

目 录

1 常用资料及数据	(1)	2.1.2 图框格式	.....	(34)	
1.1 常用计量单位及换算	.....	(1)	2.2 比例	.....	(35)
1.1.1 常用国际单位制的词头	.....	(1)	2.3 图线	.....	(36)
1.1.2 我国常用单位与国际单位的换算	.....	(1)	2.4 剖面符号	.....	(36)
1.2 外字母的读音	.....	(3)	2.5 图样画法	.....	(36)
1.3 常用数据资料	.....	(4)	2.5.1 视图	.....	(36)
1.3.1 材料的物理性能	.....	(4)	2.5.2 剖视	.....	(38)
1.3.2 材料的弹性模量、切变模量及泊 桑比	.....	(9)	2.5.3 剖面	.....	(42)
1.3.3 硬度值对照表	.....	(10)	2.5.4 局部放大图	.....	(43)
1.3.4 机械传动的效率	.....	(11)	2.5.5 简化画法	.....	(44)
1.3.5 平面和立体图形计算公式	.....	(12)	2.5.6 其它规定画法	.....	(50)
1.4 工程力学基本运算公式	.....	(16)	2.6 尺寸注法	.....	(51)
1.4.1 运动学基本公式	.....	(16)	2.6.1 尺寸数字	.....	(51)
1.4.2 动力学基本公式	.....	(17)	2.6.2 尺寸线	.....	(52)
1.4.3 常用截面的几何及力学特性	.....	(18)	2.6.3 尺寸界线	.....	(54)
1.4.4 材料力学基本公式	.....	(22)	2.6.4 标注尺寸的符号	.....	(56)
1.5 机械加工一般标准和规范	.....	(28)	2.6.5 简化注法	.....	(57)
1.5.1 标准尺寸	.....	(28)	2.6.6 其它标注	.....	(60)
1.5.2 标准锥度	.....	(29)	2.7 尺寸公差与配合注法	.....	(62)
1.5.3 内圆锥	.....	(30)	2.7.1 在零件图中的注法	.....	(62)
1.5.4 不带扁尾的外圆锥	.....	(31)	2.7.2 在装配图中的标注法	.....	(65)
1.5.5 带扁尾的外圆锥	.....	(32)	2.7.3 角度公差的标注法	.....	(67)
1.5.6 工具圆锥的锥度、锥角、斜角	.....	(32)	2.8 螺纹及螺纹紧固件画法	.....	(67)
1.5.7 中心孔	.....	(33)	2.8.1 螺纹的画法	.....	(67)
2 机械制图	(34)	2.8.2 螺纹的标注法	.....	(68)	
2.1 图纸幅面尺寸	.....	(34)	2.8.3 螺纹紧固件的画法	.....	(69)
2.1.1 图纸幅面尺寸	.....	(34)	2.9 齿轮画法	.....	(71)
			2.9.1 齿轮、齿条、蜗杆、蜗轮及链轮 的画法	.....	(71)
			2.9.2 齿轮、蜗轮、蜗杆啮合画法	.....	(72)

2.10	花键画法	(76)	4.3.4	有色金属型材	(211)
2.10.1	花键的画法及其尺寸标注	(76)	4.4	粉末冶金材料	(214)
2.10.2	花键连接的画法及代号标注	(77)	4.4.1	粉末冶金机械零件材料	(214)
2.11	中心孔表示法	(78)	4.4.2	粉末冶金工具材料	(216)
3	公差配合与形位公差	(79)	4.5	常用金属材料国内外牌号对照	(219)
3.1	公差与配合	(79)	4.6	非金属材料	(223)
3.1.1	公差与配合的基本术语、定义及代号	(79)	4.6.1	工程塑料	(223)
3.1.2	标准公差	(81)	4.6.2	橡胶	(232)
3.1.3	基本偏差	(82)	4.6.3	涂料	(235)
3.1.4	孔轴公差带	(82)	4.7	金属材料热处理、表面处理及材料选用	(236)
3.1.5	优先常用配合	(119)	4.7.1	金属材料热处理	(236)
3.1.6	未注公差尺寸的极限偏差	(120)	4.7.2	热处理技术条件的标注	(240)
3.1.7	公差与配合的选择与应用	(124)	4.7.3	表面强化层深度	(243)
3.1.8	新旧国标对照	(133)	4.7.4	热处理零件的结构工艺性	(244)
3.2	形位公差	(134)	4.7.5	表面处理	(248)
3.2.1	术语与定义	(134)	4.7.6	机械零件材料的选用	(249)
3.2.2	形位公差符号	(137)	5	机械设计	(261)
3.2.3	形位公差带的定义和示例说明	(138)	5.1	带传动	(261)
3.2.4	形位公差值	(155)	5.1.1	三角带传动	(261)
3.2.5	主要加工方法能达到的形位公差等级	(159)	5.1.2	带传动的张紧	(271)
3.3	表面粗糙度	(161)	5.2	链传动	(272)
3.3.1	表面粗糙度的术语及评定参数	(161)	5.2.1	套筒滚子链的结构、基本参数及尺寸	(272)
3.3.2	表面粗糙度代号及其注法	(162)	5.2.2	滚子链传动的设计计算	(273)
4	工程材料及金属材料热处理	(168)	5.2.3	滚子链链轮	(279)
4.1	名词术语	(168)	5.3	渐开线圆柱齿轮传动	(282)
4.2	黑色金属材料	(169)	5.3.1	渐开线圆柱齿轮基准齿形及模数系列	(283)
4.2.1	钢的分类及钢号表示方法	(169)	5.3.2	圆柱齿轮传动的几何尺寸计算	(283)
4.2.2	结构钢	(171)	5.3.3	圆柱齿轮传动的设计计算	(294)
4.2.3	工具钢	(181)	5.3.4	圆柱齿轮的结构	(302)
4.2.4	特殊性能钢	(186)	5.3.5	渐开线圆柱齿轮精度(GB10095-88)	(304)
4.2.5	钢型材及钢制品	(188)	5.4	圆锥齿轮传动	(314)
4.2.6	铸铁	(197)	5.4.1	圆锥齿轮传动的几何尺寸计算	(314)
4.3	有色金属材料	(204)	5.4.2	圆锥齿轮传动的设计计算	(318)
4.3.1	铝及铝合金	(204)	5.4.3	圆锥齿轮的结构	(322)
4.3.2	铜及铜合金	(207)			
4.3.3	轴承合金	(209)			

5.5 螺纹连接	(322)	6.2.3 自由锻造	(414)
5.5.1 普通螺纹连接的基本类型及应用	(322)	6.2.4 模锻	(415)
5.5.2 螺纹连接的常用防松方法	(323)	6.3 焊接	(416)
5.5.3 螺纹连接的计算	(324)	6.3.1 手工电弧焊	(416)
5.5.4 螺母、螺栓、螺钉和螺柱的机械性能等级	(329)	6.3.2 二氧化碳保护焊	(423)
5.6 键和键的连接	(330)	6.3.3 常用金属的焊接	(424)
5.6.1 键的类型、特点和应用	(330)	6.4 机械加工工艺	(430)
5.6.2 键连接的强度计算	(332)	6.4.1 工艺规程的编制	(430)
5.6.3 矩形花键基本尺寸系列及公差	(334)	6.4.2 典型零件的机械加工工艺过程	(431)
5.7 轴承	(338)	6.4.3 尺寸偏差和经济精度	(434)
5.7.1 滑动轴承	(338)	6.4.4 加工路线	(437)
5.7.2 滚动轴承	(340)	6.4.5 加工余量	(438)
5.8 联轴器与离合器	(349)	6.5 冲压	(451)
5.8.1 联轴器	(349)	6.5.1 常用冲压材料及其特性	(451)
5.8.2 离合器	(362)	6.5.2 压力机	(455)
5.9 轴	(367)	6.5.3 冲裁	(456)
5.9.1 轴的材料	(367)	6.5.4 弯曲	(470)
5.9.2 轴的初步计算	(369)	6.5.5 拉延	(474)
5.9.3 轴的结构设计	(369)	6.5.6 部分模具通用件	(481)
5.9.4 轴的强度校核	(374)	7 金属切削机床及设备	(493)
5.10 弹簧	(376)	7.1 金属切削机床	(493)
5.10.1 弹簧的分类	(376)	7.1.1 金属切削机床型号及其分类	(493)
5.10.2 弹簧的材料	(376)	7.1.2 机床的选用原则	(496)
5.10.3 弹簧的结构形式	(380)	7.1.3 机床的技术性能	(496)
5.10.4 压、拉弹簧的设计计算	(382)	7.1.4 组合机床	(510)
5.11 减速器	(386)	7.2 刀具	(513)
5.11.1 减速器的分类	(386)	7.2.1 刀具选择的依据	(513)
5.11.2 减速器的箱体尺寸	(387)	7.2.2 常用刀具材料	(513)
5.11.3 减速器附件	(393)	7.2.3 硬质合金焊接刀片	(513)
6 机械制造工艺	(398)	7.2.4 硬质合金可转位刀片	(521)
6.1 铸造	(398)	7.2.5 麻花钻	(523)
6.1.1 砂型铸造	(398)	7.2.6 中心钻、扩孔钻及铰钻	(525)
6.1.2 铸造工艺参数	(400)	7.2.7 铰刀	(527)
6.1.3 特种铸造	(408)	7.2.8 铣刀	(529)
6.2 锻造	(412)	7.2.9 丝锥与板牙	(532)
6.2.1 常用锻造方法	(412)	7.2.10 齿轮加工刀具	(533)
6.2.2 锻造加热炉	(412)	7.3 夹具	(535)
		7.3.1 定位元件的结构形式	(535)
		7.3.2 夹紧元件的结构形式	(536)

7.3.3 常用夹具零件的通用标准	(537)
8 液压传动系统及气动	(545)
8.1 基础标准及液压油	(545)
8.1.1 基础标准	(545)
8.1.2 液压油	(548)
8.2 液压系统基本回路	(550)
8.3 液压传动系统的组成及设计计算	(554)
8.3.1 液压传动系统的组成	(554)
8.3.2 液压传动系统的设计	(555)
8.4 油缸	(573)
8.4.1 油缸的基本参数	(573)
8.4.2 油缸的设计计算	(574)
8.5 气动	(577)
8.5.1 气动系统的组成	(577)
8.5.2 气动系统的基本回路	(577)
9 常用低压电气设备	(580)
9.1 常用资料及标准	(580)
9.1.1 常用电磁量单位、符号及换算	(580)
9.1.2 常用计算公式	(582)
9.1.3 常用电工设备基本文字符号	(585)
9.1.4 常用电气设备的图形符号	(589)
9.2 常用电动机	(597)
9.2.1 常用三相异步电动机分类、型号、结构特征与应用	(597)
9.2.2 Y系列三相异步电动机	(599)
9.2.3 ZD、ZDY系列三相异步电动机	(609)
9.2.4 YR系列小型绕线式三相异步电动机	(609)
9.2.5 潜水电泵	(616)
9.2.6 电动工具用交、直流两用电动机	(619)
9.2.7 T2系列小型三相同步发电机	(623)
9.2.8 TSWN、TSN系列水轮发电机	(628)
9.2.9 电动机的选择	(628)
9.3 常用变压器	(629)
9.3.1 SL ₇ (S ₇)系列低损耗电力变压器	(629)

9.3.2 SLZ ₇ 系列有载调压电力变压器	(633)
9.3.3 SCL型环氧绕注干式电力变压器	(634)
9.4 常用低压电器	(636)
9.4.1 刀开关和转换开关	(636)
9.4.2 熔断器	(639)
9.4.3 自动开关	(640)
9.4.4 接触器	(642)
9.4.5 起动器	(644)
9.4.6 按钮和行程开关	(647)
9.4.7 控制继电器	(648)
9.4.8 电阻器和变阻器	(651)
9.4.9 电力电容器	(655)
9.4.10 信号灯	(657)
9.4.11 常用蓄电池	(658)
9.5 常用生产机械设备控制电路	(660)
9.5.1 基本控制环节	(660)
9.5.2 常用机床控制电路	(666)
9.6 低压供电与线路	(669)
9.6.1 常用低压配电装置	(669)
9.6.2 电线、电缆	(673)
10 通用件	(678)
10.1 连接件	(678)
10.1.1 螺栓	(678)
10.1.2 螺钉	(687)
10.1.3 螺母	(695)
10.1.4 铆钉	(699)
10.1.5 垫圈	(701)
10.1.6 挡圈	(706)
10.1.7 销	(708)
10.1.8 键	(715)
10.2 其它通用件	(721)
10.2.1 滑动轴承座	(721)
10.2.2 滚动轴承	(725)
10.2.3 油杯	(750)
10.2.4 油封	(753)
11 农业机械技术资料与标准	(757)
11.1 常用农业机械技术数据	(757)

11.1.1 农用内燃机	(757)	.....	(820)
11.1.2 拖拉机、农用运输车	(760)	11.3 农机一般技术标准	(833)
11.1.3 耕整机械、农田建设机械 ...	(775)	11.3.1 农机具产品编号规则	(833)
11.1.4 运输机械	(784)	11.3.2 农林拖拉机型号编制规则 ...	(833)
11.1.5 水泵	(786)	11.3.3 农用运输车型号编制规则 ...	(838)
11.1.6 植保机械	(812)	11.3.4 内燃机产品名称和型号编制规则	
11.1.7 收获机械	(815)	.....	(838)
11.1.8 加工机械	(816)	11.3.5 水泵型号编制规则	(841)
11.2 农业机械工作零件技术性能及标准		主要参考书目	(842)

续表 1

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
压力, 压强; 应力	帕[斯卡]	Pa	巴 千克力每 平方厘米 托 工程大气压 标准大气压 磅力每平 方英寸	bar kgf/cm ² Torr at atm lbf/ft ²	1bar = 10 ⁵ Pa 1kgf/cm ² = 0.0980665MPa 1Torr = 133.322Pa 1at = 98066.5Pa = 98.0665kPa 1atm = 101325 Pa = 101.325kPa 1lbf/in ² = 6894.76Pa
力; 重力	牛[顿]	N	达因 千克力 磅力	dyn kgf lbf	1 dyn = 10 ⁻⁵ N 1 kgf = 9.80665N 1 lbf = 4.44822 N
温 度	开[尔文] 摄氏度	K ℃	华氏度	°F	表示温度差和温度间隔时: 1℃ = 1K 表示温度的数值时: 摄氏度值 ℃ = (K - 273.15) 表示温度差和温度间隔时: 1° F = $\frac{5}{9}$ ℃ ℃ = $\frac{5}{9}$ (° F - 32) 表示温度的数值时: K = $\frac{5}{4}$ (° F + 459.67)
能量; 功; 热	焦[耳] 千瓦小时	J kW·h	尔格 千克力米 英马小时 卡 英热单位	erg kgf·m hp·h cal Btu	1 erg = 10 ⁻⁷ J 1 kgf·m = 9.80665 J 1 hp·h = 2.68452 MJ 1 cal = 4.1868 J 1 Btu = 1055.06 J 1 kW·h = 3.6 MJ
功 率	瓦[特]	W	千克力米每 秒 马力, 米制马力	kgf·m/s 法 ch, CV; 德 PS	1 kgf·m/s = 9.80665 W 1 ch = 735.499W
密 度	千克每立方米	kg/m ³	磅每立方英尺	lb/ft ³	1 lb/ft ³ = 16.0185 kg/m ³
比 容	立方米每千克	m ³ /kg	立方英尺每磅	ft ³ /lb	1 ft ³ /lb = 0.0624280m ³ /kg
质量流率	千克每秒	kg/s	磅每秒 磅每小时	lb/s lb/h	1 lb/s = 0.453592 kg/s 1 lb/h = 1.25998 × 10 ⁻⁴ kg/s
体积流率	立方米每秒 升每秒	m ³ /s L/s	立方英尺每秒 立方英寸 每小时	ft ³ /s in ³ /h	1 ft ³ /s = 0.0283168 m ³ /s 1 in ³ /h = 4.55196 × 10 ⁻⁹ m ³ /s
力 矩	牛[顿]米	N·m	千克力米 磅力英尺	kgf·m lbf·ft	1 kgf·m = 9.80665N·m 1lbf·ft = 1.35582 N·m
动力粘度	帕斯卡秒	Pa·s	泊 厘泊	P, P ₀ cP	1 P = 10 ⁻¹ Pa·s 1 cP = 10 ⁻³ Pa·s

续表 2

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
运动粘度	二次方米每秒	m ² /s	斯托克斯 厘斯托克斯	St cSt	1 St = 10 ⁻⁴ m ² /s 1 cSt = 10 ⁻⁶ m ² /s
比热容、 比嫡	焦耳 每千克开尔文	J/(kg·K)	千卡 每千克开尔文 英热单位 每磅华氏度	kcal/ (kg·K) Btu/ (lb·°F)	1 kcal/(kg·K) = 4186.8 J/(kg·K) 1 Btu/(lb·°F) = 4186.8 J/(kg·K)
传热系数	瓦特每平 方米开尔文	W/(m ² ·K)	卡每平方厘 米秒开尔文 千卡每平方 米小时开尔文	cal/ (cm ² ·s·K) kcal/ (m ² ·h·K)	1 cal/(cm ² ·s·K) = 4186.8 W/(m ² ·K) 1 kcal/(m ² ·h·K) = 1.163 W/(m ² ·K)
热导率	瓦特 每米开尔文	W/(m·K)	卡每厘米 秒开尔文 千卡每米 小时开尔文	cal/ (cm·s·K) kcal/ (m·h·K)	1 cal/(cm·s·K) = 418.68 W/(m·K) 1 kcal/(m·h·K) = 1.163 W/(m·K)

1.2 外文字母的读音

表 1—3

外文字母读音

俄 文						英 文						希 腊 文					
大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
А	а	阿	Р	р	尔	А	а	爱	Н	н	爱恩	Α	α	阿尔发	Ν	ν	纽
Б	б	勃	С	с	斯	В	в	皮	О	о	欧	Β	β	贝他	Ξ	ξ	克塞
В	в	窝	Т	т	特	С	с	西	Ρ	ρ	批	Γ	γ	嘎马	Ο	ο	俄密克戎
Г	г	格	У	у	乌	D	d	地	Q	q	克由	Δ	δ	得尔塔	Π	π	派
Д	д	德	Ф	ф	弗	E	e	衣	R	r	阿耳	Ε	ε	厄普西隆	Ρ	ρ	罗
Е	е	耶	Х	х	赫	F	f	爱夫	S	s	爱斯	Z	ζ	仄塔	Σ	σ	西格马
Ё	ё	尧	Ц	ц	次	G	g	基	T	t	梯	Η	η	以塔	Τ	τ	套乌
Ж	ж	日	Ч	ч	奇	H	h	爱去	U	u	山	Θ	θυ	忒塔	ρ	υ	宇普西隆
З	з	兹	Ш	ш	什	I	i	阿哀	V	v	未	Ι	ι	爱俄塔	Φ	φφ	斐
И	и	伊	Щ	щ	夏	J	j	件	W	w	达勃留	Κ	κ	卡帕	Χ	χ	克黑
Й	й	依	Ъ	ъ	(硬音符)	K	k	开	X	x	爱克司	Λ	λ	兰姆达	Ψ	ψ	普塞
К	к	克	Ы	ы	(软音符)	L	l	爱耳	Y	y	外	Μ	μ	缪	Ω	ω	奥米嘎
Л	л	爱勒	Ь	ь	(软音符)	M	m	爱母	Z	z	齐						
М	м	爱姆	Э	э	哎												
Н	н	恩	Ю	ю	尤												
О	о	奥	Я	я	亚												
П	п	波															

1.3 常用数据资料

1.3.1 材料的物理性能

表 1—4

物料的容重(堆比重)和休止角

物 料	容重(t/m ³)	休 止 角		物 料	容重(t/m ³)	休 止 角
		运 动	静 止			
无烟煤(干、小)	0.7~1.0	27°~30°	27°~45°	水稻籽粒	0.45~0.55	38°
烟煤	≈ 0.8	30°	35°~45°	脱后稻秸	≈ 0.015	
焦炭	0.36~0.53	35°	50°	小麦籽粒	≈ 0.77	28°~31°
木炭	0.2~0.4			颖壳	0.15~0.20	
无烟煤粉	0.84~0.89		37°~45°	散堆麦秸	0.03~0.06	
烟煤粉	0.4~0.7		37°~45°	切碎麦秸	0.06~0.08	
粉状石墨	0.45		40°~45°	压紧的麦秸捆	0.15~0.19	
干煤灰	0.64~0.72		35°~45°	麦麸	≈ 0.20	
煤灰	≈ 0.7		15°~20°	面粉	≈ 0.70	
粗砂(干)	1.4~1.9		50°	玉米籽粒	0.68~0.77	28°~30°
细砂(干)	1.4~1.65	30°		去皮果穗	0.45	
细砂(湿)	1.8~2.1		30°~35°	粗玉米粉	0.64	
造型砂	0.8~1.3	30°	45°	玉米及芯混合粉	0.58	
石灰石(大块)	1.6~2.0	30°~35°	40°~45°	切碎青饲玉米	0.2~0.25	50°~55°
石灰石(中块、小块)	1.2~1.5	30°~35°	40°~45°	大麦(籽粒)	0.60~0.70	28°~35°
生石灰	1.7~1.8	25°	45°~50°	荞麦(籽粒)	≈ 0.60	
熟石灰(粉)	0.5			燕麦(籽粒)	0.40~0.50	32°~36°
碎石	1.3~2.0	35°	45°	黑麦(籽粒)	≈ 0.72	
砾石	1.5~1.9	30°	30°~45°	高粱(籽粒)	0.70~0.76	29°~33°
白云石(块)	1.2~2.0	35°		谷子(籽粒)	0.60~0.70	27°~31°
碎白云石	1.8~1.9	35°		花生(籽粒)	0.50~0.63	29°~30°
粘土(小块)	0.7~1.5	40°	50°	大豆(籽粒)	0.70~0.77	29°
水泥	0.9~1.7	35°	40°~45°	豌豆(籽粒)	≈ 0.77	25°
耕松的土壤	≈ 1.00			蚕豆(籽粒)	0.67~0.8	32°
压实耕地的土壤	1.2~1.4			蓖麻籽	≈ 0.60	
耕层下的心土	1.4~1.6			油菜籽	≈ 0.67	
砂土	1.4~1.5			棉籽	0.40~0.60	55°

表 1—5

常 用 材 料 比 重

材 料	比重 (g/cm ³)	材 料	比重 (g/cm ³)	材 料	比重 (g/cm ³)	材 料	比重 (g/cm ³)
灰口铸铁	6.6~7.8	黄铜 80	8.65	铅板	11.37	水曲柳(柎木)	0.686
白口铸铁	7.4~7.7	62	8.5	工业镁	1.74	大叶榆(榆木)	0.548
可锻铸铁	7.2~7.6	锡青铜	8.65~9.3	工业镍	8.8	桦木	0.615
铸钢	7.8	铝铁青铜	7.5~8.9	汞	13.6	楠木	0.61
钢材	7.85	硬铝(杜拉铝)	2.85	锡基轴承合金	7.34~7.75	柞木(柞栎)	0.766
高速钢(钨 9%)	8.3	铝板	2.73	铅基轴承合金	9.33~10.67	软木	0.1~0.4
(钨 18%)	8.7	铸造铝合金	2.55~2.95	红松	0.44	胶合板	0.5
不锈钢(铬 13%)	7.75	锡(灰色)	5.7	马尾松	0.533	刨合板	0.4
钨钴类硬质合金	14.4~14.9	锡(白色)	7.3	兴安落叶松	0.625	竹材	0.9
钨钽钴类硬质合金	9.5~12.4	铸锌	6.86	铁杉	0.5	木炭	0.3~0.5
紫铜(含铜 99.5%)	8.9	锌板	7.2	杉木	0.376	石膏	2.3~2.4
黄铜 90	8.8	铸铅	11.3	柏木	0.588	生石灰	1.1
熟石灰	1.2	聚乙烯	0.92~0.95	磷酸	1.78	夏用机油	0.945
混凝土	2.2	赛璐璐	1.35~1.4	硝酸	1.54	通用机油	0.94
三合土	1.9~2.5	电木(胶木)	1.3~1.4	蓄电池电解液	1.27~1.285	压缩机油	0.93
普通粘土砖	1.79	有机玻璃	1.18	(充足电)		齿轮油	0.95
粘土耐火砖	2.2~2.4	泡沫塑料	0.2	乙醚	0.714	变压器油	0.89
橡胶制品	1~2	酚醛层压塑料	1.3~1.4	阿莫尼亚	0.89	涡轮机油	0.935
平胶板	1.6~1.8	(夹布胶木)		石蜡	0.9	电机油	0.9
纤维纸板	1.3	胶木石棉布带	2.0	地沥青	0.9~1.5	汽缸油	0.94
陶瓷	2.2	(制动带)		碳化钙(电石)	2.22	开关机油	0.95
常用玻璃	2.5~2.75	石棉板	1~1.3	酒精	0.8~0.81	大豆油	0.926
云母	2.8	石棉线	0.45~0.55	汽油	0.66~0.75	花生油	0.919
金刚砂	4.0	石棉	2.1~2.8	煤油	0.78~0.82	棉籽油	0.926
尼龙	1.05~1.14	石棉橡胶纸	2	石油(原油)	0.82	胡麻子油	0.94
聚甲醛	1.4	皮革	0.86~1.02	轻柴油	0.83	橄榄油	0.92
聚四氟乙烯	2.1~2.3	石墨	1.9~2.3	中柴油	0.86	水(4℃)	1
聚氯乙烯	1.35~1.4	盐酸	1.2	重柴油	0.92		
聚苯乙烯	1.05~1.08	硫酸(87%)	1.8	冬用机油	0.93		

表 1—6

金属材料熔点、热导率及比热容

名 称	熔点, ℃	热 导 率		比 热 容	
		W/(m·K)	kcal/(m·h·℃)	J/(kg·K)	kcal/(g·℃)
灰 铸 铁	1200	46.4~92.8	40~80	544.3	0.130
铸 钢	1425			489.9	0.117
软 钢	1400~1500	46.4	40	502.4	0.120
黄 铜	950	92.8	80	393.6	0.094
青 铜	995	63.8	55	385.2	0.092
紫 铜	1083	392	338	376.9	0.090
铝	658	203	175	904.3	0.216
铅	327	34.8	30	129.8	0.031
锡	232	62.6	54	234.5	0.056
锌	419	110	95	393.6	0.094
镍	1452	59.2	51	452.2	0.108

注: 表中热导率值系指 0~100℃ 的范围内。

表 1—7

材料线膨胀系数 $\alpha \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$

材 料	温 度 范 围, ℃								
	20	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600	20~700	20~900	20~1000
工程用铜		16.6~17.1	17.1~17.2	17.6	18~18.1	18.6			
黄铜		17.8	18.8	20.9					
青铜		17.6	17.9	18.2					
铸铝合金	18.44~24.5								
铝合金		22.0~24.0	23.4~24.8	24.0~25.9					
碳钢		10.6~12.2	11.3~13	12.1~13.5	12.9~13.9	13.5~14.3	14.7~15		
铬钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6			
3Cr13		10.2	11.1	11.6	11.9	12.3	12.8		
1Cr18Ni9Ti		16.6	17	17.2	17.5	17.9	18.6	19.3	
铸铁		8.7~11.1	8.5~11.6	10.1~12.1	11.5~12.7	12.9~13.2			
玻璃		4~11.5							
赛璐珞		100							
有机玻璃		130							

1.3.2 材料的弹性模量、切变模量及泊松比

表 1-12 材料的弹性模量、切变模量及泊松比

名 称	弹性模量 E		切变模量 G		泊松比 μ
	GPa	10^6 kgf/cm^2	GPa	10^5 kgf/cm^2	
灰铸铁	118~126	1.2~1.3	44.3	4.5	0.3
球墨铸铁	173	1.76			0.3
碳钢、镍铬钢、合金钢	206	2.1	79.4	8.1	0.3
铸钢	202	2.06			0.3
轧制纯铜	108	1.1	39.2	4	0.31~0.34
冷拔纯铜	127	1.3	48.0	4.9	
轧制磷锡青铜	113	1.15	41.2	4.2	0.32~0.35
冷拔黄铜	89~97	0.91~0.99	34.3~36.3	3.5~3.7	0.32~0.42
轧制锰青铜	108	1.1	39.2	4	0.35
轧制铝	68	0.69	25.5~26.5	2.6~2.7	0.32~0.36
拔制铝线	69	0.7			
铸铝青铜	103	1.05	41.1	4.2	0.3
铸锡青铜	103	1.05			0.3
硬铝合金	70	0.71	26.5	2.7	0.3
轧制锌	82	0.84	31.4	3.2	0.27
铅	16	0.17	6.8	0.7	0.42
玻璃	55	0.56	1.96	0.2	0.25
有机玻璃		0.024~0.30			
橡胶		0.00008			0.47
电木		0.02~0.03		0.07~0.21	0.35~0.38
夹布酚醛塑料		0.04~0.09			
赛璐珞		0.0174~0.0193		0.07~0.1	0.4
尼龙 1010		0.0109			
硬聚氯乙烯		0.032~0.04			0.34~0.35
聚四氟乙烯		0.0116~0.0145			
低压聚乙烯		0.0055~0.008			
高压聚乙烯		0.0015~0.0025			
混凝土		0.14~0.40		0.5~1.6	0.1~0.18

1.3.4 机械传动的效率

表 1—14

机械传动效率的概略数值

类 别	传 动 型 式	效率 η
圆柱齿轮传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动 (稀油润滑)	0.98~0.995
	8 级精度的一般齿轮传动 (稀油润滑)	0.97
	9 级精度的齿轮传动 (稀油润滑)	0.96
	加工齿的开式齿轮传动 (干油润滑)	0.94~0.96
	铸造齿的开式齿轮传动	0.83~0.92
圆锥齿轮传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动 (稀油润滑)	0.97~0.98
	8 级精度的一般齿轮传动 (稀油润滑)	0.94~0.97
	加工齿的开式齿轮传动 (干油润滑)	0.92~0.95
	铸造齿的开式齿轮传动	0.88~0.92
蜗 杆 传 动	自锁蜗杆	0.40~0.45
	单头蜗杆	0.70~0.75
	双头蜗杆	0.75~0.82
	三头和四头蜗杆	0.82~0.92
	圆弧面蜗杆传动	0.85~0.95
皮 带 传 动	平皮带无压紧轮的开式传动	0.98
	平皮带有压紧轮的开式传动	0.97
	平皮带交叉传动	0.90
	三角皮带传动	0.95
链 轮 传 动	焊接链	0.93
	片式关节链	0.95
	滚子链	0.96
	无声链	0.93
滑 动 轴 承	润滑不良	0.94
	润滑正常	0.97
	润滑特好 (压力润滑)	0.98
	液体摩擦	0.99
滚 动 轴 承	滚珠轴承 (稀油润滑)	0.99
	滚柱轴承 (稀油润滑)	0.98
摩 擦 传 动	平摩擦传动	0.85~0.96
	槽摩擦传动	0.88~0.90
	卷绳轮	0.95


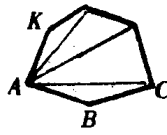
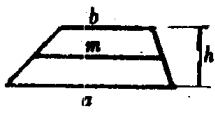
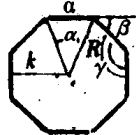
续表 1

类别	传动型式	效率 η
联轴器	浮动联轴器	0.97~0.99
	齿轮联轴器	0.99
	弹性联轴器	0.99~0.995
	万向联轴器 ($\alpha < 3^\circ$)	0.97~0.98
	万向联轴器 ($\alpha > 3^\circ$)	0.95~0.97
	梅花接轴	0.97~0.98
复合轮组	滑动轴承 ($i=2\sim6$)	0.98~0.90
	滚动轴承 ($i=2\sim6$)	0.99~0.95
减(变)速器①	单级圆柱齿轮减速器	0.97~0.98
	双级圆柱齿轮减速器	0.95~0.96
	单级行星圆柱齿轮减速器 (NGW 类型负号机构)	0.95~0.98
	单级行星摆线针轮减速器	0.90~0.97
	单级圆锥齿轮减速器	0.95~0.96
	双级圆锥-圆柱齿轮减速器	0.94~0.95
	无级变速器	0.92~0.95
丝杠传动	滑动丝杠	0.30~0.60
	滚动丝杠	0.85~0.90

注: ①滚动轴承的损耗考虑在内。

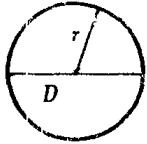
1.3.5 平面和立体图形计算公式

表 1-15 平面图形面积计算公式

<p>(1) 正方形</p>  <p>对角线 $d = 1.414a$ 边 $a = 0.707d$ 面积 $S = a^2 = \frac{d^2}{2}$</p>	<p>(3) 任意多边形</p>  <p>$A + B + C + \dots + K = (n - 2) \cdot 180^\circ$ n - 边数 (计算面积时把多边形分成几个三角形)</p>
<p>(2) 梯形</p>  <p>中线 $m = \frac{a + b}{2}$ 面积 $S = \frac{a + b}{2} h = mh$</p>	<p>(4) 正多边形</p>  <p>边 $a = 2R \sin \frac{\alpha}{2} = 2k \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $\alpha = \beta = \frac{360^\circ}{n}$ $\gamma = 180^\circ - \frac{360^\circ}{n}$ 面积 $S = \frac{ak}{2} n$ k - 边心距, n - 边数</p>

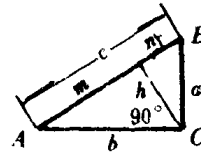
续表 1

(5) 圆



$$\begin{aligned} \text{周长 } C &= \pi D = 3.142D \\ &= 6.283r = 3.545\sqrt{S} \\ r &= \frac{C}{2\pi} = 0.159C \\ D &= \frac{C}{\pi} = 0.318C \\ &= 1.128\sqrt{S} \\ \text{面积 } S &= \frac{\pi D^2}{4} = 0.785D^2 \\ &= 3.142r^2 \\ &= 0.25CD \end{aligned}$$

(9) 直角三角形



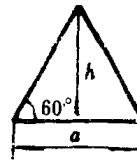
$$\begin{aligned} A+B &= 90^\circ \\ c &= \sqrt{a^2 + b^2} \\ \text{面积 } S &= \frac{ab}{2} \\ \text{高 } h &= \sqrt{mn} \\ m &= \frac{b^2}{c}, n = \frac{a^2}{c} \end{aligned}$$

(6) 弧与扇形



$$\begin{aligned} \text{弧长 } l &= \frac{\pi r \alpha}{180} \\ \text{面积 } S &= \frac{\pi r^2 \alpha}{360} \end{aligned}$$

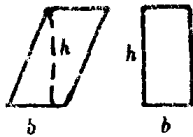
(10) 等边三角形



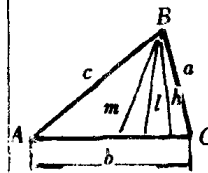
$$\begin{aligned} h &= 0.866a \\ a &= 1.154h \\ \text{面积 } S &= 0.433a^2 \\ &= 0.578h^2 \end{aligned}$$

(7) 平行四边形和矩形

$$\text{面积 } S = bh$$



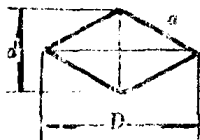
(11) 任意三角形



$$\begin{aligned} A+B+C &= 180^\circ \\ \text{面积 } S &= \frac{bh}{2} \\ &= \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \\ [p &= \frac{1}{2}(a+b+c)] \\ \text{中线 } m &= \frac{1}{2}\sqrt{2(a^2+c^2)-b^2} \\ \text{二等分角线 } l &= \frac{\sqrt{ac[(a+c)^2-b^2]}}{a+c} \\ &(\text{内切圆与外接圆半径见三角部分}) \end{aligned}$$

(8) 菱形

$$\begin{aligned} D^2 + d^2 &= 4a^2 \\ \text{面积 } S &= \frac{Dd}{2} \end{aligned}$$



(12) 椭圆

$$\begin{aligned} \text{面积 } S &= \pi ab \\ a, b &-\text{长、短轴之半} \end{aligned}$$

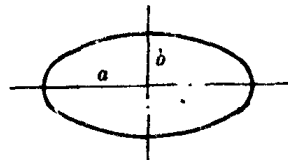
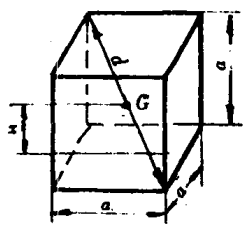
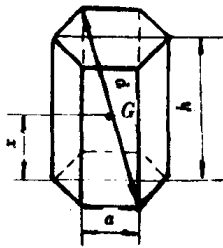
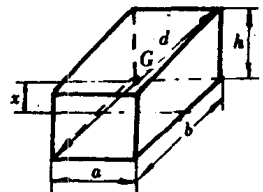
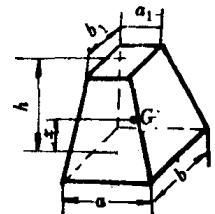
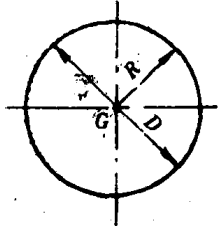
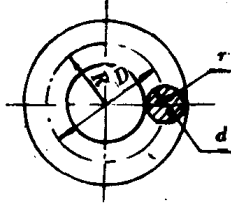
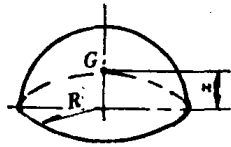
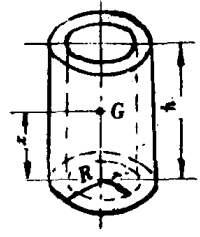
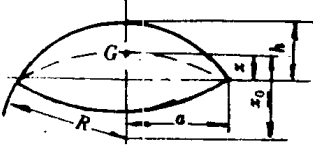
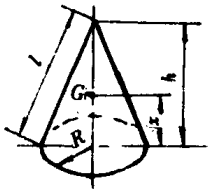
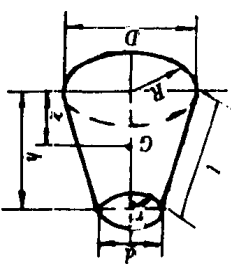
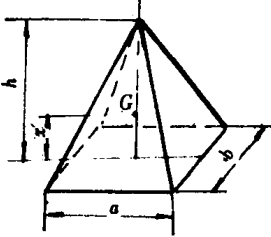
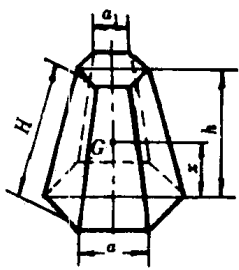
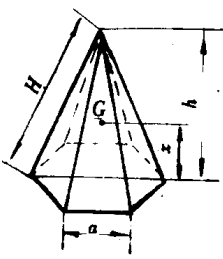


表 1—16

立 体 图 形 计 算 公 式

简 图	计算公式	简 图	计算公式
<p>正方体</p> 	<p>体积 V</p> $V = a^3$ <p>对角线长</p> $d = \sqrt{3}a$ <p>面积 A</p> <p>底面积 $A = a^2$</p> <p>侧面积 $A_0 = 4a^2$</p> <p>全面积 $A_n = 6a^2$</p> <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{a}{2}$	<p>六棱柱</p> 	<p>体积 V</p> $V = 2.598a^2h$ <p>对角线长</p> $d = \sqrt{h^2 + 4a^2}$ <p>面积 A</p> <p>底面积 $A = 2.598a^2$</p> <p>侧面积 $A_0 = 6ah$</p> <p>全面积 $A_n = 5.196a^2 + 6ah$</p> <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h}{2}$
<p>长方体</p> 	<p>体积 V</p> $V = abh$ <p>对角线长</p> $d = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}$ <p>面积 A</p> <p>底面积 $A = ab$</p> <p>侧面积 $A_0 = 2h(a + b)$</p> <p>全面积 $A_n = 2(ab + ah + bh)$</p> <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h}{2}$	<p>四棱台</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{h}{6}(2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1)$ <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h(ab + ab_1 + a_1b + 3a_1b_1)}{2(2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1)}$
<p>球体</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{6}\pi D^3 = 0.524D^3$ <p>面积 A</p> <p>全面积 $A_n = 4\pi R^2 = \pi D^2$</p>	<p>圆环体</p> 	<p>体积 V</p> $V = 2\pi^2 Rr^2 = \frac{1}{4}\pi^2 Dd^2 = 2.467Dd^2$ <p>面积 A</p> <p>全面积 $A_n = 4\pi^2 Rr = \pi^2 Dd$</p>
<p>半球体</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{2}{3}\pi R^3$ <p>面积</p> <p>侧面积 $A_0 = 2\pi R^2$</p> <p>全面积 $A_n = 3\pi R^2$</p> <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{3}{8}R$	<p>圆筒</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{\pi}{4}h(D^2 - d^2) = \pi h(R^2 - r^2)$ <p>面积 A</p> <p>$A_0 = \pi h(D + d) = 2\pi h(R + r)$</p> <p>$A_n = 2\pi(R + r) \times (R - r + h)$</p> <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h}{2}$

续表 1

简 图	计算公式	简 图	计算公式
<p>球缺体</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{\pi h}{6}(3a^2 + h^2)$ $= \frac{\pi h^2}{3}(3R - h)$ <p>面积 A</p> <p>侧面积 $A_0 = 2\pi R h$</p> $= \pi(a^2 + h^2)$ <p>全面积 $A_n = \pi(2a^2 + h^2)$</p> $= \pi(2Rh + a^2)$ $= \pi h(4R - h)$ $a = \sqrt{h(2R - h)}$	<p>圆锥</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{1}{3}\pi R^2 h$ <p>面积 A</p> <p>侧面积 $A_0 = \pi R L$</p> $= \pi R \sqrt{R^2 + h^2}$ <p>全面积 $A_n = \pi R \times (R + \sqrt{R^2 + h^2})$</p> $L = \sqrt{R^2 + h^2}$ <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h}{4}$
<p>圆台</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{\pi}{12}h(D^2 + Dd + d^2)$ $= \frac{\pi}{3}h(R^2 + Rr + r^2)$ <p>面积 A</p> $A_0 = \frac{\pi}{2}L(D + d)$ $= \pi L(R + r)$ $A_n = \pi[R^2 + r^2 + (R + r) \times \sqrt{h^2 + (R - r)^2}]$ $L = \sqrt{\left(\frac{D - d}{2}\right)^2 + h^2}$ <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h(D^2 + 2Dd + 3d^2)}{4(D^2 + Dd + d^2)}$ $= \frac{h(R^2 + 2Rr + 3r^2)}{4(R^2 + Rr + r^2)}$	<p>正四棱锥</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{1}{3}abh$ <p>面积</p> $A_0 = \frac{1}{2}[b\sqrt{4h^2 + a^2} + a\sqrt{4h^2 + b^2}]$ $A_n = ab + \frac{1}{2}[b\sqrt{4h^2 + a^2} + a\sqrt{4h^2 + b^2}]$ <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h}{4}$
<p>六棱台</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{h}{3} \times (A + \sqrt{AA_1} + A_1)$ <p>面积 A</p> $A = 2.598a^2$ <p>顶面积 $A_1 = 2.598a_1^2$</p> $A_0 = 3H(a_1 + a)$ <p>H 为侧面梯形高</p> <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h(A_1 + 2\sqrt{AA_1} + 3A)}{4(A_1 + \sqrt{AA_1} + A)}$	<p>六棱锥</p> 	<p>体积 V</p> $V = \frac{hA}{3} = 0.866a^2h$ <p>面积 A</p> $A = 2.598a^2$ $A_0 = 1.5a\sqrt{4H^2 - a^2}$ <p>重心至底边距离 x</p> $x = \frac{h}{4}$

1.4 工程力学基本运算公式

1.4.1 运动学基本公式

表 1-17 运动学的一些基本公式

直 线 运 动		
等速运动 (v = 常数)	$s = s_0 + vt$ $s = vt$ (当 $s_0 = 0$)	s_0 —运动开始已经走过的距离 (m) s —运动的距离 (m) v —运动速度 (m/s) v_0 —初速度 (m/s) v_t —末速度 (m/s)
等加速度运动 (a = 常数)	$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(v_t + v_0)t}{2}$ $v_t = v_0 + at$ $a = \frac{v_t - v_0}{t}$	v_t —瞬时速度 (m/s) t —运动时间 (s) a —加速度 (m/s ²)
自由落体运动 ($v_0 = 0$)	$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}v_t t$ $v_t = gt = \sqrt{2gh}$	h —垂直高度 (m) g —重力加速度 (9.81m/s ²)
抛射运动	抛射水平距离: $x = v_0 t \cos\theta$ 抛射垂直距离: $y = x \tan\theta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2\theta}$ 物体达到最大高度的时间: $t_1 = \frac{v_0 \sin\theta}{g}$ 抛射最大高度: $h = \frac{1}{2g} v_0^2 \sin^2\theta$ 抛射水平距离: $s = \frac{1}{g} v_0^2 \sin^2\theta$	θ —抛射角 (°) φ —角位移 (rad) φ_0 —运动开始时相对某一基线的角位移 ω —角速度 (rad/s) ω_0 —初角速度 (rad/s) ω_t —末角速度 (rad/s) ε —角加速度 (rad/s ²)
回 转 运 动		
等速运动 (ω = 常数)	$\varphi = \varphi_0 + \omega t$ $\varphi = \omega t$ (当 $\varphi_0 = 0$) $s = r\varphi$ 回转一周的时间: $t_0 = \frac{2\pi}{\omega}$ $\omega = \frac{\pi n}{30}$ $v = \omega r = \frac{\pi n r}{30}$	r —点离转动轴线的距离(转动半径) (m) n —每分钟转数 (r/min) $a_{切}$ —切向加速度 (m/s ²) $a_{法}$ —法向加速度 (m/s ²)
等加速度运动 (ε = 常数)	$\varphi = \omega_0 t + \frac{1}{2}\varepsilon t^2 = \frac{\omega_t^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon} = \frac{(\omega_t + \omega_0)t}{2}$ $\omega_t = \omega_0 + \varepsilon t$ $a_{切} = \varepsilon r$ $a_{法} = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$ $a = \sqrt{a_{切}^2 + a_{法}^2} = r\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$ $\tan\mu = \frac{a_{切}}{a_{法}} = \frac{\varepsilon}{\omega^2}$	μ —加速度 a 与转动半径 r 的夹角 (°) $\omega_{谐}$ —简谐运动角速度(圆周频率) (rad/s) $\gamma_{谐}$ —简谐运动转动半径或振幅 (m) x —简谐运动动点离中间原点位移 (m) x' —简谐运动动点离死点位移 (m) v_x —简谐运动动点速度 (m/s) a_x —简谐运动动点加速度 (m/s ²)
简 谐 运 动		
	$\varphi = \varphi_0 + \omega_{谐} t$ $x = \gamma_{谐} \cos\varphi$, $x' = \gamma_{谐} (1 - \cos\varphi)$ $v_x = -\gamma_{谐} \omega_{谐} \sin\varphi$ $a_x = -\gamma_{谐} \omega_{谐}^2 \cos\varphi = -a_{法} \cos\varphi$ $= -\omega_{谐}^2 x = -4\pi^2 f^2 x$ $T = \frac{2\pi}{\omega_{谐}} = \frac{60}{n}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega_{谐}}{2\pi} = \frac{n}{60}$	T —运动周期(运动一周的时间) (s) f —频率(每秒钟的运动周数) (次/s) 注: 距离、速度单位还可分别用公里、公里/时、米/分等

1.4.2 动力学基本公式

表 1-18

动力学的一些基本公式

	直 线 运 动	回 转 运 动	备 注
力	$P = ma(\text{N})$		m —质量(kg)
惯性力	$\Phi = -ma(\text{N})$	法向惯性力(离心力) $\Phi_f = -m\omega^2 r(\text{N})$ 切向惯性力 $\Phi_a = -m\epsilon r(\text{N})$ $J = mi^2(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$ $J_z = J_c + mk^2$ $M = J\epsilon(\text{N} \cdot \text{m})$ $W = M\Phi(\text{J})$	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ —重力加速度 a —加速度(m/s^2) R —力臂(m) i_c —回转半径(m) J_z —物体对 Z 轴的转动惯量 J_c —物体对平行于 Z 轴,并通过物体重心的 C 轴的转动惯量 k —Z 轴与重心 C 轴的距离(m) ϵ —角加速度(rad/s^2) Φ —角位移(rad) s —移动距离(m) h —移动高度(m) v —移动速度(m/s) ω —角速度(rad/s) r —质点的转动半径(m) t —时间(s) v_1 —初速度 (m/s) v_2 —末速度 (m/s) ω_1 —初角速度 (rad/s) ω_2 —末角速度 (rad/s)
转动惯量			
惯量平行轴定理			
力矩	$M = PR(\text{N} \cdot \text{m})$		
功(能)	$W = Ps(\text{J})$ $W = mgh(\text{J})$		
功率	$N = Pv(\text{W})$	$N = M\omega(\text{W})$	
动量定理	$m(v_2 - v_1) = P \cdot t(\text{kg} \cdot \text{m/s})$	$J(\omega_2 - \omega_1)$	
动量矩定理		$= M \cdot t(\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s})$	
动能定理	$W = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2)(\text{J})$		

注: 1. 物体既有直线运动,本身又有回转运动,其总动能 $W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$ (v —物体重心速度)。

2. 物理摆: 摆动周期 $T = 2\pi\sqrt{J_x/mgk}$ (S); 杆件摆动中心(距回转轴) $L = J_x/mk$ (m); 杆件转动惯量(对重心)
 $J_c = mk\left(\frac{T^2g}{4\pi^2} - k\right)$ (符号同表中备注)。

3. 扭摆: 摆动周期 $T = 2\pi\sqrt{J/C}$ (s), 式中, $C = \frac{\pi Gr^4}{2l}$ ——扭杆的扭转刚度($\text{N} \cdot \text{m}/\text{rad}$); G ——切变弹性模量(N/m^2); l ——扭杆长(m); r ——扭杆半径(m); J ——扭杆下物体的转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)。

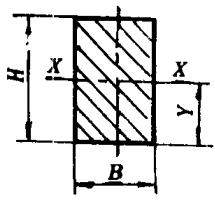
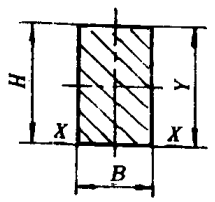
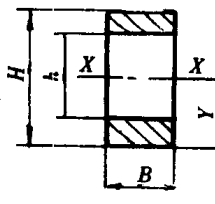
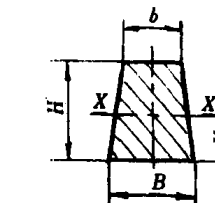
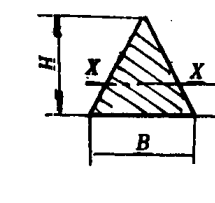
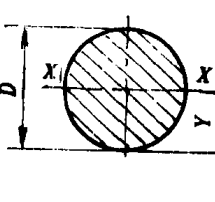
① 力 P 的方向与移动距离 s 的方向相同。

② 小直径杆件对杆端回转, $i^2 = \frac{1}{3}l^2$, 对杆中央回转 $i^2 = \frac{1}{12}l^2$; 圆盘或圆柱对圆心纵轴回转 $i^2 = \frac{1}{2}R^2$; 圆环对圆心纵轴回转 $i^2 = \frac{1}{2}(R^2 + r^2)$, 一般飞轮常取 $i^2 = R^2$ 即 $J = GD^2/4g$ (l ——杆长, R ——外圆半径, r ——内圆半径, D ——外圆直径)。

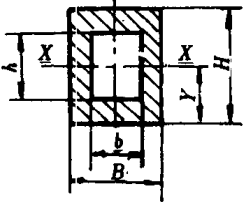
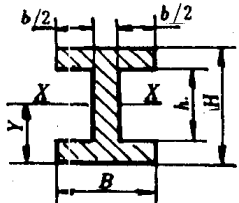
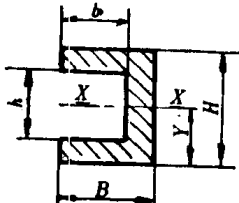
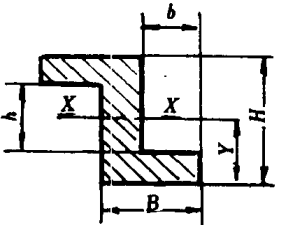
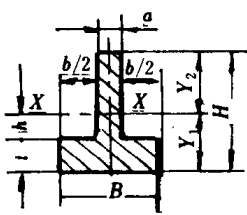
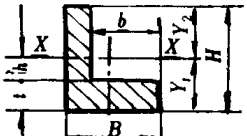
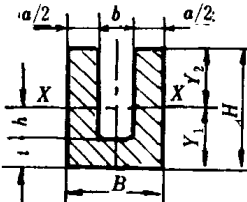
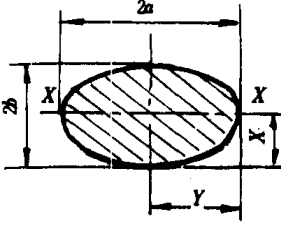
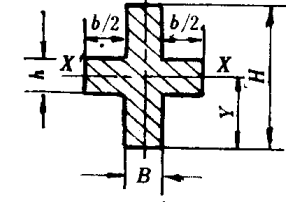
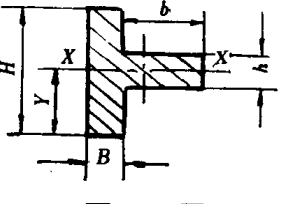
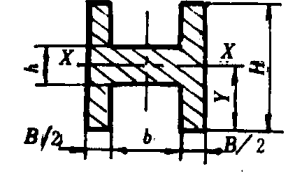
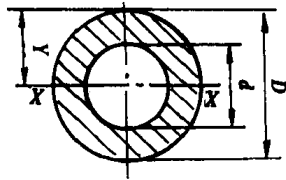
1.4.3 常用截面的几何及力学特性

表 1—19

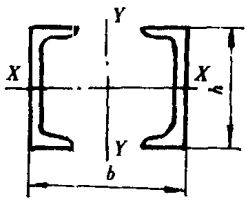
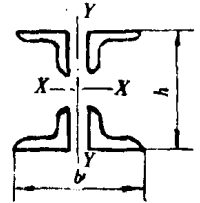
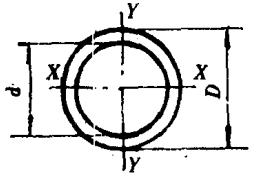
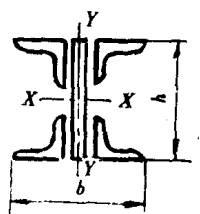
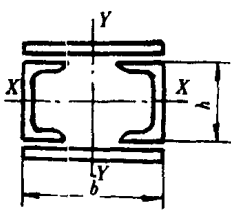
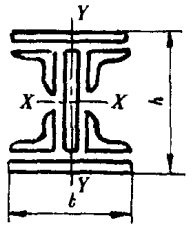
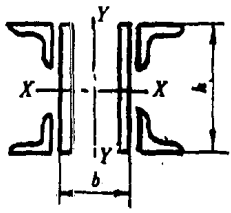
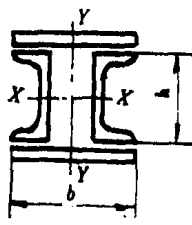
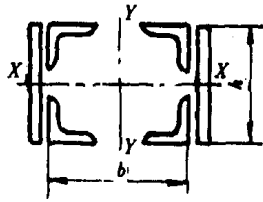
常用截面的几何及力学特性

截面形状	面积 A	惯性矩 J	截面系数 $W = \frac{J}{Y}$	回转半径 $i = \sqrt{\frac{J}{A}}$	形心距离 Y
	BH	$\frac{BH^2}{12}$	$\frac{BH^2}{6}$	$\frac{H}{\sqrt{12}}$	$\frac{H}{2}$
	BH	$\frac{BH^3}{3}$	$\frac{BH^2}{3}$	$\frac{H}{\sqrt{3}}$	H
	$B(H-h)$	$\frac{B}{12}(H^3 - h^3)$	$\frac{B}{6H}(H^3 - h^3)$	$\sqrt{\frac{H^3 - h^3}{12(H-h)}}$	$\frac{H}{2}$
	$\frac{H}{2}(B+b)$	$\frac{B^2 + b^2 + 4Bb}{36(B+b)} H^3$	$\frac{W_{xmax} = \frac{B^2 + b^2 + 4Bb}{12(B+2b)} H^2}{W_{xmin} = \frac{B^2 + b^2 + 4Bb}{12(2B+b)} H^2}$	$\frac{H}{3(B+b)} \times \sqrt{\frac{B^2 + b^2 + 4Bb}{2}}$	$\frac{H(B+2b)}{3(B+b)}$
	$\frac{1}{2}BH$	$\frac{1}{36}BH^3$	$W_{xmax} = \frac{BH^2}{12}$ $W_{xmin} = \frac{BH^2}{24}$	$\frac{H}{3\sqrt{2}}$	$\frac{H}{3}$
	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^3}{32}$	$\frac{D}{4}$	$\frac{D}{2}$

续表 1

截面形状	计算公式	截面形状	计算公式
   	<p>面积 A</p> $A = BH - bh$ <p>惯性矩 J</p> $J_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$ <p>截面系数 W</p> $W_x = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$ <p>回转半径 i</p> $i_x = \sqrt{\frac{BH^3 - bh^3}{12(BH - bh)}}$ <p>形心距离 Y</p> $Y = \frac{H}{2}$	  	<p>面积 A</p> $A = BH - b(Y_2 + h)$ <p>惯性矩 J</p> $J_x = \frac{BY^3 + aY^3 - bh^3}{3}$ <p>截面系数 W</p> $W_1 = \frac{J_x}{Y_1}$ $W_2 = \frac{J_x}{Y_2}$ <p>回转半径 i</p> $i = \sqrt{\frac{BY^3 - bh^3 + aY^3}{3[HB - b(Y_2 + h)]}}$ <p>形心距离 Y</p> $Y_1 = \frac{aH^2 + bt^2}{2(aH + bt)}$ $Y_2 = H - Y_1$
	<p>面积 A</p> $A = \pi ab$ <p>惯性矩 J</p> $J_x = \frac{\pi ab^3}{4} \quad J_y = \frac{\pi a^3 b}{4}$ <p>截面系数 W</p> $W_x = \frac{\pi ab^2}{4}$ $W_y = \frac{\pi a^2 b}{4}$ <p>回转半径 i</p> $i_x = \frac{b}{2} \quad i_y = \frac{a}{2}$ <p>形心距离 Y</p> $X = b \quad Y = a$	  	<p>面积 A</p> $A = BH + bh$ <p>惯性矩 J</p> $J_x = \frac{BH^3 + bh^3}{12}$ <p>截面系数 W</p> $W_x = \frac{BH^3 + bh^3}{6H}$ <p>回转半径 i</p> $i = \sqrt{\frac{BH^3 + bh^3}{12(BH + bh)}}$ <p>形心距离 Y</p> $Y = \frac{H}{2}$
			<p>面积 A</p> $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ <p>惯性矩 J</p> $J = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$ <p>截面系数 W</p> $W = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right)$ <p>回转半径 i</p> $i = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$ <p>形心距离 Y</p> $Y = \frac{D}{2}$

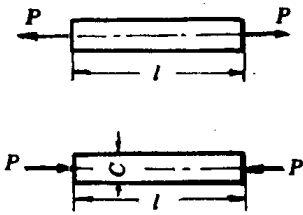
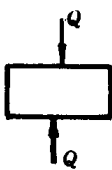
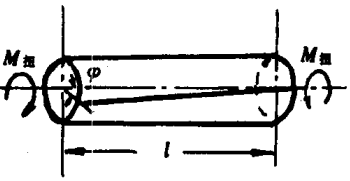
续表 1

截面形状	回转半径	截面形状	回转半径
	$i_x = 0.38h$ $i_y = 0.44b$		$i_x = 0.45h$ $i_y = 0.24b$
	$i_x = 0.35dcp$ $dcp = \frac{D+d}{2}$		$i_x = 0.40h$ $i_y = 0.21b$
	$i_x = 0.44h$ $i_y = 0.38b$		$i_x = 0.45h$ $i_y = 0.235b$
	$i_x = 0.37h$ $i_y = 0.54b$		$i_x = 0.44h$ $i_y = 0.32b$
	$i_x = 0.37h$ $i_y = 0.45b$		

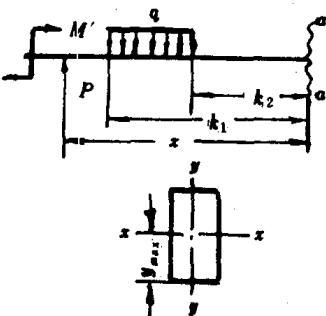
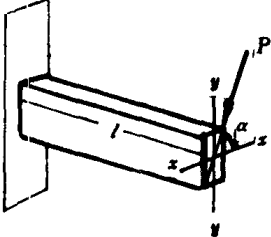
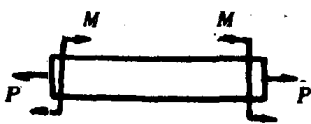
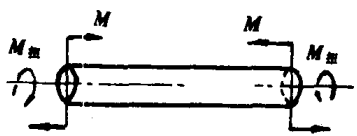
1.4.4 材料力学基本公式

表 1—21

材料力学的基本计算公式

载荷情况	计算公式	符号说明
<p>中心拉伸和压缩</p>  <p>(当 $l < 3C$)</p>	<p>纵向力作用下的正应力:</p> $\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{\text{拉}} \text{ (拉伸)}$ $\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{\text{压}} \text{ (压缩)}$ $F \geq \frac{P}{[\sigma]}$ <p>纵向绝对变形: $\Delta l = \frac{Pl}{EF}$</p> <p>纵应变: $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E}$</p> <p>横应变: $\varepsilon_1 = -\mu\varepsilon$</p>	<p>P—纵向力 E—材料拉压弹性模量 F—横截面面积 $[\sigma]$—材料许用应力 μ—泊松比</p>
<p>剪切</p> 	<p>横向力作用下的剪切应力:</p> $\tau = \frac{Q}{F} \leq [\tau]$ <p>剪应变:</p> $\gamma = \frac{\tau}{G}$	<p>Q—剪力 $[\tau]$—材料许用剪切应力 F—横截面面积 $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$—材料剪切弹性模量</p>
<p>扭转</p> 	<p>圆轴与圆管 扭矩作用下的剪切应力:</p> $\tau_{\text{最大}} = \frac{M_{\text{扭}}}{W_{\text{扭}}} \leq [\tau]$ <p>最大扭转角:</p> $\varphi = \frac{M_{\text{扭}} l}{GJ_{\text{扭}}} \cdot \frac{180}{\pi} \text{ (度)}$ <p>($J_{\text{扭}} = J_{\text{极}}, W_{\text{扭}} = W_{\text{极}}$)</p> <p>非圆截面轴与异型管材 最大剪切应力:</p> $\tau_{\text{最大}} = \frac{M_{\text{扭}}}{W_{\text{扭}}} \leq [\tau]$ <p>最大扭转角:</p> $\varphi = \frac{M_{\text{扭}} l}{GJ_{\text{扭}}} \cdot \frac{180}{\pi} \text{ (度)} \quad \text{或}$ $\varphi = \frac{M_{\text{扭}} \times 100}{GJ_{\text{扭}}} \cdot \frac{180}{\pi} < [\varphi] \text{ (度 / 米)}$	<p>$M_{\text{扭}}$—扭矩 $W_{\text{扭}}$—抗扭截面系数 $J_{\text{扭}}$—抗扭惯性矩 $W_{\text{极}}$—极截面系数 $J_{\text{极}}$—极惯性矩 l—杆件长度 $[\varphi]$—刚度条件允许的扭转角</p>

续表 1

载 荷 情 况	计 算 公 式	符 号 说 明
<p>横向弯曲</p>  <p>a-a 截面</p>	<p>弯矩作用下的正应力:</p> $\sigma = \frac{My}{J_x}$ <p>在受拉一边的最大拉应力:</p> $\sigma = \frac{My_{\max}}{J_x} = \frac{M}{W_x} \leq [\sigma]_{\text{拉}}$ <p>在受压一边的最大压应力:</p> $\sigma = \frac{M}{W_x} \leq [\sigma]_{\text{压}}$ <p>a-a 截面处的弯矩:</p> $M = M' + Px - \frac{q(k_1^2 - k_2^2)}{2}$	<p>y—截面中任意一点至中性轴 x-x 的距离</p> <p>y_{\max}—截面边缘至中性轴的距离</p> <p>J_x—截面对 x-x 轴的抗弯惯性矩</p> <p>W_x—截面对 x-x 轴的抗弯截面系数</p> <p>M'—作用在杆件上的力矩</p> <p>q—一段杆件上的均匀分布载荷</p> <p>P—作用在杆件上的一段集中载荷</p>
<p>斜弯曲</p> 	<p>弯矩作用平面与截面主轴线 x-x, y-y 不重合时, 弯矩的合应力:</p> $\sigma = \pm \frac{M \cos \alpha}{W_y} \pm \frac{M \sin \alpha}{W_x}$ <p>(式中: 正负号代表拉伸或压缩应力, 拉应力取+, 压应力取-)</p>	<p>α—弯矩向量与 x-x 轴的夹角</p> <p>W_x—对 x-x 轴的截面系数</p> <p>W_y—对 y-y 轴的截面系数</p> <p>$M = Pl$—弯矩</p>
<p>拉伸(或压缩)与弯曲</p> 	<p>拉伸(或压缩)与弯矩联合作用下的正应力:</p> $\sigma = \pm \frac{P}{F} \pm \frac{M}{W}$ <p>(拉应力取+, 压应力取-)</p>	<p>M—加在杆件上的弯矩</p> <p>P—加在杆件上的纵向力</p> <p>F—截面面积</p> <p>W—抗弯截面系数</p>
<p>弯曲与扭转</p> 	<p>弯矩与扭矩联合作用时</p> <p>正应力: $\sigma = \frac{M}{W}$</p> <p>剪切应力: $\tau = \frac{M_m}{W_m}$</p> <p>合成正应力(相当应力):</p> $\sigma_{\text{合}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \text{ (用于钢材等塑性材料)}$ $\sigma_{\text{合}} = \frac{\sigma}{2} + \frac{\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}}{2} \leq [\sigma] \text{ (用于铸铁等脆性材料)}$	<p>M—加在杆件上的弯矩</p> <p>M_m—加在杆件上的扭矩</p> <p>W—抗弯截面系数</p> <p>W_m—抗扭截面系数</p> <p>$[\sigma]$—材料许用应力</p>

续表 2

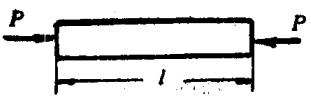

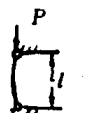

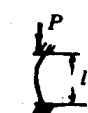

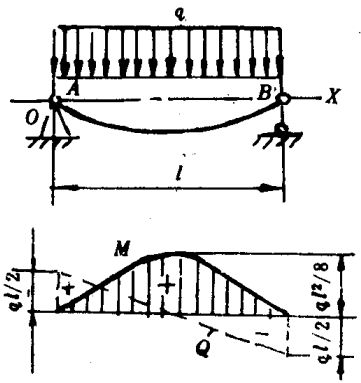
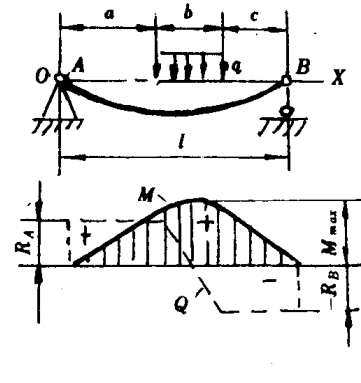
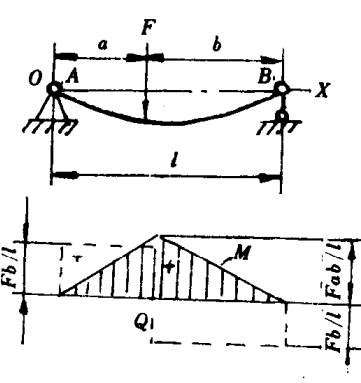
载 荷 情 况	计 算 公 式	符 号 说 明
<p>纵向弯曲</p> 	<p>当杆件柔度 $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} > 100$ 时, 可用欧拉公式计算 杆件的临界载荷: $P_{\text{临}} = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{\mu^2 l^2}$ 当 $\lambda < 100$ 时, 应按下式计算 杆件临界载荷: $P_{\text{临}} = (a - b\lambda)F$ 杆件的允许载荷: $P \leq \frac{P_{\text{临}}}{[n]}$ 当杆件柔度 $\lambda < 200$ 时, 亦可按下式直接计算杆件的允许载荷: $P \leq \varphi [\sigma]_{\text{压}} F$ (稳定条件)</p>	<p>l—压杆长度 μ—长度系数(随杆件两端约束情况而定) φ—折减系数 $[\sigma]_{\text{压}}$—许用压应力 E—弹性模量 $i_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F}}$—最小回转半径 J_{\min}—截面最小惯性矩 F—纵向力 F—杆件截面面积 (n)—稳定性系数, 对于钢料支架构件 1.7~3, 对于传动及起重螺旋 3.5~5, 对于铸铁构件 5~6.5, 对于铝合金构件 2.5~3.5, 对于木料 3~5 a, b—系数</p>
<p>一端自由 一端固定</p> 	<p>两端铰链</p> 	
<p>一端铰链 一端固定</p>  <p>$\mu = \frac{1}{\sqrt{2}}$</p>	<p>两端固定</p>  <p>$\mu = \frac{1}{2}$</p>	
<p>纵横弯曲</p> 	<p>柔度 $\lambda > 100$, 杆件受纵向及横向力后的总弯矩: $M_{\text{最大}} \approx M + \frac{Pf}{1 - \alpha}$ 最大压应力: $\sigma = -\frac{M_{\text{最大}}}{W} \leq [\sigma]_{\text{压}}$ 杆件的应力: $\sigma = -\frac{M_{\text{最大}}}{W} - \frac{P}{\varphi F} \leq [\sigma]_{\text{压}}$</p>	<p>M—横向力 Q 产生的弯矩 P—纵向力 f—横向力作用下的最大挠度 $\alpha = \frac{P}{P_{\text{临}}}$—纵向力与杆件临界载荷之比 $P_{\text{临}}$—杆件临界载荷(见纵向弯曲) φ—折减系数 W—截面系数</p>

表 1—22

受静载荷梁的反力、剪力、弯曲、挠度、转角的计算

<p>载荷简图 Q、M 图</p> 	<p>反力 R、剪力 Q</p> $R_A = R_B = \frac{1}{2}ql$ $Q_x = \frac{1}{2}ql - qx$ $Q_{\max} = \frac{1}{2}ql$ <p>弯矩 M</p> $M_x = \frac{ql}{2}X - \frac{q}{2}X^2$ $M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \left(\text{在 } X = \frac{1}{2} \text{ 处} \right)$	<p>挠度 Y</p> $Y_x = \frac{ql^4}{24EJ}$ $\times \left(\frac{X}{l} - 2\frac{X^3}{l^3} + \frac{X^4}{l^4} \right)$ <p>(在 $X = \frac{1}{2}$ 处)</p> $Y_{\max} = 0.013 \frac{ql^4}{EJ}$ <p>(在 $X = \frac{1}{2}$ 处)</p> <p>转角 θ</p> $\theta_A = -\theta_B = \frac{ql^3}{24EJ}$
<p>简支梁</p> 	<p>反力 R、剪力 Q</p> $R_A = \frac{qb}{l} \left(\frac{b}{2} + c \right)$ $R_B = \frac{qb}{l} \left(\frac{b}{2} + a \right)$ $Q_{x_1} = R_A \text{ (当 } 0 \leq X \leq a \text{)}$ $Q_{x_2} = R_A - q(X - a)$ <p>(当 $a \leq X \leq a + b$)</p> $Q_{x_3} = -R_B \text{ (当 } a + b \leq X \leq l \text{)}$ <p>弯矩 M</p> $M_{x_1} = R_A X \text{ (当 } 0 \leq X \leq a \text{)}$ $M_{x_2} = R_A X - \frac{1}{2}q(X - a)^2$ <p>(当 $a \leq X \leq a + b$)</p> $M_{x_3} = R_A X - qb \times \left(X - a - \frac{1}{2}b \right)$ $= R_B(l - X) \text{ (当 } a + b \leq X \leq l \text{)}$ $M_{\max} = R_A \left(a + \frac{R_A}{2q} \right)$	<p>挠度 Y</p> $Y_x = \frac{1}{24EJ} [4R_A X^3 - q \times (X - a)^4 + q(X - a - b)^4 + q(l - a)^4 \times \frac{X}{l} - 4R_A l^2 X - qc^4 \frac{X}{l}]$ <p>转角 θ</p> $\theta_A = \frac{1}{24EJ} [-4R_A l^2 + q \frac{(l - a)^4}{l} - q \frac{c^4}{l}]$
<p>载荷简图 Q、M 图</p> 	<p>反力 R、剪力 Q</p> $R_A = \frac{Fb}{l}$ $R_B = \frac{Fa}{l}$ $Q_{x_1} = \frac{Fb}{l} \text{ (当 } 0 \leq X \leq a \text{)}$ $Q_{x_2} = -\frac{Fa}{l} \text{ (当 } a \leq X \leq l \text{)}$ <p>弯矩 M</p> $M_{x_1} = \frac{Fb}{l} X \text{ (当 } 0 \leq X \leq a \text{)}$ $M_{x_2} = \frac{Fa}{l} (l - X)$ <p>(当 $a \leq X \leq a + b$)</p> $M_{\max} = \frac{Fab}{l}$ <p>(在 $X = a$ 处)</p>	<p>挠度 Y</p> $Y_x = \frac{Fa^2 b^2}{6EJl}$ $\times \left(\frac{2X}{a} + \frac{X}{b} - \frac{X^3}{a^2 b} \right)$ <p>(当 $0 \leq X \leq a$)</p> <p>在 $X = \sqrt{\frac{1}{3}a(a + 2b)}$ 处</p> <p>当 $a > b$ 时</p> $Y_{\max} = \frac{Fab}{27EJl} (a + 2b) \times \sqrt{3a(a + 2b)}$ <p>或</p> $Y_{\max} \approx \frac{Fb}{48EJ} (3l^2 - 4b^2)$ <p>转角 θ</p> $\theta_A = \frac{Fl^2}{6EJ} \left(\frac{b}{l} - \frac{b^3}{l^3} \right)$ $\theta_B = -\frac{Fl^2}{6EJ} \times \left(\frac{2b}{l} + \frac{b^3}{l^3} - \frac{3b^2}{l^2} \right)$

续表 1

端 外 伸 筒 支 梁	<p>载荷简图 Q、M 图</p>	<p>反力 R、剪力 Q</p> $R_A = -\frac{Fa}{l}$ $R_B = \frac{F(l+a)}{l}$ <p>剪力 Q</p> $Q_{x_1} = R_A$ $Q_{x_2} = -F$ <p>(当 $0 < X < l$) (当 $l < X < l+a$)</p> <p>弯矩 M</p> $M_{x_1} = R_A \cdot X = -\frac{FaX}{l}$ $M_{x_2} = -FX' \text{ (当 } 0 \leq X' \leq a \text{)}$ $M_{\max} = -Fa \text{ (在 B 点)}$	<p>挠度 Y</p> $Y_x = \frac{Fal^2}{6EJ} \left(\frac{X^3}{l^3} - \frac{X}{l} \right)$ <p>(当 $0 < X < l$)</p> $Y'_{x'} = \frac{Fa^2 l}{6EJ} \left[\frac{X'^3}{la^2} - \frac{(2l+3a)}{la} X' + 2\frac{l+a}{l} \right]$ <p>(当 $0 < X' < a$)</p> $Y = \frac{Fa^2}{3EJ} (l+a)$ <p>(在 $X=l+a$ 处)</p> $Y_{\max} = -\frac{Fal^2}{15.6EJ}$ <p>(在 $X=0.578l$ 处)</p> <p>转角 θ</p> $\theta_A = -\frac{Fal}{6EJ}$ $\theta_B = \frac{Fal}{3EJ}$ $\theta = \frac{Fa}{6EJ} (2l+3a)$ <p>(在 $X=l+a$ 处)</p>
	<p>载荷简图 Q、M 图</p>	<p>反力 R、剪力 Q</p> $R_A = q \left[l+a - \frac{(l+a)^2}{2l} \right]$ $R_B = q \frac{(l+a)^2}{2l}$ <p>剪力 Q</p> $Q_{x_1} = R_A - qX$ $Q_{x_2} = R_A + R_B - qX$ <p>(当 $0 < X < l$) (当 $l < X < l+a$)</p> <p>弯矩 M</p> $M_{x_1} = R_A X - \frac{qX^2}{2}$ <p>(当 $0 < X < l$)</p> $M_{x_2} = \frac{-1}{2} q(l+a-X)^2$ <p>(当 $l < X < l+a$)</p> $\text{当 } l > a \text{ } M_{\max} = \frac{q(l^2 - a^2)^2}{8l^2}$ <p>(在 $X = \frac{l^2 - 2a^2}{2l}$ 处)</p>	<p>挠度 Y</p> $Y_x = \frac{1}{6EJ} \left[\left(\frac{ql^3}{4} - R_A l^2 \right) X + R_A X^3 - \frac{q}{4} X^4 + R_B \cdot (X-l)^3 \right]$ <p>转角 θ</p> $\theta_A = \frac{1}{EJ} \left(\frac{ql^3}{24} - \frac{qla^2}{12} \right)$ $\theta_B = -\frac{ql}{24EJ} (l^2 - 4a^2)$

1.5 机械加工一般标准和规范

1.5.1 标准尺寸

表 1-23

标准尺寸 (GB2822-81)

(mm)

0.1~1.0				10~100						100~1000						1000~10000		
R		R _a		R			R _a			R			R _a			R		
R10	R20	R _a 10	R _a 20	R10	R20	R40	R _a 10	R _a 20	R _a 40	R10	R20	R40	R _a 10	R _a 20	R _a 40	R10	R20	R40
0.100	0.100	0.10	0.10							100	100	100	100	100	100	1000	1000	1000
	0.112		0.11									106		105				1060
0.125	0.125	0.12	0.12	10.0	10.0		10	10			112		110	110			1120	1120
	0.140		0.14		11.2			11			118		120	120				1180
0.160	0.160	0.16	0.16							125	125	125	125	125	125	1250	1250	1250
	0.180		0.18	12.5	12.5	12.5	12	12	12			132		130				1320
0.200	0.200	0.20	0.20		13.2	14.0			13		140	140	140	140	140		1400	1400
	0.224		0.22		14.0	15		14	14		150		150	150				1500
0.250	0.250	0.25	0.25							160	160	160	160	160	160	1600	1600	1600
	0.280		0.28	16.0	16.0	16.0	16	16	16			170		170				1700
0.315	0.315	0.30	0.30							180	180	180	180	180	180		1800	1800
	0.355		0.35		18.0	18.0		18	18		190		190	190				1900
0.400	0.400	0.40	0.40							200	200	200	200	200	200	2000	2000	2000
	0.450		0.45	20.0	20.0	20.0	20	20	20			212		210				2120
0.500	0.500	0.50	0.50							224	224	224	220	220	220		2240	2240
	0.560		0.55		22.4	22.4		22	22		236		240	240				2360
0.630	0.630	0.60	0.60							250	250	250	250	250	250	2500	2500	2500
	0.710		0.70	25.0	25.0	25.0	25	25	25			265		260				2650
0.800	0.800	0.80	0.80							280	280	280	280	280	280		2800	2800
	0.900		0.90		28.0	28.0		28	28		300		300	300				3000
1.000	1.000	1.00	1.00							315	315	315	320	320	320	3150	3150	3150
				31.5	31.5	31.5	32	32	32			335		340				3350
										355	355	355	360	360	360		3550	3550
										375	375	375	380	380	380		3750	3750
				40.0	40.0	40.0	40	40	40	400	400	400	400	400	400	4000	4000	4000
	1.12	1.0	1.0									425		420				4250
1.25	1.25	1.2	1.2		45.0	45.0		45	45		450	450	450	450	450		4500	4500
	1.40		1.4								475		480	480				4750
1.60	1.60	1.6	1.6							500	500	500	500	500	500	5000	5000	5000
	1.80		1.8	50.0	50.0	50.0	50	50	50			530		530				5300
2.00	2.00	2.0	2.0							560	560	560	560	560	560		5600	5600
	2.24		2.2		56.0	56.0	56	56	56		600		600	600				6000
2.50	2.50	2.5	2.5							630	630	630	630	630	630	6300	6300	6300
	2.80		2.8	63.0	63.0	63.0	63	63	63			670		670				6700
3.15	3.15	3.0	3.0							710	710	710	710	710	710		7100	7100
	3.55		3.5		71.0	71.0		71	71		750		750	750				7500
4.00	4.00	4.0	4.0							800	800	800	800	800	800		8000	8000
	4.50		4.5	80.0	80.0	80.0	80	80	80			850		850				8500
5.00	5.00	5.0	5.0							900	900	900	900	900	900		9000	9000
	5.60		5.5		90.0	90.0		90	90		950		950	950				9500
6.30	6.30	6.0	6.0							1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
	7.10		7.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100									
8.00	8.00	8.0	8.0															
	9.00		9.0															
10.00	10.00	10.0	10.0															

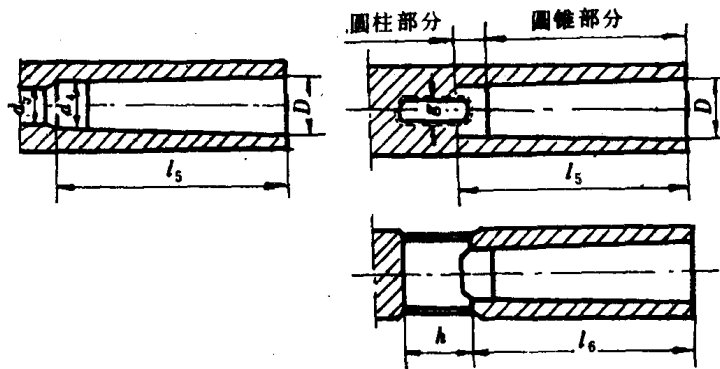
- 注: 1. 标准规定0.01~20000mm范围内机械制造业中常用的标准尺寸(直径、长度、高度等)系列(本表仅摘录0.1~10000mm),适用于有互换性或系列化要求的主要尺寸(如安装、连接尺寸,有公差要求的配合尺寸,决定产品系列的公称尺寸),其它结构尺寸也应尽量采用。对已有专用标准规定的尺寸,可按专用标准选用。
2. 选择系列及单个尺寸时,应首先在优先数系R系列按照R10、R20、R40的顺序,优先选用公比较大的基本系列及其单值。如必须将数值圆整,可在相应的R_a系列(选用优先数化整值系列制订的标准尺寸系列)中选用标准尺寸,其优选顺序为R_a10、R_a20、R_a40。
3. R_a系列中的黑体字,为R系列相应各项优先数的化整值。

1.5.3 内圆锥

表 1—25

内圆锥 (GR2—60)

(mm)



圆锥符号		D	d_4	d_5	l_5	l_6	g	h
莫	0	9.045	6.7		52	49	4.1	15
	1	12.065	9.7	7	56	52	5.4	19
	2	17.780	14.9	11.5	67	63	6.6	22
	3	23.825	20.2	14	84	78	8.2	27
	4	31.267	26.5	16	107	98	12.2	32
氏	5	44.399	38.2	20	135	125	16.2	38
	6	63.348	54.8	27	187	177	19.3	47
米	4	4	3		25	21	2.5	8
	6	6	4.6		34	29	3.5	12
	80	80	71.4	33	202	186	26.3	52
	100	100	89.9	39	240	220	32.3	60
	120	120	108.4	39	276	254	38.3	68
	(140)	140	126.9	39	312	286	44.3	76
	160	160	145.4	52	350	321	50.3	84
200	200	182.4	52	424	388	62.3	100	

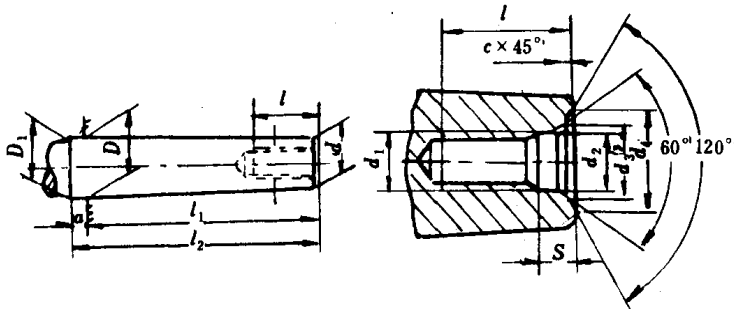
注：括号内尺寸尽可能不采用。

1.5.4 不带扁尾的外圆锥

表 1—26

不带扁尾的外圆锥(GR2—60)

(mm)



尾部放大图

圆锥符号	D	D ₁	d	l ₁	l ₂	a	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	s	c	l (不小于)	
莫	0	9.045	9.212	6.453	49.8	53	3.2					0.25		
	1	12.065	12.240	9.396	53.5	57	3.5	M6	6.4	8	8.5	3.5	0.25	16
	2	17.780	17.980	14.583	64.0	68	4.0	M10	10.5	12.5	13.2	4.5	0.4	24
	3	23.825	24.051	19.784	80.5	85	4.5	M12	12.5	15	17.5	6	0.8	28
氏	4	31.267	31.542	25.933	102.7	108	5.3	M14	15	19	22	8	1.5	32
	5	44.399	44.731	37.573	129.7	136	6.3	M18	19	24	28	10	2	40
	6	63.348	63.760	53.905	181.1	189	7.9	M24	25	31	36	11	3	50
米制	4	4	4.1	2.85	23	25	2					0.25		
	6	6	6.15	4.4	32	35	3					0.25		
	80	80	80.4	70.2	196	204	8	M30	31	38	45	14	3	65
	100	100	100.5	88.4	232	242	10	M36	37	45	52	15	3	80
	120	120	120.6	106.6	268	280	12	M36	37	45	52	15	3	80
	(140)	140	140.7	124.8	304	318	14	M36	37	45	52	15	3	80
	160	160	160.8	143.0	340	356	16	M48	50	60	68	18	3	100
200	200	201.0	179.4	412	432	20	M48	50	60	68	18	3	100	

注: 1. 括号内尺寸尽可能不用。

2. D₁、l₁尺寸供参考。

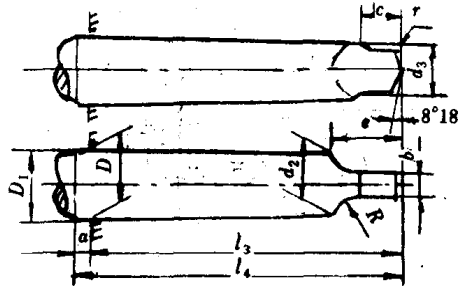
3. 带空刀d₂和120°护锥的工具圆锥,用于在顶尖间刃磨的工具、检验工具和心轴。不要求有空刀和护锥的圆锥,建议将d₂扩大到d₃。

1.5.5 带扁尾的外圆锥

表 1—27

带扁尾的外圆锥 (GR2—60)

(mm)



圆锥符号		D	D ₁	d ₂	d ₃	l ₃	l ₄	a	b	e	c	R	r
莫	0	9.045	9.212	6.115	5.9	56.3	59.5	3.2	3.9	10.5	6.5	4	1
	1	12.065	12.240	8.972	8.7	62.0	65.5	3.5	5.2	13.5	8.5	5	1.25
	2	17.780	17.980	14.059	13.6	74.5	78.5	4.0	6.3	16.5	10.5	6	1.5
	3	23.825	24.051	19.131	18.6	93.5	98.0	4.5	7.9	20.0	13.0	7	2
氏	4	31.267	31.542	25.154	24.6	117.7	123.0	5.3	11.9	24.0	15.0	9	2.5
	5	44.399	44.731	36.547	35.7	149.2	155.5	6.3	15.9	30.5	19.5	11	3
	6	63.348	63.760	52.419	51.3	209.6	217.5	7.9	19.0	45.5	28.5	17	4
米制	80	80	80.4	69	67	220	228	8	26	47	24	23	5
	100	100	100.5	87	85	260	270	10	32	58	28	30	6
	120	120	120.6	105	103	300	312	12	38	68	32	36	6
	(140)	140	140.7	123	121	340	354	14	44	78	36	42	8
	160	160	160.8	141	139	380	396	16	50	88	40	48	8
200	200	201.0	177	175	460	480	20	62	108	48	60	10	

注:1. 括号内尺寸尽可能不用。

2. D₁、d₂、l₃尺寸供参考。

1.5.6 工具圆锥的锥度、锥角、斜角

表 1—28

工具圆锥的锥度、锥角、斜角 (GR2—60)

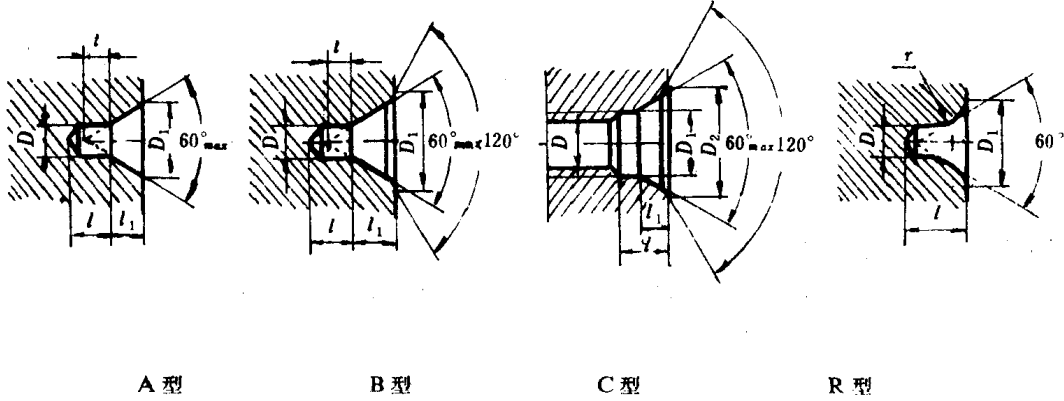
圆锥符号		锥 度	锥角 2α	斜角 α	圆锥符号		锥 度	锥角 2α	斜角 α
莫	0	1: 19.212=0.05205	2° 58' 54"	1° 29' 27"	米	4	1: 20=0.05	2° 51' 51"	1° 25' 56"
	1	1: 20.047=0.04988	2° 51' 26"	1° 25' 43"		6			
	2	1: 20.020=0.04995	2° 51' 41"	1° 25' 50"		80			
	3	1: 19.922=0.05020	2° 52' 32"	1° 26' 16"		100			
氏	4	1: 19.254=0.05194	2° 58' 31"	1° 29' 15"	120				
	5	1: 19.002=0.05263	3° 00' 53"	1° 30' 26"	(140)				
	6	1: 19.180=0.05214	2° 59' 12"	1° 29' 36"	160				
					200				

1.5.7 中心孔

表 1—29

中 心 孔 (GB145—85)

(mm)



A 型				C 型				
D	D ₁	参 考		D	D ₁	D ₂	l	参 考
		l ₁	l					l ₁
(0.50)	1.06	0.48	0.5	M3	3.2	5.8	2.6	1.8
(0.63)	1.32	0.60	0.6	M4	4.3	7.4	3.2	2.1
(0.80)	1.70	0.78	0.7	M5	5.3	8.8	4.0	2.4
1.00	2.12	0.97	0.9	M6	6.4	10.5	5.0	2.8
(1.25)	2.65	1.21	1.1	M8	8.4	13.2	6.0	3.3
1.60	3.35	1.52	1.4	M10	10.5	16.3	7.5	3.8
2.00	4.25	1.95	1.8	M12	13.0	19.8	9.5	4.4
2.50	5.30	2.42	2.2	M16	17.0	25.3	12.0	5.2
3.15	6.70	3.07	2.8	M20	21.0	31.3	15.0	6.4
4.00	8.50	3.90	3.5	M24	25.0	38.0	18.0	8.0
(5.00)	10.60	4.85	4.4	R 型				
6.30	13.20	5.98	5.5	D	D ₁	l _{min}	r	
(8.00)	17.00	7.79	7.0				max	min
10.00	21.20	9.70	8.7	1.00	2.12	2.3	3.15	2.50
B 型				(1.25)	2.65	2.8	4.00	3.15
1.00	3.15	1.27	0.9	1.60	3.35	3.5	5.00	4.00
(1.25)	4.00	1.60	1.1	2.00	4.25	4.4	6.30	5.00
1.60	5.00	1.99	1.4	2.50	5.30	5.5	8.00	6.30
2.00	6.30	2.54	1.8	2.15	6.70	7.0	10.00	8.00
2.50	8.00	3.20	2.2	4.00	8.50	8.9	12.50	10.00
3.15	10.00	4.03	2.8	(5.00)	10.60	11.2	16.00	12.50
4.00	12.50	5.05	3.5	6.30	13.20	14.0	20.00	16.00
(5.00)	16.00	6.41	4.4	(8.00)	17.00	17.9	25.00	20.00
6.30	18.00	7.36	5.5	10.00	21.20	22.5	31.50	25.00
(8.00)	22.40	9.36	7.0					
10.00	28.00	11.66	8.7					

2

机械制图

2.1 图纸幅面尺寸 (GB4457.1—84)

2.1.1 图纸幅面尺寸

绘制图样时，优先采用表 2—1 中规定的幅面尺寸，必要时可以沿长边加长。A₀、A₂、A₄ 幅面的加长量应按 A₀ 幅面长边的八分之一的倍数增加；A₁、A₃ 幅面的加长量应按 A₀ 幅面短边的四分之一的倍数增加，见图 2—1 中细实线部分。A₀ 及 A₁ 幅面也允许同时加长两边，见图 2—1 中虚线部分。

表 2—1 图 纸 幅 面 尺 寸 (mm)

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

2.1.2 图框格式

需装订的图样，图框格式如图 2—2 所示，尺寸按表 2—1 中规定。一般采用 A₄ 幅面竖装或 A₃ 幅面横装。不装订的图样，其图框格式见图 2—3 所示。

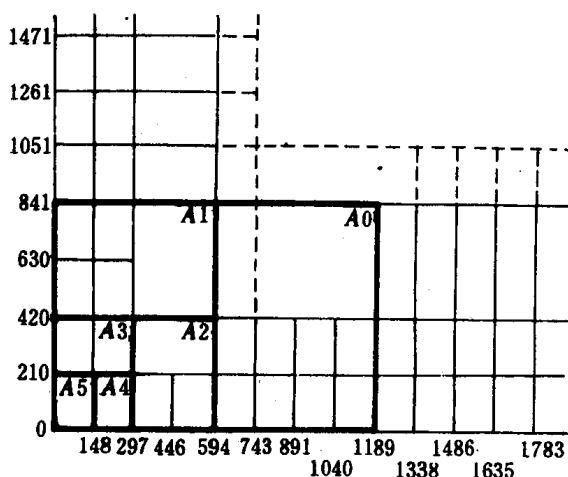


图 2—1

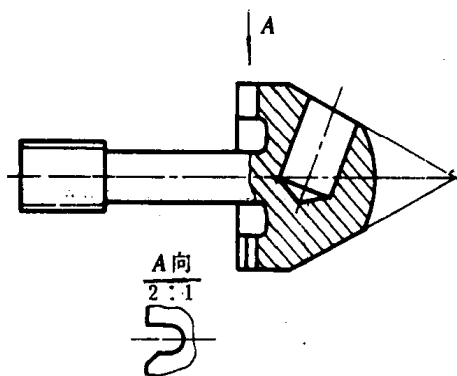


图 2—4 另行标注比例

2.3 图线 (GB4457·4—84)

表 2—3 图线的型式及应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	————	b	可见轮廓线、可见过渡线
细实线	————	约 b/3	尺寸线及尺寸界线、剖面线、重合剖面轮廓线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线、引出线、分界线及范围线、弯折线、辅助线、不连续的同—表面的连线、成规律分布的相同要素的连线。
波浪线	~~~~~	约 b/3	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线	~~~~~	约 b/3	断裂处的边界线
虚线	- - - - -	约 b/3	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点划线	- · - · - ·	约 b/3	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
粗点划线	- · - · - ·	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	- · - · - ·	约 b/3	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、坯料的轮廓线或毛坯图中成品的轮廓线、假想投影轮廓线、试验或工艺结构 (成品上不存在) 的轮廓线、中断线

2.4 剖面符号 (GB4457·5—84)

在剖视和剖面图中, 应采用表 2—4 中规定的剖面符号。

2.5 图样画法 (GB4458·1—84)

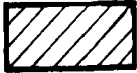

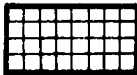


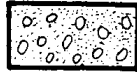



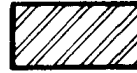
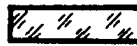




2.5.1 视图

基本投影面规定为正六面体的六个面, 各投影面的展开方法见图 2—5。基本视图的配置关系见图 2—

6。

表 2-4

剖面符号

金属材料 (有规定者除外)		木质胶合板		
线圈绕组元件		基础周围泥土		
转子、电枢、变压器、电抗器等迭钢片		混凝土		
非金属材料		钢筋混凝土		
型砂、填砂、粉末冶金、砂轮陶瓷及硬质合金刀片等		砖		
玻璃及供观察用的其它透明材料		格网 (筛网、滤网)		
木材	纵剖面		液体	
	横剖面			

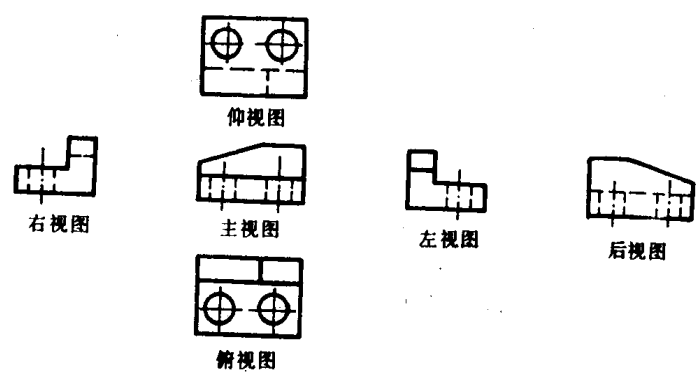
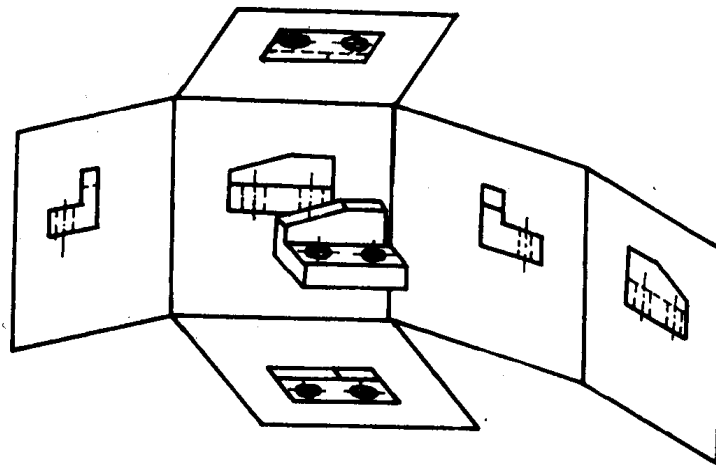


图 2—6

2.5.2 剖视

①剖视图见图 2—7.

②单一剖切面见图 2—7 至 2—9。一般用平面剖切机件，也可用柱面剖切机件，此时剖视图应按展开绘制（图 2—10: B—B）。

③两相交的剖切平面（交线垂直于某一基本投影面），用两相交的剖切平面剖开机件的方法称为旋转剖，见图 2—11、2—12。

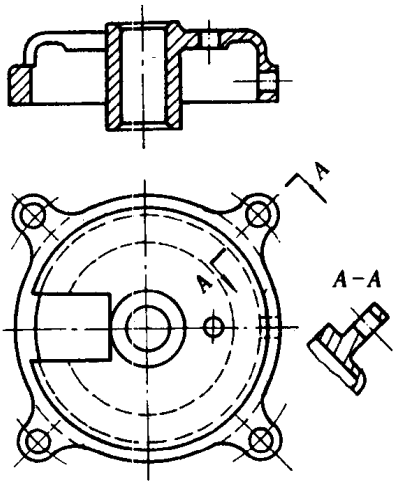


图 2—7

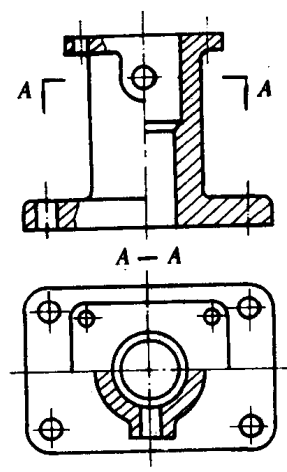


图 2—8

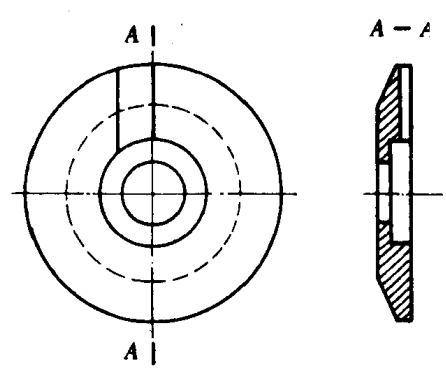


图 2—9

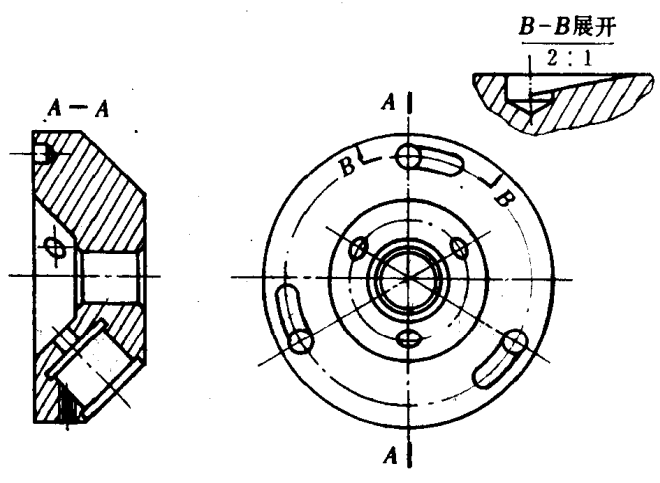


图 2—10

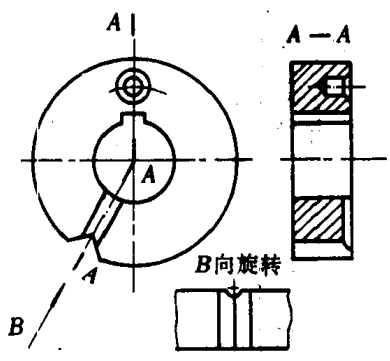


图 2—11

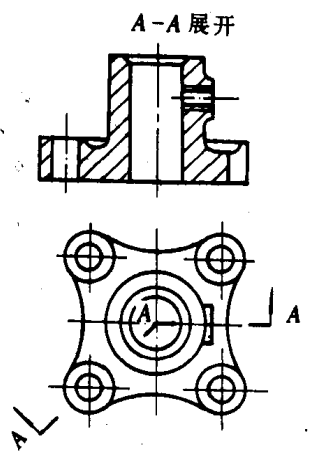


图 2—12

④阶梯剖 阶梯剖见图 2—13。采用这种方法，在图内不应出现不完整的要素。当两个形在图形上具有公共对称中心线或轴线时，可以各画一半，此时应以对称中心线或轴线为界（图 2—14）。

⑤复合剖 复合剖见图 2—15、2—16。采用这种方法画剖视图时，可采用展开画法，即“对应标注，×展开”，见图 2—17。

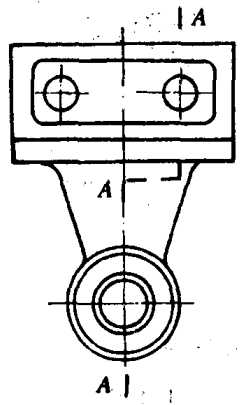


图 2—13

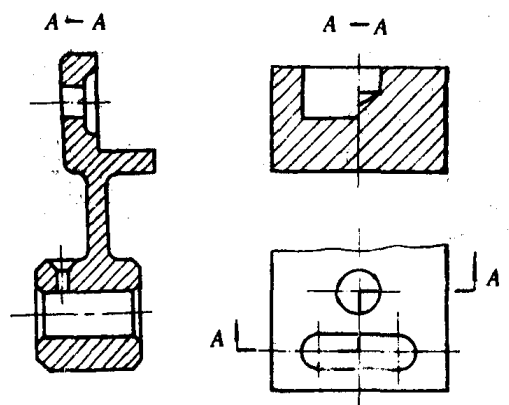


图 2—14

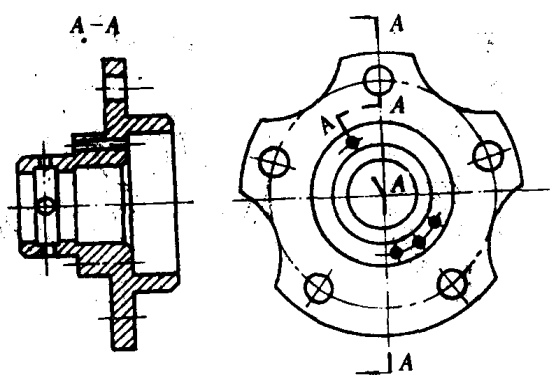


图 2—15

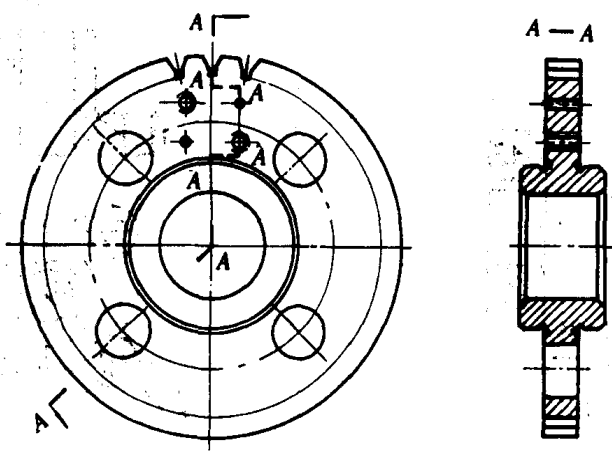


图 2—16

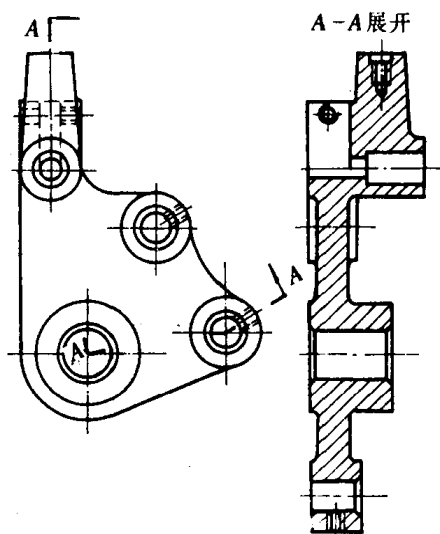


图 2—17

⑥斜剖 用不平行于任何基本投影面的剖切平面剖开机件的方法称为斜剖，见图 2—18: B—B; 图 2—19: A—A 旋转。当不致引起误解时，允许将图形旋转标注形式为“× —× 旋转”（图 2—19: A—A 旋转）。

⑦全剖视图 全剖视图是用剖切平面完全地剖开机件所得的剖视图（图 2—15: A—A; 图 2—18: B—B）。

⑧半剖视 当机件对称时可以对称中心线为界，一半画成半剖，另一半画成视图（图 2—8）。当机件形状接近对称时，且不对称部分已另有图形表达清楚时，也可画成半剖视（图 2—20、2—21）。

⑨局部剖视 局部剖视见图 2—7: A—A、图 2—22，剖视图用波浪线分界，波浪线不应与图样上其它图线重合。当被剖结构为回转体时，允许将该结构的中心线作为局部剖视与视图的分界线（图 2—23）。

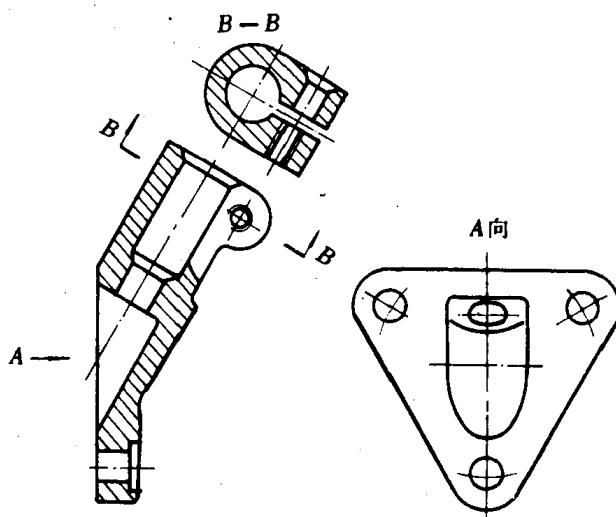


图 2—18

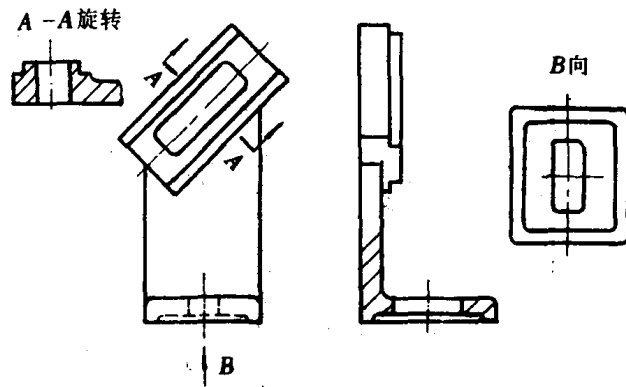


图 2—19

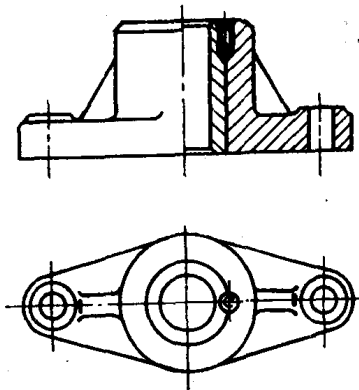


图 2—20

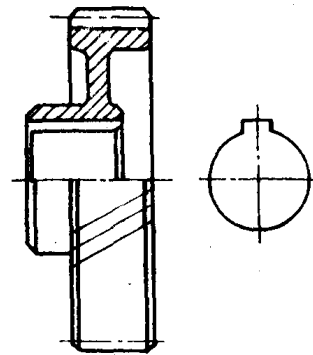


图 2—21



图 2—22

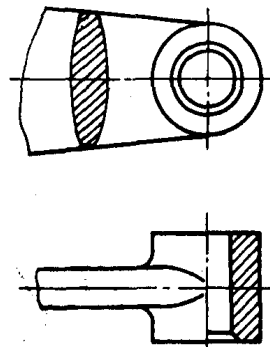


图 2—23

2.5.3 剖面

假想用剖切平面将机件的某处切断，仅画出断面的图形（图 2—24）称剖面图。剖面图分为移出剖面（图 2—24、2—25）和重合剖面（图 2—26）。移出剖面的轮廓线用粗实线绘制（图 2—24、2—25），重合剖面的轮廓线用细实线绘制。当视图中的轮廓线与重合剖面的图形重迭时，视图中的轮廓线仍应连续画出，不可间断（图 2—26）。必要时，可将移出剖面配置在其它适当位置。在不引起误解的前提下，允许将图形旋转，其标注形式见图 2—27。

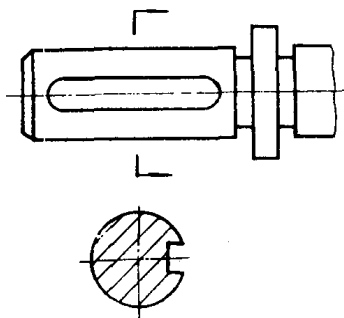


图 2—24

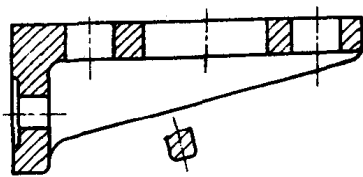


图 2—25

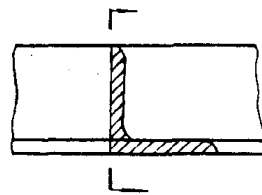


图 2—26

移出剖面一般用剖切符号表示，用箭头表示投影方向，并注上字母，在剖面图的上方应用同样的字母标出相应的名称“×—×”（图 2—28A—A）。

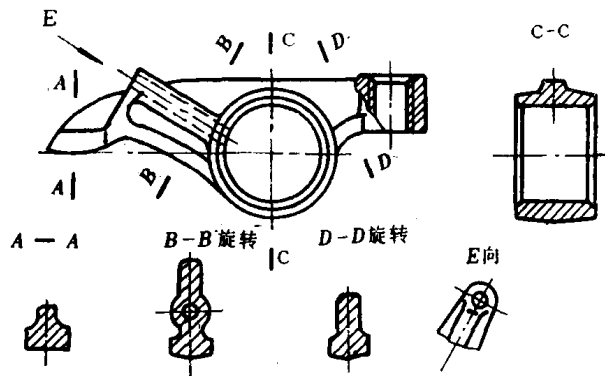


图 2—27

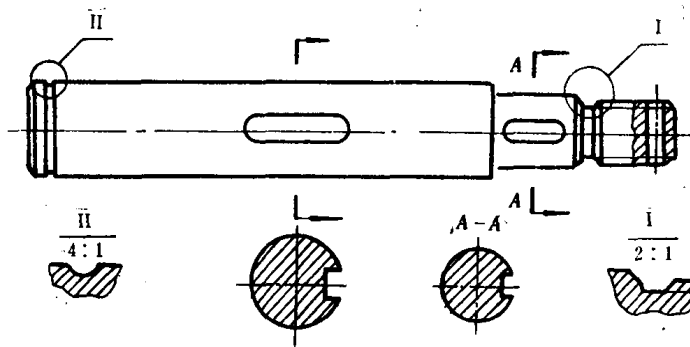


图 2—28

2.5.4 局部放大图

局部放大图——将机件的部分结构，用大于原图形所采用的比例画出的图形。局部放大图可画成视图、剖视、剖面，它与被放大部分的表达方式无关（图 2—28）。局部放大图应尽量配置在被放大部位的附近。绘制局部放大图时，除螺纹牙型、齿轮和链轮的齿形外，应按图 2—28、2—29 用细实线圈出被放大的部位。当同一机件上有几个被放大的部分时，必须用罗马数字依次标明被放大的部位，并在局部放大图的上方标注出相应的罗马数字和所采用的比例（图 2—28）。当机件上被放大的部分仅一个时，在局部放大图的上

方只需注明所采用的比例（图 2—29）。同一机件上不同部位的局部放大图，当图形相同或对称时，只需画出一个（图 2—30）。必要时可用几个图形来表达同一个被放大部分的结构（图 2—31）。

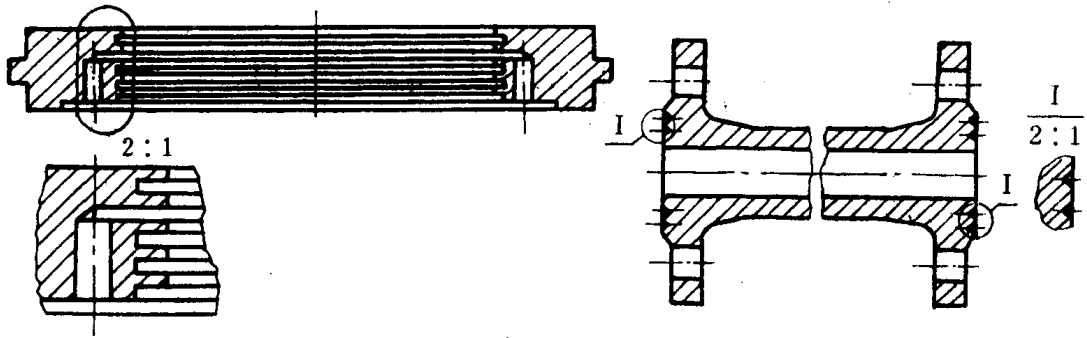


图 2—29

图 2—30

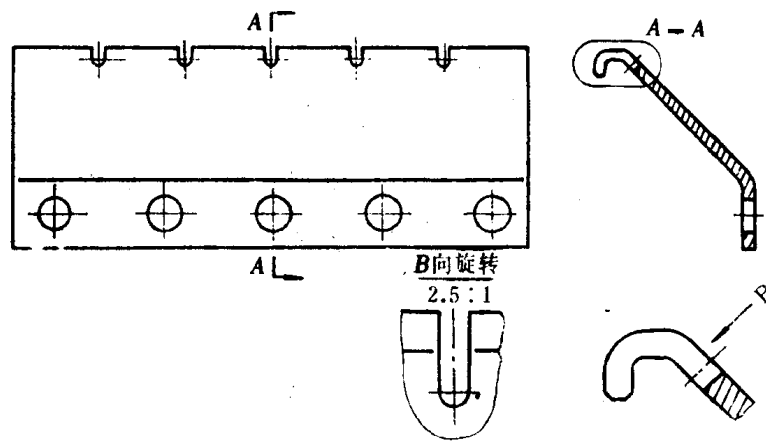
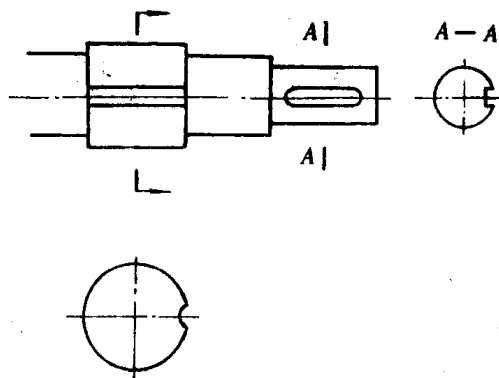


图 2—31

2.5.5 简化画法

不致引起误解时，零件图中的移出剖面，允许省略剖面符号，但剖切位置和剖面图的标注必须遵照规定（图 2—32）。



分分开。当零件回转体上均匀分布的肋、轮辐、孔等结构不处于剖切平面上时，可将这些结构旋转到剖切平面上画出（图 2—39、2—40）。

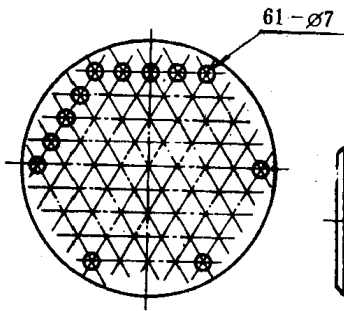


图 2—36

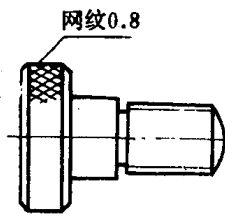


图 2—37

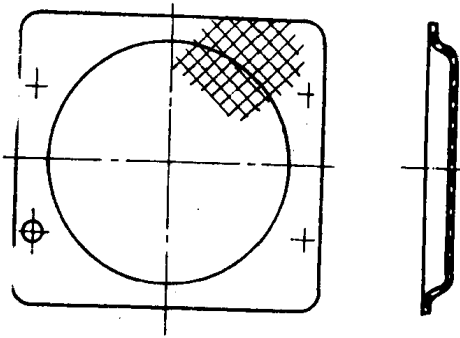


图 2—38

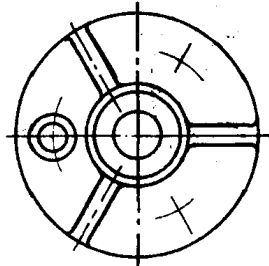
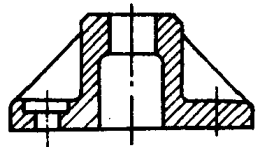


图 2—39

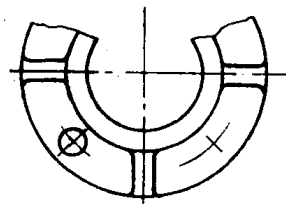
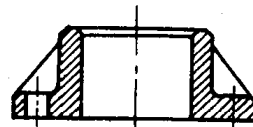


图 2—40

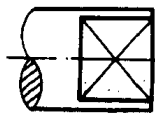


图 2—41

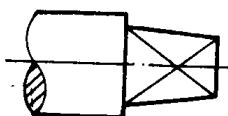


图 2—42

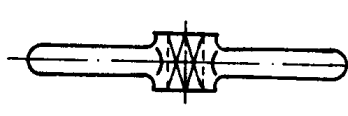


图 2—43

当图形不能充分表达平面时，可用平面符号（相交的两细实线）表示（图 2—34、2—41、2—42、2—43）。图形中的过渡线应按图 2—43 至 2—45、2—47 绘制。在不致引起误解时，过渡线、相贯线允许简化，例如用圆弧或直线代替非圆曲线（图 2—43、2—46、2—47），在不致引起误解时，对于对称机件的视图可只画一半或四分之一，并在对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线（图 2—48、2—49）。较长的机件（轴、杆、型材、连杆等）沿长度方向的形状一致或按一定规律变化时，可断开后缩短绘制（图 2—50、2—51）。与投影面倾斜角度小于 30° 的圆或圆弧，其投影可以用圆或圆弧来代替（图 2—52）。

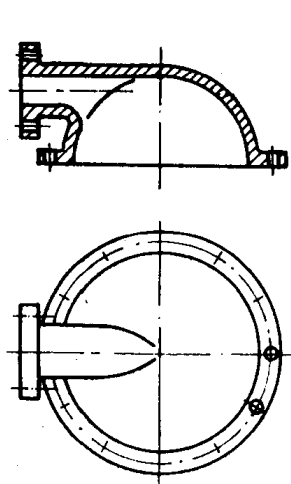


图 2—44

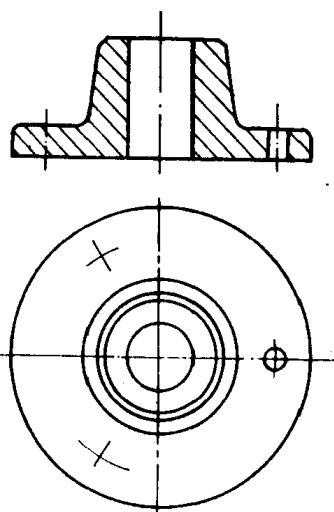


图 2—45

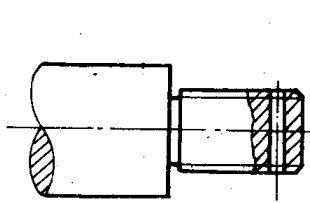


图 2—46

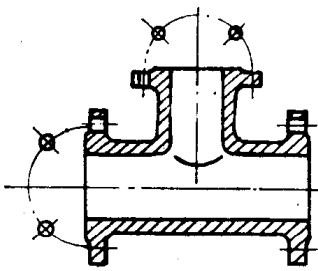


图 2—47

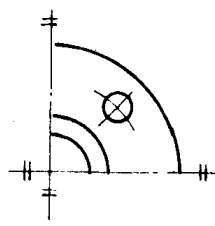


图 2—48

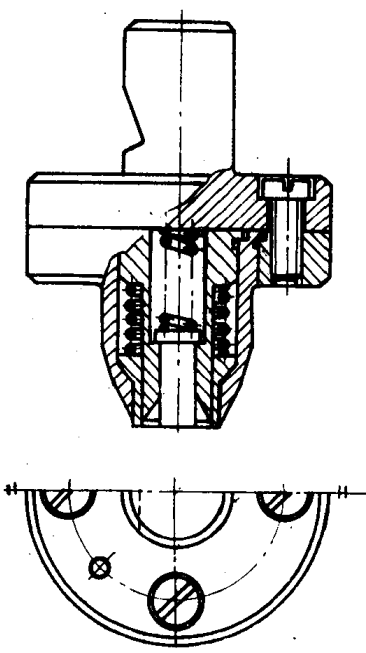


图 2—49

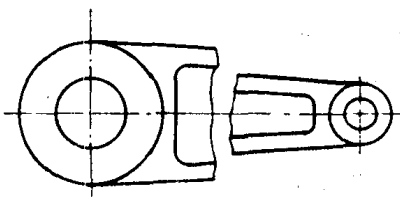


图 2—50



图 2—51

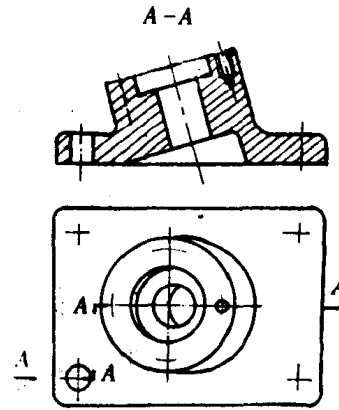


图 2—52

类似图 2—53、2—54 所示机件上较小的结构，如在一个图形中已表示清楚时，其它图形可简化或省略。在不致引起误解时，零件图中的小圆角、锐边的小倒圆或 45° 小倒角允许省略不画，但必须注明尺寸或在技术要求中加以说明（图 2—55、2—56、2—57）。机件上斜度不大的结构，如在一个图形中已表达清楚时，其它图形可按小端画出（图 2—58）。

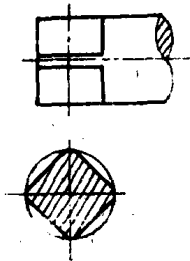


图 2—53

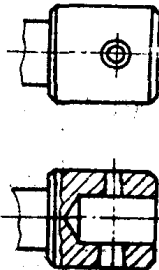


图 2—54

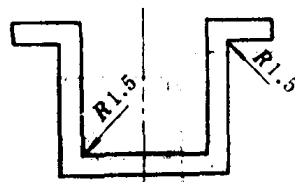


图 2—55

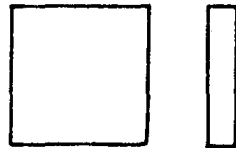


图 2—56

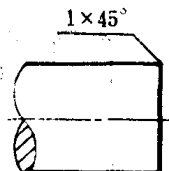


图 2—57

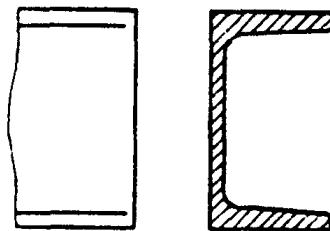


图 2—58

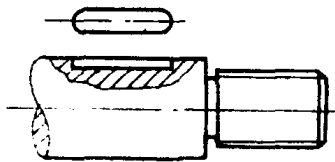


图 2—59

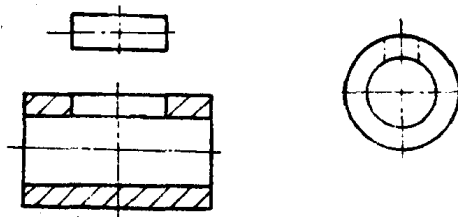


图 2—60

零件上对称结构的局部视图，可按（图 2—59、2—60）所示的方法绘制。圆形法兰和类似零件上均匀分布的孔可按（图 2—61）所示的方法表示（由机件外向该法兰端面方向投影）。用一系列剖面表示机件上较复杂的曲面时，可只画出剖面轮廓，并可配置在同一个位置上（图 2—61）。在锅炉、化工设备等装配图中，可用点划线表示密集管子（图 2—62）。

2.5.6 其它规定画法

由透明材料制成的物体，均按不透明物体绘制。对于供观察用的刻度、字体、指针、液面等，可按可见轮廓线绘制（图 2—63）。用双点划线绘制的相邻辅助零（部）件，一般不应遮盖其后面零（部）件（图 2—64）。在需要表示位于剖切平面前的结构时，这些结构按假想投影的轮廓线绘制（图 2—65）。

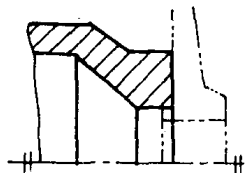
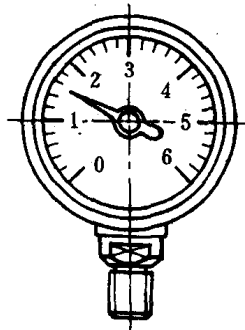


图 2—63

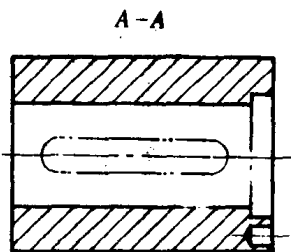
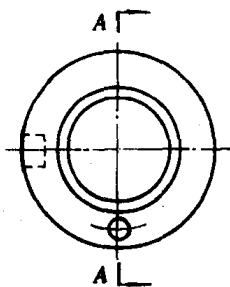


图 2—64

图 2—65

在剖视图的剖面中可再作一次局部剖，采用这种表达方法时，两个剖面的剖面线应同方向、同间隔，但要互相错开，并用引出线标注其名称（图 2—66、2—67）。当剖切位置明显时，也可省略标注。

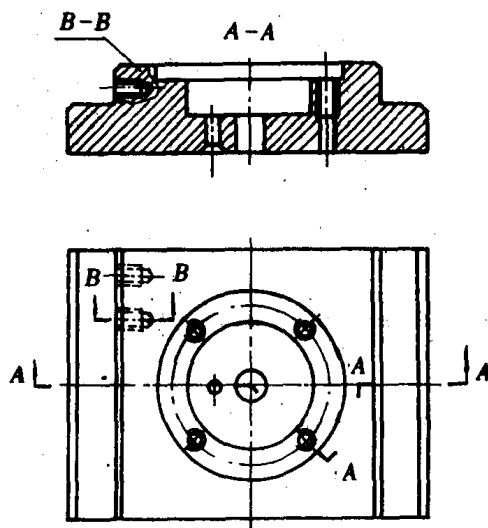


图 2—66

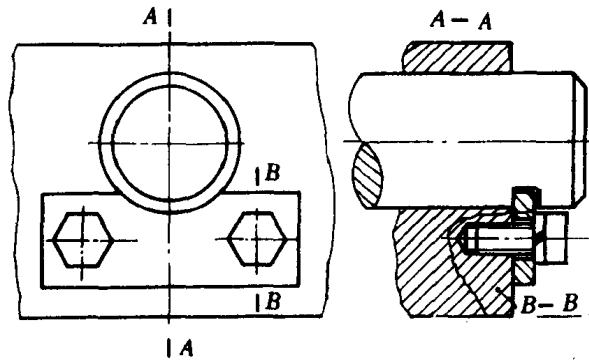


图 2—67

2.6 尺寸注法

2.6.1 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处（图 2—68）。线性尺寸数字的方向一般应采用图 2—69 所示的方向注写，尽可能避免在图示 30° 范围内标注，必要时可按图 2—70 的形式标注。对于非水平方向的数字，可水平地注写在尺寸线的中断处（图 2—71、2—72）。但在一张图样中，应尽可能采用前一种方法。

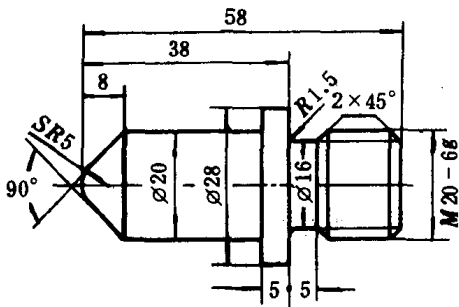


图 2—68

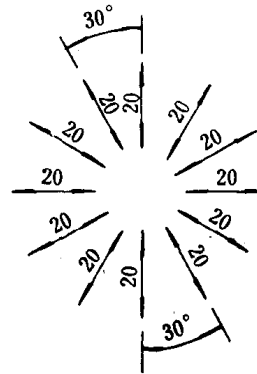


图 2—69

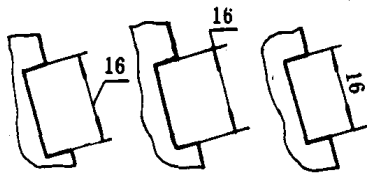


图 2—70

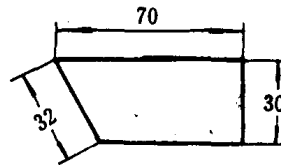


图 2—71

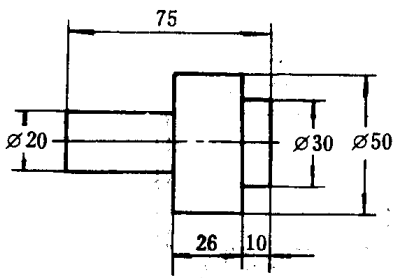


图 2—72

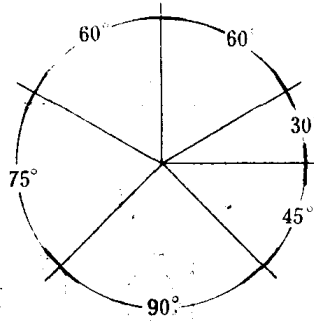


图 2—73

角度数字一律写成水平方向，注写在尺寸线中断处，必要时可按图 2—74 形式标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则应将该图线断开（图 2—75）。

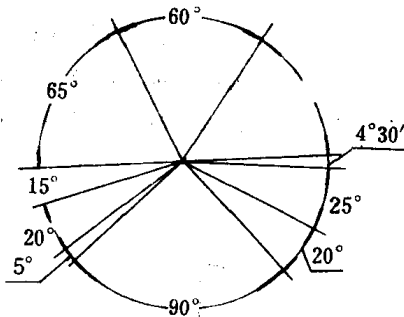


图 2—74

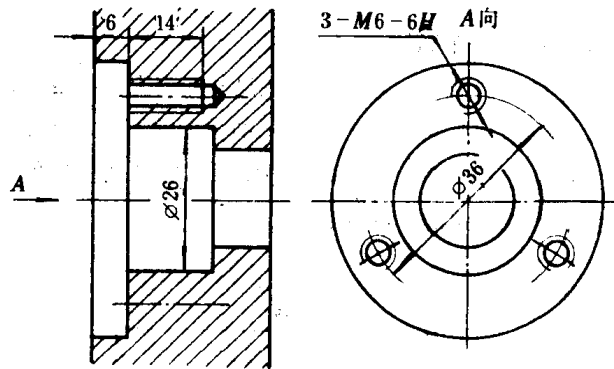


图 2—75

2.6.2 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，其终端可用箭头（图 2—76）或斜线（细实线，见图 2—77）。此时尺寸线与尺寸界线必须互相垂直，图 2—78）。但同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。采用箭头时，在地方不够时，允许用圆点或斜线代替（图 2—83）。

标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线不能用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上。圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头，并按图 2—79 所示方法标注。当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图 2—80a 的型式标注。若不需标出圆心位置时，可按图 2—80b 的型式标注。

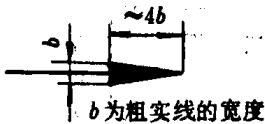


图 2—76

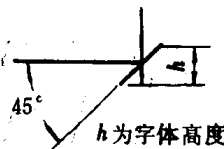


图 2—77

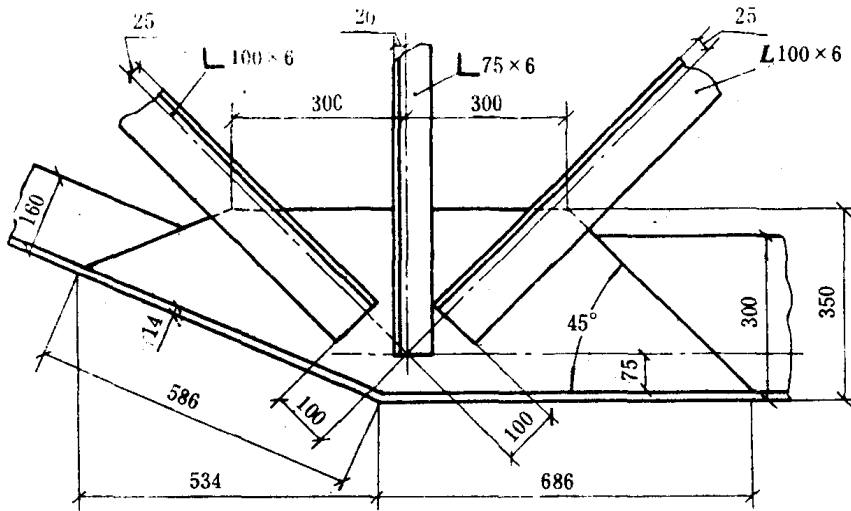


图 2—78

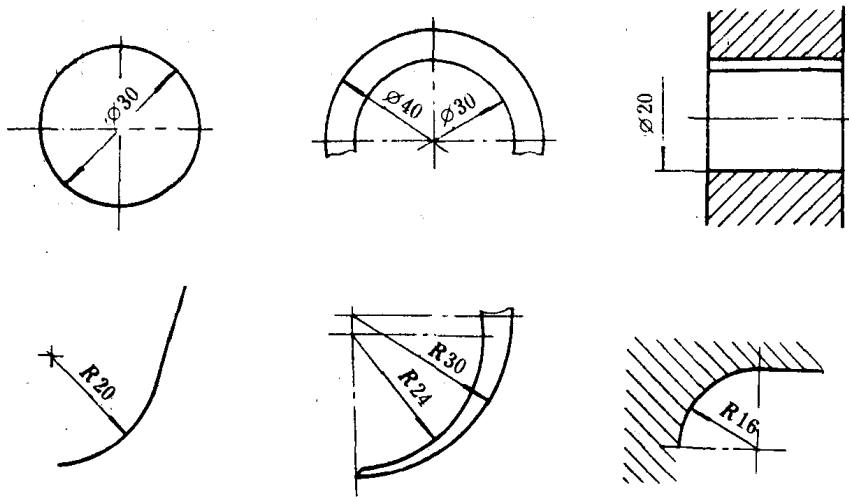


图 2—79

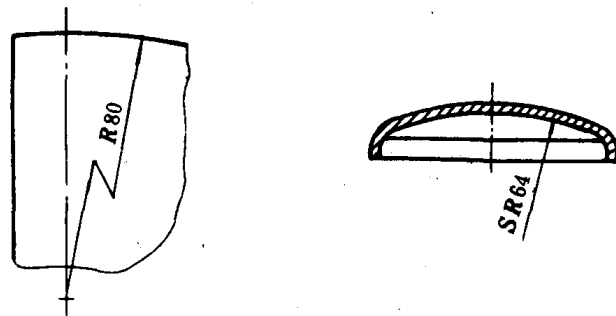


图 2—80

标注角度时，尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。当机件对称、图形只画一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画出箭头（图 2—81、2—82）在没有足够的位置画箭头或标数字时，可按图 2—83 形式标注。

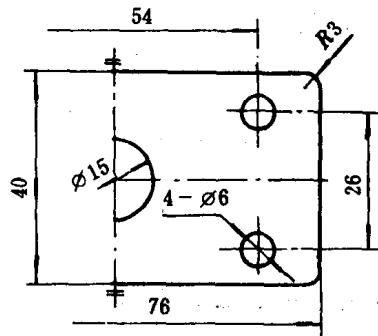


图 2—81

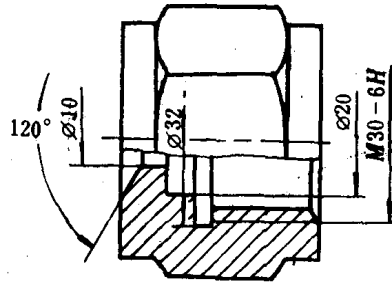


图 2—82

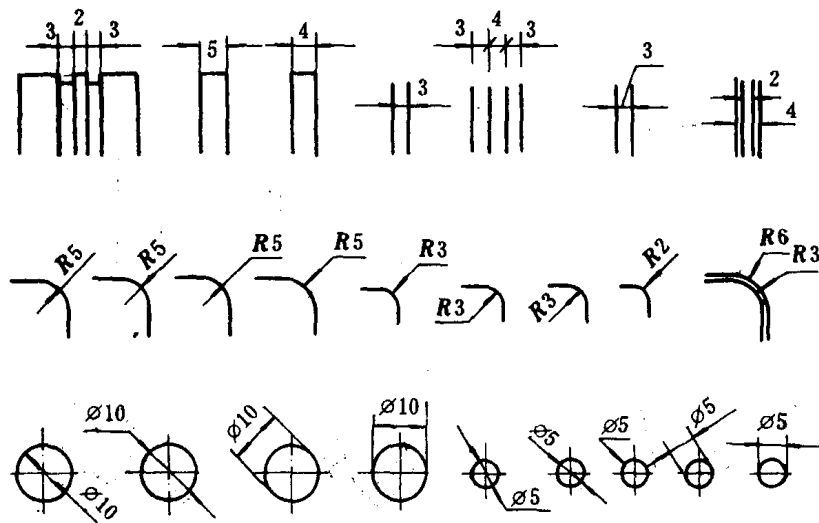


图 2—83

2.6.3 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线（图 2—75、2—84）。当表示曲线轮廓上各点的坐标时，可将尺寸线或其延长线作为尺寸界线（图 2—85、2—86）。

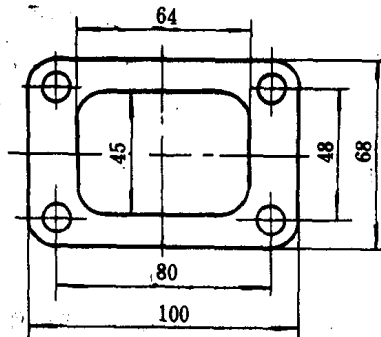


图 2—84

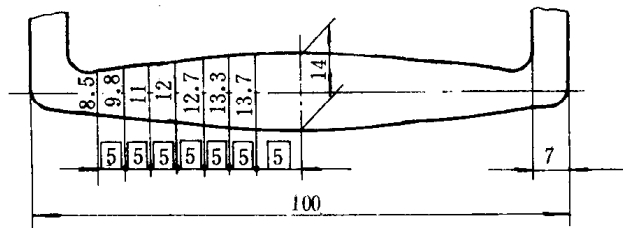


图 2—85

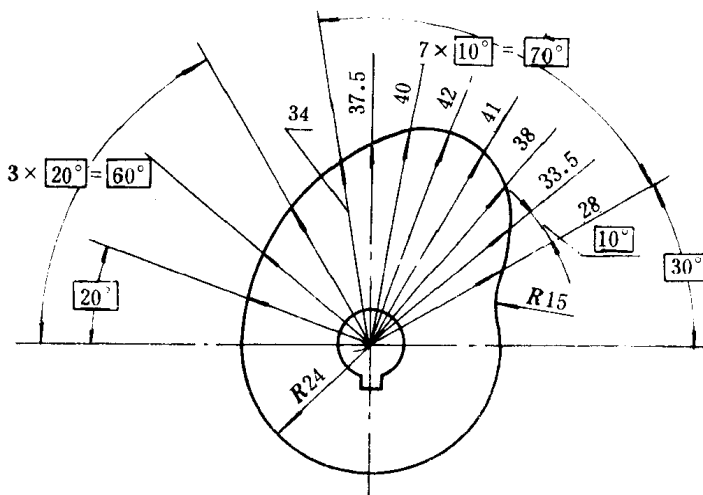


图 2—86

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜（图 2—87）。在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸线（图 2—87）。标注角度的尺寸界线应沿径向引出（图 2—88），标注弧长或弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线（图 2—89，2—90），当弧度较大时，可沿径向引出（图 2—91）。

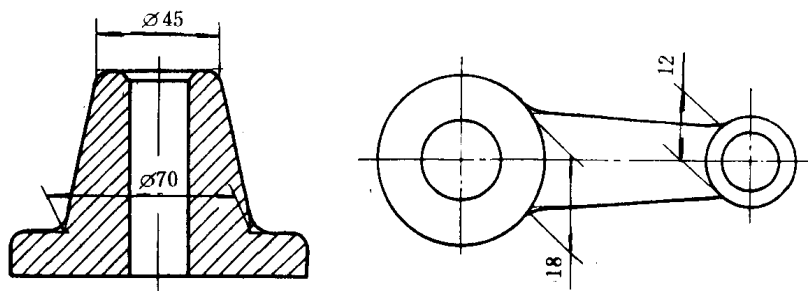


图 2—87

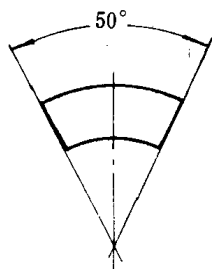


图 2—88

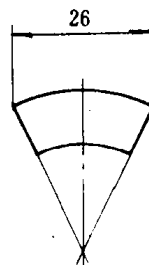


图 2—89

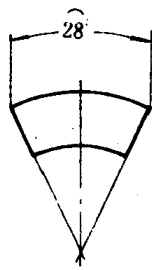


图 2—90

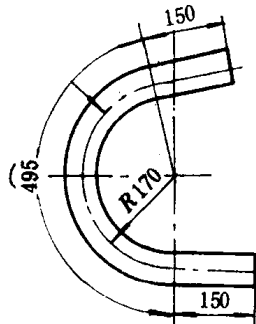


图 2—91

2.6.4 标注尺寸的符号

标注直径时，应在尺寸数字前加注符号“ φ ”；标注半径时，应在尺寸数字前加注符号“R”；标注球面的直径或半径时，应在符号“ φ ”或“R”前加注符号“S”（图 2—92）。对于螺钉、铆钉的头部、轴（包括螺杆）的端部以及手柄的端部等，在不致引起误解的情况下可省略符号“S”（图 2—93）。

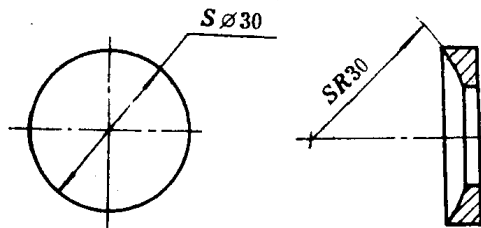


图 2—92

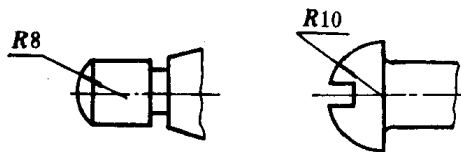


图 2—93

标注弧长时，应在尺寸数字上方加注符号“ \frown ”（图 2—90、2—91）。标注参考尺寸时，应将尺寸数字加上圆括弧（图 2—94）。

标注剖面为正方形结构尺寸时，可在正方形边长尺寸数字前加注符号“ \square ”（图 2—95a、c）或用“B \times B”（图 2—95b、d，B 为正方形边长）注出。

标注板状零件的厚度时，可在尺寸数字前加注符号“ δ ”（图 2—96）。当需要指明半径尺寸是由其它尺寸所确定时，应将尺寸线和符号“R”标出，但不要注写尺寸数字（图 2—97）。标注斜度或锥度的符号见图 2—98a、b，符号的线宽为 $h/10$ ，符号的方向应与斜度、锥度方向一致。必要时可在标注锥度的同时，在括号中注出其角度值。

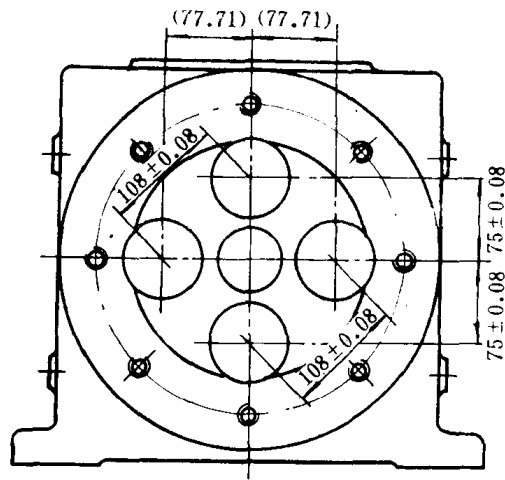


图 2—94

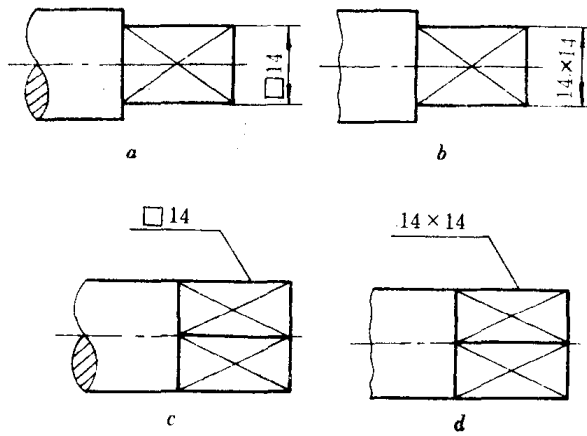


图 2—95

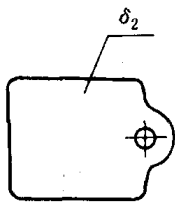


图 2—96

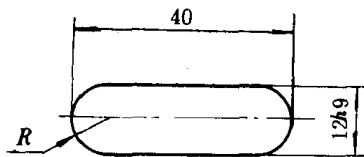


图 2—97



图 2—98

2.6.5 简化注法

45° 的倒角按图 2—99 的形式标注, 非 45° 的倒角应按图 2—100 形式标注。在图样中圆角或倒角的尺寸全部相同或某个尺寸占多数时, 可在图样空白处作总的说明, 如“全部圆角 R4”、“全部倒角 1.5×45°”、“其余圆角 R4”、“其余倒角 1×45°”等。一般退刀槽可按“槽宽×直径”(图 2—101) 或“槽宽×槽深”(图 2—102) 的形式标注。

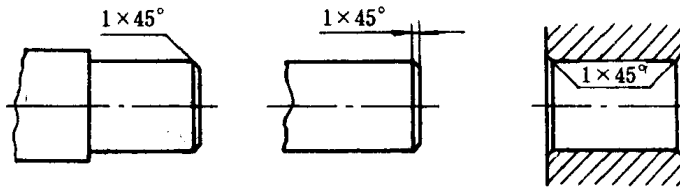


图 2—99

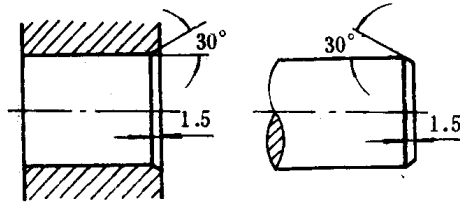


图 2—100

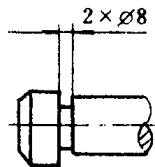


图 2—101

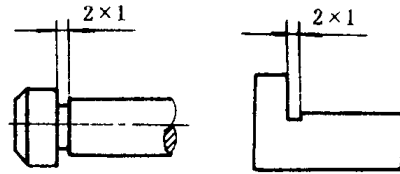


图 2—102

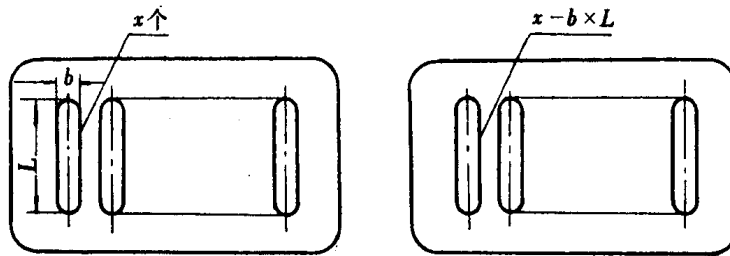


图 2—103

在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等组成要素，可在一个要素上注出其尺寸和数量（图 2—103、2—104、2—105）。

均匀分布的要素（如孔等）的尺寸按图 2—104 所示方法标注。当组成要素的定位和分布情况在图形中已确定时，可不标注其角度，并省略“均布”两字（图 2—105）。

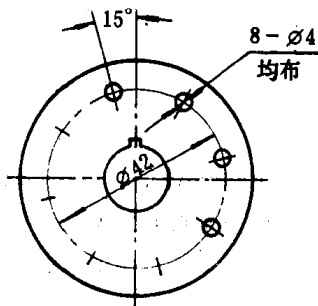


图 2—104

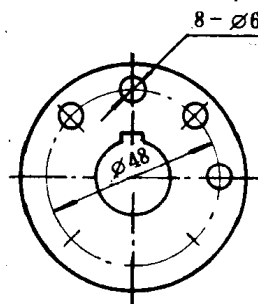


图 2—105

在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重复的要素（如孔等），可采用标记（如涂色等）的方法（图 2—106），或采用标注字母的方法（图 2—107）来区别。（孔的尺寸和数量可直接标注在图形上）。

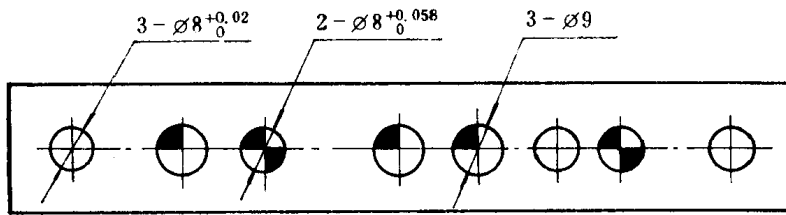


图 2—106

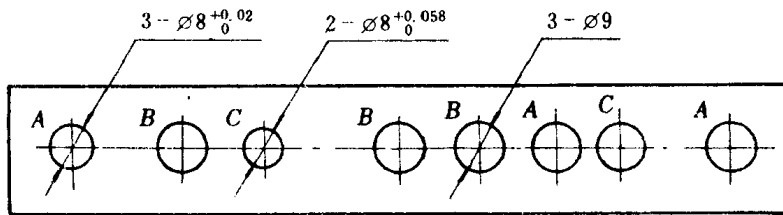


图 2—107

对不连续的表面，可用细实线连接后标注一次尺寸（图 2—108）。由同一基准出发的尺寸可按图 2—108、2—109、2—110 的形式标注，也可用坐标的形式列表标注（图 2—111）。间隔相等的链式尺寸，可采用图 2—112、2—113 所示的方法标注。

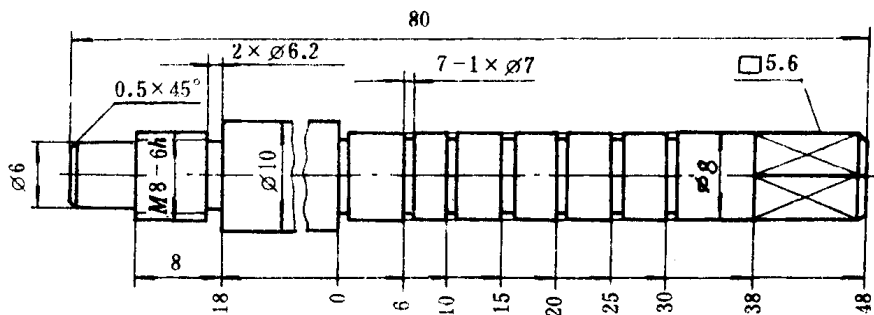
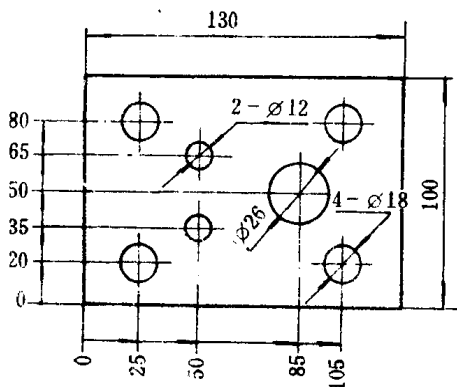


图 2—108



2—109

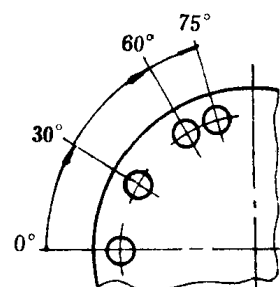


图 2—110

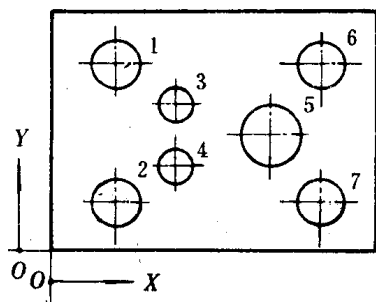


图 2-111

编号	X	Y	ϕ
1	25	80	18
2	35	20	18
3	50	65	
4	50	35	12
5	85	50	26
6	105	80	18
7	105	20	18

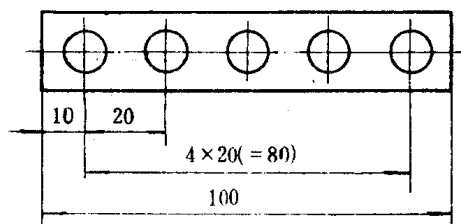


图 2-112

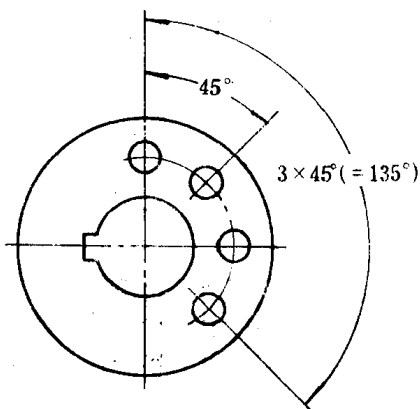


图 2-113

各种孔（光孔、螺孔、沉孔等）可采用旁注的方法标准，如表 2—5。

2.6.6 其它标注

标注圆锥销孔的尺寸时，应按图 2—114a、b 的形式引出标注，其中 $\phi 4$ 和 $\phi 3$ 都是所配圆锥销的公称直径。

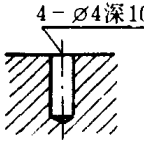
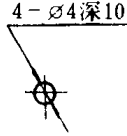
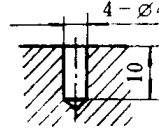


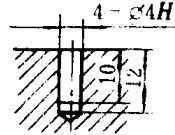
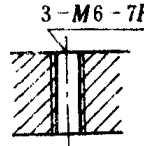
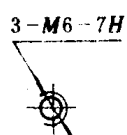
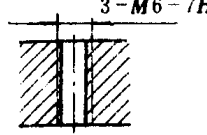
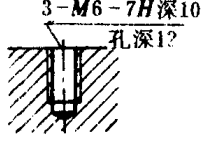
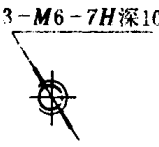
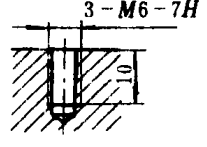
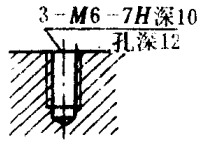
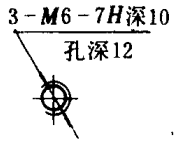
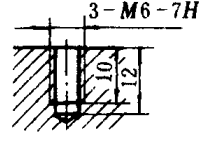
对于凸轮的曲面（或曲线）和处在曲面上的某些结构、尺寸，可标注在展开图上（图 2—115、2—116）。

对于镀涂表面的尺寸，按以下规定标注。

图样中的尺寸应为镀涂后尺寸，即计入了镀涂层厚度。如为镀前尺寸，应在尺寸数字的右边加注“镀（涂）前”字样。

对于装饰性、防腐性的自由表面尺寸，可视作镀涂前尺寸，省略“镀（涂）前”字样。对于配合尺寸，只有当镀涂层厚度不影响配合时，方可视作镀涂前的尺寸，并省略“镀（涂）前”字样。必要时可同时标注镀涂前、后的尺寸，并注写“镀（涂）前”和“镀（涂）后”字样（图 2—117）。

表 2—5

类型	旁 注 法		普 通 法
光			
孔			
螺			
孔			
			

续表 1

类型	旁注法	普通法	
沉孔			

2.7 尺寸公差与配合注法

2.7.1 在零件图中的注法

线性尺寸的公差按下列形式之一标注。当采用公差代号标注线性尺寸的公差时，公差带的代号应注在基本尺寸的右边（图 2—118、2—119）。当采用极限偏差标注线性尺寸的公差时，上偏差应注在基本尺寸的右上方；下偏差应与基本尺寸注在同一底线上（图 2—120、2—121）。当要求同时标注公差代号和相应的极限偏差时，则后者应加上圆括号（图 2—122、2—123）。当标注极限偏差时，上、下偏差的小数点必须对齐，小数点后的位数也必须相同（图 2—124）。当上偏差或下偏差为“零”时，用数字“0”标出，并与下偏差或上偏差的小数点前的个位数对齐（图 2—125）。当公差带相对于基本尺寸对称地配置时，偏差只需注写一次，并应在偏差与基本尺寸之间标出符号“±”，且两者数字高度相同（图 2—126）。



图 2—114

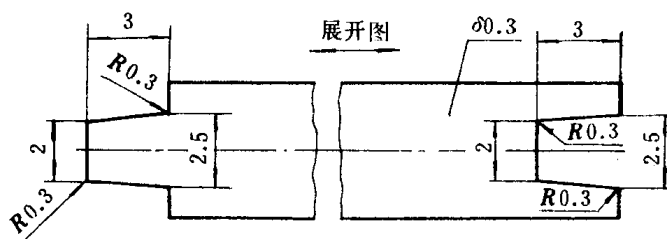
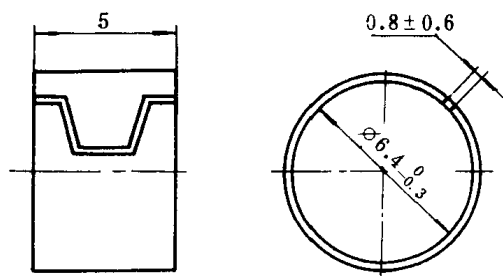


图 2—115

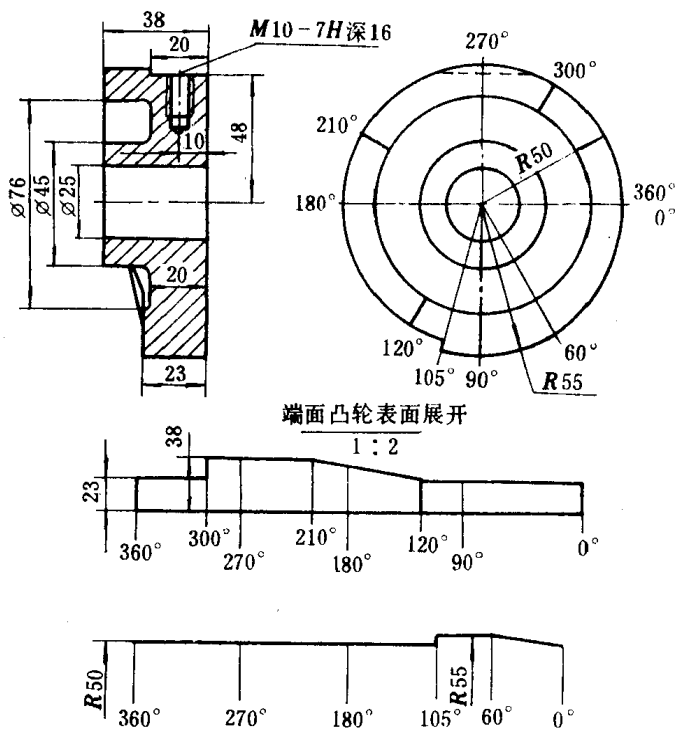


图 2—116

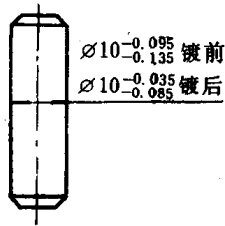


图 2—117

线性尺寸公差的附加符号注法:

当尺寸仅需要限制单个方向的极限时,应在极限尺寸的右边加注符号“max”或“min”(图 2—127、2—128)。同一基本尺寸的表面,若具有不同的公差时,应用细实线分开,并按规定的形式分别标注其公差(图 2—129)。如要素的尺寸公差和形状公差的关系遵循包容原则时,应在尺寸公差的右边加注符号“E”(图 2—130、2—131)。

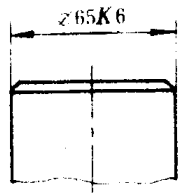


图 2—118

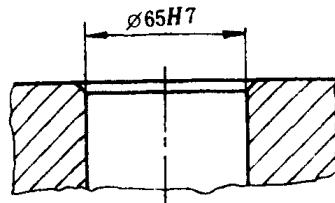


图 2—119

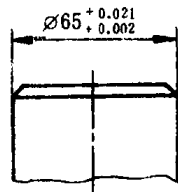


图 2—120

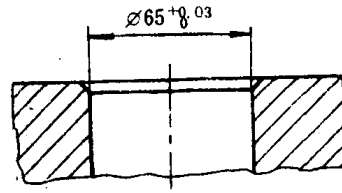


图 2—121

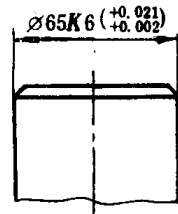


图 2—122

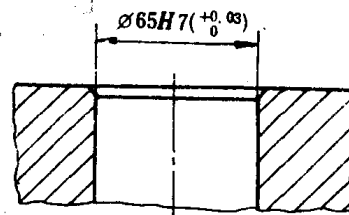


图 2—123

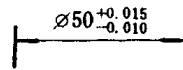
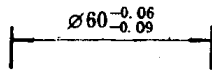


图 2—124

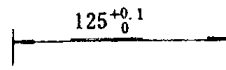
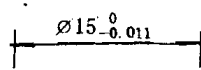


图 2—125

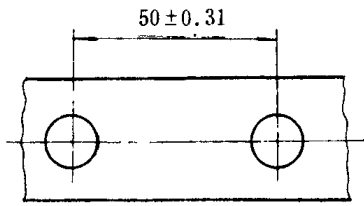


图 2—126

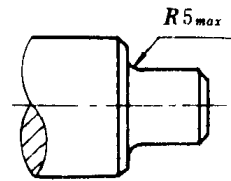


图 2—127

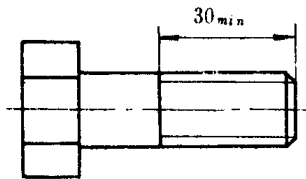


图 2—128

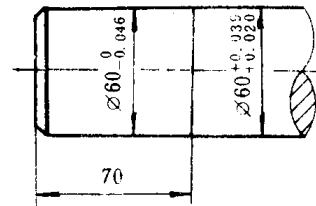


图 2—129

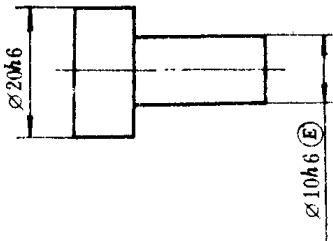


图 2—130

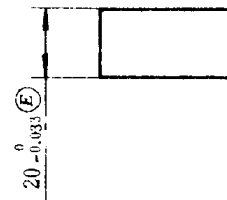


图 2—131

2.7.2 在装配图中的标注法

在装配图中标注线性尺寸的配合代号时，必须在基本尺寸的右边用分数的形式注出，分子为孔的公差带代号，分母为轴的公差带代号，（图 2—132）。必要时也允许按图 2—133、2—134 的形式标注。

在装配图中标注相配零件的极限偏差时，一般按图 2—135 的形式标注，孔的基本尺寸和极限偏差注写在尺寸线的上方，轴的基本尺寸和极限偏差注写在尺寸线的下方，允许按图 2—136 形式标注。若需明确指出装配件的代号时，可按图 2—137 的形式标注。标注标准件、外购件与零件（轴、孔）的配合代号时，可以仅标注相配零件的公差带代号（图 2—138）。

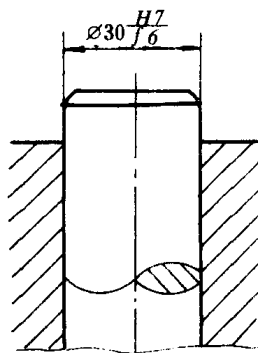


图 2—132

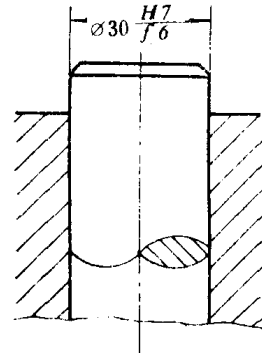


图 2—133

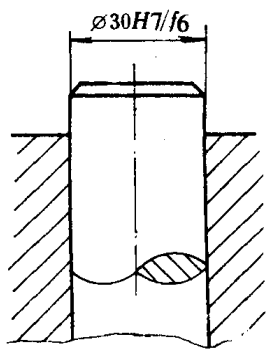


图 2—134

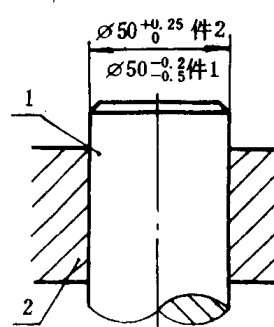


图 2—135

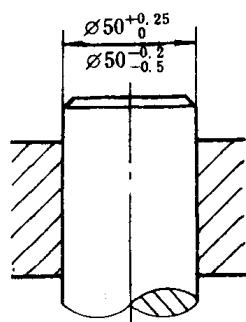


图 2—136

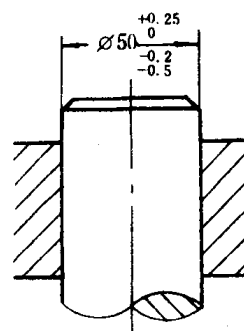


图 2—137

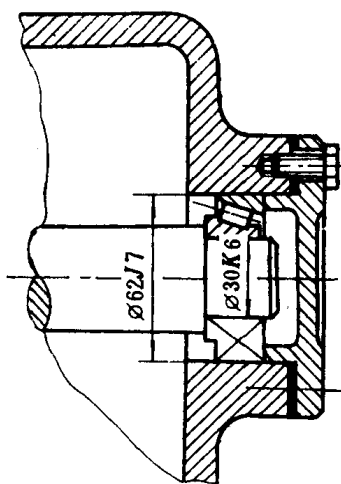


图 2—138

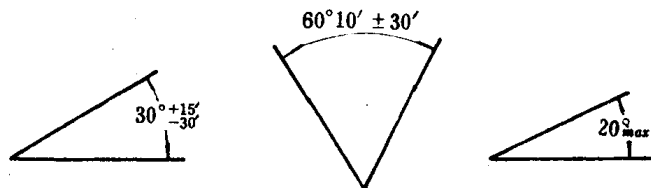


图 2—139

2.7.3 角度公差的标注法

角度公差的标注如图 2—139，其基本规则与线性尺寸公差的标注方法相同。

2.8 螺纹及螺纹紧固件画法

2.8.1 螺纹的画法

螺纹的牙顶用粗实线表示，牙底用细实线表示，螺杆的倒角或倒圆部分也应画出。在垂直于螺纹轴线的投影面的视图中，表示牙底的细实线圆只画 3/4 圈，此时轴或孔上的倒角省略不画（图 2—140~图 2—142）。当需要表示部分螺纹时，螺纹的牙底线也应适当地空出一段距离（图 2—143）。

完整螺纹的终止线用粗实线表示，外螺纹的终止线画法如图 2—140a、2—141a，内螺纹的终止线的画法如图 2—142、2—144a。表示螺纹收尾时，螺尾部分的牙底用与轴线成 30° 的细实线绘制（图 2—140a、2—144a）。不可见螺纹的所有图线用虚线绘制（图 2—145）。

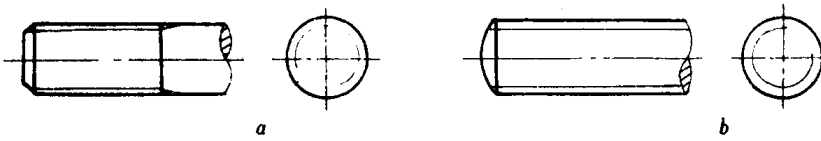


图 2—140

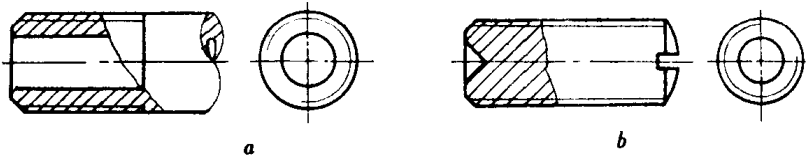


图 2—141

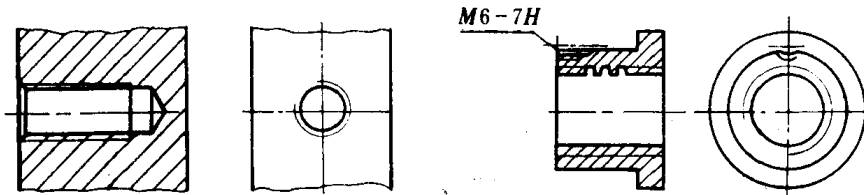


图 2—142

图 2—143

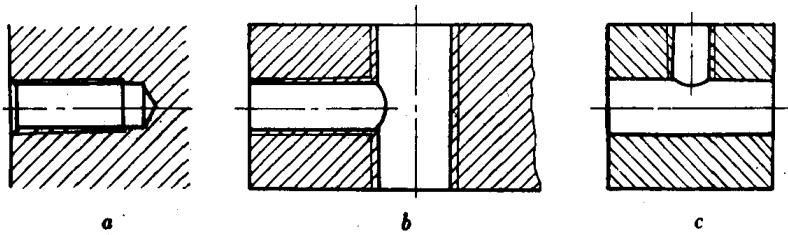


图 2—144

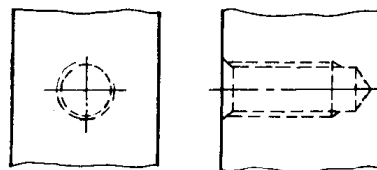


图 2—145

无论内、外螺纹，在剖视或剖面图中剖面线必须画到粗实线（图 2—143~图 2—144）。绘制不穿通螺孔时，一般应将钻孔深度与螺纹部分的深度分别画出（图 2—142、2—144a）。当需表示螺纹牙型时，可按图 2—146~图 2—148 的形式绘制。以剖视图表示内、外螺纹的连接时，其旋合部分应按外螺纹的画法绘制，其余部分仍按各自的画法表示（图 2—149、2—150）。

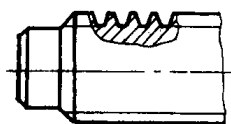


图 2—146

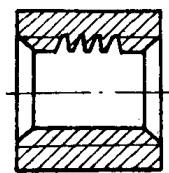


图 2—147

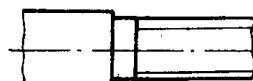
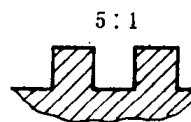


图 2—148

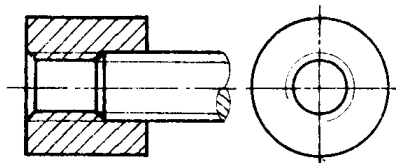


图 2—149

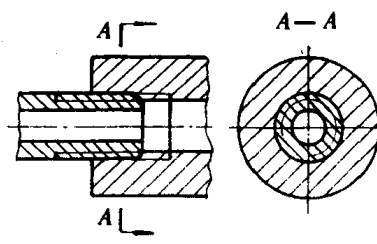


图 2—150

2.8.2 螺纹的标注法

对于标准螺纹应注出相应标准所规定的螺纹代号或标记（图 2—151~图 2—154）。英制管螺纹、锥管螺纹以及锥螺纹允许分别沿用 G、ZG、Z 等代号标注（图 2—155~图 2—158）。

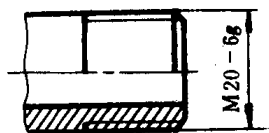


图 2—151

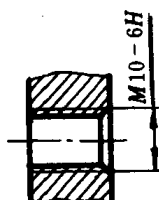


图 2—152

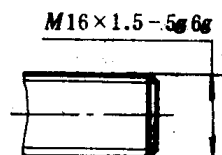


图 2—153

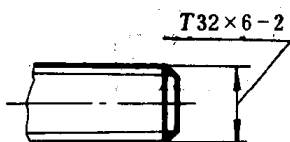


图 2—154

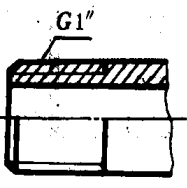


图 2—155

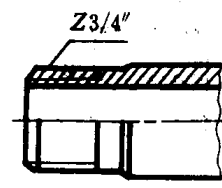


图 2—156

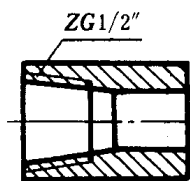


图 2—157

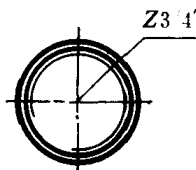


图 2—158

牙型、直径及螺距均符合标准，但极限偏差不符合标准的螺纹，除应注明螺纹代号外，还应注出极限尺寸。例如：

$$M320 \times 6 - d_2 \frac{316 \cdot 583}{316 \cdot 103} d \frac{319 \cdot 92}{318 \cdot 97}, d_2, d \text{ 为外螺纹的中、大径。}$$

牙型符合标准，直径或螺距不符合标准的螺纹，应在牙型符号前加注“特”字，必要时也可注出极限尺寸。例如：

$$\text{特} T50 \times 5 - d_2 \frac{47 \cdot 445}{46 \cdot 935}$$

绘制非标准牙距的螺纹时，应画出螺纹的牙型，并注出所需要的尺寸及有关要求（图 2—159）。

图样中所标注的螺纹长度，均指不包括螺尾在内的完整螺纹长度（图 2—160）。当需要标出螺尾长度时，其标注方法见图 2—161。

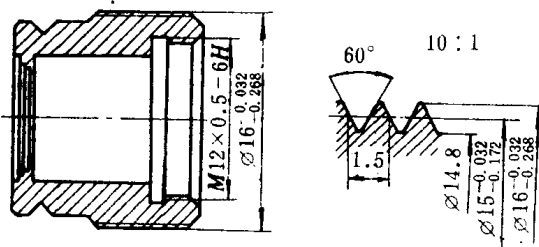


图 2—159

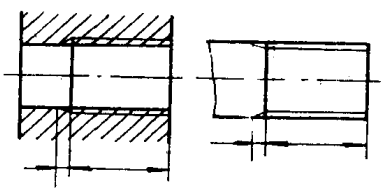


图 2—160

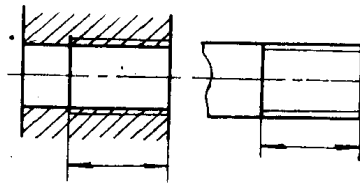


图 2—161

2.8.3 螺纹紧固件的画法

具有圆锥形螺纹的零件，螺纹部分的画法见图 2—162、2—163。自攻螺钉的螺杆部分，末端为尖端时按图 2—165a 绘制，末端削平时按 2—165b 绘制。木螺钉的螺杆部分按图 2—164 绘制。钢丝螺套的装配图按图 2—166、2—167 绘制。

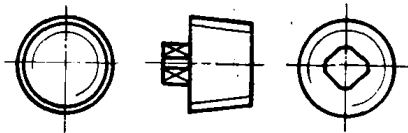


图 2—162

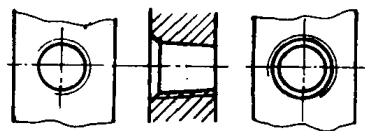


图 2—163



图 2—164

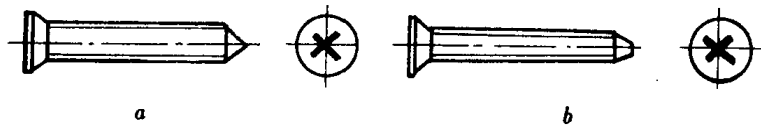


图 2-165

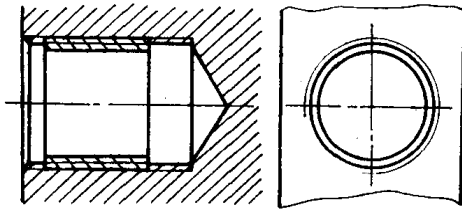


图 2-166

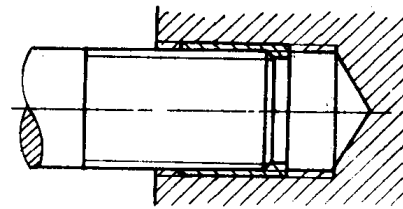


图 2-167

在装配图中，当剖切平面通过螺杆的轴线时，对于螺柱、螺栓、螺母及垫圈等均按未剖切绘制（图 2-168），也可采用图 2-169 的简化画法，也适用于各种螺钉（图 2-170~图 2-173）。

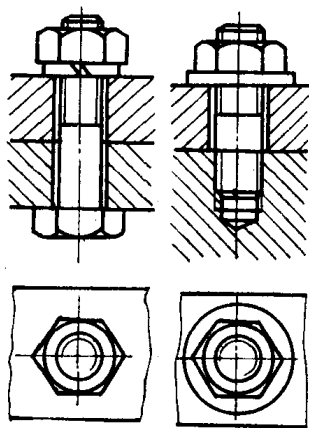


图 2-168

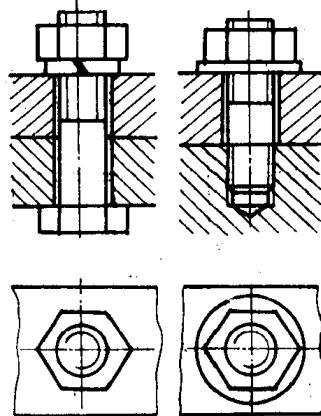


图 2-169

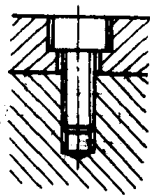


图 2-170

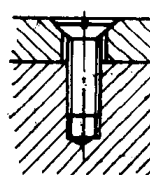


图 2-171

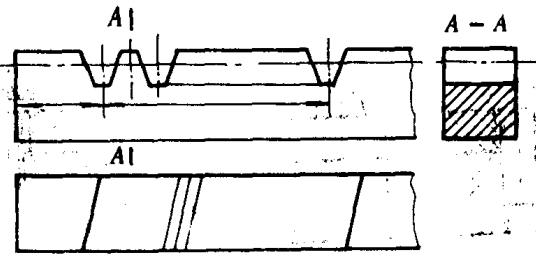


图 2-177

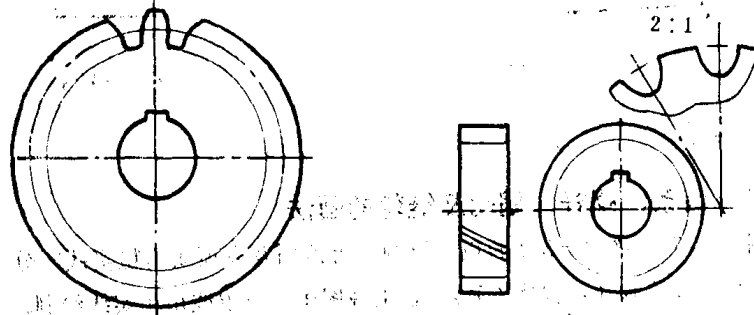


图 2-178

图 2-179

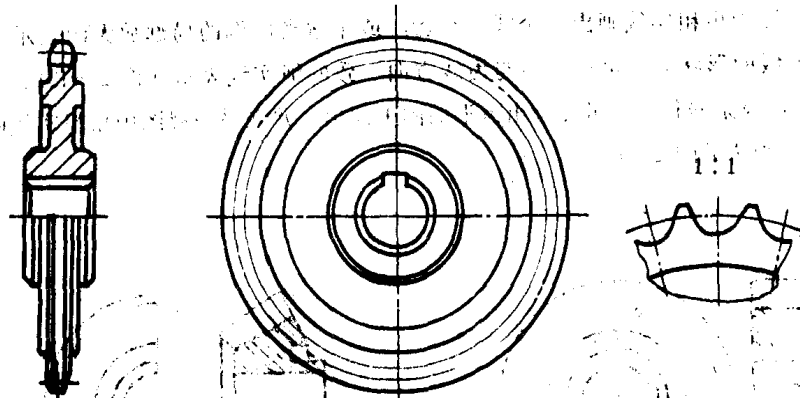


图 2-180

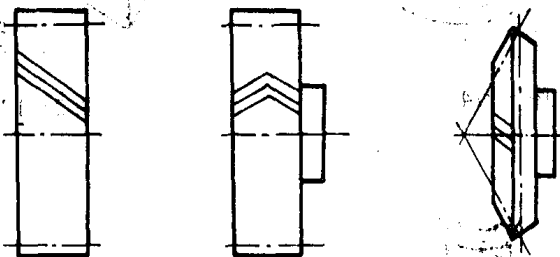


图 2-181

2.9.2 齿轮、蜗轮、蜗杆啮合画法

在垂直于圆柱齿轮轴线的投影面视图中，啮合区内的齿顶圆均用粗实线绘制（图 2-182a、2-184、2-185），其省略画法如图 2-182b。在平行于圆柱齿轮、圆锥齿轮轴线的投影面视图中（不剖），啮合区的齿顶线不需画出，节线用粗实线绘制，其它处的节线用点划线绘制（图 2-183、2-187）。

在圆柱齿轮啮合、齿轮齿条啮合和圆锥齿轮啮合的剖视图中，当剖切平面通过两啮合齿轮的轴线时，在啮合区内，将一个齿轮的轮齿用粗实线绘制，另一个齿轮的轮齿被遮盖部分用虚线绘制（图 2—182、2—184、2—189、2—191），也可省略不画（图 2—185、2—188、2—190）。在剖视图中，当剖切平面不通过啮合齿轮的轴线时，齿轮一律按不剖切绘制。准双曲面圆锥齿轮啮合、渐开线圆锥齿轮啮合和两轴线成非直角的圆锥齿轮啮合，见图 2—188 至 2—191。螺旋齿轮啮合见图 2—192、2—193。蜗轮蜗杆啮合见图 2—194 至 2—196。圆弧齿轮啮合见图 2—197。

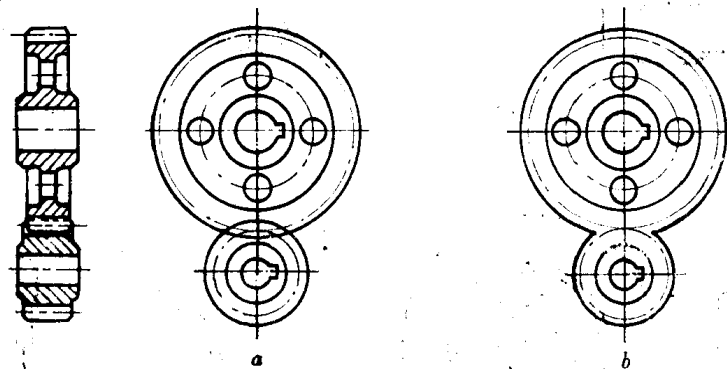


图 2—182 圆柱齿轮外啮合

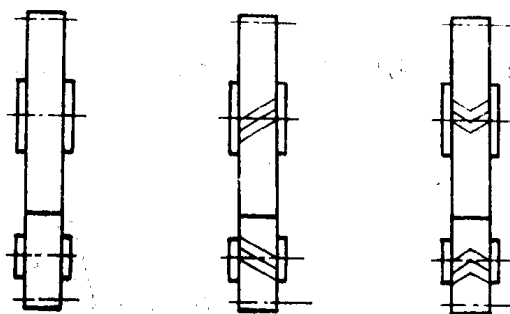


图 2—183 圆柱齿轮外啮合简化画法

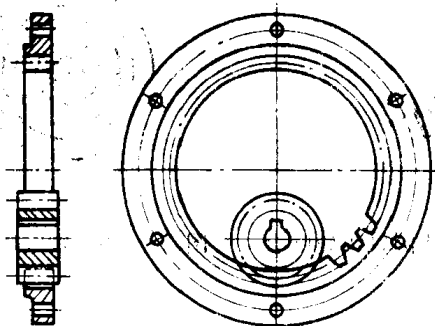


图 2—184 圆柱齿轮内啮合

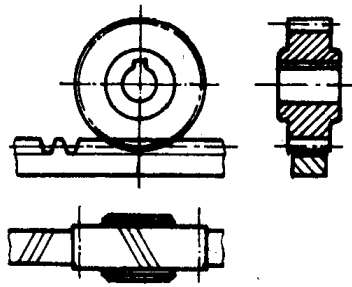


图 2—185 齿轮齿条啮合

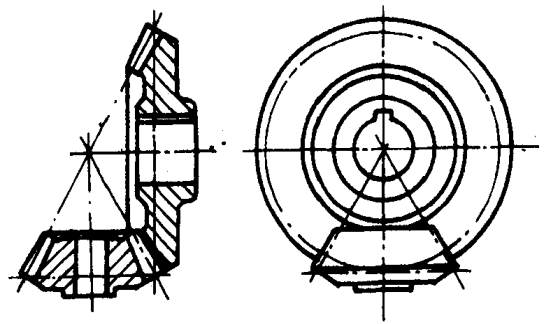


图 2—186 圆锥齿轮啮合

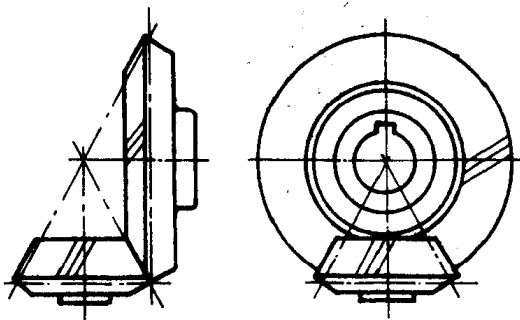


图 2—187 圆锥齿轮啮合简化画法

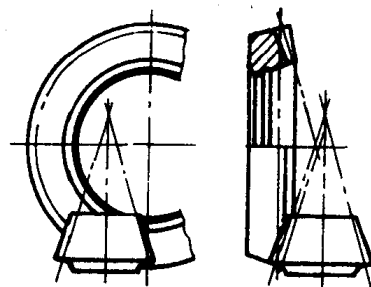


图 2—188 准双曲面圆锥齿轮啮合

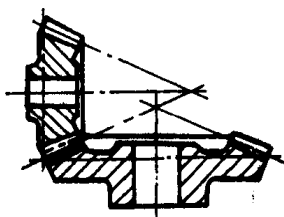


图 2—189 准渐开线圆锥齿轮啮合

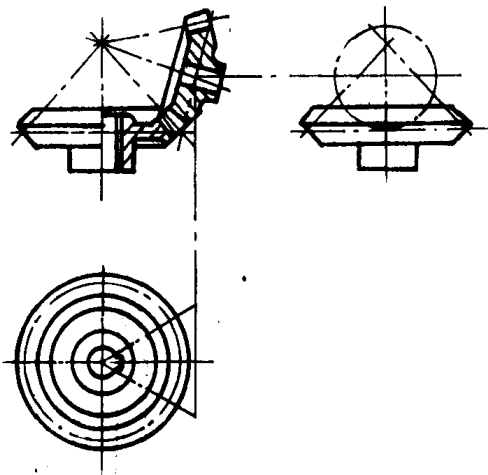


图 2—190 轴线成非直角一般情况齿轮啮合

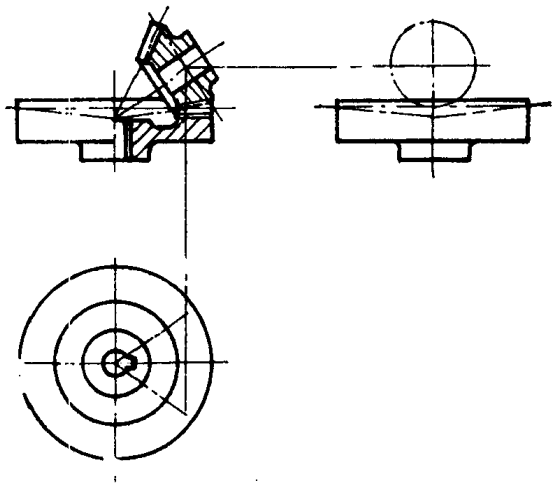


图 2—191 轴线成非直角平面与锥形齿轮啮合

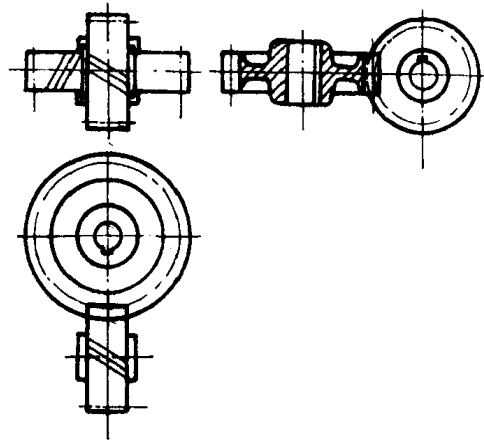


图 2—192 螺旋齿轮轴线成直角啮合

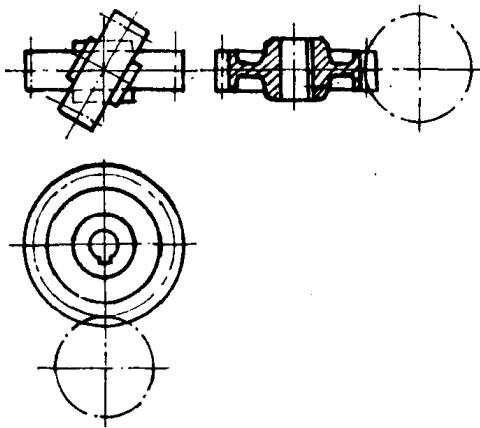


图 2—193 螺旋齿轮轴线成非直角啮合

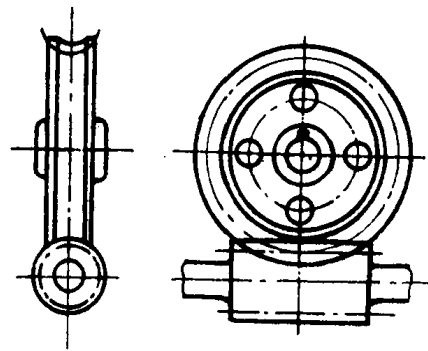


图 2—194 蜗轮蜗杆啮合一圆柱蜗杆

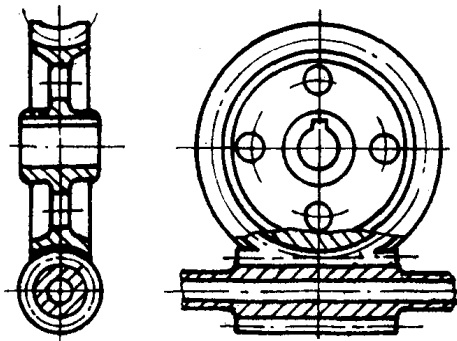


图 2—195 蜗轮蜗杆啮合一圆柱蜗杆

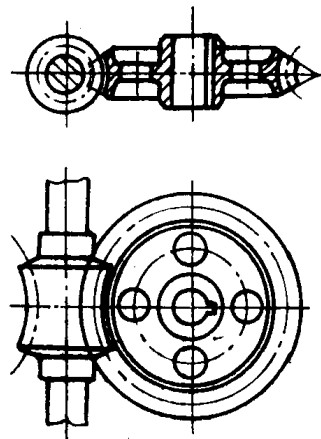


图 2—196 蜗轮蜗杆啮合一弧面蜗杆

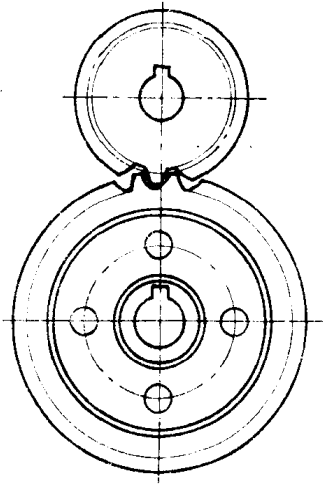


图 2—197 圆弧齿轮啮合

2.10 花键画法 (GB4459·3—84)

2.10.1 花键的画法及其尺寸标注

矩形花键的画法: 外花键, 在平行于花键轴线的投影面的视图中, 大径用粗实线, 小径用细实线绘制, 并用剖面画出一部分或全部齿形 (图 2—198)。内花键, 在平行于花键轴线的投影面视图中, 大径及小径均用粗实线绘制, 并用局部视图画出一部分或全部齿形 (图 2—199)。花键工作长度的终止端和尾部长度的末端均用细实线绘制, 并与轴线垂直, 尾部则画成斜线, 其倾角一般与轴线成 30° (图 2—198)。必要时, 可按实际情况画出。外花键局部剖视的画法见图 2—200, 垂直于花键轴线的投影面的视图按图 2—201 绘制。

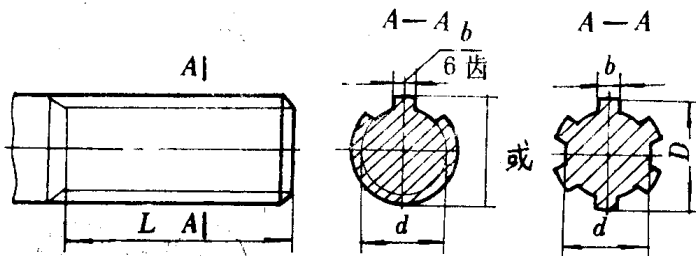


图 2—198

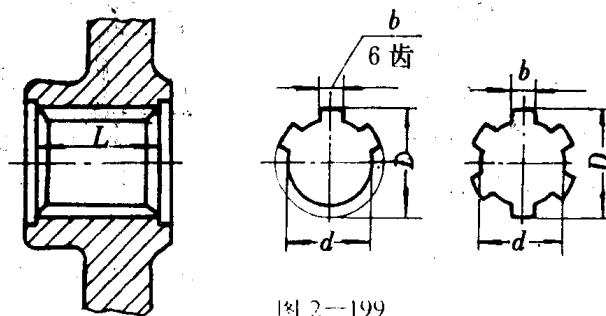


图 2—199

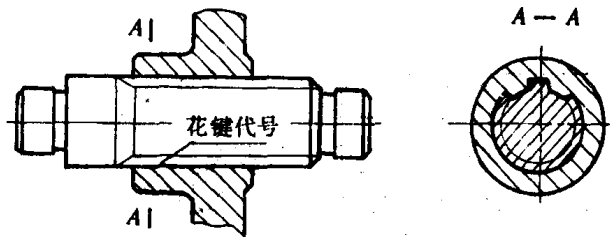


图 2—206

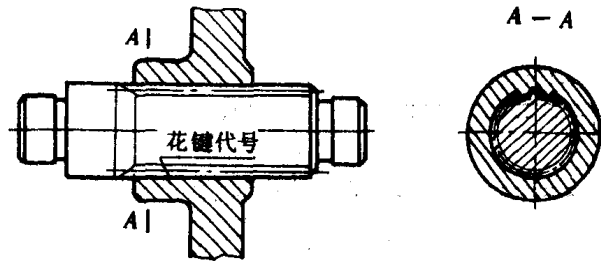


图 2—207

2.11 中心孔表示法 (GB4459·5—84)

为了表达在完工零件上是否保留中心孔的要求，可采用表 2—6 中规定的符号。

表 2—6

要 求	符 号	标注示例	说 明
在完工零件上要求保留中心孔			要求作出 B 型中心孔 $d=3$ $D_{max}=7.5$ 完工后不保留
在完工零件上可以保留中心孔			用 A 型中心孔, $d=4$ $D_{max}=10$ 是否保留不要求
在完工零件上不得保留中心孔			用 A 型中心孔 $d=1.5$ $D_{max}=4$ 完工后不保留

3

公差配合与形位公差

3.1 公差与配合

新国标《公差与配合》包括公差与配合、测量与检验两部分，共四个标准，公差制体系见图 3—1。

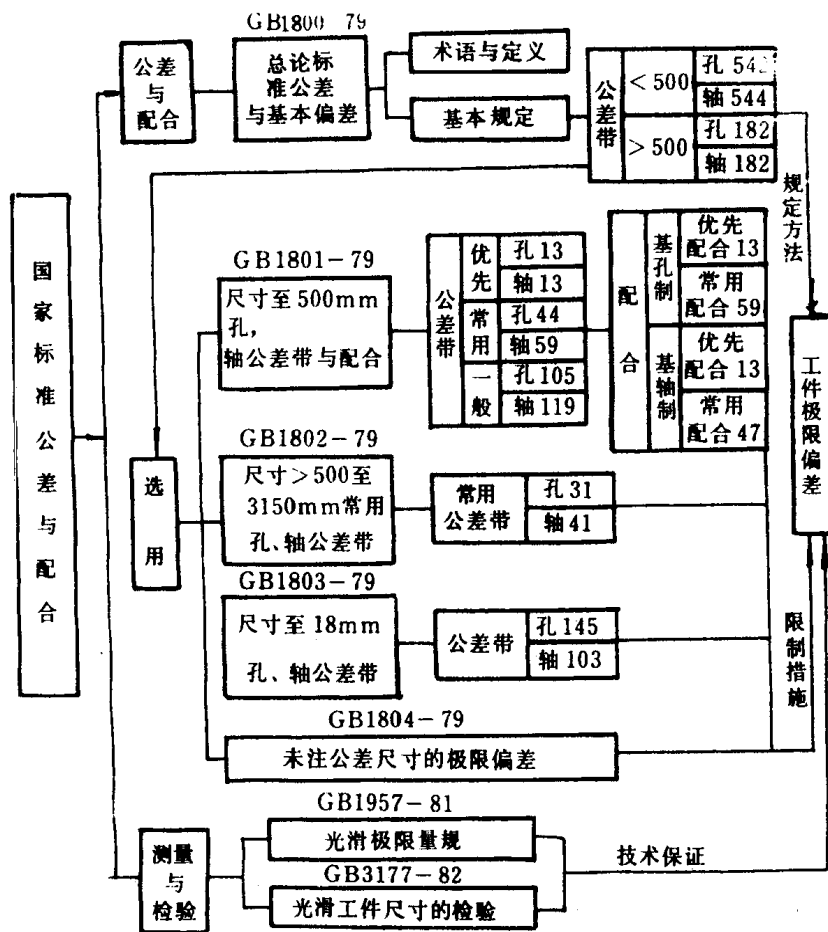


图 3—1 公差制体系

3.1.1 公差与配合的基本术语定义及代号

- ①孔：主要指圆柱形的内表面，也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。
- ②轴：主要指圆柱形的外表面，也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分。
- ③尺寸：用特定单位表示长度值的数字。
- ④基本尺寸：设计给定的尺寸。孔的基本尺寸代号用“ L ”表示；轴的基本尺寸代号用“ l ”表示。
- ⑤实际尺寸：通过测量所得的尺寸。孔的实际尺寸代号用“ L_a ”表示；轴的实际尺寸代号用“ l_a ”表示。由

于存在测量误差，所以实际尺寸并非尺寸的真值。

⑥极限尺寸：允许尺寸变化的两个界限值，它以基本尺寸为基数来确定。

⑦最大极限尺寸：两个界限值中较大的一个称为最大极限尺寸。孔的最大极限尺寸代号用“ L_{max} ”表示；轴的最大极限尺寸代号用“ l_{max} ”表示。

⑧最小极限尺寸：两个界限值中较小的一个称为最小极限尺寸。孔的最小极限尺寸代号用“ L_{min} ”表示；轴的最小极限尺寸代号用“ l_{min} ”表示。

⑨最大实体尺寸：孔或轴具有允许的材料量为最多状态下的极限尺寸。它是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称。

⑩最小实体尺寸：孔或轴具有允许的材料量为最少状态下的极限尺寸。它是孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸的统称。

⑪尺寸偏差（简称偏差）：某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。可以为正、负或零值。

⑫上偏差：最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。孔的上偏差代号用“ES”表示；轴的上偏差代号用“es”表示。上述定义，可用下列公式表达：

$$ES = L_{max} - L$$

$$es = l_{max} - l$$

⑬下偏差：最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。孔的下偏差代号用“EI”表示。轴的下偏差代号用“ei”表示。上述定义，可用下列公式表达：

$$EI = L_{min} - L$$

$$ei = l_{min} - l$$

⑭极限偏差：上偏差与下偏差统称为极限偏差。

⑮实际偏差：实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

⑯尺寸公差（简称公差）：允许尺寸的变动量。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值；也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。它是一个不为零，而且没有正、负号的数值。孔的公差代号用“ T_h ”表示；轴的公差代号用“ T_a ”表示。上述定义，可用下列公式表达：

$$T_h = |L_{max} - L_{min}| = |ES - EI|$$

$$T_a = |l_{max} - l_{min}| = |es - ei|$$

上述基本术语以及它们之间的相互关系，见图 3—2。

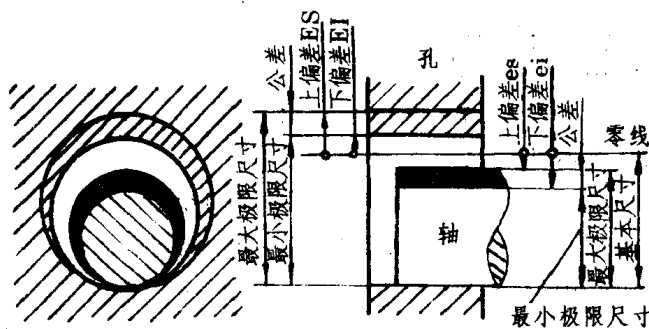


图 3—2 公差

3.1.2 标准公差

表 3-1 标准公差的计算公式 (基本尺寸 < 500mm) (GB1800-79) (μm)

公差等级	公 式	公差等级	公 式	公差等级	公 式
IT01	$0.3+0.008D$	IT5	$7i$	IT12	$160i$
IT0	$0.5+0.012D$	IT6	$10i$	IT13	$250i$
IT1	$0.8+0.020D$	IT7	$16i$	IT14	$400i$
IT2	$(IT1) \left(\frac{IT5}{IT1} \right)^{\frac{1}{4}}$	IT8	$25i$	IT15	$640i$
		IT9	$40i$	IT16	$1000i$
IT3	$(IT1) \left(\frac{IT5}{IT1} \right)^{\frac{1}{2}}$	IT10	$64i$	IT17	$1600i$
IT4	$(IT1) \left(\frac{IT5}{IT1} \right)^{\frac{3}{4}}$	IT11	$100i$	IT18	$2500i$

表 3-2 基本尺寸分段 (GB1800-79) (mm) :

主 段 落		中 间 段 落		主 段 落		中 间 段 落	
大 于	至	大 于	至	大 于	至	大 于	至
—	3			315	400	315	355
3	6					355	400
6	10			400	500	400	450
10	18	10	14	500	630	450	500
		14	18			500	560
18	30	18	24	630	800	560	630
		24	30			630	710
30	50	30	40	800	1000	710	800
		40	50			800	900
50	80	50	65	1000	1250	900	1000
		65	80			1000	1120
80	120	80	100	1250	1600	1120	1250
		100	120			1250	1400
120	180	120	140	1600	2000	1400	1600
		140	160			1600	1800
		160	180	2000	2500	1800	2000
180	250	180	200	2500	3150	2000	2240
		200	225			2500	2500
		225	250	2500	3150	2500	2800
250	315	250	280			2800	3150
		280	315				

表 3-3

尺寸至 500mm 标准公差数值 (GB1800—79)

基本尺寸 (mm)		公差等级																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	(μm)											(mm)								
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.68	2.5	3.9
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.3	6.3
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
500	630	4.5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0

注: 基本尺寸 < 1mm 时, 无 IT14 至 IT18.

3.1.3 基本偏差

表 3-4

孔、轴基本偏差的代号

孔	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z			
	CD		EF		FG	JS																ZA	ZB	ZC
轴	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z			
	cd		ef		fg	js																za	zb	zc

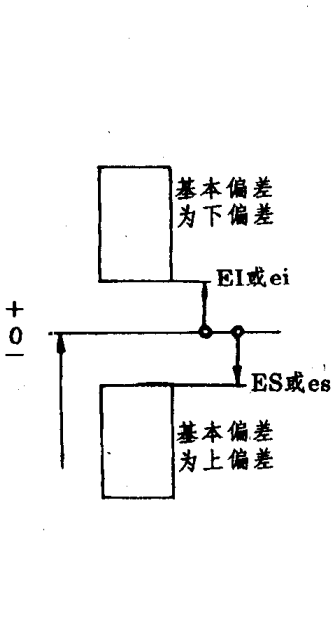


图 3-3 基本偏差

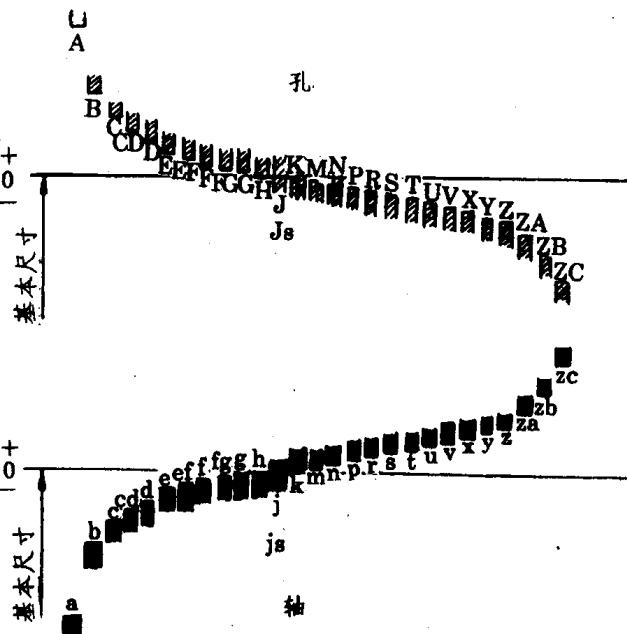


图 3-4 基本偏差系列

3.1.4 孔轴公差带

表 3—5

优先、常用和一般用途轴的公差带(GB1801—79)
(基本尺寸 $\leq 500\text{mm}$)

IT 等级	轴的公差带代号																					
	a	b	c	d	e	f	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
1								h1		js1												
2							h2		js2													
3							h3		js3													
4							h4	g4		js4	k4	m4	n4	p4	r4	s4						
5						f5	h5	g5	js5	js5	k5	m5	n5	p5	r4	s5	t5	u5	v5	x5	y5	z5
6					e6	f6	h6	g6	js6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	v6	x6	y6	z6
7				d7	e7	f7	h7	g7	js7	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7	x7	y7	z7
8			c8	d8	e8	f8	h8	g8	js8	js8	k8	m8	n8	p8	r8	s8	t8	u8	v8	x8	y8	z8
9	a9	b9	c9	d9	e9	f9	h9		js9													
10	a10	b10	c10	d10	e10		h10		js10													
11	a11	b11	c11	d11			h11		js11													
12	a12	b12	c12				h12		js12													
13	a13	b13	c13				h13		js13													

注：下带横线者为优先选用公差带，线框内为常用公差带，全部为一般用途公差带。

表 3-6

优先、常用和一般用途孔的公差带(GB1801-79)
(基本尺寸<500mm)

IT 等级	孔 的 公 差 带 代 号																						
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	
1								H1		Js1													
2								H2		Js2													
3								H3		Js3													
4								H4		Js4	K4	M4											
5							G5	H5		Js5	K5	M5	N5	P5	R5	S5							
6						F6	G6	H6	J6	Js6	K6	M6	N6	P6	R6	S6	T6	U6	V6	X6	Y6	Z6	
7				D7	E7	F7	G7	H7	J7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	U7	V7	X7	Y7	Z7	
8			C8	D8	E8	F8	G8	H8	J8	Js8	K8	M8	N8	P8	R8	S8	T8	U8	V8	X8	Y8	Z8	
9	A9	B9	C9	D9	E9	F9		H9		Js9				N9	P9								
10	A10	B10	C10	D10	E10			H10		Js10													
11	A11	B11	C11	D11				H11		Js11													
12	A12	B12	C12					H12		Js12													
13								H13		Js13													

注: 下带横线者为优先选用公差带, 线框内为常用公差带, 全部为一般用途公差带。

表 3—7

基本尺寸至 500mm 轴的极限偏差(GB1801—79)

(μm)

基本尺寸 (mm)		公 差 带														
		a					b					c				
大于	至	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
—	3	-270	-270	-270	-270	-270	-140	-140	-140	-140	-140	-60	-60	-60	-60	-60
		-295	-310	-330	-370	-410	-165	-180	-200	-240	-280	-74	-85	-100	-120	-160
3	6	-270	-270	-270	-270	-270	-140	-140	-140	-140	-140	-70	-70	-70	-70	-70
		-300	-318	-345	-390	-450	-170	-188	-215	-260	-320	-88	-100	-118	-14	-190
6	10	-280	-280	-280	-280	-280	-150	-150	-150	-150	-150	-80	-80	-80	-80	-80
		-316	-338	-370	-430	-500	-186	-208	-240	-300	-370	-102	-116	-138	-170	-230
10	14	-290	-290	-200	-290	-290	-150	-150	-150	-150	-150	-95	-95	-95	-95	-95
		-333	-360	-400	-470	-560	-193	-220	-260	-330	-420	-122	-138	-165	-205	-275
14	18	-290	-290	-200	-290	-290	-150	-150	-150	-150	-150	-95	-95	-95	-95	-95
		-333	-360	-400	-470	-560	-193	-220	-260	-330	-420	-122	-138	-165	-205	-275
18	24	-300	-300	-300	-300	-300	-160	-160	-160	-160	-160	-110	-110	-110	-110	-110
		-352	-384	-430	-510	-630	-212	-244	-290	-370	-490	-143	-162	-194	-240	-320
24	30	-300	-300	-300	-300	-300	-160	-160	-160	-160	-160	-110	-110	-110	-110	-110
		-352	-384	-430	-510	-630	-212	-244	-290	-370	-490	-143	-162	-194	-240	-320
30	40	-310	-310	-310	-310	-310	-170	-170	-170	-170	-170	-120	-120	-120	-120	-120
		-372	-410	-470	-560	-700	-232	-270	-330	-420	-560	-159	-182	-220	-280	-370
40	50	-320	-320	-320	-320	-320	-180	-180	-180	-180	-180	-130	-130	-130	-130	-130
		-382	-420	-480	-570	-710	-242	-280	-340	-430	-570	-169	-192	-230	-290	-380
50	65	-340	-340	-340	-340	-340	-190	-190	-190	-190	-190	-140	-140	-140	-140	-140
		-414	-460	-530	-640	-800	-264	-310	-380	-490	-650	-186	-214	-260	-330	-440
65	80	-360	-360	-360	-360	-360	-200	-200	-200	-200	-200	-150	-150	-150	-150	-150
		-434	-480	-550	-660	-820	-274	-320	-390	-500	-660	-196	-224	-270	-340	-450
80	100	-380	-380	-380	-380	-380	-220	-220	-220	-220	-220	-170	-170	-170	-170	-170
		-467	-520	-600	-730	-920	-307	-360	-440	-570	-760	-224	-257	-310	-390	-520

续表 1

基本尺寸 (mm)		公差带														
		a					b					c				
大于	至	9	10	11	12	13	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
100	120	-410 -497	-410 -550	-410 -630	-410 -760	-410 -950	-240 -327	-240 -380	-240 -460	-240 -590	-240 -780	-180 -234	-180 -267	-180 -320	-180 -400	-180 -530
120	140	-460 -560	-460 -620	-460 -710	-460 -860	-460 -1090	-260 -360	-260 -420	-260 -510	-260 -660	-260 -890	-200 -263	-200 -300	-200 -360	-200 -450	-200 -600
140	160	-520 -620	-520 -680	-520 -770	-520 -920	-520 -1150	-280 -380	-280 -440	-280 -530	-280 -680	-280 -910	-210 -273	-210 -310	-210 -370	-210 -460	-210 -610
160	180	-580 -680	-580 -740	-580 -830	-580 -980	-580 -1210	-310 -410	-310 -470	-310 -560	-310 -710	-310 -940	-230 -293	-230 -330	-230 -390	-230 -480	-230 -630
180	200	-660 -775	-660 -845	-660 -950	-660 -1120	-660 -1380	-340 -455	-340 -525	-340 -630	-340 -800	-340 -1060	-240 -312	-240 -355	-240 -425	-240 -530	-240 -770
200	225	-740 -855	-740 -925	-740 -1030	-740 -1200	-740 -1460	-380 -495	-380 -565	-380 -670	-380 -840	-380 -1100	-260 -332	-260 -375	-260 -445	-260 -550	-260 -720
225	250	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110	-820 -1280	-820 -1540	-420 -535	-420 -605	-420 -710	-420 -880	-420 -1140	-280 -352	-280 -395	-280 -465	-280 -570	-280 -740
250	280	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240	-920 -1440	-920 -1730	-480 -610	-480 -690	-480 -800	-480 -1000	-480 -1290	-300 -381	-300 -430	-300 -510	-300 -620	-300 -820
280	315	-1050 -1180	-1050 -1260	-1050 -1370	-1050 -1570	-1050 -1860	-540 -670	-540 -750	-540 -860	-540 -1060	-540 -1350	-330 -411	-330 -460	-330 -540	-330 -650	-330 -850
315	355	-1200 -1340	-1200 -1430	-1200 -1560	-1200 -1770	-1200 -2090	-600 -740	-600 -830	-600 -960	-600 -1170	-600 -1490	-360 -449	-360 -500	-360 -590	-360 -720	-360 -930
355	400	-1350 -1490	-1350 -1580	-1350 -1710	-1350 -1920	-1350 -2240	-680 -820	-680 -910	-680 -1040	-680 -1250	-680 -1570	-400 -489	-400 -540	-400 -630	-400 -760	-400 -970
400	450	-1500 -1655	-1500 -1750	-1500 -1900	-1500 -2130	-1500 -2470	-760 -915	-760 -1010	-760 -1160	-760 -1390	-760 -1730	-440 -537	-440 -595	-440 -690	-440 -840	-440 -1070
450	500	-1650 -1805	-1650 -1900	-1650 -2050	-1650 -2280	-1650 -2620	-840 -995	-840 -1090	-840 -1240	-840 -1470	-840 -1810	-480 -577	-480 -635	-480 -730	-480 -880	-480 -1110

续表 2

基本尺寸 (mm)		公差带													
		c		d					e					f	
大于	至	13	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	5	6	7
—	3	-60	-20	-20	-20	-20	-20	-14	-14	-14	-14	-14	-6	-6	-6
		-200	-30	-34	-45	-60	-80	-20	-24	-28	-39	-54	-10	-12	-16
3	6	-70	-30	-30	-30	-30	-30	-20	-20	-20	-20	-20	-10	-10	-10
		-250	-42	-48	-60	-78	-150	-28	-32	-38	-50	-68	-15	-18	-22
6	10	-80	-40	-40	-40	-40	-40	-25	-25	-25	-25	-25	-13	-13	-13
		-300	-55	-62	-76	-98	-130	-34	-40	-47	-61	-83	-19	-22	-28
10	14	-95	-50	-50	-50	-50	-50	-32	-32	-32	-32	-32	-16	-16	-16
		-365	-68	-77	-93	-120	-160	-43	-50	-59	-75	-102	-24	-27	-34
14	18	-110	-65	-65	-65	-65	-65	-40	-40	-40	-40	-40	-20	-20	-20
		-440	-86	-98	-117	-149	-195	-53	-61	-73	-92	-124	-29	-33	-41
18	24	-120	-80	-80	-80	-80	-80	-50	-50	-50	-50	-50	-25	-25	-25
		-510	-105	-119	-142	-180	-240	-66	-75	-89	-112	-150	-36	-41	-50
30	40	-130	-100	-100	-100	-100	-100	-60	-60	-60	-60	-60	-30	-30	-30
		-520	-130	-146	-174	-220	-290	-79	-90	-106	-134	-180	-43	-49	-60
40	50	-140	-120	-120	-120	-120	-120	-72	-72	-72	-72	-72	-36	-36	-36
		-600	-155	-174	-207	-260	-340	-94	-107	-126	-159	-212	-51	-58	-71
50	65	-150	-170	-170	-170	-170	-170	-94	-107	-126	-159	-212	-51	-58	-71
		-610	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-180
65	80	-170	-120	-120	-120	-120	-120	-72	-72	-72	-72	-72	-36	-36	-36
		-710	-155	-174	-207	-260	-340	-94	-107	-126	-159	-212	-51	-58	-71
80	100	-180	-120	-120	-120	-120	-120	-72	-72	-72	-72	-72	-36	-36	-36
		-720	-155	-174	-207	-260	-340	-94	-107	-126	-159	-212	-51	-58	-71
100	120	-170	-120	-120	-120	-120	-120	-72	-72	-72	-72	-72	-36	-36	-36
		-710	-155	-174	-207	-260	-340	-94	-107	-126	-159	-212	-51	-58	-71

续表 3

基本尺寸 (mm)		公差带													
		c		d					e					f	
大于	至	13	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	5	6	7
120	140	-200 -830													
140	160	-210 -840	-145 -185	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-85 -110	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-85 -245	-43 -61	-43 -63	-43 -83
160	180	-230 -860													
180	200	-240 -960													
200	225	-260 -980	-170 -216	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 -460	-100 -129	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-100 -285	-50 -70	-50 -79	-50 -96
225	250	-280 -1000													
250	280	-300 -1110	-190	-190	-190	-190	-190	-110	-110	-110	-110	-110	-56	-56	-56
280	315	-330 -1140	-242	-271	-320	-400	-510	-142	-162	-191	-240	-320	-79	-88	-108
315	355	-360 -1250	-210	-210	-210	-210	-210	-125	-125	-125	-125	-125	-62	-62	-62
355	400	-400 -1290	-267	-299	-350	-440	-570	-161	-182	-214	-265	-355	-87	-98	-119
400	450	-440 -1410	-230	-230	-230	-230	-230	-135	-135	-135	-135	-135	-68	-68	-68
450	500	-480 -1450	-293	-327	-385	-480	-630	-175	-198	-232	-290	-385	-95	-108	-131

续表 5

基本尺寸 (mm)		公差带												
		f		g						h				
大于	至	8	9	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6
120	140													
140	160	-43 -106	-43 -143	-14 -26	-14 -32	-14 -39	-14 -54	-14 -77	0 -3.5	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -25
160	180													
180	200													
200	225	-50 -122	-50 -165	-15 -29	-15 -35	-15 -44	-15 -61	-15 -87	0 -4.5	0 -7	0 -10	0 -14	0 -20	0 -29
225	250													
250	280	-56 -137	-56 -186	-17 -33	-17 -40	-17 -49	-17 -69	-17 -98	0 -6	0 -8	0 -12	0 -16	0 -23	0 -32
280	315													
315	355	-62 -151	-62 -202	-18 -36	-18 -43	-18 -54	-18 -75	-18 -107	0 -7	0 -9	0 -13	0 -18	0 -25	0 -36
355	400													
400	450	-68 -165	-68 -223	-20 -40	-20 -47	-20 -60	-20 -83	-20 -117	0 -8	0 -10	0 -15	0 -20	0 -27	0 -40
450	500													

续表 6

基本尺寸 (mm)		公差带												
		h							j			js		
大于	至	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	1	2	3
—	3	0 -10	0 -14	0 -25	0 -40	0 -60	0 -100	0 -140	—	+4 -2	+6 -4	± 0.4	± 0.6	± 1
3	6	0 -12	0 -18	0 -30	0 -48	0 -75	0 -120	0 -180	+3 -2	+6 -2	+8 -4	± 0.5	± 0.75	± 1.25
6	10	0 -15	0 -22	0 -36	0 -58	0 -90	0 -150	0 -220	+4 -2	+7 -2	+10 -5	± 0.5	± 0.75	± 1.25
10	14	0 -18	0 -27	0 -43	0 -70	0 -110	0 -180	0 -270	+5 -3	+8 -3	+12 -6	± 0.6	± 1	± 1.5
14	18													
18	24	0 -21	0 -33	0 -52	0 -84	0 -130	0 -210	0 -330	+5 -4	+9 -4	+13 -8	± 0.75	± 1.25	± 2
24	30													
30	40	0 -25	0 -39	0 -62	0 -100	0 -150	0 -250	0 -390	+6 -5	+11 -5	+15 -10	± 0.75	± 1.25	± 2
40	50													
50	65	0 -30	0 -46	0 -74	0 -120	0 -190	0 -300	0 -460	+6 -7	+12 -7	+18 -12	± 1	± 1.5	± 2.5
65	80													
80	100	0 -35	0 -54	0 -87	0 -140	0 -220	0 -350	0 -540	+6 -9	+13 -9	+20 -15	± 1.25	± 2	± 3
100	120													

续表 7

基本尺寸 (mm)		公差带												
		h							j			js		
大于	至	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	1	2	3
120	140													
140	160	0 -40	0 -63	0 -100	0 -160	0 -250	0 -400	0 -630	+7 -11	+14 -11	+22 -18	± 1.75	± 2.5	± 4
160	180													
180	200													
200	225	0 -46	0 -72	0 -115	0 -185	0 -290	0 -460	0 -720	+7 -13	+16 -13	+25 -21	± 2.25	± 3.5	± 5
225	250													
250	280	0 -52	0 -81	0 -130	0 -210	0 -320	0 -520	0 -810	+7 -16	—	—	± 3	± 4	± 6
280	315													
315	355	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	0 -360	0 -570	0 -890	+7 -18	—	+29 -28	± 3.5	± 4.5	± 6.5
355	400													
400	450	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	0 -400	0 -630	0 -970	+7 -20	—	+31 -32	± 4	± 5	± 7.5
450	500													

续表 8

基本尺寸 (mm)		公差带											
		js										k	
大于	至	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	4	5
—	3	± 1.5	± 2	± 3	± 5	± 7	± 12	± 20	± 30	± 50	± 70	+3 0	+4 0
3	6	± 2	± 2.5	± 4	± 6	± 9	± 15	± 24	± 37	± 60	± 90	+5 +1	+6 +1
6	10	± 2	± 3	± 4.5	± 7	± 11	± 18	± 29	± 45	± 75	± 110	+5 +1	+7 +1
10	14	± 2.5	± 4	± 5.5	± 9	± 13	± 21	± 35	± 55	± 90	± 135	+6 +1	+9 +1
14	18												
18	24	± 3	± 4.5	± 6.5	± 10	± 16	± 26	± 42	± 65	± 105	± 165	+8 +2	+11 +2
24	30												
30	40	± 3.5	± 5.5	± 8	± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+9 +2	+13 +2
40	50												
50	65	± 4	± 6.5	± 9.5	± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 150	± 230	+10 +2	+15 +2
65	80												
80	100	± 5	± 7.5	± 11	± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+13 +3	+18 +3
100	120												

续表 9

基本尺寸 (mm)		公差带											
		js										k	
大于	至	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	4	5
120	140	± 6	± 9	± 12.5	± 20	± 31	± 50	± 80	± 125	± 200	± 315	+15 +3	+21 +3
140	160												
160	180												
180	200	± 7	± 10	± 14.5	± 23	± 36	± 57	± 92	± 145	± 230	± 360	+18 +4	+24 +4
200	225												
225	250												
250	280	± 8	± 11.5	± 16	± 26	± 40	± 65	± 105	± 160	± 260	± 405	+20 +4	+27 +4
280	315												
315	355	± 9	± 12.5	± 18	± 28	± 44	± 70	± 115	± 180	± 285	± 445	+22 +4	+29 +4
355	400												
400	450	± 10	± 13.5	± 20	± 31	± 48	± 77	± 125	± 200	± 315	± 485	+25 +5	+32 +5
450	500												

续表 10

基本尺寸 (mm)		公差带												
		k			m						n			
大于	至	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
—	3	+6 0	+10 0	+14 0	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4
3	6	+9 +1	+13 +1	+18 0	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+26 +8
6	10	+10 +1	+16 +1	+22 0	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+32 +10
10	14	+12 +1	+19 +1	+27 0	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+34 +7	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+39 +12
14	18													
18	24	+15 +2	+23 +2	+33 0	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+41 +8	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+48 +15
24	30													
30	40	+18 +2	+27 +2	+39 0	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+56 +17
40	50													
50	65	+21 +2	+32 +2	+46 0	+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+57 +11	+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+66 +20
65	80													
80	100	+25 +3	+38 +3	+54 0	+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+67 +13	+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+77 +23
100	120													

续表 11

基本尺寸 (mm)		公差带												
		k			m						n			
大于	至	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
120	140	+28 +3	+43 +3	+63 0	+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+78 +15	+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+90 +27
140	160													
160	180													
180	200	+33 +4	+50 +4	+72 0	+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+89 +17	+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+103 +31
200	225													
225	250													
250	280	+36 +4	+56 +4	+81 0	+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+101 +20	+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+115 +34
280	315													
315	355	+40 +4	+61 +4	+89 0	+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+110 +21	+55 +37	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+126 +37
355	400													
400	450	+45 +5	+68 +5	+97 0	+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+120 +23	+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40	+137 +40
450	500													

续表 12

基本尺寸 (mm)		公差带												
		p					r					s		
大于	至	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6
—	3	+9	+10	+12	+16	+20	+13	+14	+16	+20	+24	+17	+18	+20
		+6	+6	+6	+6	+6	+10	+10	+10	+10	+10	+14	+14	+14
3	6	+16	+17	+20	+24	+30	+19	+20	+23	+27	+33	+23	+24	+27
		+12	+12	+12	+12	+12	+15	+15	+15	+15	+15	+19	+19	+19
6	10	+19	+21	+24	+30	+37	+23	+25	+28	+34	+41	+27	+29	+32
		+15	+15	+15	+15	+15	+19	+19	+19	+19	+19	+23	+23	+23
10	14	+23	+26	+29	+36	+45	+28	+31	+34	+41	+50	+33	+36	+39
		+18	+18	+18	+18	+18	+23	+23	+23	+23	+23	+28	+28	+28
14	18													
18	24	+28	+31	+35	+43	+55	+34	+37	+41	+49	+61	+41	+44	+48
		+22	+22	+22	+22	+22	+28	+28	+28	+28	+28	+35	+35	+35
24	30													
30	40	+33	+37	+42	+51	+65	+41	+45	+50	+59	+73	+50	+54	+59
		+26	+26	+26	+26	+26	+34	+34	+34	+34	+34	+43	+43	+43
40	50													
50	65	+40	+45	+51	+62	+78	+49	+54	+60	+71	+87	+61	+66	+72
		+32	+32	+32	+32	+32	+51	+56	+62	+73	+89	+67	+72	+78
65	80						+43	+43	+43	+43	+43	+59	+59	+59
80	100	+47	+52	+59	+72	+91	+61	+66	+73	+86	+105	+81	+86	+93
		+37	+37	+37	+37	+37	+51	+51	+51	+51	+51	+71	+71	+71
100	120						+64	+69	+76	+89	+108	+89	+94	+101
							+54	+54	+54	+54	+54	+79	+79	+79

续表 13

基本尺寸 (mm)		公差带												
		p					r					s		
大于	至	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6
120	140	+55 +43	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+75	+81	+88	+103	+126	+104	+110	+117
							+63	+63	+63	+63	+63	+92	+92	+92
140	160						+77	+83	+90	+105	+128	+112	+118	+125
		+65	+65	+65	+65	+65	+100	+100	+100					
160	180						+80	+86	+93	+108	+131	+120	+126	+133
							+68	+68	+68	+68	+68	+108	+108	+108
180	200						+91	+97	+106	+123	+149	+136	+142	+151
		+77	+77	+77	+77	+77	+122	+122	+122					
200	225	+64 +50	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+94	+100	+109	+126	+152	+144	+150	+159
							+80	+80	+80	+80	+80	+130	+130	+130
225	250						+98	+104	+113	+130	+156	+154	+160	+169
		+84	+84	+84	+84	+84	+140	+140	+140					
250	280	+72 +56	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+110	+117	+126	+146	+175	+174	+181	+190
							+94	+94	+94	+94	+94	+158	+158	+158
280	315						+114	+121	+130	+150	+179	+186	+193	+202
		+98	+98	+98	+98	+98	+170	+170	+170					
315	355	+80 +62	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+126	+133	+144	+165	+197	+208	+215	+226
							+108	+108	+108	+108	+108	+190	+190	+190
355	400						+132	+139	+150	+171	+203	+226	+233	+244
		+114	+114	+114	+114	+114	+208	+208	+208					
400	450	+88 +68	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+146	+153	+166	+189	+223	+252	+259	+272
							+126	+126	+126	+126	+126	+232	+232	+232
450	500						+152	+159	+172	+195	+229	+272	+279	+292
		+132	+132	+132	+132	+132	+252	+252	+252					

续表 14

基本尺寸 (mm)		公差带												
		s		t				u				v		
大于	至	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7
—	3	+24 +14	+28 +14	—	—	—	—	+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	—	—	—
3	6	+31 +19	+37 +19	—	—	—	—	+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	—	—	—
6	10	+38 +23	+45 +23	—	—	—	—	+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	—	—	—
10	14	+46	+55	—	—	—	—	+41	+44	+51	+60	—	—	—
14	18	+28	+28	—	—	—	—	+33	+33	+33	+33	+47 +39	+50 +39	+57 +39
18	24	+56	+68	—	—	—	—	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+56 +47	+60 +47	+68 +47
24	30	+35	+35	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+57 +48	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+64 +55	+68 +55	+76 +55
30	40	+68	+82	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+87 +48	+71 +60	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+79 +68	+84 +68	+93 +68
40	50	+43	+43	+65 +54	+70 +54	+79 +54	+93 +54	+81 +70	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+92 +81	+97 +81	+106 +81
50	65	+83 +53	+99 +53	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+112 +66	+100 +87	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+115 +102	+121 +102	+132 +102
65	80	+89 +59	+105 +59	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +75	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+133 +120	+139 +120	+150 +120
80	100	+106 +71	+125 +71	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+145 +91	+139 +124	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+161 +146	+168 +146	+181 +146
100	120	+114 +79	+133 +79	+119 +104	+126 +104	+139 +104	+158 +104	+159 +144	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+187 +172	+194 +172	+207 +172

续表 15

基本尺寸 (mm)		公差带												
		s		t				u				v		
大于	至	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7
120	140	+132	+155	+140	+147	+162	+185	+188	+195	+210	+233	+220	+227	+242
		+92	+92	+122	+122	+122	+122	+170	+170	+170	+170	+202	+202	+202
140	160	+140	+163	+152	+159	+174	+197	+208	+215	+230	+253	+246	+253	+268
		+100	+100	+134	+134	+134	+134	+190	+190	+190	+190	+228	+228	+228
160	180	+148	+171	+164	+171	+186	+209	+228	+235	+250	+273	+270	+277	+292
		+108	+108	+146	+146	+146	+146	+210	+210	+210	+210	+252	+252	+252
180	200	+168	+194	+186	+195	+212	+238	+256	+265	+282	+308	+304	+313	+330
		+122	+122	+166	+166	+166	+166	+236	+236	+236	+236	+284	+284	+284
200	225	+176	+202	+200	+209	+226	+252	+278	+287	+304	+330	+330	+339	+356
		+130	+130	+180	+180	+180	+180	+258	+258	+258	+258	+310	+310	+310
225	250	+186	+212	+216	+225	+242	+268	+304	+313	+330	+356	+360	+369	+386
		+140	+140	+196	+196	+196	+196	+284	+284	+284	+284	+340	+340	+340
250	280	+210	+239	+241	+250	+270	+299	+338	+347	+367	+396	+408	+417	+437
		+158	+158	+218	+218	+218	+218	+315	+315	+315	+315	+385	+385	+385
280	315	+222	+251	+263	+272	+292	+321	+373	+382	+402	+431	+448	+457	+477
		+170	+170	+240	+240	+240	+240	+350	+350	+350	+350	+425	+425	+425
315	355	+247	+279	+293	+304	+325	+357	+415	+426	+447	+479	+500	+511	+532
		+190	+190	+268	+268	+268	+268	+390	+390	+390	+390	+475	+475	+475
355	400	+265	+297	+319	+330	+351	+383	+460	+471	+492	+524	+555	+566	+587
		+208	+208	+294	+294	+294	+294	+435	+435	+435	+435	+530	+530	+530
400	450	+295	+329	+357	+370	+393	+427	+517	+530	+553	+587	+622	+635	+658
		+232	+232	+330	+330	+330	+330	+490	+490	+490	+490	+595	+595	+595
450	500	+315	+349	+387	+400	+423	+457	+567	+580	+603	+637	+687	+700	+723
		+252	+252	+360	+360	+360	+360	+540	+540	+540	+540	+660	+660	+660

续表 17

基本尺寸 (mm)		公差带												
		v	x					y				z		
大于	至	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
120	140	+265	+266	+273	+288	+311	+318	+325	+340	+363	+383	+390	+405	+428
		+202	+248	+248	+248	+248	+300	+300	+300	+300	+365	+365	+365	+365
140	160	+291	+298	+305	+320	+343	+358	+365	+380	+403	+433	+440	+455	+478
		+228	+280	+280	+280	+280	+340	+340	+340	+340	+415	+415	+415	+415
160	180	+315	+328	+335	+350	+373	+398	+405	+420	+443	+483	+490	+505	+528
		+252	+310	+310	+310	+310	+380	+380	+380	+380	+465	+465	+465	+465
180	200	+356	+370	+379	+396	+422	+445	+454	+471	+497	+540	+549	+566	+592
		+284	+350	+350	+350	+350	+425	+425	+425	+425	+520	+520	+520	+520
200	225	+382	+405	+414	+431	+457	+490	+499	+516	+542	+595	+604	+621	+647
		+310	+385	+385	+385	+385	+470	+470	+470	+470	+575	+575	+575	+575
225	250	+412	+445	+454	+471	+497	+540	+549	+566	+592	+660	+669	+686	+712
		+340	+425	+425	+425	+425	+520	+520	+520	+520	+640	+640	+640	+640
250	280	+466	+498	+507	+527	+556	+603	+612	+632	+661	+733	+742	+762	+791
		+385	+475	+475	+475	+475	+580	+580	+580	+580	+710	+710	+710	+710
280	315	+506	+548	+557	+577	+606	+673	+682	+702	+731	+813	+822	+842	+871
		+425	+525	+525	+525	+525	+650	+650	+650	+650	+790	+790	+790	+790
315	355	+564	+615	+626	+647	+679	+755	+766	+787	+819	+925	+936	+957	+989
		+475	+590	+590	+590	+590	+730	+730	+730	+730	+900	+900	+900	+900
355	400	+619	+685	+696	+717	+749	+845	+856	+877	+909	+1025	+1036	+1057	+1089
		+530	+660	+660	+660	+660	+820	+820	+820	+820	+1000	+1000	+1000	+1000
400	450	+692	+767	+780	+803	+837	+947	+960	+983	+1017	+1127	+1140	+1163	+1197
		+595	+740	+740	+740	+740	+920	+920	+920	+920	+1100	+1100	+1100	+1100
450	500	+757	+847	+860	+883	+917	+1027	+1040	+1063	+1097	+1277	+1290	+1313	+1347
		+660	+820	+820	+820	+820	+1000	+1000	+1000	+1000	+1250	+1250	+1250	+1250

注: 1. 基本尺寸小于 1mm 时, 各级的 a 和 b 均不采用。

2. 标有 ▽ 的是优先公差带。

表 3—8

基本尺寸至 500mm 孔的极限偏差

(μm)

基本尺寸 (mm)		公 差 带												
		A				B				C				
大于	至	9	10	11	12	9	10	11	12	8	9	10	11	12
—	3	+295	+310	+330	+370	+165	+180	+200	+240	+74	+85	+100	+120	+160
		+270	+270	+270	+270	+140	+140	+140	+140	+60	+60	+60	+60	+60
3	6	+300	+318	+345	+390	+170	+188	+215	+260	+88	+100	+118	+145	+190
		+270	+270	+270	+270	+140	+140	+140	+140	+70	+70	+70	+70	+70
6	10	+316	+338	+370	+430	+186	+208	+240	+300	+102	+116	+138	+170	+230
		+280	+280	+280	+280	+150	+150	+150	+150	+80	+80	+80	+80	+80
10	14	+333	+360	+400	+470	+193	+220	+260	+330	+122	+138	+165	+205	+275
		+290	+290	+290	+290	+150	+150	+150	+150	+95	+95	+95	+95	+95
14	18													
18	24	+352	+384	+430	+510	+212	+244	+290	+370	+143	+162	+194	+240	+320
		+300	+300	+300	+300	+160	+160	+160	+160	+110	+110	+110	+110	+110
24	30													
30	40	+372	+410	+470	+560	+232	+270	+330	+420	+159	+182	+220	+280	+370
		+310	+310	+310	+310	+170	+170	+170	+170	+120	+120	+120	+120	+120
40	50	+382	+420	+480	+570	+242	+280	+340	+430	+169	+192	+230	+290	+380
		+320	+320	+320	+320	+180	+180	+180	+180	+130	+130	+130	+130	+130
50	65	+414	+460	+530	+640	+264	+310	+380	+490	+186	+214	+260	+330	+440
		+340	+340	+340	+340	+190	+190	+190	+190	+140	+140	+140	+140	+140
65	80	+434	+480	+550	+660	+274	+320	+390	+500	+196	+224	+270	+340	+450
		+360	+360	+360	+360	+200	+200	+200	+200	+150	+150	+150	+150	+150
80	100	+467	+520	+600	+730	+307	+360	+440	+570	+224	+257	+310	+390	+520
		+380	+380	+380	+380	+220	+220	+220	+220	+170	+170	+170	+170	+170
100	120	+497	+550	+630	+760	+327	+380	+460	+590	+234	+267	+320	+400	+530
		+410	+410	+410	+410	+240	+240	+240	+240	+180	+180	+180	+180	+180

续表 1

基本尺寸 (mm)		公差带												
		A				B				C				
大于	至	9	10	11	12	9	10	11	12	8	9	10	11	12
120	140	+560	+620	+710	+860	+360	+420	+510	+660	+263	+300	+360	+450	+600
		+460	+460	+460	+460	+260	+260	+260	+260	+200	+200	+200	+200	+200
140	160	+620	+680	+770	+920	+380	+440	+530	+680	+273	+310	+370	+460	+610
		+520	+520	+520	+520	+280	+280	+280	+280	+210	+210	+210	+210	+210
160	180	+680	+740	+830	+980	+410	+470	+560	+710	+293	+330	+390	+480	+630
		+580	+580	+580	+580	+310	+310	+310	+310	+230	+230	+230	+230	+230
180	200	+775	+845	+950	+1120	+455	+525	+630	+800	+312	+355	+425	+530	+700
		+660	+660	+660	+660	+340	+340	+340	+340	+240	+240	+240	+240	+240
200	225	+855	+925	+1030	+1200	+495	+565	+670	+840	+332	+375	+445	+550	+720
		+740	+740	+740	+740	+380	+380	+380	+380	+260	+260	+260	+260	+260
225	250	+935	+1005	+1110	+1280	+535	+605	+710	+880	+352	+395	+465	+570	+740
		+820	+820	+820	+820	+420	+420	+420	+420	+280	+280	+280	+280	+280
250	280	+1050	+1130	+1240	+1440	+610	+690	+800	+1000	+381	+430	+510	+620	+820
		+920	+920	+920	+920	+480	+480	+480	+480	+300	+300	+300	+300	+300
280	315	+1180	+1260	+1370	+1570	+670	+750	+860	+1060	+411	+460	+540	+650	+850
		+1050	+1050	+1050	+1050	+540	+540	+540	+540	+330	+330	+330	+330	+330
315	355	+1340	+1430	+1560	+1770	+740	+830	+960	+1170	+449	+500	+590	+720	+930
		+1200	+1200	+1200	+1200	+600	+600	+600	+600	+360	+360	+360	+360	+360
355	400	+1490	+1580	+1710	+1920	+820	+910	+1040	+1250	+489	+540	+630	+760	+970
		+1350	+1350	+1350	+1350	+680	+680	+680	+680	+400	+400	+400	+400	+400
400	450	+1655	+1750	+1900	+2130	+915	+1010	+1160	+1390	+537	+595	+690	+840	+1070
		+1500	+1500	+1500	+1500	+760	+760	+760	+760	+440	+440	+440	+440	+440
450	500	+1805	+1900	+2050	+2280	+995	+1090	+1240	+1470	+577	+635	+730	+880	+1110
		+1650	+1650	+1650	+1650	+840	+840	+840	+840	+480	+480	+480	+480	+480

续表 3

基本尺寸 (mm)		公差带												
		D					E				F			
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	6	7	8	9
120	140	+185 +145	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+245 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43
140	160													
160	180													
180	200	+216 +170	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+285 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50
200	225													
225	250													
250	280	+242 +190	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+320 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56
280	315													
315	355	+267 +210	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+355 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62
355	400													
400	450	+293 +230	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+385 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68
450	500													

续表 4

基本尺寸 (mm)		公差带												
		G				H								
大于	至	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	3	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+0.8 0	+1.2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0
3	6	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0
6	10	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0
10	14	+14	+17	+24	+33	+1.2	+2	+3	+5	+8	+11	+18	+27	+43
14	18	+6	+6	+6	+6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	24	+16	+20	+28	+40	+1.5	+2.5	+4	+6	+9	+13	+21	+33	+52
24	30	+7	+7	+7	+7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	40	+20	+25	+34	+48	+1.5	+2.5	+4	+7	+11	+16	+25	+39	+62
40	50	+9	+9	+9	+9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	65	+23	+29	+40	+56	+2	+3	+5	+8	+13	+19	+30	+46	+74
65	80	+10	+10	+10	+10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	100	+27	+34	+47	+66	+2.5	+4	+6	+10	+15	+22	+35	+54	+87
100	120	+12	+12	+12	+12	0	0	0	0	0	0	0	0	0

续表 5

基本尺寸 (mm)		公差带													
		G				H									
大于	至	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
120	140	+32 +14	+39 +14	+54 +14	+77 +14	+3.5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	
140	160														
160	180														
180	200	+35 +15	+44 +15	+61 +15	+87 +15	+4.5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	
200	225														
225	250														
250	280	+40 +17	+49 +17	+69 +17	+98 +17	+6 0	+8 0	+12 +0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	
280	315														
315	355	+43 +18	+54 +18	+75 +18	+107 +18	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	
355	400														
400	450	+47 +20	+60 +20	+83 +20	+117 +20	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	
450	500														

续表 6

基本尺寸 (mm)		公差带													
		H				J			Js						
大于	至	10	11	12	13	6	7	8	1	2	3	4	5	6	
—	3	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0	+2 -4	+4 -6	+6 -8	± 0.4	± 0.6	± 1	± 1.5	± 2	± 3	
3	6	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0	+5 -3	—	+10 -8	± 0.5	± 0.75	± 1.25	± 2	± 2.5	± 4	
6	10	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0	+5 -4	+8 -7	+12 -10	± 0.5	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3	± 4.5	
10	14	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0	+6 -5	+10 -8	+15 -12	± 0.6	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 5.5	
14	18														
18	24	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0	+8 -5	+12 -9	+20 -13	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3	± 4.5	± 6.5	
24	30														
30	40	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0	+10 -6	+14 -11	+24 -15	± 0.75	± 1.25	± 2	± 3.5	± 5.5	± 8	
40	50														
50	65	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0	+13 -6	+18 -12	+28 -18	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6.5	± 9.5	
65	80														
80	100	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0	+16 -6	+22 -13	+34 -20	± 1.25	± 2	± 3	± 5	± 7.5	± 11	
100	120														

续表 7

基本尺寸 (mm)		公差带													
		H				J			Js						
大于	至	10	11	12	13	6	7	8	1	2	3	4	5	6	
120	140	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0	+18 -7	+26 -14	+41 -22	± 1.75	± 2.5	± 4	± 6	± 9	± 12.5	
140	160														
160	180														
180	200	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0	+22 -7	+30 -16	+47 -25	± 2.25	± 3.5	± 5	± 7	± 10	± 14.5	
200	225														
225	250														
250	280	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0	+25 -7	+36 -16	+55 -26	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11.5	± 16	
280	315														
315	355	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0	+29 -7	+39 -18	+60 -29	± 3.5	± 4.5	± 6.5	± 9	± 12.5	± 18	
355	400														
400	450	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0	+33 -7	+43 -20	+66 -31	± 4	± 5	± 7.5	± 10	± 13.5	± 20	
450	500														

续表 8

基本尺寸 (mm)		公差带												
		Js							K					M
大于	至	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	4
—	3	± 5	± 7	± 12	± 20	± 30	± 50	± 70	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	-2 -5
		± 6	± 9	± 15	± 24	± 37	± 60	± 90	+0.5 -3.5	0 -5	+2 -6	+3 -9	+5 -13	-2.5 -6.5
3	6	± 7	± 11	± 18	± 29	± 45	± 75	± 110	+0.5 -3.5	+1 -5	+2 -7	+5 -10	+6 -15	-4.5 -8.5
		± 9	± 13	± 21	± 35	± 55	± 90	± 135	+1 -4	+2 -6	+2 -9	+6 -12	+8 -19	-5 -10
10	14	± 10	± 16	± 26	± 42	± 65	± 105	± 165	0 -6	+1 -8	+2 -11	+6 -15	+10 -23	-6 -12
		± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-6 -13
14	18	± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 150	± 230	+1 -7	+3 -10	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-8 -16
		± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19
18	24	± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19
		± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-6 -13
24	30	± 10	± 16	± 26	± 42	± 65	± 105	± 165	0 -6	+1 -8	+2 -11	+6 -15	+10 -23	-6 -12
		± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-6 -13
30	40	± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-6 -13
		± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 150	± 230	+1 -7	+3 -10	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-8 -16
40	50	± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 150	± 230	+1 -7	+3 -10	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-8 -16
		± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19
50	65	± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19
		± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-6 -13
65	80	± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 150	± 230	+1 -7	+3 -10	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-8 -16
		± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19
80	100	± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19
		± 12	± 19	± 31	± 50	± 80	± 125	± 195	+1 -6	+2 -9	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-6 -13
100	120	± 15	± 23	± 37	± 60	± 95	± 150	± 230	+1 -7	+3 -10	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-8 -16
		± 17	± 27	± 43	± 70	± 110	± 175	± 270	+1 -9	+2 -13	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-9 -19

续表 10

基本尺寸 (mm)		公差带												
		M				N					P			
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	5	6	7	8
—	3	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-6	-6	-6	-6
		-6	-8	-12	-16	-8	-10	-14	-18	-29	-10	-12	-16	-20
3	6	-3	-1	0	+2	-7	-5	-4	-2	0	-11	-9	-8	-12
		-8	-9	-12	-16	-12	-13	-16	-20	-30	-16	-17	-20	-30
6	10	-4	-3	0	+1	-8	-7	-4	-3	0	-13	-12	-9	-15
		-10	-12	-15	-21	-14	-16	-19	-25	-36	-19	-21	-24	-37
10	14	-4	-4	0	+2	-9	-9	-5	-3	0	-15	-15	-11	-18
		-12	-15	-18	-25	-17	-20	-23	-30	-43	-23	-26	-29	-45
14	18	-4	-4	0	+2	-9	-9	-5	-3	0	-15	-15	-11	-18
		-12	-15	-18	-25	-17	-20	-23	-30	-43	-23	-26	-29	-45
18	24	-5	-4	0	+4	-12	-11	-7	-3	0	-19	-18	-14	-22
		-14	-17	-21	-29	-21	-24	-28	-36	-52	-28	-31	-35	-55
24	30	-5	-4	0	+4	-12	-11	-7	-3	0	-19	-18	-14	-22
		-14	-17	-21	-29	-21	-24	-28	-36	-52	-28	-31	-35	-55
30	40	-5	-4	0	+5	-13	-12	-8	-3	0	-22	-21	-17	-26
		-16	-20	-25	-34	-24	-28	-33	-42	-62	-33	-37	-42	-65
40	50	-5	-4	0	+5	-13	-12	-8	-3	0	-22	-21	-17	-26
		-16	-20	-25	-34	-24	-28	-33	-42	-62	-33	-37	-42	-65
50	65	-6	-5	0	+5	-15	-14	-9	-4	0	-27	-26	-21	-32
		-19	-24	-30	-41	-28	-33	-39	-50	-74	-40	-45	-51	-78
65	80	-6	-5	0	+5	-15	-14	-9	-4	0	-27	-26	-21	-32
		-19	-24	-30	-41	-28	-33	-39	-50	-74	-40	-45	-51	-78
80	100	-8	-6	0	+6	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37
		-23	-28	-35	-48	-33	-38	-45	-58	-87	-47	-52	-59	-91
100	120	-8	-6	0	+6	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37
		-23	-28	-35	-48	-33	-38	-45	-58	-87	-47	-52	-59	-91

续表 11

基本尺寸 (mm)		公差带												
		M				N					P			
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	5	6	7	8
120	140													
140	160	-9 -27	-8 -33	0 -40	+8 -55	-21 -39	-20 -45	-12 -52	-4 -67	0 -100	-37 -55	-36 -61	-28 -68	-43 -106
160	180													
180	200													
200	225	-11 -31	-8 -37	0 -46	+9 -63	-25 -45	-22 -51	-14 -60	-5 -77	0 -115	-44 -64	-41 -70	-33 -79	-50 -122
225	250													
250	280	-13 -36	-9 -41	0 -52	+9 -72	-27 -50	-25 -57	-14 -66	-5 -86	0 -130	-49 -72	-47 -79	-36 -88	-56 -137
280	315													
315	355	-41 -39	-10 -46	0 -57	+11 -78	-30 -55	-26 -62	-16 -73	-5 -94	0 -140	-55 -80	-51 -87	-41 -98	-62 -151
355	400													
400	450	-16 -43	-10 -50	0 -63	+11 -86	-33 -60	-27 -67	-17 -80	-6 -103	0 -155	-61 -88	-55 -95	-45 -108	-68 -165
450	500													

续表 12

基本尺寸 (mm)		公差带												
		P	R					S				T			U
大于	至	9	5	6	7	8	5	6	7	8	6	7	8	6
—	3	-6	-10	-10	-10	-10	-14	-14	-14	-14	—	—	—	-18
		-31	-14	-16	-20	-24	-18	-20	-24	-28	—	—	—	-24
3	6	-12	-14	-12	-11	-15	-18	-16	-15	-19	—	—	—	-20
		-42	-19	-20	-23	-33	-23	-24	-27	-37	—	—	—	-28
6	10	-15	-17	-16	-13	-19	-21	-20	-17	-23	—	—	—	-25
		-51	-23	-25	-28	-41	-27	-29	-32	-45	—	—	—	-34
10	14	-18	-20	-20	-16	-23	-25	-25	-21	-28	—	—	—	-30
		-61	-28	-31	-34	-50	-33	-36	-39	-55	—	—	—	-41
14	18	-18	-20	-20	-16	-23	-25	-25	-21	-28	—	—	—	-30
		-61	-28	-31	-34	-50	-33	-36	-39	-55	—	—	—	-41
18	24	-22	-25	-24	-20	-28	-32	-31	-27	-35	—	—	—	-37
		-74	-34	-37	-41	-61	-41	-44	-48	-68	-37	-33	-41	-44
24	30	-74	-34	-37	-41	-61	-41	-44	-48	-68	-37	-33	-41	-44
		-50	-54	-74	-57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	40	-26	-30	-29	-25	-34	-39	-38	-34	-43	-43	-39	-48	-55
		-88	-41	-45	-50	-73	-50	-54	-59	-82	-49	-45	-54	-65
40	50	-88	-41	-45	-50	-73	-50	-54	-59	-82	-49	-45	-54	-65
		-65	-70	-93	-81	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	65	-32	-36	-35	-30	-41	-48	-47	-42	-53	-60	-55	-66	-81
		-106	-49	-54	-60	-87	-61	-66	-72	-99	-79	-85	-112	-100
65	80	-106	-38	-37	-32	-43	-54	-53	-48	-59	-69	-64	-75	-96
		-51	-56	-62	-89	-67	-72	-78	-105	-88	-94	-121	-115	
80	100	-37	-46	-44	-38	-51	-66	-64	-58	-71	-84	-78	-91	-117
		-124	-61	-66	-73	-105	-81	-86	-93	-125	-106	-113	-145	-139
100	120	-124	-49	-47	-41	-54	-74	-72	-66	-79	-97	-91	-104	-137
		-64	-69	-76	-108	-89	-94	-101	-133	-119	-126	-158	-159	

续表 13

基本尺寸 (mm)		公差带													
		P	R				S				T			U	
大于	至	9	5	6	7	8	5	6	7	8	6	7	8	6	
120	140	-43 -143	-57	-56	-48	-63	-86	-85	-77	-92	-115	-107	-122	-163	
			-75	-81	-88	-126	-104	-110	-117	-155	-140	-147	-185	-188	
140	160		-59	-58	-50	-65	-94	-93	-85	-100	-127	-119	-134	-183	
			-77	-83	-90	-128	-112	-118	-125	-163	-152	-159	-197	-208	
160	180		-62	-61	-53	-68	-102	-101	-93	-108	-139	-131	-146	-203	
			-80	-86	-93	-131	-120	-126	-133	-171	-164	-171	-209	-228	
180	200		-71	-68	-60	-77	-116	-113	-105	-122	-157	-149	-166	-227	
			-91	-97	-106	-149	-136	-142	-151	-194	-186	-195	-238	-256	
200	225		-50	-74	-71	-63	-80	-124	-121	-113	-130	-171	-163	-180	-249
			-165	-94	-100	-109	-152	-144	-150	-159	-202	-200	-209	-252	-278
225	250		-78	-75	-67	-84	-134	-131	-123	-140	-187	-179	-196	-275	
			-98	-104	-113	-156	-154	-160	-169	-212	-216	-225	-268	-304	
250	280		-56	-87	-85	-74	-94	-151	-149	-138	-158	-209	-198	-218	-306
			-186	-110	-117	-126	-175	-174	-181	-190	-239	-241	-250	-299	-338
280	315	-91	-89	-78	-98	-163	-161	-150	-170	-231	-220	-240	-341		
		-114	-121	-130	-179	-186	193	-202	-251	-263	-272	-321	-373		
315	355	-62	-101	-97	-87	-108	-183	-179	-169	-190	-257	-247	-268	-379	
		-202	-126	-133	-144	-197	-208	-215	-226	-279	-293	-304	-357	-415	
355	400	-107	-103	-93	-114	-201	-197	-187	-208	-283	-273	-294	-424		
		-132	-139	-150	-203	-226	-233	-244	-297	-319	-330	-383	-460		
400	450	-68	-119	-113	-103	-126	-225	-219	-209	-232	-317	-307	-330	-477	
		-223	-146	-153	-166	-223	-252	-259	-272	-329	-357	-370	-427	-517	
450	500	-125	-119	-109	-132	-245	-239	-229	-252	-347	-337	-360	-527		
		-152	-159	-172	-229	-272	-279	-292	-349	-387	-400	-457	-567		

续表 14

基本尺寸 (mm)		公 差 带														
		U		V			X			Y			Z			
大于	至	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8	
—	3	-18 -28	-18 -32	—	—	—	-20 -26	-20 -30	-20 -34	—	—	—	-26 -32	-26 -36	-26 -40	
3	6	-19 -31	-23 -41	—	—	—	-25 -33	-24 -36	-28 -46	—	—	—	-32 -40	-31 -43	-35 -53	
6	10	-22 -37	-28 -50	—	—	—	-31 -40	-28 -43	-34 -56	—	—	—	-39 -48	-36 -51	-42 -64	
10	14	-26 -44	-33 -60	—	—	—	-37 -48	-33 -51	-40 -67	—	—	—	-47 -58	-43 -61	-50 -77	
14	18			-36 -47	-32 -50	-39 -66	-42 -53	-38 -56	-45 -72	—	—	—	-57 -68	-53 -71	-60 -87	
18	24	-33 -54	-41 -74	-43 -56	-39 -60	-47 -80	-50 -63	-46 -67	-54 -87	-59 -72	-55 -76	-63 -96	-69 -82	-65 -86	-73 -106	
24	30	-40 -61	-48 -81	-51 -64	-47 -68	-55 -88	-60 -73	-56 -77	-64 -97	-71 -84	-67 -88	-75 -108	-84 -97	-80 -101	-88 -121	
30	40	-51 -76	-60 -99	-63 -79	-59 -84	-68 -107	-75 -91	-71 -96	-80 -119	-89 -105	-85 -110	-94 -133	-107 -123	-103 -128	-112 -151	
40	50	-61 -86	-70 -109	-76 -92	-72 -97	-81 -120	-92 -108	-88 -113	-97 -136	-109 -125	-105 -130	-114 -153	-131 -147	-127 -152	-136 -175	
50	65	-76 -106	-87 -133	-96 -115	-91 -121	-102 -148	-116 -135	-111 -141	-122 -168	-138 -157	-133 -163	-144 -190	-166 -185	-161 -191	-172 -218	
65	80	-91 -121	-102 -148	-114 -133	-109 -139	-120 -166	-140 -159	-135 -165	-146 -192	-168 -187	-163 -193	-174 -220	-204 -223	-199 -229	-210 -256	
80	100	-111 -146	-124 -178	-139 -161	-133 -168	-146 -200	-171 -193	-165 -200	-178 -232	-207 -229	-201 -236	-214 -268	-251 -273	-245 -280	-258 -312	
100	120	-131 -166	-144 -198	-165 -187	-159 -194	-172 -226	-203 -225	-197 -232	-210 -264	-247 -269	-241 -276	-254 -308	-303 -325	-297 -332	-310 -364	

3.1.5 优先常用配合

表 3-9

基孔制优先、常用配合(GB1801-79)

基 准 孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间 隙 配 合								过 渡 配 合				过 盈 配 合								
H6						$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$					
H7						$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$
H8					$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{a7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$				
				$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h8}$														
H9			$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$														
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$			$\frac{H10}{h10}$														
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$			$\frac{H11}{h11}$														
H12		$\frac{H12}{b12}$					$\frac{H12}{h12}$														

注: 1. $\frac{H6}{n5}$ 、 $\frac{H7}{p6}$ 在基本尺寸 < 3mm 和 $\frac{H8}{r7}$ 在 < 100mm 时, 为过渡配合。

2. 用 \blacktriangledown 标示的配合为优先配合。

表 3—10

基轴制优先、常用配合(GB1801—79)

基 准 轴	孔																					
	A	B	C	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	
	间 隙 配 合								过 渡 配 合				过 盈 配 合									
h5						$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{Js6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$						
h6						$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$					
h7					$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$										
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$														
h9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H9}{h9}$														
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$														
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$														
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$														

注：用▼标示的配合为优先配合。

3.16 未注公差尺寸的极限偏差

(mm)

表 3—11 未注公差尺寸的极限偏差数值(GB1804—79)

基本尺寸		公 差 带																				
大于	至	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	h12	h13	h14	h15	h16	h17	h18	Js12 (js12)	Js13 (js13)	Js14 (js14)	Js15 (js15)	Js16 (js16)	Js17 (js17)	Js18 (js18)
-	3	+0.10 0	+0.14 0	+0.25 0	+0.40 0	+0.60 0	+1.0 0	+1.4 0	0 -0.10	0 -0.14	0 -0.25	0 -0.40	0 -0.60	0 -1.0	0 -1.4	± 0.05	± 0.07	± 0.125	± 0.20	± 0.30	± 0.5	± 0.7
3	6	+0.12 0	+0.18 0	+0.30 0	+0.48 0	+0.75 0	+1.2 0	+1.8 0	0 -0.12	0 -0.18	0 -0.30	0 -0.48	0 -0.75	0 -1.2	0 -1.8	± 0.06	± 0.09	± 0.15	± 0.24	± 0.375	± 0.6	± 0.9
6	10	+0.15 0	+0.22 0	+0.36 0	+0.58 0	+0.90 0	+1.5 0	+2.2 0	0 -0.15	0 -0.22	0 -0.36	0 -0.58	0 -0.90	0 -1.5	0 -2.2	± 0.075	± 0.11	± 0.18	± 0.29	± 0.45	± 0.75	± 1.1
10	18	+0.18 0	+0.27 0	+0.43 0	+0.70 0	+1.10 0	+1.8 0	+2.7 0	0 -0.18	0 -0.27	0 -0.43	0 -0.70	0 -1.10	0 -1.8	0 -2.7	± 0.09	± 0.135	± 0.215	± 0.35	± 0.55	± 0.9	± 1.35
18	30	+0.21 0	+0.33 0	+0.52 0	+0.84 0	+1.30 0	+2.1 0	+3.3 0	0 -0.21	0 -0.33	0 -0.52	0 -0.84	0 -1.30	0 -2.1	0 -3.3	± 0.105	± 0.165	± 0.26	± 0.42	± 0.65	± 1.05	± 1.55
20	50	+0.25 0	+0.39 0	+0.62 0	+1.00 0	+1.60 0	+2.5 0	+3.9 0	0 -0.25	0 -0.39	0 -0.62	0 -1.00	0 -1.60	0 -2.5	0 -3.9	± 0.125	± 0.195	± 0.31	± 0.50	± 0.80	± 1.25	± 1.95
50	80	+0.30 0	+0.46 0	+0.74 0	+1.20 0	+1.90 0	+3.0 0	+4.6 0	0 -0.30	0 -0.46	0 -0.74	0 -1.20	0 -1.90	0 -3.0	0 -4.6	± 0.15	± 0.23	± 0.37	± 0.60	± 0.95	± 1.5	± 2.3
80	120	+0.35 0	+0.54 0	+0.87 0	+1.40 0	+2.20 0	+3.5 0	+5.4 0	0 -0.35	0 -0.54	0 -0.87	0 -1.40	0 -2.20	0 -3.5	0 -5.4	± 0.175	± 0.27	± 0.435	± 0.70	± 1.10	± 1.75	± 2.7
120	180	+0.40 0	+0.63 0	+1.00 0	+1.60 0	+2.50 0	+4.0 0	+6.3 0	0 -0.40	0 -0.63	0 -1.00	0 -1.60	0 -2.50	0 -4.0	0 -6.3	± 0.20	± 0.315	± 0.50	± 0.80	± 1.25	± 2.0	± 3.15
180	250	+0.46 0	+0.72 0	+1.15 0	+1.85 0	+2.90 0	+4.5 0	+7.2 0	0 -0.46	0 -0.72	0 -1.15	0 -1.85	0 -2.90	0 -4.6	0 -7.2	± 0.23	± 0.36	± 0.575	± 0.925	± 1.45	± 2.3	± 3.6
250	315	+0.52 0	+0.81 0	+1.30 0	+2.10 0	+3.20 0	+5.2 0	+8.1 0	0 -0.52	0 -0.81	0 -1.30	0 -2.10	0 -3.20	0 -5.2	0 -8.1	± 0.26	± 0.405	± 0.65	± 1.05	± 1.60	± 2.6	± 4.05

续表 1

基本尺寸		公差带																				
大于	至	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	h12	h13	h14	h15	h16	h17	h18	Js12 (js12)	Js13 (js13)	Js14 (js14)	Js15 (js15)	Js16 (js16)	Js17 (js17)	Js18 (js18)
315	400	+0.57 0	+0.89 0	+1.40 0	+2.30 0	+3.60 0	+5.7 0	+8.9 0	-0.57 0	-0.89 -1.40	0 0	0 -2.30	0 -3.60	0 -5.7	0 -8.9	±0.285	±0.445	±0.70	±1.15	±1.80	±2.85	±4.85
400	500	+0.63 0	+0.97 0	+1.55 0	+2.50 0	+4.00 0	+6.3 0	+9.7 0	-0.63 0	-0.97 -1.55	0 0	0 -2.50	0 -4.00	0 -6.3	0 -9.7	±0.315	±0.485	±0.775	±1.25	±2.00	±3.15	±4.85
500	630	+0.70 0	+1.10 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7.0 0	+11.0 0	-0.70 0	-1.10 -1.75	0 0	0 -2.8	0 -4.4	0 -7.0	0 -11.0	±0.35	±0.55	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5
630	800	+0.80 0	+1.25 0	+2.00 0	+3.2 0	+5.0 0	+8.0 0	+12.5 0	-0.80 0	-1.25 -2.00	0 0	0 -3.2	0 -5.0	0 -8.0	0 -12.5	±0.40	±0.625	±1.00	±1.6	±2.5	±4.0	±6.25
800	1000	+0.90 0	+1.40 0	+2.30 0	+3.6 0	+5.6 0	+9.0 0	+14.0 0	-0.90 0	-1.40 -2.30	0 0	0 -3.6	0 -5.6	0 -9.0	0 -14.0	±0.45	±0.70	±1.15	±1.8	±2.8	±4.5	±7.0
1000	1250	+1.05 0	+1.65 0	+2.60 0	+4.2 0	+6.6 0	+10.5 0	+16.5 0	-1.05 0	-1.65 -2.60	0 0	0 -4.2	0 -6.6	0 -10.5	0 -16.5	±0.525	±0.825	±1.30	±2.1	±3.3	±5.25	±8.25
1250	1600	+1.25 0	+1.95 0	+3.10 0	+5.0 0	+7.3 0	+12.5 0	+19.5 0	-1.25 0	-1.95 -3.10	0 0	0 -5.0	0 -7.8	0 -12.5	0 -19.5	±0.625	±0.975	±1.55	±2.5	±3.9	±6.25	±9.75
1600	2000	+1.50 0	+2.30 0	+3.70 0	+6.0 0	+9.2 0	+15.0 0	+23.0 0	-1.50 0	-2.80 -3.70	0 0	0 -6.0	0 -9.2	0 -15.0	0 -23.0	±0.75	±1.15	±1.85	±3.0	±4.6	±7.5	±11.5
2000	2500	+1.75 0	+2.30 0	+4.40 0	+7.0 0	+11.0 0	+17.5 0	+28.0 0	-1.75 0	-2.80 -4.40	0 0	0 -7.0	0 -11.0	0 -17.5	0 -28.0	±0.875	±1.40	±2.20	±3.5	±5.5	±8.75	±14.0
2500	3150	+2.10 0	+3.30 0	+5.40 0	+8.6 0	+13.5 0	+21.0 0	+33.0 0	-2.10 0	-3.30 -5.40	0 0	0 -8.6	0 -13.5	0 -21.0	0 -33.0	±1.05	±1.65	±2.70	±4.3	±6.75	±10.5	±16.5

注: 基本尺寸小于 1mm 时, H14 至 H18、h14 至 h18 和 Js14(js14)至 Js18(js18)均不采用。

表 3—12

未注公差尺寸极限偏差的应用

应 用 生 产 行 业	新国标 公差等级	旧国标 精度等级
汽车、拖拉机、冶金机械、矿山机械、石油化工机械、通用机械、船用机械、船用柴油机、标准件、机械配件、柴油机、工程机械、光学仪器、工具、量具、刀具、导航仪器仪表、宇航机械、电子仪器、纺织机械、针织机械、钟表、自行车、缝纫机、计算机、打字机等	IT14	8
机床制造、电机制造、锻压机床、汽轮机	IT14~IT15	8~9
自动化仪器仪表、邮电机械、印染机械	IT12~IT14	7~8
冲裁	IT14~IT15	8~9
无线电仪表	IT14~IT16	8~10
冷作焊接	IT18	12
烟草机械	IT12~IT13	7
木模铸造、自由锻造、压弯延伸	IT16	10
硬模铸造、模锻	IT15	9
纺织机械木件	IT15~IT16	9~10
气割	IT16~IT18	10~12

表 3—13

未注公差尺寸极限偏差的选择示例

加工方法	尺寸型式	公 差 带 代 号		备 注
切 削	圆孔尺寸	H12、E13、	H14、	分别适用于要求较高的零件和一般零件
	圆轴尺寸	h12、h13	h14	
	其它长度尺寸	Js13、Js14 (js13)、(js14)	Js15 (js15)	
冲 压	圆孔尺寸	H14	H15	分别适用于要求较高的零件和一般零件
	圆轴尺寸	h14	h15	
	其它长度尺寸	Js15 (js15)	Js16 (js16)	

- 注: 1. 圆孔尺寸系指标注直径尺寸的圆柱(球)内表面。
 2. 圆轴尺寸系指标注直径尺寸的圆柱(球)外表面。
 3. 其它长度尺寸系指除圆孔或圆轴以外的其它线性尺寸。

3.1.7 公差与配合的选择与应用

表 3—14 公差等级的选择及应用

公差等级	应用范围及举例
IT01	用于特别精密的尺寸传递基准。例如特别精密的标准量块
IT0	用于特别精密的尺寸传递基准及宇航中特别重要的精密配合尺寸。例如，特别精密的标准量块，个别特别重要的精密机械零件尺寸，校对检验 IT6 级轴用量规的校对量规
IT1	用于精密的尺寸传递基准、高精度测量工具、特别重要的极个别精密配合尺寸。例如，高精度标准量规，校对检验 IT7 至 IT9 级轴用量规的校对量规，个别特别重要的精密机械零件尺寸
IT2	用于高精度的测量工具，特别重要的精密配合尺寸。例如，检验 IT6 至 IT7 级工件用量规的尺寸制造公差，校对检验 IT8 至 IT11 级轴用量规的校对塞规，个别特别重要的精密机械零件尺寸
IT3	用于精密测量工具，小尺寸零件的高精度的精密配合以及和 C 级滚动轴承配合的轴径与外壳孔径。例如，检验 IT8 至 IT11 级工件用量规和校对检验 IT9 至 IT13 级轴用量规的校对量规，与特别精密的 C 级滚动轴承内环孔（直径至 100mm）相配的机床主轴，精密机械和高速机械的轴径，与 C 级向心球轴承外环相配合的壳体孔径，航空工业及航海工业中导航仪器上特殊精密的个别小尺寸零件的精密配合
IT4	用于精密测量工具、高精度的精密配合和 C 级、D 级滚动轴承配合的轴径和外壳孔径。例如，检验 IT9 至 IT12 级工件用量规和校对 IT12 至 IT14 级轴用量规的校对量规，与 C 级轴承孔（孔径 > 100mm）及与 D 级轴承孔相配的机床主轴，精密机械和高速机械的轴径，与 C 级轴承相配的机床外壳孔，柴油机活塞销及活塞销座孔径，高精度（1 级至 4 级）齿轮的基准孔或轴径，航空及航海工业中用仪器的特殊精密的孔径
IT5	用于配合公差要求很小，形状公差要求很高的条件下，这类公差等级能使配合性质比较稳定，相当于旧国标中最高精度，用于机床、发动机和仪表中特别重要的配合尺寸，一般机械中应用较少。例如，检验 IT11 至 IT14 级工件用量规和校对 IT14 至 IT15 级轴用量规的校对量规，与 D 级滚动轴承相配的机床箱体孔，与 E 级滚动轴承孔相配的机床主轴，精密机械及高速机械的轴径，机床尾架套筒，高精度分度盘轴颈，分度头主轴，精密丝杠基准轴颈，高精度镗套的外径等；发动机中主轴的外径，活塞销外径与活塞的配合，精密仪器中轴与各种传动件轴承的配合，航空、航海工业仪器仪表中的精密孔的配合，5 级精度齿轮的基准孔及 5 级、6 级精度齿轮的基准轴

续表 2

公差等级	应用范围及举例
IT10	应用条件与 IT9 相类似, 但要求精度低于 IT9 时采用, 相当于旧国标的 5 级精度公差。例如, 电子仪器、仪表中支架上的配合, 导航仪器中绝缘衬套孔与汇电环衬套轴, 打字机中铆合件的配合尺寸, 手表中基本尺寸小于 18mm 时要求一般的未注公差尺寸及大于 18mm 要求较高的未注公差尺寸, 发动机中油封档圈孔与曲轴皮带轮毂配合的尺寸
IT11	广泛应用于间隙较大, 且有显著变动也不会引起危险的场合, 亦可用于配合精度较粗糙, 装配后允许有较大的间隙, 相当于旧国标的 6 级精度公差。例如, 机床上法兰盘止口与孔, 滑块与滑移齿轮、凹槽等; 农业机械、机车车箱部件及冲压加工的配合零件, 钟表制造中不重要的零件, 手表制造用的工具及设备中未注公差尺寸, 纺织机械中较粗糙的活动配合, 印染机械中要求较低的配合尺寸, 磨床制造中的螺纹连接及粗糙的动连接, 不作测量基准用的齿轮顶圆直径公差等
IT12	配合精度要求很粗糙, 装配后有很大的间隙, 适用于基本上无配合要求的部位, 要求较高的未注公差尺寸极限偏差, 比旧国标的 7 级精度公差稍小。例如, 非配合尺寸及工序间尺寸, 发动机分离杆, 手表制造中工艺装备的未注公差尺寸, 计算机工业中金属加工的未注公差尺寸的极限偏差, 机床制造业中扳手孔和扳手座的连接等
IT13	应用条件与 IT12 相类似, 但比旧国标 7 级精度公差值稍大。例如, 非配合尺寸及工序间尺寸, 计算机、打字机中切削加工零件及圆片孔, 二孔中心距的未注公差尺寸
IT14	用于非配合尺寸及不包括在尺寸链中的尺寸, 相当于旧国标的 8 级精度公差, 例如, 在机床、汽车、拖拉机、冶金机械、矿山机械、石油化工、电机、电器、仪器仪表、航空航海、医疗器械、钟表、自行车、缝纫机、造纸与纺织机械等对机械加工零件中未注公差尺寸的极限偏差
IT15	用于非配合尺寸及不包括在尺寸链中的尺寸, 相当于旧国标的 9 级精度公差, 例如: 冲压件、木模铸造零件、重型机床制造, 当基本尺寸大于 3150 毫米时的未注公差尺寸极限偏差
IT16	用于非配合尺寸, 相当于旧国标的 10 级精度公差。例如, 打字机中浇铸件尺寸, 无线电制造业中箱体外形尺寸, 手术器械中的一般外形尺寸, 压弯延伸加工用尺寸, 纺织机械中木件的尺寸, 塑料零件的尺寸, 木模制造及自由锻造的尺寸
IT17 IT18	用于非配合尺寸, 相当于旧国标的 11 级或 12 级精度的公差, 用于塑料成型尺寸, 手术器械中的一般外形尺寸, 冷作和焊接用尺寸的公差

表 3—15

加工方法和加工成本的关系

尺寸类型	加工方法	公差等级 IT																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
长度尺寸	普通车削							==			—								
	六角车削								==		—		---						
	自动车削								==		—		---						
	铣								==		—		---						
内径尺寸	普通车削							==			—		---						
	六角车削								==		—		---						
	自动车削								==		—		---						
	钻										==		—	---					
	铰								==		—		---						
	镗								==		—		---						
	精镗					==		—		---									
	外圆磨					==		—		---									
外径尺寸	研磨		==		—		---												
	普通车削							==			—		---						
	六角车削								==		—		---						
	自动车削								==		—		---						
	外圆磨				==		—		---										
无心磨					==		—		---										

注：双实线、单实线、虚线所示成本比例为 5：2.5：1。

表 3—16

各种加工方法的一般加工精度

加工方法	公差等级																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
研磨																			
珩																			
圆磨																			
平磨																			
金刚石车																			
金刚石镗																			
拉削																			
铰孔																			
车																			
镗																			
铣																			
刨、插																			
钻孔																			
滚压、挤压																			
冲压																			
压铸																			
粉末冶金成型																			
粉末冶金烧结																			
砂型铸造、气割																			
锻造																			

表 3—17

尺寸至 500mm 优先配合的配合特性

优 先 配 合		配 合 特 性 及 应 用 举 例
基孔制	基轴制	
$\frac{H11}{c11}$	$\frac{C11}{h11}$	间隙非常大，用于很松的、转动很慢的动配合；要求大公差与大间隙的外露组件；要求装配方便的很松的配合，相当于旧国标 D6 / dd6
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$	间隙很大的自由转动配合，用于精度非主要要求时，或有大的温度变动、高转速或大的轴颈压力时，相当于旧国标 D4 / de4
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$	间隙不大的转动配合，用于中等转速与中等轴颈压力的精确转动；也用于装配较易的中等定位配合。相当于旧国标 D / dc
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$	间隙很小的滑动配合，用于不希望自由转动，但可自由移动和滑动并精密定位时；也可用于要求明确的定位配合，相当于旧国标 D / db
$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	均为间隙定位配合，零件可自由装拆，而工作时一般相对静止不动。在最大实体条件下的间隙为零，在最小实体条件下的间隙由公差等级决定 H7 / h6 相当 D / d；H8 / h7 相当 D3 / d3； H9 / h9 相当 D4 / d4；H11 / h11 相当 D6 / d6
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{K7}{h6}$	过渡配合，用于精密定位，相当于旧国标 D / gc
$\frac{H7}{n6}$	$\frac{N7}{h6}$	过渡配合，允许有较大过盈的更精密定位，相当于旧国标 D / ga
$\frac{H7^*}{p6}$	$\frac{P7}{h6}$	过盈定位配合，即小过盈配合，用于定位精度特别重要时，能以最好的定位精度达到部件的刚性及对中的性能要求，而对内孔承受压力无特殊要求，不依靠配合的紧固性传递摩擦负荷。相当于旧国标 D / ga~D / jf
$\frac{H7}{s6}$	$\frac{S7}{h6}$	中等压入配合，适用于一般钢件，或用于薄壁件的冷缩配合，用于铸铁件可得到最紧的配合，相当于旧国标 D / je
$\frac{H7}{u6}$	$\frac{U7}{h6}$	压入配合，适用于可以承受高压力的零件或不宜承受大压入力的冷缩配合

注：* 小于或等于 3mm 为过渡配合。

表 3—18

农业机械常用配合举例

结 合 特 征	工 作 条 件	配 合	应 用 举 例
过盈	不用紧固零件, 除换件外不拆开	$\frac{H8}{u8}$	收割机切割器的曲柄与曲柄销; 牵引割晒机地轮轴与升降牙条座; 打稻机传动内齿轮的销孔与销轴; 手摇喷粉器传动箱齿轮与轴; 联合收割机清洁室驱动摇臂的轴套
	受较小的扭矩或移动力; 受不大或加载比较平稳的交变载荷, 且有较大的结合长度	$\frac{H8}{s7}$	对辊磨面机磨辊与半轴; 一般的轴套座孔与轴套; 活塞泵缸筒与壳体, 解放式水车机架与轴套; 联合收割机清洁室驱动摇臂与支承座销轴和行星减速装置的大内齿圈与壳体; 压草机压缩连杆头轴套
配合	带紧固零件, 除换件外不拆开	$\frac{H7}{n6}$ $\frac{H8}{n7}$	摩擦离合器主动盘与轴, 喷雾器三缸泵减速齿轮与曲轴; 切割器的摇臂与球头螺栓
	带紧固零件, 很少拆卸	$\frac{H7}{js6}$	机动插秧机传动斜齿轮与轴; 拖拉机最终传动从动齿轮齿圈与轮毂
配合	带紧固零件, 有时拆卸	$\frac{H9}{b9}$	精度较低的齿轮与轴, 脱粒滚筒与轴; 定心要求较高的凸缘止口; 拆装方便的活节叉与轴; 三角带轮与轴
	要求能较好地对准中心, 但零件往轴上安装时有较大的移动量; 对中要求不很高的配合零件	$\frac{H10}{h10}$	铁辊碾米机的锥套与轴, 链轮和轴, 不加工的齿轮和轴, 一般转速 (500~700r/min) 的平皮带轮与轴, 一般接合凸缘止口

续表 1

结合特征		工作条件	配合	应用举例
过盈配合	带紧固零件，有时拆卸	对中要求不很高，安装时需 在轴上有较大的轴向移动；对 中要求不高的配合零件；受冲 击动载荷，但要求安装方便不 宜用静配合，靠用紧固件产生 夹紧力的配合零件	$\frac{H11}{h10}$ $\frac{H11}{h11}$	逐稿轮与轴；联合收割机倾 斜输送机上轴与链轮；各种手 轮、飞轮与轴；要求低的带 轮、链轮、齿轮与轴；焊接后 还进行轴头加工的管轴与轴 头、半轴等；一般接合凸缘止 口；切割器曲柄与轴；清洁室 驱动摇臂与轴；捡拾器曲柄与 轴
	带紧固零件，有时拆卸	同上，要求更低，配合产生 的间隙对零件工作无大影响	$\frac{H13}{h12}$ $\frac{H13}{h12}$	连接止口，焊接件的结合面 等
间隙配合	转	较重要的滑动轴承，轴承装 在箱体内，能保持良好同心 度；轴的刚性好、弹性变形 小；轴承长度小于二倍直径， 要求保证有必要的间隙供润滑 及因温度引起的尺寸变化影响	$\frac{H9}{f9}$	半复式脱粒机振动曲轴与连 杆头；逐稿器轴与轴承，齿轮 箱双支承轴的轴承，手扶拖拉 机收割机锥齿轮箱空转齿轮与 轴
		滑动轴承安装的机架刚性较 差或轴易产生偏斜，要求配合 间隙较大避免咬死，一般转速 不高要求较低的轴承	$\frac{H11}{d11}$	联合收割机升运器被动链轮 轴与滑动轴承；手摇喷粉器风 扇轴与轴承；自动调位滑动轴 承；一般游轮（链轮、带轮、 齿轮等）与轴
	动	单支承轴的轴承，结合长度 大于三倍直径，要求有足够的 间隙供油进入润滑及弥补轴承 孔的几何形状偏差	$\frac{H11}{d11}$	双支承轴的轴承
		同上，但要求更低的不重要 的低速转动机构	$\frac{H12}{d11}$	行走轮轴套与轴
		要求极粗的轴承	$\frac{H13}{c13}$	畜力农具的导轮与轴；播种 机镇压轮轴承

续表 2

结 合 特 征	工 作 条 件	配 合	应 用 举 例
间 隙	往复移动		
	滑动面留有不大的间隙, 滑动轻便, 间隙足以补偿几何形状偏差	$\frac{H9}{f9}$	喷雾器三缸泵滑块与滑块套筒, 变速带轮滑动轮毂与轴套; 液压油缸与柱塞联合收割机安全离合装置的链轮毂与轴
	同上, 精度要求较低	$\frac{H11}{d11}$	翻转犁的往复插销与销孔, 爪形离合器离合爪的孔与轴, 拨叉轴与孔, 玉米收割机喂入道张紧弹簧导轴滑动面, 螺旋榨油机螺旋轴与套管
配 合	要求不高的导向滑动面	$\frac{H13}{c12}$	活节传动伸缩轴与套管, 变速带轮可动盘上导孔与导轴
	运动精度要求较高, 有足够的间隙供润滑及补偿温度引起尺寸变化	$\frac{H9}{f9}$	喷雾器三缸泵的活塞销与连杆头, 压草机连杆头与销子, 带滑动轴承的活节十字头轴颈与滑动轴承, 拾禾装置捡拾齿的管轴与轴承
	精度要求一般, 允许有一定的间隙以补偿不平行和不同轴的误差	$\frac{H11}{d11}$	畜力收割机切割器连杆与刀杆头, 联合收割机清洁室摇臂孔与销轴
	摆动		
动	配合精度要求较低的摆动	$\frac{H13}{b12}$	24行播种机提升机构的方轴轴套, 翻转犁摇架中心轴与孔, 插秧机摆杆衬套与轴, 十字块的套与轴
	配合间隙对工作无多大影响的运动, 调整、操纵杆件系统中的铰链连接	$\frac{H14}{h11}$ $\frac{H12}{h12}$	联合收割机提升机构的铰链连接, 割草机切割器提升机构的铰链连接

3.1.8 新旧国标对照

表 3—19

新、旧国标公差等级对照表

新 国 标		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4		
旧 国 标		无 相 应 等 级							
新 国 标		IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10		
旧 国 标	基准轴	1	2	3	3 至 4	4	5		
	基准孔		1	2	3				
新 国 标		IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
旧 国 标		6	7	7	8	9	10	11	12

表 3—20

新旧国标孔轴公差带对照 (GB1801—79)

(基本尺寸<500mm)

基 孔 制 的 轴						基 轴 制 的 孔						
间 隙 配 合			过 渡 配 合			间 隙 配 合			过 渡 配 合			
旧 国 标	新 国 标	备 注	旧 国 标	新 国 标	备 注	旧 国 标	新 国 标	备 注	旧 国 标	新 国 标	备 注	
d1	h5	g6① ②	ga1	n5	p5①	D1	H6		Ga1	N6		
db1	g5		gb1	m5	n5①	Db1	G6		Gb1	M6		
dc1	f5、f6		gc1	k5	m4①	Dc1	F7		Gc1	K6		
d	h6		gd1	j5、js5	②	D	H7		Gd1	J6、Js6		②
db	g6		ga	n6	p6①	Db	G7		Ga	N7		K7①
dc	f7		gb	m6	n6①	Dc	F8		Gb	M7		
dd	e8		gc	k6		Dd	E8、E9		Gc	K7		J7①
de	d8		gd	js6		De	D8、D9		Gd	J7		
df	c8		ga3	n7	p7①	D3	H8		Ga3	N8		
d3	h7		gb3	m7		D4	H8、H9		Gb3	M8		
dc3	f8		gc3	k7		Dc4	F9		Gc3	K8		
d4	h8、h9		gc3	j7、js7	②	De4	D9、D10		Gd3	J8		
dc4	f9		过盈配合			D5	H10		过盈配合			
de4	d9、d10		过盈配合			D6	H11		过盈配合			
			旧 国 标	新 国 标	备 注				旧 国 标	新 国 标	备 注	
d5	h10		jb1	s5	s6①	Dc6	D11		Jd	U7、S7	②	
d6	h11		jc1	r5	r6①	Dd6	B11、C11	②	Je	R7、R8	②	
dc6	d11		jd	s7、u5~6	②	De6	A11、B11	②	Jb3	U8		
dd6	b11、c10、c11	②	je	r6、s6		D7	H12~13	③				
de6	a11、b11	②	jf	u8		Dc7		④				
d7	h12~13	②	jb3	s7								
de7	b12、c12~13	②	jc3									

注: ① 仅 1~3mm 尺寸段使用。

② 不同尺寸段分别与不同的新国标符号相近似。

③ 介于两者之间。

④ 没有适当的相近的符号。

3.2 形位公差

3.2.1 术语与定义

表 3—21

形位公差的术语与定义

	术 语	定 义
要 素	要素 理想要素 实际要素 基准要素 被测要素 单一要素 关联要素 轮廓要素 中心要素	构成零件几何特征的点、线、面 具有几何意义的要素 零件上实际存在的要素，通常用测得要素来代替，它并非该要素的真实状况 用来确定被测要素方向或（和）位置的要素 给出了形状或（和）位置公差的要素，分为单一要素和关联要素 仅对其本身给出形状公差要求的要素，即一个点、一个圆柱面、一个平面、轴线和中心平面等 对其它要素有功能关系的要素 组成轮廓的点、线、面，如平面、圆柱表面、圆锥表面、球面等 与要素有对称关系的点、线、面，如轴线、中心线、中心平面、中心点等
形位公差	形状公差 位置公差	单一实际要素的形状所允许的变动全量（有基准要求的轮廓度除外） 形状公差是图样上给定的，如测得零件实际形状误差值小于形状公差值，则零件的形状合格 关联实际要素的位置对基准所允许的变动全量 位置公差是图样上给定的，如测得零件实际位置误差小于位置公差值，则零件的位置合格
形位公差	定向公差 定位公差 跳动公差	关联实际要素对基准在向上允许的变动全量 关联实际要素对基准在位置上允许的变动全量 关联实际要素绕基准轴线回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量
形 位 公 差 带	形状和位置的公差带 公差带的大小	限制实际形状要素或实际位置要素的变动区域，构成实际要素的点、线、面必须在此区域内 公差是一个给定的数值，用 t 表示 公差带是一个给定的区域，是误差的最大允许值，它由大小、形状、方向、位置四方面因素来决定 公差带的大小由图样上给定的公差值 t 来决定。 t 值可以是一个宽度，也可是一个直径。如果公差值为直径时，在公差值 t 前应加注“ Φ ”

续表 1

	术 语	定 义
形 位 公 差 带	公差带的形状 公差带的方向 形状公差带的方向 位置公差带的方向 公差带的位置 固定公差带 浮动公差带	公差带的形状是由被测实际要素的形状和误差特征来决定的。根据形位公差项目可分为十种主要形式：两平行直线、两等距曲线、两同心圆、一个圆、一个球、一个圆柱、一个四棱柱、两同轴圆柱、两平行平面、两等距曲面 由图样上给定的方向和最小条件来确定的 由图样上给定的方向和定位基准的理想要素的方向和位置所确定的 公差带的位置分为固定和浮动两种 公差带的位置是由图样上给定的基准来确定的，不是随着实际形状或位置的变动而变动 公差带的位置是随着零件实际表面在尺寸公差带内随实际尺寸的变动而变动
	理论正确尺寸 几何图框	确定被测要素的理想形式、理想方向、理想位置的尺寸，不附带公差 确定一组理想要素之间和（或）它们与基准之间正确几何关系的图形
基 准	基准 基准要素 单一基准要素 组合基准要素 三基面体系 基准目标 局部实际尺寸 作用尺寸 单一要素的作用尺寸（简称作用尺寸） 关联要素的作用尺寸（简称关联作用尺寸）	理想基准要素的简称，它是确定要素间几何关系的依据，分别称为基准点、基准线（轴线）和基准平面（中心平面） 用来确定被测要素方向或（和）位置的要素 作为单一基准使用的单个要素 作为单一基准使用的一组要素 由三个互相垂直的基准平面组成的基准体系，它的三个平面是确定和测量零件上各要素几何关系的起点 为构成基准体系的各基准平面而在基准实际要素上指定的点、线、面 在实际要素的任意正截面上，两测量点之间测得的距离 分单一要素的作用尺寸和关联要素的作用尺寸 单一要素的作用尺寸是指在结合面的全长上，与实际孔内接（或与轴外接）的最大（或最小）理想轴（或孔）的尺寸 关联要素的作用尺寸（简称关联作用尺寸）是指在结合面的全长上，与实际孔内接（或与轴外接）的最大（或最小）理想轴（或孔）的尺寸，而该理想轴（或孔）必须与基准要素保持图样上给定的几何关系

续表 2

	术 语	定 义
理想边界	最大实体状态 (简称 MMC) 最大实体尺寸	实际要素在尺寸公差范围内具有材料量最多的状态 实际要素在最大实体状态时的尺寸 对孔类为最小极限尺寸 对轴类为最大极限尺寸
	最小实体状态 (简称 LMC) 最小实体尺寸	实际要素在尺寸公差范围内具有材料量最小的状态 实际要素在最小实体状态时的尺寸
	实效状态 (简称 VC)	在尺寸公差和形位公差范围内实际要素的综合极限状态, 分单一要素和关联要素实效状态
界	单一要素实效状态	图样上给定的被测要素最大实体尺寸和该要素轴线或中心平面的形式公差所形成的综合极限边界, 该极限边界应具有理想形状
	关联要素的实效状态	图样上给定的被测要素最大实体尺寸和该要素的定向或定位公差所形成的综合极限边界, 该极限边界应具有理想形状并应符合图样上给定的几何关系
	实效尺寸	实效状态时的边界尺寸
公差原则	独立原则	图样上给定的形位公差与尺寸公差相互无关, 分别满足要求的公差原则
	相关原则	图样上给定的形位公差与尺寸公差相互有关的公差原则
	最大实体原则 (简称 MMP)	根据被测要素遵守的理想边界不同, 分为最大实体原则和包容原则 被测要素或 (和) 基准要素偏离最大实体状态或实效状态, 而形状、定向、定位公差获得补偿值的一种公差原则
	包容原则	要求实际要素处处位于具有理想形状的包容面内的一种公差原则, 而该理想形状的尺寸应为最大实体尺寸
检测原则	第一种检测原则 (与理想要素比较)	将被测实际要素与其理想要素相比较, 量值可用直接法或间接法获得, 理想要素用模拟方法获得
	第二种检测原则 (测量坐标值)	测量被测实际要素的坐标值 (如直角坐标值、极坐标值、圆柱面坐标值), 并经过数据处理而获得的形位误差值
	第三种检测原则 (测量特征参数)	测量实际要素上具有代表性的参数 (即特征参数), 以此来表示形位误差
	第四种检测原则 (测量跳动)	被测实际要素绕基准轴线回转过程中, 沿给定方向测量它对某参考点或参考线的变动量 (指指示计最大与最小读数之差)
	第五种检测原则 (控制实效边界)	检测被测实际要素是否超过实效边界, 以此判断是否合格

3.2.2 形位公差符号

表 3—22 形位公差符号

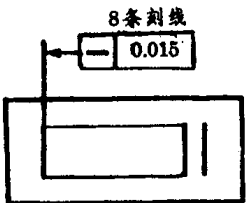
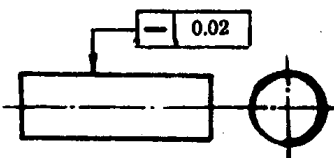
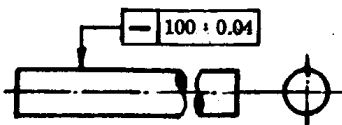
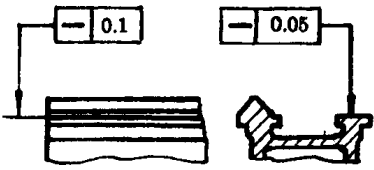
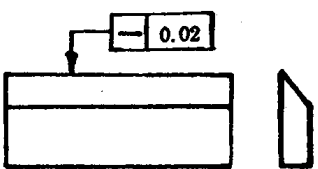
分 类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形 状 公 差	直 线 度	—	位 向	平 行 度	//
	平 面 度			垂 直 度	
	圆 度	○		倾 斜 度	
	圆 柱 度		定 位	同 轴 度	
	线轮廓度			对 称 度	
	面轮廓度			位 置 度	
				跳 动	圆 跳 动
				全 跳 动	

表 3—23 其它有关符号

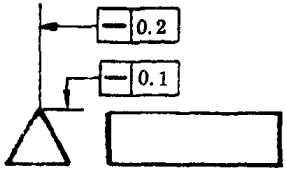
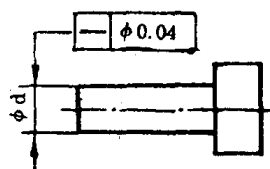
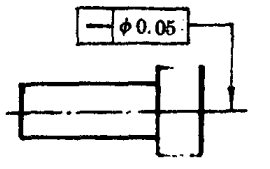
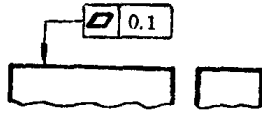
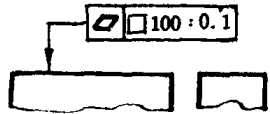
符 号	意 义	符 号	解 释	标 注 示 例
	最大实体状态	(+) / (-)	若被测要素有误差, 则只许中间向材料外凸起	
	延伸公差带			
	包容原则 (单一要素)		若被测要素有误差, 则只许按符号的 (小端) 方向逐渐减小	
	理论正确尺寸			
	基准目标			

3.2.3 形位公差带的定义和示例说明

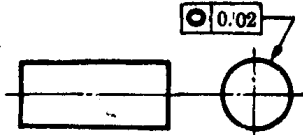
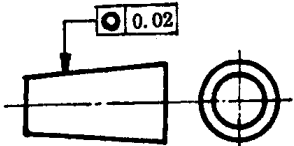
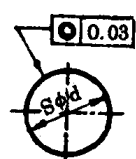
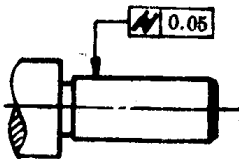
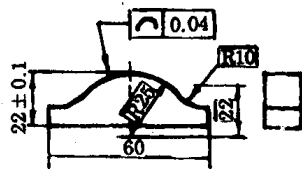
表 3—24 形状和位置公差带的定义和示例说明

示 例	公差带定义和示例说明
<p>一、直线度</p> <p>1. 在给定平面内</p> <p>①</p>  <p>②</p>  <p>③</p>  <p>④</p>  <p>2. 在给定方向上</p> <p>① 一个方向</p> 	<p>一、</p> <p>1. 公差带是距离为公差值 t 的两平行直线之间的区域</p> <p>① 每条刻线必须位于该表面上距离为公差值 0.015 的两平行直线之间</p> <p>② 圆柱表面上任一素线必须位于轴向平面内，距离为公差值 0.02 的两平行直线之间</p> <p>③ 圆柱表面上任一素线在任意 100 长度内必须位于轴向平面内距离为公差值 0.04 的两平行直线之间</p> <p>④ 当在同一表面的两个方向上给定不同的直线度公差时，在该表面两个方向上的任一素线必须分别位于距离为公差值 0.1 和 0.05 的两平行直线之间</p> <p>2. 当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 t 的两平行平面之间的区域；当给定互相垂直的两个方向时，公差带是正截面尺寸为公差值 $t_1 \times t_2$ 的四棱柱内的区域</p> <p>① 棱线必须位于箭头所示方向距离为公差值 0.02 的两平行平面内</p>

续表 1

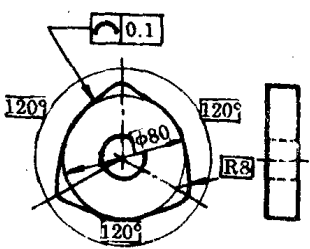
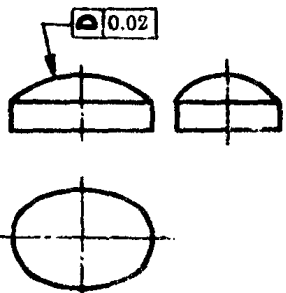
形 状 公 差	
示 例	公差带定义和示例说明
<p>② 互相垂直的两个方向</p> 	<p>② 棱线必须位于水平方向距离为公差值 0.2, 垂直方向距离为公差值 0.1 的四棱柱内</p>
<p>3. 在任意方向上</p> <p>①</p>  <p>②</p> 	<p>3. 公差带是直径为公差值 t 的圆柱面内的区域</p> <p>① ϕd 圆柱体的轴线必须位于直径为公差值 0.04 的圆柱面内</p> <p>② 整个零件的轴线必须位于直径为公差值 0.05 的圆柱面内</p>
<p>二、平面度</p> <p>①</p>  <p>②</p> 	<p>二、公差带是距离为公差值 t 的两平行平面之间的区域</p> <p>① 上表面必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面内</p> <p>② 表面上任意 100×100 的范围, 必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面内</p>

续表 2

形 状 公 差	
示 例	公差带定义和示例说明
<p>三、圆度</p> <p>①</p>  <p>②</p>  <p>③</p> 	<p>三、公差带是在同一正截面上半径差为公差值 t 的两同心圆之间的区域</p> <p>①、②在垂直于轴线的任一正截面上，该圆必须位于半径差为公差值 0.02 的两同心圆之间</p> <p>③ 在通过球心的任一截面上该圆必须位于相应截面上半径差为公差值 0.03 的两同心圆之间</p>
<p>四、圆柱度</p> 	<p>四、公差带的半径差为公差值 t 的两同轴圆柱面之间的区域</p> <p>圆柱面必须位于半径差为公差值 0.05 的两同轴圆柱面之间</p>
<p>五、线轮廓度</p> <p>①</p> 	<p>五、公差带是包络一系列直径为公差值 t 的圆的两包络线之间的区域，诸圆圆心应位于理想轮廓上</p> <p>① 在平行于正投影面的任一截面上，实际轮廓线必须位于包络一系列直径为公差值 0.04，且圆心在理想轮廓线上的圆的两包络线之间</p>

续表 3

形 状 公 差

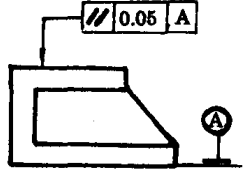
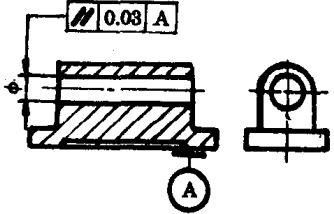
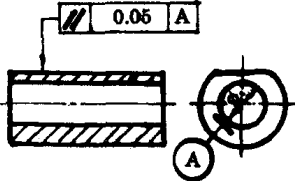
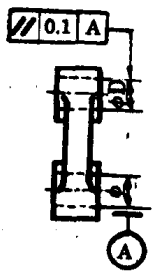
示 例	公差带定义和示例说明
<p>②</p> 	<p>② 在任一垂直于轴线的正截面上，实际轮廓线必须位于包络一系列圆的两包络线之间；诸圆的直径为公差值 0.1，且圆心在理想轮廓线上。</p>
<p>六、面轮廓度</p> 	<p>六、公差带是包络一系列直径为公差值 t 的球的两包络面之间的区域，诸球球心应位于理想轮廓上。</p> <p>注：当被测轮廓面相对基准有位置要求时，其理想轮廓面系指相对于基准为理想位置的理想轮廓面</p> <p>实际轮廓面必须位于包络一系列球的两包络面之间；诸球的直径为公差值 0.02，且球心在理想轮廓面上</p>

位 置 公 差

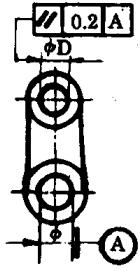
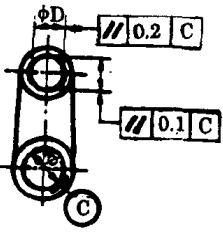
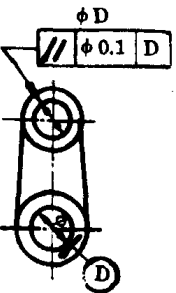
示 例	公差带定义和示例说明
<p>七、平行度</p> <p>1. 在给定方向上</p>	<p>七、</p> <p>1. 当给定一个方向时，公差带是距离为公差值 t，且平行于基准平面（或直线、轴线）的两平行平面之间的区域；当给定相互垂直的两个方向时，是正截面尺寸为公差值 $t_1 \times t_2$，且平行于基准轴线的四棱柱内的区域</p>

续表 4

位 置 公 差

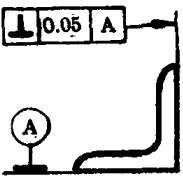
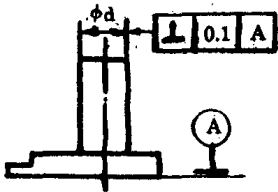
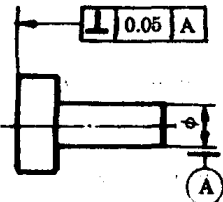
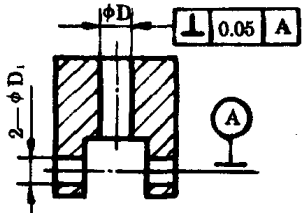
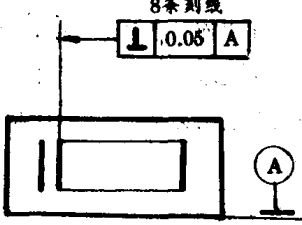
示 例	公差带定义和示例说明
<p>(1) 一个方向</p> <p>① 面对面</p> 	<p>(1)</p> <p>① 上表面必须位于距离为公差值 0.05, 且平行于基准平面的两平行平面之间</p>
<p>② 线对面</p> 	<p>② 孔的实际轴线必须位于距离为公差值 0.03, 且平行于基准平面的两平行平面之间</p>
<p>③ 面对线</p> 	<p>③ 上表面必须位于距离为公差值 0.05, 且平行于基准轴线的两平行平面之间</p>
<p>④ 线对线</p> <p>(a)</p> 	<p>④</p> <p>a) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.1, 且在垂直方向平行于基准轴线的两平行平面之间</p>

续表 5

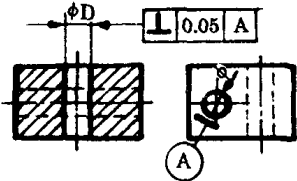
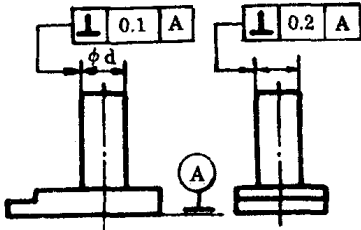
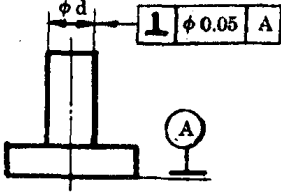
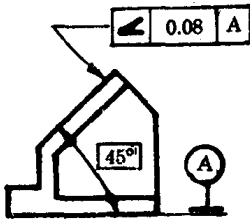
位 置 公 差	
示 例	公差带定义和示例说明
<p>(b)</p>  <p>(2) 互相垂直的两个方向</p>  <p>2. 任意方向</p> 	<p>(b) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.2, 且在水平方向平行于基准轴线的两平行平面之间</p> <p>(2) ϕD 的轴线必须位于正截面为公差值 0.1×0.2, 且平行于基准轴线的四棱柱内</p> <p>2. 公差带是直径为公差值 t, 且平行于基准轴线的圆柱面内的区域 ϕD 的轴线必须位于直径为公差值 0.1, 且平行于基准轴线的圆柱面内</p>
<p>八、垂直度</p> <p>1. 在给定的方向上</p>	<p>八、</p> <p>1. 当给定一个方向时, 公差带是距离为公差值 t, 且垂直于基准平面 (或直线、轴线) 的两平行平面 (或直线) 之间的区域; 当给定两个相互垂直的方向时, 公差带是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$, 且垂直于基准平面的四棱柱内的区域</p>

续表 6

位 置 公 差

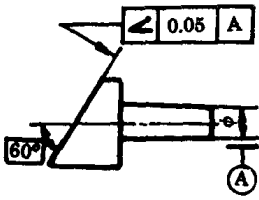
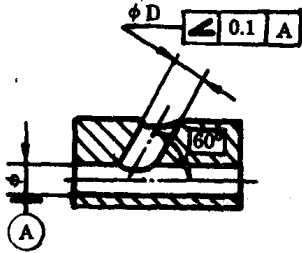
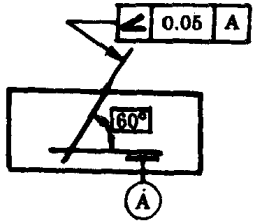
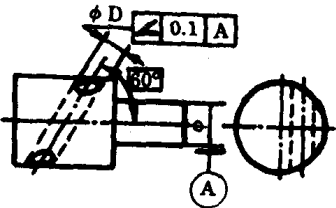
示 例	公差带定义和示例说明
<p>(1) 一个方向</p> <p>① 面对面</p> 	<p>(1)</p> <p>① 右侧表面必须位于距离为公差值 0.05, 且垂直于基准平面的两平行平面之间</p>
<p>② 线对面</p> 	<p>② ϕd 的轴线必须在给定的投影方向上, 位于距离为公差值 0.1, 且垂直于基准平面的两平行平面之间</p>
<p>③ 面对线</p> 	<p>③ 左侧端面必须位于距离为公差值 0.05, 且垂直于基准轴线的两平行平面之间</p>
<p>④ 线对线</p> <p>(a)</p> 	<p>④</p> <p>(a) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.05, 且垂直于两 ϕD_1 孔公共轴线的两平行平面之间</p>
<p>(b)</p> 	<p>(b) 每条刻线必须分别位于距离为公差值 0.05, 且垂直于基准直线的两平行直线之间</p>

续表 7

位 置 公 差	
示 例	公差带定义和示例说明
<p>(c)</p>  <p>(2) 互相垂直的两个方向</p>  <p>2. 在任意方向上</p> 	<p>(c) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.05, 且与基准轴线垂直的两平行平面之间</p> <p>(2) ϕd 的轴线必须位于正截面为公差值 0.2×0.1, 且垂直于基准平面的四棱柱内</p> <p>2. 公差带是直径为公差值 t, 且垂直于基准平面的圆柱面内的区域</p> <p>ϕd 的轴线必须位于直径为公差值 0.05, 且垂直于基准平面的圆柱面内</p>
<p>九、倾斜度</p> <p>1. 在给定方向上</p> <p>① 面对面</p> 	<p>九、</p> <p>1. 公差带是距离为公差值 t, 且与基准平面 (或直线、轴线) 成理论正确角度的两平行平面 (或直线) 之间的区域</p> <p>① 斜表面必须位于距离为公差值 0.08, 且与基准平面成 45° 角的两平行平面之间</p>

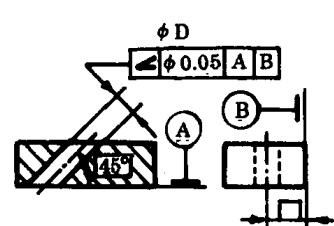
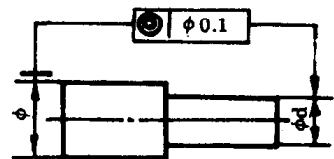
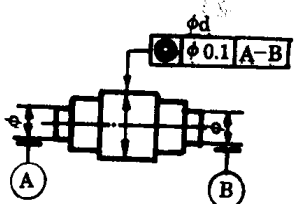
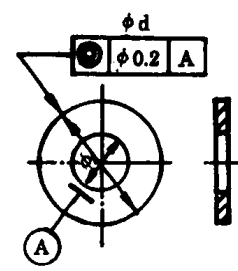
续表 8

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>② 面对线</p> 	<p>② 斜表面必须位于距离为公差值 0.05, 且与基准轴线成 60° 角的两平行平面之间</p>
<p>③ 线对线</p> <p>(a)</p> 	<p>③</p> <p>(a) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.1, 且与基准轴线成 60° 角的两平行直线之间</p>
<p>(b)</p> 	<p>(b) 斜刻线必须位于距离为公差值 0.05, 且与基准直线成 60° 角的两平行直线之间</p>
<p>(c)</p> 	<p>(c) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.1, 且与基准轴线成 60° 角的两平行平面之间</p>

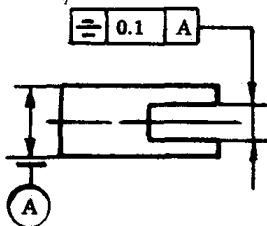
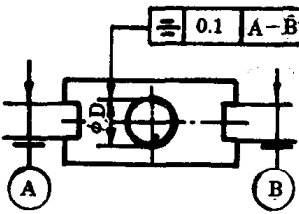
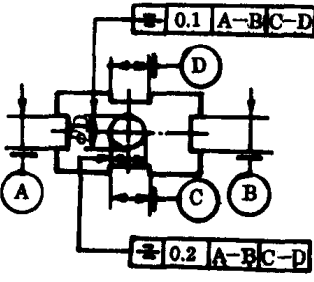
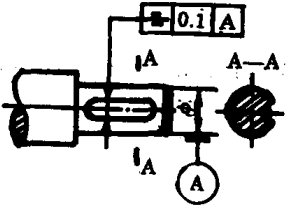
续表 9

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>2. 在任意方向上线对面</p> 	<p>2. 公差带是直径为公差值 t，且与基准平面成理论正确角度的圆柱面内的区域，ϕD 的轴线必须位于直径为公差值 0.05，且与 A 基准平面成 45° 角平行于 B 基准平面的内圆柱面</p>
<p>十、同轴度</p> <p>①</p>  <p>②</p>  <p>③</p> 	<p>十、公差带是直径为公差值 t 且与基准轴线同轴的圆柱面内的区域</p> <p>① ϕd 的轴线必须位于直径为公差值 0.1，且与基准轴线同轴的圆柱面内</p> <p>② ϕd 的轴线必须位于直径为公差值 0.1，且与公共轴线 $A-B$ 同轴的圆柱面内</p> <p>③ ϕd 的圆心必须位于直径为公差值 0.2，且与基准圆心同心的圆内</p>

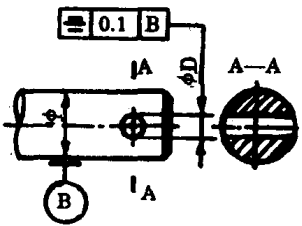
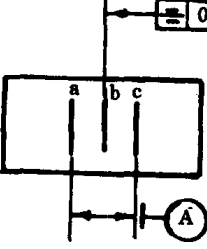
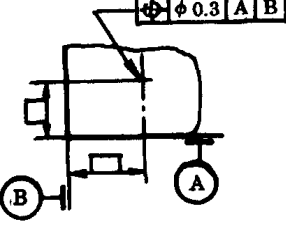
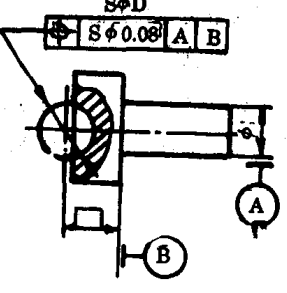
续表 10

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>十一、对称度</p> <p>① 面对面</p> 	<p>十一、公差带是距离为公差值 t，且相对基准中心平面（或中心线、轴线）对称配置的两平行平面（或直线）之间的区域，若给定互相垂直的两个方向，则是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$ 的四棱柱的区域</p> <p>① 槽的中心面必须位于距离为公差值 0.1，且相对基准中心平面对称配置的两平行平面之间</p>
<p>② 线对面</p> 	<p>② ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.1，且相对 $A-B$ 公共基准中心平面，对称配置的两平行平面之间</p>
<p>③</p> 	<p>③ ϕD 的轴线必须位于正截面为公差值 0.2×0.1，且相对公共中心平面 $A-B$ 和 $C-D$ 分别对称配置所构成的四棱柱内</p>
<p>④ 面对线</p> 	<p>④ 键槽的中心面必须位于距离为公差值 0.1 的两平行平面之间，该两平面对称配置在通过基准轴线的辅助平面两侧</p>

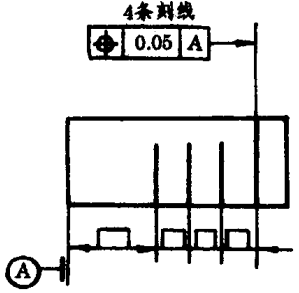
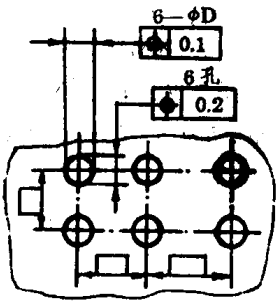
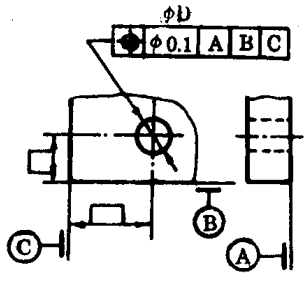
续表 11

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>⑤ 线对线</p> <p>(a)</p>  <p>(b)</p> 	<p>⑤</p> <p>(a) ϕD 的轴线必须位于距离为公差值 0.1, 且相对通过基准轴线的辅助平面对称配置的两平行平面之间</p> <p>(b) 刻线 b 必须位于距离为公差值 0.1, 且相对于基准线对称配置的两平行直线之间</p>
<p>十二、位置度</p> <p>1. 点的位置度</p> <p>①</p>  <p>②</p> 	<p>十二、</p> <p>1. 公差带是直径为公差值 t, 且以点的理想位置为中心的圆或球内的区域</p> <p>① 该点必须位于直径为公差值 0.3 的圆内, 该圆的圆心位于相对基准 A、B 所确定的点的理想位置上</p> <p>② $s\phi D$ 的球心必须位于直径为公差值 0.08, 并以相对基准 A、B 所确定的理想位置为球心的球内</p>

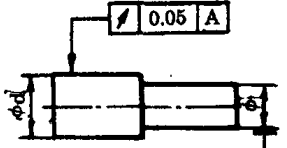
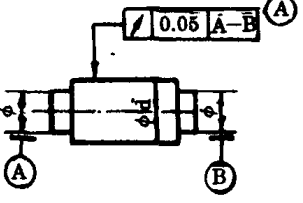
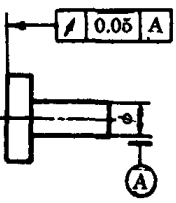
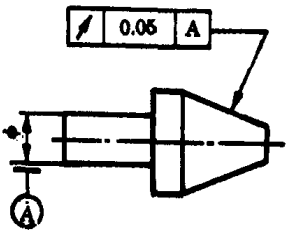
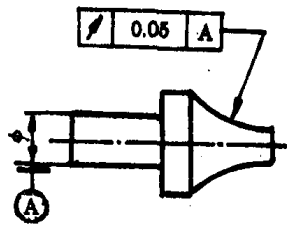
续表 12

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>2. 线的位置度</p> <p>(1) 在给定方向上</p> <p>① 一个方向</p>  <p>② 互相垂直的两个方向</p>  <p>(2) 在任意方向上</p> <p>①</p> 	<p>2.</p> <p>(1) 当给定一个方向时, 公差带是距离为公差值 t, 且以线的理想位置, 为中心对称配置的两平行平面 (或直线) 之间的区域; 当给定互相垂直的两个方向时, 则是正截面为公差值 $t_1 \times t_2$, 且以线的理想位置为轴线的四棱柱内的区域</p> <p>① 每条刻线必须分别位于距离为公差值 0.05, 且相对基准 A 所确定的理想位置对称配置的诸两平行直线之间</p> <p>② 6 个孔的轴线必须分别位于正截面为 0.2×0.1, 且以理想位置为轴线的诸四棱柱内</p> <p>(2) 公差带是直径为公差值 t, 且以线的理想位置为轴线的圆柱面内的区域</p> <p>① ϕD 轴线必须位于直径为公差值 0.1, 且以相对基准 A、B、C 所确定的理想位置为轴线的圆柱面内</p>

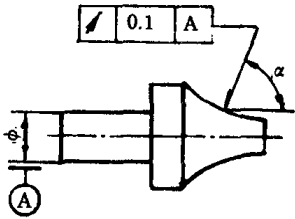
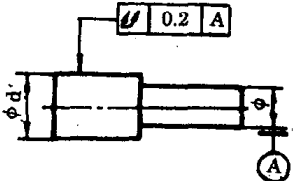
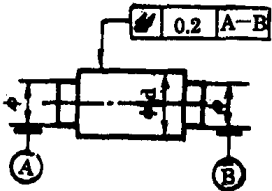
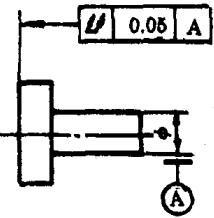
续表 14

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>十三、圆跳动</p> <p>1. 径向圆跳动</p> <p>①</p>  <p>②</p>  <p>2. 端面圆跳动</p>  <p>3. 斜向圆跳动</p> <p>①</p>  <p>②</p> 	<p>十三、</p> <p>1. 公差带是在垂直于基准轴线的任一测量平面内半径差为公差值 t，且圆心在基准轴线上的两个同心圆之间的区域</p> <p>①、②ϕD 圆柱面绕基准轴线作无轴向移动回转时，在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于公差值 0.05</p> <p>2. 公差带是在与基准轴线同轴的任一直径位置的测量圆柱面上沿母线方向宽度为 t 的圆柱面区域，当零件绕基准轴线作无轴向移动回转时，在左端面上任一测量直径处的轴向跳动量均不得大于公差值 0.05</p> <p>3. 公差带是在与基准轴线同轴的任一测量圆锥面上，沿母线方向宽度为 t 的圆锥面区域，除特殊规定外，其测量方向是被测面的法线方向</p> <p>①、②圆锥表面绕基准轴线作无轴向移动回转时，在任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于公差值 0.05</p>

续表 15

位 置 公 差

示 例	公差带定义和示例说明
<p>③</p> 	<p>③ 圆锥表面绕基准轴线作无轴向移动回转时，在给定 α 角的任一测量圆锥面上的跳动量均不得大于公差值 0.1</p>
<p>十四、全跳动</p> <p>1. 径向全跳动</p> <p>①</p>  <p>②</p>  <p>2. 端面全跳动</p> 	<p>十四、</p> <p>1. 公差带是半径差为公差值 t，且与基准轴线同轴的两圆柱面之间的区域</p> <p>①、② ϕd 的表面绕基准轴线作无轴向移动地连续回转，同时，指示器作平行于基准轴线的直线移动。在 ϕd 整个表面上的跳动量不得大于公差值 0.2</p> <p>2. 公差带是距离为公差值 t，且与基准轴线垂直的两平行平面之间的区域端面绕基准轴线作无轴向移动地连续回转，同时，指示器作垂直于基准轴线的直线移动。此时，在整个端面上的跳动量不得大于 0.05</p>

形位公差标注综合示例见图 3—5、图 3—6、图 3—7。

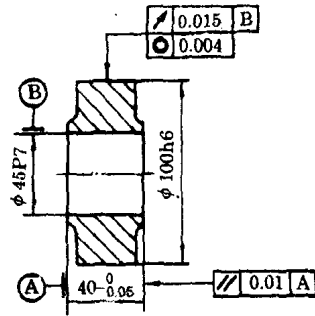


图 3—5 盘 芯

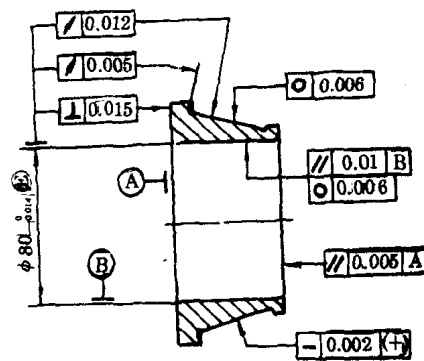


图 3—6 轴 套

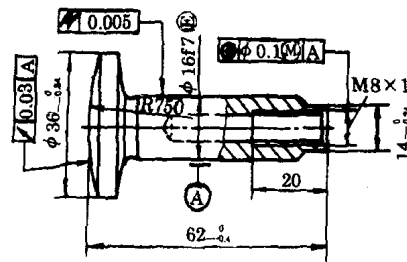


图 3—7 销 轴

3.2.4 形位公差值

表 3-25

直线度、平面度公差

(μm)

精度等级	主要参数 L,mm														应用举例		
	<10	>10 ~16	>16 ~25	>25 ~40	>40 ~63	>63 ~100	>100 ~160	>160 ~250	>250 ~400	>400 ~630	>630 ~1000	>1000 ~1600	>1600 ~2500	>2500 ~4000		>4000 ~6300	>6300 ~10000
5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	普通精度机床导轨；柴油机进、排气门导杆
6	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	
7	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	轴承体的支承面；压力机导轨及滑块；减速机壳体、油泵、轴系支承轴承的接合面
8	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	
9	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	辅助机构及手动机械的支承面；液压管件和法兰的连接面
10	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	
11	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	离合器的摩擦片，汽车发动机缸盖结合面
12	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	

表 3-26 圆 度、圆 柱 度 公 差 (μm)

精度等级	主 参 数 d(D), mm											应 用 举 例				
	≤3	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~80	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~315		>315 ~400	>400 ~500		
5	1.2	1.5	1.5	2	2.5	2.5	4	4	5	6	8	10	15	10	15	安装E、F和G级滚动轴承的配合面； 中等压力下的液压装置工作面（包括 泵、压缩机的活塞和气缸），风动绞车曲 轴，通用减速机轴颈，一般机床主轴
6	2	2.5	2.5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15	13	15	
7	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	18	20	发动机的涨圈和活塞销及连杆中装衬 套的孔等，千斤顶或压力油缸活塞，水 泵及减速机轴颈，液压传动系统的分配 机构，拖拉机气缸体，炼胶机冷铸轧辊
8	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27	25	27	
9	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40	36	40	起重机、卷扬机用的滑动轴承，带软 密封的低压泵的活塞和气缸 通用机械杠杆与拉杆，拖拉机的活塞 环与套筒孔
10	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63	57	63	
11	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97	89	97	
12	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	140	155	

表 3—27

同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差

(μm)

精度等级	主 参 数 d(D), L, B, mm														应 用 举 例			
	<1	>1 ~3	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~120	>120 ~250	>250 ~500	>500 ~800	>800 ~1250	>1250 ~2000	>2000 ~3150		>3150 ~5000	>5000 ~8000	>8000 ~10000
5	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	120	6和7级精度齿轮轴的配合面; 较高精度的快速轴, 汽车发动机曲轴和分配轴的支承轴颈, 较高精度机床的轴套
6	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	
7	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	300	8和9级精度齿轮轴的配合面, 拖拉机发动机分配轴轴颈; 普通精度高速轴 (1000r/min 以下); 长度在 1m 以下的主传动轴, 起重运输机的鼓轮配合孔和导轮的滚动面
8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	
9	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	10和11级精度齿轮轴的配合面; 发动机汽缸套配合面, 水泵叶轮离心泵零件, 摩托车活塞, 自行车中轴
10	25	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	
11	40	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	用于无特殊要求, 一般按尺寸公差等级 IT12 制造的零件
12	60	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	3000	4000	4000	

表 3—28 平行度、垂直度、倾斜度公差 (μm)

精度等级	主 参 数 L, d(D), mm													应 用 举 例			
	<10	>10 ~16	>16 ~25	>25 ~40	>40 ~63	>63 ~100	>100 ~160	>160 ~250	>250 ~400	>400 ~630	>630 ~1000	>1000 ~1600	>1600 ~2500		>2500 ~4000	>4000 ~6300	>6300 ~10000
4	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	平行度用于泵体和齿轮及螺杆的端面; 普通精度机床的工作面, 高精度机械的导槽和导板
5	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	垂直度用于发动机轴和离合器的凸缘, 气缸的支承端面, 装 D, E 级轴承和装 C, D 级轴承之箱体的凸肩
6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	平行度用于中等精度钻模的工作面; 7~10 级精度齿轮传动壳体孔的中心线, 连杆头孔之轴线
7	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	垂直度用于装 F、G 级轴承之壳体孔的轴线; 按 h6 和 g6 连接的锥形轴减速机的机体孔中心线, 活塞中销轴
8	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	平行度用于重型机械轴承盖的端面, 卷扬机, 手动传动装置中的传动轴
9	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	垂直度用于手动卷扬机及传动装置中轴承轴端面; 按 f7 和 d8 连接的锥形轴减速电机壳体孔中心线
10	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	零件的非工作面, 卷扬机, 运输机, 运输机上的壳体平面
11	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	2500	
12	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	2500	3000	4000	

3.2.5 主要加工方法能达到的形位公差等级

表 3—29 主要加工方法能达到的直线度、平面度的公差等级

加工方法			公差等级											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
车	普车 立车 自动	粗 细 精					○	○	○	○	○	○	○	○
铣	万能铣	粗 细 精						○	○	○	○	○	○	○
刨	龙门刨 牛头刨	粗 细 精							○	○	○	○	○	○
磨	无心磨 外圆磨 平磨	粗 细 精		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
研磨	机 动 手工研磨	粗 细 精	○	○	○	○	○							
刮研	刮 研 手 工	粗 细 精	○	○	○	○	○	○	○					

表 3—30 主要加工方法能达到的圆度、圆柱度的公差等级

表面	加工方法	公差等级												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
轴	精密车削			○	○	○								
	普通车削					○	○	○	○	○	○	○	○	
	立车、六角车						○	○	○	○	○	○	○	
	自动、半自动车						○	○	○	○	○	○	○	
	外圆磨	○	○	○	○	○	○	○	○					
孔	无心磨	○	○	○	○	○	○	○	○					
	研磨	○	○	○	○	○	○	○	○					
	普通钻孔					○	○	○	○	○	○	○	○	
	车(扩)孔						○	○	○	○	○	○	○	
	铰孔							○	○	○	○	○	○	

表 3—31

主要加工方法能达到的同轴度、圆跳动的公差等级

加工方法		精度等级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
车、镗	孔轴				○	○	○	○	○	○	○	○	○
						○	○	○	○	○			
铰							○	○	○				
磨	孔轴		○	○	○	○	○	○	○				
				○	○	○							
珩磨				○	○	○							
研磨		○	○	○									

表 3—32

主要加工方法能达到的平行度、垂直度的公差等级

加工方法		精度等级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
面/面													
研		○	○	○									
刮		○	○	○									
磨				○	○	○	○	○					
铣						○	○	○	○	○	○		
刨								○	○	○	○	○	○
插									○	○	○	○	○
拉										○	○	○	○
面/线													
钻(铰)									○	○	○	○	○
磨				○	○	○	○	○	○				
坐标镗				○	○	○	○						
车(镗)						○	○	○	○	○			
铣							○	○	○	○	○		
线/线													
坐标镗				○	○	○	○						
磨						○	○	○	○				
车(镗)							○	○	○				
铣								○	○	○			
钻(铰)									○	○	○	○	○

3.3 表面粗糙度

3.3.1 表面粗糙度的术语及评定参数

表 3—33 基本术语及评定参数

术 语	代号	定 义	图 示
表面粗糙度		加工表面上具有的较小间距和峰谷所组成的微观几何形状特性，一般由所采用的加工方法和（或）其它因素形成	<p>该图展示了加工表面的微观几何形状。图中包含以下标注：'波纹度 纹理'（指向表面的宏观起伏）、'粗糙度间距'（指向相邻峰谷之间的距离）、'波纹度 间距'（指向更小的间距）、'轮廓'（指向表面的实际轮廓线）以及'粗糙度'（指向表面的微观不平度）。</p>
取样长度	l	用于判别具有表面粗糙度特征的一段基准线长度。规定和选择这段长度是为了限制和减弱表面波纹度对表面粗糙度测量结果的影响。	<p>该图显示了一个表面轮廓线，上方标注为'基准线'。在轮廓线下方，用垂直线标出了若干个长度为 l 的取样长度。总长度标注为 l_n。</p>
评定长度	l_n	评定轮廓所必需的一段长度，可包括一个或几个取样长度。	
轮廓算术平均偏差	R_a	在取样长度 l 内轮廓偏距绝对值的算术平均值。 $R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$	<p>该图显示了一个表面轮廓线，横轴为 X，纵轴为 Y。轮廓线相对于基准线（O）的偏距绝对值被阴影填充。总长度标注为 l。纵轴上的 R_a 表示平均偏差。</p>
微观不平度十点高度	R_z	在取样长度内 5 个最大的轮廓峰高的平均值与 5 个最大的轮廓谷深的平均值之和。 $R_z = \sum_{i=1}^5 y_{pi} + \sum_{i=1}^5 y_{vi}$ 式中 y_{pi} —第 i 个最大的轮廓峰高； y_{vi} —第 i 个最大的轮廓谷深。	<p>该图显示了一个表面轮廓线，横轴为 X，纵轴为 Y。在取样长度 l 内，选取了 5 个最大的峰高 y_{p1} 到 y_{p5} 和 5 个最大的谷深 y_{v1} 到 y_{v5}。总长度标注为 l。</p>
轮廓最大高度	R_y	在取样长度内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离。	<p>该图显示了一个表面轮廓线，横轴为 X，纵轴为 Y。在取样长度 l 内，标注了最大的峰高 R_p 和最大的谷深 R_v，它们之间的总距离标注为 R_y。总长度标注为 l。</p>

3.3.2 表面粗糙度代号及其注法

① 表面粗糙度代号

表 3—34 图样上表示零件表面粗糙度的符号

符 号	意 义
	基本符号, 单独使用这符号是没有意义的
	基本符号上加一短划, 表示表面粗糙度是用去除材料的方法获得。例如: 车、铣、钻、磨、剪切、腐蚀、电火花加工等
	基本符号上加一小圆, 表示表面粗糙度是用不去除材料的方法获得。例如: 铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等 或者是用于保持原供应状况的表面(包括保持上道工序的状况)

表 3—35 表面粗糙度高度参数轮廓算术平均偏差 R_a 值的标注

代 号	意 义
	用任何方法获得的表面, R_a 的最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面, R_a 的最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$
	用不去除材料方法获得的表面, R_a 的最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面, R_a 的最大允许值($R_{a\text{max}}$)为 $3.2\mu\text{m}$, 最小允许值($R_{a\text{min}}$)为 $1.6\mu\text{m}$

表 3—36 其他表面粗糙度高度参数, 轮廓微观不平度十点高度 R_z
轮廓最大高度 R_y 值的标注

代 号	意 义
	用任何方法获得的表面, R_z 的最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$
	用不去除材料方法获得的表面, R_z 的最大允许值为 $200\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面, R_z 的最大允许值($R_{z\text{max}}$)为 $3.2\mu\text{m}$, 最小允许值($R_{z\text{min}}$)为 $1.6\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面, R_a 的最大允许值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的最大允许值为 $12.5\mu\text{m}$

②.图样上标注方法

表面粗糙度代号(符)号应注在可见轮廓线、尺寸线、尺寸界线或它们的延长线上;对于镀涂表面,可注在表示线(粗点划线)上,见图3—8,符号的尖端必须从材料外指向表面,见图3—9、3—10。表面粗糙度代号中数字及符号的方向必须按图3—9、3—10的规定标注。带有横线的表面粗糙度符号应按图3—11、3—12的规定标注。

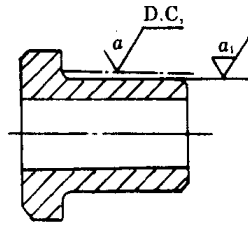


图3—8

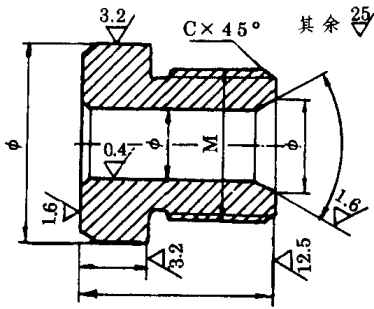


图3—9

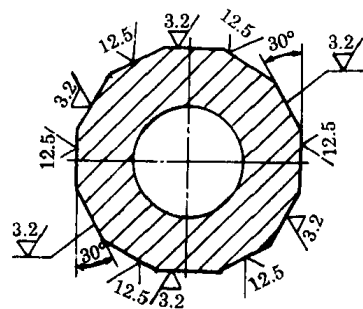


图3—10

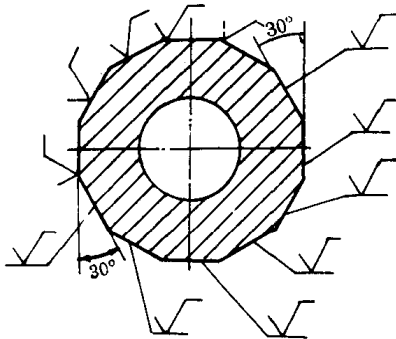


图3—11

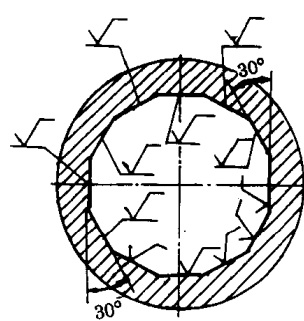


图3—12

一般情况下，表面粗糙度评定参数由 R_a 、 R_z 、 R_y 中选用。实际使用时可以选用一个参数，也可同时规定 R_a 和 R_y 或 R_z 和 R_y 两个参数；参数值可以给出极限值，也可以给出范围值。标准规定，在 R_a 为 $0.025 \sim 6.3\mu\text{m}$ ， R_z 为 $0.100 \sim 25\mu\text{m}$ 的常用数值范围内，优先选用 R_a 值。 R_y 值适用于只有 2~3 个轮廓峰谷的很小的表面段，或不允许出现较大加工痕迹的表面，或需控制应力集中防止疲劳破坏的表面，轴承、仪表、木材行业用得较多。对各参数均应优先选用第一系列值。轮廓算术平均偏差 R_a 数值见表 3—37。微观不平度十点高度 R_z ，轮廓最大高度 R_y 的数值见表 3—38。表面粗糙度新旧国标数值过渡表见表 3—39。

表 3—37 轮廓算术平均偏差 R_a 的数值 (μm)

第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列
	0.008						
	0.010						
	(▽14)						
0.012			0.125		1.25	12.5	
					(▽7)		
	0.016		0.160	1.60			16.0
	(▽13)		(▽10)				
	0.02	0.20			2.0		20
	(▽13)						(▽3)
0.025			0.25		2.5	25	
					(▽6)		
	0.032		0.32	3.2			32
	(▽12)		(▽9)				
	0.040	0.40			4.0		40
	(▽12)						(▽2)
0.050			0.50		5.0	50	
					(▽5)		
	0.063		0.63	6.3			63
	(▽11)		(▽8)				
	0.080	0.80			8.0		80
	(▽11)						(▽1)
0.100			1.00		10.0	100	
					(▽4)		

注：括号内光洁度系旧国标的级别的最大允许值。

表 3—38 微观不平度十点高度 R_z 、轮廓最大高度 R_y 的数值 (μm)

第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列	第 1 系列	第 2 系列
			0.125		1.25	12.5			125		1250
			0.160	1.60 (▽9)			16.0		160 (▽2)	1600	
0.025		0.20 (▽12)			2.0		20 (▽5)	200			
	0.032		0.25		2.5	25			250		
			0.32	3.2 (▽8)			32		320 (▽1)		
	0.040	0.40 (▽11)			4.0		40 (▽4)	400			
0.050 (▽14)			0.50		5.0	50			500		
			0.63	6.3 (▽7)			63		630		
	0.080	0.80 (▽10)			8.0		80 (▽3)	800			
0.100 (▽13)			1.00		10.0 (▽6)	100			1000		

注：括号内光洁度系旧国标的级别的最大允许值。

表 3—39 表面粗糙度新旧国标参数值过渡表

光 洁 度	R_a			R_z		
	原最大允许值 (为新国标 第 2 系列)	新最大允许值 (为新国标第 1 系列)		原最大允许值 (为新国标 第 2 系列)	新最大允许值 (为新国标第 1 系列)	
		I	II		I	II
▽ 1	80	100	50	320	400	200
▽ 2	40	50	25	160	200	100
▽ 3	20	25	12.5	80	100	50
▽ 4	10	12.5	6.3	40	50	25
▽ 5	5	6.3	3.2	20	25	12.5
▽ 6	2.5	3.2	1.60	10	12.5	6.3
▽ 7	1.25	1.60	0.80		6.3	
▽ 8	0.63	0.80	0.40		3.2	
▽ 9	0.32	0.40	0.20		1.60	
▽ 10	0.16	0.20	0.10		0.80	
▽ 11	0.08	0.10	0.05		0.40	
▽ 12	0.04	0.05	0.025		0.20	
▽ 13	0.02	0.025	0.012		0.10	
▽ 14	0.01	0.012	—		0.05	

表 3—40

表面粗糙度的参数值、加工方法及选择

级别与代号, $R_a/\mu\text{m}$	表面状况	加工方法	适用范围
100	除净毛口	铸造、锻、热轧、冷轧、冲切	不加工的平滑表面。如：砂型铸造，冷铸，压力铸造，轧材，锻压，热压及各种型锻的表面
50、25	明显可见的刀痕	粗车、镗、刨、钻	工序间加工时所得到的粗糙表面，亦即预先经过机械加工，如粗车、粗铣等的零件表面
12.5	微见刀痕	粗车、刨、铣、钻	
6.3	可见加工痕迹	车、镗、刨、钻、铣、锉、磨、粗铰、铣齿	不重要零件的非配合表面，如支柱、轴、外壳、衬套、盖等的表面；紧固零件的自由表面，不要求定心及配合特性的表面，如用钻头钻的螺栓孔等的表面；固定支承表面，如与螺栓头相接触的表面，键的非结合表面
3.2	微见加工痕迹	车、镗、刨、铣、刮 1~2 点 / cm^2 、拉、磨、锉、滚压、铣齿	和其它零件连接而不是配合表面，如外壳凸耳、扳手等的支撑表面；要求有定心及配合特性的固定支承表面，如定心的轴肩、槽等的表面；不重要的紧固螺纹表面
1.6	看不清加工痕迹	车、镗、刨、铣、铰、拉、磨、滚压、刮 1~2 点 / cm^2 、铣齿	要求不精确的定心及配合特性的固定支承表面，如衬套、轴承和定位销的压入孔；不要求定心及配合特性的活动支承面，如活动关节，花键联接，传动螺纹工作面等；重要零件的配合表面，如导向件等
0.8	可辨加工痕迹的方向	车、镗、拉、磨、立铣、刮 3~10 点 / cm^2 、滚压	要求保证定心及配合特性的表面，如锥形销和圆柱销表面，安装滚动轴承的孔，滚动轴承的轴颈等；不要求保证定心及配合特性的活动支承表面，如高精度的活动球状接头的表面、支承垫圈，磨削的轮齿
0.4	微辨加工痕迹的方向	铰、磨、镗、拉、刮 3~10 点 / cm^2 、滚压	要求能长期保持所规定的配合特性的轴和孔的配合表面，如导柱、导套的工作表面；要求保证定心及配合特性的表面，如精密球轴承的压入座，轴瓦的工作表面，机床顶尖表面等；工作时承受反复应力的重要零件表面，在不破坏配合特性下工作要保证其耐久性和疲劳强度所要求的表面，如曲轴和凸轮轴的工作表面
0.2	不可辨加工痕迹的方向	布轮磨、磨、研磨、超级加工	工作时承受反复应力的重要零件表面，保证零件的疲劳强度、防腐性和耐久性，并在工作时不破坏配合特性的表面，如轴颈表面，活塞和柱塞表面；IT5、IT6 公差等级配合的表面；圆锥定心表面；摩擦表面
0.1	暗光泽面	超级加工	工作时承受较大反复应力的重要零件表面，保证零件的疲劳强度、防腐性及在活动接头工作中的耐久性的表面，如活塞销表面，液压传动用的孔的表面；保证精确定心的圆锥表面
0.05	亮光泽面	超级加工	精密仪器及附件的摩擦面，量具工作面
0.025	镜状光泽面		
0.012	雾状镜面		

表 3—41

与配合精度相适应的最低表面粗糙度 R_a

(μm)

配 合 类 别	轴 径 (mm)											
	1~3	3~6	6 ~ 10	10~ 18	18~ 30	30~ 50	50~ 80	80~ 120	120 ~ 180	180 ~ 260	260 ~ 360	360 ~ 500
h5, n5, m5, k5, j5, g5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8
s7	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
h6, r6, n6, m6, k6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6
f7	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
e8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
d8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
h7, n7, m7, k7, j7	0.2	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6
h8, h9	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3
d9, d10	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3
h10	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3	6.3
h11	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3	6.3
h12, h13	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3	6.3	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
H6, N6, M6, K6, J6, G6	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8
H7, N7, M7, K7, J7, G7	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
F8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2
E8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2
D8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2
H8, N8, M8, K8, J8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2
H9	0.8	0.8	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2
F9	0.8	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3
D9, D10	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3
H10	1.6	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3	6.3
H11	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3	6.3
H12, H13	1.6	1.6	1.6	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	6.3	6.3	6.3	6.3

4

工程材料及金属材料热处理

4.1 名词术语

表 4—1 金属材料的应力及应变

名 称	代号	单 位	解 释
内 力		Pa	指材料受外力变形时其内部各部分之间相对位置改变而相互作用的力
应 力		(N/m ²)	单位面积的内力
正 应 力	σ		垂直于截面的应力分量
切 应 力	τ		又称剪应力, 指切于截面的应力分量
变 形			单位长度的变形
线 应 变	ϵ		又称相对变形, 简称应变, 指单位长度的伸长或缩短
角 应 变	γ		又称剪应变, 指单位角度的变形
变形三阶段			材料受力变形过程分成弹性变形、塑性变形和断裂三个阶段
弹性变形阶段			在这一阶段, 应力与应变成正比, 外力取消后变形完全消失
塑性变形阶段			应力超过某一极限时, 外力取消后变形不能完全消失, 有残余变形。此残余变形即称为塑性变形或永久变形
断裂阶段			应力继续增加, 塑性变形急剧增加之后发生断裂, 即破坏阶段

表 4—2 金属材料机械性能指标代号及解释

名 称	代号	单 位	解 释
屈 服 点	σ_s	Pa	材料试样在拉伸过程中, 负荷不再增加而变形继续增加时的最小应力
屈服强度	$\sigma_{0.2}$	(N/m ²)	永久变形为拉伸试样原长的 0.2% 时的应力, 又称条件屈服强度
抗拉强度	σ_b		材料试样拉断前所承受的最大应力
抗压强度	σ_{bc}		材料试样在压坏前所承受的最大应力
抗弯强度	σ_{bb}		材料试样在弯曲破坏前所承受的最大应力
弹性极限	σ_e	Pa (N/m ²)	材料不产生塑性变形时所能承受的最大应力。但由于真实的弹性极限难以测定, 因此, 在实际工作中规定以永久变形为原长的 0.005% 时的应力值表示
延 伸 率 (伸长率)	δ δ_5 δ_{10}	%	试样拉断后的标距长度的增加量与原标距长度的百分比 试样标距等于 5 倍直径 试样标距等于 10 倍直径
断面收缩率	ψ	%	试样断后, 其断裂处横截面积缩小量与原截面积的百分比
冲 击 值 (冲击韧性)	α_{ku}	J/m ²	冲断试样所消耗的功与断口处横截面积之比

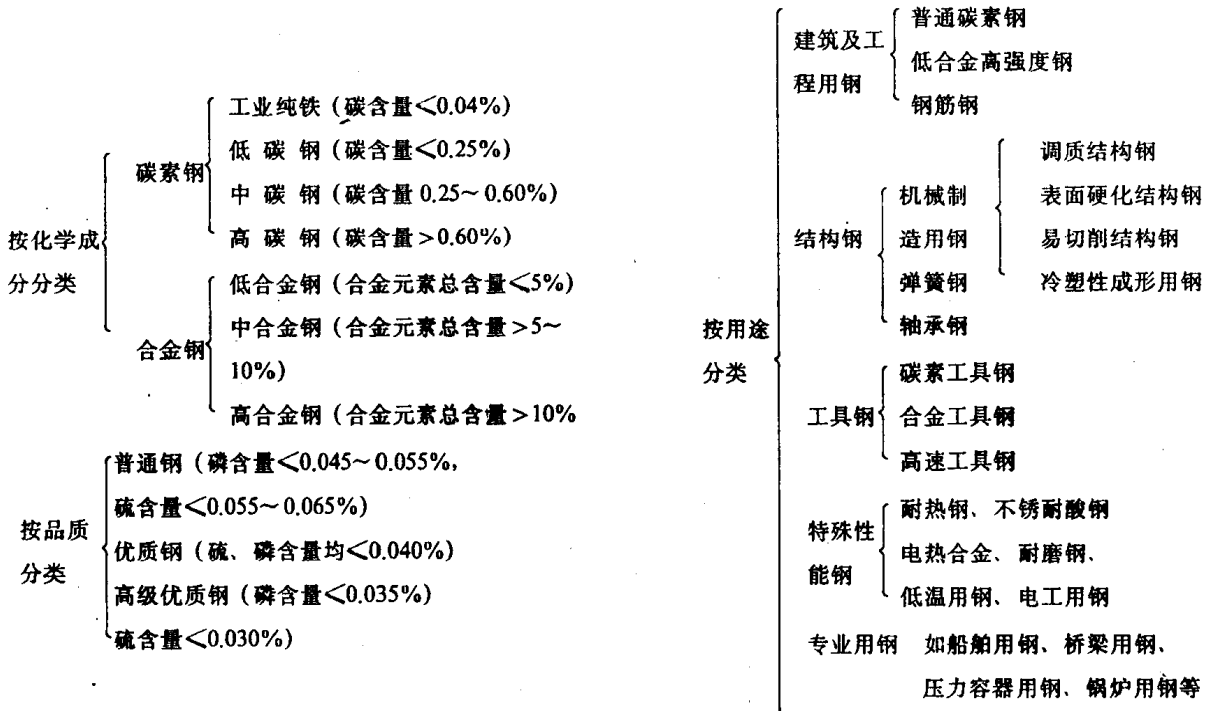
续表 1

名称	代号	单位	解释
硬度			材料抵抗硬物体压入自身表面的能力。其测定方法不同，可分几种硬度
布氏硬度	HBS		用一定压力（一般为 29420N）把淬硬钢球（Φ10 或 Φ5mm）压入材料表面，以压痕面积除压力得的商表示
洛氏硬度	HR		用一定压力，把淬硬钢球或 120° 圆锥形金刚石压入器压入材料表面，以压印深度计算硬度大小
标尺 C	HRC		用 1471N 压力和圆锥形金刚石压入器求得的硬度值（其有效范围为 20~67）
标尺 B	HRB		用 1/16" 钢球和 980N 压力求得硬度值（其有效范围为 25~100）
标尺 A	HRA		用顶角为 120° 的金刚石压入器和 588N 压力求得的硬度值（其有效范围大于 70）
维氏硬度	HV		测定方法与布氏硬度相同，所不同的是用顶角为 136° 的金刚石四方角锥体
疲劳强度	σ_{-1}	Pa (N/m ²)	试样在对称弯曲应力作用下，经受一定的应力循环次数而不破坏的最大应力。对于钢材，规定应力循环次数在 10 ⁷ 次不发生断裂时确定其疲劳强度

4.2 黑色金属材料

4.2.1 钢的分类及钢号表示方法

① 钢的分类



此外，还可按金相组织、冶炼方法进行分类。

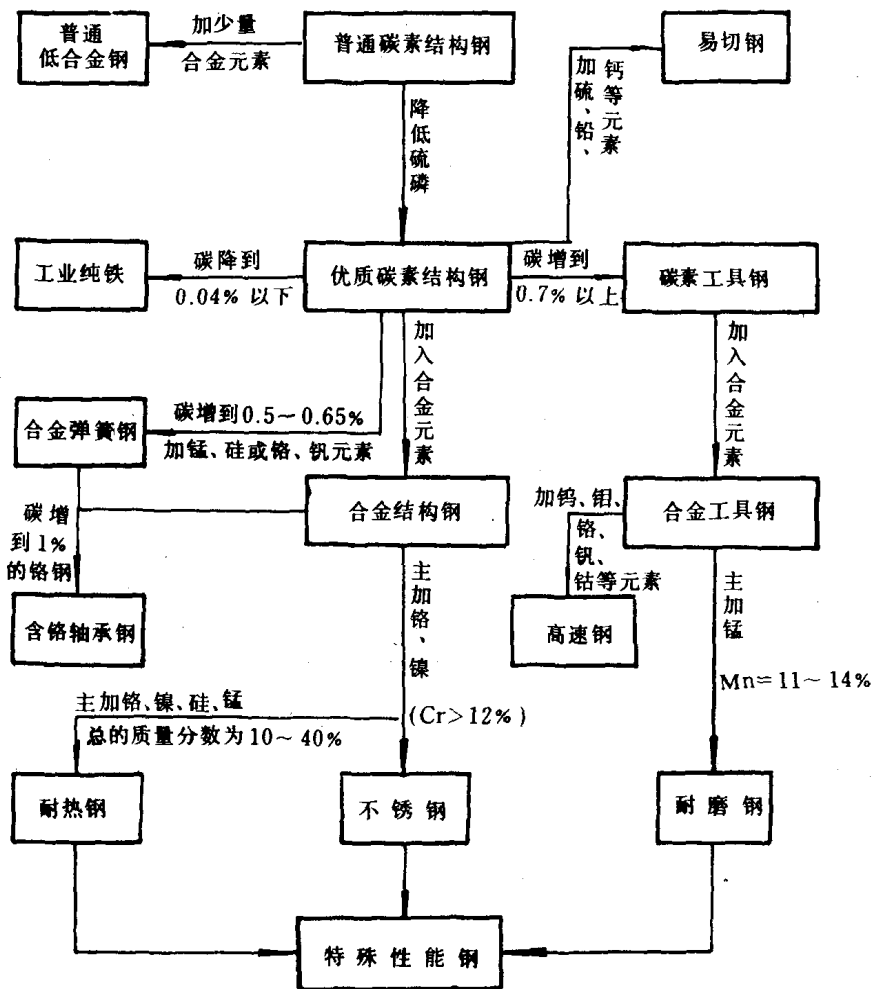


图 4-1 大类钢种成分内在联系图

② 钢号表示方法

表 4-3 产品名称、用途、特性和工艺方法命名符号 (GB 221-79)

名 称	汉 字	符 号	名 称	汉 字	符 号
碱性平炉炼钢用生铁	平	P	汽车大梁用钢	梁	L
顶吹氧转炉炼钢用生铁	顶	D	矿用钢	矿	K
铸造用生铁	铸	Z	压力容器用钢	容	R
球磨铸铁用生铁	球	Q	桥梁钢	桥	q
		A	锅炉钢	锅	g
碳素结构钢质量的等级		B	耐蚀合金	耐蚀	NS
		C	精密合金	精	J
氧气转炉 (普通碳素钢用)	氧	Y	变形高温合金	高合	GH
碱性空气转炉 (普通碳素钢用)	碱	J	铸造高温合金	铸	K
易切削钢	易	Y	铸钢	铸钢	ZG
电工用纯铁	电	DT	球墨铸铁	球铁	QT
碳素工具钢	碳	T	灰铸铁	灰铁	HT
滚珠轴承钢	滚	G	可锻铸铁	可铁	KT
焊接用钢	焊	H	耐热铸铁	热铁	RT
钢轨钢	轨	U	沸腾钢	沸	F
船用钢	船	C	半镇静钢	半	b

表 4-7

碳素结构钢新旧牌号对照

GB700—88	GB700—79
Q195 不分等级, 化学成分和机械性能 (抗拉强度、伸长率和冷弯) 均须保证, 但轧制薄板和盘条之类产品, 机械性能的保证项目, 根据产品特点和使用要求, 可在有关标准中另行规定。	1号钢 Q195 的化学成分与本标准 1号钢的乙类钢 B1 同, 机械性能 (抗拉强度、伸长率和冷弯) 与甲类钢 A1 同 (A1 的冷弯试验是附加保证条件)。1号钢没有特类钢。
Q215 A 级 B 级 (做常温冲击试验, V 型缺口)	A2 C2
Q235 A 级 (不做冲击试验) B 级 (做常温冲击试验, V 型缺口) C 级 } (做为重要焊接结构用) D 级 }	A3 (附加保证常温冲击试验, U 型缺口) C3 (附加保证常温或-20℃ 冲击试验, U 型缺口) — —
Q255 A 级 B 级 (做常温冲击试验, V 型缺口)	A4 C4 (附加保证冲击试验, U 型缺口)
Q275 不分等级, 化学成分和机械性能均须保证	C5

②优质碳素结构钢

表 4-8

优质碳素结构钢的牌号, 热处理及机械性能

序号	牌号	试样毛坯尺寸 (mm)	推荐热处理℃			机械性能					钢材交货状态硬度	
			正火	淬火	回火	MPa	MPa	δ_5	ψ	$A_{KU}(\alpha_{KU})$	IIBS 不大于	
						(kgf/mm ²)	(kgf/mm ²)	(%)	(%)	J (kgf·m/cm ²)	未热处理	退火钢
						不 小 于						
1	08F	25	930			295 (30)	175 (18)	35	60		131	
2	10F	25	930			315 (32)	185 (19)	33	55		137	
3	15F	25	920			355 (36)	205 (21)	29	55		143	
4	08	25	930			325 (33)	195 (20)	33	60		131	
5	10	25	930			335 (34)	205 (21)	31	55		137	
6	15	25	920			375 (38)	225 (23)	27	55		143	
7	20	25	910			410 (42)	245 (25)	25	55		156	
8	25	25	900	870	600	450 (46)	275 (28)	23	50	71 (9)	170	
9	30	25	880	860	600	490 (50)	295 (30)	21	50	63 (8)	179	
10	35	25	870	850	600	530 (54)	315 (32)	20	45	55 (7)	197	

续表 1

序号	牌号	试样毛坯 尺寸 (mm)	推荐热处理℃			机械性能					钢材交货状态硬度	
			正 火	淬 火	回 火	MPa	MPa	δ_5	ψ	$A_{KU}(\alpha_{KU})$	HBS 不大于	
						(kgf/mm ²)	(kgf/mm ²)	(%)	(%)	J(kgf·m/cm ²)	未热处理	退火钢
						不 小 于						
11	40	25	860	840	600	570 (58)	335 (34)	19	45	47 (6)	217	187
12	45	25	850	840	600	600 (61)	355 (36)	16	40	39 (5)	229	197
13	50	25	830	830	600	630 (64)	375 (38)	14	40	31 (4)	241	207
14	55	25	820	820	600	645 (66)	380 (39)	13	35		255	217
15	60	25	810			675 (69)	400 (41)	12	35		255	229
16	65	25	810			695 (71)	410 (42)	10	30		255	229
17	70	25	790			715 (73)	420 (43)	9	30		269	229
18	75	试样		820	480	1080 (110)	880 (90)	7	30		285	241
19	80	试样		820	480	1080 (110)	930 (95)	6	30		285	241
20	85	试样		820	480	1130 (115)	980 (100)	6	30		302	255
21	18Mn	25	920			410 (42)	245 (25)	26	55		163	
22	20Mn	25	910			450 (46)	275 (28)	24	50		197	
23	25Mn	25	900	870	600	490 (50)	295 (30)	22	50	71 (9)	207	
24	30Mn	25	880	860	600	540 (55)	315 (32)	20	45	63 (8)	217	187
25	35Mn	25	870	850	600	560 (57)	335 (34)	19	45	55 (7)	229	197
26	40Mn	25	860	840	600	590 (60)	355 (36)	17	45	47 (6)	229	207
27	45Mn	25	850	840	600	620 (63)	375 (38)	15	40	39 (5)	241	217
28	50Mn	25	830	830	600	645 (71)	390 (40)	13	40	31 (4)	255	217
29	60Mn	25	810			695 (71)	410 (42)	11	35		269	229
30	65Mn	25	810			735 (75)	430 (44)	9	30		285	229
31	70Mn	25	790			785 (80)	450 (46)	8	30		285	229

注 1. 摘自《优质碳素结构钢》(GB699—88)

2. 对于直径或厚度小于25mm的钢材，热处理是在与成品截面尺寸相同的试样毛坯上进行。

3. 表中所列正火推荐保温时间不小于30min，空冷；淬火推荐保温时间不小于30min，水；回火推荐保温时间不小于1h。

表 4—9

常用优质碳素结构钢的特性及用途

钢号	主要特性	用途举例
08F 10F	强度、硬度很低，塑性、韧性很高，深冲压、深拉伸的冷加工性和焊接性很好，但成分偏析倾向较大，时效敏感性较强	用于制造强度要求不高，而需经受大变形的冲压件和焊接件，如外壳、盖、罩、固定挡板等
08 10	强度不高，塑性韧性很好，为获得最好深拉伸性能。板材应正火或高温回火；切削加工性，冷拉或正火状态较退火状态的好；焊接件优良。退火后导磁率较高，剩磁较少	用于制造受力不大的焊接件，冲压件，锻件和心部强度要求不高的渗碳，碳氮共渗零件。如角片、支臂、隔板、外壳、帽盖、垫圈、锁片、螺钉、元宝、螺帽、销钉、小轴等，退火后还可用作电磁铁或电磁吸盘等磁性零件
15 20	为常用的低碳渗碳钢。强度较低（但高于 08、10 号钢），塑性、韧性、焊接性及冷加工性都很好，无回火脆性，但淬硬性、淬透性均较低，切削性不好，为了改善其切削性能需要进行水韧处理或正火	主要用作低负荷、形状简单的渗碳、碳氮共渗零件，如小轴，小模数齿轮、仿形样板、套筒、销子、摩擦片、汽车上的手刹车蹄片等。在热轧或正火状态下用作受力不大但要求较好韧性的各种机械零件和焊接件，如螺钉、螺栓、法兰盘、起重钩、焊接容器等
30 35	含碳量较高，已不适于渗碳，钢的强度、硬度均较高，且有较好的塑性，切削性好，焊接性中等，淬透性仍低，一般在正火或调质状态下使用；机械性能要求不高时也可在热轧供状态下使用	用作截面较小，受力较大的机械零件，如螺钉、丝杆、拉杆、转轴、曲轴、吊环、齿轮等，以及在自动机床上加工的紧固件。30 号钢也适于制作冷顶锻零件和焊接件，但 35 号钢一般不作焊接件
40 45	为高强度中碳钢，其特点是强度较高，塑性及韧性尚好，切削性优良，经调质处理后能获得较好的综合机械性能，无回火脆性；但焊接性不好，淬透性较低，水淬时且有形成裂纹倾向。当直径较大时（60—80mm），调质状态和正火状态的机械性能相近，因此，大截面零件常以正火为最终热处理，这两种钢中以 45 号应用最广	一般在正火或调质、或高频表面淬火状态下使用，用于制作承受负荷较大的小截面调质件和应力较小的大型正火零件以及对心部强度要求不高的表面淬火件，如曲轴、心轴、曲柄销、传动轴、连杆、拉杆、丝杆、链轮、齿轮、齿条、蜗杆、活塞杆、活塞销等，这类钢一般不作焊接件，如需焊接，则焊前需进行预热，焊后要进行消除焊接应力退火处理
50 55	为高强度中碳钢，钢经热理后具有高的强度和硬度，但塑性、韧性较差，切削性能中等，焊接性不好，淬透性差，水淬且有形成裂纹的倾向	一般在正火或淬火回火后使用，用作要求较高强度和耐磨性或弹性、动载荷及冲击负荷不大的零件，如齿轮、连杆、轧辊、机床主轴、曲轴、犁铧、轮圈、轮箍、弹簧等
60	这是介于中碳与高碳之间的碳素结构钢，钢的强度、硬度和弹性都相当高，但冷变形时塑性低，切削性较差，焊接性和淬透性也差；水淬有产生裂纹倾向，仅小型零件才能进行淬火，大件多采用正火	用作轧辊、轴、偏心轴、轮箍、弹簧圈、减震弹簧、弹簧垫圈、离合器、钢丝绳等受力较大、在摩擦条件下工作、要求较高强度、耐磨性和一定弹性的零件
65 70	钢在经过适当的热处理或冷拔硬化后，可得到较高的强度与弹性，而且在相同的表面状态和完全淬透的情况下，其疲劳强度并不比合金弹簧钢差，但焊接性不好，切削性不好，冷应变塑性低，淬透性不好，直径超过 7~18mm 时，油淬淬不透，水淬有形成裂纹倾向	主要在淬火、中温回火状态下使用（一般采用油淬，截面较大时采用水淬油冷），用作截面较小（<15mm）、形状简单，受力不大的扁形或螺旋弹簧以及弹簧式零件，如汽门弹簧、弹簧环、弹簧垫圈、U 形卡等，也可在正火状态下，制造要求耐磨性高的零件。如轧辊、轴、凸轮以及钢丝绳等

注：1. 摘自“优质碳素结构钢”（GB699—88）

2. 较高含锰量钢组的各个钢号（15Mn~70Mn），其性能和用途与上列相应钢号基本相同，但淬透性稍好，可制作截面稍大或要求强度稍高的零件。

表 4—10

碳素铸钢的化学成分、机械性能及用途

铸钢牌号		主要化学成分 (%)<					室温机械性能>					特性和用途
新牌号	原牌号	C	Si	Mn	P	S	σ_s 或 $\sigma_{0.2}$	σ_b	δ (%)	ψ (%)	$A_{KU}(\alpha_{ku})$ J(kgF·m/cm ²)	
							(MPa)					
ZG200—400	ZG 15	0.20	0.50	0.80	0.04		200	400	25	40	30 (6.0)	有良好的塑性、韧性和焊接性能；用于受力不大、要求韧性的各种机械零件，如：机座、变速箱壳等
ZG230—450	ZG 25	0.30	0.50	0.90	0.04		230	450	22	32	25 (4.5)	有一定的强度和较好的塑性、韧性，焊接性能良好，可切削性尚好。用于受力不大、要求韧性的各种机械零件，如：砧座、外壳、轴承盖、底板、阀体、犁柱等
ZG270—500	ZG 35	0.40	0.50	0.90	0.04		270	500	18	25	22 (3.5)	有较高的强度和较好的塑性，铸造性能良好，焊接性尚好，可切削性好，用途广泛，用作轧钢机机架，轴承座，连杆，箱体、曲拐、缸体等
ZG310—570	ZG 45	0.50	0.60	0.90	0.04		310	570	15	21	15 (3)	有高的强度、硬度和耐磨性，可切削性中等，焊接性较差，流动性好，裂纹敏感性较大，用作齿轮、棘轮等
ZG340—640	ZG 55	0.60	0.60	0.90	0.04		340	640	10	18	10 (2)	有高的强度、硬度和耐磨性，可切削性中等，焊接性较差，流动性好，裂纹敏感性较大，用作齿轮、棘轮等

注：1. 摘自《一般工程用铸造碳钢件》(GB11352—89)

2. 牌号表示意义：“ZG”系铸钢二字汉语拼音的第一字母，后面的数字，第一组代表屈服强度值，第二组代表抗拉强度值。
3. 表列性能适用于厚度为100mm以下的铸件，断面收缩率和冲击韧性根据合同选择；如需方无要求，由制造厂选择其一。

表 4-11 常用低合金结构钢的成分、性能与用途

牌 号	化 学 成 分 (%)										机 械 性 能			用 途 举 例
	C	Si	Mn	V	Ti	Cu	Xt	Nb	σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	σ_s (%)			
09MnV	<0.12	0.20~0.55	0.80~1.20	0.04~0.12						295	430~580	23	汽车, 建筑结构, 冷弯型钢	
09MnNb	<0.12	0.20~0.55	0.80~1.20					0.015~0.050		295	410~560	24	桥梁, -60℃低温用钢	
12Mn	0.09~0.16	0.20~0.55	1.10~1.50							295	440~590	22	锅炉, 油罐, 车辆	
16Mn	0.12~0.20	0.20~0.55	1.20~1.60							345	510~660	22	造船, 桥梁, 汽车, 机车, 拖拉机, 石油井架, 高压容器	
14MnNb	0.12~0.18	0.20~0.55	0.80~1.20					0.015~0.050		355	490~640	21	建筑结构, 化工容器, 桥梁	
09MnCuPTi	<0.12	0.20~0.55	1.00~1.50		<0.03	0.20~0.40				345	490~640	22	车辆, 桥梁, 石油井架	
15MnV	0.12~0.18	0.20~0.55	1.20~1.60	0.04~0.12						390	530~680	18	高中压容器, 起重机	
15MnTi	0.12~0.18	0.20~0.55	1.20~1.60		0.12~0.20					390	530~680	20	桥梁, 压力容器	
16MnNb	0.12~0.20	0.20~0.55	1.00~1.40					0.015~0.050		300	530~680	20	桥梁, 起重机	
14MnVTiXt	<0.18	0.20~0.55	1.30~1.60	0.04~0.10	0.09~0.16		0.02~0.20			440	550~700	19	桥梁, 高压容器, 电站设备	
15MnVN	0.12~0.20	0.20~0.55	1.30~1.70	0.10~0.20				N 0.010~0.020		420	570~720	19	大型焊接结构, 大型桥梁, 液氨罐车	

注: 1. 机械性能系是指钢材厚度或直径<16mm的机械性能, 但15MnTi为<25mm, 15MnV为>4~16mm, 14MnVTiXt为<12mm, 15MnVN为>10~25mm的机械性能。

2. 化学成分及机械性能摘自 GB1591—88《低合金结构钢》。

常用调质钢的成分、热处理、性能和用途

牌号	主要化学成分 (%)						试样尺寸 (mm)	热处理		机械性能					用途举例
	C	Si	Mn	Cr	其他			淬火温度 (°C)	回火温度 (°C)	σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	δ_5 (%)	ψ (%)	α_{ku} (J/cm ²)	
(45)	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80							360	610	16	40	50	齿轮, 轴, 活塞销
(40Mn)	0.37~0.45	0.17~0.37	0.70~1.00						360	600	17	45	60	辊轴, 高应力下工作的螺钉螺栓、螺母	
40B	0.37~0.44	0.17~0.37	0.60~0.90		B 0.0005~0.0035		840 水	550 水	650	800	12	45	70	齿轮转向拉杆, 轴, 凸轮	
40Cr	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10			850 油	520 水, 油	800	1000	9	45	60	齿轮, 套筒, 轴, 进气阀	
35SiMn	0.32~0.40	1.10~1.40	1.10~1.40				900 水	570 水, 油	750	900	15	45	60	传动齿轮, 心轴, 汽轮机叶轮	
40MnB	0.37~0.44	0.17~0.37	1.10~1.40		B 0.0005~0.0035		850 油	500 水, 油	800	1000	10	45	60	汽车上转向轴, 半轴, 蜗杆	
40CrNi	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.45~0.75	Ni 1.00~1.40		820 油	500 水, 油	800	1000	10	45	70	重型机械齿轮, 轴, 蒸汽透平机叶片、转子和轴	
30CrMnSi	0.27~0.34	0.90~1.20	0.80~1.10	0.80~1.10			880 油	520 水, 油	900	1100	10	45	50	高压鼓风机叶片, 阀板	
35CrMo	0.32~0.40	0.17~0.37	0.40~0.70	0.80~1.10	Mo 0.15~0.25		850 油	550 水, 油	850	1000	12	45	80	大截面的齿轮、轴、高压导管	
37CrM13	0.34~0.41	0.17~0.37	0.30~0.60	1.20~1.60	Ni 3.00~3.50		820 油	500 水, 油	1000	1150	10	50	60	大截面重要的轴、曲轴, 凹模	
40CrNiMoA	0.37~0.44	0.17~0.37	0.50~0.80	0.60~0.90	Ni 1.25~1.65 Mo 0.15~0.25		850 油	600 水, 油	850	1000	12	55	100	卧式锻造机传动偏心轴, 锻压机曲轴	
40CrMnMo	0.37~0.45	0.17~0.37	0.90~1.20	0.90~1.20	Mo 0.20~0.30		850 油	600 水, 油	800	1000	10	45	80	重载荷轴, 齿轮, 连杆	

注: 1. 45、40Mn钢的主要化学成分及机械性能摘自GB699—88《优质碳素结构钢技术条件》。2. 其余钢号的主要化学成分、热处理及机械性能摘自GB3077—88《合金结构钢技术条件》。3. 括号中的牌号系指碳素调质钢。

表 4-14

常用弹簧钢的成分、热处理、性能和用途

牌 号	化学成分 (%)						热 处 理			机 械 性 能				用 途 举 例
	C	Si	Mn	Cr	其它	回火温度 (°C)	淬火 介质	回火温度 (°C)	σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	δ (%)		ψ (%)	
											δ_5	δ_{10}		
65	0.62~ 0.70	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	<0.25		840	油	500	800	1000	9	35	截面尺寸小于12~15mm的 小弹簧圈	
65Mn	0.62~ 0.70	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20	<0.25		830	油	540	800	1000	8	30	尺寸较大的各种扁、圆弹簧	
55Si2Mn	0.52~ 0.60	1.50~ 2.00	0.60~ 0.90	<0.35		870	油	480	1200	1300	6	30	汽车、拖拉机、机床车辆上 的板簧、螺旋弹簧	
55Si2MnB	0.52~ 0.60	1.50~ 2.00	0.60~ 0.90	<0.35	B 0.0005~ 0.004	870	油	480	1200	1300	6	30	同上	
60Si2Mn	0.56~ 0.64	1.50~ 2.00	0.60~ 0.90	<0.35		870	油	480	1200	1300	5	25	同上	
60Si2MnA	0.56~ 0.64	1.60~ 2.00	0.60~ 0.90	<0.35		870	油	440	1400	1600	5	20	同上	
60Si2CrVA	0.56~ 0.64	1.40~ 1.84	0.40~ 0.70	0.90~ 1.20	V 0.10~ 0.20	850	油	410	1700	1900	6	20	承受重载荷极重要的螺旋弹 簧与板簧	
50CrVA	0.46~ 0.54	0.17~ 0.87	0.50~ 0.80	0.80~ 1.00	V 0.10~ 0.20	850	油	500	1150	1800	10	40	承受大应力特别重要的各种 尺寸螺旋弹簧	

注: 1. 列出的机械性能指标适用于截面尺寸不大于80mm的钢材。

2. 除用途举例一栏外, 摘自GB1222-84《弹簧钢》。

表 4—15 常用高碳铬轴承钢的牌号、化学成分、热处理、硬度及用途

牌 号	化 学 成 分 (%)				热 处 理		回火后 硬度 HBC	用 途 举 例
	C	Cr	Si	Mn	淬火温度 (℃)	回火温度 (℃)		
GCr9	1.00~ 1.10	0.90~ 1.20	0.15~ 0.35	0.20~ 0.40	810~830 水、油	150~170	62~64	<φ20mm 滚珠 <φ17mm 滚柱
GCr9SiMn	1.00~ 1.10	0.90~ 1.20	0.40~ 0.70	0.90~ 1.20	810~830 水、油	150~160	62~64	φ25~50mm 滚珠 φ18~22mm 滚柱
GCr15	0.95~ 1.05	1.40~ 1.65	0.15~ 0.35	0.20~ 0.40	820~840 油	150~160	62~64	φ25~50mm 滚珠 柴油机精密偶件
GCr15SiMn	0.95~ 1.05	1.40~ 1.65	0.40~ 0.65	0.90~ 1.20	820~840 油	150~170	62~64	大型轴承零件

注：摘自 YB (T) 1—80《高碳铬轴承钢》。表列热处理加热温度和硬度数据，仅供参考。

4.2.3 工具钢

工具钢按化学成分可分为碳素工具钢（见表 4—16）、合金工具钢和高速工具钢。合金工具钢按特性和用途又可分为刃具钢、量具钢（见表 4—17）和模具钢（见表 4—18、4—19）。

高速工具钢（简称高速钢）主要有钨系高速钢、钨钼系高速钢和超硬高速钢等。高速工具钢的牌号、化学成分、热处理和用途见表 4—20。

表 4—16 碳素工具钢的牌号、化学成分、热处理、特性和用途

牌 号	化 学 成 分 (%)		退火 状态	试 样 淬 火		特 性	用 途
	C	Mn	硬度值 HBS 不大于	淬火温度 (℃) 和淬火介质	硬度值 HRC 不小于		
T7 T7A	0.65~ 0.74	<0.40	187	800~ 820 水	62	为亚共析钢，淬火回火后具有较高的强度和韧性，且有一定的硬度，但热硬性低，淬透性差，淬火变形大	常用于制造能承受震动和撞击，要求较高韧性，但切削性能要求不太高的工具，如凿子、冲头 etc 小尺寸风动工具，木工用锯和凿，简单胶木模、锻模、剪刀、手锤、镰刀等
T8 T8A	0.75~ 0.84			780~ 800 水			

续表 1

牌号	化学成分(%)		退火状态	试样淬火		特 性	用 途
	C	Mn	硬度值 HBS 不大于	淬火温度 (℃) 和淬火介质	硬度值 HRC 不小于		
T8Mn T8MnA	0.80~ 0.90	0.40~ 0.60	187	780~ 800 水		性能同上, 但因加入了锰, 淬透性较好, 淬硬层较深	同上, 但可制造断面较大的工具
T10 T10A	0.95~ 1.04		197			为过共析钢, 在淬火加热不易过热, 仍保持细晶粒。韧性尚可, 强度及耐磨性均较 T7~T9 高些, 但热硬性低, 淬透性仍然不高, 淬火变形大	这种钢应用较广, 适于制造切削条件较差, 耐磨性要求较高且不受突然和剧烈冲击震动而需要一定韧性及具有锋利刀口的各种工具, 如车刀、刨刀、钻头、丝锥、扩孔刀具、螺丝板牙、铣刀、手锯锯条、小尺寸冷切边模及冲孔模、低精度而形状简单的量具(如卡板等), 也可用作不受较大冲击的耐磨零件
T12 T12A	1.15~ 1.24	<0.40	207	760~ 780 水	62	为过共析钢, 由于其含碳量高, 淬火后有较多的过剩碳化物, 因而耐磨性和硬度高, 但韧性也较低, 且热硬性低, 淬透性差, 淬火变形大	适于制作不受冲击负荷, 切削速度不高而需要很高硬度和耐磨性的各种工具和耐磨机件, 如车刀、铣刀、钻头、铰刀、扩孔钻、丝锥、板牙、刮刀、量规、锉刀、锯片以及小断面尺寸的冷切边模和冲孔模等
T13 T13A	1.25~ 1.35		217			为过共析钢, 在碳工钢中含碳量最高的钢种, 其硬度极高, 耐磨性最好, 但因碳化物数量增多和分布不均匀, 故机械性能较低, 不能承受冲击, 其它缺点和 T12, T12A 相同	适用制作不受冲击震动而需极高硬度的各种工具, 如剃刀、刮刀、锉刀、切削刀具, 刻字刀具, 拉丝工具, 钻头以及坚硬岩石加工用工具等, 此外, 也可用作不受冲击而要求极高硬度的耐磨机械零件

表 4—17

常用量具、刀具钢牌号、特性和用途

牌 号	主 要 特 性	用 途 举 例
9SiCr	淬透性比铬钢好， $\phi 40\sim 50\text{mm}$ 的工件可以淬透，回火稳定性较高，热处理变形小，但脱碳倾向较大	用作耐磨性高，切削不剧烈的刀具，如板牙、丝锥、钻头、铰刀、齿轮铣刀、拉刀等，还可用作冷冲模、冷轧辊
8MnSi	韧性、淬透性与耐磨性均优于碳素工具钢	一般多用作木工凿子、锯条或其它工具
Cr06	钢在淬火后的硬度和耐磨性都很高，但比较脆，淬透性不好	一般经冷轧成薄钢带后，用作剃刀、刀片、外科医疗刀具以及刮刀、刻刀
Cr2	钢的淬透性、硬度和耐磨性比碳素工具钢高，淬火变形不大	用作低速、走刀量小、加工材料不很硬的切削刀具，还可作样板、量规、冷轧辊等
9Cr2	性能与 Cr2 基本相似	主要用作冷轧辊、钢印冲孔凿、冷冲模及冲头、木工工具等

表 4—18

常用冷模具钢钢号、热处理、性能和用途

牌 号	交货状态 硬 度 (HBS)	淬 火		硬 度 (HRC) 不小于	用 途 举 例
		温度(℃)	淬火 介质		
T10	<197 (退火状态硬度)	760~780	水	62	拉丝模, 冲压模
9Mn2V	<229	780~810	油	62	冲模, 冷压模
CrWMn	207~255	800~830	油	62	形状复杂、高精度的冲模
Cr12	217~269	950~1000	油	60	冷冲模, 冲头, 拉丝模, 粉末冶金模
Cr12MoV	207~255	950~1000	油	58	冲模, 切边模, 拉丝模

注: 1. 除 T10 外, 表中硬度和淬火摘自 GB1299—85《合金工具钢技术条件》。

2. 表中淬火指试样淬火。

表 4—19

常用热模具钢成分、热处理、性能和用途

牌 号	主要化学成分 (%)						热 处 理		硬 度 (HRC)	用 途 举 例
	C	Si	Mn	Cr	Mo	其他	淬火 (℃)	回火 (℃)		
5CrMnMo	0.50~ 0.60	0.25~ 0.60	1.20~ 1.60	0.60~ 0.90	0.15~ 0.30		820~ 850 油	490~ 640	30~47	中型锻模
5CrNiMo	0.50~ 0.60	<0.40	0.50~ 0.80	0.50~ 0.80	0.15~ 0.30	Ni1.40~ 1.80	830~ 860 油	490~ 660	30~47	大型锻模
3Cr2W3V	0.30~ 0.40	<0.40	<0.40	2.20~ 2.70		W 7.50~ 9.00 V 0.20~ 0.50	1075~ 1125 油	600~ 620	50~54	高应力压模, 螺钉或铆钉热压 模

注: 主要化学成分摘自 GB1299—85《合金工具钢技术条件》。

表 4-20 常用高速钢成分、热处理和用途

牌 号	主要化学成分 (%)										交货硬度 (HBS 不大于)		热处理及淬火、回火硬度					用 途 举 例
	C	Mn	Si	Cr	V	W	Mo	Co	其它加工方法	退火	预热温度 (°C)	淬火温度 (°C)	淬火剂	回火温度 (°C)	HRC (不小于)			
	0.70 ~ 0.80	0.10 ~ 0.40	0.20 ~ 0.40	3.80 ~ 4.40	1.00 ~ 1.40	17.50 ~ 19.00	<0.30	-	269	820 ~ 870						盐浴炉 ~ 箱式炉	油		550 ~ 570	63
W18Cr4V																		
W6Mo5Cr4V2	0.80 ~ 0.90	0.15 ~ 0.40	0.20 ~ 0.45	3.80 ~ 4.40	1.75 ~ 2.20	5.50 ~ 6.75	4.50 ~ 5.50	-	262	255	730 ~ 840	1210 ~ 1230	油	540 ~ 560	63 (箱式炉) 64 (盐浴炉)			
W6Mo5Cr4V2A1	1.05 ~ 1.20	0.15 ~ 0.40	0.20 ~ 0.60	3.80 ~ 4.40	1.75 ~ 2.20	5.50 ~ 6.75	4.50 ~ 5.50	A1 0.80 ~ 1.20	285	269	820 ~ 870	1230 ~ 1240	油	540 ~ 560	65			

注: 1. 回火温度为550~570°C时, 回火2次, 每次1小时; 回火温度为540~560°C时, 回火2次, 每次2小时; 回火温度为530~550°C时, 回火3次, 每次2小时。
2. 除用途举例一栏外, 摘自 GB9943—88《高速工具钢棒技术条件》。

几种耐热钢的牌号及其化学成分、热处理、用途举例见表 4—22。

表 4—22 几种耐热钢的牌号、化学成分、热处理和用途举例

组织类别	牌 号	化学成分(%)					热 处 理 方 法	用 途 举 例
		C	Si	Cr	Ni	其它		
马氏体型	1Cr13	<0.15	<1.00	11.5~ 13.5			淬 火 :950~1000℃ 油 ; 回 火 :700~750℃ 快 冷	汽轮机叶片, 阀, 螺栓, 800℃ 以下氧化用部件
	4Cr9Si2	0.35~ 0.50	2.00~ 3.00	8.00~ 10.0			淬 火 :1020~1040℃ 油 ; 回 火 :700~780℃ 空 冷	内燃机进气阀, 轻负荷发动机排气阀
	4Cr10Si2Mo	0.35~ 0.45	1.90~ 2.60	9.00~ 10.5		Mo 0.70~0.90	淬 火 :1010~1040℃ 油 ; 回 火 :720~760℃ 空 冷	同上
铁素体型	0Cr13A1	<0.08	<1.00	11.5~ 14.5		Al 10.10~0.30	退 火 : 780~830℃ 空 冷 或 缓 冷	退火箱, 淬火台架, 燃气透平压缩机叶片
	00Cr12	<0.03	<1.00	11.0~ 13.0			退 火 : 700~820℃ 空 冷 或 缓 冷	要求焊接的部件, 锅炉燃烧室, 喷嘴
奥氏体型	4Cr14Ni14W2Mo	0.40~ 0.50		13.0~ 15.0	13.0~ 15.0	Mo 0.25~0.40 W 2.00~2.75	固 溶 处 理 : 820~850℃ 快 冷	内燃机重负荷排气阀
	3Cr18Mn12Si2N	0.22~ 0.30	1.40~ 2.20	17.0~ 19.0		Mn 10.5~12.5 N 0.22~0.33	固 溶 处 理 : 1100~1150℃ 快 冷	渗碳炉构件, 加热炉传送带, 料盘

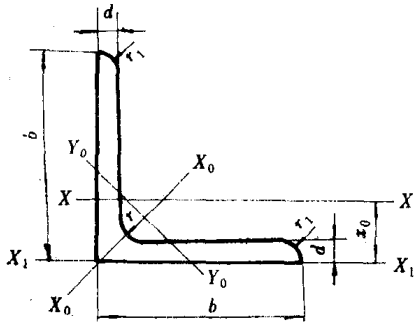
注: 摘自 GB1221—84《耐热钢棒》。

4.2.5 钢型材及钢制品

常用的钢型材及钢制品见表 4—23~4—37。

表 4—23

热轧等边角钢 (摘自 YB166—65)



符号意义:

b——边宽 d——边厚

r——内圆弧半径

r_1 ——边端内弧半径 $r_1 = \frac{1}{3} d$

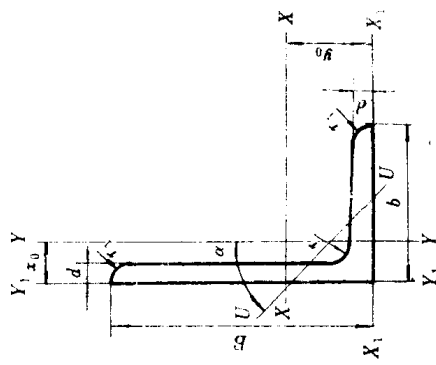
J——惯性矩 i——回转半径

Z——截面系数 x_0 ——重心距离

角钢号数	尺寸 (mm)			截面面积 (cm ²)	理论质量 kg/m	外表面积 m ² /m	参 考 数 值										x_0 (cm)
	b	d	r				X-X			X_0-X_0			Y_0-Y_0			X_1-X_1	
							J_x (cm ⁴)	i_x (cm)	Z_x (cm ³)	J_{x0} (cm ⁴)	i_{x0} (cm)	Z_{x0} (cm ³)	J_{y0} (cm ⁴)	i_{y0} (cm)	Z_{y0} (cm ³)	J_{x1} (cm ⁴)	
2	20	3	3.5	1.132	0.889	0.078	0.40	0.59	0.29	0.63	0.75	0.45	0.17	0.39	0.20	0.81	0.60
		4		1.459	1.145	0.077	0.50	0.58	0.36	0.78	0.73	0.55	0.22	0.38	0.24	1.09	0.64
2.5	25	3	4.5	1.432	1.124	0.098	0.82	0.76	0.46	1.29	0.95	0.73	0.34	0.49	0.33	1.57	0.73
		4		1.859	1.459	0.097	1.03	0.74	0.59	1.62	0.93	0.92	0.43	0.48	0.40	2.11	0.76
3.0	30	3	4.5	1.749	1.373	0.117	1.46	0.91	0.68	2.31	1.15	1.09	0.61	0.59	0.51	2.71	0.85
		4		2.276	1.786	0.117	1.84	0.90	0.87	2.92	1.13	1.37	0.77	0.58	0.62	3.63	0.89
3.6	36	3	5.5	2.109	1.656	0.141	2.58	1.11	0.99	4.09	1.39	1.61	1.07	0.71	0.76	4.68	1.00
		4		2.756	2.163	0.141	3.29	1.09	1.28	5.22	1.38	2.05	1.37	0.70	0.93	6.25	1.04
		5		3.382	2.654	0.141	3.95	1.08	1.56	6.24	1.36	2.45	1.65	0.70	1.09	7.84	1.07
4	40	3	5.5	2.359	1.852	0.157	3.95	1.23	1.23	5.69	1.55	2.01	1.49	0.79	0.96	6.41	1.09
		4		3.086	2.422	0.157	4.60	1.22	1.60	7.29	1.54	2.58	1.91	0.79	1.19	8.56	1.13
		5		3.791	2.976	0.156	5.53	1.21	1.96	8.76	1.52	3.10	2.30	0.78	1.39	10.74	1.17
4.5	45	3	5.5	2.659	2.088	0.177	5.17	1.40	1.58	8.20	1.76	2.58	2.14	0.90	1.24	9.12	1.22
		4		3.486	2.736	0.177	6.65	1.38	2.05	10.56	1.74	3.32	2.75	0.89	1.54	12.18	1.26
		5		4.292	3.369	0.176	8.04	1.37	2.51	12.74	1.72	4.00	3.33	0.88	1.81	15.25	1.30
		6		5.076	3.985	0.176	9.33	1.36	2.95	14.76	1.70	4.64	3.89	0.88	2.06	18.36	1.33
5	50	3	5.5	2.971	2.332	0.197	7.18	1.55	1.96	11.37	1.96	3.22	2.98	1.00	1.57	12.50	1.34
		4		3.897	3.059	0.197	9.26	1.54	2.56	14.70	1.94	4.16	3.82	0.99	1.96	16.69	1.38
		5		4.803	3.770	0.196	11.21	1.53	3.13	17.79	1.92	5.03	4.64	0.98	2.31	20.90	1.42
		6		5.688	4.465	0.196	13.05	1.52	3.68	20.68	1.91	5.85	5.42	0.98	2.63	25.14	1.46

热轧不等边角钢 (摘自 YB167-65)

表 4-24



符号意义:

B——长边宽度

d——边厚

r_1 ——端内弧半径 $r_1 = \frac{1}{3}d$

r_0 ——顶端圆弧半径

i ——回转半径

b——短边宽度

r——内圆弧半径

J——惯性矩

Z——截面系数

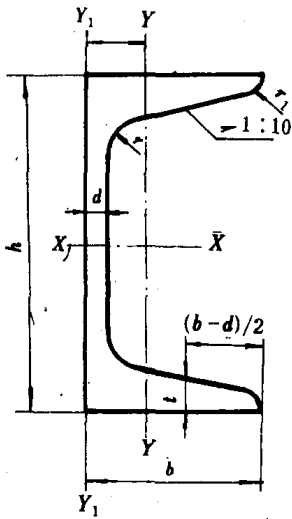
y_0 ——重心距离

x_0 ——重心距离

角钢号数	尺寸, (mm)				外表面积 kg/m ² /m	理论质量 kg/m ² /m	截面面积 (cm ²)	参 考 数 值														
	X-X		Y-Y					X ₁ -X ₁		Y ₁ -Y ₁		U-U										
	J_x (cm ⁴)	i_x (cm)	Z_x (cm ³)	J_y (cm ⁴)				i_y (cm)	Z_y (cm ³)	J_{x_1} (cm ⁴)	y_0 (cm)	J_{y_1} (cm ⁴)	x_0 (cm)	J_u (cm ⁴)	i_u (cm)	Z_u (cm ³)	tg α					
4/2.5	B	40	25	3	4	1.890	1.484	0.127	3.08	1.28	1.15	0.93	0.70	0.49	6.39	1.32	1.59	0.59	0.56	0.54	0.40	0.386
						2.467	1.936	0.127	3.93	1.26	1.49	1.18	0.69	0.63	8.53	1.37	2.14	0.63	0.71	0.54	0.52	0.381
5/3.2	B	50	32	3	4	2.431	1.908	0.161	6.24	1.60	1.84	2.02	0.91	0.82	12.49	1.60	3.31	0.73	1.20	0.70	0.68	0.404
						3.177	2.494	0.160	8.02	1.59	2.39	2.58	0.90	1.06	16.65	1.65	4.45	0.77	1.53	0.69	0.87	0.402
6.3/4	B			4		4.058	3.185	0.202	16.49	2.02	3.87	5.23	1.14	1.70	33.30	2.04	8.63	0.92	3.12	0.88	1.40	0.398
				5		4.993	3.920	0.202	20.02	2.00	4.74	6.31	1.12	2.71	41.63	2.08	10.86	0.95	3.76	0.87	1.71	0.396
				6		5.908	4.638	0.201	23.36	1.96	5.59	7.29	1.11	2.43	49.98	2.12	13.12	0.99	4.34	0.86	1.99	0.393
				7		6.802	5.339	0.201	26.53	1.98	6.40	8.24	1.10	2.78	58.07	2.15	15.47	1.03	4.97	0.86	2.29	0.389
7/4.5	B			4		4.547	3.570	0.226	23.17	2.26	4.86	7.55	1.29	2.17	45.92	2.24	12.26	1.02	4.40	0.98	1.77	0.410
				5		5.609	4.403	0.225	27.95	2.23	5.92	9.13	1.28	2.65	57.10	2.28	15.39	1.06	5.40	0.98	2.19	0.407
				6		6.647	5.218	0.225	32.54	2.21	6.95	10.62	1.26	3.12	68.35	2.32	18.58	1.09	6.35	0.98	2.59	0.404
				7		7.657	6.011	0.225	37.22	2.20	8.03	12.01	1.25	3.57	79.99	2.36	21.84	1.13	7.16	0.97	2.94	0.402

表 4—25

热轧普通槽钢 (GB707—65)



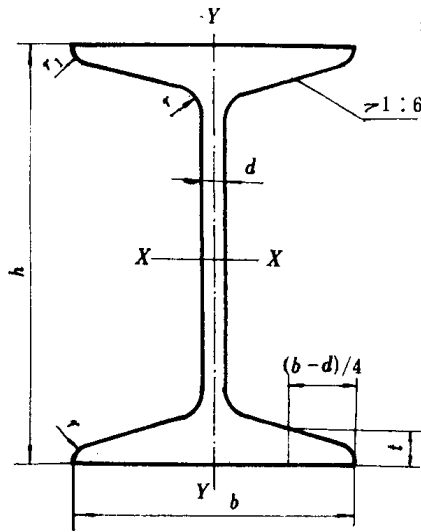
符号意义:

- h——高度
- b——边厚
- d——腰厚
- t——平均腿厚
- r——内圆弧半径
- r_1 ——腿端圆弧半径
- J——惯性矩
- Z——截面系数
- i——回转半径
- y_0 ——Y-Y 与 Y_1-Y_1 轴线间距离

型号	尺寸						截面面积 (cm^2)	理论质量 kg/m	参 考 数 值							
	h	b	d	t	r	r_1			X-X			Y-Y			Y_1-Y_1	y_0
	(mm)								Z_x (cm^3)	J_x (cm^4)	i_x (cm)	Z_y (cm^3)	J_y (cm^4)	i_y (cm)	J_y (cm^4)	(cm)
5	50	37	4.5	7	7	3.5	6.93	5.44	10.4	26	1.94	3.55	8.3	1.1	20.9	1.35
6.3	63	40	4.8	7.5	7.5	3.75	8.444	6.63	16.123	50.786	2.453		11.872	1.185	28.38	1.36
8	80	43	5	8	8	4	10.24	8.04	25.3	101.3	3.15	5.79	16.6	1.27	37.4	1.43
10	100	48	5.3	8.5	8.5	4.25	12.74	10	39.7	198.3	3.95	7.8	25.6	1.41	54.9	1.52
12.6	126	53	5.5	9	9	4.5	15.69	12.37	62.137	391.466	4.953	10.242	37.99	1.567	77.09	1.59
a	140	58	6	9.5	9.5	4.75	18.51	14.53	80.5	563.7	5.52	13.01	53.2	1.7	107.1	1.71
14	140	60	8	9.5	9.5	4.75	21.31	16.73	87.1	609.4	5.35	14.12	61.1	1.69	120.6	1.67
16a	160	63	6.5	10	10	5	21.95	17.23	108.3	866.2	6.28	16.3	73.3	1.83	144.1	1.8
16	160	65	8.5	10	10	5	25.15	19.74	116.8	934.5	6.1	17.55	83.4	1.82	160.8	1.75
18a	180	68	7	10.5	10.5	5.25	25.69	20.17	141.4	1272.2	7.04	20.03	98.6	1.96	189.7	1.88
18	180	70	9	10.5	10.5	5.25	29.29	22.99	152.5	1369.9	6.84	21.52	111	1.95	210.1	1.84
20a	200	73	7	11	11	5.5	28.83	22.63	178	1780.4	7.86	24.2	128	2.11	244	2.01
20	200	75	9	11	11	5.5	32.83	25.77	191.4	1913.7	7.64	25.88	143.6	2.09	268.4	1.95

表 4—26

热轧普通工字钢 (GB706—65)



符号意义:

- h ——高度
- b ——腿宽
- d ——腰厚
- t ——平均腿厚
- r ——内圆弧半径
- r_1 ——腿端圆弧半径
- J ——惯性矩
- Z ——截面系数
- i ——回转半径
- S_x ——半截面的静力矩

型 号	尺 寸						截 面 面 积 (cm^2)	理 论 质 量 (kg/m)	参 考 数 值						
	h	b	d	t	r	r_1			X—X				Y—Y		
	(mm)								J_x (cm^4)	Z_x (cm^3)	i_x (cm)	J_x (S_x)	J_y (cm^4)	Z_y (cm^3)	i_y (cm)
10	100	68	4.5	7.6	6.5	3.3	14.3	11.2	245	49	4.14	8.59	33	9.72	1.52
12.6	126	74	5	8.4	7	3.5	18.1	14.2	488.43	77.529	5.195	10.85	46.906	12.677	1.609
14	140	80	5.5	9.1	7.5	3.8	21.5	16.9	712	102	5.76	12	64.4	16.1	1.73
16	160	88	6	9.9	8	4	26.1	20.5	1130	141	6.58	13.8	93.1	21.2	1.89
18	180	94	6.5	10.7	8.5	4.3	30.6	24.1	1660	185	7.36	15.4	122	26	2
20 _a	200	100	7	11.4	9	4.5	35.5	27.9	2370	237	8.15	17.2	158	31.5	2.12
20 _b	200	102	9	11.4	9	4.5	39.5	31.1	2500	250	7.96	16.9	169	33.1	2.06
22 _a	220	110	7.5	12.3	9.5	4.8	42	33	3400	309	8.99	18.9	225	40.9	2.31
22 _b	220	112	9.5	12.3	9.5	4.8	46.4	36.4	3570	325	8.78	18.7	239	42.7	2.27
25 _a	250	116	8	13	10	5	48.5	38.1	5023.54	401.88	10.18	21.58	280.046	48.283	2.403
25 _b	250	118	10	13	10	5	53.5	42	5283.96	422.72	9.938	21.27	309.297	52.423	2.404
28 _a	280	122	8.5	13.7	10.5	5.3	55.45	43.4	7114.14	508.15	11.32	24.62	345.051	56.565	2.495
28 _b	280	124	10.5	13.7	10.5	5.3	61.05	47.9	7480	534.29	11.08	24.24	379.496	61.209	2.493

表 4-27

轧制薄钢板 (GB708-65)

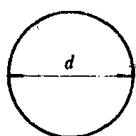
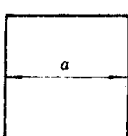
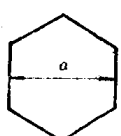
(mm)

壁 厚	0.5	0.8	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4						
壁厚公差 普通精度	± 0.08	± 0.1	± 0.12	± 0.15	± 0.18	± 0.2	± 0.22	± 0.25	± 0.3						
宽 度	500~1000					500~1500									
宽度系列	500	600	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1500		
长 度	1000~2000					1000~4000									
长度系列	1000	1200	1420	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2500	2800	3000	3500	4000

表 4-28

圆钢、方钢及六角钢

(mm)

类 别	尺寸系列			
热 轧	10 12 14 15 16 18 20 22 24 25 26 28 30 32 34 35			
圆钢方钢(GB702-72)	36 38 40 42 45 48 50 52 55 56 58 60 65 70 75 80			
六角钢 (GB705-65)	85 90 100 105 110 115 120 125 130~250 十进位			
冷 拉	7.0 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5 12 13 14 15 16 17			
圆钢 (GB905-82)	18 19 20 21 22 24 25 26 28 30 32 34 35 36 38 40			
方钢 (GB906-82)				
六角钢 (GB907-82)	42 45 48 50 53 55 56 60 63 65 67 70 75 80			

注: 1. 冷拉料允许尺寸偏差为h8、h9、h10、h11、h12; 2. 热轧钢标记举例: 用45号钢轧成直径25mm圆钢

[圆钢 $\frac{25-GB702-65}{45-GB699-65}$]; 3. 冷拉钢标记举例: 冷拉六角钢 $\frac{\text{精度}-d(a)-\text{圆钢品种标准}}{\text{钢号}-\text{技术条件标准}}$

[冷拉六角钢 $\frac{11-25-GB907-82}{40C,GB3078-82}$]; 4. 热轧六角钢 $a_{max}=70mm$, 冷拉六角钢没有 7.5, 8.5, 9.5, 10.5,

11.5, 35, 56, 63, 67, 80 尺寸。

表 4—29

无缝钢管 (YB231—70)

(mm)

外径	壁厚		壁厚				壁厚		壁厚			
	冷轧	热轧	冷轧	热轧	冷轧	热轧	冷轧	热轧	冷轧	热轧		
4	0.25~1.2	22	0.4~6		54	1~12	3~11	83	1.2~12	3.5~24		
6	0.25~2.0	25	0.4~6		57	1~12	3~13	89	1.2~12	3.5~24		
8	0.25~2.5	30	0.4~8		60	1~12	3~14	95	1.2~12	3.5~24		
10	0.25~3.5	32	0.4~8	2.5~8	65	1~12		100	1.2~12			
12	0.25~4	38	0.4~9	2.5~8	68	1~12	3~16	102	1.2~12	3.5~28		
14	0.25~4	42	1~9	2.5~10	70	1~12	3~16	110	1.2~12			
18	0.25~5	45	1~10	2.5~10	75	1~12		133	2.5~12	4~32		
20	0.25~6	50	1~12	2.5~10	76		3~19	140	3~12	4.5~36		
								150	3~12			
壁厚	0.25 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.5 2.8 3.0											
尺寸	3.2 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9 9.5 10 11 12											
系列	13 14 15 16 17 18 19 20 22 25 28 32 36 40 50											

注: 1. 管长 4~12.5m; 2. 常用材料 10, 20 或 45.

表 4—30

不锈冷拔无缝钢管 (GB2270—80)

(mm)

外径	壁厚	外径	壁厚	外径	壁厚	外径	壁厚
6	0.5~2.0	20	0.5~4.5	40	0.5~7.0	70	1.6~10
7	0.5~2.0	21	0.5~5.0	42	0.5~7.5	73	2.5~10
8	0.5~2.0	22	0.5~5.0	45	0.5~8.5	75	2.5~10
9	0.5~2.5	23	0.5~5.0	48	0.5~8.5	76	2.5~10
10	0.5~2.5	24	0.5~5.5	50	0.5~9.0	80	2.5~15
11	0.5~2.5	25	0.5~6.0	51	0.5~9.0	83	2.5~15
12	0.5~3.0	27	0.5~6.0	53	0.5~9.5	85	2.5~15
13	0.5~3.0	28	0.5~6.5	54	0.5~10	89	2.5~15
14	0.5~3.5	30	0.5~7.0	56	0.5~10	90	3.0~15
15	0.5~3.5	32	0.5~7.0	57	0.5~10	95	3.0~15
16	0.5~4.0	34	0.5~7.0	60	0.5~10	100	3.0~15
17	0.5~4.0	35	0.5~7.0	63	1.5~10	102	3.5~15
18	0.5~4.5	36	0.5~7.0	65	1.5~10	108	3.5~15
19	0.5~4.5	38	0.5~7.0	68	1.5~10	114	3.5~15
壁厚	0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 2.0, 2.5, 2.8, 3.0, 3.2, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0,						
系列	7.5, 8.0, 8.5, 9.0, 9.5, 10, 11, 12, 13, 14, 15						

表 4—31

低压流体输送用镀锌焊接钢管 (GB3091—82)

公称通径 (mm) (in)		外径 (mm)	钢 管				管 螺 纹				每米钢管分配的管 接头质量 (以每 6m 一个管接头计算) (kg)
			普通管		加厚管		基面处 外 径 (mm)	每 in 牙 数	螺纹长度(mm)		
			壁 厚 (mm)	不计管接头 的理论质量 (kg/m)	壁 厚 (mm)	不计管接头 的理论质量 (kg/m)			圆锥形 管螺纹	圆柱形 管螺纹	
6	1/8	10	2.00	0.39	2.50	0.46					
8	1/4	13.5	2.25	0.62	2.75	0.73					
10	3/8	17	2.25	0.82	2.75	0.97					
15	1/2	21.35	2.75	1.26	3.25	1.44	20.956	14	12	14	0.01
20	3/4	26.8	2.75	1.63	3.50	2.01	26.442	14	14	16	0.02
25	1	33.5	3.25	2.42	4.00	2.91	33.250	11	15	18	0.03
32	1 ¹ /4	42.3	3.25	3.13	4.00	3.78	41.912	11	17	20	0.04
40	1 ¹ /2	48	3.50	3.84	4.25	4.58	47.805	11	19	22	0.06
50	2	60	3.50	4.88	4.50	6.16	59.616	11	22	24	0.08
70	2 ¹ /2	75.5	3.75	6.64	4.50	7.88	75.187	11	23	27	0.13
80	3	88.5	4.00	8.34	4.75	9.81	87.887	11	32	30	0.20

表 4—32

花纹钢板 (YB184—32)

(mm)

基本厚度	纹 高		允 许 偏 差				理论质量(kg/m ²)	
	菱 形	扁豆形	基本厚度		纹 高		菱 形	扁豆形
			菱 形	扁豆形	菱 形	扁豆形		
2.5	1.0	2.5	± 0.3	± 0.3	+0.5	+0.8	21.6	22.6
					-0.2	-0.3		
3	1.0	2.5	± 0.3	± 0.3	+0.5	+0.8	25.6	26.6
					-0.2	-0.3		
3.5	1.0	2.5	± 0.3	± 0.3	+0.5	+0.8	29.5	30.5
					-0.2	-0.3		
4	1.0	2.5	± 0.4	± 0.4	+0.5	+0.8	33.4	34.4
					-0.2	-0.3		
4.5	1.0	2.5	± 0.4	± 0.4	+0.5	+0.8	37.3	38.3
					-0.2	-0.3		
5	1.5	2.5	+0.4	+0.4	+0.5	+0.8	42.3	42.3
			-0.5	-0.5	-0.4	-0.3		
5.5	1.5	2.5	+0.4	+0.4	+0.5	+0.8	46.2	46.2
			-0.5	-0.5	-0.4	-0.3		
6	1.5	2.5	+0.5	+0.5	+0.5	+0.8	50.1	50.1
			-0.6	-0.6	-0.4	-0.3		
7	2.0	2.5	+0.5	+0.6	+0.5	+0.8	59.0	58.0
			-0.7	-0.7	-0.5	-0.3		
8	2.0	2.5	+0.6	+0.6	+0.5	+0.8	66.8	65.8
			-0.8	-0.8	-0.5	-0.3		

表 4—33

钢 板 网

(mm)

种 类	厚 度	网面宽度	网面长度	孔眼宽度	节 距
大 网	1	1500~2000	3000~4000	9	25
		1800~2500	3600~5000	11	40
	1.2	1800~2000	3600~4000	9	25
		1800~2500	3600~5000	11	40
	1.5	1800~2500	3600~5000	11	40
		1800~2000	3600~4000	17	65
	2	1800~2500	3600~5000	17	65
		1800~2500	3600~5000	22	75
		2000	4000	27	100
	3	2000~2500	4000~5000	36	115
2000~2500		4000~5000	45	150	
小 网	0.5	1500~2000	600	9	25
	0.6	1800~2000	600	9	25
	0.7	1800~2000	600	9	25
	0.8	1500~1800	600	9	25

表 4—34

镀 锌 低 碳 钢 丝 网

每 25.4mm 孔数	钢丝直径(mm)	每 25.4mm 孔数	钢丝直径(mm)	每 25.4mm 孔数	钢丝直径(mm)
3	0.914	8	0.559	20	0.274
4	0.711	9	0.457	22	0.234
4.5	0.600	10	0.457	24	0.234
5	0.600	12	0.378	26	0.193
5.5	0.600	14	0.315	28	0.193
6	0.600	16	0.315	30	0.193
7	0.600	18	0.274	32	0.193

表 4—35

黑 低 碳 钢 丝 网

每 25.4mm 孔数	钢丝直径(mm)	每 25.4mm 孔数	钢丝直径(mm)	每 25.4mm 孔数	钢丝直径(mm)
28	0.35	36	0.27	46	0.22
30	0.31	38	0.26	48	0.21
32	0.29	40	0.25	50	0.20
34	0.28	42	0.24		
35	0.27	44	0.23		

4.2.6 铸铁

根据碳在铸铁中存在的形式不同，分为白口铸铁、灰口铸铁等。根据灰口铸铁中石墨存在的形态不同又可分为普通灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁等，各种铸铁牌号表示法见表 4—38。各种铸铁的牌号、特性及用途见表 4—39~4—44。

表 4—38 铸铁牌号表示方法

铸铁名称	代号	牌号表示方法示例	铸铁名称	代号	牌号表示方法示例
灰口铸铁	HT	HT100	抗磨白口铸铁 抗磨球墨铸铁	KmTB K m T Q	KmTBMn5Mo2Cu KmTQMn6
蠕墨铸铁	RuT	RuT400	冷硬铸铁	LT	LTCrMoR
球墨铸铁	QT	QT400-17	耐蚀铸铁	ST STQ	STSi15R STQA15Si5
黑心可锻铸铁 白心可锻铸铁 珠光体可锻铸铁	KTH KTB KTZ	KTH300-06 KTB350-04 KTZ450-06	耐热铸铁 耐热球墨铸铁	RT RTQ	RTCr2 RTQA16
耐磨铸铁	MT	MTcu1PTi-150	奥氏体铸铁	AT	

摘自 GB5612—85

表 4—39 灰铸铁件牌号及单铸试棒的抗拉强度

铸铁牌号	最小抗拉强度 σ_b N/mm ² (kgf/mm ²)
HT100	100 (10.2)
HT150	150 (15.3)
HT200	200 (20.4)
HT250	250 (25.5)
HT300	300 (30.6)
HT350	350 (35.7)

表 4—40

灰铸件的特点及用途

铸铁牌号	特 性 和 用 途
HT100	<p>铸造性能好、工艺简便、铸造应力小，不用人工时效处理，减振性优良，适用于负荷小，对摩擦、磨损无特殊要求的零件。例如：盖、外罩、油盘、手轮、支架、底板、重锤等</p>
HT150	<p>性能特点和 HT100 基本相同，但有一定的机械强度，适用于承受中等应力 ($\sigma_b < 981\text{N/cm}^2$)、摩擦面间单位压力 $< 49\text{N/cm}^2$ 下受磨损的零件以及在弱腐蚀介质中工作的零件。例如：普通机床上的支柱、底座、齿轮箱、刀架、床身、轴承座、工作台；圆周速度 $6\sim 12\text{m/s}$ 的皮带轮；工作压力不大的管件和壁厚 $< 30\text{mm}$ 的耐磨轴套；以及在纯碱或染料介质中工作的化工容器、泵壳、法兰等</p>
HT200 HT250	<p>强度较高、耐磨、耐热性较好、减振性也良好；铸造性能较好，但需进行人工时效处理，适用于承受较大应力 ($\sigma_{bb} < 2942\text{N/cm}^2$)、摩擦面间单位压力 $> 49\text{N/cm}^2$ (大于 10t 的大型铸件 $> 147\text{N/cm}^2$) 和要求一定的气密性或耐蚀性的零件。例如：一般机械制造中较为重要的铸件 (如汽缸、齿轮、机座、机床床身及立柱)；汽车、拖拉机的汽缸体、汽缸盖、活塞、刹车轮、联轴器盘等；具有测量平面的检验工件 (如划线平板、V 形铁、平尺、水平仪框架等)；承受压力 (785N/cm^2) 的油缸、泵体、阀体；圆周速度 $12\sim 20\text{mm/s}$ 的皮带轮；要求有一定耐蚀能力和较高强度的化工容器、泵壳、塔器等</p>
HT300 HT350	<p>这是属于高强度、高耐磨性一级的灰铸铁，其强度和耐磨性均优于以上牌号的铸铁，但白口倾向大、铸造性能差，铸后需进行人工时效处理。适用于承受高应力 ($\sigma_{bb} < 4900\text{N/cm}^2$) 摩擦面间单位压力 $> 196\text{N/cm}^2$，要求保持高度气密性的零件。例如：机械制造中某些重要的铸件，如剪床、压力机、自动车床和其它重型机床的床身、机座、机架及受力较大的齿轮、凸轮、衬套、大型发动机的曲轴、汽缸体、缸套、汽缸盖等；高压的油缸、水缸、泵体、阀体；锻锻和热锻锻模、冷冲模；圆周速度 $> 20\sim 25\text{m/s}$ 的皮带轮等。</p>

表 4—42

球墨铸铁件的特性和用途

铸铁牌号	主要特性	用 途 举 例
QT400—18 QT400—15	焊接性及切削加工性能好，韧性高，脆性转变温度低	①家机具：犁铧、犁柱、收割机及割草机上的导架、差速器壳、护刃器 ②汽车、拖拉机的轮毂、驱动桥壳体、离合器壳、差速器壳、拨叉等 ③通用机：16~64atm 阀门的阀体、阀盖、压缩机上高低汽缸等 ④其它：铁路垫板、电机机壳、齿轮箱、飞轮壳等
QT450—10	同上，但塑性略低而强度与小能量冲击力较高	
QT500—7	中等强度与塑性，切削加工性尚好	内燃机的机油泵齿轮，汽轮机中温气缸隔板、铁路机车车辆轴瓦，机器座架、传动轴、飞轮、电动机架等
QT600—3	中高强度，低塑性耐磨较好	①内燃机 5~4000HP 柴油机和汽油机的曲轴，部分轻型柴油机和汽油机的凸轮轴、气缸套、连杆、进排气门座等 ②农机具脚踏脱料机齿条、轻负荷齿轮、畜力犁铧 ③部分磨床、铣床、车床的主轴 ④空氧机、气压机、冷冻机、制氧机、泵的曲轴、缸体、缸套 ⑤球磨机齿轴、矿车轮、桥式起重机大小滚轮、小型水轮机主轴等
QT700—2 QT800—2	有较高的强度和耐磨性，塑性及韧性较低。	
QT900—2	有高的强度和耐磨性，较高的弯曲疲劳强度、接触疲劳强度和一定的韧性	①农机上的犁铧、耙片 ②汽车上的螺旋伞齿轮、转向节、传动轴 ③拖拉机上的减速齿轮 ④内燃曲轴、凸轮轴

表 4—45 几种耐热铸铁的成分、性能、耐热温度及用途

牌 号	化 学 成 分 (%)							机 械 性 能		耐 热 温 度 * (°C)	用 途 举 例
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	最小抗拉强度 σ_b (MPa)	硬度 (HBS)		
			不大于								
RT Cr16	1.60 ~ 2.40	1.50 ~ 2.20	1.00	0.10	0.05	15.00 ~ 18.00	—	340	400~ 450	900	退火罐, 煤粉烧嘴, 炉栅, 水泥焙烧炉零件, 化工机械零件
RT Si5	2.40 ~ 3.20	4.50 ~ 5.50	0.80	0.20	0.12	0.50 ~ 1.00	—	140	160~ 270	700	炉条, 煤粉烧嘴, 锅炉用梳形定位板, 换热器针状管, 二硫化碳反应瓶
RQTSi5	2.40 ~ 3.20	>4.50 ~ 5.50	0.70	0.10	0.03	—	—	370	228~ 302	800	煤粉烧嘴, 炉条, 辐射管, 烟道闸门, 加热炉中间管架
RQT AL22	1.60 ~ 2.20	1.00 ~ 2.20	0.70	0.10	0.03	—	20.00 ~ 24.00	300	241~ 364	1100	锅炉用侧密封块, 链式加热炉炉爪, 黄铁矿焙烧炉零件

注: 1. 摘自 GB9437—88《耐热铸铁件》。
2. “*”指在空气炉气中的耐热温度。

表 4—46 多元耐磨铸铁的化学成分及用途

铸铁名称	化 学 成 分 (%)						用 途
	C	Si	Mn	P	S	合金元素	
磷铜钛铸铁	2.9~3.2	1.2~1.7	0.5~0.9	0.35~0.6	<0.12	Cu 0.6~1.0 Ti 0.09~0.15	普通机床 精密机床
磷钒钛铸铁	<3.2	0.7~0.9	0.7~0.9	0.2~0.3	<0.1	Ti <0.1 V 0.2~0.3	汽缸套
磷铬钼铜铸铁	3.0~3.3	1.9~2.3	0.8~1.2	0.4~0.6	<0.06	Mo 0.35~0.45 Cr 0.3~0.45 Cu 0.5~0.9	活塞环

表 4—47

抗磨铸铁的化学成分及用途

类别	牌 号	化 学 成 分 (%)						杂质 (%)		HRC	用途举例
		C	Si	Mn	Cr	Mo	其它	S	P		
锰钨 铸铁	KmTBMn5W3	3.0 ~ 3.5	0.8 ~ 1.3	4.0 ~ 6.0			W 2.5 ~ 3.5	<0.10	<0.15	50~ 60	冲击较 小的抗磨 件
镍铬 铸铁	KmTBNi4Cr2	3.2 ~ 3.6	0.3 ~ 0.8	0.3 ~ 0.8	2.0 ~ 3.0	<1.0	Ni 3.0 ~ 5.0	<0.10	<0.15	55~ 60	中等冲 击载荷抗 磨件
中锰 球铁	KmQTMn6	3.3 ~ 3.8	3.3 ~ 4.0	5.0 ~ 7.0			Xt0.05 Mg0.05	<0.02	0.15	48~ 56	球磨机 衬板、磨 球、锤头
高铬 铸铁	KmTBCr15Mo3	2.5 ~ 3.0	0.4 ~ 0.6	0.7 ~ 1.2	14.0~ 16.0	2.5 ~ 3.5		<0.06	<0.15	62~ 67	球磨机 衬板、磨 球、两相 流泵壳、 叶轮、磨 辊
	KmTBCr15Mn2W	2.5 ~ 3.5	0.4 ~ 0.6	1.5 ~ 2.5	14.0~ 18.0			<0.06	<0.15	62~ 67	
	KmTBCr25	2.3 ~ 3.0	<1.0	0.5 ~ 1.0	23.0~ 28.0	<1.0	Ni<1.5 Cu<2. 0	<0.06	<0.10	55~ 60	抗蚀、 抗高温、 抗冲击磨 损的零件

表 4—48

高硅耐蚀铸铁的化学成分及用途 (GB8461—87)

牌 号	化 学 成 分 (%)								用途举例
	C	Si	Mn	Cr	其它	Xt	P	S	
STSi11Cu2CrR	<1.20	10.00~12.00	<0.50	0.60~0.80	Cu 1.80~2.20	<0.10	<0.10	<0.10	潜水泵、 阀门、塔 罐、离心 机等化工 零件
STSi15R	<1.00	14.25~15.75	<0.50	-		<0.10	<0.10	<0.10	离心泵、 阀类、低 压容器、 管道配 件、塔罐 等
STSi15Mo3R	<0.90	14.25~15.75	<0.50	-	Mo 3.00~4.00	<0.10	<0.10	<0.10	
STSi15Cr4R	<1.40	14.25~15.75	<0.50	4.00~5.00		<0.10	<0.10	<0.10	在外加电 流阴极保 护系统作 辅助阳极 铸件
STSi17R	<0.80	16.00~18.00	<0.50	-		<0.10	<0.10	<0.10	同 STSi15R

注：牌号中符号 R 表示含有稀土元素 (Xt)。

4.3 有色金属材料

4.3.1 铝及铝合金

表 4-49

铝及铝合金加工产品化学成分 (GB3190-82)

组别	代号	化 学 成 分 (%)								
		Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Ni	Cr	Ti
纯 铝	LG5	0.005	—	—	0.003	0.0025	—	—	—	—
	LG4	0.005	—	—	0.015	0.015	—	—	—	—
	LG3	0.01	—	—	0.04	0.04	—	—	—	—
	LG2	0.01	—	—	0.06	0.06	—	—	—	—
	LG1	0.01	—	—	0.10	0.08	—	—	—	—
	L1	0.01	—	—	0.16	0.16	—	—	—	—
	L2	0.01	—	—	0.25	0.20	—	—	—	—
	L3	0.015	—	—	0.30	0.30	—	—	—	—
	L4	0.05	—	—	0.35	0.40	—	—	—	—
	L4-1	0.05	0.10	0.10	0.15~0.30	0.10~0.20	0.02	0.01	—	0.02
	L5	0.05	—	—	0.50	0.50	—	—	—	—
	L5-1	0.05~0.20	—	0.05	—	—	0.10	—	—	—
L6	0.10	0.10	0.10	0.50	0.55	0.10	—	—	—	
包覆铝	LB1	0.015	—	—	0.30	0.30	0.90~1.3	—	—	—
	LB2	0.015	0.05	0.05	0.30	0.30	Zn+Cu 0.05	—	—	—

表 4—50 常用变形铝合金的代号、化学成分、机械性能及其用途举例

类别	合金代号	化 学 成 分 (%)					热处 理 状 态	机 械 性 能			用 途 举 例
		Cu	Mg	Mn	Zn	其 它		σ_b (MPa)	δ_{10} (%)	HBS	
防 锈 铝 合 金	LF5	0.10	4.8~5.5	0.3~0.6	0.20	Al 余量	M	280	20	70	焊接油箱、油管、 焊条、铆钉以及中负 荷零件及制品
	LF11	0.10	4.8~5.5	0.3~0.6	0.20	Ti 或 V 0.02~ 0.15 Al 余量	M	280	20	70	
	LF21	0.20	0.05	1.0~1.6	0.10	Ti 0.15 Al 余量	M	130	20	30		焊接油箱、油管、 焊条、铆钉以及轻负 荷零件及制品
硬 铝 合 金	LY1	2.2~3.0	0.2~0.5	0.20	0.10	Ti 0.15 Al 余量	CZ	300	24	70	工作温度不超过 100℃ 的结构用中等 强度铆钉
	LY11	3.8~4.8	0.4~0.8	0.4~0.8	0.30	Ni 0.10 Ti 0.15 Al 余量	CZ	420	15	100	中等强度结构零 件, 如整流罩、螺旋 桨叶片、局部微粗零 件等
超 硬 铝 合 金	LC4	1.4~2.0	1.8~2.8	0.2~0.6	5.0~7.0	Cr 0.1~0.25 Al 余量	CS	600	12	150	结构中主要受力 件, 如飞机、大梁、 桁架、翼肋、蒙皮、 起落架等
锻 铝 合 金	LD5	1.8~2.6	0.4~0.8	0.4~0.8	0.30	Ni 0.10 Ti 0.15 Al 余量	CS	420	13	105	形状复杂、中等强 度的锻件, 如压气机 轮、风扇叶轮等
	LD6	1.8~2.6	0.4~0.8	0.4~0.8	0.30	Ni 0.10 Cr 0.01~0.2 Ti 0.02~0.1 Al 余量	CS	390	10	100	
	LD7	1.8~2.5	1.4~1.8	0.20	0.30	Ni 0.9~0.15 Ti 0.02~0.1 Al 余量	CS	440	12	120	内燃机活塞和在 高温下工作的复杂锻 件、板材等

注: 1. 化学成分摘自 GB3190—82《铝及铝合金加工产品的化学成分》;
2. 代号: M—退火, CZ—淬火+自然时效, CS—淬火+人工时效。

表 4—51 常用铸造铝合金的代号、化学成分、机械性能及用途举例

合金代号	化学成分 (%)					铸造方法及热处理状态	机械性能			用途举例
	Si	Cu	Mg	Mn	其它		σ_b (MPa)	δ_5 (%)	HBS	
ZL101	6.5~7.5		0.25~0.45		Al 余量	J,T5 S,T5 SB,T6	202 192 222	2 2 1	60 60 70	形状复杂的中等负荷零件
ZL102	10.0~13.0				Al 余量	J,T2 JB, T2 SB,	143 133	3 4	50 50	形状复杂和工作温度在 200℃ 以下的高气密性低负荷零件
ZL104	8.0~10.5		0.17~0.3	0.2~0.5	Al 余量	J,T6 SB,T6	231 222	2 2	70 70	形状复杂在 200℃ 以下工作的, 如气缸体等零件
ZL105	4.5~5.5	1.0~1.5	0.40~0.6		Al 余量	S,T5 J,T5	212 231	1 0.5	70 70	形状复杂在 225℃ 以下工作的, 如风冷发动机的气缸头、油泵壳体等零件
ZL108	11.0~13.0	1.0~2.0	0.4~1.0	0.3~0.9	Al 余量	J,T1 J,T6	192 251	— —	85 90	内燃机活塞
ZL109	11.0~13.0	0.5~1.5	0.8~1.3		Ni 0.8~1.5 Al 余量	J,T1 J,T6	192 241	0.5 —	90 100	在较高温度下工作的零件, 如活塞等
ZL201		4.5~5.3		0.6~1.0	Ti 0.15~0.35 Al 余量	S,T4 S,T5	290 330	8 4	70 90	在 175~300℃ 以下工作的, 如内燃机汽缸头等零件
ZL203		4.0~5.0			Al 余量	S,T5	212	3	70	形状简单的中等负荷零件
ZL301			9.5~11.0		Al 余量	S,T4	280	9	60	能承受大振动负荷的零件
ZL303	0.8~1.3		4.5~5.5	0.1~0.4	Al 余量	S J	143	1	55	耐腐蚀的中等负荷零件
ZL401	6.0~8.0		0.1~0.3		Zn 9.0~13.0 Al 余量	S,T1	192	2	80	形状复杂的在 200℃ 以下工作的零件

- 注: 1. 摘自 GB1173—86《铸造铝合金技术条件》。
 2. 铸造方法代号说明: S—砂型铸造, J—金属型铸造, B—变质处理。
 3. 热处理代号: T1—人工时效, T2—退火, T4—淬火加自然时效, T5—淬火加不完全人工时效, T6—淬火加完全人工时效。

4.3.2 铜及铜合金

表 4—52 加工铜机械性能及用途

牌 号	代 号	机 械 性 能			用 途 举 例
		σ_b (MPa)	δ (%)	HBS	
一号铜 二号铜	T1 T2	退火状态			导电、导热、耐蚀器材，如电线、蒸发器、雷管、贮藏器等
三号铜	T3	200~400	45~50	35~40		一般用铜材，如电气开关、管道、铆钉等
一号无氧铜 二号无氧铜	TU1 TU2	冷弯形状态			电真空器件
		400~500	4~6	110~130	
一号脱氧铜 二号脱氧铜	TP1 TP2	铸造状态			汽油、气体、冷凝管等焊接用铜材
		170	17	40	
0.1 银铜	TAg0.1				

表 4—53 常用黄铜的牌号、化学成分、机械性能及用途举例

类 别	牌 号	主要成分 (%)			制品种类	机械性能		用 途 举 例
		Cu	Zn	其它		σ_b (MPa)	δ_5 (%)	
普通黄铜	H80	79~81	余量		板,条,带, 箔,棒,线, 管	320	52	色泽美观、用于镀层及装饰
	H70	69~72	余量			320	55	多用于制造弹壳、有弹壳黄铜之称
	H68	67~70	余量			300	40	管道、散热器、铆钉、螺母、垫片等
	H62	60.5~63.5	余量			330	49	散热器、垫圈、垫片等
特殊黄铜	HPb59-1	57~60	余量	Pb 0.8~1.9	板,带,管, 棒,线	400	45	切削加工性好、强度高、用于热冲压和切削零件
	HMn58-2	57~60	余量	Mn 1.2~2.0	板,带,棒,线	400	40	耐腐蚀和弱电用零件

续表 1

类别	牌号	主要成分 (%)			制品种类	机械性能		用途举例
		Cu	Zn	其它		σ_b (MPa)	δ_5 (%)	
铸铝黄铜	ZCuZn31Al2	66~68	余量	Al 2.0~3.0	砂型铸造	295	12	在常温下要求耐蚀性较高的零件
					金属型铸造	390	15	
铸硅黄铜	ZCnZn16Si4	79~81	余量	Si 2.5~4.5	砂型铸造	345	15	接触海水工作的管配件及水泵叶轮, 旋塞等
					金属型铸造	390	20	

注: 1. 铸造黄铜摘自 GB1176—87《铸造铜合金技术条件》。

2. 其它黄铜摘自 YB146—71《黄铜加工产品化学成分》; 机械性能系 600℃ 退火后。

表 4—54 常用青铜的牌号、化学成分、机械性能及用途举例

类别	牌号	主要成分 (%)			制品种类	机械性能		用途举例
		Sn	Cu	其它		σ_b (MPa)	δ_5 (%)	
压力加工锡青铜	QSn4-3	3.5~4.5	余量	Zn 2.7~3.3	板, 带, 棒, 线	350	40	弹簧、管配件和化工机械等, 较次要的零件
	QSn6.5-0.1	6.0~7.0	余量	P 0.1~0.25	板, 带, 棒	300	38	耐磨及弹性零件
						500	5	
600	1							
QSn4-4-2.5	3.0~5.0	余量	Zn3.0~5.0 Pb1.5~3.5	板, 带	300~	35~	轴承和轴套的衬垫等	
					350	45		
铸造锡青铜	ZCuSn10Zn2	9.0~11.0	余量	Zn 1.0~3.0	金属型铸造	245	6	在中等及较高负荷下工作的重要管配件, 阀、泵、齿轮等
					砂型铸造	240	12	
	ZCuSn10P1	9.0~11.5	余量	P 0.5~1.0	金属型铸造	310	2	重要的轴瓦、齿轮、连杆和轴套等
					砂型铸造	220	3	
特殊青铜 (无锡青铜)	ZCuAl10Fe3	Al 8.5~11.0	余量	Fe 2.0~4.0	金属型铸造	540	15	重要用途的耐磨、耐蚀的重型铸件, 如轴套、螺母、蜗轮
					砂型铸造	490	13	
	QBe2	Be 1.9~2.2	余量	Ni 0.2~0.5	板, 带, 棒, 线	500	3	重要仪表的弹簧、齿轮等
ZCuPb30	Pb 27.0~33.0	余量		金属型铸造	—	—	高速双金属轴瓦、减磨零件等	

注: 1. 压力加工锡青铜、无锡青铜化学成分摘自 YB147—71《青铜加工产品化学成分》; 机械性能系 600℃ 退火后。

2. 铸造锡青铜、铸造无锡青铜摘自 GB1176—87《铸造铜合金技术条件》。

4.3.3 轴承合金

轴承合金是滑动轴承中制造轴瓦及其内衬的合金。滑动轴承具有承压面积大、工作平稳、无噪音、检修方便、应用广泛等优点，如磨床轴承、发动机轴承、连杆轴承等大多使用滑动轴承。

常用的轴承合金有锡基轴承合金和铅基轴承合金，其他还有铜基、铝基和铁基等轴承合金。轴承合金一般浇注在钢质轴瓦上，称作“挂衬”。锡基、铅基铸造轴承合金牌号成分及性能分别见表 4—55、4—56。锡基、铅基轴承合金硬度及用途见表 4—57。多种轴承合金性能比较见表 4—58。

表 4—55 常用锡基轴承合金的牌号、成分、性能

牌 号	主要成分 (%)			主 要 性 能				熔点℃
	Sb	Cu	Sn	σ_b (MPa)	δ (%)	HBS	α_{ku} (J/cm ²)	
ZChSnSb11-6	10.0~12.0	5.5~6.5	余量	90	6.0	27	6.0	240~370
ZChSnSb8-4	7.0~8.0	3.0~4.0	余量	80	10.6	24	11.7	241~354
ZChSnSb4-4	4.0~5.0	4.0~5.0	余量	80	7.0	20	—	223~441

注：主要成分数据及硬度值摘自 GB1174—74《铸造轴承合金》。

表 4—56 常用铅基轴承合金的牌号、成分、性能

牌 号	主要成分 (%)				主 要 性 能				熔点℃
	Sb	Sn	Cu	Pb	σ_b (MPa)	δ (%)	HBS	α_{ku} (J/cm ²)	
ZChPbSn16-16-2	15.0~17.0	15.0~17.0	1.5~2.0	余量	78	0.2	30	1.4	240~410
ZChPbSB15-5-3	14.0~16.0	5.0~6.0	2.5~3.5	余量	68	0.2	32	1.5	232~416
ZChPbSn15-10	14.0~16.0	9.0~11.0	—	余量	60	1.8	24	4.4	240~400

注：主要成分数据及硬度值摘自 GB1174—74《铸造轴承合金》。

表 4—57 轴 承 合 金 硬 度 及 用 途

类 别	牌 号 及 代 号	硬 度 HBS (不 小 于)	用 途 举 例	类 别	牌 号 及 代 号	硬 度 HBS	用 途 举 例
锡 基 轴 承 合 金	1 号 (ZChSn1) ZChSnSb12-4-10	29	一般发动机的 主轴承, 但不 适于高温工 作	铅 基 轴 承 合 金	1 号 (ZChPb1) ZChPbSb16-16-2	30	110~880 千 瓦蒸汽涡轮 机, 150~750 千瓦电动机 和小于 1500 千瓦起重机 及重载荷推 力轴承
	2 号 (ZChSn2) ZChSnSb11-6	27	1500 千瓦 以上蒸汽机 、370 千瓦 涡轮压缩机 、涡轮泵及 高速内燃机 轴承		2 号 (ZChPb2) ZChPbSb15-5-3	32	船舶机械、 小于 250 千 瓦电动机、 抽水机轴 承
	3 号 (ZChSn3) ZChSnSb8-4	24	一般大机器 轴承及高载 荷汽车发动 机的双金属 轴承		3 号 (ZChPb3) ZChPbSb15-10	24	中等压力的 机械, 也适 用于高温轴 承
	4 号 (ZChSn4) ZChSnSb4-4	20	涡轮内燃机 的高速轴承 及轴承衬		4 号 (ZChPb4) ZChPbSb15-5	20	低速、轻压 力机械轴 承
					5 号 (ZChPb5) ZChPbSb10-6	18	重载荷、耐 蚀、耐磨轴 承

表 4—58 各 种 轴 承 合 金 性 能 比 较

种 类	抗 咬 合 性	磨 合 性	耐 蚀 性	耐 疲 劳 性	合 金 硬 度 (HBS)	轴 颈 处 硬 度 (HBS)	最 大 允 许 压 力 (N/mm ²)	最 高 允 许 温 度 (°C)
锡 基 巴 氏 合 金	优	优	优	劣	20~30	150	600~1000	150
铅 基 巴 氏 合 金	优	优	中	劣	15~30	150	600~800	150
锡 青 铜	中	劣	优	优	50~100	300~400	700~2000	200
铅 青 铜	中	差	差	良	40~80	300	2000~3200	220~250
铝 基 合 金	劣	中	优	良	45~50	300	2000~2800	100~150
铸 铁	差	劣	优	优	160~180	200~250	300~600	150

4.3.4. 有色金属型材

表 4-59

冷拉铝管 (GB3346-84)

(mm)

壁 厚	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
外 径	6~25	6~60	6~60	7~75	8~90	10~110	12~115	15~120	18~120	20~120	20~120
外径系列	6 7 8 9 10 11 12 14 15 16 18 20 22 24 25 26 27 28 30 32 34 35 36 38 40 42 45 48 50 52 55 58 60 65~120 按5进级										

表 4-60

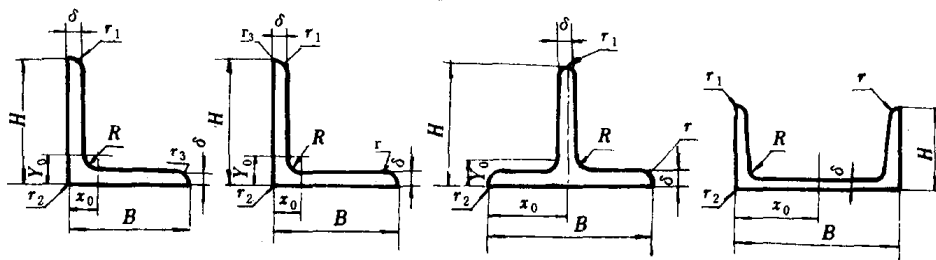
铝板 (GB3194-82)

(mm)

厚 度	0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.2 1.5 1.8 2.0 2.5 2.8 3 3.5										
系 列	4 5 6 7 8 9 10 12 14 15 16 18 20 22 25 30 35 40 50 60 70										
	80 90 100 110 120 130 140 150										

表 4-61

挤压铝合金型材



型材代号	尺寸 (mm)								重心距离 (mm)		截面面积 F (cm ²)	惯性矩 (cm ⁴)		每 m 理论质量 (kg)
	H	B	δ	R	r	r ₁	r ₂	r ₃	X ₀	Y ₀		J _x	J _y	
角形型材	XC111													
XC111-7	15	15	2	2	1	1	0.2		4.42	4.42	0.564	0.114	0.114	0.157
XC111-19	20	20	2	2	1	1	0.2		5.67	5.67	0.764	0.284	0.284	0.212
XC111-27	25	25	2	2	1	1	0.2		6.92	6.92	0.964	0.573	0.573	0.268
XC111-37	30	30	2	2	1	1	0.2		8.17	8.17	1.164	1.011	1.011	0.324
XC111-39	30	30	3	3	1.5	1.5	0.2		8.51	8.51	1.72	1.439	1.439	0.478
XC111-53	40	40	3	3	1.5	1.5	0.5		11.0	11.0	2.32	3.549	3.549	0.645
XC111-59	45	45	5	5	2.5	2.5	0.5		13.0	13.0	4.277	8.04	8.04	1.189
XC111-63	50	50	6	5	3	3	0.5		14.6	14.6	5.655	13.05	13.05	1.572

续表 1

型材代号	尺寸 (mm)								重心距离 (mm)		截面面积 F (cm ²)	惯性矩 (cm ⁴)		每 m 理论质量 (kg)
	H	B	δ	R	r	r ₁	r ₂	r ₃	X ₀	Y ₀		J _x	J _y	
角形型材	XC113													
XC113-23	30	20	3	3	1.5	1.5	0.5	0.5	5.06	9.99	1.419	1.259	0.445	0.394
XC113-26	30	25	1.5	3	0.75	0.75	0.2	0.2	6.12	8.56	0.819	0.741	0.470	0.228
XC113-40	38	16	2	2	1	1	0.2	0.2	3.12	14.03	1.094	1.575	0.176	0.290
XC113-71	54	25	4	4	2	2	0.5	0.5	5.44	19.78	3.017	8.997	1.251	0.839
XC113-74	56	42	3.5	5	1.75	1.75	0.5	0.5	10.17	17.05	3.348	10.613	5.155	0.931
XC113-96	75	35	4.5	5	2	0.5	0.2	0.2	6.98	26.12	4.79	28.21	4.05	1.33
XC113-102	75	50	12	5	4	4	0.5	0.5	14.32	26.77	13.6	72	25.06	3.78
丁字形材	XC211													
XC211-6	20	37	2	2	0.2	0.2	0.2		18.50	4.24	1.117	0.342	0.864	0.311
XC211-16	25	40	2	2	1	1	0.2		20.0	5.47	1.28			0.356
XC211-30	30	40	2	2	1	1	0.2		20.0	7.12	1.37			0.381
XC211-47	40	45	4	4	2	2	0.5		22.5	10.65	3.27	4.65	2.98	0.91
XC211-49	40	130	6	3	3	0.5	0.5		65	7.15	9.84	8.65	10.83	2.736
XC211-52	50	70	4	2.5	0.4	0.4	0.2		35	11.91	4.64			1.30
槽形型材	XC311													
XC311-3	15	20	1.3	2	1	0.2	0.2		10		0.62	0.398		0.172
XC311-6	15	25	1.5	2	0.75	0.2	0.2		12.5		0.795	0.755		0.221
XC311-14	20	30	2	2	0.75	0.2	0.2		15		1.335	1.86		0.371
XC311-25	25	40	2	2	1.25	0.2	0.2		20		1.73	4.39		0.481
XC311-33	20	50	4	4	2	0.5	0.5		25		3.331	10.95		0.926
XC311-38	25	60	4	4	2	0.5	0.5		30		4.131	20.39		1.148
XC311-49	30	80	4.5	5	0.2	0.2	0.5		40		6.01	54.92		1.671

注：摘自中国有色金属工业总公司编制的《铝及铝、镁合金挤压型材图册》，1984年。

表 4—62 铜 管 (拉制) (GB1572—87) (mm)

合金牌号	T2,T3,TU1,TU2,TB1,TP2,	供应状态	拉制硬 (y), 拉制半硬 (y ₂), 拉制软
外 径	壁 厚	外 径	壁 厚
3~7	0.5~2	21~30	1.0~5.0
8~15	0.5~3.5	31~40	1.0~5.0
16~20	1.0~4.5	41~50	1.0~6.0

外径尺寸系列: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50

壁厚尺寸系列: 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0

注: 标记, 用 TUI 制成, 外径 $\phi 50$ 、壁厚 3mm 普通级软管: 管 TUI M $\phi 50 \times 3$ GB1572—87.

表 4—63 铜 棒

纯铜 (YB456—71)		黄铜 (YB457—71)	
直径 (mm)	长度 (m)	直径 (mm)	长度 (m)
5~24	1.5~5	5~60	1~5
>24~50	1~4	61~160	0.5~4
>51~120	0.5~4		

直径 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55

系列 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120

表 4—64 钢 板 (热 轧) (mm)

纯 铜 板 GB2040—80			黄 铜 板 GB2041—80			锡 青 铜 板 GB2048—80			硅 青 铜 板 GB2047—80		
厚度	宽度	长度	厚度	宽度	长度	厚度	宽度	长度	厚度	宽度	长度
4~4.5	200~500	1000~6000	4~7.5	200~1800	1000~6000	4~8	—	—	4~9	100~1000	>500
5~7.5	200~1800		8~11	200~3000		9~50	300~500	1000~2000			
8~11	200~3000		12~50	200~2500					10~50	—	
12~50	200~2500										

厚度系列 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50

4.4 粉末冶金材料

粉末冶金材料是以金属粉末或金属粉末与非金属粉末混合物为原料，经过成型和烧结所制成的金属材料。粉末冶金制品应用见表4—65。

表4—65 粉末冶金制品应用

应用方面	举 例
硬质合金	切削刀具、耐磨工具
耐磨零件	含油轴承、衬套、摩擦片、刹车带
多孔零件	过滤器、热交换器
机械零件	凸轮、齿轮、链条、活塞环、垫片等传动零件及结构零件
高熔点金属	灯泡、真空管材料
金属陶瓷	切削刀具、超耐热材料
磁性材料	烧结金属陶瓷、磁铁、磁性材料
复合合金	电触头、集电方滑块、金刚石砂轮、修正器

根据用途粉末冶金材料主要分为粉末冶金机械零件材料和粉末冶金工具材料两类。

4.4.1 粉末冶金机械零件材料

按制造的机械零件可分为粉末冶金结构材料、粉末冶金减摩材料和粉末冶金摩擦材料。粉末冶金结构材料用来制造普通机械零件，可分为粉末冶金铁基结构材料和粉末冶金有色金属结构两种，前者已得到广泛应用，见表4—66。

表4—66 粉末冶金铁基结构材料

类别	成分 (%)	牌 号	机械性能 (不低于)				特点及应用
			σ_b (N/mm ²)	δ (%)	α_{ku} (J/cm ²)	HBS	
烧结铁	C<0.1	FTG10—10	100	3	5	40	塑性、韧性、焊接性能较好，用于受力极低的零件，如垫片、尺框、磁筒
		FTG10—15	150	5	10	50	
		FTG10—20	200	7	20	60	
烧结低碳钢	C>0.1~0.4	FTG30—10	100	1.5	5	50	同上。可渗碳淬火，用作端盖、滑块、底座等
		FTG30—15	150	2	10	60	
		FTG30—20	200	3	15	70	
烧结中碳钢	C>0.4~0.7	FTG60—15	150	1	5	60	强度较高，可热处理，用来制造轻负荷零件，如传动小齿轮、油泵转子
		FTG60—20	200	1.5	5	70	
		FTG60—25	250	2	10	80	
烧结高碳钢	C>0.7~1.0	FTG90—20	200	0.5	3	70	强度、硬度高，耐磨性较好，可热处理，用作推力垫、档套等。
		FTG90—25	250	0.5	5	80	
		FTG90—30	300	1.0	5	90	
烧结铜钢	C 0.5~0.8 Cu 2~4	FTG70Cu3—25	250	0.5	3	90	强度、硬度、耐磨性高，可热处理，用作链轮、齿轮、锁紧螺母等。
		FTG70Cu3—35	350	0.5	5	100	
		FTG70Cu3—50	500	0.5	5	110	
烧结铜铝钢	C 0.4~0.7 Cu 2~4 Mo 0.5~1.0	FTG60Cu3Mo—40	400	0.5	5	120	同上。淬透性好，高温回火脆性低，用作滚子、齿轮、活塞环、锁紧块等。
		FTG60Cu3Mo—55	550	0.5	5	130	

牌号说明：FTG 分别为粉、铁、构汉语拼音首位字母，表示粉末冶金铁基结构材料。

末尾数字表示抗拉强度，“G”后面的数字表示含碳量。

①粉末冶金减摩材料

粉末冶金减摩材料是摩擦系数小且耐磨性好的粉末冶金。可分为轴瓦材料和含油滑动轴承材料。后者主要有铁基和铜基两种。见表4—67。

表 4—67

粉末冶金减摩材料的牌号及性能

类 别		主要成分 (%)	牌 号	性 能			
				含油密度 (g/cm ³)	含油率 (%)	径向压溃强度 (N/mm ²)	硬 度 (HBS)
铁 基	1 铁	C<0.5	FZ 1160	5.7~6.2	>18	200	30~70
			FZ 1165	>6.2~6.6	>12	250	40~80
	2 铁—碳	C<1.0	FZ 1260	5.7~6.2	>18	250	50~100
			FZ 1265	>6.2~6.6	>12	300	60~110
3 铁—碳—铜	C<1.0 Cu2~5	FZ 1360	5.7~6.2	>18	350	60~110	
		FZ 1365	>6.2~6.6	>12	400	70~120	
4 铁—铜	Cu18~22	FZ 1460	5.8~6.3	>18	300	50~100	
		FZ 1465	>6.3~6.7	>12	350	60~110	
铜 基	1 铜—锡—锌—铅	C 0.5~2.0 Sn 5~7 Zn 5~7 Pb 2~4	FZ 2170	6.6~7.2	>18	150	20~50
			FZ 2175	>7.2~7.3	>12	200	30~60
	2 铜—锡	C 0.5~2.0 Sn 8~11	FZ 2265	6.2~6.8	>18	150	25~55
FZ 2270			>6.8~7.4	>12	200	35~65	
3 铜—锡—铅	C 0.5~2.0 Sn 6~10 Pb 3~5	FZ 2365	6.3~6.9	>18	150	20~50	

牌号说明: FZ是粉、轴的汉语拼音首字母, 表示粉末冶金轴承。字母后第一位数字表示铁基或铜基, 第二位数字表示类别, 末尾两位数字表示含油密度。

② 粉末冶金摩擦材料

粉末冶金摩擦材料是摩擦系数大且耐磨性好的粉末冶金。用来制作刹车片、离合器片等起制动作用或传递扭矩作用的零件，也分为铁基、铜基两种。前者强度高，工作温度高，适用于干摩擦条件下使用；后者摩擦系数稳定，抗粘结、抗卡滞性能好，在湿式条件下工作具有很高的耐磨性，适用于油中使用。其成分及性能见表 4—68。

表 4—68 粉末冶金摩擦材料的成分及性能

类别	成分 (%)							性能			用途	
	Fe	Cu	Pb	石墨	MoS ₂	SiO ₂	其它	摩擦系数	$\sigma_b(N/mm^2)$	HBS		
铁基	I	56	25	2	7	5	-	SiC5	0.28~0.42 (干式)	80~100	60~80	挖掘机、飞机的摩擦零件
	II	69	-	-	23	5	1	石棉 2				
铜基	I	6	69	8	6	-	3	Sn8	0.10~0.12 (湿式)	25~40	20~30	汽车、拖拉机的摩擦零件
	II	11	68.5	2.5	5	3	5.5	Sn4.5				

4.4.2 粉末冶金工具材料

硬质合金主要用来制造高速切削刀具和切削硬而韧的材料刀具。此外，它也用以制造某些冷作模具、量具及不受冲击、震动的高耐磨零件，其牌号性能及用途见表 4—69。

表 4—69 新牌号硬质合金的性能及用途

序号 No	牌号	硬度 HRA	抗弯强度 σ_{bb} GPa (kgf/mm ²)	使用性能	用途
1	YH1	>93.0	1.765~2.158 (180~220)	系超细颗粒合金，耐磨性高，热硬性高，韧性好，通用性强	适于铁基、铁镍基和镍基高温合金、高强度钢、高锰钢的粗、精加工，淬火钢及特殊耐热不锈钢的精加工和半精加工，非金属铸石、陶瓷、花岗岩的加工
2	YH2	>93.3	1.667~2.06 (170~210)	系超细颗粒合金。通用性好，热硬性高，耐磨性优良	适于特种耐热不锈钢、高锰钢、冷硬铸铁的粗、精加工，高强度钢的精加工，淬火钢、铁基高温合金的粗加工及半精加工，玻璃制品的加工
3	YH3	>93	1.667~2.06 (170~210)	系超细颗粒合金，耐磨性优良，热硬性高	适于高镍冷硬铸铁、球墨无冷硬铸铁、白口铁的粗、精加工；亦适于一般铸铁的粗、精加工

续表 1

序号 No	牌号	硬度 (HRA)	抗弯强度 σ_{bb} GPa (kgf/mm ²)	使用性能	用途
4	YG10H	91.5	2.158 (220)	系亚细颗粒合金，耐磨性较好，抗冲击性能和抗振性能高	适于低速粗车、铣削高温合金及钛合金，作切断刀及丝锥尤佳
5	YGRM (61)	92.0	1.765 (180)	系细颗粒合金，耐磨性优良，抗冲击性能好，抗粘结能力强	适于精车、半精车钛合金、高温合金；各类铸铁及高强度钢加工
6	YG8N	89.5	147 (150)	热硬性较好	适于冷硬铸铁、球墨铸铁、白口铁及有色金属的粗加工；不锈钢的粗加工及半精加工
7	YG8W (W4)	92.0	1.962 (200)	耐磨性及允许的切削速度较 YG8 高，抗冲击性良好	适于加工钛合金、高温合金及耐热不锈钢
8	YW3	92.0	1.373 (140)	耐磨性和热硬性很高，抗冲击性能中等，韧性较好	适于耐热合金钢、高强度钢、低合金超高强度钢的精加工和半精加工，亦可在冲击小的情况下粗加工
9	YW4	92.0	1.275 (130)	具有极好的耐热性和抗粘结能力，通用性良好	适于碳素钢和除镍基以外的大多数合金钢、调质钢加工，尤适于精加工耐热不锈钢
10	TT05	92.5	1.177 (120)	耐磨性和热硬性良好，具有足够的高温硬度和韧性	适于碳素钢、合金钢和高强度钢的精加工和半精加工，亦适于淬火钢及含钴较高的合金加工
11	YTM30	91.3	1.765 (180)	耐磨性较好，抗冲击性优良，抗月牙洼磨损良好	适于大走刀、高效率铣削各种钢材，尤其是合金钢的铣削
12	798	150	>0.882 (>91.0)	有较好的热硬性，强度较高，抗热震性好	适于高强钢、高锰钢、不锈钢及一般低碳合金钢的断续车削、铣削，特别适于作铣刀和喷吸钻
13	712	130	>0.897 (>91.5)	综合性能好，热硬性及耐磨性优于 798	适于高强度合金钢、高速钢、高锰钢以及硅钢片组合件、中硬度合金钢的精车、半精车

续表 2

序号 No	牌号	硬度 (HRA)	抗弯强度 σ_{bb} GPa (kgf/mm ²)	使用性能	用途
14	715	120	>0.897 (>91.5)	热硬性、耐磨性好, 容许切削速度高	适于高强度合金钢的半精加工、精加工及螺纹加工
15	758	145	>0.897 (>91.5)	热硬性及抗氧化性能优于 YW2	特别适于加工淬火钢、轧辊等
16	813	100	>0.882 (>91.0)	具有较高的热硬性、高温韧性, 通用性好, 优于 YC6X、YA6 及 YW2	适于加工镍基、铁基高温合金、钴合金、高锰钢、不锈钢、HRC<50 的淬火钢及钛合金
17	643M	150	>0.912 (>93.0)	有较高的耐磨性、抗氧化性能, 抗粘结能力好	适于高温合金及超高强度钢的精加工及半精加工
18	1*	160	>0.882 (>91.0)	系细颗粒合金, 具有较高耐磨性, 优于 YA6	适于高温合金、不锈钢、钛合金、纯钨、纯钛的加工, 宜采用大前角切削
19	3*	100	>0.903 (>92.0)	系细颗粒合金, 有优于 YG3X 的耐磨性	适于铸铁、有色金属及其合金的精整, 也适于合金钢、淬火钢的精加工
20	M2	170	>0.882 (>90.0)	有较好的热硬性、耐磨性和冲击韧性, 综合性能好	适于高强度合金钢、高锰钢的加工, 尤适用于铣削加工
21	M3	190	>0.878 (>89.5)	有较好的热硬性和耐磨性, 冲击韧性优于 M2	适用于高强度合金钢、高锰钢、反磁钢、硅钢片组合件的车削加工
22	T20	110	>0.903 (>92.0)	耐磨性和 YT30 相近, 但强度高于 YT30, 通用性好	适用于碳素钢、合金钢的精加工, 并可加工 HRC60 左右的淬火钢
23	T40	90	>0.907 (>92.5)	耐磨性和允许的切削速度均高于 T20	可加工 HRC60 以上的钢材

注: 序号 N0.1~11 是株洲硬质合金厂产品; N0.12~17 是自贡硬质合金厂产品; N0.18~23 是上海硬质合金厂产品。

4.5 常用金属材料国内外牌号对照

表 4—70 常用的部分钢种国内外牌号对照表

分类	中国 GB	前苏联 TOCT	美 国		英 国 BS	日 本 JIS	法 国 NF
			SAE	AISI			
优 质 碳 素 结 构 钢	10	10	1010	C1010	040A10 045A10 060A10	S10C	C10 XC10
	15	15	1015	C1015	040A15 045A15 050A15 060A15	S15C	C12 XC12
	20	20	1020	C1020	040A20 050A20 060A20 070A20	S20C	C20 XC18
	25	25	1025	C1025	060A25	S25C	C25 XC25
	30	30	1030	C1030	060A30	S30C	C30 XC32
	35	35	1035	C1035	060A35	S35C	C35 XC35
	40	40	1040	C1040	060A40	S40C	C42 XC42
	45	45	1045	C1045	080M46	S45C	C45 XC45
	50	50	1050	C1050	060A52	S50C	C50 XC48
	55	55	1055	C1055	070M55	S55C	C55 XC55
	60	60	1060	C1060	060A57	S58C	C60
	15Mn	15Г	1115	C1115	080A15	SB46	XC12
	30Mn	30Г	1033	C1033	080A30 080M30	SGV49	XC32
40Mn	40Г	1040	C1040	080A40 080M40	-	40M5	

续表 1

分类	中 国 GB	前苏联 TOCT	美 国		英 国 BS	日 本 JIS	法 国 NF
			SAE	AISI			
合 金 结 构 钢	20Mn2	20Г2	1320 1321	1320 1321	150M19(En14A)	SMn21	20M5
	35Mn2	35Г2	1335	1335	150M36(En14B)	SMn1	35M5
	40Mn2	40Г2	1340	1340	—	SMn2	40M5
	15Cr	15X	5015 5115	5015 5115	(En206)	SCr21	12C3
	20Cr	20X	5120	5120	527A19 527M20	SCr22	18C4
	40Cr	40X	5140	5140	530A40(En18) 530M40(En18D)	SCr4	38C4 42C4
	45Cr	45X	15	5145	—	SCr5	45C4
	35SiMn	35СГ	—	—	—	—	—
	42SiMn	42СГ	—	—	—	—	—
	30CrMo	30ХМ	4130	4130	CDS13	SCM2	30CD4
	35CrMo	35ХМ	4135 4137	4135 4137	708A37	SCM3	35CD4
	35CrMoV	35ХМφ	—	—	—	—	—
	20CrMnTi	18ХГТ	—	—	—	SMK22 (大同)	—
40MnB	—	—	TS14 B35H	TS14 B35H	—	—	

表 4-71

各国主要高速钢牌号对照

类 型	中 国 (YB12-77)	美 国 (AISI)	日 本 (JISG4403) 1968	瑞 典 (ASSAB)	联邦德国 (320-69)	英 国 (BS4659) 1971	前苏联 (ГОСТ 19265-73)
通 用 型	W18Cr4V 9W18Cr4V	T1	SKH2	HSP-11	S18-0-1	BT1	P18
	W6Mo5Cr4V2	M1 M2 CM2 M7 M10 CM10	(SKH7) SKH9(后改 为 SKH51)	HSP-43 HSP-41 HSP-54	S6-5-2 SC6-5-2 (S2-9-2)	BM1 BM2	P6M5
特 殊 用 途 型	W14Cr4VMnRe						
	高 碳 高 钒 W12Cr4V4Mo	M3-1 级 M3-2 级 M4	SKH52 SKH53 SKH54	S6-5-3 S6-5-3	S6-5-3	BM4	P6M5φ2 P14φ4
	高 碳 含 铝 W6Mo5Cr4V2A1 W6Mo5Cr4V5 SiNbA1 W10Mo4Cr4V3A1						
一 般 含 钴		M33 M34 M36 T4 T15 (M15)	SKH56 SKH55 SKH3 SKH10	HSP-46	S6-5-2-5 S18-1-2-5 S12-1-4-5	BM34 BT4 BT15 BM15	P6M5φ2K8 P6Mo5K5 P18φ2K5 P10φ5K5
高 碳 含 钴	W12Mo3Cr4V 3Co5Si	M41 BM42	SKH-57	HSP-15	S7-4-2-5 S10-4-3-10	BM42 BT42	P10M4φ3K10

表 4—72

各国常用灰铸铁牌号对照

中 国 GB	前苏联 ГОСТ	美 国 SATM	英 国 BS	日 本 JIS	法 国 NF	联邦德国 DIN
HT100	CЧ12-28			FC10		GGL-10
HT150	CЧ15-32	NO.20	10 12	FC15	F114	GGL-15
HT200	CЧ18-36 CЧ21-40	NO.25 NO.30	14	FC20	F118 F122	GGL-20
HT250	CЧ24-44	NO.35	17	FC25	F126	GGL-25
HT300	CЧ28-48	NO.40	20	FC30	F130	GGL-30

注：本对照表以试棒毛坯直径为 30mm 时的抗拉强度为准。

表 4—73

各国常用有色金属牌号对照

类别 \ 国名	中 国 GB(YB)	美 国 ASTM	日 本 JIS	英 国 BS	前苏联 ГОСТ
纯铜	T2 T3	110	TCU1 CUPP11	C101 C104	M1 M2
黄铜	H62 HPb59-1	280 377	BS3 PbBS14	CZ109 CZ121	ЛС59-1
铝青铜	QA19-4	619	AB3	CA106	БРАЖ9-4
硅青铜	QSi3-1	658.661	SiB	CS101	БРКМЦ3-1
锡青铜	QSn4-3				БРОЦ4-3
工业用铝	L3 L4	1050 1230,1235	A1100 A1200	1B	АД0 АД1
防锈铝合金	LF6 LF21	3003	A3003	N6 N3	АМГ6 АМЦ
硬铝	LY12	2024			Д16
锻铝	LD5 LD		A2014	H15	AK6 AK8

4.6 非金属材料

4.6.1 工程塑料

表 4—74

常用热塑性塑料的性能

名称	吸水率 (%)	线胀系数 ($10^{-3}/^{\circ}\text{C}$)	热变形温度 ($18.6\text{kgf}/\text{cm}^2$) °C	抗拉强度 (kgf/cm^2)	弹性模量 ($10^4\text{kgf}/\text{cm}^2$)	伸长率 (%)	抗弯强度 (kgf/cm^2)	冲击强度 (无缺口) ($\text{kgf}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$)	硬度 (HBS)	成型收缩率 (%)
聚乙烯、低压高压法	<0.01	12.6~18	30~55	70~240	0.12~0.95	60~650	250~290	不断	40~70(HA)	1.5~3.6
聚乙烯、超高分子量	<0.01	7.2	40~50	300~340	0.68~0.95	400~480	350~370	190~200 (未断)	5.8~6.0	—
聚丙烯	0.03~0.04	10.8~11.2	55~65	350~400	1.1~1.6	200	420~560	不断	60~70(HD)	1.0~2.5
聚氯乙烯、硬质	0.07~0.45	5~6	55~75	450~500	3.3	20~40	800~900	30~40	14~17	0.1~0.5
聚氯乙烯、软质	0.5~1.0	7~25	—	100~180	—	180~320	—	—	50~75(HA)	1~5
聚苯乙烯	0.03~0.30	3.6~8.0	90~105	500~600	2.8~4.2	1.0~3.7	690~800	12~26	65~80(HRM)	0.2~0.7
ABS	0.20~0.25	5.8~8.5	90~105	340	2.3~2.9	60	640~680	130~180	8~10	0.3~0.6
聚甲基丙烯酸甲酯	0.20~0.4	5~9	85~100	500~770	2.4~3.5	2~7	840~1200	10~12	10~18	0.2~0.6
聚酰胺 ⁶ 、 ⁶⁶ 、 ⁶¹⁰ 、 ¹⁰¹⁰	0.40~1.9	8~12	60~105	450~850	1.2~3.1	60~150	790~1300	250~560	8~10	0.6~1.5
聚酰胺、铸型	0.6~1.2	8~9	150	770~920	2.4~3.6	20~30	1200~1500	500~600	14~21	径向 3~4 纵向 7~10

续表

名称	吸水率 (%)	线胀系数 ($10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	热变形温度 ($18.6\text{kgf}/\text{cm}^2$) $^{\circ}\text{C}$	抗拉强度 (kgf/cm^2)	弹性模量 ($10^4\text{kgf}/\text{cm}^2$)	伸长率 (%)	抗弯强度 (kgf/cm^2)	冲击强度 (无缺口) ($\text{kgf}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$)	硬度 (HBS)	成型收缩率 (%)
聚酰胺, 芳香	0.4	2.8	125	700	2.8	70~150	910	-	93(HIRM)	-
聚甲醛	0.22~0.25	10.7~10.9	110~125	500~600	2.5	30~50	900~1000	90~100	10~11	2~3
聚碳酸酯	0.2~0.3	6~7	130~140	660~680	2.5~3.0	80~95	1000~1300	530~580	9~10	0.5~0.8
聚氟醚	0.01	8~11.9	100	420	1.1	60~130	720~780	40以上	-	0.4~0.6
聚酚氧	0.13	3.7~6.1	80~85	560~570	2.4~2.7	50~100	840~1000	430	10	0.3~0.4
聚对苯二甲酸乙二醇酯	0.08~0.09	6.0~9.5	50~85	570	2.8	50~300	840~1170	-	68~98(HIRM)	-
氟塑料, F-4	0.01~0.02	10~12	55	140~250	0.4	250~500	180~200	-	4.5	模压 1~5
氟塑料 F-3	0.02	4.5~7.0	75	310~420	1.1~2.1	50~190	520~650	-	9~13	1~2.5
氟塑料 F-46	0.01	8.5~10.5	50	190~220	0.35	250~330	-	-	60~65(HD)	2~5
聚苯醚	0.07	5~7.5	100~130	650~670	2.5~2.8	50~55	1100~1300	150~180	12~13	0.6~1.0
聚砒亚胺	0.2~0.3	4~6.3	-	800~1000	-	6~10	1000~2100	55~120	20	0.2~0.5
聚矾	0.1~0.43	5~5.5	175~205	650~900	2.6~3.2	8~80	1100~1500	350~480	10~13	0.6~0.8
聚苯硫醚	0.01~0.02	3~5.5	100~105	500~700	1.9	2~4	670	-	124(HRR)	1.0

常用热固性塑料的性能

序号	名称	吸水率 (%)	线胀系数 ($10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	热变形温度 $^{\circ}\text{C}$ (18.6kgf/cm ²)	马丁耐热温度 ($^{\circ}\text{C}$)	抗拉强度 (kgf/cm ²)	弹性模量 (10^4 kgf/cm ²)	抗压强度 (kgf/cm ²)	抗弯强度 (kgf/cm ²)	冲击强度 (无缺口) (kgf·cm/cm ²)	硬度	成型收缩率 (%)
1	酚醛	0.01~1.2	0.8~4.5	150~190	100~150	320~630	5.6~35	800~2100	500~1000	2.5~6	30(HBS)	0.3~1.0
2	脲醛	0.4~0.8	2.2~3.6	125~145	100	380~910	7~10	1750~3100	700~1000	8	110~120(HRMI)	0.4~0.6
3	三聚氰胺	0.08~0.14	2.0~4.5	130	140~150	380~490	13.6	2100	450~600	2.5~5	110(HRM)	0.2~0.8
4	环氧	0.03~0.20	2~6	70~290	-	150~700	-	540~2100	420~1000	5~10	10~30(HBS)	0.05~1.0
5	聚邻苯二甲酸二丙炔脂	0.1	1.0~3.6	165~230	-	120~770	9.8~15.4	1750~2400	500以上	3以上	-	0.4~0.8
6	有机硅	2.5毫克/厘米 ²	-	-	200~300	-	-	-	250~750	2.3~18	30(HBS)	0.5~1.0
7	聚氨酯(无填料)	0.02~1.5	10~20	-	-	12~700	0.7~7.0	1400	50~310	-	10(HA),90(HD)	0~2.0

常用玻璃纤维增强热塑性塑料的性能

表 4-76

序号	名称	吸水率 (%)	线胀系数 ($10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	热变形温度 $^{\circ}\text{C}$ ($18.6\text{kgf}/\text{cm}^2$)	马丁耐热温度 ($^{\circ}\text{C}$)	抗拉强度 (kgf/cm^2)	弹性模量 ($10^4\text{kgf}/\text{cm}^2$)	伸长率 (%)	抗弯强度 (kgf/cm^2)	冲击强度 (无缺口) ($\text{kgf}\cdot\text{cm}/\text{cm}^2$)	硬度
1	聚丙烯(30%)①	0.01~0.05	2.9~5.2	110~150	—	550~770	3.2~6.3	2.0~3.6	490~770	16~19	90(HRR)
2	聚氯乙烯(25%)	0.02	1.5	160	—	1100	10.2	2~3	1540	—	—
3	聚苯乙烯(20~35%)	0.05~0.07	3.0~4.5	90~105	—	630~1050	7.7~8.5	0.8~1.3	1050~1340	—	70~95(HRM)
4	ABS(20~40%)	0.18~0.40	2.9~3.6	100~115	—	590~1330	4.1~7.2	2.5~3.0	1120~1890	—	65~100(HRM)
5	聚酰胺(20~40%)	0.2~2.0	1.2~3.2	160~260	150~185	1100~1580	7.0~9.3	—	1200~3270	60~85	—
6	聚甲基(20%)	0.25~0.29	3.6~8.1	152	—	590~770	7.0	2.0~7.0	1050②	24~40	75~90(HRM)
7	聚碳酸酯(30%)	0.23	2~3	135~140	—	1250~1670	—	6~8	1670~1880	24~40	93(HRM)
8	聚对苯二甲酸乙二醇酯(17%)	—	2.5~3.4	145	—	1340	8.3~9.0	5	1750	40	14.5(HBS)
9	聚苯醚(20~30%)	0.06	2.2	130~150	185	910	6.5~8.4	4~6	1650	24	12(HBS)
10	聚砜(30%)	<0.01	5.5	—	170~180	1000	3	8.4	1800	17	10(HBS)

注: ① 玻璃纤维含量。

② 5% 变形。

表 4—77

常用热塑性塑料的特点和用途

名称(代号)	主要特点	用途举例
1 聚乙烯(PE)	优良的耐腐蚀性和电绝缘性,尤其是高频绝缘性;可以氧化、辐照改性,可用玻璃纤维增强;低压聚乙烯:熔点,刚性、硬度和强度较高;高压聚乙烯:柔软性、伸长率、冲击强度和透明性较好;超高分子量聚乙烯:冲击强度高,耐疲劳,耐磨,需冷压烧结成型	低压聚乙烯:耐腐蚀件、绝缘件,涂层;高压聚乙烯:薄膜;超高分子量聚乙烯:减摩耐磨及传动件
2 聚丙烯(PP)	比重小,强度、刚性、硬度、耐热性均优于低压聚乙烯,可在100℃左右使用,优良的耐摩蚀性;良好的高频绝缘性,不受湿度影响,但低温发脆,不耐磨,较易老化;可与乙烯、氯乙烯共聚改性,可用玻璃纤维增强	一般机械零件、耐腐蚀件、绝缘件
3 聚氯乙烯(PVC)	优良的耐腐蚀性和电绝缘性;可用氯化聚乙烯、醋酸乙烯、丁腈橡胶等共聚或掺混改性;硬聚氯乙烯:强度高,可在-15~60℃使用;软聚氯乙烯:强度低,伸长率大,耐腐蚀性和电绝缘性因增塑剂品种和用量而异,但均低于硬质的,易老化;改性聚氯乙烯:耐冲击或耐寒;泡沫聚氯乙烯:质轻、隔热、隔音、防震	硬质聚氯乙烯:耐腐蚀件、一般化工机械零部件;软质聚氯乙烯:薄膜、电线电缆绝缘层、密封件;泡沫聚氯乙烯:衬垫
4 聚苯乙烯(PS)	优良的电绝缘性,尤其是高频绝缘性,无色透明,透光率仅次于有机玻璃,着色性好,质脆,不耐苯、汽油等有机溶剂;可用丁苯橡胶、聚甲基丙烯酸甲酯等改性;改性聚苯乙烯:冲击强度较高;泡沫聚苯乙烯:质轻、隔热隔音、防震;可用玻璃纤维增强	绝缘件、透明件、装饰件;泡沫聚苯乙烯:包装、铸造模样、管道保温

续表 1

名称 (代号)	主要特点	用途举例
5 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚体 (ABS)	较好的综合性能, 耐冲击, 尺寸稳定性较好; 丁二烯含量愈高, 冲击强度愈大, 但强度和耐候性降低; 增加丙烯腈可提高耐腐蚀性, 增加苯乙烯可改善成型加工性; 以丙烯酸丁酯代丁二烯得 AAS; 以氧化聚乙烯代丁二烯得 ACS, 以甲基丙烯酸甲酯代丙烯腈得 MBS, AAS 和 ACS; 耐候性均较好; MBS: 透明; 可用玻璃纤维增强	一般机械零件, 减摩耐磨及传动件
6 聚甲基丙烯酸甲酯 (有机玻璃, PMMA)	透光性好, 可透过 99% 以上的太阳光, 着色性好, 表面硬度不高, 易擦伤; 可用苯乙烯改性; 改性有机玻璃: 适于注射成型, 冲击强度较高。	透明件, 装饰件
7 聚酰胺(尼龙, PA)含酰胺基	坚韧, 耐磨, 耐疲劳, 耐油, 耐水, 抗霉菌, 无毒, 吸水性大; 尼龙 6: 弹性好, 冲击强度高, 吸水性较大; 尼龙 66: 强度高, 耐磨性好; 尼龙 610: 与尼龙 66 相似, 但吸水性和刚性都较小; 尼龙 1010: 半透明, 吸水性较小, 耐寒性较好; 铸型尼龙 6: 与尼龙 6 相似, 但各项机械强度、耐磨性均较高, 吸水性较小; 芳香尼龙: 耐热性高, 耐辐射, 突出的电绝缘性, 高温下不变; 可用玻璃纤维增强	一般机械零件, 减摩耐磨及传动件; 铸型尼龙 6; 大型减摩耐磨及传动件; 芳香尼龙: 耐高温机械零件, 绝缘件
8 聚甲醛 (POM)	良好的综合性能, 强度、刚性、冲击、疲劳、蠕变等性能均较高, 减摩耐磨性能良好, 吸水性小, 尺寸稳定性好; 聚四氟乙烯等填充的, 其减摩耐磨性能更好, PV 值更高; 可用玻璃纤维增强	减摩耐磨及传动件
9 聚碳酸酯 (PC)	良好的机械性能, 突出的冲击强度和延性, 尺寸稳定性高, 无色透明, 着色性好, 吸水性小, 耐热性比尼龙、聚甲醛高, 抗蠕变性及电绝缘性也较好, 但自润滑性、耐磨性均较差, 不耐碱、酮、胺、芳香烃, 有应力开裂倾向; 可用聚乙烯等改性, 可用玻璃纤维增强	仪表小零件, 绝缘件, 透明件, 耐冲击件

表 4—78

热固性塑料的特点和用途

名 称	主 要 特 点	用 途 举 例
1 酚醛塑料 主要为塑料粉	优良的耐热、绝缘、化学稳定及尺寸稳定性，抗蠕变性优于许多热塑性工程塑料，因填料不同，电性能及耐热性均有差异；用橡胶、聚氯乙烯改性可以提高冲击强度或耐酸性；高频绝缘件用：高频绝缘性好，耐潮湿；耐冲击件用：冲击强度高，电绝缘性一般；耐酸件用：耐酸、耐水、耐霉菌；耐热件用：可在 140℃ 下使用；耐磨件用：能在水润滑条件下使用	一般机械零件，绝缘件、耐腐蚀件，水润滑轴承
2 氨基塑料 主要为塑料粉	优良的电绝缘性，耐电弧性好，硬度高，耐磨，耐油脂及溶剂，难燃自熄，着色性好，对光稳定；脲醛塑料：颜色鲜艳，半透明如玉，又名电玉；三聚氰胺塑料：耐电弧性优越，耐热、耐水，在干湿交替环境中性能优于脲醛塑料	一般机械零件，绝缘件，装饰件
3 环氧塑料 主要为浇铸料	在热固性塑料中强度较高，电绝缘性优良，化学稳定性好，耐有机溶剂性好；因填料品种及用量不同，性能有差异，对许多材料的胶接力强，成型收缩率小，电绝缘性随固化剂不同，而有差异，固化剂有胺、酸酐及咪唑等类；脂环族环氧塑料：耐热性较高	塑料模、电气、电子元件及线圈的灌封与固定修复机件
4 聚邻（间）苯二甲酸二丙烯酯塑料（DAP 或 DAIP）有浇铸料及塑料粉	优异的电绝缘性能，在高温高湿下性能几乎不变，尺寸稳定性好，耐酸、耐碱及耐有机溶剂，耐热性高，易着色；聚邻苯二甲酸二丙烯酯：能在 -60~+200℃ 使用；聚间苯二甲酸二丙烯酯：长期使用温度较高	浇铸料：电气、电子元件及线圈的灌封与固定；塑料粉：耐热件、绝缘件
5 有机硅塑料 有浇铸料及塑料粉	优良的电绝缘性能，电阻高，高频绝缘性能好，耐热，可在 180~200℃ 长期使用，防潮性强，耐辐射，耐臭氧，亦耐低温	浇铸料：电气、电子元件及线圈的灌封与固定；塑料粉：耐热件、绝缘件
6 聚氨酯塑料 有浇铸料及软质、硬质泡沫塑料	柔韧、耐油、耐磨、易于成型，耐氧、耐臭氧，耐辐射及耐许多化学药品；泡沫聚氨酯：优良的弹性及隔热性	密封件、传动带；泡沫聚氨酯：隔热、隔音及吸振材料

表 4-75

性能

类 别	表面电阻率 (Ω)	体积电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	介电常数	介质损耗 角正切	耐电弧性
热塑性塑料	$10^{12} \sim 10^{16}$	$10^9 \sim 10^{17}$	2.2~8.4	0.0001~0.10	50~360
热固性塑料	$10^7 \sim 10^{14}$	$10^6 \sim 10^{14}$	3.5~10.2	0.03~0.3	60~900

表 4-80

各类结构零件可适用的塑料

类型	应用范围及典型零件举例	工 作 条 件	对材料性能的要求	可适用的塑料
一般结构零件	装饰件、外观件及一些受力不大的零件，如汽车调节器盖、电动机罩壳、柴油机调速手柄、电风扇叶轮、化工容器、管道、水箱浮子和各种生活日用品等	通常在低负荷、不受冲击或很少受冲击、温度不高的情况下工作	强度及耐热性要求较低	低压聚乙烯，改性聚苯乙烯，ABS 塑料，聚丙烯，有机玻璃
耐磨传动零件	需承受磨损的运动件，如汽车万向节轴承、风扇轴承、机床齿条、矿山机械的涡轮、钻床升降螺母等	承受交变应力和冲击负荷，表面受磨损	具有较高的强度、刚度，良好的耐冲击性、耐磨性、抗疲劳性以及较高的热变形温度	各种尼龙、聚甲醛、聚碳酸、酯、氯化聚醚，线型聚酯及碎布增强酚醛塑料
减磨自润滑零件	各种无油润滑活塞环，干摩擦条件下工作的轴承、机械密封圈、密封环以及高温、低温或腐蚀介质中工作的摩擦零件及机床导轨涂层等	一般受力较小，但运动速度高，有的需在干摩擦运动下工作，有的则在高温、低温或腐蚀介质中工作	通常强度要求不高，但应有低的摩擦系数和耐磨自润滑性。有些应能耐热带寒或耐蚀，尺寸稳定性好	聚四氟乙烯，F4 填充的聚甲醛，低压聚乙烯，尼龙，聚全氟乙丙烯
耐腐蚀零件	各种化工管道、设备或其衬里，耐蚀泵壳体、叶轮、阀座、小型齿轮、法兰及化工用仪器仪表零件等	常温或较高温度下承受强酸、强碱或其腐蚀性介质的腐蚀	具有抗强酸、强碱、强氧化剂及各种有机溶剂腐蚀的能力	硬聚氯乙烯，氟塑料，低压聚乙烯，聚丙烯，氯化聚醚
耐高温零件	高温工作下的结构传动件，如汽车分速器盖、电表上的接触器齿轮、轴承保持器轴承、活塞环，耐高温电器元件及高温环境下各种化工设备零件等	一般工作温度均在 150℃ 以上，有的需要在 260℃ 到 270℃ 下长期工作	具有高的热变形温度及高温抗蠕变性能，有的还要求高温下的耐磨、耐蚀及电绝缘性能	聚砜、聚苯醚，氟塑料及各种玻璃纤维增强塑料如增强尼龙，增强聚碳酸酯等
透明构件	窗玻璃，仪器仪表壳，灯罩，设备标牌，油标等	能透光，一般不承受负荷，环境温度不高	透明度高，有一定强度，通常要求耐候性好、较耐磨	聚苯乙烯，高压聚乙烯，有机玻璃，聚碳酸酯

4.6.2 橡胶

橡胶是一种有机高分子材料。它具有高的弹性、良好的吸振性，有一定的耐蚀性，能很好地与金属、纺织物、石棉等材料相连接的能力，此外，还具有耐磨、良好的绝缘性以及足够的强度和积储能量的能力。常用橡胶的物理机械性能以及特点和用途分别见表 4—81、表 4—82。

表 4—81 常用橡胶的物理机械性能

橡胶品种	抗拉强度 (kgf/cm ²)	伸长率 (%)	100%定伸强 度(kgf/cm ²)	200%定伸 24小时后 永久变形 (含炭黑)%	压缩 永久 变形	抗 撕 性	回 弹 性	最高使 用温度 (℃)	常用时的 温度上限 (℃)	脆性温度 (℃)
天然	250~350	650~900	—	8~12	良	优	优	120	70~80	-50~-70
丁苯	150~200	500~800	7~9	10~15	良	良	良	120	80~100	-30~-60
异戊	200~300	600~900	—	—	良	良~优	优	120	70~80	-50~-70
顺丁	180~250	450~800	10~40	—	优	可~良	优	120	—	-73
丁基	170~210	650~800	—	11	优	良	可	170	150	-30~-55
氯丁	250~270	800~1000	—	7.5	良	良~优	良	150	120	-35~-42
丁腈	150~300	300~800	—	6	良	良	良	170	120	-10~-20
聚氨酯	200~350	300~800	—	—	可	良	良	80	—	-30~-60
三元乙丙	150~250	400~800	—	—	可~良	良~优	良	150	150	-40~-60
聚硫	90~150	100~700	42~70	—	劣	劣~可	劣	130	80	-10~-40
丙烯酸酯	70~120	100~600	50~70	—	优	可	可	175	170	0~-30
氯醇	—	—	良	—	—	—	—	—	—	—
氯磺化聚乙烯	70~200	100~500	21~210	—	劣	可~良	良	150	100	-20~-60
硅	40~100	50~500	—	—	劣	劣~可	劣	315	200	-70~-120
氟	200~220	100~500	10~21	—	劣~可	良	可	315	200	-10~-50

表 4—82

常用橡胶特点和用途举例

类别	橡胶品种(代号)	特 点	最高使用温度(℃)	常用温度上限(℃)	用 途 举 例
通用橡胶	天然橡胶(NR)	耐磨性、加工性良好		70~80	轮胎及通用制品
	丁苯橡胶(SBR)	耐热性、耐老化性比天然橡胶好		80~100	轮胎, 胶板, 胶布, 通用制品
	异戊橡胶(IR)(又称合成天然橡胶)	吸水性差, 绝缘性好, 耐老化性比天然橡胶好		70~80	胶管
	顺丁橡胶(BR)	弹性、耐磨性、耐寒性好, 易与金属粘合	120	—	轮胎及耐寒运输带
	丁基橡胶(IIR)	耐老化性、气密性及耐热性好, 吸振性良好, 耐酸碱	150	—	内胎, 化工衬里及防振制品
	氯丁橡胶(CR)	物理机械性能好, 耐氧、耐候性好, 耐油性较好	120	—	胶管, 胶带, 汽车门窗嵌条
	丁腈橡胶(NBR)	耐油性优良, 耐热性较好, 气密性良好	120	—	油管, 耐油密封圈, 皮碗
特种橡胶	聚氨酯橡胶 (UR)	耐磨、耐油性好, 强度高	80	—	胶辊, 实芯轮胎, 同步齿形带及耐磨制品
	三元乙丙橡胶 (EPDM)	耐臭氧, 耐候性很好, 耐热(达 170℃)、耐低温(达 -50℃), 绝缘性好	150	—	散热管, 耐热胶管, 胶带, 绝缘制品
	丙烯酸酯橡胶 (AR)	耐油性极好, 耐老化及耐候性良好	170	—	汽车配件如油封、皮碗
	硅橡胶	耐高低温 (300~-150℃), 绝缘性好	200	—	耐高低温制品, 绝缘件
	氟橡胶 (FPM)	耐高温, 耐油, 耐腐蚀性好, 抗辐射及高真空性优良	200	—	化工衬里, 垫圈, 高级密封件, 高真空橡胶件

常用橡胶制品规格和规格分别见表 4—83~表 4—86。

表 4—83 夹 布 胶 管 (mm)

输油胶管 (HG4-761-74)		输稀酸碱胶管 (GB2552-81)		输水胶管 (GB1187-81)		蒸气胶管 (GB7548-87)		夹布空气胶管 (GB1186-81)	
内 径 公称尺寸	工作压力 (KPa)	内 径 公称尺寸	工作压力 (KPa)	内 径 公称尺寸	工作压力 (KPa)	内 径 公称尺寸	工作压力 (KPa)	内 径 公称尺寸	工作压力 (KPa)
13	490	13	294	13	294	12.5	400 (150℃)	5	980 1470 588 784 980 588 784
16		16		16		16		6	
19	686	19	19	19	8				
22	980	22	22	20	10				
25		25	25	25	13				
32	294	32	32	31.5	16				
38		38	38	38	19				
45	490	45	686	45	22				
51	686	51	51	50	25				
64	76	64	64	51	32				
76		76	76	63	38				
				89	45				
				102	51				
				127	64				
				152	76				

表 4—84 运 输 胶 带 (GB523—74) (mm)

型 别	运 输 胶 带 宽 度 及 布 层 数										运 输 胶 带 覆 盖 胶 层 厚 度			
											工作面粉厚 非工作面粉厚			
强力型	宽 度 布层数				650 3~5	800 3~6	1000 3~7	1200 4~10	1400 5~10	1600 5~12	$\frac{6.0}{3.0}$	$\frac{6.0}{1.5}$	$\frac{4.5}{3.0}$	$\frac{4.5}{1.5}$
普通型	宽 度 布层数	300 3~5	400 3~6	500 3~8	650 3~9	800 3~10	1000 3~11	1200 4~12	1400 5~12	1600 5~12	$\frac{6.0}{3.0}$	$\frac{6.0}{1.5}$	$\frac{4.5}{3.0}$	$\frac{4.5}{1.5}$
耐热型	宽 度 布层数		400 3~6	500 3~8	650 3~9	800 3~10	1000 3~11	1200 4~12	1400 5~12	1600 5~12	$\frac{6.0}{3.0}$	$\frac{4.5}{3.0}$	$\frac{3.0}{3.0}$	$\frac{3.0}{1.5}$

注：运输胶带的统一标记方法为：宽度×布层数×(工作面粉厚+非工作面粉厚)×长度。例：800×8×(6+3)×100。

表 4—85

钢丝编织胶管(GB3683—83)

一 层 钢 丝		二 层 钢 丝		三 层 钢 丝	
胶管代号 内径—工作压力 (mm—MPa)	外 径 (mm)	胶管代号 内径—工作压力 (mm—MPa)	外 径 (mm)	胶管代号 内径—工作压力 (mm—MPa)	外 径 (mm)
4—20	13	6—28	17	6—40	19
6—18	15	8—25	19	8—33	21
8—17	17	10—23	21	10—28	23
10—15	19	13—22	25	13—25	27
13—14	23	16—17	28	16—21	30
16—11	26	19—15	31	19—18	33
19—10	29	22—13	34	22—16	36
22—9	32	25—11	37.5	25—14	39
25—8	36	32—9	45	32—11	47
32—6	43.5	38—8	51	38—10	53
38—5	49.5	45—8	58	45—9	60
		51—6	64	51—8	66

注: 1. 供在工作温度-30~+80℃, 工作压力5.88~39.2MPa的条件下输送机油、润滑油或空气介质用。2. 胶管制造长度为0.5~10m。

表 4—86

工 业 用 橡 胶 板

(mm)

标准	GB5574—85	GB5575—85
厚度	0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 30, 40, 50	1.5, 2, 3
宽度	500~2000	>500
长度	协议制造	>5000
用途	工矿企业、交通运输等部门使用的橡胶垫圈、密封垫、缓冲垫板以及铺地用。根据需要可制成光面或带花纹、布纹及夹织物的胶板	为化工设备及管件衬里用的未硫化胶板

4.6.3 涂料

涂料是应用于物体表面而能结成坚韧保护膜的物质。它是一种有机高分子胶体的混合溶液, 称为“有机涂料”。人们习惯上称它为油漆。按主要成膜物质分类, 涂料可分为18大类, 见表4—87。

表 4—87

涂 料 分 类 表

序号	代号	成膜物质类别	主要成膜物质
1	Y	油脂类	天然动植物油，合成油等
2	T	天然树脂类	松香，虫胶，动物胶，大漆等
3	F	酚醛树脂类	酚醛树脂等
4	L	沥青类	天然沥青，石油沥青，煤焦沥青
5	C	醇酸树脂类	甘油醇酸树脂，其它改性醇酸树脂等
6	A	氨基树脂类	尿醛树脂，聚酰亚胺树脂等
7	Q	硝基纤维类	硝酸纤维素酯
8	M	纤维酯及醚类	醋酸纤维，乙基纤维等
9	G	过氯乙烯树脂类	过氯乙烯树脂
10	X	乙烯树脂类	氯乙烯共聚树脂，含氟树脂等
11	B	丙烯酸树脂类	丙烯酸树脂，丙烯酸共聚物等
12	Z	聚酯树脂类	聚酯树脂
13	H	环氧树脂类	环氧树脂等
14	S	聚氨酯类	聚氨基甲酸酯
15	W	元素有机聚合物类	有机硅、有机铝等有机化合物等
16	J	橡胶类	天然橡胶，合成橡胶等
17	E	其它类	除以上所列的其它成膜物质
18		辅助材料	稀释剂，防潮剂，催化剂，固化剂，脱漆剂

4.7 金属材料热处理、表面处理及材料选用

4.7.1 金属材料热处理

钢的热处理种类和应用见表 4—88~表 4—90。

续表 1

名称	操作方法	目的	应用要点
时效	将钢件加热到 80~200℃, 保温 5~20h 或更长一些时间, 然后随炉或取出在空气中冷却	1. 稳定钢件淬火后的组织, 减小存放或使用期间的变形; 2. 减轻淬火以及磨削加工后的内应力, 稳定形状和尺寸	1. 适用于经淬火后的各钢种; 2. 常用于要求形状不再发生变形的精密工件, 如精密丝杠、测量工具、床身箱体等
冷处理	将淬火后的钢件, 在低温介质 (如干冰、液氮) 中冷却到零下 60~80℃ 或更低, 温度均匀一致后, 取出升温到室温	1. 使淬火钢件内的残余奥氏体全部或大部转变为马氏体, 从而提高钢件的硬度、强度、耐磨性和疲劳极限; 2. 稳定钢的组织, 以稳定钢件的形状和尺寸	1. 钢件淬火后应立即进行冷处理, 然后再经低温回火, 以消除低温冷却时的内应力; 2. 冷处理主要适用于合金钢制的精密刀具、量具和精密零件

表 4-89 钢表面热处理方法、目的和应用

名称	操作方法	目的	应用要点
火焰表面淬火	用乙炔-氧混合气体燃烧的火焰, 喷射到钢件表面上, 快速加热, 当达到淬火温度后, 立即喷水冷却	提高钢件表面硬度、耐磨性及疲劳强度, 心部仍保持韧性状态	1. 多用于中碳钢制件, 一般淬透层深为 2~6mm 2. 适用于单件或小批生产的大型工件和需要局部淬火的工件
感应加热表面淬火	将钢件放入感应器中, 使钢件表层产生感应电流, 在极短的时间内加热到淬火温度, 然后立即喷水冷却	同上	1. 多用于中碳钢和中碳合金结构钢制件 2. 由于集肤效应, 高频感应淬火淬透层一般为 1~2mm, 中频淬火一般为 3~5mm, 工频淬火一般 >10mm
渗碳	将钢件放入渗碳介质中, 加热至 900~950℃ 并保温, 使钢件表面获得一定浓度和深度的渗碳层	同上	1. 多用于含碳量为 0.15~0.25% 的低碳钢及低合金钢制件, 一般渗碳层深 0.5~2.5mm 2. 渗碳后必须经过淬火, 使表面得到马氏体, 才能实现渗碳的目的
氮化	利用在 500~600℃ 时氨气分解出来的活性氮原子, 使钢件表面被氮饱和, 形成氮化层	提高钢件表面的硬度、耐磨性和疲劳强度, 以及抗蚀能力	多用于含有铝、铬、钼等合金元素的中碳合金结构钢, 以及碳钢和铸铁。一般氮化层深为 0.025~0.8mm
氰化	向钢件表面同时渗氮和渗碳的方法	同上	1. 多用于低碳钢、低合金结构钢以及工具钢制件。一般氰化层深为 0.02~3mm 2. 氰化后还需淬火和低温回火

表 4—90

常用表面热处理的性能与效果

表面处理种类	表面层的状态				性能特点				变形开裂倾向	适用钢材及工作条件
	层深 (mm)	处理后表层变化	表层组织	表层应力情况	硬度 (HV)	耐磨性	接触疲劳强度	弯曲疲劳强度		
渗碳淬火	中等 0.1~1.5	表面硬化, 表层高残余压应力	M+K+A'	(-) (提高 55%)	650~850	高	好	好 (提高 40~120%)	较大变形 不易开裂	低碳钢 低碳合金钢 铁基粉末合金 重载荷零件
碳氮共渗	较浅 0.1~1.0	同上	含氮 0.15~0.5% M+ K+ A' (含 C0.7~1.0%)	(-)	700~850	高	很好	很好	变形较小 不易开裂	低碳钢 中碳钢 低中碳合金钢 铁基粉末合金
氮化	薄层 0.1~0.4	同上	$\alpha(\epsilon+\gamma)\alpha+\gamma'$	(-)	800~1200	很高	好	好 (提高 15~180%)	变形甚小 不易开裂	合金氮化 钢球墨铸铁
软氮化	扩散层 0.3~0.4mm 碳氮化物层 5~20 μ m	同上	表面碳氮化物层、内面氮扩散层	(-) (提高 22~32%)	500~800	较好	较好	较好	变形甚小 不易开裂	碳钢、铸铁、耐热钢等、轻载荷、高速滑动零件
感应加热表面淬火	0.8~5.0	同上	M+A'	(-) 提高 68%	600~850	高	好	好	较小	中碳钢或中碳合金钢、低淬透性钢、球墨铸铁
火焰淬火	1~12	同上	M+A'	(-)	600~800	高	好	好	较小	中碳钢或中碳合金钢
表面冷形变	表面滚压强化	0~0.5	表层加工硬化粗糙度减小, 高残余压应力	位错密度增高	(-)	提高 0~150	改善	较大提高	—	碳钢、合金钢零件
	喷丸强化	0~0.5	表层加工硬化, 高残余压应力, 有凹痕	位错密度增加	(-)	> 300 时 不升高	—	改善	较大提高	—	碳钢、合金钢、球墨铸铁零件

注: (-) 为残余压应力, M 马氏体, K 碳化物, A' 残余奥氏体。

4.7.2 热处理技术条件的标注

热处理技术条件的标注分别见表4—91、表4—93。

表4—91 热处理技术条件的符号及表示法 (GC423—62)

热 处 理 方 式	代表符号	表 示 方 法 举 例
退火	Th	退火表示方法为: Th
正火	Z	正火表示方法为: Z
调质	T	调质至 HBS230~250, 表示方法为: T235
淬火	C	淬火回火至 HRC45~50, 表示方法为: C48
油中淬火	Y	油冷淬火回火至 HRC30~40, 表示方法为: Y35
高频淬火	G	高频淬火回火至 HRC50~55, 表示方法为: G52
调质高频淬火	T-G	调质后高频淬火回火至 HRC52~58, 表示方法为: T-G54
火焰淬火	H	火焰加热淬火回火至 HRC52~58, 表示方法为: H54
氰化 (C-N 共渗)	Q	氰化淬火回火至 HRC56~62, 表示方法为: Q59
氮化	D	氮化层深度 0.3mm, 硬度 HV>850, 表示方法为: D0.3-900
渗碳淬火	S-C	渗碳层深度 0.5mm, 淬火回火至 HRC56~62, 表示方法为: S0.5-C59
渗碳高频淬火	S-G	渗碳层深度0.9mm, 高频淬火回火至HRC56~62, 表示方法为: S0.9-G59

注: (1) 热处理表示方法 (代号) 中的数字是标准硬度范围的平均值, 除举例中所列外, 尚有下列标准硬度, 设计时优先采用。

(2) 去应力退火、发蓝用文字表示。

T215	C42	C45	C56	C60	C61	C63
HBS 200~230	HRC 40~45	HRC 42~48	HRC 54~58	HRC 58~62	HRC 58~64	HRC 61~65

表 4—92

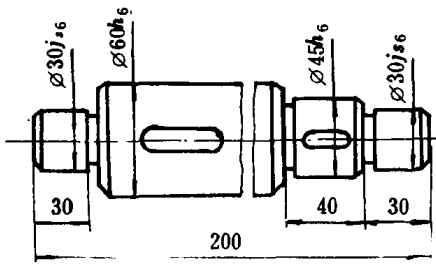
常用钢的一般热处理种类及代号

钢 号	热 处 理								
	Th	Z	T	C	G	T—G	Q	S—C	S—G
08	Th								
15		Z						S—C59	S—G59
35		Z		C35					
45		Z	T215, T235	C42, C48	G42, G48	T—G52			
Y12							Q58		
65Mn	Th	Z	T280	C45, C58					
T8A	Th			C58					
T10A, T12A	Th		T215	C61					
20Cr, 20Mn2B		Z						S—C59	S—G59
40Cr		Z	T215, T235	C48, C52	G42, G52	T—G52			
9SiCr	Th			C62~64					
CrMn, CrWMn	Th			C56, C62					
GCr15	Th			C60, C63					
5CrMnMo	Th			C39					
60Si2MnA				C42, C45					
W18Cr4V	Th			C63					

表 4-93

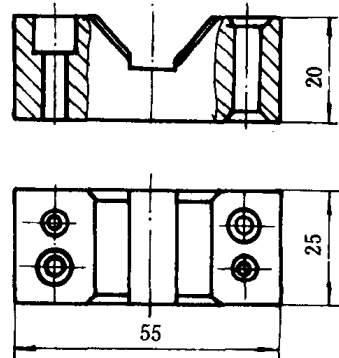
热处理技术条件标注示例

图 1 轴 (45 钢)



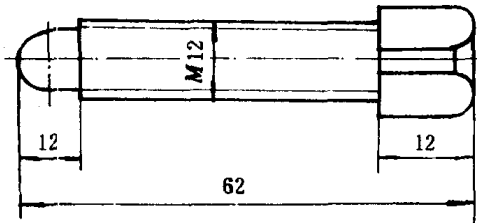
热处理技术条件: Z (HBS>170)

图 4V 形块 (20 钢)



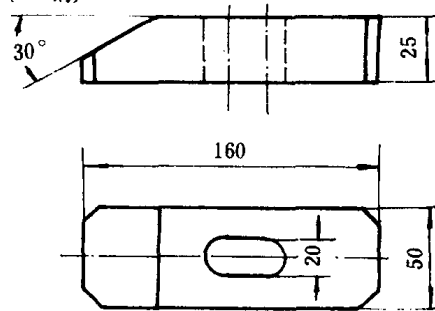
热处理技术条件: S1.2-C62 发蓝

图 2 螺钉 (45 钢)



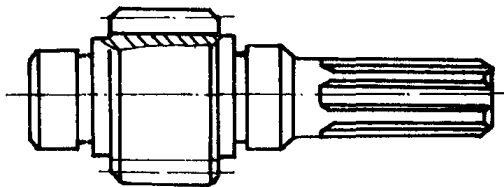
热处理技术条件: T235, 螺钉头、尾 C45

图 5 平端压板 (45 钢)



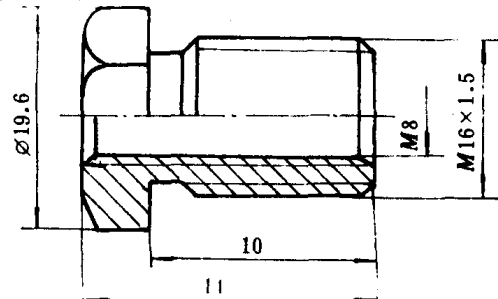
热处理技术条件: C45 发蓝

图 3 齿轮轴 (40Cr)



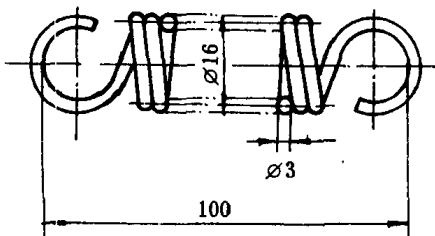
热处理技术条件: T235, 齿部及花键 G52

图 6 螺纹衬套 (45 钢)



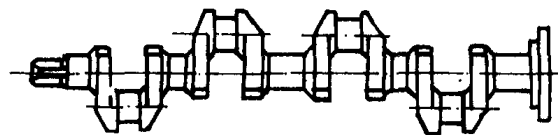
热处理技术条件: Y35, 发蓝

图 7 拉力弹簧 (碳素弹簧钢丝 II 级)



热处理技术条件: 冷绕后, 去应力退火

图 8 柴油机曲轴 (QT600-3)



热处理技术条件:
铸后正火及高温回火, 轴颈高频淬火。
机械性能: $\sigma_b > 650 \text{ MN/m}^2$; $\alpha_{ku} > 15 \text{ J/cm}^2$
轴体 HBS240~300, 轴颈 HRC>55

4.7.3 表面强化层深度

不同零件采用不同的表面热处理，应合理选择淬硬层深度。感应表面淬火选择淬硬层深度时，除考虑耐磨性外，还必须根据零件的服役条件，使其获得良好的综合机械性能。表 4—94~表 4—96 为汽车、拖拉机表面淬火件常用材料的硬度要求和淬硬层深度的要求。

渗碳层厚度是随零件尺寸及工作条件而定的，太薄易引起表面疲劳剥落，太厚则受不起冲击。其选择的一般原则是，零件受载小，渗碳层深度可浅一些；反之，渗碳层厚度相应要深一些。表 4—97~表 4—98 为汽车、拖拉机齿轮渗碳层深度。

热处理时，零件不可避免地会产生变形，因此在加工过程中必须留有加工余量。这样既可简化热处理操作，又不使随后机械加工（特别是磨削加工）时增加过大工作量。对调质件、渗碳件和淬火件所留加工余量分别见表 6—79~表 6—83。

表 4—94 汽车、拖拉机表面淬火件常用材料的硬度要求

材 料	表 面 硬 度 (HRC)		备 注
	耐磨性要求较高的零件	耐磨性要求一般，强度、韧性要求较好的零件	
35, 40, 45, 50	55~63	45~58	表面淬火前为正火或调质组织
40Cr, 45Cr, 40MnB, 45MnB	55~63	45~58	表面淬火前为正火或调质组织
合 金 铸 铁	45~58	>43 (灰铸铁有时>38)	表面淬火前应为细珠光体基体+细小均匀分布石墨和针状及少量网状碳化物
可 锻 铸 铁			铁素体、珠光体基体+退火石墨
球 墨 铸 铁			珠光体+球状石墨（可允许 15~20% 铁素体）
灰 铸 铁			细珠光体+细小片状石墨（可允许 5~10% 铁素体）

表 4—95 汽车、拖拉机表面淬火件的淬硬层深度要求

零件的性能要求	淬 硬 深 度	备 注
耐 磨	1~7mm	按加工留磨量及使用情况（是否修磨后继续使用）而定
耐 疲 劳	为零件直径的 10~20%	零件直径 >40mm 时，取 10%

表 4—96 不同零件感应表面淬火所选用的淬硬层、材料及设备

工作条件及零件种类	所需淬硬层深度	选 用 材 料	采 用 设 备
工作于摩擦条件下的零件，如一般较小齿轮、轴类	1.5~2mm	45, 40Cr	电子管式高频设备
承受扭曲、压力负荷的零件，如曲轴、大齿轮、磨床主轴	3~5mm	45, 40Cr, 9Mn2V, 球 墨 铸 铁	中 频 发 电 机
承受扭曲、压力负荷的大型零件，如冷轧辊	>10~15mm	9Cr2W, 9Cr2Mo	工 频 设 备

表 4—97 汽车、拖拉机齿轮的模数与渗碳层深度的关系

齿轮模数 m	2.5	3.5~4	4~5	5
渗碳层厚度 (mm)	0.6~0.9	0.9~1.2	1.2~1.5	1.4~1.8

表 4—98 汽车、拖拉机齿轮的渗碳层深度

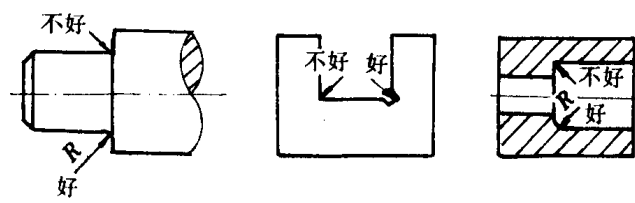
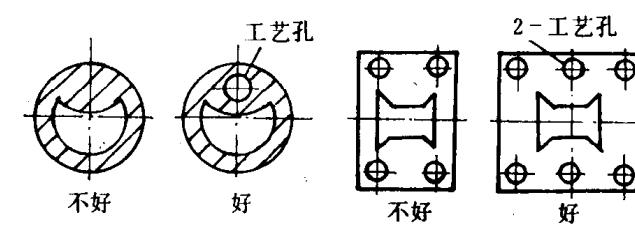
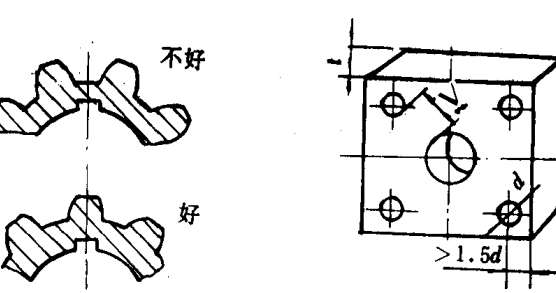
汽车、拖拉机齿轮	变速齿轮	差速器齿轮	减速器齿轮
渗碳层厚度 (mm)	0.8~1.2	0.9~1.3	1.1~1.5

4.7.4 热处理零件的结构工艺性

在设计零件时，如只考虑零件结构形状适合部件机构的需要，而忽视了热处理零件的结构工艺性，则往往会因零件形状不合理而增大淬火的变形和开裂倾向。因此在满足零件使用要求而初步选定材料的条件下，在设计淬火零件的结构形状时，应充分考虑零件的结构工艺性。一般应遵循的原则及改善结构工艺性的措施见表 4—99、表 4—100。

表 4—99

改善一般淬火件结构工艺性的措施

原则	改善措施	图例														
避免尖角、棱角；避免厚薄悬殊的断面	<p>避免零件上尖角、棱角，如右图所示。 阶梯轴淬火前粗加工时圆角 R，如下表所示。 单位：mm</p> <table border="1" data-bbox="247 571 758 705"> <tr> <td>$D-d$</td> <td>—</td> <td>11~25</td> <td>26~50</td> <td>51~125</td> <td>126~300</td> <td>301~500</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> </table>	$D-d$	—	11~25	26~50	51~125	126~300	301~500	R	2	5	10	15	20	30	
	$D-d$	—	11~25	26~50	51~125	126~300	301~500									
R	2	5	10	15	20	30										
<p>氮化零件在轴肩或截面改变处，应采用 $R > 0.5mm$</p>																
避免尖角、棱角；避免厚薄悬殊的断面	<p>厚薄悬殊的零件，可考虑开工艺孔，如右图所示。</p>															
	<p>为避免零件厚薄悬殊，应合理安排孔或槽的位置，如右图所示。</p>															

续表 1

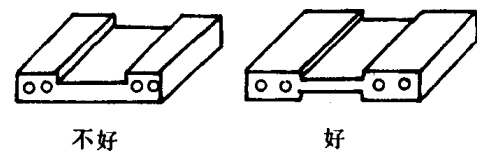
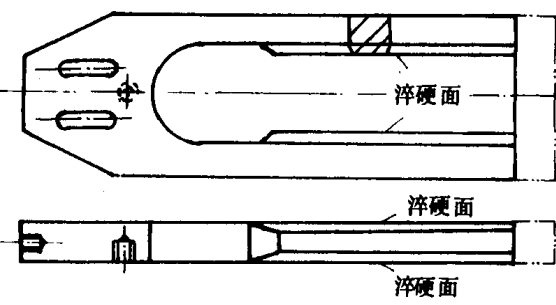
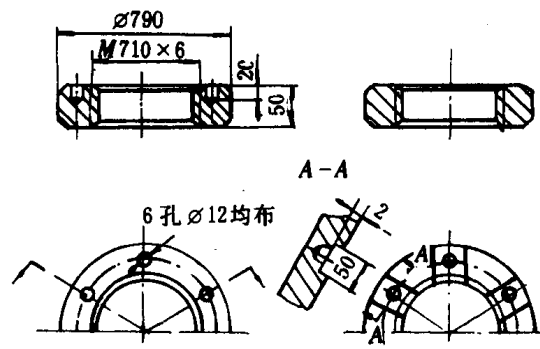
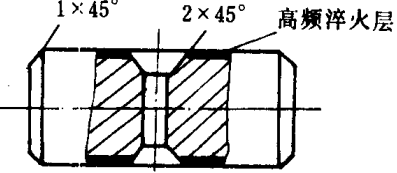
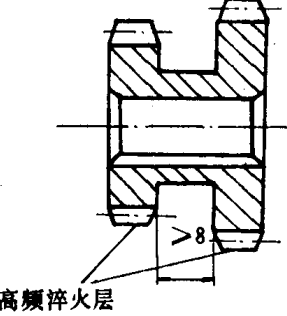
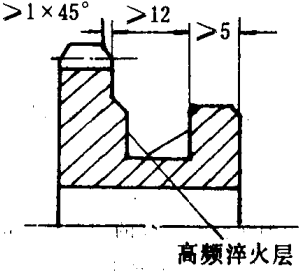
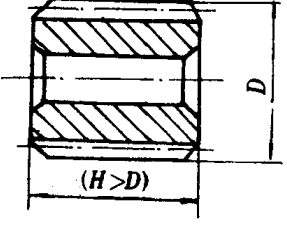
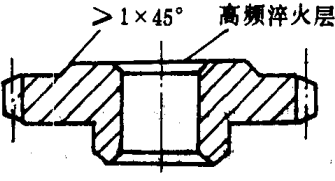
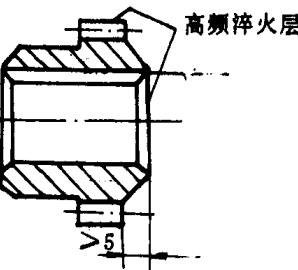
原则	改善措施	图 例
尽量采用对称、封闭结构	<p>零件应尽量采用对称结构，如右图所示。避免应力分布不均匀，产生变形。</p>	
采用组合结构	<p>如零件因结构须要制成开口型，建议制造时，先加工成封闭结构（右图点划线所示），淬火回火后再加工成开口（用薄片砂轮切开）</p>	
有利于机械加工修正变形	<p>右图 (a) 零件 (45 钢) 要求 6 个 $\phi 12$ 孔淬硬；淬火后两端面平行度达不到要求，因孔已淬硬，只能磨削加工，但平面尺寸过大，无法磨削。如按右图 (b) 改进结构，使淬硬的孔面降低 2mm，则可用车削法修正。</p>	

表 4-100

改善感应加热表面淬火件结构工艺性的措施

措施简图	说明	措施简图	说明
<p>1</p> 	<p>轴端、轴孔及齿轮端部，均应有倒角，以防尖角处过热或溶化。</p>	<p>4</p> 	<p>二联或三联以上齿轮，如外径相差不大，齿部均须淬火时，齿部二端面间距应 $>8\text{mm}$，防止后淬齿轮在感应加热时，影响先淬齿轮的硬度。</p>
<p>2</p> 	<p>塔形齿轮如在沟槽、拨叉部位要求淬火，则端部厚度应大于 5mm（防止端部开裂）；沟槽部分也要有一定宽度（$>12\text{mm}$），使感应器制作及操作方便。</p>	<p>5</p> 	<p>在一般情况下，不应设计齿宽比直径大的齿轮，否则易变形，不宜得到合理的硬化层分布。如结构上须要，则采用合金钢等温淬火或分级淬火。</p>
<p>3</p> 	<p>齿轮端部淬火时，淬火部分应凸起不小于 1mm，并倒角 45°，以避免端面淬火时影响齿部硬度，并减少淬火（及磨削）面积。</p>	<p>6</p> 	<p>齿部及端面均须淬火时，端面与齿部距离应 $>5\text{mm}$，防止感应加热端面时，影响齿部硬度。</p>

4.7.5 表面处理

金属的表面处理见表 4—101~表 4—103。

表 4—101 金属镀层的种类、特性及应用

名称	工件材料	镀层厚度 (μm)	表面最低粗糙度 ($R_a, \mu\text{m}$)		特 性 及 应 用
			处理前	处理后	
镀锌	钢	5~25	不规定	不规定	锌层有很好的防腐性能，在承受弯曲，扩展及拧合时不易脱落，但不耐压和摩擦，也不能用于酸、碱介质中。有缝隙的组合物，具有高强度、高硬度及厚度小于 0.5mm 的工件不宜镀锌
	铜及铜合金	5~12			
镀镉	钢	3~25	3.2	不规定	镉层柔软并有高的弹性，在海水和海水蒸汽中防护性较好，便于焊接，但焊缝的强度较低。镉稀少价高，使用受到一定限制
	铜及铜合金	5~25			
镀铜	钢	3~30	3.2	不规定	铜层不能单独作为防护层用，常用来作为镀铬、镀镍前的底层和铜件局部渗碳的保护层
镀铬	钢	镍 12~18 铬 8~12 铬 0.2~2	1.6	不规定	铬层具有很高的硬度、耐磨性、耐热性和足够的耐蚀性。由于铬层具有多孔性，所以需经多层电镀（先镀铜或镀镍打底）。受冲击负荷的工件不宜镀铬
	铜及铜合金	镍 5~8 铬 0.2~2			
硬镀铬	钢	3~160	0.2	0.2	不打底层直接镀铬。目的是为了提高在磨损条件下工作的零件、工模具的硬度和耐磨性。磨损了的零件、工模具亦可用镀铬修复尺寸
	铜及铜合金	3~20			
镀镍	钢	18~25	1.6	不规定	镍层具有较高的硬度及在大气和碱溶液中的化学安定性，为了增强镀层的保护能力，要采用带底层的镀镍。镀镍多用于装饰性的场合
	铜及铜合金	8~12	0.2	0.2	

表 4-102

金属的氧化和磷化处理

名称	方 法	特 点	应 用
氧化 (发蓝)	将钢件放入含苛性钠, 硝酸钠或亚硝酸钠溶液中处理, 使钢件表面生成一层很薄的黑色或深蓝色的氧化膜	氧化膜主要由磁性氧化铁所组成, 厚度约为 0.5~1.5 μm , 能起防锈作用, 色泽光洁, 但硬度低, 不耐磨。氧化膜浸油可提高其防锈能力	一般用来提高钢件表面的防锈能力, 并使表面美观
磷化	将钢件放入磷酸盐溶液中浸泡, 使金属表面获得一层灰色或暗灰色不溶于水的磷酸盐薄膜	磷化膜由磷酸铁、锌、锰盐所组成, 厚度约 5~15 μm , 抗蚀能力为氧化膜的 2~10 倍以上, 浸油后抗蚀能力还可以大大提高, 但在酸、碱、海水、氨气及蒸汽的浸蚀下不能防止腐蚀, 硬度和强度较低, 有脆性	一般用它作为钢件的防护层及油漆底层, 需要冷压、冷拉的零件还可以用它来减少摩擦力和裂纹

表 4-103

铝及铝合金的表面处理

名 称	被 复 层 特 性	应 用 范 围
阳极化	阳极化膜是浅灰色的透明薄膜, 为了提高防护性能, 阳极化后在铬酸中填充处理, 这时氧化膜呈黄绿色	适用于所有铝及铝合金零件及形状简单的对接气焊零件, 但搭接点焊或铆接的零件不能阳极化
着色阳极化	氧化膜用有机染料可着成下列颜色: 黑, 红, 天蓝, 黄绿, 紫色等, 其防护性能低于重铬酸盐填充处理过的氧化膜	主要用于装饰, 只适用于不受阳光直射的零件
无色阳极化	氧化膜在热水中填充处理, 以提高氧化膜的防护性能	适用于暴露在外部的铝合金零件
深阳极化 (硬阳极化)	氧化膜呈暗灰色或近于黑色, 氧化膜具有高硬度、良好的耐磨性, 高的电绝缘性和绝热性	适用于受摩擦和腐蚀作用而表面具有较高硬度和耐磨性的零件, 以及耐热和好的电绝缘性的零件。LY11 铝合金不适于深阳极化

4.7.6 机械零件材料选用

正确选择机械零件材料是设计与制造中的一项重要内容。合理选择材料的基本步骤为: 分析零件工作条件→分析失效形式→结合力学计算确定零件应具有的主要机械性能指标→选择材料→决定热处理方法(或其他强化方法)→试验→投产。典型零件(工具)工作条件、失效形式及要求的机械性能见表 4-104。

表 4—104 几种零件（工具）工作条件、失效形式及要求的机械性能

零件(工具)	工 作 条 件			常见失效形式	要求的主要机械性能
	应力种类	载荷性质	其 它		
普通紧固螺栓	拉、剪应力	静	—	过量变形、断裂	强度、塑性
传动轴	弯、扭应力	循环、冲击	轴颈处摩擦， 振动	疲劳破坏，过量变形， 轴颈处磨损	综合机械性能
传动齿轮	压、弯应力	循环、冲击	强烈摩擦，振 动	磨损、疲劳麻点、齿折 断	表面高硬度及疲劳极 限，心部强度、韧性
弹 簧	扭应力(螺 旋簧)弯应力(板簧)	循环、冲击	振动	弹性丧失，疲劳破坏	弹性极限、屈强比、疲 劳极限
油泵柱塞副	压应力	循环、冲击	摩擦，油的腐 蚀	磨损	硬度，抗压强度
冷作模具	复杂应力	循环、冲击	强烈摩擦	磨损、脆断	硬度，足够的强度、韧 性
压 铸 模	复杂应力	循环、冲击	高温、摩 擦、金属液腐蚀	热疲劳、脆断、磨损	高温强度、抗热疲劳 性、足够的韧性与热硬性

在选材时要重视考虑的几个问题:

①考虑机械零件性能与材料性能之间的关系。机械设计中总是依照材料的性能试验数据来选择零件材料的。设计过程中要重视材料性能对零件性能的作用，还要注意零件性能与材料性能之间的差别。

从手册上查到的各项机械性能指标，一般都是用形状比较简单、尺寸较小的标准试样，以简单的加载方式在试验机上测得试验数据，并将多个试样的试验数据用统计的方法求得的。但由于零件实体与试验试样因结构形状和受力情况不完全相同，故零件实体所处的应力状态要比试样复杂得多，即使材料化学成分和生产过程完全一样，也因零件截面大小不同，性能会有较大差别。这种因零件截面尺寸增大而材料机械性能降低的“尺寸效应”，在选材时应充分考虑。增大零件尺寸不仅使强度韧性减小，表面强度也同时降低。一些钢材热处理后的尺寸效应数据见表 4—105、表 4—106。

表 4—105

钢材的尺寸效应 (调质后)

钢 号	截面($\phi 25 \sim 30\text{mm}$)				截面($\phi 100\text{mm}$)			
	σ_s (MN/m ²)	σ_b (MN/m ²)	$\psi(\%)$	α_k (J/cm ²)	σ_s (MN/m ²)	σ_b (MN/m ²)	$\psi(\%)$	α_k (J/cm ²)
40,45,40Mn,45Mn	400~600	600~800	50~55	80~100	300~400	500~700	40~50	40~50
30CrMnSi, 37CrNi3 35CrMoV, 18Cr2Ni4W 25Cr2Ni4W	900~1000	1000~1200	50~55	80~100	800~900	1000~1200	50~55	80~100

表 4—106

淬火硬度与尺寸效应

材料及热处理	截面尺寸, (mm) 淬火硬度值 (HRC)	截面尺寸, (mm)						
		<3	4~10	11~20	21~30	31~50	51~80	81~120
15 渗碳水淬		58~65	58~65	58~65	58~65	58~62	50~60	—
15 渗碳油淬		58~62	40~60	—	—	—	—	—
35 水 淬		45~50	45~50	45~50	35~45	30~40	—	—
45 水 淬		54~59	50~58	50~55	48~52	45~50	40~45	25~35
45 油 淬		40~45	30~35	—	—	—	—	—
T8 水 淬		60~65	60~65	60~65	60~65	56~62	50~55	40~45
T8 油 淬		55~62	—	—	—	—	—	—
T10 碱 浴		61~64	61~64	61~64	60~62	—	—	—
20Cr 渗碳油淬		60~65	60~65	60~65	60~65	56~62	45~55	—
40Cr 油 淬		50~60	50~55	50~55	45~50	40~45	35~40	—
35SiMn 油 淬		48~53	48~53	48~53	40~45	40~45	35~40	—
65SiMn 油 淬		58~64	58~64	50~60	48~55	40~45	40~45	35~40
GCr15 油 淬		60~64	60~64	60~64	58~63	52~62	48~50	—
CrWMn 油 淬		60~65	60~65	60~65	60~65	60~64	58~62	56~60

②考虑零件用材与经济性的关系。

在满足使用性能的前提下, 选用材料时还应注意降低零件总成本。零件的总成本包括材料本身的价格和生产有关的其他一切费用。

我国常用金属材料的相对价格和常用热处理方法的相对加工费用见表 4—107、表 4—108。

表 4—107

我国常用金属材料的相对价格

材 料	相对价格	材 料	相对价格
普通碳素结构钢	1	铬不锈钢	5
普通低合金结构钢	1.25	铬镍不锈钢	15
优质碳素结构钢	1.3~1.5	普通黄铜	13~17
易切钢	1.7	锡青铜、铝青铜	19
合金结构钢 (Cr—Ni 钢除外)	1.7~2.5	灰口铸铁件	~1.4
铬镍合金结构钢 (中合金钢)	5	球墨铸铁件	~1.8
滚珠轴承钢	3	可锻铸铁件	2~2.2
碳素工具钢	1.6	碳素铸钢件	2.5~3
低合金工具钢	3~4	铸造铝合金、铜合金	8~10
高速钢	16~20	铸造锡基轴承合金	23
硬质合金 (YT 类刀片)	150~200	铸造铅基轴承合金	10

注: 1. 相对价格按 1976 年冶金部规定价格并以普通碳素钢价格为基数 1, 钢材为热轧圆钢 ($\phi 29 \sim 50\text{mm}$); 有色金属为圆材 ($\phi 20 \sim 40\text{mm}$).

2. 铸件为 10^3kg 以下, 铸造工艺复杂等级为“一般”。

表 4—108

常用热处理方法的相对加工费用

热 处 理 方 法	相对加工费	热 处 理 方 法	相对加工费
退 火(电炉)	1	调 质	2.5
球化退火	1.8	盐浴炉淬火及 回火	刀具、模具 6~7.5
正火(电炉)	1		结构零件 3
渗碳淬火-回火(渗碳层深 0.8~1.5mm)	6	冷 处 理	3
氮 化	~38	高 频 感 应 加 热 淬 火	按 淬 火 长 度 计 算, 一 般 比 渗 碳 淬 火 价 廉
软 氮 化	10		

注: 1. 热处理加工费以每千克重量计算, 并以退火 (电炉) 每千克加工费为基数 1。

2. 相对加工费按规定的厂际协作加工费计算。

常用机械零件选材情况, 见表 4—109~表 4—114。

表 4—109

典型农机具耐磨零件用钢

类别	典型零件	选用钢号	推荐的热处理规范	HRC	技术条件	附 注
与 土 壤 摩 擦 的 零 件	犁 铧	65Mn	830±10℃ 淬火, 280±10℃ 回火	52—60	GB699—65	65SiMnRE 使 用寿命比 65Mn 高约 25—50%
		65SiMnRE	820±10℃ 淬火, 240±10℃ 回火	52—60	YB13—69	
	犁 壁	Q215 或 Q235	920—960℃ 渗碳, 770—780℃ 淬火冷到 180—200℃ 后自行回火	50—60	GB700—65	渗碳层厚 1.5 —2.5mm
		犁壁三层钢板软 中层 B2, 硬外层 65Mn、65、60	770—780℃ 水淬, 100—200℃ 回火	50—60	YB214—64	
	旱田耙耙片	65Mn 65SiMnRE	780—820℃ 油淬, 420—450℃ 回火水冷	42—49	GB699—65 YB13—69	
	水田耙耙片	65Mn	800—830℃ 油淬, 450—500℃ 回火水冷	38—44	GB699—65	
	中耕机锄铲	65Mn	780—830℃ 淬火, 300—350℃ 回火	HBS400— 500	GB699—65	
	犁、浅耕机、 播种机圆盘	65Mn	820±10℃ 淬火, 380—400℃ 回火	42—49	GB699—65	

续表 1

类别	典型零件	选用钢号	推荐的热处理规范	HRC	技术条件	附 注
与土壤摩擦的零件	高力中耕机铲	Q215	920—940℃ 渗碳, 780—800℃ 淬火, 300—360℃ 回火	40—50	GB700—65	渗碳厚度 0.8—1.5mm
		80 和 Q215 双层 复合钢板	790± 10℃ 淬火, 180—200℃ 回火	50—60		硬层厚度 1.0—1.3mm
	推土机铲刀	55SiMnCuRE	淬火,回火		YB13—63	
	拖拉机履带板	41Mn2SiRE	850± 10℃ 淬火, 400—450℃ 回火	38—45	YB13—63	耐磨性比 45 提高 50%
与农作物摩擦的零件	收割机动刀片	T9	860± 10℃ 高频淬火, 260 回火	50—60	YB5—59	
		20Q235 或 Q255	表面处理		GB700—65	
	收割机定刀片	45	淬火,回火	52—66	GB699—65	效果以低碳钢 加表面处理为好
		20, Q235 或 Q255 渗硼或碳氮共渗	渗硼或碳氮共渗		GB700—65	
		9Mn2V	780—810℃ 油淬, 150—200℃ 回火	62	YB7—59	

表 4-110 机械零件常用钢材及热处理方法

钢号	热处理	机械性能					代用钢号	用途举例
		σ_s MN/m ²	δ %	α_{kv} J/cm ²	HBS	HRC		
10	S-C59	—	—	—	—	56~62	08F、Q235	冷压加工的并须渗碳淬火的零件,如自攻螺丝,摩擦片等
15	S-C59	—	—	—	心部 146~163	56~62	10、20、Q235	载荷小、形状简单、受摩擦及冲击的零件,如小轴、套、挡铁、销钉等
	S-C59	250~300	>20	—	心部 <143	56~62		
35	C35	>650	>8	30	—	30~40	Q275	强度要求较高的小型零件,如小轴、螺钉、垫圈、环、螺母等
45	Z	—	—	—	<229	—	Q275	载荷不大的轴、垫圈、丝杠、套筒、齿轮等
	T215	—	—	—	200~230	—	Q275	截面在100mm以下,工作速度不高并受中等单位压力的零件,如齿轮、装滚动轴承的轴、花键轴、套、蜗杆、大型定位螺钉、大型定位销等
	T235	>450	>13	>40	220~250	—		
	Y35	>650	>15	—	—	30~40	50	外形复杂的薄体小零件,其截面在6~8mm以下者,如套环紧固螺母等
	C42	—	—	—	—	40~45	50、Q275	截面在80mm以下,形状不复杂的,具有较高强度与硬度的零件,如齿轮、轴、离合器、挡铁、定位销、键等
	C48	>950	>6	—	—	45~50	50	截面在50mm以下,不受冲击的高强度耐摩擦零件,如齿轮、轴、棘轮、芯子等
G42	—	—	—	—	40~45	50	载荷不大、中等速度,承受一定冲击力的齿轮、离合器、大轴等	
G48	—	—	—	—	45~50	50	中等速度和低载荷的齿轮,冲击力不大的离合器,直径较大的轴等	

续表 1

钢号	热处理	机械性能					代用钢号	用途举例
		σ_s MN/m ²	δ %	α_{kv} J/cm ²	HBS	HRC		
45	G54	—	—	—	心部 220~250	52~58	—	速度不大,受连续重载荷作用,模数小于4的齿轮,直径小于80mm的轴和导轨上键复的钢条等零件
	T—G54	>450	>17	—	—	52~58		
20Cr	S—C59	心部 >600	心部 >10	心部 >60	心部 >212	56~62	20Mn2B	中等尺寸、高速、中等单位压力和冲击下的零件,如齿轮、离合器、主轴、蜗杆 要求高耐磨性,热处理变形小,齿轮模数为3以下的齿轮、主轴、花键轴
	S—G59	—	—	—	—	56~62		
20CrMnTi	S—C59	心部 >800	心部 >9	心部 >80	心部 240~300	56~62	20SiMnVB	高速、中等或大的单位压力及冲击载荷下的零件,如齿轮蜗杆、主轴 同上,但要求变形更小的零件
	S—G59	—	—	—	—	—		
40Cr	T215	>650	>10	>60	200~230	—	35SiMn 45MnB	中等速度、中等载荷零件,如齿轮、滚动轴承中运转的主轴、顶尖套、蜗杆、花键轴、轴等
	T235	—	—	—	220~250	—		
40Cr	C42	>1140	—	50	—	40~45	45MnB	中等速度,高载荷零件,如齿轮、主轴、液压泵转子、滑块
	C48	1300~1400	7	~30	—	45~50		
40Cr	G52	—	—	—	—	50~55	42SiMn 42SiMn	同上,但截面小于30mm 中等速度,中等压力的齿轮,如心部强度要求高,可先调质
	G52	—	—	—	—	—		

表 4—111

汽车发动机零件用材概况

代表性零件	材料种类及牌号	使用性能要求	主要失效方式	热处理及其它
缸体、缸盖、飞轮、正时齿轮	灰口铸铁 HT200	刚度、强度、尺寸稳定	产生裂纹、孔壁磨损、扭曲变形	不处理或去应力退火，也可用 ZL104 铝合金做缸体缸盖、淬火后时效。
缸套、排气门座等	合金铸铁	耐磨、耐热	过量磨损	铸造状态
曲轴等	球墨铸铁 QT600-3	刚度、强度、耐磨、疲劳抗力	过量磨损、断裂	表面淬火、圆角滚压、氮化，也可以用锻钢件
活塞销等	渗碳钢 20、18Cr20CrMnTi、12Cr2Ni4	强度、冲击、耐磨	磨损、变形、断裂	渗碳、淬火、回火
连杆、连杆螺栓、曲轴等	调质钢 45、40Cr、40MnB	强度、疲劳抗力、冲击韧性	过量变形、断裂	调质、探伤
各种轴承、轴瓦	轴承钢和轴承合金	耐磨疲劳抗力	磨损、剥落、烧蚀、破裂	不热处理（外购）
排气门	耐热气阀钢 4Cr3Si26Mn20Al5MoVNb	耐热、耐磨	起槽、变宽、氧化、烧蚀	淬火、回火
汽门弹簧	弹簧钢 65Mn、6CrVA	疲劳抗力	变形、断裂	淬火、中温回火
活塞	有色金属高硅铝合金 ZL108、ZL110	耐热强度	烧蚀、变形、断裂	淬火及时效
支架、盖、罩档板、油底壳等	钢板 Q235、08、20、16Mn	刚度、强度	变形	不热处理

表 4—112

汽车底盘零件用材概况

代表性零件	材料牌号	使用性能要求	主要失效方式	热处理及其它
纵梁、横梁、传动轴 (4000 转/分) 保险 柜、钢圈等	25、16Mn 钢板等	强度、刚度、 韧性	弯曲、扭斜铆钉松 动、断裂	要求用冲压工艺性能好 的优质钢板
前桥(前轴)转向节臂(羊角)、半轴等	调质钢 45、40Cr、 40MnB	强度、韧性、 疲劳抗力	弯曲变形、扭转变 形、断裂	模锻成形、调质处理、 圆角滚压、无损探伤、检 验
变速箱齿轮、后桥齿 轮等	渗碳钢 20CrMnTi、 30CrMnTi、20MnTiB 12Cr2Ni4 等	强度、耐磨、 接触疲劳抗力及 断裂抗力	麻点、剥落、齿面 过量磨损、变形、断 齿	渗碳(渗碳层深度 0.8mm 以上) 淬火、回火 表面硬度 HRC58~62
变速器壳、离合器壳	灰口铸铁 HT200	刚度、尺寸稳 定、一定强度	产生裂纹、轴承孔 磨损	去应力
后桥壳等	可锻铸铁 KTH350~10 球墨铸铁 QT450-10	同上	弯曲、断裂	后桥还可用优质钢板冲 压后焊成或用铸钢
钢板弹簧等	弹簧钢 65Mn、 60Si2Mn、50CrMn、 55SiMnVB	耐疲劳、冲击 和腐蚀	折断、弹性减退、 弯度减小	淬火、中温回火、喷水 强化
驾驶室、车箱、罩等	钢板 08、20	刚度、尺寸稳 定	变形、开裂	冲压成形
分泵活塞、油管	有色金属、铝合金、紫 铜	耐磨、强度	磨损、开裂	

表 4-113

三缸活 塞 泵 主 要 零 件 的 用 材

零 件 名 称	材 料
曲轴箱	铸造铝合金
曲轴	球墨铸铁或钢
连杆	锻铝
活塞碗托	不锈钢
进出水平阀	不锈钢
进出水阀片	不锈钢
进出水阀座	不锈钢
三角套筒	铸造黄铜
唧筒	不锈钢
活塞碗	丁腈橡胶或硅橡胶
山形密封圈	丁腈橡胶
调压阀阀座	不锈钢
回水体	锡锌铝青铜 (ZQSn6-6-3)
锥阀	高铝陶瓷或不锈钢
调压轮	增强尼龙 6
截止阀阀体	锡锌铝青铜 (ZQSn3-12-5)
阀门	尼龙 1010
空气室	玻璃钢或 H68 冷轧黄铜带

表 4-114

离 心 泵 主 要 零 件 用 材

零 件 名 称	材 料
泵体	ZL11 铸造铝合金
叶轮前圆盘	酚醛树脂夹玻璃丝
接轴螺帽	铸造黄铜
密封环	锡锌铝青铜(ZQSn6-6-3)
压盖	铸造黄铜
吸药头	聚甲醛
叶轮后圆盘	酚醛树脂夹玻璃丝
水泵轴	45 号钢
扇形喷头	聚甲醛
远射喷嘴	聚甲醛
近射器	黄铜带

5

机械设计

5.1 带传动

带传动是靠张紧在带轮上的挠性元件带，传递运动和动力的一种传动形式。它是一种结构简单、传动平稳、能缓和冲击、能实现两轴距离较远的传动。

5.1.1 三角带传动

三角带传动是靠胶带的两侧面和带轮槽两侧面间的摩擦力传递运动和动力的，传递的功率较大，结构简单，传动平稳，有吸振作用和过载保护作用，但传动比不精确（滑动率 $<2\%$ ）。其常用的传动范围如表5-1所示。

表5-1 三角胶带传动常用范围

传递功率, (kW)	线速度, (m/s)	传动比	中心距, (m)	传动效率
<40	5~25	<7	0.2~5	0.92~0.94

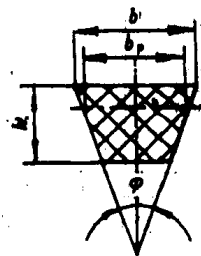
①三角胶带的结构和规格

三角胶带目前有帘布结构和线绳结构，都是由橡胶和纤维制成，可分为包布层、伸张层、强力层和压缩层四部分。

标准三角带制成无接头的环形，根据其截面尺寸的不同，可分为O、A、B、C、D、E、F七种型号（见表5-2）。

表5-2 三角胶带截面尺寸及公差 (GB1171-74) (mm)

型号	O	A	B	C	D	E	F
b	10 ± 0.3	13 ± 0.3	17 ± 0.3	22 ± 0.3	32 ± 0.3	38 ± 0.3	50 ± 1.0
b_p ①	8.5	11	14	19	27	32	42
h	6 ± 0.3	8 ± 0.3	10.5 ± 0.3	13.5 ± 0.3	19 ± 0.3	23.5 ± 0.3	30 ± 0.3
φ	$40^\circ + 1^\circ$						
ISO 型号对照	Z	A	B	C	D	E	-



注：按 ISO R52、R253。

为了测量方便，规定带的内周长为公称长度 L_i ，从带的中性层量得的长度为节线长度 L_p 。其长度系列见表5-3。选购三角带的标记示例：内周长 $L_i=2000\text{mm}$ 的 A 型三角胶带的标记为：三角胶带 A-2000。

表 5-3

三角胶带长度系列

(mm)

内周长度 L_i ①	节 线 长 度 L_p ②						
	O	A	B	C	D	E	F
450	475						
500	525						
560	585	593					
630	655	663	670				
710	735	743	750				
800	825	833	840				
900	925	933	940				
1000	1025	1033	1040				
1120	1145	1153	1160				
1250	1275	1283	1290	1309			
1400	1425	1433	1440	1459			
1600	1625	1633	1640	1659			
1800	1825	1833	1840	1859			
2000	2025	2033	2040	2059			
2240		2273	2280	2299			
2500		2533	2540	2559			
2800		2833	2840	2859			
3150		3183	3190	3209	3226		
3550		3583	3590	3609	3626		
4000		4033	4040	4059	4076		
4500			4540	4559	4576	4596	
5000			5040	5059	5076	5096	
5600			5640	5659	5676	5696	
6300				6359	6376	6396	6419
7100				7159	7176	7196	7219
8000				8059	8076	8096	8119
9000				9059	9076	9096	9119
10000					10076	10096	10119
11200					11276	11296	1139
12500						12596	12619
14000						14096	14119
16000						16096	16119

注: ① 内周长度 L_i 系列按 GB1171-74.

② 我国过去称计算长度, 现按 ISO R1081 称节线长度.

传动时, 由于胶带与带轮接触的圆弧各点处产生的胶带弯曲应力不一样, 带是在循环交变应力下工作, 带轮直径愈小, 弯曲应力愈大.

为了控制这个应力, 以免胶带很快疲劳断裂, 对小带轮直径要加以限制. 另一方面, 由于带本身受到拉力, 当初拉力一定, 传递的功率愈大, 所受拉力愈大. 不同型号的胶带, 所受拉应力和疲劳强度也不同, 为了使胶带具有一定寿命, 也需要限制其使用功率. 因此, 不同的功率和不同的小带轮直径, 应合理选用不同

表 5-6 三角胶带带轮最小直径 D_{min} (mm)

型 号	O	A	B	C	D	E	F
D_{min}	71 (63)	100 (90)	140 (125)	200	315	500	800

表 5-7 弯曲影响系数 K_w

型 号	O	A	B	C	D	E
K_w	0.39×10^{-3}	1.03×10^{-3}	2.65×10^{-3}	7.50×10^{-3}	26.6×10^{-3}	49.8×10^{-3}

表 5-8 传动比系数 K_i

传动比 i	1.00~1.04	1.05~1.19	1.20~1.49	1.50~2.95	>2.95
K_i	1.00	1.03	1.08	1.12	1.14

表 5-9 包角 $\alpha = 180^\circ$ 、特定长度单根三角胶带所能传递的功率 P_0 (kW)

型号	小带 轮直 径 D_1 (mm)	胶 带 速 度, m/s														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
O	63	0.13	0.23	0.31	0.39	0.47	0.54	0.60	0.67	0.72	0.78	0.82	0.85	0.90	0.93	0.96
	71	0.14	0.25	0.35	0.44	0.53	0.62	0.69	0.77	0.84	0.91	0.97	1.01	1.06	1.12	1.16
	80	0.15	0.28	0.39	0.49	0.59	0.69	0.78	0.87	0.95	1.03	1.10	1.15	1.22	1.28	1.34
	>90	0.16	0.30	0.42	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.04	1.13	1.21	1.27	1.35	1.42	1.49
A	90	0.23	0.41	0.56	0.71	0.84	0.97	1.08	1.19	1.30	1.39	1.48	1.56	1.63	1.69	1.74
	100	0.25	0.45	0.62	0.80	0.95	1.10	1.23	1.37	1.49	1.61	1.72	1.82	1.91	1.99	2.07
	112	0.27	0.49	0.69	0.88	1.06	1.22	1.38	1.53	1.68	1.82	1.95	2.07	2.18	2.29	2.39
	>125	0.29	0.53	0.75	0.95	1.15	1.33	1.51	1.68	1.85	2.00	2.15	2.29	2.42	2.54	2.66
B	125	0.38	0.68	0.94	1.18	1.36	1.60	1.79	1.96	2.13	2.26	2.42	2.54	2.65	2.74	2.82
	140	0.43	0.77	1.07	1.35	1.58	1.86	2.09	2.31	2.52	2.71	2.89	3.06	3.21	3.35	3.48
	160	0.47	0.86	1.21	1.53	1.80	2.13	2.41	2.67	2.93	3.16	3.39	3.60	3.80	3.98	4.15
	>180	0.51	0.93	1.31	1.67	1.98	2.34	2.65	2.95	3.24	3.52	3.78	4.03	4.26	4.47	4.68
C	200		1.34	1.86	2.34	2.78	3.20	3.59	3.95	4.30	4.62	4.91	5.19	5.43	5.65	5.84
	224		1.50	2.09	2.65	3.17	3.66	4.13	4.57	5.00	5.39	5.76	6.11	6.43	6.72	6.99
	250		1.63	2.29	2.91	3.50	4.06	4.59	5.10	5.60	6.05	6.49	6.90	7.29	7.65	7.98
	>280		1.75	2.48	3.16	3.80	4.43	5.02	5.60	6.15	6.67	7.16	7.65	8.09	8.51	8.90
D	315		2.70	3.73	4.66	5.53	6.34	7.08	7.79	8.46	9.06	9.61	10.12	10.57	10.97	11.30
	355		3.07	4.27	5.40	6.44	7.43	8.36	9.25	10.10	10.68	11.61	12.31	12.93	13.51	14.03
	400		3.39	4.74	6.03	7.24	8.39	9.49	10.52	11.55	12.49	13.39	14.24	15.02	15.76	16.45
	>450		3.67	5.18	6.61	7.95	9.24	10.48	11.72	12.81	13.89	14.91	15.92	16.87	17.73	18.57
E	500					10.18	11.78	13.31	14.76	16.17	17.44	18.69	19.84	20.92	21.92	22.82
	560					11.20	13.01	14.73	16.39	17.98	19.49	20.92	22.28	23.58	24.77	25.88
	630					12.14	14.13	16.03	17.89	19.69	21.40	23.00	24.57	26.02	27.41	28.73
	>710					12.99	15.15	17.25	19.24	21.23	23.05	24.86	26.60	28.22	29.78	31.24

续表 1

型号	小带 轮直 径 D_1 (mm)	胶 带 速 度, m/s														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
O	63	0.99	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.02	1.00	0.96	0.94					
	71	1.20	1.23	1.26	1.27	1.29	1.31	1.30	1.30	1.27	1.26					
	80	1.39	1.43	1.47	1.49	1.53	1.56	1.57	1.57	1.56	1.56					
	>90	1.55	1.60	1.65	1.68	1.73	1.77	1.79	1.80	1.80	1.81					
A	90	1.79	1.83	1.86	1.87	1.88	1.87	1.86	1.84	1.80	1.75	1.69	1.62	1.53	1.42	1.30
	100	2.14	2.20	2.25	2.28	2.32	2.33	2.34	2.34	2.32	2.29	2.25	2.20	2.14	2.05	1.96
	112	2.48	2.56	2.63	2.68	2.74	2.77	2.80	2.82	2.83	2.82	2.80	2.77	2.72	2.66	2.58
	>125	2.76	2.86	2.95	3.03	3.10	3.16	3.20	3.23	3.26	3.27	3.28	3.26	3.23	3.18	3.13
B	125	2.88	2.94	2.98	2.99	2.99	2.96	2.93	2.87	2.79	2.70	2.58	2.43	2.27	2.06	1.86
	140	3.58	3.67	3.75	3.81	3.86	3.88	3.88	3.87	3.83	3.78	3.70	3.61	3.49	3.32	3.16
	160	4.30	4.44	4.56	4.67	4.76	4.83	4.88	4.91	4.92	4.91	4.87	4.82	4.75	4.63	4.52
	>180	4.86	5.04	5.20	5.33	5.46	5.56	5.65	5.71	5.76	5.79	5.79	5.77	5.74	5.65	5.57
C	200	6.00	6.14	6.26	6.33	6.39	6.38	6.36	6.31	6.22	6.09	5.94	5.73	5.48	5.16	4.84
	224	7.24	7.45	7.64	7.79	7.93	8.01	8.07	8.09	8.06	8.02	7.94	7.81	7.64	7.40	7.15
	250	8.30	8.58	8.83	9.05	9.25	9.40	9.52	9.61	9.66	9.68	9.66	9.60	9.49	9.31	9.13
	>280	9.27	9.61	9.94	10.22	10.48	10.68	10.87	11.01	11.11	11.20	11.27	11.27	11.20	11.10	10.98
D	315	11.60	11.82	12.00	12.10	12.19	12.11	12.02	11.87	11.61	11.32	10.93	10.47	9.90	9.19	8.32
	355	14.50	14.91	15.28	15.55	15.80	15.92	16.03	16.06	15.95	15.85	15.67	15.36	14.99	14.47	13.79
	400	17.08	17.65	18.19	18.60	19.02	19.28	19.55	19.73	19.83	19.88	19.82	19.70	19.49	19.13	18.62
	>450	19.32	20.04	20.72	21.28	21.83	22.25	22.66	22.97	23.20	23.40	23.48	23.52	23.40	23.19	22.82
E	500	23.66	24.42	25.11	25.62	26.18	26.48	26.78	26.98	27.02	26.98	26.82	26.53	26.10	25.50	24.83
	560	26.94	27.85	28.76	29.51	30.23	30.78	31.28	31.64	31.90	32.06	32.17	32.04	31.82	31.41	30.98
	630	29.97	31.10	32.17	33.12	34.02	34.74	35.42	36.00	36.44	36.80	37.03	37.16	37.13	36.86	36.62
	>710	32.63	33.97	35.24	36.37	37.42	38.32	39.18	39.90	40.50	41.08	41.50	41.75	41.85	41.85	41.70

表 5—10

小 带 轮 包 角 系 数 K_a

包角 α°	K_a	包角 α°	K_a	包角 α°	K_a
220	1.20	160	0.95	110	0.78
210	1.15	150	0.92	100	0.73
200	1.10	140	0.89	90	0.68
190	1.05	130	0.86	80	0.62
180	1.00	120	0.82	70	0.56
170	0.98				

表 5—11

长度系数 K_L

内周长度 L_i (mm)	K_L					
	O	A	B	C	D	E
450	0.89					
500	0.91					
550	0.94	0.80				
630	0.96	0.81	0.78			
710	0.99	0.82	0.79			
800	1.00	0.85	0.80			
900	1.03	0.87	0.81			
1000	1.06	0.89	0.84			
1120	1.08	0.91	0.86			
1250	1.11	0.93	0.88	0.80		
1400	1.14	0.96	0.90	0.81		
1600	1.16	0.99	0.93	0.84		
1800	1.18	1.01	0.95	0.85		
2000	1.20	1.03	0.98	0.88		
2240		1.06	1.00	0.91		
2500		1.09	1.03	0.93		
2800		1.11	1.05	0.95		
3150		1.13	1.07	0.97	0.86	
3550		1.17	1.10	0.98	0.89	
4000		1.19	1.13	1.02	0.91	
4500			1.15	1.04	0.93	0.90
5000			1.18	1.07	0.96	0.92
5500			1.20	1.09	0.98	0.95
6300				1.12	1.00	0.97
7100				1.15	1.03	1.00
8000				1.18	1.06	1.02
9000				1.22	1.08	1.05
10000					1.11	1.07
11200					1.14	1.10
12500						1.12
14000						1.15
16000						1.18

③ 带轮

设计带轮时，应使其重量轻，质量分布均匀，以减少带轮的转动不平衡量。当带轮圆周速度 $v > 5\text{m/s}$ 时应进行静平衡，当 $v > 25\text{m/s}$ 时应进行动平衡。轮槽的工作表面应精加工，其表面粗糙度应不大于 $R_a 1.6\mu\text{m}$ 。带轮的材料一般用灰铸铁、铸钢、钢板、铝合金或工程塑料等。

带轮由轮缘、轮辐和轮毂三部分组成。带轮的计算直径见表 5—12。轮缘尺寸见表 5—13。轮辐部分有实心、辐板（孔板）和椭圆三种，其结构形式和辐板厚度见表 5—14。

带轮安装时，两轮轴线的平行度应小于 $\frac{1}{100}a$ ，轮宽对称面的偏移量应小于 $\frac{1}{200}a$ 。带轮的静平衡要求见表 5—15。技术要求见表 5—16、5—17。带轮的典型结构见图 5—2。

表 5—12 三角带轮计算直径

计算直径 D_i, mm	O	A	B	C	计算直径 D_i, mm	A	B	C	D	E	计算直径 D_i, mm	B	C	D	E
63	✓✓				224	✓	✓	✓✓			750	✓	✓	✓	
67	✓				236			✓			800	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
71	✓✓				250	✓✓	✓✓	✓✓			900	✓	✓	✓	✓
75	✓				265			✓			1000	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
80	✓✓				280	✓	✓	✓✓			1060			✓	
90	✓	✓✓			300	✓	✓	✓			1120		✓	✓✓	✓
95		✓			315	✓✓	✓✓	✓✓			1250		✓✓	✓	✓✓
100	✓✓	✓✓			355	✓	✓	✓	✓✓		1400		✓	✓✓	✓
106		✓			375		✓	✓	✓		1500			✓	✓
112	✓	✓✓			400	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓		1600		✓✓	✓✓	✓✓
118		✓			425				✓		1800			✓	✓
125	✓✓	✓✓	✓		450	✓	✓	✓	✓✓		1900				✓
132		✓	✓		475				✓		2000			✓✓	✓✓
140	✓	✓✓	✓✓		500	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	2240				✓
150	✓	✓	✓		530					✓	2500				✓✓
160	✓✓	✓✓	✓✓		560	✓	✓	✓	✓	✓✓					
170			✓		600		✓	✓	✓	✓					
180	✓	✓✓	✓✓		630	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓					
200	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	670					✓					
212				✓	710	✓	✓	✓	✓	✓✓					

注：✓✓——优先选用，✓——可以选用，直径为 224、250mm 允许用 O 型。

表 5-14

三角带带轮的结构形式和辐板厚度

(mm)

型号	孔径 <i>d</i>	带轮直径 <i>D</i>																				槽数 <i>z</i>																
		63	71	75	80	90	95	100	106	112	118	125	132	140	150	160	170	180	200	212	224		236	250	265	280	300	315	335	375	400	425	450	475	500	530	560	600
		辐板厚度 <i>S</i>																																				
O	12 14	6																		7			1~2															
	16 18	7																		8			1~3															
	20 22	实																		8			1~4															
	24 25	实																		9			1~4															
	28 30	实																		10		四	1~4															
A	16 18	10																		11			1~3															
	20 22	10																		12			1~4															
	24 25	10																		12		孔	1~5															
	28 30	10																		13		板	1~6															
	32 35	10																		13		板	2~6															
B	38 40	10																		14		六	2~6															
	42 45	10																		14		板	2~6															
	32 35	10																		14		板	2~6															
	38 40	10																		16		孔	2~6															
	42 45	10																		16		板	3~8															
C	50 55	10																		18		轮	3~8															
	60 65	10																		18		板	3~8															
	42 45	10																		20		孔	3~6															
	50 55	10																		20		板	3~6															
	60 65	10																		22		板	3~7															
D	70 75	10																		24		板	3~7															
	80 85	10																		24		板	5~9															
	60 65	10																		25		板	3~6															
	70 75	10																		25		板	3~6															
	80 85	10																		25		板	3~7															
E	90 95	10																		26		板	3~7															
	100 110	10																		26		板	5~9															
	80 85	10																		28		板	3~6															
	90 95	10																		28		板	3~6															
	120 130	10																		30		板	5~7															
140 150	10																		30		板	6~9																

表 5-15

带轮静平衡要求

线速度 <i>v</i> , m/s	< 5	5~10	>10~15	>15~20	>20
允许不平衡力矩, N·cm	不进行静平衡	600	300	200	100

表 5-16

带轮轮槽表面径向跳动公差

计算直径 <i>D</i> , mm	50~125	>125~250	>250~500	>500~800
径向跳动公差, μm	80	100	120	200

表 5-17

带轮支承端面跳动公差

支承端面直径, mm	>25~40	>40~63	>63~100	>100~160	>160~250	>250~400	>400~630
端面跳动公差, μm	60	80	100	120	150	200	250

$d_1 (1.8 \sim 2) d$ S 查表 5—14 P —传递功率, kW $a_1 = 0.4h_1$
 $L = (1.5 \sim 2) d$ $S_1 > 1.5S$ n —带轮转速, r/min $a_2 = 0.8a_1$
 $D_0 = D_c - 2(H + \delta)$ $S_2 > 0.5S$ A —轮幅数 $f_1 = 0.2h_1$
 $D_n \approx \frac{D_0 + d_1}{2}$ $h_1 = 290 \sqrt[3]{\frac{P}{nA}}$, mm $h_2 = 0.8h_1$ $f_2 = 0.2h_2$

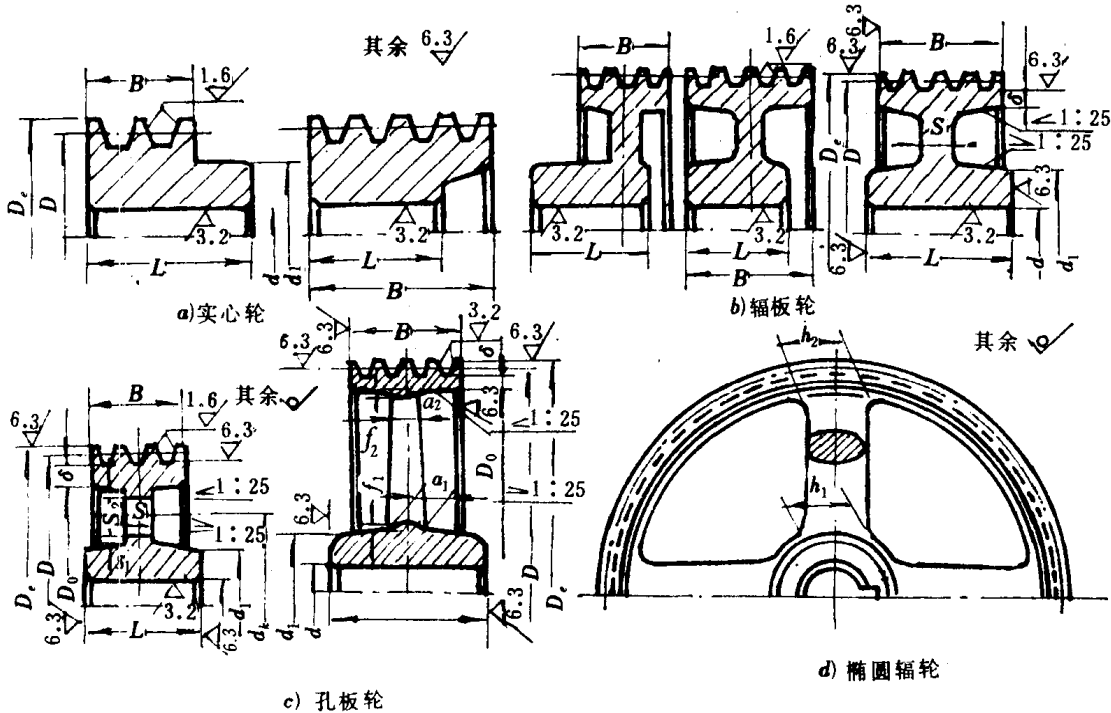


图 5—2 三角带轮典型结构

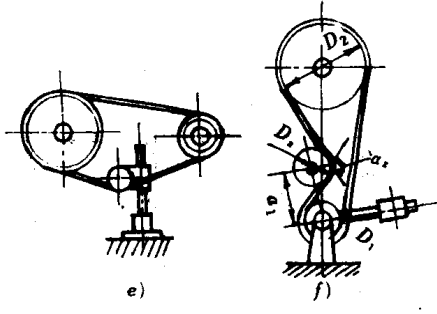
5.1.2 带传动的张紧

表 5—18

带传动的张紧方法

张紧方法	简 图	特 点 和 应 用
调节轴的位置	<p>定期张紧</p>	<p>a) 多用于水平或接近水平的传动 b) 多用于垂直或接近垂直的传动</p>
	<p>自动张紧</p>	<p>c) 多用于小功率传动 d) 常用于带的试验装置 应使电机和带轮的转向有利于减轻配重或减小偏心距</p>

续表 1

张紧方法	简 图	特 点 和 应 用
张 紧 轮		<p>张紧轮直径 $D_2 > (0.8 \sim 1) D_1$, 应安装在带的松边</p> <p>影响带的寿命, 且不能逆转。外张紧可增大包角, 结构紧凑, 但对寿命影响较大</p> <p>e) 为定期张紧, 张紧轮位置固定</p> <p>f) 为自动张紧, 应使</p> $a_1 > D_1 + D_2$ $a_2 < 120^\circ$
改变带长	对有接头的平型带常将带定期截短使带张紧, 截去长度 $\Delta L = 0.01L$	

合适的预紧力是保证带传动正常工作的重要因素。预紧力是通过在带与两带轮的切边中点处垂直带边加一载荷 T (图 5—3), 使其产生规定的挠度 Y 来控制。

5.2 链传动

链传动是以链条为中间挠性件的啮合传动, 它兼有齿轮传动和带传动的特点。一般的链传动使用范围是: 传递功率 $P < 100\text{KW}$, 效率 $\eta = 0.92 \sim 0.96$, 传动比 $i < 7$, 传动速度是 $v < 15\text{m/s}$ 。链传动的型式很多, 常用的有套筒滚子链, 齿形链和成形链传动。

5.2.1 套筒滚子链的结构、基本参数及尺寸

套筒滚子链的结构如图 5—4。

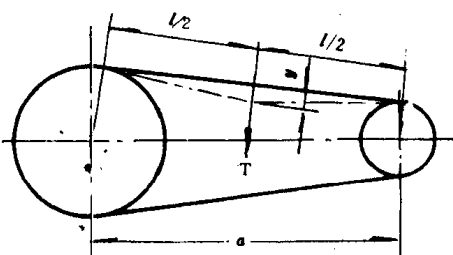


图 5—3 带的预紧力控制

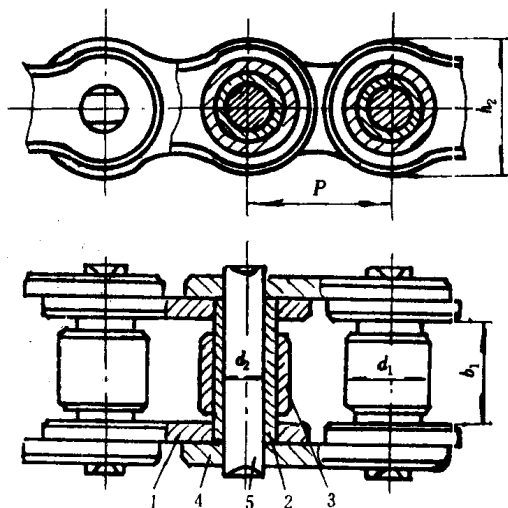


图 5—4 链条的结构

1—内链板 2—套筒 3—滚子 4—外链板 5—销轴

套筒滚子链已标准化, 分为 A、B 两系列, A 系列链用于高速和重要传动, B 系列链用于一般传动。A 系列滚子链基本参数和尺寸见表 5—19。滚子链的标记规定为: 链号—排数×整链链节数、国标编号。例如 A 系列、节距为 12.7mm、单排、80 节的滚子链, 其标记为: 08A—1×80GB1243.1—83。

表 5—19

A 系列滚子链基本参数和尺寸 (GB1243.1—83)

链号	节距 P (mm)	排距 P_1 (mm)	滚子外径 d_1 (mm)	内链节内宽 b_1 (mm)	销轴直径 d_2 (mm)	内链板高度 h_2 (mm)	极限拉伸载 荷 (单排) Q (N)	每米质量 (单排) q (kg/m)
08A	12.70	14.38	7.95	7.85	3.96	12.07	13800	0.60
10A	15.875	18.11	10.16	9.40	5.08	15.09	21800	1.00
12A	19.05	22.78	11.91	12.57	5.94	18.08	31100	1.50
16A	25.40	29.29	15.88	15.75	7.92	24.13	55600	2.60
20A	31.75	35.76	19.05	18.90	9.53	30.18	86700	3.80
24A	38.10	45.44	22.23	25.22	11.10	36.20	124600	5.60
28A	44.45	48.87	25.40	25.22	12.70	42.24	169000	7.50
32A	50.80	58.55	28.58	31.55	14.27	48.26	222400	10.10
40A	63.50	71.55	39.68	37.85	19.84	60.33	347000	16.10
48A	76.20	87.83	47.63	47.35	23.80	72.39	500400	22.60

注: 1. 多排链极限拉伸载荷按表列单排链数据乘以排数计算;
2. 使用过渡链节时, 其极限拉伸载荷按表列数值 80% 计算。

5.2.2 滚子链传动的设计计算

链传动的设计计算, 一般是在已知传递的功率、链轮转速或传动比及工作条件等情况下, 确定链条的链号 (节距 P)、链轮齿数、链节数、中心距及链轮结构尺寸等。表 5—20 是按链条磨损失效所限定的功率曲线进行设计的。此方法适用于 $v > 0.6\text{m/s}$ 的传动。

① $v > 0.6\text{m/s}$ 的滚子链传动的设计计算

表 5—20

$v > 0.6\text{m/s}$ 滚子链传动的设计计算

计算项目	符号	单位	计算公式和参数选定	说 明			
小链轮齿数	z_1		$z_1 \geq z_{\min}$ 通常 $z_{\min} = 9$ z_1 可参照链速选定	增大 z_1 , 链条的总拉力下降, 多边形效应减少, 传动平稳, 且回转角增大, 磨损减小, 但尺寸和重量增大。在需要大节距、小齿数时, $z_{\min} \approx 9 + 0.2i$ 。传动空间尺寸允许时, $z_1 \approx 29 - 2i$ 。 z_1 推荐采用奇数齿, 它们和偶数的链节相啮合可使链轮磨损比较均匀			
			链速 $v, \text{m/s}$		0.6~3	3~8	>8
			z_1		>17	>21	>25
			链轮齿数应优先选用以下数列: 17, 19, 21, 25, 38, 57, 76, 95, 114				

续表 1

计算项目	符号	单位	计算公式和参数选定	说明
传动比	i		$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$ 通常 $i < 7$, 推荐 $i = 2 \sim 3.5$, 低速时可使 $i < 10$	n_1, n_2 —小、大链轮的转速, r/min
大链轮齿数	z_2		$z_2 = iz_1$ $z_2 \leq z_{\max}$ 通常 $z_{\max} \leq 120$	增大 z_2 , 节距的允许伸长率 $\frac{\Delta p}{p} \%$ 减小, 链传动寿命降低
张紧链轮或多轴传动中任何从动链轮齿数	z_i		$z_i \geq 17$ 如需减小 z_i , 甚至 $z_i < z_{\min}$ 可设计小作用角非标准齿形的链轮, 或采用特殊的张紧装置	最少应有 3 个齿与链条啮合
初定中心距	a_0	mm	一般取 $a_0 = (30 \sim 50)p$ 脉动载荷、无张紧装置 $a_0 < 25p$, $a_{\max} = 80p$	$i < 3$ 时, $a_{\min} = 1.2 \frac{d_{a1} + d_{a2}}{2}$ $i > 3$ 时, $a_{\min} = \frac{9+i}{10} \cdot \frac{d_{a1} + d_{a2}}{2}$ d_{a1}, d_{a2} 为大、小链轮顶圆直径, 在有张紧装置或托板时, a_0 可大于 $80p$
计算功率	P_i	kW	$P_j = K_F P$	P —传递的功率, kW K_F —载荷系数 (查表 5-21)
链条节距	p	mm	根据 P_0 和 n_1 由图 5-5 查得 p 值, 图中: $P_0 \geq \frac{P_i}{K_z K_i K_a K_p}$	P_0 —特定条件下, 单排链传递的功率, kW K_z —小链轮齿数系数 (查表 5-22) K_i —传动比系数 (查表 5-23) K_a —中心距系数 (查表 5-24) K_p —多排链系数 (查表 5-25) 为使结构紧凑, 寿命长, 尽可能选用较小节距单排链; 速度高、功率大时, 则选用小节距多排链 从经济性考虑, a 小、 i 大时选小节距多排链; a 大、 i 小时选较大节距单排链

续表 2

计算项目	符号	单位	计算公式和参数选定	说 明
验算小链轮轴孔最大直径	d_{kmax}	mm	查表 5-26, 应使 $d_{kmax} >$ 安装链轮处的轴直径	不能满足左列要求时, 可采用特殊结构的链轮, 或重新选择链条参数 (增大 z_1 或 p)
作用在轴上的压力	F_Q	N	$F_Q = K_Y F$	F —有效圆周力, N K_Y —压轴力系数, 一般取 1.2~1.3, 有冲击、振动时取大值
链条节数	L_p		$L_p = \frac{2a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{p}{a_0} \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2$	L_p 应圆整为整数, 并宜取偶数, 以免使用过渡链节 (其破断强度为正常链节的 80% 以下)
链条长度	L	m	$L = \frac{L_p \cdot p}{1000}$	
中心距	a	mm	当 $z_1 = z_2 = z$ 时 $a = \left(\frac{L_p - z}{2} \right) \cdot p$ 当 $z_1 \neq z_2$ 时 $a = p (2L_p - z_1 - z_2) K_L$ K_L 值按 $\left(\frac{L_p - z_1}{z_2 - z_1} \right)$ 查表 5-27	为保证链条松边的合理下垂量, 安装中心距 a 应相应减小 对固定中心距又无张紧装置的链传动应注意 a 的准确度
链 速	v	m/s	$v = \frac{z_1 n_1 p}{60 \times 1000}$	$v < 0.6 \text{ m/s}$ —低速链传动 $v = 0.6 \sim 8 \text{ m/s}$ —中速链传动 $v > 8 \text{ m/s}$ —高速链传动 一般传动 $v < 15 \text{ m/s}$

滚子链功率曲线图 (图 5-5) 的制定条件: 两链轮安装在平行水平轴上, 链轮共面; $Z_1 = 19i = 3$, $a \approx 40P$; 载荷平稳; 推荐的润滑方式, 工作寿命 15000h。

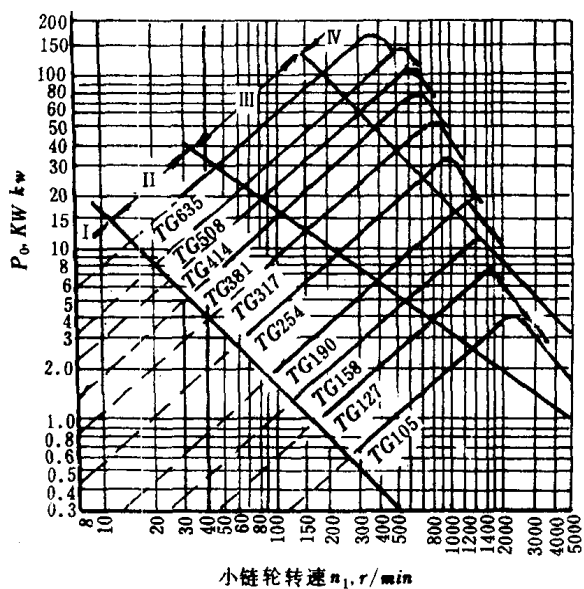


图 5—5 套筒滚子链功率曲线

I—油壶和油刷供油润滑区 II—滴油润滑区
 III—油箱或飞溅润滑区 IV—油泵强制润滑区

若不能按推荐方式润滑，图中功率应降低到下列值： $v < 1.5\text{m/s}$ ，润滑不良降至 30~60%；无润滑降至 15%（寿命不能保证 15000h）。 $1.5\text{m/s} < v < 7\text{m/s}$ ：润滑不良降至 15~30%。 $v > 7\text{m/s}$ ：润滑不良时，工作不可靠。图中虚线部分系链速 $v < 0.6\text{m/s}$ ，应按低速链传动设计。

在使用中，当链传动要求超过额定功率、使用寿命不要求那么长时，则可按图 5—6 所示的曲线选取新的额定功率。

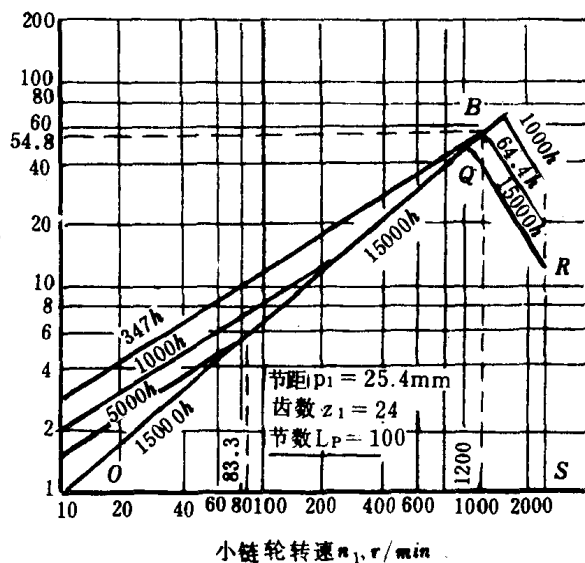


图 5—6 不同使用寿命的功率曲线图

表 5—21

载荷系数 K_F

载 荷 种 类	输 入 动 力 的 种 类		
	内 燃 机-液 力 传 动	电 动 机 或 汽 轮 机	内 燃 机-机 械 传 动
载 荷 平 稳	1.0	1.0	1.2
中 等 冲 击	1.2	1.3	1.4
较 大 冲 击	1.4	1.5	1.7

表 5—22

小 链 轮 齿 数 系 数 K_z

z_1	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38
K_z	0.446	0.555	0.667	0.775	0.893	1.000	1.120	1.230	1.350	1.460	1.580	1.700	1.810	1.940	2.120

表 5—23

传动比系数 K_i

i	1	2	3	5	>7
K_i	0.82	0.925	1.00	1.09	1.15

表 5—24

中心距系数 K_a

a	$20p$	$40p$	$80p$	$160p$
K_a	0.87	1.00	1.18	1.45

表 5—25

多排链系数 K_p

排数	1	2	3	4	5	6	>7
K_p	1.0	1.7	2.5	3.3	4.1	5.0	和生产厂商定

表 5—26

链轮轴孔最大直径 d_{kmax} 和齿侧凸缘最大直径或排间槽最大直径 d_H (mm)

节距 p	9.525		12.70		15.875		19.05		25.40		31.75		38.10		44.45		50.8		63.50	
	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}	d_H	d_{kmax}
11	22	11	30	18	37	22	45	27	60	38	76	50	91	60	106	71	121	80	152	103
13	28	15	38	22	48	30	57	36	77	51	96	64	116	79	135	91	155	105	193	132
15	35	20	46	28	58	37	70	46	93	61	117	80	140	95	164	111	187	129	235	163
17	41	24	54	34	68	45	82	53	110	74	137	93	165	112	193	132	220	152	275	193
19	47	29	63	41	79	51	94	62	126	84	158	108	189	129	221	153	253	177	316	224
21	53	33	71	47	89	59	107	72	142	95	178	122	214	148	250	175	285	200	357	254
23	59	37	79	51	99	65	119	80	159	109	199	137	238	165	278	196	318	224	398	278
25	65	42	87	57	109	73	131	88	175	120	219	152	263	184	307	217	315	249	438	310

5.2.3 滚子链链轮

①链轮的齿形和主要尺寸

我国链轮齿形已标准化，国家标准 GB1244—85 中规定如图 5—7。

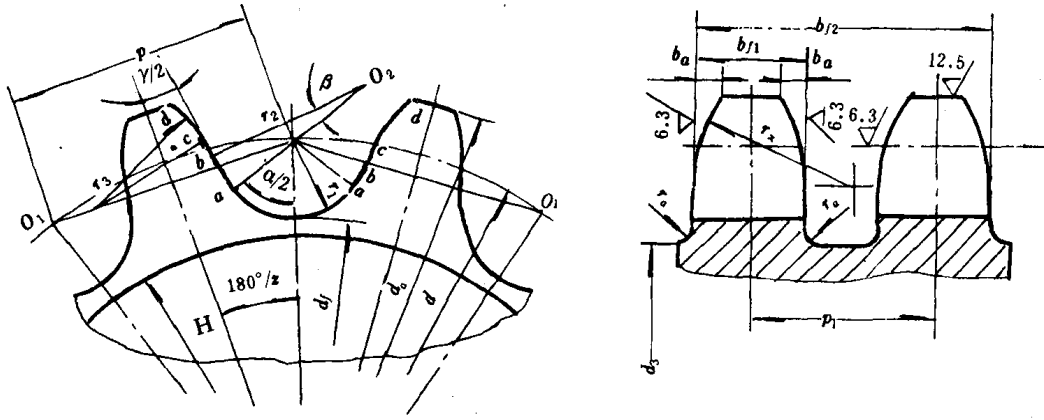


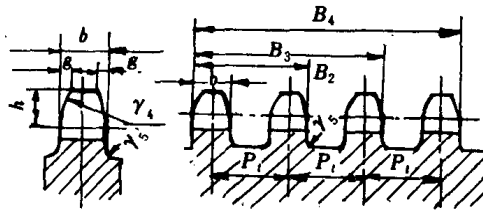
图 5—7

链轮轴面齿形见表 5—28，端面齿形在工作图上不予画出，只在链轮工作图上注明“齿形按 GB1244—85 规定制造”，并注出节距 p 、节圆直径 d' 、齿数 z 、齿根圆直径 d_f 和齿顶圆直径 d_a 等参数。但必须画出链轮的轴面齿形。链轮的主要尺寸见表 5—29。

表 5—28

滚子链链轮轴面齿形尺寸

(mm)



链轮齿总宽: $B_n = (n - 1) p_1 + b$ n —排数

节距 p	链 条		轴 面 齿 形							排距 p_1
	滚子外径 d_1	内链节内宽 b_1	倒角宽度 g	倒角深度 h	倒角圆弧半径 r_4	圆角半径 r_{5max}	齿 宽 b			
							单 排	2、3 排	4 排以上	
9.525	6.35	5.72	1.2	4.8	10.1	0.5	5.2	5.0	4.6	10.24
12.70	8.51	7.75	1.6	6.4	13.5	0.5	7.1	6.8	6.4	13.92
15.875	10.16	9.53	2.0	7.9	16.9	0.5	8.7	8.4	7.9	18.11
19.05	11.91	12.70	2.4	9.5	20.3	0.5	11.7	11.3	10.6	22.78
25.40	15.88	15.88	3.2	12.7	27.0	1.0	14.6	14.1	13.3	29.29
31.75	19.05	19.05	4.0	15.9	33.8	1.0	17.6	17.0	16.1	35.76
38.10	22.23	25.40	4.8	19.0	40.5	1.0	23.5	22.7	21.5	45.44
44.45	25.40	25.40	5.6	22.2	47.3	2.0	23.5	22.7	21.5	48.87
50.80	28.58	31.75	6.4	25.4	54.0	2.0	29.4	28.4	27.0	58.55
63.50	39.68	38.10	7.9	31.8	67.5	2.0	35.3	34.1	32.5	71.55

③链轮的结构

链轮的结构见图 5—8、图 5—9。

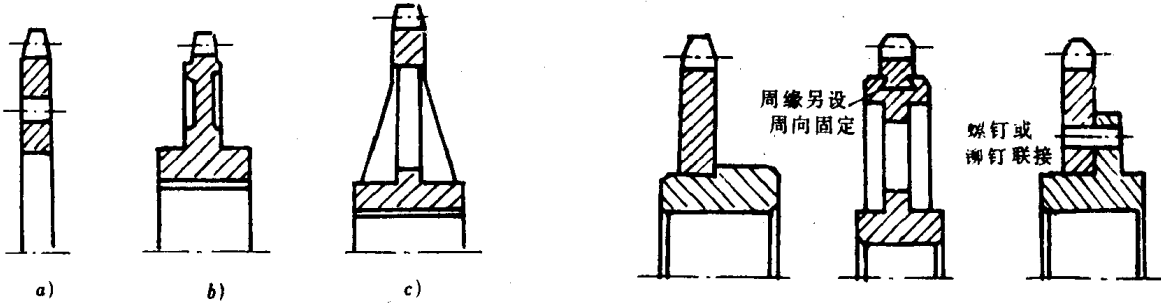


图 5—8 整体式链轮

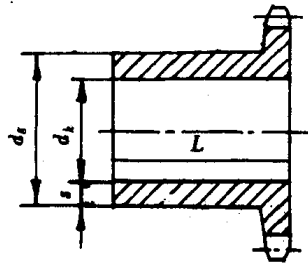
图 5—9 装配式链轮

a) 板式 b) 轮毂式 c) 轮毂式 (铸造)

表 5—31 荐用的链轮轮毂长度 L (mm)

简图	d_k	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30
	L	20	25	30		40		50		60			
	d_k	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70
	L	80				110				140			
	d_k	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	
	L	170				210				250			

表 5—32 荐用的链轮轮毂壁厚 s (mm)



z	节 距 p								
	12.7	15.875	19.05	25.4	31.75	38.10	44.45	50.8	63.5
8~10	12	15	15	25	25	30	35	40	55
11~15	15	20	20	25	30	35	40	45	60
16~20	20	20	20	30	30	35	45	50	65
21~25	20	20	20	30	35	40	50	55	70
26~30	20	20	25	35	35	45	55	60	80
31~35	20	20	25	35	35	45	55	60	80
36~40	20	20	25	35	40	50	60	65	85
41~45	25	25	30	35	40	55	60	70	85
46~50	25	25	30	40	45	55	60	75	95
51~60	25	25	30	40	45	60	60	80	100
61~70	25	30	30	45	50	65	65	80	105
71~80	30	30	35	45	50	70	70	85	110
81~100	30	35	35	50	55	75	75	85	115

④链轮的公差

链轮的制造精度分Ⅰ级和Ⅱ级两种。Ⅰ级适于高速或重载用，配用A系列链条。Ⅱ级适用于低速或轻载。配A、B系列链条均可。公差及偏差见表5—33~5—36。

表5—33 滚子链链轮齿根圆直径偏差、最大齿根距离极限偏差

精 度	Δd_f 或 L_s		使用条件
	$p < 38.1\text{mm}$	$p > 38.1\text{mm}$	
Ⅰ 级	h10 (d5)	h11 (d6)	重载或高速
Ⅱ 级	h11 (d6)	h12 (d7)	轻载或低速

表5—34 滚子链链轮齿宽偏差 (mm)

节 距 p	9.525	12.70	15.875	19.05	25.40	31.75	38.10	44.45	50.80	63.50
齿宽偏差 Δb 或 ΔB_s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-0.20	-0.25	-0.25	-0.30	-0.30	-0.35	-0.40	-0.40	-0.45	-0.45

表5—35 链轮齿根圆的径向圆跳动 E_{df} 、端面圆跳动 E_r

	齿 根 圆 直 径 d_f	
	$d_f < 250\text{mm}$	$d_f \geq 250\text{mm}$
齿根圆径向圆跳动 E_{df}	10级 (按GB1184—80)	11级 (按GB1184—80)
齿根圆处端面圆跳动 E_r	10级 (按GB1184—80)	11级 (按GB1184—80)

表5—36 链轮轮坯公差

项 目	公 差
孔 径 d_h	H8
链轮齿顶圆直径 d_a	h11
链轮齿顶圆跳动 E_{da}	10级 (GB1184—80)
链轮端面圆跳动 E_r	11级 (GB1184—80)
链轮齿宽 B	h14

5.3 渐开线圆柱齿轮传动

齿轮传动是瞬时速比恒定的传动。渐开线齿轮传动啮合的必要条件是：两齿轮的模数相等；两齿轮的分度圆压力角相等；斜齿圆柱齿轮的螺旋角相等且方向相反。为保证传动的连续性，任何时刻至少应有一对齿啮合。

续表 2

序号	名称		代号	直 齿 轮	斜齿(人字齿)轮
19	固 定 弦	固定弦齿高	\bar{h}_c	$\bar{h}_c = (h_a^* - \frac{\pi}{8} \sin 2\alpha)m$ $h_a^* = 1, \alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{h}_c = 0.7476m$ 可查表 5-41-1	$\bar{h}_{cn} = (h_{an}^* - \frac{\pi}{8} \sin 2\alpha_n)m_n$ $h_{an}^* = 1, \alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{h}_{cn} = 0.7476m_n$ 同 左
		固定弦齿厚	\bar{s}_c	$\bar{s}_c = \frac{\pi m}{2} \cos^2 \alpha$ $\alpha = 20^\circ$ 时 $\bar{s}_c = 1.3870m$ 可查表 5-41-1	$\bar{s}_{cn} = \frac{\pi m_n}{2} \cos^2 \alpha_n$ $\alpha_n = 20^\circ$ 时 $\bar{s}_{cn} = 1.3870m_n$ 同 左
重 合 度					
20	顶圆压力角		α_a	$\alpha_a = \arccos \frac{d_b}{d_a}$	$\alpha_{at} = \arccos \frac{d_b}{d_a}$
21	端面重合度		ϵ_α	$\epsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi} [z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a1} - \operatorname{tg}\alpha') + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a2} - \operatorname{tg}\alpha')]$	$\epsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi} [z_1(\operatorname{tg}\alpha_{a1} - \operatorname{tg}\alpha'_1) + z_2(\operatorname{tg}\alpha_{a2} - \operatorname{tg}\alpha'_2)]$
	轴向重合度		ϵ_β	$\epsilon_\beta = 0$	$\epsilon_\beta = \frac{b \sin \beta}{\pi m_n}$
	总重合度		ϵ_γ	$\epsilon_\gamma = \epsilon_\alpha$	$\epsilon_\gamma = \epsilon_\alpha + \epsilon_\beta$
当 量 齿 数					
22	当量齿数		z_v	$z_v = z$	$z_v = \frac{z}{\cos^2 \beta_b \cos \beta} \approx \frac{z}{\cos^3 \beta}$

注: 1. 斜齿轮的公法线长度和固定弦齿厚在法面内测量。
2. 斜齿轮齿宽 $b > W_b \sin \beta$ 时, 才能测量公法线长度。

表 5-40 外啮合变位圆柱齿轮传动几何尺寸计算及举例

序号	名称	代号	直 齿 轮	斜齿(人字齿)轮
I. 已知条件: $z_1, z_2, m(m_n), \beta, \alpha'$				
1	模 数	m	m (取标准值)	$m_1 = m_n / \cos \beta, m_n = m$ (取标准值)
2	分度圆直径	d	$d_1 = m z_1; d_2 = m z_2$	$d_1 = m_1 z_1; d_2 = m_1 z_2$
3	未变位时的中心距	a	$a = \frac{1}{2}(d_1 + d_2) = \frac{1}{2}m(z_1 + z_2)$	$a = \frac{1}{2}(d_1 + d_2) = \frac{1}{2}m_1(z_1 + z_2)$
4	中心距变动系数	y	$y = \frac{a' - a}{m}; y_1 = \frac{a' - a}{a} = y \frac{z_1}{z_1 + z_2}$	$y_1 = \frac{a' - a}{m_1}$
5	分度圆压力角	α	α (取标准值)	$\operatorname{tg}\alpha_t = \operatorname{tg}\alpha_n / \cos \beta; \alpha_n = \alpha$ (取标准值)
6	啮合角	α'	$\cos \alpha' = \frac{a}{a'} \cos \alpha$	$\cos \alpha'_t = \frac{a}{a'} \cos \alpha_t$
7	总变位系数	x_Σ	$x_\Sigma = \frac{z_1 + z_2}{2 \operatorname{tg}\alpha} (\operatorname{inv}\alpha' - \operatorname{inv}\alpha)$	$x_{t\Sigma} = \frac{z_1 + z_2}{2 \operatorname{tg}\alpha_t} (\operatorname{inv}\alpha'_t - \operatorname{inv}\alpha_t)$ $x_{n\Sigma} = x_{t\Sigma} / \cos \beta$
8	变位系数的分配	x_1, x_2	根据传动的具体要求, 按图 5-10 分配得 x_1, x_2	根据传动的具体要求, 按当量齿数 $z_v = z / \cos^3 \beta$, 由图 5-10 分配得 x_{n1} 和 $x_{n2}, x_{t1} = x_{n1} \cos \beta; x_{t2} = x_{n2} \cos \beta$

续表 1

序号	名称	代号	直 齿 轮	斜齿(人字齿)轮
9	齿高变动系数	Δy	$\Delta y = x_{\Sigma} - y$ 若 x_1, x_2 较小时, 可取 $\Delta y = 0$	$\Delta y_i = x_{i\Sigma} - y_i$
10	齿顶圆直径	d_a	$d_{a1} = d_1 + 2m(h_a^* + x_1 - \Delta y)$ $d_{a2} = d_2 + 2m(h_a^* + x_2 - \Delta y)$	$d_{a1} = d_1 + 2m_n(h_{an}^* + x_{n1}) - 2m_i \Delta y_i$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n(h_{an}^* + x_{n2}) - 2m_i \Delta y_i$
11	齿根圆直径	d_f	$d_{f1} = d_1 - 2m(h_a^* + c^* - x_1)$ $d_{f2} = d_2 - 2m(h_a^* + c^* - x_2)$	$d_{f1} = d_1 - 2m_n(h_{an}^* + c_n^* - x_{n1})$ $d_{f2} = d_2 - 2m_n(h_{an}^* + c_n^* - x_{n2})$

测量尺寸(仅选一种)

12	公 法 线	跨 齿 数	k	$k = \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} z + 0.5 + \frac{2x \operatorname{ctg} \alpha}{\pi}$ $\alpha = 20^\circ$ 时, k 值查表 5-42-1	$k \approx \frac{\alpha_n}{180^\circ} z' + 0.5 + \frac{2x_n \operatorname{ctg} \alpha_n}{\pi}$ 式中 $z' = z \frac{\operatorname{inv} \alpha_i}{\operatorname{inv} \alpha_n}$, $\alpha_n = 20^\circ$ 时, $\frac{\operatorname{inv} \alpha_i}{\operatorname{inv} \alpha_n}$ 值查表 5-43 k 值查表 5-42-1
		公法线长	W_k	$W_k = m \cos \alpha [\pi(k - 0.5) + z \operatorname{inv} \alpha + 2x \operatorname{tg} \alpha]$ $\alpha = 20^\circ$ 时 $W_k = m(W_k^i + 0.6840x)$ W_k^i 值按 z 查表 5-42-2 或 $W_k = W_k^i m + \Delta W$ ΔW 按 xm 值查表 5-42-3	$W_{kn} = m_n \cos \alpha_n [\pi(k - 0.5) + z' \operatorname{inv} \alpha_n + 2x_n \operatorname{tg} \alpha_n]$ $\alpha_n = 20^\circ$ 时, $W_{kn} = m_n (W_{kn}^i + 0.6840x_n)$ W_{kn} 值按 z' 的整数部分查表 5-42-1 z' 的尾数部分公法线长度查表 5-42-2 或 $W_{kn} = W_{kn}^i m + \Delta W_n$, ΔW_n 按 $x_n m_n$ 值查表 5-42-3
13	固 定 弦	固定弦齿厚	\bar{s}_c	$\bar{s}_c = m \cos^2 \alpha \left(\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha \right)$, $\alpha = 20^\circ$ 时, $\bar{s}_c = m(1.3870 + 0.6428x)$, 可查表 5-41-1	$\bar{s}_{cn} = m_n \cos^2 \alpha_n \left(\frac{\pi}{2} + 2x_n \operatorname{tg} \alpha_n \right)$, $\alpha_n = 20^\circ$ 时, $\bar{s}_{cn} = m_n(1.3870 + 0.6428x_n)$, 可查表 5-41-1
		固定弦齿高	\bar{h}_c	$\bar{h}_c = \frac{d_a - d}{2} - \bar{s}_c \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2}$, $\alpha = 20^\circ$ 时, $\bar{h}_c = \frac{d_a - d}{2} - 0.182\bar{s}_c$ 可查表 5-41-1	$\bar{h}_{cn} = \frac{d_a - d}{2} - \bar{s}_{cn} \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{2}$, $\alpha_n = 20^\circ$ 时, $\bar{h}_{cn} = \frac{d_a - d}{2} - 0.182\bar{s}_{cn}$ 可查表 5-41-1
			\bar{h}_c	为消除以齿顶圆定位带来的误差, d_a 可用实际测值代入。设计时仍用理论值	

II. 已知条件: $z_1, z_2, m(m_n), \beta$

1	模数	m	m	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$
2	分度圆直径	d	$d_1 = mz_1; d_2 = mz_2$	$d_1 = m_t z_1; d_2 = m_t z_2$
3	确定总变位系数 x_{Σ} 并分配得 x_1, x_2		根据传动要求, 由图 5-11 确定 x_{Σ} 并分配得 x_1, x_2	根据传动要求, 按当量齿数 $z, \approx \frac{z}{\cos^3 \beta}$ 由图 5-11 确定 $x_{n\Sigma}$ 并分配得 x_{n1}, x_{n2}

续表 2

序号	名称	代号	直 齿 轮	斜齿(人字齿)轮
4	啮合角	α'	$\text{inv}\alpha' = \text{inv}\alpha + \frac{2(x_1 + x_2)}{z_1 + z_2} \text{tg}\alpha$	$\text{inv}\alpha' = \text{inv}\alpha_1 + \frac{2(x_{n1} + x_{n2})}{z_1 + z_2} \text{tg}\alpha_n$
5	中心距变动系数	y	$y = \frac{z_1 + z_2}{2} \left(\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha'} - 1 \right)$	$y_1 = \frac{z_1 + z_2}{2} \left(\frac{\cos\alpha_1}{\cos\alpha'_1} - 1 \right)$
6	中心距	a'	$a' = \frac{1}{2} m(z_1 + z_2) + ym$ $= \frac{1}{2} m(z_1 + z_2) \frac{\cos\alpha}{\cos\alpha'}$	$a' = \frac{1}{2} m_1(z_1 + z_2) + y_1 m_1$ $= \frac{1}{2} m_1(z_1 + z_2) \frac{\cos\alpha_1}{\cos\alpha'_1}$

- 注: 1. 斜齿轮的公法线长度和固定弦齿厚在法面内测量。
2. 斜齿轮齿宽 $b > W_k \sin\beta$ 时, 才能测量公法线长度。
3. 渐开线函数值 $\text{inv}\alpha = \text{tg}\alpha - \alpha$

例: $z_1 = 21, z_2 = 33, a' = 70\text{mm}, m = 2.5\text{mm},$

$$h_a^* = 1, c^* = 0.25, \alpha = 20^\circ$$

设计一对外啮合齿轮传动

$$m = 2.5\text{mm}$$

$$d_1 = 2.5 \times 21 = 52.5\text{mm}; d_2 = 2.5 \times 33 = 82.5\text{mm}$$

$$a = \frac{1}{2} \times 2.5(21+33) = 67.5\text{mm}$$

$$y = \frac{70 - 67.5}{2.5} = 1; y_2 = 1 \times \frac{2}{21+33} = 0.037037$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$\cos\alpha' = \frac{67.5}{70} \times 0.93969 = 0.90613; \alpha' = 25^\circ 1' 27''$$

$$x_e = \frac{21+33}{2 \times 0.36397} (0.030067 - 0.014904) = 1.1248$$

例: $z_1 = 21, z_2 = 33, a' = 70\text{mm}, m = 2.5\text{mm},$

$$h_a^* = 1, c^* = 0.25, \alpha = 20^\circ$$

设计一对外啮合齿轮传动

根据齿数比 $u = \frac{33}{21} = 1.57$, 按线图 5—10 分配变位

系数得

$$x_1 = 0.55, x_2 = 1.1248 - 0.55 = 0.5748$$

$$d_{a1} = 52.5 + 2 \times 2.5(1 + 0.55 - 0.1248) = 59.625\text{mm}$$

$$d_{a2} = 82.5 + 2 \times 2.5(1 + 0.5749 - 0.1248) = 89.75\text{mm}$$

$$d_{f1} = 52.5 - 2 \times 2.5(1 + 0.25 - 0.55) = 49\text{mm}$$

$$d_{f2} = 82.5 - 2 \times 2.5(1 + 0.25 - 0.5748) = 79.125\text{mm}$$

按 $z_1 = 21, x_1 = 0.55$ 查表 5—42—1 得 $k = 4$

$$W_i = 10.627\text{mm}$$

按 $z_2 = 33, x_2 = 0.5749$, 查表 5—42—1 得 $k = 5$,

$$W_j = 13.747\text{mm}$$

$$W_4 = m(W_i + 0.6840x) = 2.5(10.627 + 0.6840 \times 0.55) = 27.508\text{mm}$$

$$W_5 = 2.5(13.747 + 0.6840 \times 0.5748) = 35.351\text{mm}$$

例: $z_1 = 21, z_2 = 33, a' = 70\text{mm}, m = 2.5\text{mm},$

$$h_a^* = 1, c^* = 0.25, \alpha = 20^\circ$$

设计一对外啮合齿轮传动

$$\bar{s}_{c1} = 2.5(1.3870 + 0.6428 \times 0.55) = 4.351\text{mm}$$

$$\bar{s}_{c2} = 2.5(1.3870 + 0.6428 \times 0.5749) = 4.391\text{mm}$$

$$\bar{h}_{c1} = \frac{59.625 - 52.5}{2} - 0.182 \times 4.351 = 2.771\text{mm}$$

$$\bar{h}_{c2} = \frac{89.75 - 82.5}{2} - 0.182 \times 4.391 = 2.826\text{mm}$$

②变位齿轮变位系数的选择

选择变位系数时要求: 保证加工时不根切; 保证加工时不顶切; 保证必要的齿顶厚, $S_a > (0.25 \sim 0.4)m$; 保证必要的重合度, $\epsilon > 1.2$; 保证啮合时不干涉。按图 5~10 选取并分配变位系数。

选择变位系数线图 ($\alpha = 20^\circ, h_a^* = 1$)

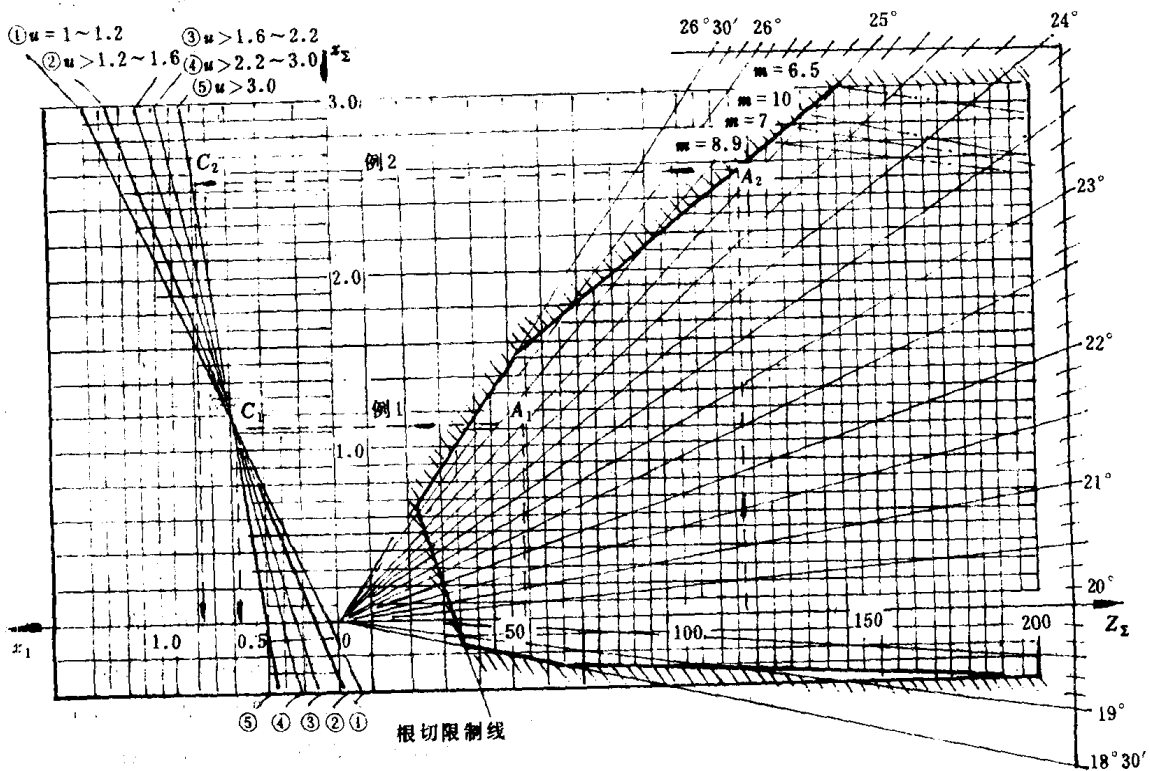


图 5-10

③圆柱齿轮传动计算附表

标准齿轮固定弦齿厚 $\bar{s}_c(\bar{s}_{cn})$ 和固定弦齿高 $\bar{h}_c(\bar{h}_{cn})$

表 5-41-1

($\alpha_n = \alpha = 20^\circ, h_{an}^* = h_a^* = 1.0$)

(mm)

$m(m_n)$	$\bar{s}_c(\bar{s}_{cn})$	$\bar{h}_c(\bar{h}_{cn})$	$m(m_n)$	$\bar{s}_c(\bar{s}_{cn})$	$\bar{h}_c(\bar{h}_{cn})$	$m(m_n)$	$\bar{s}_c(\bar{s}_{cn})$	$\bar{h}_c(\bar{h}_{cn})$
↑	1.387	0.748	5	6.935	3.738	20	27.741	14.952
1.25	1.734	0.934	6	8.322	4.485	22	30.515	16.447
1.5	2.081	1.121	7	9.709	5.233	25	34.676	18.690
1.75	2.427	1.308	8	11.096	5.981	28	38.837	20.932
2	2.774	1.495	9	12.483	6.728	30	41.612	22.427
2.25	3.121	1.682	10	13.871	7.476	33	45.773	24.670
2.5	3.468	1.869	12	16.645	8.971	36	49.934	26.913
3	4.161	2.243	14	19.419	10.466	40	55.482	29.903
3.5	4.855	2.617	16	22.193	11.961	45	62.417	33.641
4	5.548	2.990	18	24.967	13.456	50	69.353	37.379

注: $\bar{s}_c = 1.3870m(\bar{s}_{cn} = 1.3870m_n)$, $\bar{h}_c = 0.7476m(\bar{h}_{cn} = 0.7476m_n)$.

外啮合变位齿轮固定弦齿厚 \bar{s}_c^* (\bar{s}_{cn}^*)和固定弦齿高 \bar{h}_c^* (\bar{h}_{cn}^*) ($m_n = m = 1$)

表 5-41-2

($\alpha_n = \alpha = 20^\circ$, $h_{an}^* = h_a^* = 1$)

$x(x_n)$	\bar{s}_c^* (\bar{s}_{cn}^*)	\bar{h}_c^* (\bar{h}_{cn}^*)	$x(x_n)$	\bar{s}_c^* (\bar{s}_{cn}^*)	\bar{h}_c^* (\bar{h}_{cn}^*)	$x(x_n)$	\bar{s}_c^* (\bar{s}_{cn}^*)	\bar{h}_c^* (\bar{h}_{cn}^*)	$x(x_n)$	\bar{s}_c^* (\bar{s}_{cn}^*)	\bar{h}_c^* (\bar{h}_{cn}^*)
-0.40	1.1299	0.3944	-0.30	1.1942	0.4827	-0.20	1.2585	0.5710	-0.10	1.3228	0.6593
-0.39	1.1364	0.4032	-0.29	1.2006	0.4915	-0.19	1.2649	0.5798	-0.09	1.3292	0.6681
-0.38	1.1428	0.4120	-0.28	1.2071	0.5003	-0.18	1.2713	0.5886	-0.08	1.3356	0.6769
-0.37	1.1492	0.4209	-0.27	1.2135	0.5092	-0.17	1.2778	0.5975	-0.07	1.3421	0.6858
-0.36	1.1556	0.4297	-0.26	1.2199	0.5180	-0.16	1.2842	0.6063	-0.06	1.3485	0.6946
-0.35	1.1621	0.4385	-0.25	1.2263	0.5268	-0.15	1.2906	0.6151	-0.05	1.3549	0.7034
-0.34	1.1685	0.4474	-0.24	1.2328	0.5357	-0.14	1.2971	0.6240	-0.04	1.3613	0.7123
-0.33	1.1749	0.4562	-0.23	1.2392	0.5445	-0.13	1.3035	0.6328	-0.03	1.3678	0.7211
-0.32	1.1814	0.4650	-0.22	1.2456	0.5533	-0.12	1.3099	0.6416	-0.02	1.3742	0.7299
-0.31	1.1878	0.4738	-0.21	1.2521	0.5621	-0.11	1.3163	0.6504	-0.01	1.3806	0.7387
0.00	1.3870	0.7476	0.19	1.5092	0.9154	0.38	1.6313	1.0831	0.57	1.7534	1.2509
0.01	1.3935	0.7564	0.20	1.5156	0.9242	0.39	1.6377	1.0920	0.58	1.7599	1.2597
0.02	1.3999	0.7652	0.21	1.5220	0.9330	0.40	1.6442	1.1008	0.59	1.7663	1.2686
0.03	1.4063	0.7741	0.22	1.5285	0.9418	0.41	1.6506	1.1096	0.60	1.7727	1.2774
0.04	1.4128	0.7829	0.23	1.5349	0.9507	0.42	1.6570	1.1184	0.61	1.7791	1.2862
0.05	1.4192	0.7917	0.24	1.5413	0.9595	0.43	1.6634	1.1273	0.62	1.7856	1.2951
0.06	1.4256	0.8006	0.25	1.5477	0.9683	0.44	1.6699	1.1361	0.63	1.7920	1.3039
0.07	1.4320	0.8094	0.26	1.5542	0.9772	0.45	1.6763	1.1449	0.64	1.7984	1.3127
0.08	1.4385	0.8182	0.27	1.5606	0.9860	0.46	1.6827	1.1538	0.65	1.8049	1.3215
0.09	1.4449	0.8271	0.28	1.5670	0.9948	0.47	1.6892	1.1626	0.66	1.8113	1.3304
0.10	1.4513	0.8359	0.29	1.5735	1.0037	0.48	1.6956	1.1714	0.67	1.8177	1.3392
0.11	1.4578	0.8447	0.30	1.5799	1.0125	0.49	1.7020	1.1803	0.68	1.8241	1.3480
0.12	1.4642	0.8535	0.31	1.5863	1.0213	0.50	1.7084	1.1891	0.69	1.8306	1.3569
0.13	1.4706	0.8624	0.32	1.5927	1.0301	0.51	1.7149	1.1979	0.70	1.8370	1.3657
0.14	1.4770	0.8712	0.33	1.5992	1.0390	0.52	1.7213	1.2068	0.71	1.8434	1.3745
0.15	1.4835	0.8800	0.34	1.6056	1.0478	0.53	1.7277	1.2156	0.72	1.8499	1.3834
0.16	1.4899	0.8889	0.35	1.6120	1.0566	0.54	1.7342	1.2244	0.73	1.8563	1.3922
0.17	1.4963	0.8977	0.36	1.6185	1.0655	0.55	1.7406	1.2332	0.74	1.8627	1.4010
0.18	1.5027	0.9065	0.37	1.6249	1.0743	0.56	1.7470	1.2421	0.75	1.8691	1.4098

注: 1. 模数 $m \neq 1$ ($m_n \neq 1$)时的 \bar{s}_c (\bar{s}_{cn})和 \bar{h}_c (\bar{h}_{cn}), 应将表中数值乘以模数 m (m_n);
2. 对角变位齿轮, 表中的 \bar{h}_c (\bar{h}_{cn})数值应减去 Δy (Δy_n), Δy (Δy_n)为齿高变动系数。

续表 1

$z(z')$	$x(x_{kn})$	k	$W_k(W_{kn})$	$z(z')$	$x(x_n)$	k	$W_k(W_{kn})$	$z(z')$	$x(x_n)$	k	$W_k(W_{kn})$
33	<0.55	4	10.795	44	<0.20	5	13.901	54	<0.20	6	16.993
	$>0.55\sim 1.30$	5	13.747		$>0.20\sim 1.0$	6	16.853		$>0.20\sim 1.0$	7	19.945
	$>1.30\sim 1.80$	6	16.699		$>1.0\sim 1.6$	7	19.805		$>1.0\sim 1.6$	8	22.897
			$>1.6\sim 2.2$		8	22.757	$>1.6\sim 2.4$		9	25.849	
34	<0.50	4	10.809	45	<0.20	5	13.915	55	<0.80	7	19.959
	$>0.50\sim 1.20$	5	13.761		$>0.2\sim 1.0$	6	16.867		$>0.80\sim 1.7$	8	22.911
	$>1.20\sim 1.80$	6	16.713		$>1.0\sim 1.6$	7	19.819		$>1.7\sim 2.4$	9	25.863
			$>1.6\sim 2.2$		8	22.771					
35	<0.40	4	10.823	46	<0.60	6	16.881	56	<0.80	7	19.973
	$>0.40\sim 1.10$	5	13.775		$>0.6\sim 1.5$	7	19.833		$>0.80\sim 1.6$	8	22.925
	$>1.10\sim 1.90$	6	16.727		$>1.5\sim 2.2$	8	22.785		$>1.6\sim 2.4$	9	25.877
36	<0.30	4	10.837	47	<0.55	6	16.895	57	<0.80	7	19.987
	$>0.30\sim 1.0$	5	13.789		$>0.55\sim 1.55$	7	19.847		$>0.80\sim 1.5$	8	22.939
	$>1.0\sim 1.90$	6	16.741		$>1.55\sim 2.2$	8	22.799		$>1.5\sim 2.0$	9	25.891
							$>2.0\sim 2.4$		10	28.844	
37	<0.70	5	13.803	48	<0.50	6	16.909	58	<0.80	7	20.001
	$>0.70\sim 1.70$	6	16.755		$>0.50\sim 1.4$	7	19.861		$>0.80\sim 1.4$	8	22.953
	$>1.70\sim 2.00$	7	19.707		$>1.4\sim 2.2$	8	22.813		$>1.4\sim 2.0$	9	25.905
			$>2.2\sim 2.5$		9	25.765	$>2.0\sim 2.4$		10	28.858	
38	<0.70	5	13.817	49	<0.50	6	16.923	59	<0.65	7	20.015
	$>0.70\sim 1.70$	6	16.769		$>0.50\sim 1.4$	7	19.875		$>0.65\sim 1.3$	8	22.967
	$>1.70\sim 2.00$	7	19.721		$>1.4\sim 2.2$	8	22.827		$>1.3\sim 2.0$	9	25.919
			$>2.2\sim 2.5$		9	25.779	$>2.0\sim 2.4$		10	28.872	
39	<0.70	5	13.831	50	<0.50	6	16.937	60	<0.50	7	20.029
	$>0.70\sim 1.70$	6	16.783		$>0.50\sim 1.3$	7	19.889		$>0.5\sim 1.2$	8	22.981
	$>1.70\sim 2.00$	7	19.735		$>1.3\sim 2.0$	8	22.841		$>1.2\sim 2.0$	9	25.933
			$>2.0\sim 2.4$		9	25.793	$>2.0\sim 2.6$		10	28.886	
40	<0.60	5	13.845	51	<0.45	6	16.951	61	<0.40	7	20.043
	$>0.60\sim 1.60$	6	16.797		$>0.45\sim 1.2$	7	19.903		$>0.40\sim 1.1$	8	22.995
	$>1.60\sim 2.00$	7	19.749		$>1.2\sim 1.9$	8	22.855		$>1.1\sim 1.9$	9	25.947
			$>1.9\sim 2.4$		9	25.807	$>1.9\sim 2.6$		10	28.900	
41	<0.50	5	13.859	52	<0.40	6	16.965	62	<0.30	7	20.057
	$>0.50\sim 1.40$	6	16.811		$>0.40\sim 1.1$	7	19.917		$>0.30\sim 1.0$	8	23.009
	$>1.40\sim 2.00$	7	19.763		$>1.1\sim 1.8$	8	22.869		$>1.0\sim 1.8$	9	25.961
			$>1.8\sim 2.4$		9	25.821	$>1.8\sim 2.6$		10	28.914	
42	<0.40	5	13.873	53	<0.30	6	16.979	63	<0.20	7	20.071
	$>0.40\sim 1.20$	6	16.825		$>0.30\sim 1.0$	7	19.931		$>0.20\sim 0.9$	8	23.023
	$>1.20\sim 2.20$	7	19.777		$>1.0\sim 1.7$	8	22.883		$>0.9\sim 1.7$	9	25.975
			$>1.7\sim 2.4$		9	25.835	$>1.7\sim 2.6$		10	28.928	

表 5—42—2 假想齿数 z' 后面小数部分公法线长度 $W_k^*(W_{kn}^*) (m_{kn} = m = 1, \alpha_n = \alpha = 20^\circ)$

z'	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0001	0.0003	0.0004	0.0006	0.0007	0.0008	0.0010	0.0011	0.0013
0.1	0.0014	0.0015	0.0017	0.0018	0.0020	0.0021	0.0022	0.0024	0.0025	0.0027
0.2	0.0028	0.0029	0.0031	0.0032	0.0034	0.0035	0.0036	0.0038	0.0039	0.0041
0.3	0.0042	0.0043	0.0045	0.0046	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0053	0.0055
0.4	0.0056	0.0057	0.0059	0.0060	0.0061	0.0063	0.0064	0.0066	0.0067	0.0069
0.5	0.0070	0.0071	0.0073	0.0074	0.0076	0.0077	0.0079	0.0080	0.0081	0.0083
0.6	0.0084	0.0085	0.0087	0.0088	0.0089	0.0091	0.0092	0.0094	0.0095	0.0097
0.7	0.0098	0.0099	0.0101	0.0102	0.0104	0.0105	0.0106	0.0108	0.0109	0.0111
0.8	0.0112	0.0114	0.0115	0.0116	0.0118	0.0119	0.0120	0.0122	0.0123	0.0124
0.9	0.0126	0.0127	0.0129	0.0130	0.0132	0.0133	0.0135	0.0136	0.0137	0.0139

表 5—42—3 变位齿轮的公法线长度附加量 $\Delta W_k^* (\Delta W_n^*) (m_n = m = 1, \alpha_n = \alpha = 20^\circ)$

x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0068	0.0137	0.0205	0.0274	0.0342	0.0410	0.0479	0.0547	0.0616
0.1	0.0684	0.0752	0.0821	0.0889	0.0958	0.1026	0.1094	0.1163	0.1231	0.1300
0.2	0.1368	0.1436	0.1505	0.1573	0.1642	0.1710	0.1779	0.1847	0.1915	0.1984
0.3	0.2052	0.2120	0.2189	0.2257	0.2326	0.2394	0.2463	0.2531	0.2599	0.2668
0.4	0.2736	0.2805	0.2873	0.2941	0.3010	0.3078	0.3147	0.3215	0.3283	0.3352
0.5	0.3420	0.3489	0.3557	0.3625	0.3694	0.3762	0.3831	0.3899	0.3967	0.4036
0.6	0.4104	0.4173	0.4241	0.4309	0.4378	0.4446	0.4515	0.4583	0.4651	0.4720
0.7	0.4788	0.4857	0.4925	0.4993	0.5062	0.5130	0.5199	0.5267	0.5336	0.5404
0.8	0.5472	0.5541	0.5609	0.5678	0.5746	0.5814	0.5883	0.5951	0.6020	0.6088
0.9	0.6156	0.6225	0.6293	0.6362	0.6430	0.6498	0.6567	0.6635	0.6704	0.6772

注: 1. $W_k^* (W_{kn}^*)$ 为 $m = 1$ (或 $m_n = 1$) 时标准齿轮的公法线长度; 当模数 $m \neq 1$ (或 $m_n \neq 1$) 时标准齿轮的公法线长度应为 $W_k = W_k^* m$ (或 $W_{kn} = W_{kn}^* m_n$).

2. 对直齿轮表中 $z' = z$, 对斜齿轮 $z' = z \frac{\text{inv} \alpha_n}{0.0149}$ (比值 $\frac{\text{inv} \alpha_n}{0.0149}$ 列于表 5—43), 按此式算出的 z' 后面如有小数部分时, 应利用表 5—43 的数值, 按插入法进行补偿计算。

例: 确定斜齿轮的公法线长, 已知 $z = 23$, $m_n = 4$, $\alpha_n = 20^\circ$, $\beta_0 = 29^\circ 48'$

1) 假想齿数 $z' = z \frac{\text{inv} \alpha_n}{0.0149}$, 由表 5—43 查出 $\frac{\text{inv} \alpha_n}{0.0149} = 1.4953$ (插入法计算)。

$z' = 1.4953 \times 23 = 34.39$ (取到小数点后两位数值)。

2) 查表 5—42, $z' = 34$ 为 10.809 } $W_{kn}^* = 10.809 + 0.0055 = 10.8145 \text{mm}$.
 $z' = 0.39$ 为 0.0055

3) $W_{kn} = W_{kn}^* m_n = 10.8145 \times 4 = 43.258 \text{mm}$.

表 5—43

比值 $\frac{\text{inv}\alpha_i}{\text{inv}\alpha_n} = \frac{\text{inv}\alpha_i}{0.0149} (\alpha_n = 20^\circ)$

β	$\frac{\text{inv}\alpha_i}{0.0149}$	差 值	β	$\frac{\text{inv}\alpha_i}{0.0149}$	差 值	β	$\frac{\text{inv}\alpha_i}{0.0149}$	差 值
8	1.0283	0.0026	19°	1.1731	0.0067	30°	1.5037	0.0145
8° 20'	1.0309	0.0024	19° 20'	1.1798	0.0069	30° 20'	1.5182	0.0146
8° 40'	1.0333	0.0026	19° 40'	1.1867	0.0071	30° 40'	1.5328	0.0150
9°	1.0359	0.0029	20°	1.1938	0.0073	31°	1.5478	0.0155
9° 20'	1.0388	0.0027	20° 20'	1.2011	0.0074	31° 20'	1.5633	0.0157
9° 40'	1.0415	0.0031	20° 40'	1.2085	0.0077	31° 40'	1.5790	0.0161
10°	1.0446	0.0031	21°	1.2162	0.0078	32°	1.5951	0.0164
10° 20'	1.0477	0.0031	21° 20'	1.2240	0.0079	32° 20'	1.6115	0.0170
10° 40'	1.0508	0.0035	21° 40'	1.2319	0.0082	32° 40'	1.6285	0.0170
11°	1.0543	0.0034	22°	1.2401	0.0084	33°	1.6455	0.0176
11° 20'	1.0577	0.0036	22° 20'	1.2485	0.0085	33° 20'	1.6631	0.0182
11° 40'	1.0613	0.0039	22° 40'	1.2570	0.0088	33° 40'	1.6813	0.0185
12°	1.0652	0.0036	23°	1.2658	0.0089	34°	1.6998	0.0189
12° 20'	1.0688	0.0040	23° 20'	1.2747	0.0092	34° 20'	1.7187	0.0193
12° 40'	1.0728	0.0040	23° 40'	1.2839	0.0094	34° 40'	1.7380	0.0198
13°	1.0768	0.0042	24°	1.2933	0.0096	35°	1.7578	0.0204
13° 20'	1.0810	0.0043	24° 20'	1.3029	0.0098	35° 20'	1.7782	0.0204
13° 40'	1.0853	0.0043	24° 40'	1.3127	0.0100	35° 40'	1.7986	0.0215
14°	1.0896	0.0046	25°	1.3227	0.0100	36°	1.8201	0.0217
14° 20'	1.0943	0.0048	25° 20'	1.3327	0.0106	36° 20'	1.8418	0.0222
14° 40'	1.0991	0.0048	25° 40'	1.3433	0.0108	36° 40'	1.8640	0.0228
15°	1.1039	0.0053	26°	1.3541	0.0111	37°	1.8868	0.0233
15° 20'	1.1092	0.0048	26° 20'	1.3652	0.0113	37° 20'	1.9101	0.0239
15° 40'	1.1140	0.0052	26° 40'	1.3765	0.0113	37° 40'	1.9340	0.0246
16°	1.1192	0.0054	27°	1.3878	0.0118	38°	1.9586	0.0251
16° 20'	1.1246	0.0056	27° 20'	1.3996	0.0120	38° 20'	1.9837	0.0255
16° 40'	1.1302	0.0056	27° 40'	1.4116	0.0124	38° 40'	2.0092	0.0263
17°	1.1358	0.0059	28°	1.4240	0.0124	39°	2.0355	
17° 20'	1.1417	0.0059	28° 20'	1.4364	0.0131			
17° 40'	1.1476	0.0061	28° 40'	1.4495	0.0130			
18°	1.1537	0.0063	29°	1.4625	0.0135			
18° 20'	1.1600	0.0065	29° 20'	1.4760	0.0137			
18° 40'	1.1665	0.0066	29° 40'	1.4897	0.0140			

注：对于中间数值的 β , $\frac{\text{inv}\alpha_i}{0.0149}$ 的值用插入法求出。例如, $\beta = 29^\circ 48'$, $\frac{\text{inv}\alpha_i}{0.0149} = 1.4897 + \frac{8}{20} \times 0.0135 = 1.4951$.

5.3.3 圆柱齿轮传动的设计计算

①主要参数的选择

A. 齿数 z 。应在满足轮齿弯曲强度的条件下尽可能取较多齿数。一般取 $z_1 > 18 \sim 30$ ，宜使 z_1 、 z_2 互为质数，齿数要大于齿轮发生根切的最少齿数。

B. 螺旋角 β 。 β 大时，齿轮传动重合度增加，传动平稳，但轴向力增大。一般斜齿轮 $\beta = 8^\circ \sim 16^\circ$ ，人字齿轮 $\beta = 25^\circ \sim 40^\circ$ 。

C. 齿宽系数 ϕ 。齿宽系数 ϕ 表示齿宽 b 对中心距 a ，小齿轮直径 d_1 或模数 m 的相对值。

$$\phi_a = \frac{b}{a}, \phi_d = \frac{b}{d_1}, \phi_m = \frac{b}{m}$$

一般取 $\phi_a = 0.1 \sim 1.2$ ，闭式传动常取 $\phi_a = 0.3 \sim 0.6$ ，开式传动常取 $\phi_a = 0.1 \sim 0.3$ ，通用减速器可取 $\phi_a = 0.4$ 。

一般取 $\phi_d = 0.2 \sim 2.4$ 。对闭式传动，当 $HBS < 350$ ，齿轮对称配置并靠近轴承时，取 $\phi_d = 0.8 \sim 1.4$ ，若齿轮非对称配置、结构刚性较大时，取 $\phi_d = 0.6 \sim 1.2$ ，结构刚性较小时，取 $\phi_d = 0.4 \sim 0.8$ ；当齿面 $HBS > 350$ 时，上述数据均降低一倍。

一般取 $\phi_m = 8 \sim 25$ 。当加工和安装精度高时，可取大些；对开式齿轮传动可取 $\phi_m = 8 \sim 15$ ；对重载低速齿轮传动，可取 $\phi_m = 20 \sim 25$ 。

②圆柱齿轮传动的作用力计算

表 5—44

圆柱齿轮传动的作用力计算公式

作用力	计算公式	
	直 齿 轮	斜 齿(人字齿)轮
分度圆上的圆周力 F_t (N)	$F_t = \frac{2T}{d}$	
节圆上的圆周力 F'_t (N)	$F'_t = \frac{2T}{d'}$	
径向力 F_r (N)	$F_r = F'_t \operatorname{tg} \alpha'$	$F_r = F'_t \frac{\operatorname{tg} \alpha'_n}{\cos \beta}$
轴向力 F'_x (N)		$F'_x = F'_t \operatorname{tg} \beta$ (人字齿轮 $F'_x = 0$)
转矩 T , N·m	$T = \frac{P}{\omega}$ 式中 P —齿轮传递的功率 W; ω —齿轮的角速度, $\omega = \frac{\pi n}{30} \operatorname{rad/s}$; n —齿轮的转速 r/\min	

注：表中 d 、 d' 分别为齿轮的分度圆直径和节圆直径，m。

③主要尺寸的初步确定

齿轮传动的主要尺寸可按下述方法之一初步确定：

- 参照已有的相同或类似的机械齿轮传动，用类比法初步确定。
- 根据设备要求的结构、安装情况初步确定。
- 用表 5—45 所列简化计算公式初步确定。

表 5—45

圆柱齿轮传动的简化设计计算公式

齿轮类型	计 算 公 式	
	接 触 强 度	弯 曲 强 度
直齿轮	$a > (u \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{0.335 \times 10^6}{[\sigma_{HP}]}\right)^2 \frac{KT_1}{\varphi_a u}}$, $d_1 \geq \sqrt[3]{\left(\frac{0.67 \times 10^6}{[\sigma_{HP}]}\right)^2 \frac{KT_1}{\varphi_d} \frac{u \pm 1}{u}}$	$m \geq \sqrt[3]{\frac{2KT_1 Y_F}{\varphi_m z_1 \varphi_{FP}}}$
斜齿轮	$a > (u \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{0.29 \times 10^6}{[\sigma_{HP}]}\right)^2 \frac{KT_1}{\varphi_a u}}$, $d_1 \geq \sqrt[3]{\left(\frac{0.58 \times 10^6}{[\sigma_{HP}]}\right)^2 \frac{KT_1}{\varphi_d} \frac{u \pm 1}{u}}$	$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{1.75KT_1 Y_F}{\varphi_m z_1 [\sigma_{FP}]}}$
人字齿轮	$a > (u \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{0.27 \times 10^6}{[\sigma_{HP}]}\right)^2 \frac{KT_1}{\varphi_a u}}$, $d_1 \geq \sqrt[3]{\left(\frac{0.54 \times 10^6}{[\sigma_{HP}]}\right)^2 \frac{KT_1}{\varphi_d} \frac{u \pm 1}{u}}$	$m_n \geq \sqrt[3]{\frac{1.3KT_1 Y_F}{\varphi_m z_1 [\sigma_{FP}]}}$

注: 1. 式中 $(u \pm 1)$ 项, 其中“+”号用于外啮合, “-”用于内啮合。

2. 接触强度公式中的 $[\sigma_{HP}]$ 应取 $[\sigma_{HP1}]$, $[\sigma_{HP2}]$ 二者中之小者; 弯曲强度公式中的 $\frac{Y_F}{[\sigma_{FP}]}$ 应取 $\frac{Y_{F1}}{[\sigma_{FP1}]}$, $\frac{Y_{F2}}{[\sigma_{FP2}]}$ 二者中之大者。

表中 a —中心距, m ; d_1 —小齿轮分度圆直径, m ; m , m_n —分别为端面及法面模数, m ; z_1 —小齿轮齿数; φ_a , φ_d , φ_m —齿宽系数;

$\varphi_a = \frac{b}{a}$, $\varphi_d = \frac{b}{d_1}$, $\varphi_m = \frac{b}{m}$; u —齿数比, $u = \frac{z_2}{z_1}$, Y_F —齿形系数, 按图 5—18 确定; $[\sigma_{HP}]$ —

许用接触应力, P_s , 近似取 $\sigma_{HP} = \sigma_{Hlim}$, σ_{Hlim} 可按图 5—15 查取。 $[\sigma_{FP}]$ —许用弯曲应力, P_s , 近似取 $\sigma_{HP} = \sigma_{Flim}$, σ_{Flim} 可按图 5—21 查取。 T_1 —小齿轮传递的额定转矩, Nm; K —载荷系数, 若原动机为电机、汽轮机或燃气轮机时, 可取 $K = 1.3 \sim 1.6$ 。若载荷平稳, 精度较高, 速度较低, 齿轮对称轴承配置时, 应取小值; 直齿轮应取大值。若原动机为多缸内燃机, 应将 K 值加大 1.2 倍左右。

④齿面接触疲劳强度与齿根弯曲疲劳强度的校核计算

表 5—46 圆柱齿轮传动齿面接触疲劳强度与齿根弯曲疲劳强度校核计算公式

齿 面 接 触 疲 劳 强 度	齿 根 弯 曲 疲 劳 强 度
$\sigma_H = Z_E Z_H Z_\epsilon \sqrt{\frac{F_t}{bd_1} \frac{u \pm 1}{u} K_A K_V K_\beta K_\alpha} \leq \sigma_{HP}$	$\sigma_F = \frac{F_t K_A K_V K_\beta K_\alpha}{bm_n} Y_F Y_\epsilon Y_\beta \leq \sigma_{FP}$
$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim} Z_N Z_W}{S_{Hmin}}$	$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{Flim} Y_N Y_X}{S_{Fmin} Y_\beta}$

注: 1. 表内 $\frac{u \pm 1}{u}$ 项中, “+”号用于外啮合传动, “-”号用于内啮合传动。

2. 接触强度应按两齿轮中 σ_{HP} 的小值计算。
3. 弯曲强度应按大小齿轮分别进行计算。
4. Y_β 为相对应力集中系数。

表中 m_n —法面模数, m;
 b —齿宽, m(人字齿轮为两半齿圈宽度之和);
 d_1 —小齿轮分度圆直径, m;
 u —齿数比, $u = \frac{z_2}{z_1}$;
 F_t —分度圆上的圆周力, N, 见表 5—44;
 K_A —工况系数, 见表 5—47
 K_V —动载系数, 见图 5—11,
 K_β —载荷分布系数, 见图 5—12,
 K_α —载荷分配系数, 见图 5—48
 σ_H —计算接触应力, Pa;
 Z_E —材料弹性系数, $k\sqrt{\text{Pa}}$, 见表 5—49
 Z_H —节点区域系数, 见图 5—13
 Z_ϵ —接触强度重合度系数, 见图 5—14
 σ_{HP} —许用接触应力, Pa;

σ_{Hlim} —试验齿轮的接触疲劳极限应力, Pa, 见图 5—15
 Z_N —接触强度寿命系数, 见图 5—16
 Z_W —工作硬化系数, 见图 5—17
 S_{Hmin} —接触强度最小安全系数, 见表 5—50
 σ_F —计算弯曲应力, Pa;
 Y_F —齿形系数, 见图 5—18
 Y_ϵ —弯曲强度重合度系数, 见图 5—19
 Y_β —螺旋角系数, 见图 5—20
 σ_{FP} —许用弯曲应力, Pa;
 σ_{Flim} —试验齿轮的弯曲疲劳极限应力, Pa, 见图 5—21
 Y_N —弯曲强度寿命系数, 见图 5—22 (a)
 Y_X —弯曲强度尺寸系数, 见图 5—22 (b)
 S_{Fmin} —弯曲强度最小安全系数, 见表 5—50

表 5—47 工 况 系 数 K_A

原动机的载荷特性	工作机械的载荷特性		
	平稳载荷	中等冲击	大的冲击
平 稳 (如电动机、汽轮机、 燃汽轮机)	1.00	1.25	1.75
轻度冲击 (如多缸内燃机)	1.25	1.50	2.00 以上
中等冲击 (如单缸内燃机)	1.50	1.75	2.25 以上
工作机械的载荷特性 应用举例	发电机、带式和链式输送机、螺旋输送机、轻型铰车、电葫芦、机床进给机构、通风机、透平鼓风机、透平压缩机、密度均匀的物料搅拌机和混合机	机床主传动、重型铰车起重机的旋转机构、矿井通风机、多缸柱塞泵、给料泵、多缸往复式压缩机、球磨机、回转窑、密度不均匀的物料搅拌机和混合机	冲床、剪切机、橡胶混炼机、轧钢机、单斗挖掘机、钻机、重型离心分离机、重型给料泵、矿石破碎机、压砖机、单缸往复式压缩机、捣泥机

注: 1. 表内数据不适用于共振区。
 2. 计算增速传动时, 应将表中数值乘以 1.1。

动载荷系数 K_V

K_V 是考虑齿轮在啮合过程中产生的内部附加动载荷的系数。 K_V 可近似地从图 5—11 查出。图 5—11a 适用于直齿轮; 图 5—11b 适用于轴向重合度 $\epsilon_\beta > 1$ 的斜齿轮。对于轴向重合度 $\epsilon_\beta < 1$ 的斜齿轮, 其 K_V 值由图 5—11a 及图 5—11b 查出的数值用线性内差法求出。 $K_V = K_{Va} - \epsilon_\beta (K_{Va} - K_{Vb})$

式中 K_{Va} , K_{Vb} 分别为由图 5—11a 和图 5—11b 查出的值, ϵ_β 为轴向重合度。

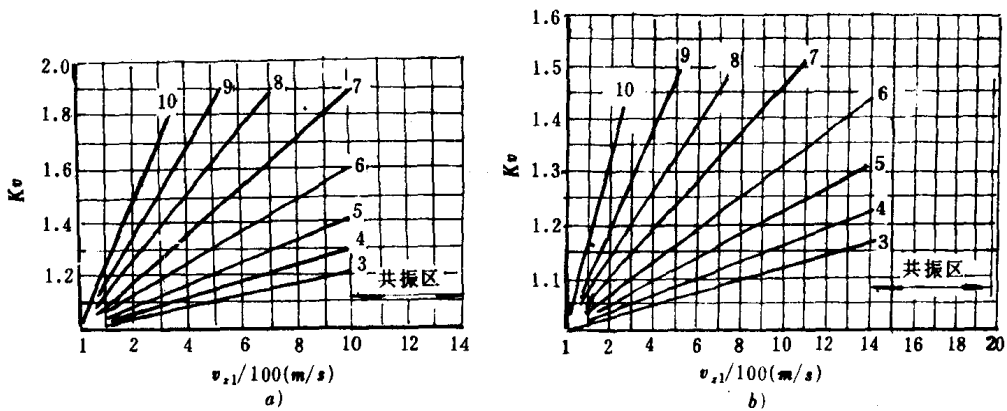


图 5—11 动载系数 K_v

a) 直齿轮的动载系数 b) 斜齿轮的动载系数

(射线一端表示齿轮精度等级)

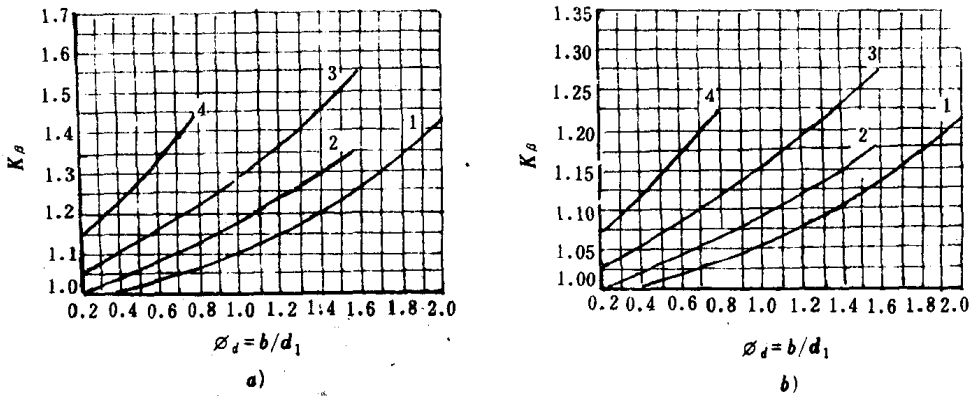


图 5—12 载荷分布系数 K_β

a) 两轮均为硬齿面 ($HBS > 350$) b) 两轮或其中一轮为软齿面 ($HBS < 350$)

1—齿轮对称布置于两轴承之间 2—齿轮非对称布置于两轴承之间, 且轴的刚性较大

3—齿轮非对称布置于两轴承之间, 且轴的刚性较小 4—齿轮悬臂布置

表 5—48

载荷分配系数 K_α

齿 轮 精 度 等 级		系 数 值
直 齿 轮	斜 齿 轮	
7 级 以 上	6 级 以 上	$K_\alpha \approx 1$
8 级	7、8 级	见右图
9 级 以 下		$K_\alpha \approx \frac{1}{Z_i}$ $K_\alpha \approx \frac{1}{Y_\epsilon}$

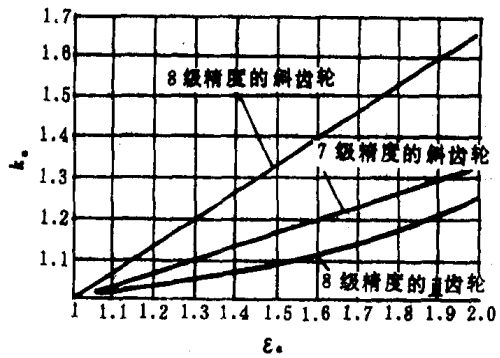


表 5—49

材料弹性系数 Z_E

$k\sqrt{\text{Pa}}$

小齿轮材料	大 齿 轮 材 料				
	钢	铸 钢	球墨铸铁	铸 铁	织物层压塑料
钢	189.8	188.9	181.4	162.0	56.4
铸 钢		188.0	180.5	161.4	
球墨铸铁			173.9	156.6	
铸 铁				143.7	

注：表中 Z_E 值计算时泊松比及弹性模量取以下数值：钢铁材料 $\nu=0.3$ ，织物层压塑料 $\nu=0.5$ ；钢 $E=206\text{GPa}$ ，铸钢 $E=202\text{GPa}$ ，球墨铸铁 $E=173\text{GPa}$ ，铸铁 $E=118\text{GPa}$ 。

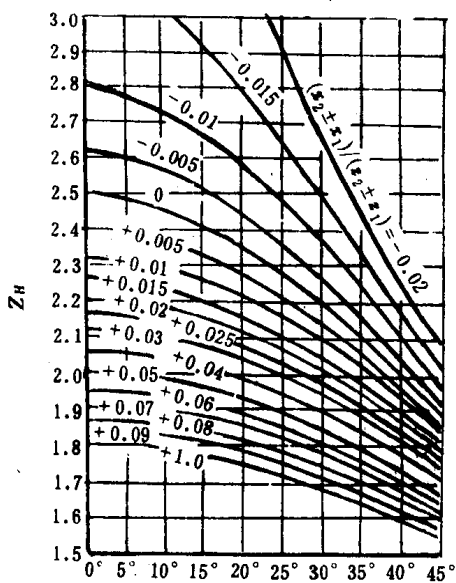


图 5—13 节点区域系数 Z_H ($\alpha=20^\circ$)
接触强度寿命系数 Z_N

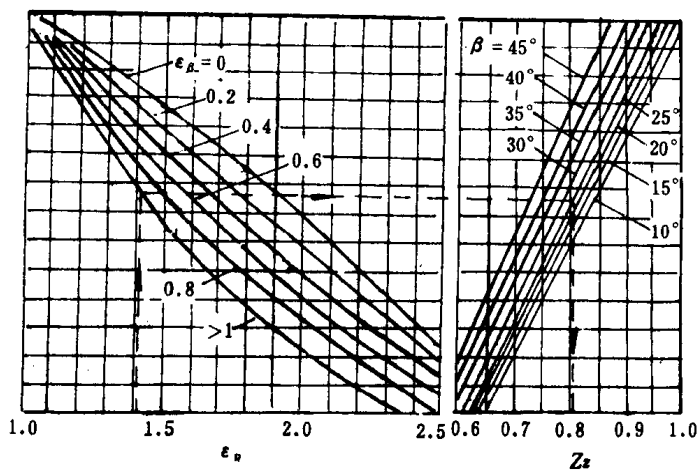


图 5—14 接触强度重合度系数 Z_ϵ

Z_N 是考虑由于齿轮设计寿命（通常以应力循环次数或工作小时数表示）的不同，而影响齿面接触疲劳极限应力的系数。

当齿轮的材料和热处理方法不同时，齿面接触疲劳的应力循环基数 $N > N_0$ 时（ N_0 为齿轮材料疲劳强度的循环基数），即认为应进行无限寿命计算，此时取 $Z_N=1$ 。

当应力循环次数 $N < N_0$ 时，即认为应进行有限寿命计算，此时 Z_N 可由图 5—16 查得。

应力循环次数 N 可按下式计算：

$$N = 60vnt$$

式中 γ —齿轮每一转内，齿的同一侧齿面的啮合次数； n —齿轮转速， r/min ； t —对应于齿轮的计算载荷的总工作小时数 h 。

工作硬化系数 Z_w

Z_w 是考虑在运转过程中，经磨齿的硬齿面小齿轮对调质或正火的大齿轮齿面产生冷作硬化，从而使大齿轮齿面接触疲劳强度应力提高的影响系数。如果符合上述条件， Z_w 可按式计算，也可按图 5—17 查取。

$$Z_w = 1.2 - \frac{HB_2 - 130}{1700}$$

表 5—50 最小安全系数 S_{Hmin} 、 S_{Fmin}

可靠程度	S_{Hmin}	S_{Fmin}
高可靠性	1.25	1.5
一般可靠性 (失效率小于 1/100)	1.0	1.0
低可靠性 (失效率小于 1/3)	0.8	0.7

- 注：1. 失效率是指实际使用寿命低于设计寿命的机率。
2. 表中 S_{Hmin} 值是考虑允许有非进展性点蚀。

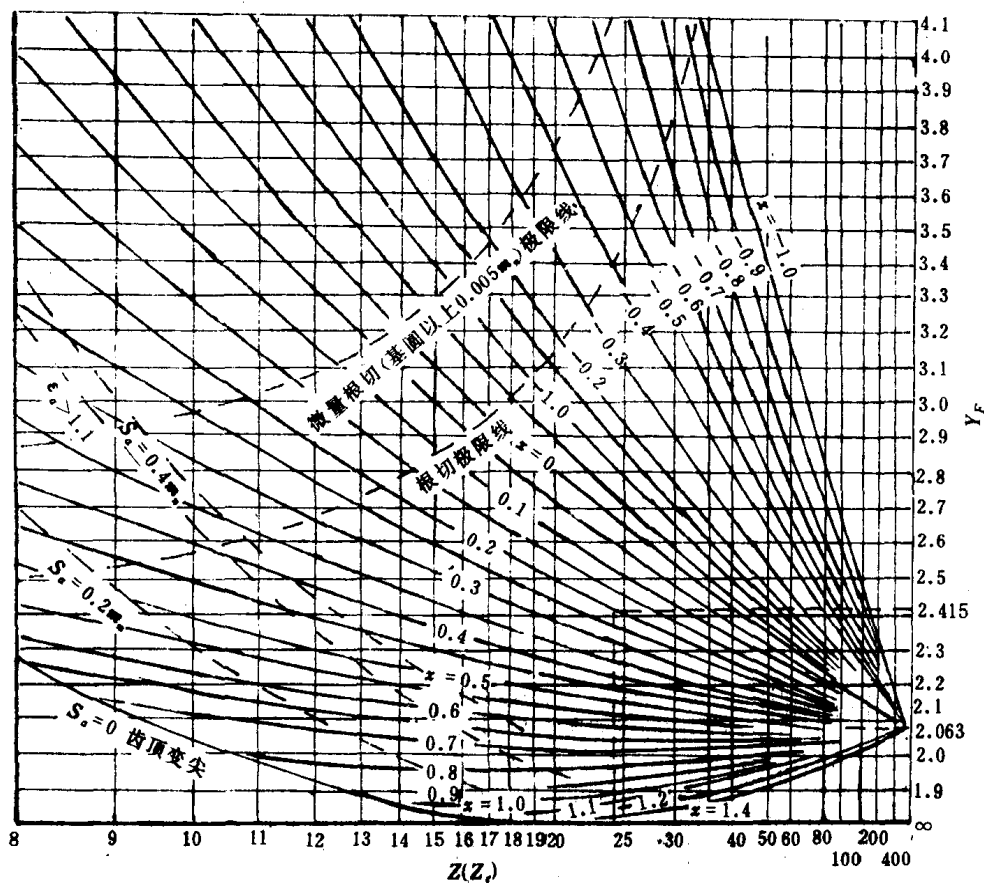


图 5—18 齿形系数 Y_F

齿形系数 Y_F

Y_F 是考虑齿形影响齿根弯曲应力的系数，主要与基准齿形、切齿刀具及载荷作用点的位置有关，且随齿数及变值系数而改变。

弯曲强度寿命系数 Y_N

Y_N 是考虑由于齿轮设计寿命（通常以应力循环次数或工作小时数来表示）的不同而影响其齿根弯曲疲劳强度应力的系数。

通常，齿根弯曲疲劳的应力循环基数取 $N_0 = 3 \times 10^6$ ，所以当应力循环次数 $N \geq 3 \times 10^6$ 时，即认为按无限寿命计算，此时取 $Y_N = 1$ 。

当应力循环次数 $N < 3 \times 10^6$ 时，即认为应进行有限寿命计算，此时 Y_N 可由图 5-22 (a) 查得。

应力循环次数 $N = 60\gamma nt$

式中， γ —齿轮每转中轮齿同一齿侧面的啮合次数； n —齿轮转速，r/min； t —工作时间，h。

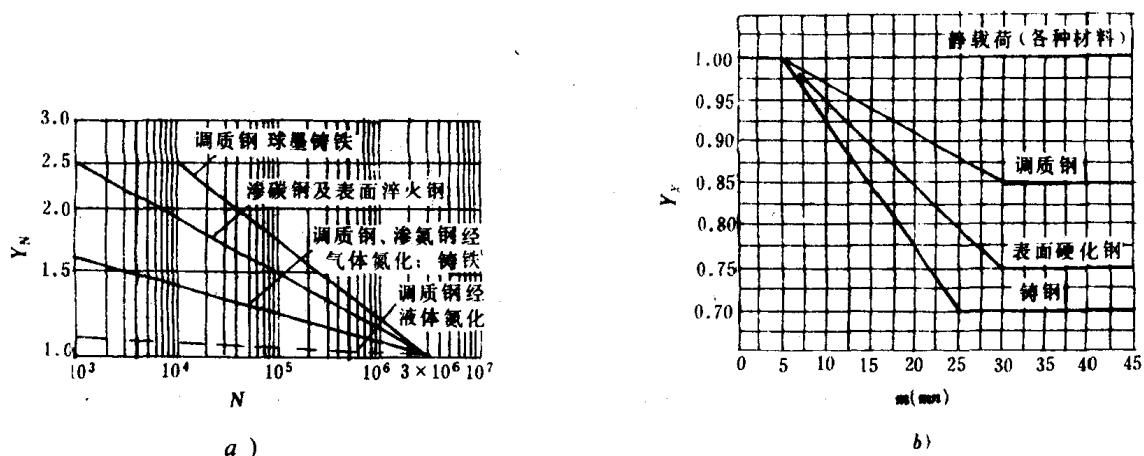


图 5-22 弯曲强度系数

(a) 弯曲强度寿命系数 Y_N

(b) 弯曲强度尺寸系数 Y_X

5.3.4 圆柱齿轮的结构

表 5-51

常用圆柱齿轮的结构

序号	齿坯	图 形 及 结 构 尺 寸, (mm)
1	锻齿	<p>当 $d_a < 2d$ 或 $X < 2.5m$ 时， 应将齿轮做成齿轮轴</p> <p> $D_1 = 1.6d_h$ $l = (1.2 \sim 1.5)d, l > b$ $\delta_0 = 2.5m_n$, 但不小于 8~10mm $n = 0.5m_n$ $D_0 = 0.5(D_1 + D_2)$ $d_0 = 10 \sim 29\text{mm}$ 当 d_a 较小时不钻孔 </p>

续表 1

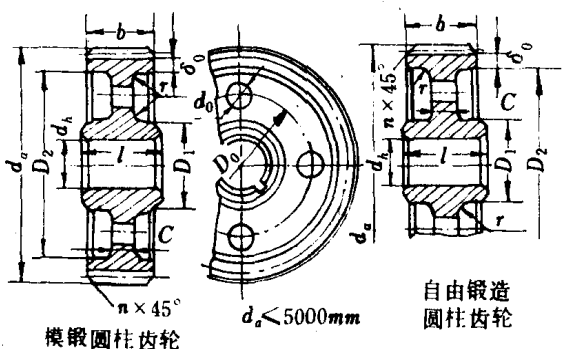
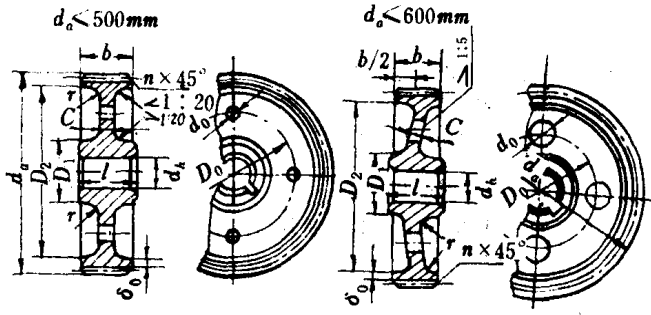
序号	齿坯	图 形 及 结 构 尺 寸 (mm)
1	锻 造 齿 轮	 <p style="text-align: center;">自由锻造 圆柱齿轮</p> <p style="text-align: center;">模锻圆柱齿轮</p> <p style="text-align: center;">$d_a < 5000\text{mm}$</p> $D_1 = 1.6d_h$ $l = (1.2 \sim 1.5)d_h, \quad l > b$ $\delta_0 = (2.5 \sim 4)m_n, \quad \text{但不小于 } 8 \sim 10\text{mm}$ $n = 0.5m_n, \quad r \approx 0.5C$ $D_0 = 0.5(D_1 + D_2)$ $d_0 = 15 \sim 25\text{mm}$ $C = (0.2 \sim 0.3)b \text{ (模锻)}$ $C = 0.3b \text{ (自由锻)}$
2	铸 造 齿 轮	 <p style="text-align: center;">铸造</p> <p style="text-align: center;">$d_a < 500\text{mm}$</p> <p style="text-align: center;">$d_a < 600\text{mm}$</p> $D_1 = 1.6d_h \text{ (铸钢)}$ $D_1 = 1.8d_h \text{ (铸铁)}$ $l = (1.2 \sim 1.5)d, \quad l > b$ $\delta_0 = (2.5 \sim 4)m_n, \quad \text{但不小于 } 8 \sim 10\text{mm}$ $n = 0.5m_n, \quad r \approx 0.5C$ $D_0 = 0.5(D_1 + D_2)$ $d_0 = 0.25(D_2 - D_1)$ $C = 0.2b, \quad \text{但不小于 } 10\text{mm}$ <p style="text-align: center;">$d_a = 400 \sim 1000\text{mm}$</p> <p style="text-align: center;">$b < 200\text{mm}$</p> $D_1 = 1.6d_h \text{ (铸钢)}$ $D_1 = 1.8d_h \text{ (铸铁)}$ $l = (1.2 \sim 1.5)d, \quad l > b$ $\delta_0 = (2.5 \sim 4)m_n, \quad \text{但不小于 } 8\text{mm}$ $n = 0.5m_n, \quad r \approx 0.5C$ $C = H/5;$ $S = H/6, \quad \text{但不小于 } 10\text{mm}$ $e = 0.8\delta_0$ $H = 0.8d, \quad H_1 = 0.8H$

表 5—54

齿轮的精度等级和加工方法及使用范围

精度等级		5 级 (精密级)	6 级 (高精度级)	7 级 (比较高的精度级)	8 级 (中等精度级)	9 级 (低精度级)
加工方法		在周期性误差非常小的精密齿轮机床上范成加工	在高精度的齿轮机床上范成加工	在高精度的齿轮机床上范成加工	用范成法或仿型法加工	用任意的方法加工
齿面最终精加工		精密磨齿。大型齿轮用精密滚齿滚切后，再研磨或剃齿	精密磨齿或剃齿	不淬火的齿轮推荐用高精度的刀具切削。淬火的齿轮需要精加工（磨齿、剃齿、研磨、珩齿）	不磨齿。必须时剃齿或研磨	不需要精加工
齿面粗糙度		$Ra0.4\mu m$	$Ra0.4\mu m$	$Ra0.8\mu m$	$Ra1.6\sim 3.2\mu m$	$Ra6.3\mu m$
使用范围		精密的分度机构用齿轮④。用于高速，并对运转平稳性和噪声有比较高的要求的齿轮⑤。高速汽轮机用齿轮。8级或9级齿轮的标准齿轮	用于在高速下平稳地回转，并要求有最高的效率和低噪声的齿轮⑤。分度机构用齿轮④。特别重要的飞机齿轮	用于高速、载荷小或反转的齿轮⑤。机床的进给齿轮，需要运动有配合的齿轮④。中速减速齿轮。飞机齿轮。人字齿的中速齿轮	对精度没有特别要求的一般机械用齿轮。机床齿轮（分度机构除外）。特别不重要的飞机、汽车、拖拉机齿轮。起重机、农业机械、普通减速器用齿轮	用于对精度要求不高，并且在低速下工作的齿轮
圆周速度 m/s	直齿轮	20 以上	到 15	到 10	到 6	到 2
	斜齿轮	40 以上	到 30	到 20	到 12	到 4
效率 (%) ③		99 (98.5) 以上	99 (98.5) 以上	98 (97.5) 以上	97 (96.5) 以上	96 (95) 以上

注：④ II 组精度可以降低 1 级。

⑤ I 组精度可以降低 1 级。

③ 括号内的效率是包括轴承损失的数值。

② 齿轮副侧隙

齿轮副的侧隙用选择适当的齿厚极限偏差和中心极限偏差来保证。GB10095—88 规定 14 种齿厚（或公法线长度）极限偏差，按偏差数值由小到大的顺序依次用字母 C、D、E……S 表示。如图 5—23。选择齿厚极限偏差时，应根据对侧隙的要求，从图 5—23 中选择两种代号，组成上偏差和下偏差（如 FL 的上偏差是 $-4f_{pt}$ ，下偏差是 $-16f_{pt}$ ）。

③ 误差及侧隙的代号

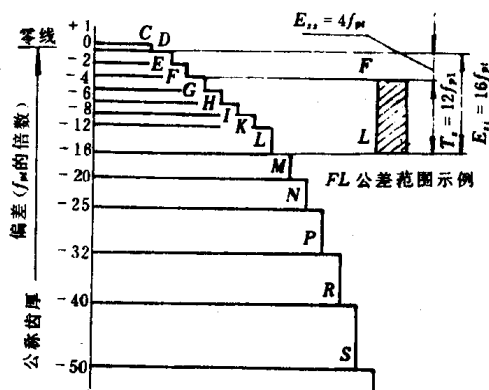


图 5—23 齿厚（或公法线平均长度）极限偏差

表 5—55

齿轮、齿轮副误差及侧隙的代号

序号	名称	代号	序号	名称	代号
1	切向综合误差 切向综合公差	$\Delta F'_i$ F'_i	13	轴向齿距偏差 轴向齿距极限偏差	ΔF_{px} $\pm F_{px}$
2	切向一齿综合误差 切向一齿综合公差	$\Delta f'_i$ f'_i	14	螺旋线波度误差 螺旋线波度公差	$\Delta f_{i\beta}$ $f_{i\beta}$
3	径向综合误差 径向综合公差	$\Delta F''_i$ F''_i	15	齿厚偏差 齿厚极限偏差 上偏差 下偏差 公差	ΔE_s E_{ss} E_{si} T_s
4	径向一齿综合误差 径向一齿综合公差	$\Delta f''_i$ f''_i			
5	周节累积误差 K个周节累积误差 周节累积公差 K个周节累积公差	ΔF_p ΔF_{pk} F_p F_{pk}	16	公法线平均长度偏差 公法线平均长度极限偏差 上偏差 下偏差 公差	ΔE_w E_{ws} E_{wi} T_w
6	齿圈径向跳动 齿圈径向跳动公差	ΔF_r F_r	18	齿轮副的切向一齿综合误差 齿轮副的切向一齿综合公差	$\Delta f'_{ic}$ f'_{ic}
7	公法线长度变动 公法线长度变动公差	ΔF_w F_w	19	齿轮副的接触斑点	
8	齿形误差 齿形公差	Δf_f f_f	20	齿轮副的侧隙 圆周侧隙 法向侧隙 最大极限侧隙 最小极限侧隙	j_l j_n j_{lmax} j_{nmax} j_{lmin} j_{nmin}
10	基节偏差 基节极限偏差	Δf_{pb} $\pm f_{pb}$	21	齿轮副的中心距偏差 齿轮副的中心距极限偏差	Δf_a $\pm f_a$
11	齿向误差 齿向公差	ΔF_β F_β	22	轴线的平行度误差 x方向轴线的平行度误差 y方向轴线的平行度误差 x方向轴线的平行度公差 y方向轴线的平行度公差	Δf_x Δf_y f_x f_y
12	接触线误差 接触线公差	ΔF_b F_b			

④ 检验与公差

根据齿轮副的工作要求和生产规模，在各公差组中，可任选一个检验组来检定和验收齿轮的精度。各行业常见的检验组见表 5—56。对于各精度等级、齿轮各项误差的公差数值，齿轮副各精度等级的极限偏差见表 5—57 至表 5—71。

表 5—56 各行业常用的检验组

齿轮用途		测量、分度、读数	透平机	航空、汽车、机床		拖拉机、减速器、一般机械		轧钢机
精度等级		3~5	3~6	4~6	6~8	7~9	10~12	6~8
公差组	I	F'_i 或 F_p	F'_i 或 F_p	F''_i 与 F_w	F''_i 与 F_w 或 F_r 与 F_w	F_r 与 F_w	F_r	F_p
	II	f'_i 或 f_r 与 f_{pb}	f'_i 或 f_{fp}	f''_i	f''_i 或 f_r 与 f_{pb}	f_{pt} 与 f_{pb}	f_{pt}	f_{pt} 与 f_{pb}
	III	F_β	$F_{p\alpha}$	F_β 或斑点	F_β 或斑点	斑点或 F_β	斑点	斑点
齿轮副侧隙		E_{ss} 与 E_{si} 或 E_{ws} 与 E_{wi}						

表 5—57 齿 坯 公 差

齿 轮 精 度 等 级 ^①		5	6	7	8	9	10	11	12
孔	尺寸公差	IT5	IT6	IT7	IT8	IT8	IT8	IT8	IT8
	形状公差								
轴	尺寸公差	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT9	IT11	IT11
	形状公差								
顶 圆 直 径 ^②		IT7	IT8	IT8	IT8	IT9	IT9	IT11	IT11
基准面径向圆跳动公差 (μm) ^③	分 度 圆	~125	11	18	22	28	36	50	71
		>125~400	14	22	32	45	63	100	160
		>400~800	20	32	45	63	100	160	250
基准端面的端面跳动公差 (μm)	直 径 (mm)	>800~1600	28	45	63	100	160	250	400
		>1600~2500	40	63	100	160	250	400	630
		>2500~4000	63	100	160	250	400	630	1000

注：①当三个公差组的精度等级不同时，按最高的精度等级确定公差值；②当顶圆不作测量齿厚的基准时，尺寸公差按 IT11 给定，但不大于 0.1mm；③当以顶圆作基准面时，本栏就指顶圆的径向跳动。

表 5—58

周节累积公差 F_p 及 K 个周节累积公差 F_{pk} 值

(μm)

L (mm)		精 度 等 级											
大于	到	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	11.2	1.1	1.8	2.8	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
11.2	20	1.6	2.5	4.0	6	10	16	22	32	45	63	90	125
20	32	2.0	3.2	5.0	8	12	20	28	40	56	80	112	160
32	50	2.2	3.6	5.5	9	14	22	32	45	63	90	125	180
50	80	2.5	4.0	6.0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
80	160	3.2	5.0	8.0	12	20	32	45	63	90	125	180	250
160	315	4.5	7.0	11	18	28	45	63	90	125	180	250	355
315	630	6.0	10	16	25	40	63	90	125	180	250	355	500
630	1000	8.0	12	20	32	50	80	112	160	224	315	450	630
1000	1600	10	16	25	40	63	100	140	200	280	400	560	800
1600	2500	11	18	28	45	71	112	160	224	315	450	630	900
2500	3150	14	22	36	56	90	140	200	280	400	560	800	1120
3150	4000	16	25	40	63	100	160	224	315	450	630	900	1250
4000	5000	18	28	45	71	112	180	250	355	500	710	1000	1400
5000	7200	20	32	50	80	125	200	280	400	560	800	1120	1600

注: 1. F_p 和 F_{pk} 按分度圆弧长L查表。查 F_p 时, 取 $L = \frac{1}{2} \pi d = \frac{\pi m_n Z}{2 \cos \beta}$; 查 F_{pk} 时, 取 $L = \frac{K \pi m_n}{\cos \beta}$ (K为2到小于 $Z/2$ 的整数)。2. 除特殊情况外, 对于 F_{pk} , K值规定取小于 $Z/6$ 或 $Z/8$ 的最大整数。

表 5—59

齿圈径向跳动公差 F_r 值

(μm)

分度圆直径(mm)		法向模数 (mm)	精 度 等 级											
大于	到		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	>1~3.5	3.6	5.5	9	14	22	36	50	63	80	100	125	160
		>3.5~6.3	4.5	7.0	11	18	28	45	63	80	100	125	160	200
		>6.3~10	5.0	8.0	13	20	32	50	71	90	112	140	180	224
125	400	>1~3.5	4.0	6.0	10	16	25	40	56	71	90	112	140	180
		>3.5~6.3	5.0	8.0	13	20	32	50	71	90	112	140	180	224
		>6.3~10	5.5	9.0	14	22	36	56	80	100	125	160	200	250
		>10~16	6.0	10	16	25	40	63	90	112	140	180	224	280
		>16~25	8.0	13	20	32	50	80	112	140	180	224	280	355
400	800	>1~3.5	4.5	7.0	11	18	28	45	63	80	100	125	160	200
		>3.5~6.3	5.0	8.0	13	20	32	50	71	90	112	140	180	224
		>6.3~10	5.5	9.0	14	22	36	56	80	100	125	160	200	250
		>10~16	7.0	11	18	28	45	71	100	125	160	200	250	315
		>16~25	9.0	14	22	36	56	90	125	160	200	250	315	400
		>25~40	11	18	28	45	71	112	160	200	250	315	400	500

表 5—60

径向综合公差 F_i' 值

(μm)

分度圆直径(mm)		法向模数 (mm)	精 度 等 级											
大于	到		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	>1~3.5	—	—	—	20	32	50	71	90	112	140	180	224
		>3.5~6.3	—	—	—	25	40	63	90	112	140	180	224	280
		>6.3~10	—	—	—	28	45	71	100	125	160	200	250	315
125	400	>1~3.5	—	—	—	22	36	56	80	100	125	160	200	250
		>3.5~6.3	—	—	—	28	45	71	100	125	160	200	250	315
		>6.3~10	—	—	—	32	50	80	112	140	180	224	280	355
		>10~16	—	—	—	36	56	90	125	160	200	250	315	400
		>16~25	—	—	—	45	71	112	160	200	250	315	400	500
400	800	>1~3.5	—	—	—	25	40	63	90	112	140	180	224	280
		>3.5~6.3	—	—	—	28	45	71	100	125	160	200	250	315
		>6.3~10	—	—	—	32	50	80	112	140	180	224	280	355
		>10~16	—	—	—	40	63	100	140	180	224	280	355	450
		>16~25	—	—	—	50	80	125	180	224	280	355	450	560
		>25~40	—	—	—	63	100	160	224	280	355	450	560	710

表 5—61

齿形公差 f_f 值

(μm)

分度圆直径(mm)		法向模数 (mm)	精 度 等 级											
大于	到		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	>1~3.5	2.1	2.6	3.6	4.8	6	8	11	14	22	26	56	90
		>3.5~6.3	2.4	3.0	4.0	5.3	7	10	14	20	32	50	80	125
		>6.3~10	2.5	3.4	4.5	6.0	8	12	17	22	36	56	90	140
125	400	>1~3.5	2.4	3.0	4.0	5.3	7	9	13	18	28	45	71	112
		>3.5~6.3	2.5	3.2	4.5	6.0	8	11	16	22	36	56	90	140
		>6.3~10	2.6	3.6	5.0	6.5	9	13	19	28	45	71	112	180
		>10~16	3.0	4.0	5.5	7.5	11	16	22	32	50	80	125	200
		>16~25	3.4	4.8	6.5	9.5	14	20	30	45	71	112	180	280
400	800	>1~3.5	2.6	3.4	4.5	6.5	9	12	17	25	40	63	100	160
		>3.5~6.3	2.8	3.8	5.0	7.0	10	14	20	28	45	71	112	180
		>6.3~10	3.0	4.0	5.5	7.5	11	16	24	36	56	90	140	224
		>10~16	3.2	4.5	6.0	9.0	13	18	26	40	63	100	160	250
		>16~25	3.8	5.3	7.5	10.5	16	24	36	56	90	140	224	355
		>25~40	4.5	6.5	9.5	14	21	30	48	71	112	180	280	450

表 5—62

周节极限偏差 $\pm f_{pt}$ 值

(μm)

分度圆直径(mm)		法向模数 (mm)	精 度 等 级											
大于	到		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	>1~3.5	1.0	1.6	2.5	4.0	6	10	14	20	28	40	56	80
		>3.5~6.3	1.2	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
		>6.3~10	1.4	2.2	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
125	400	>1~3.5	1.1	1.8	2.8	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
		>3.5~6.3	1.4	2.2	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
		>6.3~10	1.6	2.5	4.0	6.0	10	16	22	32	45	63	90	125
		>10~16	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
		>16~25	2.2	3.6	5.5	9	14	22	32	45	63	90	125	180
400	800	>1~3.5	1.2	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
		>3.5~6.3	1.4	2.2	3.6	5.5	9	14	20	28	40	56	80	112
		>6.3~10	1.8	2.8	4.5	7.0	11	18	25	36	50	71	100	140
		>10~16	2.0	3.2	5.0	8.0	13	20	28	40	56	80	112	160
		>16~25	2.5	4.0	6.0	10	16	25	36	50	71	100	140	200
		>25~40	3.2	5.0	8.0	13	20	32	45	63	90	125	180	250

表 5—63

基节极限偏差 $\pm f_{pb}$ 值

(μm)

分度圆直径(mm)		法向模数 (mm)	精 度 等 级											
大于	到		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	>1~3.5	1.0	1.4	2.4	3.6	5	9	13	18	25	36	50	71
		>3.5~6.3	1.2	1.8	3.0	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
		>6.3~10	1.4	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
125	400	>1~3.5	1.0	1.6	2.4	4.2	6	10	14	20	30	40	60	80
		>3.5~6.3	1.2	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
		>6.3~10	1.4	2.4	3.6	5.5	9	14	20	30	40	60	80	112
		>10~16	1.6	2.6	4.2	6.5	10	16	22	32	45	63	90	125
		>16~25	2.0	3.4	5.0	8.5	13	20	30	40	60	80	112	160
400	800	>1~3.5	1.2	1.8	3.0	4.5	7	11	16	22	32	45	63	90
		>3.5~6.3	1.4	2.0	3.2	5.0	8	13	18	25	36	50	71	100
		>6.3~10	1.6	2.6	4.2	6.5	10	16	22	32	45	63	90	125
		>10~16	1.8	3.0	4.5	7.5	11	18	25	36	50	71	100	140
		>16~25	2.4	3.6	5.5	9.5	14	22	32	45	63	90	125	180
		>25~40	3.0	4.5	7.5	11	18	30	40	60	80	112	160	224

表 5—64

径向—齿综合公差 f_r' 值

(μm)

分度圆直径(mm)		法向模数 (mm)	精 度 等 级											
大于	到		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	>1~3.5	—	—	—	7	10	14	20	28	36	45	56	71
		>3.5~6.3	—	—	—	8	13	18	25	36	45	56	71	90
		>6.3~10	—	—	—	10	14	20	28	40	50	63	80	100
125	400	>1~3.5	—	—	—	8	11	16	22	32	40	50	63	80
		>3.5~6.3	—	—	—	10	14	20	28	40	50	63	80	100
		>6.3~10	—	—	—	11	16	22	32	45	56	71	90	112
		>10~16	—	—	—	13	18	25	36	50	63	80	100	125
		>16~25	—	—	—	16	22	32	45	63	80	100	125	160
400	800	>1~3.5	—	—	—	9	13	18	25	36	45	56	71	90
		>3.5~6.3	—	—	—	10	14	20	28	40	50	63	80	100
		>6.3~10	—	—	—	11	16	22	32	45	56	71	90	112
		>10~16	—	—	—	14	20	28	40	56	71	90	112	140
		>16~25	—	—	—	18	25	36	50	71	90	112	140	180
		>25~40	—	—	—	22	32	45	63	90	112	140	180	224

表 5—65

中心距极限偏差 $\pm f_a$

(μm)

第II公差组精度等级			1~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12
f_a			$\frac{1}{2}IT4$	$\frac{1}{2}IT6$	$\frac{1}{2}IT7$	$\frac{1}{2}IT8$	$\frac{1}{2}IT9$	$\frac{1}{2}IT11$
齿 轮 副 的 中 心 距	大于 6	到 10	2	4.5	7.5	11	18	45
	10	18	2.5	5.5	9	13.5	21.5	55
	18	30	3	6.5	10.5	16.5	26	65
	30	50	3.5	8	12.5	19.5	31	80
	50	80	4	9.5	15	23	37	90
	80	120	5	11	17.5	27	43.5	110
	120	180	6	12.5	20	31.5	50	125
	180	250	7	14.5	23	36	57.5	145
	250	315	8	16	26	40.5	65	160
	315	400	9	18	28.5	44.5	70	180
	400	500	10	20	31.5	48.5	77.5	200
	500	630	11	22	35	55	87	220
	630	800	12.5	25	40	62	100	250
	800	1000	14.5	28	45	70	115	280
	1000	1250	17	33	52	82	130	330
	1250	1600	20	39	62	97	155	390
1600	2000	24	46	75	115	185	460	
2000	2500	28.5	55	87	140	220	550	
2900	3150	34.5	67.5	105	165	270	676	

表 5-66

轴 心 线 平 行 度 公 差

x 方向轴线平行度公差 $f_x = F_\beta$	对 F_β 见表 5-67
y 方向轴线平行度公差 $f_y = \frac{1}{2} F_\beta$	

表 5-67

齿 向 公 差 F_β 值

(μm)

齿轮宽度 (mm)		精 度 等 级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
大于	到												
—	40	2.8	3.6	4.5	5.5	7	9	11	18	28	45	71	112
40	100	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	25	40	63	100	160
100	160	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	32	50	80	125	200
160	250	6.0	7.5	10	12	16	19	24	38	60	105	160	240
250	400	7.0	9.0	12	14	18	24	28	45	75	120	190	300
400	630	8.5	11	14	17	22	28	34	55	90	140	220	360

表 5-68

接 触 斑 点

接触斑点		精 度 等 级											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
按高度 不大于	%	65	65	65	60	55 (45)	50 (40)	45 (35)	40 (30)	30	25	20	15
按长度 不大于	%	95	95	95	90	80	70	60	50	40	30	30	30

注: 1. 接触斑点的分布位置应趋于齿面中部。齿顶和两端部棱边处不允许接触。2. 括号内数值, 用于轴向重合度 $\epsilon_\beta > 0.8$ 的斜齿轮。

表 5—69

齿厚极限偏差

$C = +1f_{pi}$	$G = -6f_{pi}$	$L = -16f_{pi}$	$R = -40f_{pi}$ $S = -50f_{pi}$
$D = 0$	$H = -8f_{pi}$	$M = -20f_{pi}$	
$E = -2f_{pi}$	$J = -10f_{pi}$	$N = -25f_{pi}$	
$F = -4f_{pi}$	$K = -12f_{pi}$	$P = -32f_{pi}$	

注：公法线平均长度上偏差 $E_{ws} = E_{sa} \cos\alpha - 0.72F_s \sin\alpha$ (外齿轮)

公差 $T_w = T_s \cos\alpha - 1.44F_s \sin\alpha$

表 5—70

公法线长度变动公差 F_w 值

(μm)

分度圆直径 mm		精 度 等 级											
大于	到	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
—	125	2.0	3.0	5.0	8.0	12	20	28	40	56	80	112	160
125	400	2.5	4.0	6.5	10	16	25	36	50	71	100	140	200
400	800	3.0	5.0	8.0	12	20	32	45	63	90	125	180	250
800	1600	4.0	6.5	10	16	25	40	56	80	112	160	224	315
1600	2500	4.5	7.0	11	18	28	45	71	100	140	200	280	400
2500	4000	6.5	10	16	25	40	63	90	125	180	250	355	500

表 5—71

未列极限偏差、公差数值的计算式

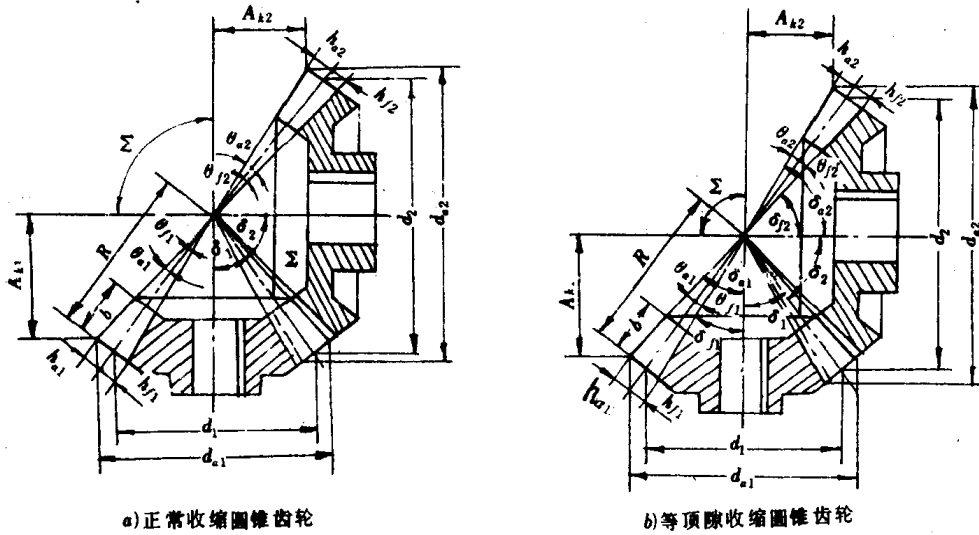
名 称	代 号	计 算 式	注
切向综合公差	F'_i	$F'_i = F_p + f_i$	当两齿轮的齿数比为不大于 3 的整数，且采用选配时， F'_i 可比计算值压缩 25% 或更多。
切向一齿综合公差	f'_i	$f'_i = 0.6(f_{pi} + f_i)$	
齿轮副的切向综合公差	$F'_{i\alpha}$	$F'_{i\alpha} = F'_{i1} + F'_{i2}$	β ——分度圆螺旋角
齿轮副的切向一齿综合公差	$f'_{i\alpha}$	$f'_{i\alpha} = f'_{i1} + f'_{i2}$	
螺旋线波度公差	f_{β}	$f_{\beta} = f'_i \cos\beta$	按接触线长度查表
轴向齿距极向偏差	$\pm F_{px}$	$F_{px} = F_{\beta}$	
接触线公差	F_b	$F_b = F_{\beta}$	

5.4 圆锥齿轮传动

5.4.1 圆锥齿轮传动的几何尺寸计算

标准的及高变位的直齿圆锥齿轮及弧齿圆锥齿轮传动的几何尺寸计算公式如表 5—72、表 5—73。

表 5—72 标准及高变位直齿圆锥齿轮传动的几何尺寸计算



a) 正常收缩圆锥齿轮

b) 等顶隙收缩圆锥齿轮

名称	代号	小 齿 轮	大 齿 轮
分度圆直径	d	d_1 根据强度计算确定	$d_2 = u d_1$
齿 数	z	z_1 按图 5-24 选取	$z_2 = u z_1$
大端模数	m	$m = d_1 / z_1 = d_2 / z_2$	
节 锥 角	δ	$\Sigma = 90^\circ$ 时 $\delta_1 = \arctg z_1 / z_2$	$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$
		$\Sigma \neq 90^\circ$ 时 $\delta_1 = \arctg \frac{\sin \Sigma}{u + \cos \Sigma}$	$\delta_2 = \Sigma - \delta_1$
锥 距	R	$R = d_1 / 2 \sin \delta_1 = d_2 / 2 \sin \delta_2$	
齿 宽	b	$b = \varphi_R R$	φ_R —齿宽系数 $\varphi_R \leq 0.33$
周 节	p	$p = \pi m$	
变位系数	x	$\Sigma = 90^\circ$ 时, $z_1 \geq 13$, 推荐 $x_1 = -x_2 = 0.46 \left[1 - (z_1 / z_2)^2 \right]$	
		$\Sigma \neq 90^\circ$ 时, $z_1 \geq 13$, 推荐 $x_1 = -x_2 = 0.46 \left(1 - \frac{z_1 \cos \delta_2}{z_2 \cos \delta_1} \right)$	

续表 1

名 称	代 号	小 齿 轮	大 齿 轮
齿 顶 高	h_a	$h_{a1} = m(1 + x_1)$	$h_{a2} = m(1 - x_1)$
齿 根 高	h_f	$h_{f1} = m(1.2 - x_1)$	$h_{f2} = m(1.2 + x_1)$
齿顶间隙	c	$c = 0.2m$	
齿 根 角	θ_f	$\theta_{f1} = \arctg h_{f1} / R$	$\theta_{f2} = \arctg h_{f2} / R$
齿 顶 角	θ_a	正常收缩齿 $\theta_{a1} = \arctg h_{a1} / R$	$\theta_{a2} = \arctg h_{a2} / R$
		等齿顶隙 $\theta_{a1} = \arctg h_{f2} / R$	$\theta_{a2} = \arctg h_{f1} / R$
齿顶圆锥角	δ_a	正常收缩齿 $\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$
		等齿顶隙 $\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{f2}$	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{f1}$
齿根圆锥角	δ_f	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$	$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$
齿顶圆直径	d_a	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} \cos \delta_1$	$d_{a2} = d_2 + 2h_{a2} \cos \delta_2$
节锥顶点到 轮冠距离	A_k	当 $\Sigma = 90^\circ$ 时, $A_{k1} = \frac{d_2}{2} - h_{a1} \sin \delta_1$	当 $\Sigma' = 90^\circ$ 时, $A_{k2} = \frac{d_1}{2} - h_{a2} \sin \delta_2$
		当 $\Sigma \neq 90^\circ$ 时, $A_{k1} = R \cos \delta_1 - h_{a1} \sin \delta_1$	当 $\Sigma \neq 90^\circ$ 时, $A_{k2} = R \cos \delta_2 - h_{a2} \sin \delta_2$
大端分度 圆弧齿厚	s	$s_1 = m \left(\frac{\pi}{2} + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha + x_1 \right)$	$s_2 = p - s_1$
分度圆弦齿厚	\bar{s}	$\bar{s}_1 = s_1 \left(1 - \frac{s_1^2}{6d_1^2} \right)$	$\bar{s}_2 = s_2 \left(1 - \frac{s_2^2}{6d_2^2} \right)$
分度圆弦齿高	\bar{h}_a	$\bar{h}_{a1} = h_{a1} + \frac{s_1^2 \cos \delta_1}{4d_1}$	$\bar{h}_{a2} = h_{a2} + \frac{s_2^2 \cos \delta_2}{4d_2}$
齿角 (供刨齿用)		$\frac{3438}{R} \left(\frac{s_1}{2} + h_{f1} \operatorname{tg} \alpha \right)$	$\frac{3438}{R} \left(\frac{s_2}{2} + h_{f2} \operatorname{tg} \alpha \right)$

注: 1. 表中 x_1 是切向变位系数, 一般情况 $x_1 = 0$, 当 $\frac{z_1}{z_2}$ 较小时可按图 5-25 选取 x_1 。

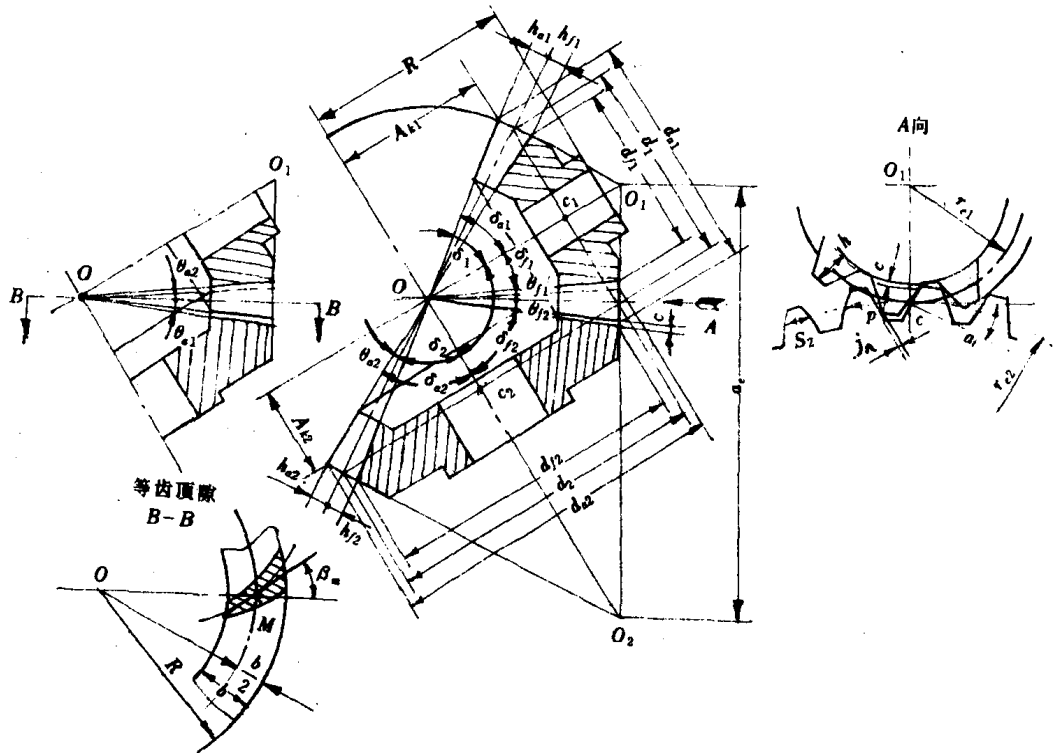
2. 当齿数很少 ($z < 13$) 时, 应按下述公式计算最少齿数 z_{\min} 和最小变位系数 x_{\min} :

$$\text{用刀尖无圆角的刀具加工时, } z_{\min} \approx \frac{2.4 \cos \delta}{\sin^2 \alpha}, \quad x_{\min} \approx 1.2 - \frac{z \sin^2 \alpha}{2 \cos \delta}$$

$$\text{用刀尖有 } 0.2m \text{ 的圆角的刀具加工时, } z_{\min} \approx \frac{2 \cos \delta}{\sin^2 \alpha}, \quad x_{\min} \approx 1 - \frac{z \sin^2 \alpha}{2 \cos \delta}$$

表 5—73

弧齿圆锥齿轮传动的几何尺寸计算 ($\Sigma = 90^\circ, \alpha = 20^\circ$)



名称	代号	$\beta_m = 0$ 的弧齿圆锥齿轮	$\beta_m = 35^\circ$ 的弧齿圆锥齿轮
分度圆直径	d	d_1 按强度计算确定 $d_2 = u d_1$	
齿数	z	z_1 按图 5—24 选取, $z_2 = u z_1$	z_1 按图 5—26 选取, $z_2 = u z_1$
大端模数	m	$m = d_1 / z_1 = d_2 / z_2$	
节锥角	δ	$\delta_1 = \arctg z_1 / z_2, \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$	
锥距	R	$R = d_1 / 2 \sin \delta_1 = d_2 / 2 \sin \delta_2$	
齿宽	b	$b = \varphi_R R$, 齿宽系数 $\varphi_R \leq 0.25$	$b = \varphi_R R$, 齿宽系数 $\varphi_R \leq 0.3$
周节	p	$p = \pi m$	
工作齿高	h'	$h' = 2m$	一般按表 5—74 选定
全齿高	h	$h = 2.2m$	
齿顶高	h_a	$h_{a2} = 0.54m + \frac{0.46m}{(z_2/z_1)^2}$ $h_{a1} = h' - h_{a2}$	一般, $h_{a2} = 0.46m + \frac{0.39m}{(z_2/z_1)^2}$;
齿根高	h_f	$h_{f1} = h - h_{a1}, h_{f2} = h - h_{a2}$	
齿顶间隙	c	$c = h - h'$	
齿根角	θ_f	$\theta_{f1} = \arctg h_{f1} / R, \theta_{f2} = \arctg h_{f2} / R$	

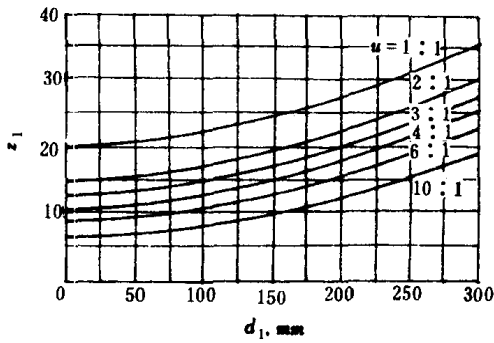


图 5—26 渗碳淬火的 $\beta_m = 35^\circ$ 弧齿圆锥齿轮的小轮齿数 (如果硬度值低时, z_1 可比图中值大一倍)

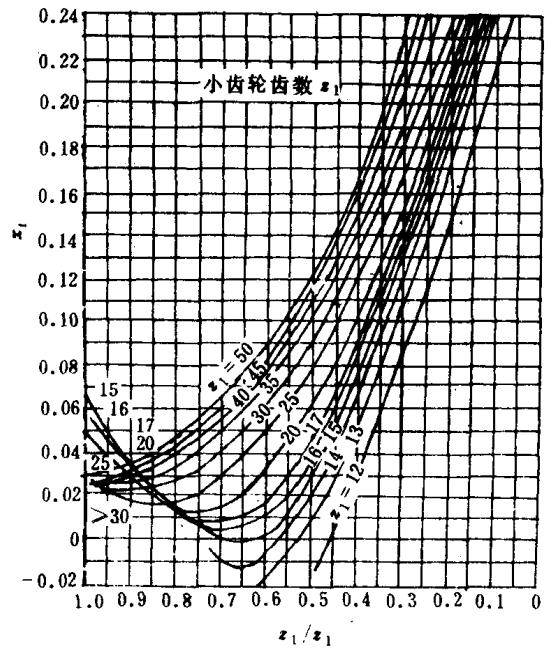


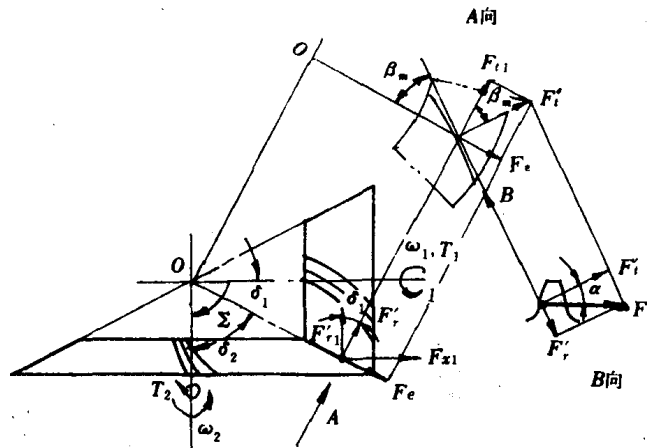
图 5—27 弧齿圆锥齿轮的切向变位系数 x_t

5.4.2 圆锥齿轮传动的设计计算

① 圆锥齿轮传动的作用力计算

表 5—75

圆锥齿轮传动的作用力



作用力	直齿及零度弧齿圆锥齿轮	弧齿圆锥齿轮
平均分度圆上的圆周力, N	$F_{tm} = \frac{2T}{d_m} = \frac{2T}{d(1-0.5\varphi_R)}$	d_m ——平均分度圆直径, m ; $d_m = d(1-0.5\varphi_R)$ T ——齿轮传递的额定转矩, $N \cdot m$
径向力, N	$F_r = F_{tm} \operatorname{tg} \alpha \cos \delta$	$F_{r, \odot} = \frac{F_{tm}}{\cos \beta_m} (\operatorname{tg} \alpha_n \cos \delta \mp \sin \beta_m \sin \delta)$

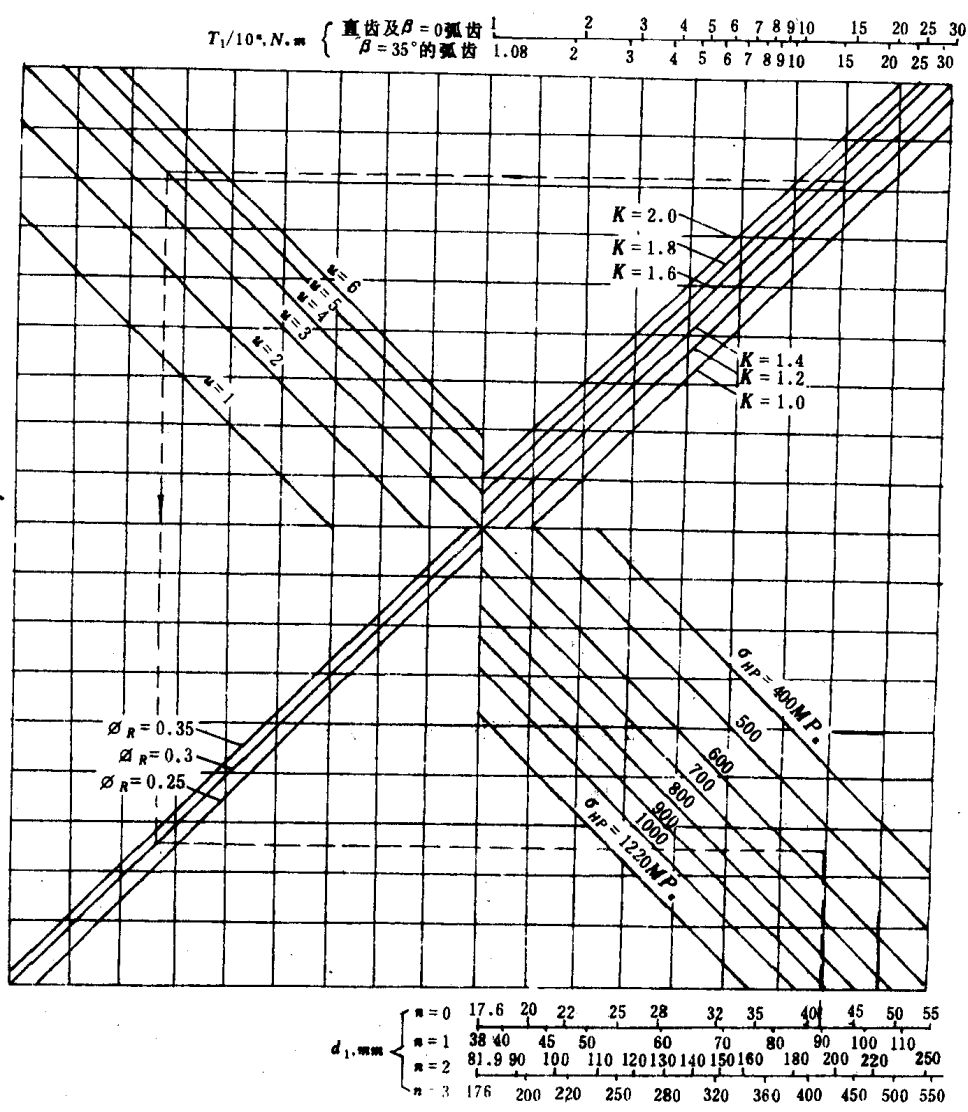


图5—28 按齿面接触强度确定 d_1 的线图

例：已知钢制直齿圆锥齿轮传动， $T_1 = 140\text{N}\cdot\text{m}$ ， $K = 1.4$ ， $u = 4$ ， $\varphi_R = 0.3$ ， $[\sigma_{HP}] = 0.9 \times 600 = 540\text{MPa}$

由 $\frac{T_1}{10^n} = \frac{140}{10} = 14\text{N}\cdot\text{m}$ ，在 $n=1$ 线上得 $d_1 = 89\text{mm}$

③ 强度校核

表 5—77

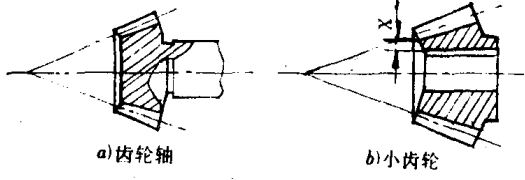
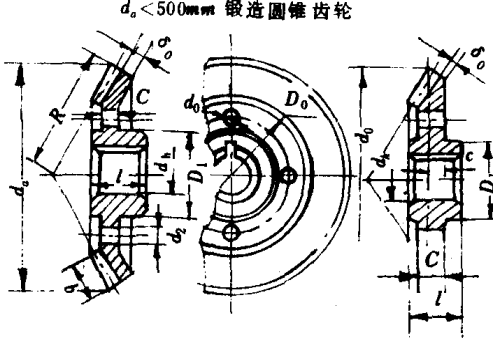
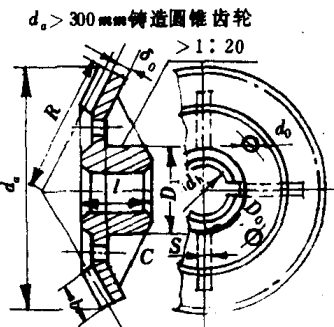
圆锥齿轮传动疲劳强度校核

齿面接触疲劳强度	齿根弯曲疲劳强度
$\sigma_H = \sqrt{\frac{F_{tm} K_A K_V K_\beta}{b d_1 (1 - 0.5\varphi_R)} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u}} Z_E Z_H \leq [\sigma_{HP}], \text{ Pa}$	$\sigma_F = \frac{F_{tm} K_A K_V K_\beta}{b m \cos\beta_m (1 - 0.5\varphi_R)} Y_F Y_\beta \leq [\sigma_{FP}], \text{ Pa}$
$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim} Z_N Z_W}{S_{Hmin}}, \text{ Pa}$	$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{Flim} Y_N Y_X}{S_{Fmin} Y_{sr}}, \text{ Pa}$

5.4.3 圆锥齿轮的结构

表 5—79

圆锥齿轮的结构

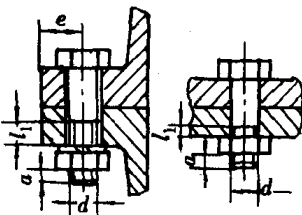
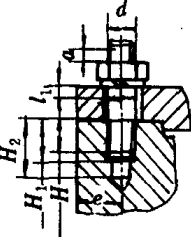
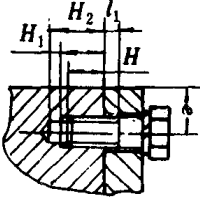
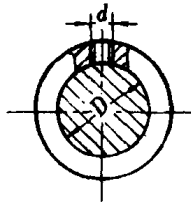
图 形	结 构 尺 寸
 <p>a) 齿轮轴 b) 小齿轮</p>	<p>当齿轮小头处 $X < 1.6m$ (图 b) 时, 齿轮与轴作成整体 (图 a)</p> <p>m——大头端面模数</p>
<p>$d_o < 500\text{mm}$ 锻造圆锥齿轮</p>  <p>a) 模锻 b) 自由锻</p>	<p>$D_1 = 1.6d_h$</p> <p>$l = (1 \sim 1.2) d_h$</p> <p>$\delta_o = (3 \sim 4) m$, 但不小于 10mm</p> <p>$C = (0.1 \sim 0.17) R$</p> <p>D_o, d_o 按结构而定</p>
<p>$d_o > 300\text{mm}$ 铸造圆锥齿轮</p>  <p>$> 1:20$</p>	<p>$D_1 = 1.6d_h$ (铸钢)</p> <p>$D_1 = 1.8d_h$ (铸铁)</p> <p>$l = (1 \sim 1.2) d_h$</p> <p>$\delta_o = (3 \sim 4) m$, 但不小于 10mm</p> <p>$C = (0.1 \sim 0.17) R$, 但不小于 10mm</p> <p>$S = 0.8C$, 但不小于 10mm</p> <p>D_o, d_o 按结构而定</p>

5.5 螺纹连接

5.5.1 普通螺纹连接的基本类型及应用

表 5—80

普通螺纹连接的基本类型及应用

	螺栓连接	双头螺柱连接	螺钉连接	紧定螺钉连接
构 造				

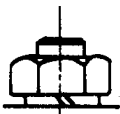
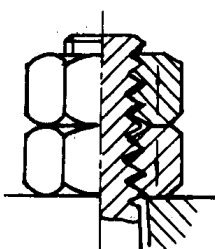
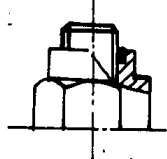
续表 1

	螺栓连接	双头螺柱连接	螺钉连接	紧定螺钉连接
尺寸关系	螺纹余留长度 l_1 静载荷 $l_1 \geq (0.3 \sim 0.5) d$ 冲击载荷或弯曲载荷 $l_1 \geq d$ 变载荷 $l_1 \geq 0.75d$ 铰制孔用螺栓 l_1 应稍大于螺纹收尾部分长度 螺纹伸出长度 $a \approx (0.2 \sim 0.3) d$ 螺栓轴线到边缘的距离 $e = d + (3 \sim 6) \text{ mm}$	座端拧入深度 H , 当螺孔为 铜或青铜 $H = d$ 铸铁 $H = (1.25 \sim 1.5) d$ 铝合金 $H = (1.5 \sim 2.5) d$ 螺纹孔深度 $H_1 = H + (2 \sim 2.5) P$ 钻孔深度 $H_2 = H_1 + (0.5 \sim 1) d$ l_1, a, e 同左		
应用	用于通孔, 损坏后容易更换	多用于盲孔, 被连接件需经常拆卸时	多用于盲孔, 被连接件很少拆卸时	用以固定两个零件的相对位置, 可传递不大的力和转矩

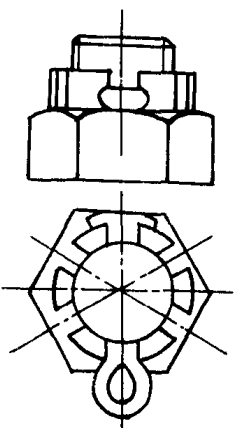
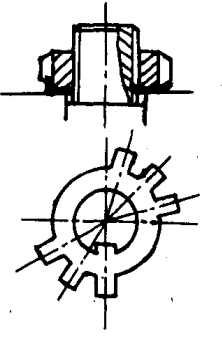
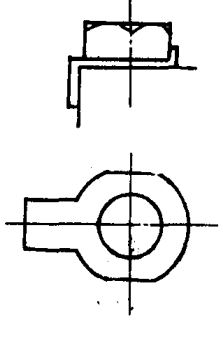
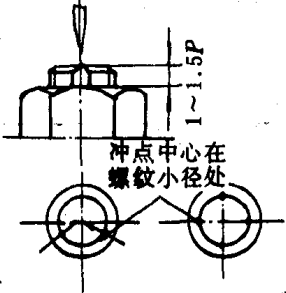
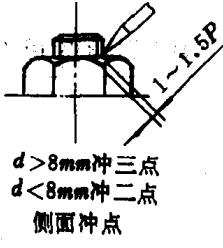
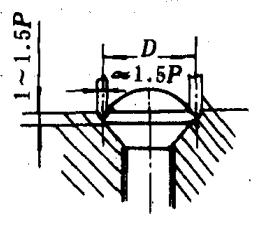
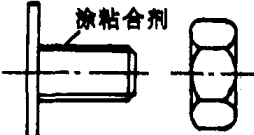
5.5.2 螺纹连接的常用防松方法

表 5-81

螺纹连接的常用防松方法

摩擦力防松	 弹簧垫圈	 对顶螺母	 弹性圈螺母
	弹簧垫圈材料为弹簧钢, 装配后垫圈被压平, 其弹力使螺纹间保持压紧力和摩擦力	利用两螺母的作用使螺栓始终受到附加的拉力和附加的摩擦力。由于多用一个螺母, 且工作并不十分可靠, 目前已很少采用	螺栓旋入处嵌入纤维或尼龙来增加摩擦力。该弹性圈还起防止液体泄漏的作用

续表 1

<p>机 械 防 松</p>	 <p>槽形螺母和开口销</p>	 <p>圆螺母用止动垫圈</p>	 <p>单耳止动垫圈</p>
	<p>槽形螺母拧紧后, 用开口销穿过螺栓尾部小孔和螺母的槽, 也可以用普通螺母, 拧紧后再配钻开口销孔</p>	<p>使垫圈内舌嵌入螺栓(轴)的槽内, 拧紧螺母后将垫圈外舌之一褶嵌于螺母的一个槽内</p>	<p>将垫圈褶边以固定螺母和被连接件相对位置</p>
<p>冲 边 法 防 松</p>	 <p>端面冲点</p>	 <p>侧面冲点</p>	 <p>冲点中心在钉头直径上</p>
<p>粘 合 法 防 松</p>	 <p>涂粘合剂</p>	<p>通常采用厌氧性粘合剂涂于螺纹旋合表面, 拧紧螺母后粘合剂能自行固化, 防松效果良好</p>	

5.5.3 螺纹连接的计算

① 单个螺栓的计算

表 5—82

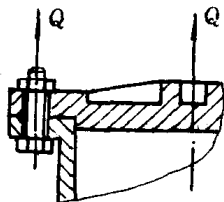
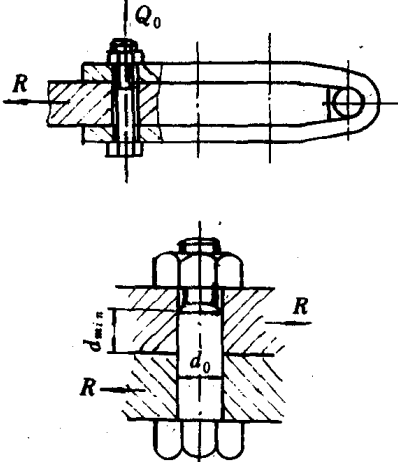
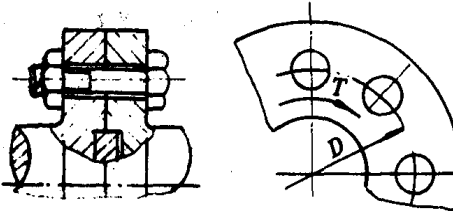
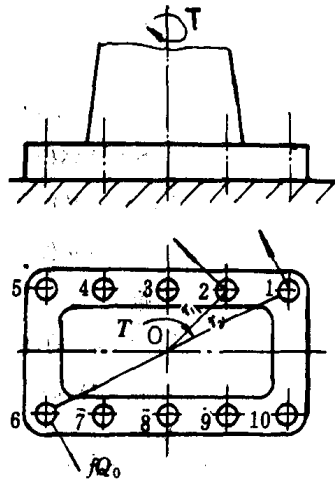
单个螺栓的强度计算公式

情 况	计算项目	计算公式	说 明
轴 向 载 荷	简化 计 算 法	$d_1 \geq \sqrt{\frac{1.3Q}{\sigma'_p}}$ $\sigma'_p = \frac{\sigma_s}{S'_p}$ <p>本方法用于初步估算直径或预紧不控制的 结构</p>	<p>Q—单个螺栓所受的轴向工作载荷, N;</p> <p>σ_s—螺栓材料的屈服极限, MPa;</p> <p>S'_p—安全系数</p> <p>d_1—螺纹小径, mm, d_1 查取螺栓标准直径 d</p>
	静 载 荷	<p>螺栓所受总的拉力</p> $Q_\Sigma = (C_0 + C_e) Q$ <p>校核螺栓的拉应力</p> $\sigma = \frac{1.66Q_\Sigma}{d_1^2} < \sigma_p = \frac{\sigma_s}{1.2 \sim 1.5}$ <p>确定螺栓直径 d</p> $d_1 \geq \sqrt{\frac{1.66Q_\Sigma}{\sigma_p}}$	<p>C_0—预紧系数,</p> <p>C_e—刚性系数,</p>
	变 载 荷	<p>校核最大拉应力</p> <p>校核应力幅</p> $\sigma_{max} = \frac{1.66Q_\Sigma}{d_1^2} < \sigma_p = \frac{\sigma_s}{1.25 \sim 2.5}$ $\sigma_a = \frac{C_e Q}{1.57d_1^2} \leq \frac{\varepsilon \sigma_{-1r}}{S_{ap} K_\sigma}$	<p>σ_{-1r}—试件在拉压对称循环下的疲劳极限, MPa</p> <p>S_{ap}—安全系数, $S_{ap} = 2.5 \sim 4$</p> <p>ε—尺寸系数</p> <p>K_σ—螺纹有效应力集中系数</p>
横 向 载 荷	靠 摩 擦 力	<p>校核螺栓的拉应力</p> $\sigma = \frac{1.66Q_0}{d_1^2} \leq \sigma_p = \frac{\sigma_s}{1.2 \sim 1.5}$ <p>确定螺栓直径 d</p> $d_1 \geq \sqrt{\frac{1.66Q_0}{\sigma_p}}$	<p>Q_0—单个螺栓的预紧力, N</p>
	铰 制 孔	<p>校核螺栓的剪应力</p> <p>校核螺杆与孔壁接触面的挤压应力</p> $\tau = \frac{R}{0.785nd^2} \leq \tau_p$ $\sigma_{pp} = \frac{R}{d\delta} \leq \sigma_{pp}$	<p>R—单个螺栓所受的横向载荷, N</p> <p>n—单个螺栓剪切面的数目</p> <p>d—螺栓抗剪切直径, mm</p> <p>δ—被连接件中受挤压的孔壁的最小轴向长度, mm</p> <p>τ_p—螺栓的许用剪应力, MPa</p> <p>σ_{pp}—螺栓或孔壁的许用挤压应力, MPa</p>

②螺栓组的计算

表 5—83

几种典型的预紧连接螺栓组的受力分析

连接受载情况和螺栓的布置方式	连接的工作要求	螺栓的载荷计算
<p>载荷垂直于连接的接合面，其合力通过接合面的形心</p> 	<p>连接应预紧，受载后应保接合面的紧密性</p>	<p>各螺栓受力均等</p> $Q = \frac{Q_{\Sigma}}{Z}$ <p>式中 Z—螺栓的数量 Q_{Σ}—外载荷</p>
<p>载荷作用在连接的接合面内，并通过螺栓组的形心</p> 	<p>连接应预紧，受横向载荷后，被连接件不得有相对滑动</p>	<p>普通螺栓连接，各螺栓受力均等 $Q_0 = \frac{K_n R}{m f z}$</p> <p>铰制孔螺栓连接，各螺栓受力均等 $F = \frac{R}{Z}$</p> <p>式中 K_n—可靠性系数，通常取 $K_n = 1.1 \sim 1.3$ m—摩擦面数 f—摩擦面间的摩擦系数</p>
<p>转矩 T 作用在连接接合面内</p> 	<p>连接应预紧，连接受转矩后，被连接件不得有相对滑动</p>	<p>普通螺栓连接，各螺栓受力均等 $Q_0 = \frac{K_n T}{Z r f}$</p> <p>铰制孔螺栓连接，各螺栓受力均等 $r = \frac{T}{r Z}$</p> $r = D / 2$
<p>转矩 T 作用在连接接合面内</p> 	<p>连接应预紧，连接受转矩后，被连接件不得有相对滑动</p>	<p>普通螺栓连接，各螺栓受力均等</p> $Q_0 = \frac{K_n T}{f(r_1 + r_2 + \dots + r_n)}$ <p>式中 f—接合面间的摩擦系数。</p> <p>铰制孔螺栓连接，距离螺栓组形心最远的螺栓的受力为 $F = \frac{T r_1}{r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_n^2}$</p>

续表 1

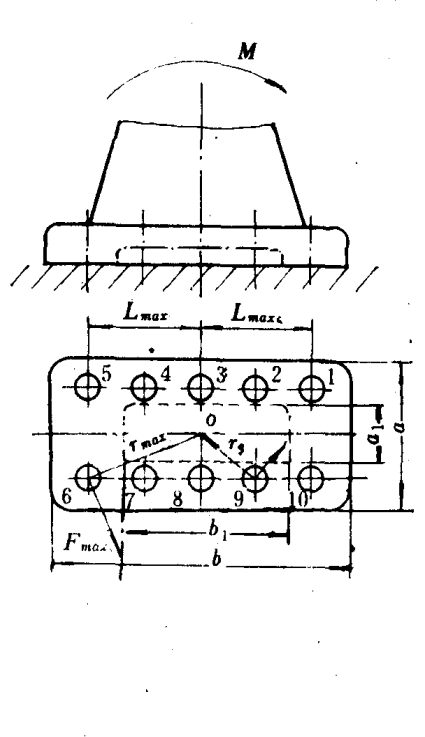
连接受载情况和螺栓的布置方式	连接的工作要求	螺栓的载荷计算
<p>连接受倾复力矩 M</p> 	<p>连接应预紧连接受载后，接合面不允许开缝和压溃</p>	<p>螺栓的最大的工作载荷为</p> $Q_{max} = \frac{ML_{max}}{2i(L_1^2 + L_2^2 + \dots + L_i^2)}$ <p>式中 i—每行螺栓的数量； 接合面挤压强度条式为</p> $\sigma_{jp} = \frac{2iQ_0}{A} + \frac{M}{W} \leq \sigma_{jyp}$ <p>接合面不开缝的条件为</p> $\sigma_{jp} = \frac{2iQ_0}{A} - \frac{M}{W} > 0$ <p>式中 Q_0—每个螺栓的预紧力， N A—接缝面面积，mm^2 $A = ab - a_1b_1$ W—接合面的抗弯截面系数，mm^3； $W = \frac{ab^2 - a_1b_1^2}{b}$</p>

表 5—84

预紧系数 C_0

连接情况		C_0 值
紧 固	静 载 荷	1.2~2.0
	变 载 荷	2.0~4.0
紧 密	软 垫	1.5~2.5
	金属成型垫	2.5~3.5
	金属平垫	3.5~4.5

表 5—85

刚性系数 C_r

连接型式	C_r 值
轩杆螺栓	0.2
钢板连接+金属垫 (或无垫)	0.2~0.3
钢板连接+皮革垫	0.7
钢板连接+铜皮石棉垫	0.8
钢板连接+橡胶垫	0.9

表 5—86 不控制预紧力的紧连接, 在静载荷时的许用轴向载荷 Q_P (kN)

外 径 d, mm	材料及屈服强度 σ_s, MPa			
	Q215A, 240	35, 320	45, 360	40Cr, 800
M6	0.92	1.20	1.35	2.45
M8	1.75	2.35	2.65	4.70
M10	3.0	3.95	4.45	7.75
M12	4.55	6.10	6.85	11.80
M14	6.60	8.85	9.95	16.80
M16	9.65	12.90	14.50	24
M18	12.65	16.90	19	32
M20	17.40	23.20	26	43
M22	23.30	31.00	35	58.00
M24	29.60	39.50	44.50	72.50
M27	40	53.50	60.50	101
M30	51.50	69	78	138
M36	79	113	119	200
M42	115	153	172	275
M48	169	230	254	360

表 5—87 预紧连接螺栓的安全系数 S'_P (不控制预紧力时)

材 料	静 载 荷			变 载 荷		
	M6 ~ M16	M16~M30	M30~M60	M6 ~ M16	M16~ M30	M30~M60
碳 素 钢	4~3	3~2	2~1.3	10~6.5	6.5	6.5~10
合 金 钢	5~4	4~2.5	2.5	7.5~5	5	5~7.5

表 5—88 螺纹连接件常用材料及其拉伸机械性能 (MPa)

钢 号	拉伸强度 σ_b	屈服强度 σ_s	疲 劳 强 度	
			弯 曲 σ_{-1}	拉 压 σ_{-1r}
10	340~420	210	160~220	120~150
Q215A	340~420	220		
Q235A	410~470	240	170~220	120~160
35	540	320	220~300	170~220
45	610	360	250~340	190~250
40Cr	750~1000	650~900	320~440	240~340

表 5—89 连接接合面摩擦系数 f

被 连 接 件	接合面的表面状态	f
钢或铸铁零件	干燥的机加工表面	0.10~0.16
	有油的机加工表面	0.06~0.10
钢结构构件	经喷砂处理	0.45~0.55
	涂富锌漆	0.35~0.40
	轧制表面, 经钢丝刷清理浮锈	0.30~0.35

表 5—93 螺栓、螺钉和螺柱的机械性能等级 (摘自 GB3098.1—82)

机械性能		机械性能等级										
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9
								<M16	>M16			
抗拉强度 σ_b , N/mm ²	公称	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200
	min	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
维氏硬度 HV ₃₀	min	95	115	121	148	154	178	234	252	274	318	372
	max	206					227	304	329	347	388	423
布氏硬度 HB	min	90	109	113	134	140	181	232	248	269	312	365
	max	209					225	298	323	341	380	413
洛氏硬度 HR	min	HRB	52	67	70	80	83	89	—	—	—	—
		HRC	—	—	—	—	—	—	22	25	28	34	39
	max	HRB	95					99	—	—	—	—
		HRC	—			—		—	32	35	37	41	44
屈服点 σ_s , N/mm ²	公称	180	240	320	300	400	480					
	min	190	240	340	300	420	480					
屈服强度 $\sigma_{0.2}$, N/mm ²	公称	—						640	640	720	900	1080
	min	—						640	660	720	940	1100
伸长率 δ_5 , %	min	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8

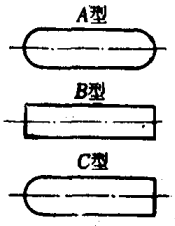
注: 1. 性能等级的标记代号由“.”隔开的两部分数字组成: 第一部分数字(“.”前)表示公称抗拉强度 σ_b 的 N/mm²数值的 1/100; 第二部分数字(“.”后)表示公称屈服点 σ_s 或公称屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 与公称抗拉强度 σ_b 比值(屈强比)的 10 倍。

2. 9.8 级仅用于螺纹直径 $d < 16\text{mm}$ 的规格。
3. 当屈服点 σ_s 不能测定时, 允许以测量屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 的方法代替。

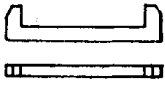

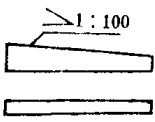
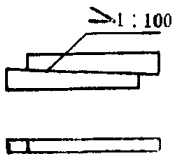
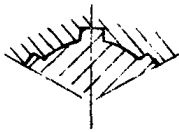


5.6 键和键连接

5.6.1 键的类型、特点和应用

表 5—94 键的类型、特点和应用

类型	简图	标准	特点	应用
松键		GB1096 -79 薄型 GB1566 -79	靠侧面传递转矩, 对中良好, 装拆方便。不能实现轴上零件的轴向固定 通常键与轴槽的配合较紧 A 型键在槽中轴向固定良好, 但槽在轴上引起的应力集中较大, B 型键的轴槽应力集中较小, C 型键在轴端固定	应用最广, 同时适用于高精度、高速或承受变载、冲击的场合。如在轴上固定齿轮、凸轮等回转零件
		GB1097 -79	键用螺钉固定在轴上, 键与轴槽为间隙配合, 轴上零件能作轴向移动。为了拆御方便, 设有起键螺孔	用于轴上零件轴向移动量不大的场合, 如变速箱中的滑移齿轮

续表 1

类 型	简 图	标 准	特 点	应 用
松 键	滑 键 		键固定在轮毂上，轴上零件能带键作轴向移动	用于轴上零件轴向移动量较大的场合
	半圆键 	GB1099-79	靠侧面传递转矩。安装方便，结构紧凑，可自动适应轮毂中键槽的斜度。缺点是键槽较深，对轴的削弱较大	一般用于轻载，用在轴端时，多与圆锥面连接配合使用
紧 键	楔 键 	GB1564-79 GB1565-79	靠键的上下两工作面传递转矩。键的上表面和轮毂的底面各有 1:100 的斜度，装配时需打入，工作面上受有预紧力的挤压作用。能轴向固定零件和传递单方向的轴向力。但使轴上零件与轴的配合产生偏心与偏斜	用于精度要求不高、转速较低时传递较大的、双向的或有振动的转矩，钩头供拆卸用
	切向键 	GB1974-80	由两个斜度为 1:100 的楔键组成。其上下两面（窄面）为工作面，其中之一面在通过轴心线的平面内。工作上的压力沿轴的切线方向作用，能传递很大的转矩，但轴的削弱较严重 一个切向键只传递一个方向的转矩，传递双向转矩时，须用两个，互成 120°~135°，两个不够，可用四个。切向键也能传单向的轴向力	用于传递转矩大、直径较大，对中要求不严的场合
花 键 连 接	矩 形 花 键 	GB1144-87	加工方便，可用磨削方法获得较高的精度，但齿根部应力集中较大。其尺寸系列分轻载、中载、重载和补充系列四个。定心方式有按外径定心，按内径定心和按齿侧定心三种	应用广泛
	渐开线花键 	GB1104.1-72	齿廓为渐开线。受载时齿上有径向分力，能起自动定心作用，使各齿承载均匀，齿根较厚，强度高，应力集中小。加工工艺与齿轮相同，易获得较高精度，但需专用设备。按齿形、分度圆的同心圆及外径定心	用于载荷较大、定心精度要求较高以及尺寸较大的连接
	三角花键 	GB1145-74	内花键齿形为三角形，外花键齿廓为压力角等于 45° 的渐开线，加工方便，齿细小，且较多，便于机构的调整与装配，对轴的削弱较小。只采用齿形定心	多用于轻载和直径小的静连接，特别适用于轴与薄壁零件的连接

5.6.2 键连接的强度计算

表 5-95

键连接的挤压强度和耐磨性校核

键的类型	受力简图	计算内容	计算公式	符号意义及系数选择
平键		键或键槽工作面的挤压或磨损	静连接 $\sigma_{jy} = \frac{2T}{dkl} \leq [\sigma_{jy}]$	T —转矩, $N \cdot mm$; d —轴的直径, mm ; l —键的工作长度, mm ; k —键与轮毂的接触高度, mm 平键 $k = \frac{h}{2}$; 半圆键 k 查表 b —键的宽度 mm ; $[\sigma_{jy}]$ —键连接的许用挤压应力, MPa , $[p]$ —键连接的许用比压, MPa ,
		动连接	$p = \frac{12T}{dkl} < [p]$	
半圆键		同平键连接	同平键连接	
楔键		键或键槽工作面的挤压	$\sigma_{jy} = \frac{2T}{bl(6fd + b)} \leq [\sigma_{jy}]$	t —切向键工作面宽度, mm ; c —切向键倒角宽度, mm ; f —摩擦系数, 对钢和铸铁 $f = 0.12 \sim 0.17$
切向键		键或键槽工作面的挤压	$\sigma_{jy} = \frac{T}{(0.5f + 0.45)dl(t - c)} \leq [\sigma_{jy}]$	t —切向键工作面宽度, mm ; c —切向键倒角宽度, mm ; f —摩擦系数, 对钢和铸铁 $f = 0.12 \sim 0.17$

续表 1

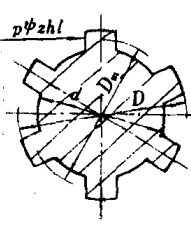
键的类型	受力简图	计算内容	计算公式	符号意义及系数选择
花键		工作面的挤压或磨损	静连接 $\sigma_{jy} = \frac{2T}{\psi Z h l D_m} \leq [\sigma_{jy}]$	T —转矩, N·mm; ψ —各齿间载荷分布不均匀系数, 通常取 $\psi = 0.7 \sim 0.8$; Z —齿数; h —齿的工作高度, mm; l —齿的工作长度, mm; D_m —平均直径, mm; 矩形花键: $D_m = \frac{D+d}{2}$; $h = \frac{D-d}{2} - 2C$ C —倒角尺寸;
			动连接 $p = \frac{2T}{\psi Z h l D_m} \leq [p]$	渐开线和三角形花键: $D_m = d$ 渐开线花键: $h = m$; 三角形花键: $h = 0.8m$; m —模数; $[\sigma_{jy}]$ —花键连接许用挤压应力, MPa, $[p]$ —花键连接许用比压, MPa.

表 5—96

键连接的许用挤压应力 $[\sigma_{jy}]$ 和许用比压 $[p]$

(MPa)

连接的工作方式	连接中较弱零件的材料	载荷性质		
		静载荷	轻微冲击载荷	冲击载荷
静连接, 用 $[\sigma_{jy}]$	锻钢, 铸钢	125~150	100~120	60~90
	铸铁	70~80	50~60	30~45
动连接, 用 $[p]$	锻钢, 铸钢	50	40	30

表 5—97 花键连接的许用挤压应力 (σ_{Hj}) 和许用比压 (p) (MPa)

连接的工作情况	使用和制造情况	齿面热处理情况	
		齿面未经热处理	齿面经过热处理
静连接, 用 (σ_{Hj})	不良	35~50	40~70
	中等	60~100	100~140
	良好	80~120	120~200
不在载荷作用下移动的动连接, 用 (p)	不良	15~20	20~35
	中等	20~30	30~60
	良好	25~40	40~70
在载荷作用下移动的动连接, 用 (p)	不良		3~10
	中等		5~15
	良好		10~20

注: 1. 使用和制造情况不良, 系指受变载荷, 有双向冲击、振动频率高和振幅大、润滑不好(对动连接)、材料硬度不高和精度不高。

2. 同一情况, (σ_{Hj}) 与 (p) 的较小值用于工作时间和较重要的场合。

5.6.3 矩形花键基本尺寸系列及公差

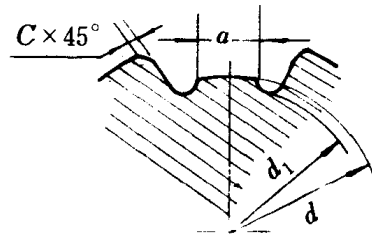
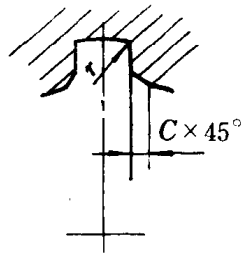
表 5—98 矩形花键基本尺寸系列 (摘自 GB1144—87) (mm)

小径 d	轻 系 列				中 系 列			
	规 格 $N \times d \times D \times B$	键 数 N	大 径 D	键 宽 B	规 格 $N \times d \times D \times B$	键 数 N	大 径 D	键 宽 B
11					6×11×14×3		14	3
13					6×13×16×3.5		16	3.5
16					6×16×20×4	6	20	4
18				6×18×22×5	22		5	
21				6×21×25×5	25		5	
23	6×23×26×6	6	26	6	6×23×28×6		28	6
26	6×26×30×6		30	6	6×26×32×6	32	6	
28	6×28×32×7		32	7	6×28×34×7	34	7	
32	8×32×36×6		36	6	8×32×38×6	38	6	
36	8×36×40×7	8	40	7	8×36×42×7	42	7	
42	8×42×46×8		46	8	8×42×48×8	48	8	
46	8×46×50×9		50	9	8×46×54×9	54	9	
52	8×52×58×10		58	10	8×52×60×10	60	10	
56	8×56×62×10	8	62	10	8×56×65×10	65	10	
62	8×62×68×12		68	12	8×62×12×12	72	12	

注: 按 GB1144—87 规定, 矩形花键为小径定心。

表 5—99

矩形花键截面尺寸



轻 系 列				中 系 列					
规 格 $N \times d \times D \times B$	c	r	参 考		规 格 $N \times d \times D \times B$	c	r	参 考	
			d_{1min}	a_{min}				d_{1min}	a_{min}
					6×11×14×3	0.2	0.1		
					6×13×16×3.5				
					6×16×20×4			14.1	1.0
					6×18×22×5			16.6	1.0
					6×21×25×5	0.3	0.2	19.5	2.0
6×23×26×6	0.2	0.1	22	3.5	6×23×28×6			21.2	1.2
6×26×30×6			24.5	3.8	6×26×32×6			23.6	1.2
6×28×32×7			26.6	4.0	6×28×34×7			25.8	1.4
8×32×36×6			30.3	2.7	8×32×38×6	0.4	0.3	29.4	1.0
8×36×40×7	0.3	0.2	34.4	3.6	8×36×42×7			33.4	1.0
8×42×46×8			40.5	5.0	8×42×48×8			39.4	2.5
8×46×50×9			44.6	5.7	8×46×54×9			42.6	1.4
8×52×58×10			49.6	4.8	8×52×60×10	0.5	0.4	48.6	2.5
8×56×62×10			53.5	6.5	8×56×65×10			52.0	2.5
8×62×68×12			59.7	7.3	8×62×72×12			57.7	2.4
10×72×78×12	0.4	0.3	69.6	5.4	10×72×82×12			67.4	1.0
10×82×88×12			79.3	8.5	10×82×92×12			77.0	2.9
10×92×98×14			89.6	9.9	10×92×102×14			87.3	4.5
10×102×108×16			99.6	11.3	10×102×112×16	0.6	0.5	97.7	6.2
10×112×120×18	0.5	0.4	108.8	10.5	10×112×125×18			106.2	4.1

注: d_1 和 a 值仅适用于展成法加工。

表 5—100

矩形内、外花键的尺寸公差带

内 花 键				外 花 键			装配型式
d	D	B		d	D	B	
		拉削后不热处理	拉削后热处理				
— 般 用							
H7	H10	H9	H11	f7	a11	d10	滑动
				g7		f9	紧滑动
				h7		h10	固定
精 密 传 动 用							
H5	H10	H7		f5	a11	d8	滑动
				g5		f7	紧滑动
				h5		h8	固定
H6				f6		d8	滑动
				g6		f7	紧滑动
				h6		h8	固定

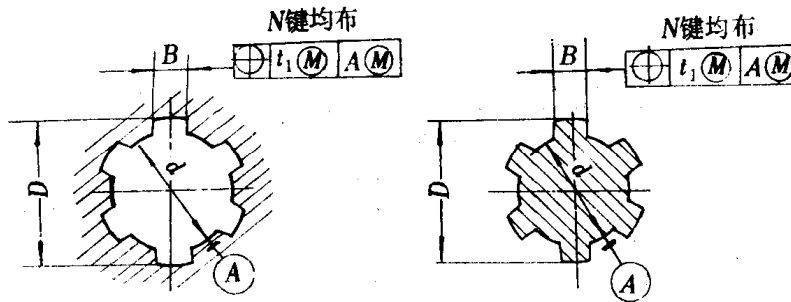
注：1. 精密传动用的内花键，当需要控制键侧配合间隙时，槽宽可选用H7，一般情况下可选用H9。

2. d 为 H6 和 H7 的内花键，允许与提高一级的外花键配合。

表 5—101

矩形花键的位置度公差

(mm)

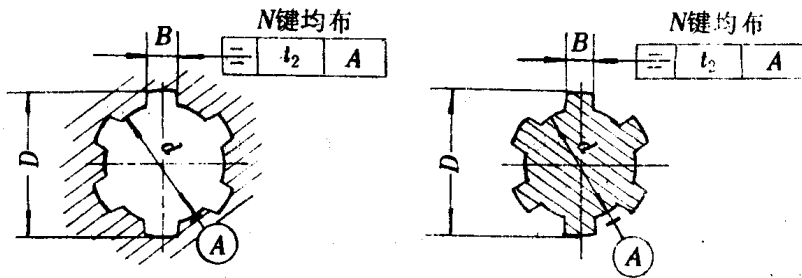


键槽宽或键宽 B		3	3.5~6	7~10	12~18
		t_1			
键 槽		0.010	0.015	0.020	0.025
键	滑动、固定	0.010	0.015	0.020	0.025
	紧滑动	0.006	0.010	0.013	0.016

表 5—102

矩形花键的对称度公差

(mm)



键槽宽或键宽 B		3	3.5~6	7~10	12~18
		t_2			
一 般 用		0.010	0.012	0.015	0.018
精密传动用		0.006	0.008	0.009	0.011

注：花键的等分度公差值等于键宽的对称度公差。

5.7 轴承

5.7.1 滑动轴承

① 滑动轴承的分类、特点与应用

表 5-103 滑动轴承的分类、特点与应用

分 类			特 点	应 用	
不 完 全 润 滑 轴 承	一 般 滑 动 轴 承	对开式	轴颈与轴承工作表面间的润滑油不能把两个表面完全隔开, 仍有直接接触之处。结构简单, 精度要求不高, 摩擦系数大, 磨损比较严重	轴与轴瓦之间的间隙可以调整, 安装简单, 便于维修	当机器装拆有困难时, 应采用这种形式
		整体式		轴与轴瓦之间的间隙不能调整, 结构简单, 但轴颈只能从端部装卸	一般用于转速低, 轻载而且允许装拆的机器上
		自位式		轴瓦可在轴承座中适当地转动, 以适应轴在弯曲时所产生的偏斜	用于传动轴有偏斜的地方, 其中有一种关节轴承适用于相互有摆动的杆件铰接处, 承受径向负荷
	推力轴承			常用平面推力滑动轴承, 由于缺乏液体摩擦的条件, 而处于不完全润滑状态, 常与向心滑动轴承同时使用	用于承受轴向力的地方
	含油轴承			具有多孔性, 油可贮于孔隙中, 在较长工作时间内不添加润滑油而能自动润滑, 保证正常工作, 但由于其材质比较松软, 故负荷能力较低	用于轻载、低速和不易加油的地方和密封器件之中
	尼龙轴承			与金属轴承比, 尼龙轴承重量轻, 维护简便, 化学稳定性好, 耐磨性和耐疲劳强度较高, 且有减震、吸音、自润滑性、绝缘和自熄性。但热膨胀系数较大、导热系数低、吸湿性较大、强度和尺寸稳定性不如金属	用于速度不高或散热条件好的地方, 工作温度不宜超过 65℃, 瞬时工作温度不超过 80℃
液 体 润 滑 轴 承	静压轴承		轴颈与轴承被外界供给的一定压力的承载油膜完全隔开, 油膜的形不成不受相对滑动速度的影响, 在各种速度(包括速度为零)下均有较大承载能力。轴的稳定性好, 可满足轴的高回转精度要求, 摩擦系数小, 机械效率高, 但液压系统较复杂, 要求高	主要用于: 1. 要求回转精度高; 2. 重载, 低速难于形成油膜等的地方, 如机床、重型电机等	
	动压轴承		轴颈与轴承工作表面间被油膜完全隔开。为达此状态, 必须具备: 1. 轴颈有足够的转速, 2. 有足够的供油量, 润滑油具有一定的粘度。3. 轴颈与轴承工作表面之间具有适当的间隙。多油楔动压轴承可满足轴的高精度回转要求	用于负载较轻、速度高的机械旋转轴上, 如高速或高精度的外圆磨床主轴上	

② 常用轴瓦材料

③ 径向滑动轴承的验算

压强: $p_{\max} = \frac{F_{\max}}{dL} < [p]$, MPa

d, L —轴颈的直径和工作长度, m

$[p]$ —压强的许用值 MPa, 见表 5—104

Pv 值: $pv = \frac{Fn}{19100L} \leq [pv]$, MPa·m/s

n —轴与轴瓦的相对转速, r/min

F_{\max} —轴承所受的最大径向载荷, N

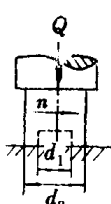
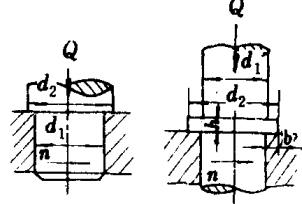
F —轴承所受的平均径向载荷, N

$[pv]$ — pv 的许用值, MPa·m/s, 见表 5—104

④ 推力滑动轴承的验算

表 5—105

推力滑动轴承的结构及验算

种类	空心式	圆环式
结构简图	 <p>若结构上无限制, 应取 $d_1 = 0.5d_2$, 一般可取: $d_1 = (0.4 \sim 0.6)d_2$</p>	 <p>$b = (0.1 \sim 0.3)d_1$ $h = (0.12 \sim 0.15)d_1$ $d_2 = (1.2 \sim 1.6)d_1$</p>
验算公式	<p>压强: $P = \frac{4Q}{\pi(d_2^2 - d_1^2) \cdot Z} \leq [p]$, Pa</p> <p>$Q$—轴承所受的轴向力, N d_2—轴承环形工作面的外径, m d_1—轴承环形工作面的内径, m Z—环的数目 $[p]$—许用单位压力, Pa, 见表 5—106</p>	<p>Pv 值: $pv = \frac{Qn}{6000bz} \leq [pv]$, Pa·m/s</p> <p>$b$—轴承环形工作宽度, m n—轴颈转速, r/min v—轴颈的圆周速度, m/s $[pv]$—pv 的许用值, Pa·m/s, 见表 5—106</p>

注: 实心推力轴承在接触面上压力分布极不均匀, 在中心处压力理论上达到无限大, 对润滑极为不利, 因此不推荐。

表 5—106

推力滑动轴承的 $[p]$ 、 $[pv]$ 值

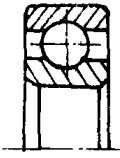
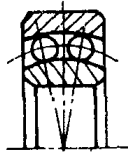
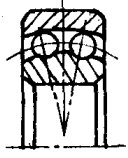
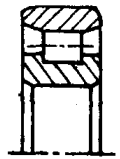
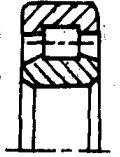
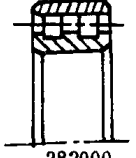
轴 材 料	未 淬 火 钢			淬 火 钢		
	铸 铁	青 铜	巴 氏 合 金	青 铜	巴 氏 合 金	淬 火 钢
$[p]$, MPa	2~2.9	4~5	5~6	7.5~8	8~9	12~15
$[pv]$, MPa·m/s	1~2.5					

5.7.2 滚动轴承

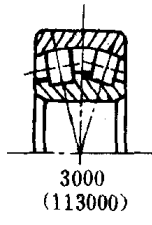
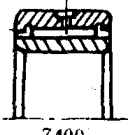
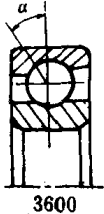
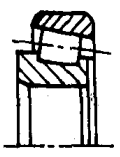

① 常用滚动轴承分类、特点及应用

表 5—107


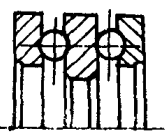
常用滚动轴承分类、特点及应用

简图及结构型式、代号	类型名称及标准号	特 性	应 用
向 心 轴 承			
 (150000)	单列向心球轴承 GB276—82 (0000) 外圈有止动槽的单列向心球轴承 GB277—82 (50000) 外圈有止动槽和一面带防尘盖的单列向心球轴承 GB274—82 (150000)	承受径向负荷及径向和轴向同时作用的联合负荷；当加大轴承的径向游隙时，具有向心推力球轴承的性质；在转速较高不宜采用推力球轴承的情况下，可用此类轴承承受纯轴向力	适用于刚性较大的轴上。一般用于小功率电动机、变速箱、机床齿轮箱及一般机械上 带防尘盖的单列向心球轴承一般用于转速略低并且难以单独安装防尘装置以及不易对轴承进行加油和检查的机件中
 1000	双列向心球面球轴承（自动调心型） GB281—84	主要承受径向负荷，在受径向负荷的同时，亦可承受较小的轴向负荷 能自动调心，允许内圈对外圈有相对倾斜 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 的情况下工作	适用于多支承传动轴、挠曲较大的轴以及不能精确对中的支承处。一般用于纺织机、造纸机及农业机械等
 111000	圆锥孔（锥度 1: 12）双列向心球面球轴承（自动调心型） GB281—84	同上。可以调整径向游隙及轴向游隙	同上
 2000	外圈无挡边的单列向心短圆柱滚子轴承 GB283—81	只能承受径向负荷，内圈和外圈可分开安装，允许内圈轴线与外圈轴承倾斜 $2' \sim 4'$	适用于刚性较大，对中良好的轴。一般用于大功率电动机，机床主轴等
 32000	内圈无栏边的单列向心短圆柱滚子轴承 GB283—81	只能承受径向负荷，内圈和外圈可分开安装，允许内圈轴线与外圈轴承倾斜 $2' \sim 4'$	适用于刚性较大，对中良好的轴。一般用于大功率电动机，机床主轴等
 282000 (182000)	双列向心短圆柱滚子轴承 GB285—81 (282000) 圆锥孔（锥度 1: 12）双列向心短圆柱滚子轴承 GB285—81 (182000)	只能承受径向负荷；限制轴（外壳）的轴向位移；内圈和外圈可分开安装	同前

续表 1

简图及结构型式、代号	类型名称及标准号	特 性	应 用
 <p>3000 (113000)</p>	<p>双列向心球面滚子轴承 (自动调心型) GB286—64 (3000) 圆锥孔 (锥度 1:12) 双 列向心球面滚子轴承 (自动 调心型) GB286—64 (113000)</p>	<p>主要承受径向负荷, 同时 也能承受任一方向较小的轴 向负荷; 能自动调心, 允许 内外圈轴线偏斜 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$, 极限转速较低</p>	<p>适用于长轴和受外力作用 而有较大挠曲的多支点重载 轴。通常用于采煤用离心式 通风机、抽水机、齿轮减速 器、吊车车轮等</p>
 <p>7400 (84000)</p>	<p>滚针轴承 GB289—64 (74000) 无内圈滚针轴承 GB289—64 (84000)</p>	<p>只能承受径向负荷; 在径 向负荷相同的情况下, 与其 他类型的轴承相比, 其外径 最小, 极限转速较低</p>	<p>适用于径向尺寸受限制的 机件中。如万向联轴节, 活 塞销、连杆销等</p>
向 心 推 力 轴 承			
 <p>3600 (4600)</p>	<p>单列向心推力球轴 ($\alpha=12^{\circ}$; $\alpha=26^{\circ}$) GB292—83</p>	<p>可同时承受径向和轴向负 荷, 也可承受纯轴向负荷; 极限转速较高</p>	<p>适用于轴支点间的距离不 大而刚性较高的轴。如机床 主轴、电动机、蜗杆、汽车 前轮、减速器等机件</p>
 <p>7000</p>	<p>单列圆锥滚子轴承 GB297—64</p>	<p>可同时承受以径向负荷为 主的径向与轴向负荷, 不宜 单独用来承受纯轴向负荷</p>	<p>适用于刚性较大、跨距不 大的轴。单列圆锥滚子轴承 主要用于中、大功率的蜗杆、 减速箱, 汽车传动轴, 拖拉 机减速箱, 机床主轴等。大 锥角单列圆锥滚子轴承主要 用在承受大轴向负荷的机件 中</p>
 <p>27000</p>	<p>大锥角单列圆锥滚子轴承 GB297—64</p>	<p>可同时承受以轴向负荷为 主的轴向与径向负荷, 不宜 单独用来承受纯径向负荷</p>	

续表 2

简图及结构型式、代号	类型名称及标准号	特 性	应 用
推 力 轴 承			
 8000	单向推力球轴承 GB301—64	承受一方向的轴向负荷	适用于转速较低的机件中。如立式离心泵、起重机吊钩、机床主轴、千斤顶等
 38000	双向推力球轴承 GB302—64	承受任一方向的轴向负荷	

② 滚动轴承代号

表 5—108

滚动轴承国标代号组成

分段	前		中						后
	数字	字母	数 字						字母
第七位			第六位	第五位	第四位	第三位	第二位	第一位	
含义	游隙组别	精度等级	宽度系列	结构型式	类型	直径系列	内径代号	特殊要求	
规定			表 5-111	表 5-107	表 5-107	表 5-110	见表 5-109		

表 5—109

滚动轴承内径代号

内径尺寸 (mm)		代 号 表 示			举 例	
范围	特征	第三位	第二位	第一位	代 号	内 径
~ 10	整 数	0	直径系列代号	内 径	25	5
	小 数	0	9	内径整数部分	96	6.3
	小数 (<3)	0	直径系列代号	/ 内径	100008 / 1.5	1.5
10~17	10	直径系列代号	0	0	300	10
	12			1		
	15			2		
	17			3		
20~495	5 的倍数	直径系列代号	内径 / 5 的商		211	55
	内径 / 5 为小数	9	内径 / 5 的商的最相近整数		910	49
500 以上		直径系列代号	/ 内径		10777 / 750	750

表 5—110

滚动轴承直径系列代号

系列名称		超轻	特轻	轻	中	重	特重	不定	内径非标准
系列 代 号	向心轴承角接触轴承	8, 9	1, 7	2 (5) *	3 (6) *	4	—	7, 8	9
	推力轴承	—	9, 1	2	3	4	5		
	推力角接触轴承	—	9, 1	2	3	4	5	—	—
举 例		7000800	2007100	200	300	400	—	700	900
		7000900	2097700	3500	3600	—	—	800	—
		—	1008900	9039200	8300	9039400	—	—	—
		—	9168100	—	—	—	—	—	—

注：* 对于内径等于或大于10mm的轴承，代号中右起第三位用数字“5”或“6”同时右起第七位用数字“0”（代号中不写出）时，分别表示轻宽或中宽系列；对于内径小于10mm的轴承，代号中右起第二位用数字“6”同时右起第七位用数字“0”（代号中不写出）时，表示中宽系列

表 5—111

滚动轴承宽度（高度）系列代号

系列名称		特窄（低）	窄（低）	正 常	宽	特 宽
系 列 代 号	向心轴承 角接触轴承	8	7 0（适于轻、 中、重系列）	1 0（适于特轻 系列）	2 0（适于轻、 中系列）	3、4、5、6
	推力轴承 推力角接触轴承	7	9	1 0	—	—
举 例		8000200	200	100	2007100	3182100
		7008200	7000100 9009300	1000800 8200 1008900	3500	4074100

③ 滚动轴承的选择

滚动轴承的类型选择参照表 5—153。其规格尺寸的选择方法如下：

A. 按疲劳寿命计算

滚动轴承的主要失效形式是疲劳点蚀。其寿命计算公式如下：

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^{\epsilon} \times 10^6 \text{ (转)}$$

$$\text{或, } L_h = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{\epsilon} \text{ (小时)}$$

式中 L_h —轴承的额定寿命，可参考表 5—116； P —当量动载荷 N； n —轴承的转速 r/min； ϵ —寿命指数，对球轴承 $\epsilon=3$ ，对滚子轴承 $\epsilon=\frac{10}{3}$ ； C —额定动载荷 N，可由轴承性能表中查取。

由表中查得的 C 值是在工作温度不超过 120℃，载荷稳定情况下得出的。而实际情况下得到的额定动载荷 C' 修正如下：

$$C' = \frac{f_h \cdot f_p}{f_n \cdot f_T} P \text{ (N)}$$

式中, f_h —寿命系数, 查表 5-112 f_n —速度系数, 查表 5-113; f_T —温度系数, 查表 5-114; f_F —负荷系数, 查表 5-115。表中查得的 C 应大于等于 C'。当量动载荷计算公式 $P = XF_r + YF_a$ (N)。式中 F_r —轴承的实际径向负荷 (N); F_a —轴承实际轴向负荷 (N); X —径向系数, 见表 5-117; Y —轴向系数, 见表 5-117。

表 5-112 寿命系数 f_h

L_h (h)	f_h		L_h (h)	f_h		L_h (h)	f_h		L_h (h)	f_h		L_h (h)	f_h	
	球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承
100	0.59	0.62	600	1.07	1.06	1500	1.45	1.39	5000	2.15	2.00	28000	3.82	3.36
150	0.68	0.69	650	1.09	1.03	1600	1.48	1.41	6000	2.30	2.11	32000	4.00	3.50
200	0.74	0.76	700	1.12	1.11	1700	1.51	1.45	7000	2.41	2.21	36000	4.16	3.60
250	0.81	0.81	800	1.17	1.15	1800	1.54	1.47	8000	2.52	2.30	40000	4.31	3.70
300	0.84	0.86	900	1.22	1.19	2000	1.59	1.52	10000	2.71	2.45	50000	4.64	4.00
350	0.87	0.90	1000	1.26	1.23	2400	1.69	1.60	12000	2.84	2.60	60000	4.94	4.33
400	0.94	0.94	1100	1.30	1.27	2800	1.78	1.67	14000	3.04	2.72	70000	5.19	4.46
450	0.97	0.97	1200	1.34	1.30	3200	1.86	1.75	16000	3.18	2.83	80000	5.43	4.59
500	1.00	1.00	1300	1.38	1.33	3600	1.93	1.80	20000	3.42	3.02	90000	5.65	4.77
550	1.03	1.03	1400	1.41	1.36	4000	2.00	1.87	24000	3.63	3.19	100000	5.85	4.90

表 5-113 速度系数 f_n

n r/min	f_n		n r/min	f_n		n r/min	f_n		n r/min	f_n		n r/min	f_n	
	球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承		球轴承	滚子轴承
15	1.3	1.27	90	0.72	0.74	300	0.48	0.52	900	0.33	0.37	2200	0.25	0.28
25	1.11	1.09	100	0.69	0.72	350	0.46	0.50	1000	0.32	0.36	2400	0.24	0.27
33.3	1.0	1.0	110	0.67	0.70	400	0.44	0.49	1100	0.31	0.35	2600	0.23	0.27
40	0.94	0.95	120	0.65	0.68	450	0.42	0.46	1200	0.30	0.34	3000	0.22	0.26
45	0.91	0.91	130	0.64	0.66	500	0.41	0.45	1300	0.295	0.33	4000	0.20	0.24
50	0.88	0.88	150	0.61	0.63	550	0.39	0.43	1400	0.29	0.33	5000	0.19	0.23
55	0.85	0.85	170	0.58	0.61	600	0.38	0.42	1500	0.28	0.32	6000	0.18	0.22
60	0.83	0.84	200	0.55	0.58	650	0.37	0.41	1600	0.28	0.31	7000	0.17	0.21
70	0.78	0.80	230	0.53	0.56	700	0.36	0.40	1800	0.27	0.30	8000	0.16	0.20
80	0.75	0.77	260	0.51	0.54	800	0.35	0.39	2000	0.26	0.29	10000	0.15	0.18

表 5—114

温 度 系 数 f_t

轴承的工作 环境温度℃	<100	125	150	175	200	225	250	300	350
f_t	1	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50

表 5—115

负 荷 系 数 f_F

负 荷 性 质	设 备 举 例	f_F
平稳，或有轻微冲击	电动机，汽轮机，通风机，水泵	1.0~1.2
中等冲击力	车辆，机床，起重机，冶金设备	1.2~1.5
强大冲击力	破碎机，轧钢机，石油钻机，振动筛	1.5~3

表 5—116

各种设备轴承的使用寿命

设 备 种 类	使用寿命, h
不常使用的设备，如闸门开闭装置等 航空发动机和类似地要求质量轻的机械	500 500~2000
短期或间断使用的机械，中断使用不致引起严重后果 例如：一般手工操作的机械，轻便手提式工具，农业机械，车间用升降滑车，装配吊车等	4000~8000
间断使用的机械，中断使用能引起严重后果 例如：动力站的辅助机械，农机的电动机，皮带运输机，车间的吊车，不常用的机床等	8000~14000
每天 8h 工作和不经常满载工作的机械 例如：机床，齿轮传动装置，中间传动轴，一般机械，木材加工机械，连续使用的起重机等	14000~30000
24h 连续工作的机械 例如：空气压缩机，水泵，固定电动机，卷扬机，输送滚子等	50000~60000
24h 连续工作的机械，中断使用将引起严重后果 例如：电站的主要设备，动力厂连续生产的机械，矿井的水泵，纤维和造纸机械，船舶螺旋桨的轴承等	100000~200000

表 5—117

径向系数 X 和轴向系数 Y

轴承类型	$\frac{iF_0}{C_0}$	单列轴承				双列轴承				e
		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
单列向心球轴承 0000 型	0.025				2.0					0.22
	0.04				1.8					0.24
	0.07	1	0	0.56	1.6					0.27
	0.13				1.4					0.31
	0.25				1.2					0.37
	0.5				1.0					0.44
向心推力球轴承 36000 型 $\alpha=12^\circ$	0.025				1.61		1.85		2.62	0.34
	0.04				1.53		1.75		2.49	0.36
	0.07	1	0	0.45	1.40	1	1.60	0.74	2.28	0.39
	0.13				1.25		1.44		2.05	0.43
	0.25				1.12		1.28		1.82	0.49
	0.50				1.00		1.15		1.63	0.55
46000 型 $\alpha=26^\circ$ 66000 型 $\alpha=36^\circ$		1	1	0.41	0.85	1	0.89	0.66	1.38	0.70
				0.36	0.64		0.65	0.59	1.05	1.00
双列向心球面球轴承						1	$0.42 \times \text{ctg}\alpha$	0.65	$0.65 \times \text{ctg}\alpha$	$1.5 \times \text{tga}$
双列向心球面滚子轴承						1	$0.45 \times \text{ctg}\alpha$	0.67	$0.67 \times \text{ctg}\alpha$	$1.5 \times \text{tga}$
圆锥滚子轴承		1	0	0.4	$0.4 \times \text{ctg}\alpha$	1	$0.45 \times \text{ctg}\alpha$	0.67	$0.67 \times \text{ctg}\alpha$	$1.5 \times \text{tga}$
推力向心滚子轴承				$\text{tg}\alpha$	1					$1.5 \times \text{tga}$

注: i—滚动体列数。

α —接触角。

计算向心推力轴承的当量动载荷时, 须将轴承的经向力 F_r 所引起的轴向力 S 考虑在内, 其轴向力 S 的近似计算公式如下:

$$S = 1.25 \cdot \text{tg}\beta \cdot F_r$$

式中 S—附加轴向力(N); β —轴承的实际接触角; F_r —轴承径向负荷(N)。

B. 按静负荷选择

对于低速运转的轴承, 其失效形式是滚动体或内外滚道的塑性变形, 应按静负荷选择轴承的尺寸。如果轴承作用力变动较大, 尤其是受重大冲击负荷的轴承, 也要按静负荷进行验算。此外, 当轴承转速不高, 而且以转速衡量轴承的寿命很短时, 也要考虑轴承的静负荷能力。轴承的静负荷计算公式为:

$$C_0 > n_0 P_0 (N)$$

式中, C_0 —额定静负荷(N); P_0 —当量静负荷(N); n_0 —安全系数, 见表5—129。

当量静负荷按下述公式计算, 取其较大值

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= X_0 F_r + Y_0 F_a \\ P_0 &= F_r \end{aligned} \right\}$$

式中, F_r —径向负荷(N); F_a —轴向负荷(N); P_0 —当量静负荷(N); X_0 —静径向系数, 见表5—118 Y_0 —静轴向系数, 见表5—118

表 5-118

X_0, Y_0

轴 承 类 型	单 列 轴 承		双 列 轴 承	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
单列向心球轴承	0.6	0.5		
单列向心推力球轴承				
36000 型 $\alpha = 12^\circ$	0.5	0.48	1	0.96
46000 型 $\alpha = 26^\circ$	0.5	0.37	1	0.74
66000 型 $\alpha = 36^\circ$	0.5	0.28	1	0.56
双列向心球面球轴承			1	$0.44 \text{ctg} \alpha$
双列向心球面滚子轴承			1	$0.44 \text{ctg} \alpha$
圆锥滚子轴承	0.5	$0.22 \text{atg} \alpha$	1	$0.44 \text{ctg} \alpha$
向心推力球面滚子轴承	$2.3 \text{tg} \alpha$	1		

表 5-119

静 负 荷 的 安 全 系 数 n_0

	使用要求, 负荷性质或使用的设备	n_0
旋转的轴承	对旋转精度和运转平稳性要求较高、或承受强大的冲击负荷	1.2~2.5
	一般情况	0.8~1.2
	对旋转精度和运转平稳性要求较低,或基本上消除了冲击和振动	0.5~0.8
非旋转及摆动的轴承	飞机变距螺旋桨叶片	>0.5
	水坝闸门装置	>1
	吊桥	>1.5
	附加动负荷较小的大型起重机吊钩	>1
	附加动负荷很小的中型装卸起重机吊钩	>1.6
	推力向心球面滚子轴承	>2

②联轴器轴孔的键槽型式及其代号

国家标准 GB3852—83 规定的联轴器键槽的型式见图 5—31。其轴孔和键槽的尺寸见表 5—122、5—123。

键槽的位置公差按 GB1059—79 附录规定。120°、180° 布置的双键槽的倾斜度，按 GB1184—80《形状和位置公差未注公差》的规定，倾斜度公差按 7 或 8 级选取，未注明的按 9 级选取。

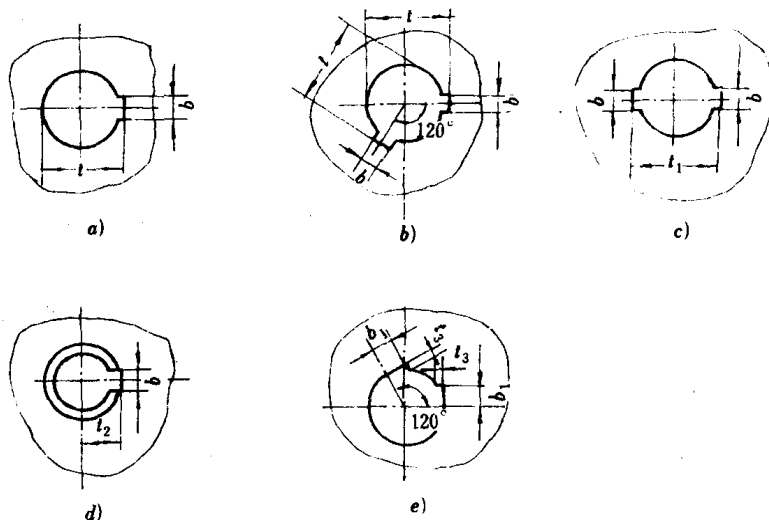
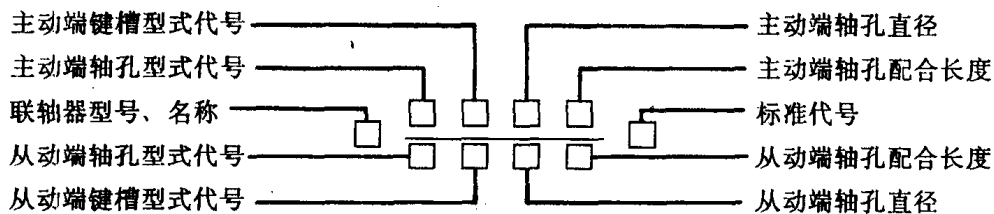


图 5—31 联轴器轴孔的键槽型式

- a) A 型平键单键槽 b) B 型 120° 布置平键双键槽 c) B₁ 型 180° 布置平键双键槽
d) C 型圆锥形轴孔平键单键槽 e) D 型圆锥形轴孔普通切向键键槽

③联轴器轴孔和键槽的型式及尺寸的标注



对于 Y 型轴孔 A 型键槽的代号，其标记可以省略。当联轴器两端轴孔和键槽的型式与尺寸均相同时，可只标记一端，省略另一端。

例 1. GB4323—84TL4 弹性套柱销联轴器主动端: J₁ 型轴孔, B 型键槽, $d=20\text{mm}$, $L=52\text{mm}$ 。
从动端: J 型轴孔, B₁ 型键槽, $d=22\text{mm}$, $L=38\text{mm}$

$$\text{标注: TL4 联轴器} \frac{J_1 B 20 \times 52}{J B_1 22 \times 38} \text{GB4323—84}$$

例 2, GB5014—85HL5 弹性柱销联轴器主动端: J 型轴孔, B 型键槽, $d=70\text{mm}$, $L=107\text{mm}$ 。
从动端: J 型轴孔, B 型键槽, $d=70\text{mm}$, $L=107\text{mm}$ 。

标注: HL5 联轴器 JB70×107GB5014—85

表 5—122

圆柱形轴孔和键槽的尺寸

(mm)

直径 d		长度			沉孔尺寸		A 型、B 型、 B_1 型键槽						D 型键槽										
公称尺寸	极限偏差 H7	L		L_1	d_1	R	b		t		t_1		t_3		b_1								
		长系列	短系列				公称尺寸	极限偏差 P9	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差	公称尺寸	极限偏差									
6	+0.012 0	16	—	—	—	—	2	-0.006 -0.031	7	+0.1 0	8	+0.2 0	—	—	—								
7	+0.015 0								8		9												
8	+0.015 0	20	—	—	—	—	2	-0.006 -0.031	9	+0.1 0	10	+0.2 0	—	—	—								
9									10.4		11.8												
10									11.4		12.8												
11	+0.018 0	25	22	—	—	—	4	-0.012 -0.042	12.8	+0.1 0	14.6	+0.2 0	—	—	—								
12									13.8		15.6												
14		32	27	—	—	—	5	-0.012 -0.042	16.3		18.6					20.6							
16									18.3		23.6												
18		42	30	42	—	—	6	-0.015 -0.051	21.8		24.6					27.6							
19									22.8		25.6												
20	+0.021 0	52	38	52	38	1.5	8	-0.015 -0.051	27.3	+0.2 0	30.6	+0.4 0	—	—	—								
22									28.3		31.6												
24									31.3		34.6												
25									33.3		36.6												
28									35.3		38.6												
30									38.3		41.6												
32									41.3		44.6												
35									82		60					82	55	—	10	-0.018 -0.061	43.3	46.6	48.6
38																					45.3	52.6	
40									+0.025 0		112					84	112	65	2	14	-0.018 -0.061	48.8	+0.2 0
42	51.8	57.6																					
45	53.8	63.6																					
48	59.3	64.6																					
50	60.3	68.8																					
55	64.4	71.8																					
56	+0.030 0	142	107	142	95	—	16	-0.022 -0.074	67.4	+0.2 0	73.8	7	0 -0.2	19.3									
60									69.4		79.8			20.1									
63									74.9		80.8			21.0									
65									75.9		84.8			22.4									
70	+0.030 0	142	107	142	120	—	20	-0.022 -0.074	79.9	+0.2 0	84.8	8	0 -0.2	23.2									
71									80.8		84.8			22.4									
75									84.8		84.8			23.2									

表 5—123

圆锥形轴孔和键槽的尺寸

(mm)

直径 d_2		长 度		沉孔尺寸		C 型 键 槽							
公称尺寸	极限偏差 J_{r10}	L_1	L	d_1	R	b		t_2					
						公称尺寸	极限偏差 p_9	公称尺寸	极限偏差				
6	± 0.024	12	—	—	—	—	—	—	—				
7	± 0.029												
8													
9													
10	± 0.035	17	—	—	—	2	$+0.006$ -0.031	6.1	± 0.1				
11		20	—	—	—								
12													
14													
16	30	42	38	1.5	4	-0.012 -0.042	8.7						
18							10.1						
19							10.6						
20							10.9						
22							11.9						
24							13.4						
25	44	62	48	5	5	13.7							
28						15.2							
30	60	82	55	2.0	6	-0.012 -0.042	15.8						
32							17.3						
35							18.3						
38	± 0.050	84	112	80	12	-0.015 -0.051	20.3	± 0.1					
40							84	112	80	12	-0.018 -0.061	21.2	± 0.2
42												22.2	
45												23.7	
48							25.2						
50	26.2												
55	± 0.060	107	142	95	14	-0.018 -0.061	29.2	± 0.1					
56							29.7						
60							31.7						
63							32.2						
65							34.2						
70							36.8						
71							37.3						
75	39.3												

凸缘联轴器是应用最广泛的一种固定式刚性联轴器。凸缘式联轴器有几种不同的对中方式，常用的有三种。图 5—32 为利用铰制孔螺栓对中；图 5—33 为凹凸榫对中；图 5—34 为用一对剖分环对中；图 5—35 为带有防护缘的凸缘联轴器。表 5—124 列出了国家标准 GB5843—86 凸缘联轴器的主要尺寸和特性参数。

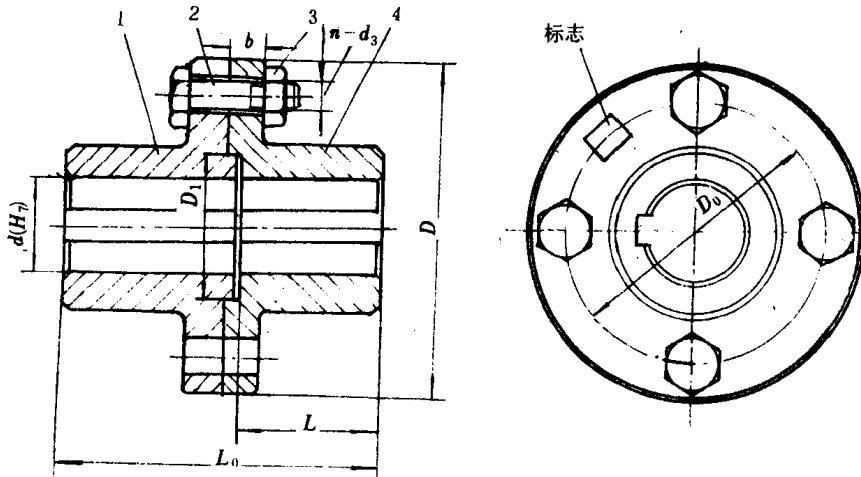


图 5—33 YLD 型凸缘联轴器

1. 4—半联轴器 2. 螺栓 3. 尼龙锁紧螺母

标记示例: YLD5 凸缘联轴器

主动端: Y 型轴孔、A 型键槽 $d=45$ 、 $L=84$

从动端: Y 型轴孔、A 型键槽 $d=45$ 、 $L=84$

YLD5 联轴器 45×84GB5843—86

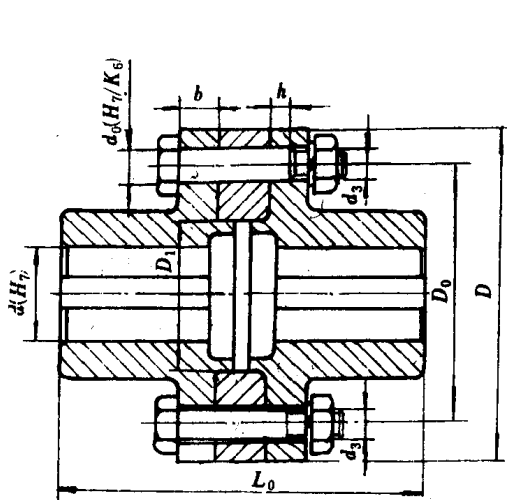


图 5—34 剖分环凸缘联轴器

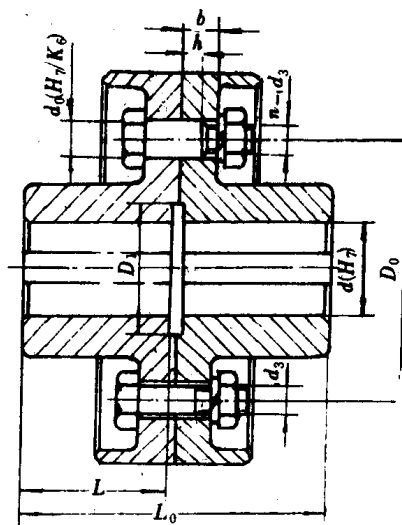


图 5—35 带防护缘凸缘联轴器

表 5—124

凸缘联轴器的主要尺寸和特性参数

型 号	许用 转矩 (T)	许用转速 (n)		轴孔直径 d(H7)		轴孔长度 L		D	D ₀	螺 栓		L ₀		质量	转动惯量				
		(r/min)		(mm)						数量 (n)	直径 d ₃	(mm)							
	(N·m)	铁	钢	铁	钢	Y型	J、J ₁ 型	(mm)	(mm)			Y型	J、J ₁ 型	(kg)	(kg·m ²)				
YL1 YLD1	10	8100	13000	10	10	25	22	71	53	3 (3)	M6	54	48	0.94	0.0018				
				11	11							68	58						
				12	12	32	27					88	64						
				14	14							108	80						
				16	16	42	30					80	64			4 (4)	M6	68	58
				18	18													88	64
				19	19	52	38											108	80
				20	20													128	92
—	22	62	44	90	69	3 (3)	M8	68	58										
12	12							88	64										
14	14	42	30					108	80										
16	16							128	92										
18	18	52	38					100	80	3 (3)	M8	88	64						
19	19											108	80						
20	20	62	44									128	92						
—	22											108	80						
—	24	62	44	105	85	4 (4)	M8					108	80						
—	25											128	92						
18	18	42	30									110	90	4 (4)	M8	108	80		
19	19															128	92		
20	20	52	38					168	124										
22	22							82	60	108	80								
24	24	62	44							128	92								
—	28							82	60	168	124								
25	25	82	60	110	90	4 (4)	M8			108	80								
—	32							128	92										
24	24	52	38					168	124										
25	25							62	44	108	80								
28	28	82	60							128	92								
30	30							82	60	168	124								
—	35	82	60							108	80								
—	—							82	60	128	92								

续表 1

型 号	许用 转矩 (T)	许用转速 (n)		轴孔直径 d(H7)		轴孔长度 L		D	D ₀	螺 栓		L ₀		质量	转动惯量
		(r/min)		(mm)						数量 (n)	直径 d ₃ (mm)	(mm)			
	(N·m)	铁	钢	铁	钢	Y型	J、J ₁ 型	(mm)	Y型			J、J ₁ 型	(kg)	(kg·m ²)	
YL7 YLD7	160	4800	7600	28	28	62	44	120	95	4 (3)	M10	128	92	5.66	0.029
				30	30							82	60			168	124
				32	32										
				35	35	228	172								
				38	38							112	82		
—	40														
YL8 YLD8	250	4300	7000	32	32	82	60	130	105	4 (3)	M10	169	125	7.29	0.043
				35	35							40	40			229	173
				38	38										
				42	42	112	84								
				—	45										
YL9 YLD9	400	4100	6800	38	38	82	60	140	115	6 (3)	M10	169	125	9.53	0.064
				40	40							45	45			229	173
				42	42										
				45	45	112	84								
				48	48							50	56		
—	50														
YL10 YLD10	630	3600	6000	45	45	112	84	160	130	6 (4)	M12	229	173	12.46	0.112
				48	48							55	55			289	219
				50	50										
				55	55	142	107								
				—	56										
—	60														

注: 1. 半联轴器材料为 HT200 或 ZG270—500、35 钢。

2. 联轴器重量和转动惯量是按材料为铸铁 (括弧内为铸钢), 最小轴孔, 最大轴伸长度的近似计算值。

3. 螺栓数量, 括号内为铰制孔用螺栓。

4. 联轴器的轴孔, 键槽型式和尺寸按 GB3852—83《联轴器轴孔、键槽型式和尺寸》的有关规定。标准凸缘联轴器标记示例: L=44

YL3 联轴器 $\frac{J30 \times 60}{J_1 B28 \times 44}$ GB5843—86 有对中槽的凸缘联轴器用 YLD 表示

主动端: J 型轴孔, A 型键槽, $d=30$, $L=60$;

从动端: J₁ 型轴孔, B 型键槽, $d=28$ 。

⑤弹性套柱销联轴器

A. 弹性套柱销联轴器的强度计算

弹性套的挤压强度:

$$\sigma_p = \frac{2Tc}{0.8D_1Zd_6l_1} \leq [\sigma_p] \quad (\text{N/mm}^2)$$

柱销的弯曲强度条件:

$$\sigma = \frac{10Tc(L_1 + 2C)}{0.8D_1Zd_6^3} \leq [\sigma] \quad (\text{N/mm}^2)$$

式中, T_c —联轴器的计算转矩(N·mm); D_1 —弹性套中心的分布圆直径(mm); Z —柱销数; d_6 —弹性套的内径(mm); l_1 —弹性套的长度, (mm); $[\sigma_p]$ —弹性套材料的许用挤压应力(N/mm²), 一般可取 $[\sigma_p]=2N/\text{mm}^2$; C —两半联轴器凸缘端面之间的间隙(mm); $[\sigma]$ —柱销材料的许用弯曲应力(N/mm²), 一般取 $[\sigma]=(0.4\sim 0.5)\sigma_s$ (σ_s 为柱销材料的屈服极限)对于 45 钢 $[\sigma]=80\sim 90\text{N/mm}^2$

B. 弹性套柱销联轴器的主要尺寸和参数

弹性套柱销联轴器的结构型式见图 5—36, 5—37, 主要尺寸和参数分别见表 5—125, 5—126。

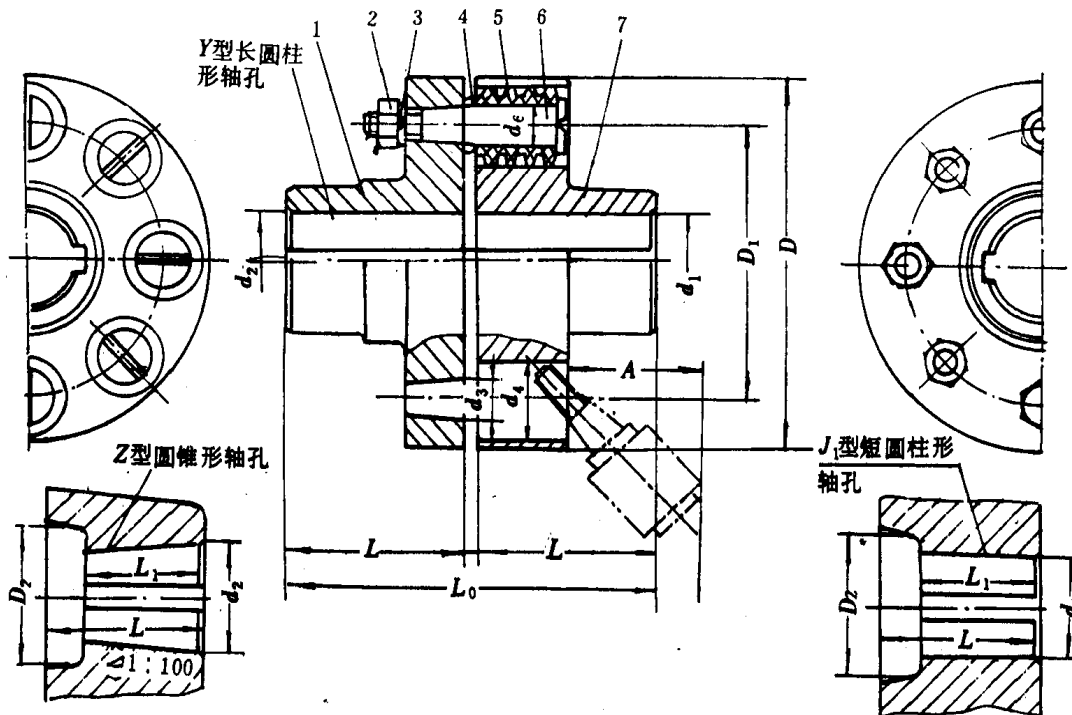


图 5—36 TL 型弹性套柱销联轴器

1、7—半联轴器 2—螺母 3—弹簧垫圈 4—挡圈 5—弹性套 6—柱销

标记示例: TL3 弹性套柱销联轴器 主动端: Z 型轴孔, C 型键槽, $d_2=16$, $L=30$, 从动端: J 型轴孔, B 型键

槽, $d_2=18$, $L=42$, TL3 联轴器 $\frac{ZC16 \times 30}{JB18 \times 42}$ GB4323—84

TLL 型带制动轮弹性套柱销联轴器的主要尺寸和特性参数

表 5-126

(摘自 GB4323-84)

(mm)

型号	许用转矩 [T] N·m	许用转速 [n] r/min	轴孔直径 d_1, d_2, d_3	轴孔长度			D_0	D	B	A	质量 kg	转动惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	许用位移				
				Y 型	J, J ₁ , Z 型								径向 ΔY	周向 $\Delta \alpha$			
				L	L_1	L											
TLL1	125	3800	25,28	62	44	62	200	130	85	45	8.3	0.05	0.3	1° 30'			
			30,32,35	82	60	82											
TLL2	250	3000	32,35,38	112	84	112	250	160	105	65	15.3	0.15	0.4	1° 00'			
			40,42								40,42,45,48	30.0			0.45		
TLL3	500	2400	45,48,50,55,56	142	107	142	315	190	132	65	39.6	0.50	0.4	1° 00'			
TLL4	710		60,63								112	84			112	224	168	47.0	1.26
TLL5	1000		50,55,56					142	107		142	250			168			92.6	1.63
TLL6	2000		1900					60,63,65,70	172		132					172	400	315	80	92.6	1.63

注: 1. 半联轴器材料: ZG270~500II, 35或HT200, 带制动轮半联轴器材料ZG270—500II 或35, 外圆表面淬火硬度 HRC45~55, 深度 2~3mm.

- 表中联轴器重量, 转动惯量是近似值.
- 短时过载不得超过许用转矩 [T] 的 2 倍.
- 轴孔型式及长度 L, L₁ 可根据需要选取.

⑥弹性柱销联轴器

A. 弹性柱销联轴器的强度计算

$$\text{柱销的剪切强度 } \tau = \frac{8Tc}{\pi D_1 Z d_3^3} \leq [\tau] \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\text{柱销的挤压强度计算 } \sigma_p = \frac{4Tc}{D_1 Z d_3 l} \leq [\sigma_p] \quad \text{N/mm}^2$$

式中: Tc—联轴器的计算转矩 (N·mm); D₁—柱销中心分布圆直径(mm); d₃—柱销直径, (mm); Z—柱销数; l—柱销长度; [τ]—尼龙柱销材料的许用剪应力, 可取 [τ]=11N/mm²; [σ_p]—尼龙柱销材料的许用压强可取 [σ_p]=8~11N/mm².

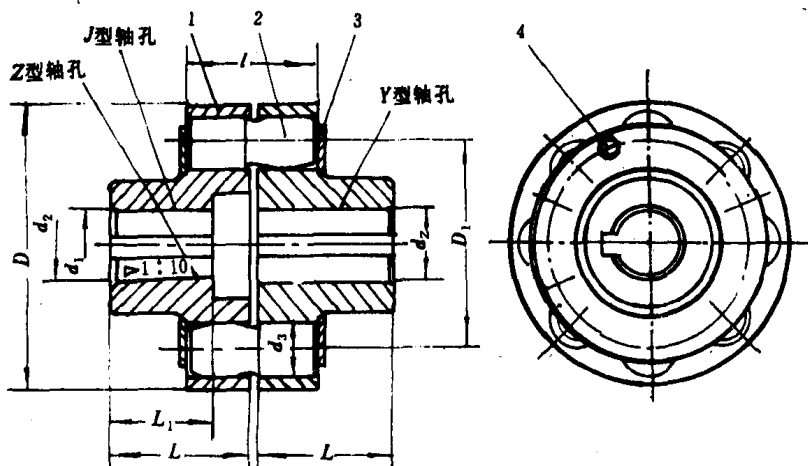


图 5-38 HL 型弹性柱销联轴器

1—半联轴器 2—柱销 3—挡板 4—螺钉

标记示例: HL7 弹性柱销联轴器 主动端: Z 型轴孔, C 型键槽, d₂=75, L₁=107 从动端: J 型轴孔, B 型键

槽, d₂=70, L=107 HL7 联轴器 $\frac{ZC75 \times 107}{JB70 \times 107}$ GB5014-85

B. 弹性柱销联轴器的几何尺寸及特性参数.

弹性柱销联轴器的几何尺寸及特性见图 5—38 和图 5—39 以及表 5—127 和表 5—128

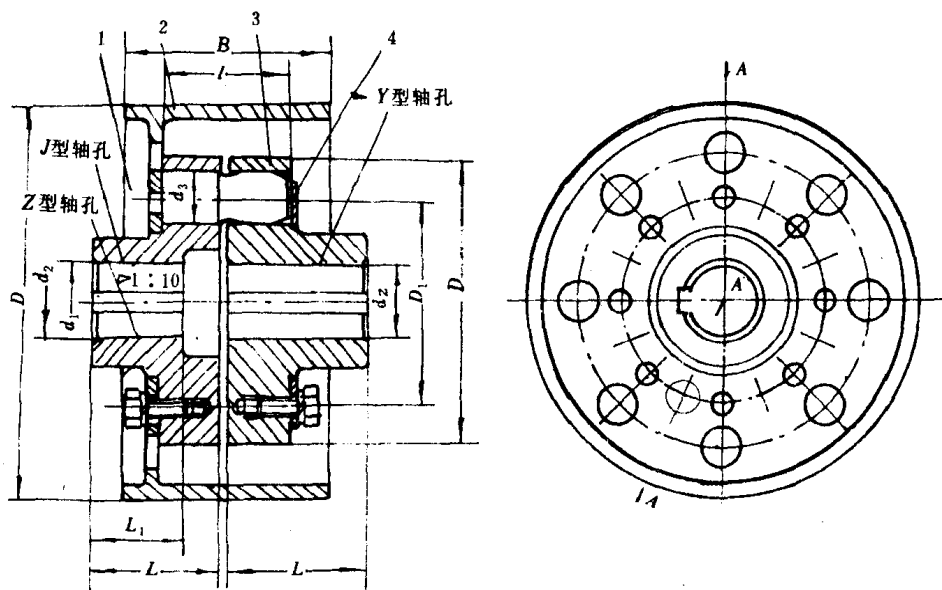


图 5—39 HLL 型带制动轮弹性柱销联轴器

1—半联轴器 2—制动轮 3—柱销 4—挡板

标记示例: HLL5 带制动轮弹性柱销联轴器 主动端: J 型轴孔, B 型键槽, $d_1=60$, $L_1=107$ 从动端: J 型轴孔,

B 型键槽, $d_2=55$, $L_1=84$ HLL5 联轴器 $\frac{JB60 \times 107}{JB55 \times 84}$ GB5014—85

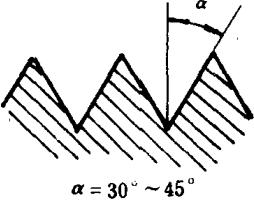
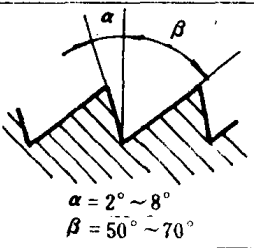
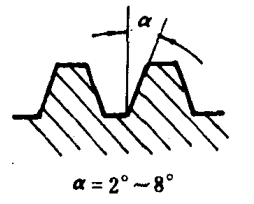
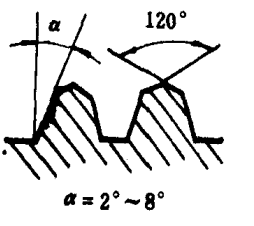
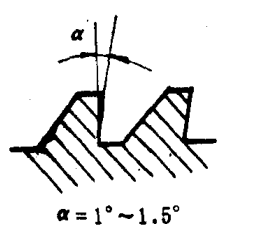

表 5—127 GB5014—85HLL 型带制动轮弹性柱销联轴器的主要尺寸和特性参数 (mm)

型号	许用 转矩 [T] N·m	许用 转速 [n]/r min	轴 孔 直 径 d_1, d_2, d_3	轴孔长度			D_0	D	B	d_3	l	转动惯量 $kg \cdot m^2$	质量 kg	许用位移		
				Y 型 J、J ₁ 、Z 型										径向 ΔY	周向 $\Delta \alpha$	轴向 ΔX
				L	L_1	L										
HLL ₁	315	5600	20,22,24	52	38	52	200	120	85		56	2.18	11	0.15	0° 30'	1
			25,28	62	44	62										
			30,32,35	82	60	82										
HLL ₂	630	5000	30,32,35,38	82	60	82	200	160	85	20	72	2.45	14	0.15	0° 30'	1
			40,42,45,48	112	84	112										
HLL ₃	630	1900	30,32,35,38	82	60	82	315	160	132		72	18.08	25	0.15	0° 30'	1
			40,42,45,48	112	84	112										
HLL ₄	1250	1900	40,42,45,48,50,55,56	112	84	112	315	195	132		90	16.6	40	0.15	0° 30'	1.5
			60,63	142	107	142										
HLL ₅	1225	1400	40,42,45,48,50,55,56	112	84	112	400	195	168		90	49.2	59	0.15	0° 30'	1.5
			60,63	142	107	142										

5.8.2 离合器

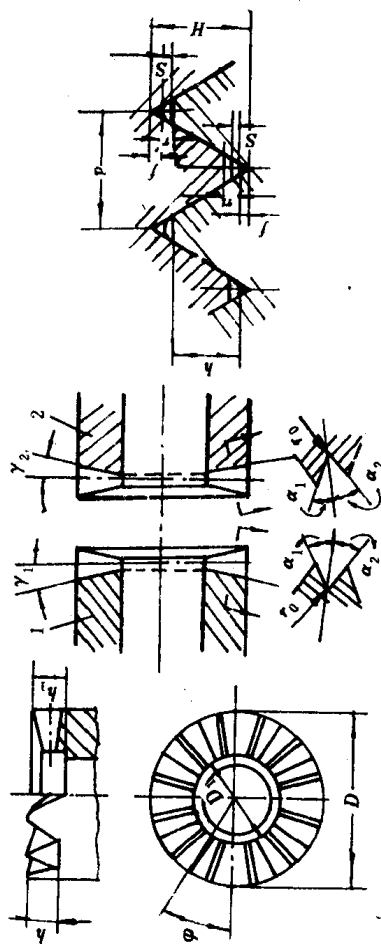
牙嵌式离合器的齿形种类和特性见表 5—129，各种离合器的牙形尺寸见表 5—130 至表 5—133。

表 5—129 牙嵌式离合器的齿形种类和特性

齿形和角度	齿数 z	特性和应用范围
<p>正三角牙</p>  <p>$\alpha = 30^\circ \sim 45^\circ$</p>	15~60	可双向传动，并可在低速运转中结合，由于结合率高不易出现顶齿现象，但结合后不能自锁，传递转矩时的轴向分力较大
<p>斜三角牙</p>  <p>$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$ $\beta = 50^\circ \sim 70^\circ$</p>	15~60	只能单向传动，结合很容易。结合后轴向分力小。能达到自锁。其它性能同正三角形
<p>梯形牙</p>  <p>$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$</p>	3~15	可双向传动，能自锁允许在低速下接合，结合后牙间间隙很小，由于牙的强度较高，适用于传动惯性质量较大和传递转矩较大的场合
<p>尖梯形牙</p>  <p>$\alpha = 2^\circ \sim 8^\circ$</p>	3~15	牙齿强度高，可双向传动，结合比梯形牙容易，适用于传动惯性质量较大和转速较高的场合下结合
<p>圆齿形牙</p>  <p>$\alpha = 1^\circ \sim 1.5^\circ$</p>	3~15	传递转矩大，只能单向传动，并在静止中结合，自锁性很好，但需要的脱开力较大，故多用于不常脱开的传动中
<p>矩形牙</p> 	3~15	可双向传动，只能在静止状态或 10r/min 左右的转速差下结合，传递转矩较大，适用于各种手动调整机构和不时离合的传动中

正三角牙形尺寸

表 5-130



$r_0 = 0.2, 0.5, 0.8$

$r \approx r_0$

$\alpha_1 = 30^\circ, S = 0.5r, f = r$

$\alpha_1 = 45^\circ, S = 0.3r, f = 0.4r$

$h = H - (2f + S)$

$\varphi = \frac{360^\circ}{z}, \alpha = \alpha_1 = \alpha_2 (30^\circ, 45^\circ)$

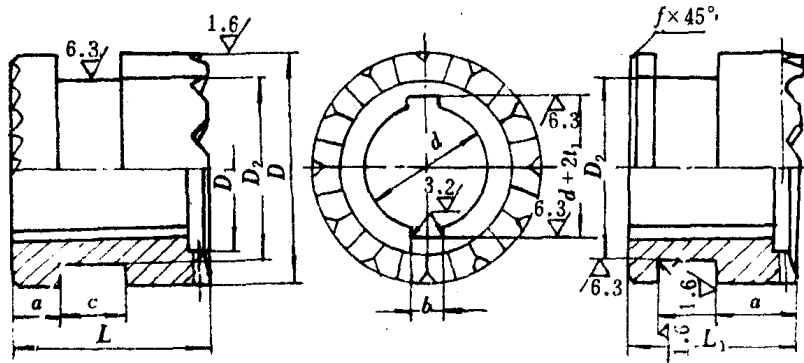
$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$

D	D ₁	h ₁	$\alpha = 30^\circ, r = 0.2$						$\alpha = 45^\circ, \gamma = 0.2$											
			齿数 z	γ	P	H	h	齿数 z	γ	P	H	h								
32	22	5	24	6° 31'	4.19	3.62	3.12	48	3° 15'	2.10	1.81	1.31	24	3° 45'	4.19	2.10	1.88	2.10	1.05	0.83
40	28		24	6° 31'	5.24	4.53	4.03	48	3° 15'	2.62	2.27	1.77	36	2° 30'	5.24	2.62	2.40	5.24	1.31	1.09
45	32		24	6° 31'	5.89	5.10	4.60	48	3° 15'	2.95	2.55	2.05	36	2° 30'	5.89	2.92	2.73	5.89	1.48	1.26
55	40	5	36	4° 20'	4.80	4.15	3.65	72	2° 10'	2.40	2.07	1.57	48	1° 52'	4.80	2.40	2.18	4.80	1.20	0.98
60	45		36	4° 20'	5.24	4.53	4.03	72	2° 10'	2.62	2.27	1.77	48	1° 52'	5.24	2.62	2.40	5.24	1.31	1.09
65	50		36	4° 20'	5.67	4.91	4.51	72	2° 10'	2.84	2.45	1.95	48	1° 52'	5.67	2.84	2.62	5.67	1.42	1.20
75	55	5	48	3° 15'	4.91	4.25	3.75	96	1° 37'	2.45	2.12	1.62	72	0° 57'	4.91	2.46	2.24	4.91	1.23	1.01
85	60		48	3° 15'	5.56	4.81	4.31	96	1° 37'	2.78	2.40	1.90	72	0° 57'	5.56	2.78	2.56	5.56	1.39	1.17
90	65		48	3° 15'	5.89	5.10	4.60	96	1° 37'	2.95	2.55	2.05	72	0° 57'	5.89	2.95	2.73	5.89	1.48	1.26
100	70	5	60	3° 15'	6.54	5.66	5.16	120	1° 37'	3.27	2.83	2.33	96	0° 57'	6.54	3.27	3.05	6.54	1.64	1.42
110	80		60	3° 15'	7.20	6.23	5.73	120	1° 37'	3.60	3.12	2.62	96	0° 57'	7.20	3.60	3.38	7.20	1.80	1.58

表 5—131

$\alpha=30^\circ、45^\circ$ 三角牙嵌离合器尺寸

(mm)



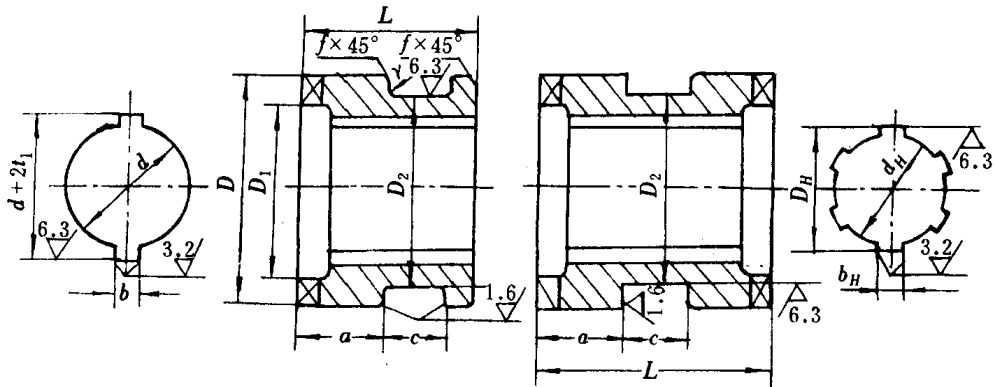
D	D_1	D_2	a	c (H9)	L	L_1	r	f	d (H7)	b (H9)	t_1 (H12 H13)	T_p $N \cdot m(kgf \cdot m)$				
32	22	25	13	8	32	25	0.2	0.5	16	4	1.6	25(2.5)				
40	28	30	15	10	40	30	0.3		20	5	2.1	45(4.5)				
45	32	35	15	15	45	30			22			50(5)				
55	40	44	20		55	40			28	6	2.6	130(13)				
60	45	48	22	16	60	45		30	160(16)							
65	50	55	23	18	64	50	0.5	1	32	8	3.1	180(18)				
75	55	60	28		74	55			38			10	200(20)			
85	60	65	32	20	84	65			42	12	3.6		450(45)			
90	65	70	35		90	70			45				550(55)			
100	70	80	40		100	80	50	730(73)								
110	80	90	45		110	90	55	970(97)								
120	90	95	50	25	120	95	0.5	1.5	16		1300(130)					
125	90	100	50		125	100					65	1700(170)				
140	100	115	55		135	110					70	2200(220)				
145	100	125	60		145	115					75	2600(260)				
160	120	135	65	30	155	120	0.5	2	20	6.1	3000(300)					
180	140	145	70		170	130					90	4500(450)				
200	150	165	75		180	135					100	24	7.2			6100(610)

注：许用转矩 T_p 为双键轴所能承受的转矩，牙的强度足够。

表 5—133

梯形牙、矩形牙牙嵌离合器尺寸

(mm)



D	D ₁	D ₂	a	c	L	L ₁	r	f	双 键			花 键			T _p N·m (kgf·m)
									d (H7)	b (H9)	t ₁ (H12 H13)	D _H (H7)	d _H (b12, c12~ 13)	b _H (D9 D10)	
40	28	30	15	10	40	30	0.5	0.5	20	5	2.1	20	16	4	30 (3)
50	35	38	20		50	38	0.8		25	6	2.6	25	21	5	65 (6.5)
60	45	48	22	16	60	45	1.0	1.0	32	8	3.1	32	26	6	140 (14)
70	50	54	27		70	50			35			38	32		260 (26)
80	60	60	30	20	80	60	1.2	1.0	40	10	3.6	42	36	7	300 (30)
90	65	70	35		90	70			45	12		48	42	8	420 (42)
100	75	80	40		100	80			50	14	4.1	54	46	9	470 (47)
120	90	100	50	30	120	100	1.5	1.5	60	16	5.1	60	52	10	1100 (110)
140	100	115	55		140	110			70	18	5.6	72	62	12	1700 (170)

注: 1. 表中许用转矩T_p系按高速接合, 取离合器材料为45号钢计算牙面挤压强度而得。同时与同样材料的双键、花键轴的抗扭强度相适应, 若在低速或静止时接合, 牙面承载能力可提高2—3.5倍, 但必须验算轴的强度。

5.9 轴

5.9.1 轴的材料

表 5—134

轴的常用材料及其主要机械性能

材料牌号	热处理	毛坯直径 (mm)	硬度 HBS	抗拉强度	屈服强度	弯曲疲 劳极限	扭转疲 劳极限	许用静 应力	许用疲 劳应力	备 注
				σ_b	σ_s	σ_{-1}	τ_{-1}	$[\sigma_{+1}]$	$[\sigma_{-1}]$	
				MPa 不小于				MPa	MPa	
Q235A Q235AF				440	240	180	105	176	120~138	用于不重要或 载荷不大的轴
20	正火	25	<156	420	250	180	100	168	120~138	用于载 荷 不 大，要求韧性较 高的轴
	正火	<100	103~156	400	220	165	95	160	110~127	
		>100~300		380	200	155	90	152	103~119	
		>300~500		370	190	150	85	148	100~115	
回火	>500~700		360	180	145	80	144	96~111		
35	正火	25	<187	540	320	230	130	216	153~176	应用较广泛
	正火	<100	149~187	520	270	210	120	208	140~161	
		>100~300		500	260	205	115	200	136~158	
		>300~500	143~187	480	240	190	110	192	126~146	
	回火	>500~750	137~187	460	230	185	105	184	123~142	
		>750~1000		440	220	175	100	176	116~134	
调质	<100	156~207	560	300	230	130	224	153~177		
	>100~300		540	280	220	125	216	146~169		
45	正火	25	<241	610	360	260	150	244	173~200	应用最广泛
	正火	<100	170~217	600	300	240	140	240	160~184	
		>100~300		580	290	235	135	238	156~180	
		>300~500	162~217	560	280	225	130	224	150~173	
	回火	>500~750	156~217	540	270	215	125	216	143~165	
调质	<200	217~255	650	360	270	155	260	180~207		
40Cr	调质	25		1000	800	485	280	400	269~323	用于载 荷 较 大，而无很大冲 击的重要轴
		<100	241~286	750	550	350	200	300	194~233	
		>100~300		700	500	320	185	280	177~213	
		>300~500	229~269	650	450	295	170	260	163~196	
		>500~800	217~255	600	350	255	145	240	170~196	

续表 1

材料牌号	热处理	毛坯直径 (mm)	硬度 HBS	抗拉强度	屈服强度	弯曲疲 劳极限	扭转疲 劳极限	许用静 应力	许用疲 劳应力	备 注
				σ_b	σ_s	σ_{-1}	τ_{-1}	$[\sigma_{+1}]$	$[\sigma_{-1}]$	
				MPa 不小于				MPa	MPa	
40MnB	调质	25		1000	800	485	280	400	269~323	性能接近于 40Cr。用于重要的 轴
		<200	241~286	750	500	335	195	300	186~223	
40CrNi	调质	25		1000	800	485	280	400	269~323	用于很重要的 轴
38CrMo A1A	调质	30	229	1000	850	495	285	400	198~275	用于要求高耐 磨性、高强度且 热处理变形很小 的(氮化)轴
20Cr	渗碳	15	表面	850	650	375	215	340	208~250	用于要求强度 和韧性均较高的 轴(如某些齿轮 轴、蜗杆等)
	淬火	30	HRC	650	400	280	160	260	155~186	
	同火	<60	56~62	650	400	280	160	260	155~186	
20CrMnTi	渗碳 淬火 回火	15	表面 HRC 56~62	1100	850	525	300	440	291~350	
QT400-15			156~197	400	300	145	125	100		用于结构形状 复杂的轴
QT450-10			170~207	450	330	160	140	112		
QT500-7			187~255	500	380	180	155	125		
QT600-3			197~269	600	420	215	185	150		

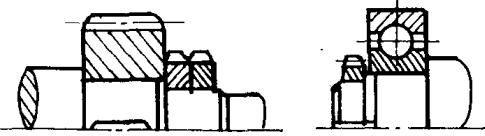
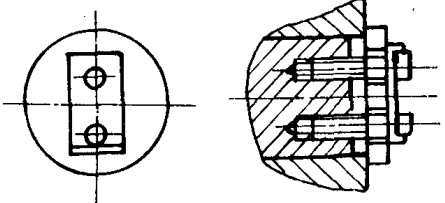
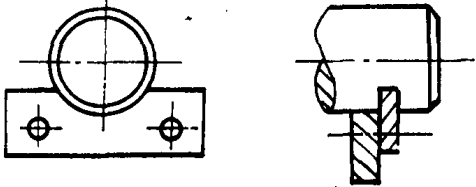
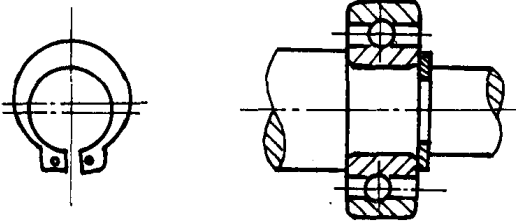
- 注: 1. 表中所列疲劳极限数值, 均按下式计算 $\sigma_{-1} \approx 0.27(\sigma_b + \sigma_s)$, $\tau_{-1} \approx 0.156(\sigma_b + \sigma_s)$
 2. 其他性能, 一般可取 $\tau_s \approx (0.55 \sim 0.62)\sigma_s$, $\sigma_0 \approx 1.4\sigma_{-1}$, $\tau_0 \approx 1.5\tau_{-1}$.
 3. 球墨铸铁 $\sigma_{-1} \approx 0.36\sigma_b$, $\tau_{-1} \approx 0.31\sigma_b$.
 4. 许用静应力 $[\sigma_{+1}] = \sigma_b / [n]_{b+1}$, 许用疲劳应力 $[\sigma_{-1}] = \sigma_{-1} / [n]_{-1}$.
 5. 选用 $[\sigma_{-1}]$ 值时, 重要零件取较小值, 一般零件取较大值。

表 5—137

轴上零件轴向固定方法及特点

固定方法	简 图	特 点
轴肩、轴环、轴伸		<p>结构简单，定位可靠，可承受较大的轴向力，常用于齿轮、链轮、带轮、联轴器和轴承的定位</p> <p>为保证零件紧靠定位面，应使 $r < c_1$ 或 $r < R$</p> <p>轴肩高度 a 应大于 R 或 c_1，通常取 $a = (0.07 \sim 0.1)d$ 轴环宽度 $b \approx 1.4a$</p> <p>与滚动轴承相配合处的 a 与 r 值应根据滚动轴承的类型与尺寸确定</p> <p>圆柱轴伸见(GB1569—90)</p>
套筒		<p>结构简单、定位可靠、轴上不需开槽、钻孔和切制螺纹，因而不影响轴的疲劳强度。一般用于零件间距较小场合，以免增加结构重量。轴的转速很高时不宜采用</p>
锁紧挡圈		<p>结构简单，不能承受大的轴向力，不宜用于高速。常用于光轴上零件的固定</p> <p>螺钉锁紧挡圈的结构尺寸见 GB884—86</p>
紧定螺钉		<p>适用于轴向力很小，转速很低或仅为防止零件偶然沿轴向滑动的场合。为防止螺钉松动，可加锁圈</p> <p>紧定螺钉同时亦起周向固定作用</p>
圆锥面		<p>能消除轴与轮毂间的径向间隙，拆装较方便，可兼作周向固定，能承受冲击载荷。多用于轴端零件固定，常与轴端压板或螺母联合使用，使零件获得双向轴向固定</p> <p>圆锥形轴伸见 GB1570—90</p>

续表 1

固定方法	简 图	特 点
圆螺母		<p>固定可靠, 装拆方便, 可承受较大轴向力。由于轴上切削螺纹, 使轴的疲劳强度降低。常用双圆螺母或圆螺母与止动垫圈固定轴端零件, 当零件间距较大时, 亦可用圆螺母代替套筒以减小结构重量</p> <p>圆螺母和止动垫圈的结构尺寸见 GB810—88, GB812—88 及 GB858—88</p>
轴端挡圈		<p>适用于固定轴端零件, 可承受剧烈振动和冲击载荷</p> <p>螺栓紧固轴端挡圈的结构尺寸见 GB892—86 (单孔) 及 JB/ZQ4349—86 (双孔)</p>
轴端挡板		<p>适用于心轴和轴端固定见 JB/ZQ4348—86</p>
弹性挡圈		<p>结构简单紧凑, 只能承受很小的轴向力, 常用于固定滚动轴承</p> <p>轴用弹性挡圈的结构尺寸见 GB894.1—86</p>

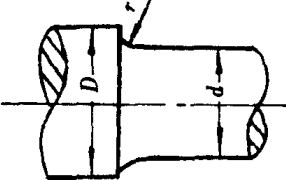
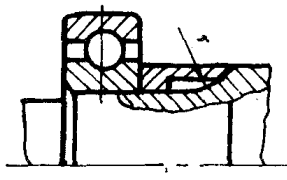
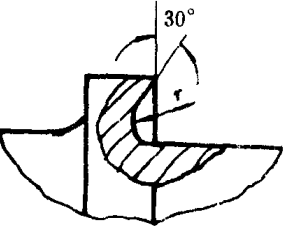
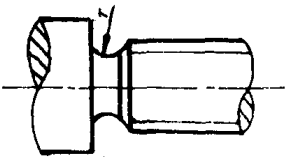
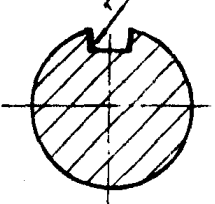
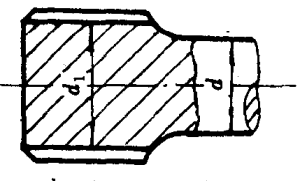
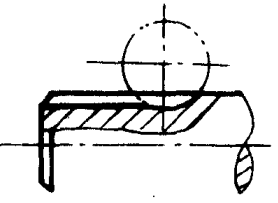
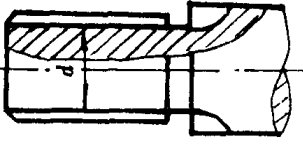
轴上零件的周向固定方式见键连接。

②提高轴疲劳强度的结构措施

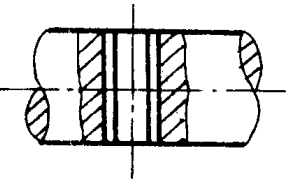
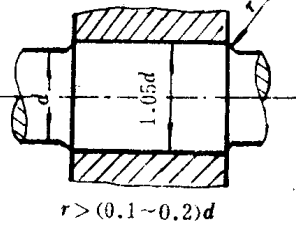

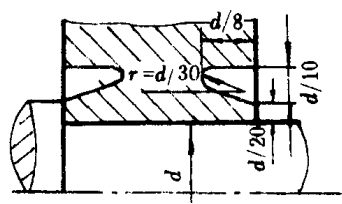
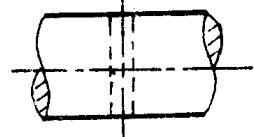
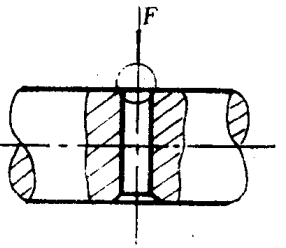
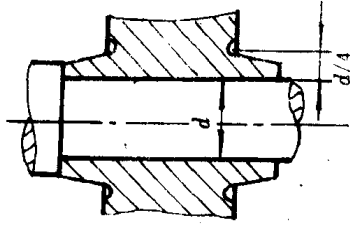
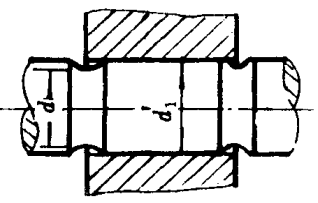
表 5—138, 列出了常用的降低集中应力的措施。

表 5—138

降低轴上应力集中的主要措施举例

结构名称	简图	措施	结构名称	简图	措施
圆		加大圆角半径 $r/d > 0.1$ 减小直径差 $D/d < 1.15 \sim 1.2$	圆		加大圆角半径，设中间环
角		加内凹圆角	角		加退刀圆角
键		底部加圆角	花	 $d_1 = (1.1 \sim 1.3)d$	增大花键直径
槽		用圆盘铣刀	键		花键加退刀槽

续表 1

结构名称	简图	措施	结构名称	简图	措施
横		压入弹性小的衬套			轴上开卸载槽并辊压 K 减小约30~40%
		盲孔改成通孔	过盈配合		轮毂上开卸载槽 K 减小约15~25%
					
孔		孔上倒角或滚珠辊压	配合		减小轮毂端部厚度 K 减小约15~25%
过盈配合		增大配合处直径			
	$d_1 = (1.06 \sim 1.08) d$ $K\sigma$ 减小约40%		说明	K_σ ——弯曲时的有效应力集中系数	

③轴的加工和装配工艺性

轴的结构应考虑以下几个主要问题

- A. 考虑加工工艺所必需的结构要素（如中心孔、螺尾退刀槽、砂轮越程槽等）；
- B. 合理确定轴与零件的配合性质，加工精度和表面粗糙度；
- C. 轴的配合直径应按 GB2822—81 圆整为标准值
- D. 确定轴各段长度时，应尽可能使结构紧凑，同时要保证零件所需的滑动距离、装配或调整所需装配空间。
- E. 为便于导向和避免擦伤配合表面，轴的两端及有过盈配合的台阶处都应制成倒角。
- F. 为减少加工刀具种类和提高劳动生产率，轴上的圆角、倒角、键槽等应尽可能取相同尺寸。

④轴的典型结构举例

滚动轴承支承的轴的典型结构，如图 5—41。

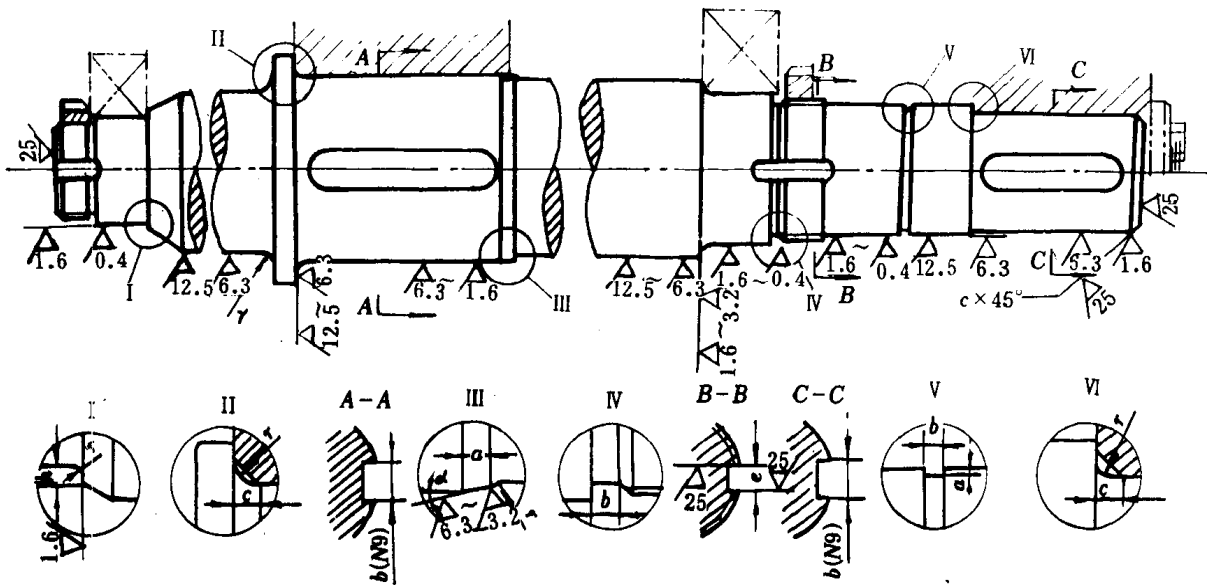


图 5—41 滚动轴承支承的轴的典型结构

5.9.4 轴的强度校核



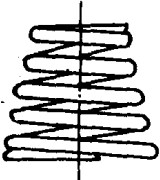
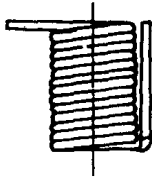
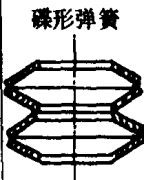
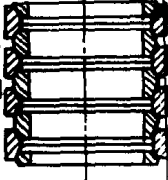
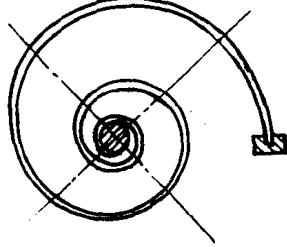
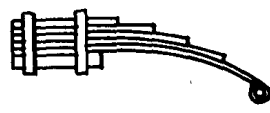
轴上支承反力的作用点，根据轴承类型和组合确定。如图 5—42。

按许用弯曲应力计算的公式，计算危险截面的轴，（见表 5—139）。如果截面开一个键槽，其计算值加大 3~7%，有两个键槽时，其值增大 7~15%。

5.10 弹簧

5.10.1 弹簧的分类

表 5—140 弹簧的主要类型

按形状分	按载荷分			
	拉 伸	压 缩	扭 转	弯 曲
螺旋形	圆柱形螺旋拉伸弹簧 	圆柱形螺旋压缩弹簧 	截锥形螺旋压缩弹簧 	圆柱形螺旋扭转弹簧 
其它		碟形弹簧 	环形弹簧 	盘簧 
				板簧 

5.10.2 弹簧的材料

表 5—141 弹簧材料及许用应力 (按 GB1239—76)

类别	牌 号	压缩弹簧许用切应力 (τ), MPa			许用弯曲应力 (σ) _w , MPa		切变模量 G , GPa	弹性模量 E , GPa	推荐硬度范围 HRC	推荐使用温度 $^{\circ}\text{C}$	特性及用途
		I 类	II 类	III 类	II 类	III 类					
钢 丝	碳素弹簧钢丝 I, II, II _a , III	0.3 σ_b	0.4 σ_b	0.5 σ_b	0.5 σ_b	0.625 σ_b	0.5 < d < 4	0.5 < d < 4	—	-40~120	强度高, 加工性能好, 但淬透性差, 适用于做小弹簧 (钢丝直径 d < 8mm 冷卷弹簧), 或要求不高的大弹簧
	81.5~78.5						204~202				
	特殊用途弹簧钢丝甲、乙、丙 65Mn						d > 4	d > 4			
							78.5	197			

续表 1

类别	牌 号	压缩弹簧许用切应力 (τ), MPa			许用弯曲应力 (σ) _w MPa		切变模量 G GPa	弹性模量 E GPa	推荐硬度范围 HRC	推荐使用温度 $^{\circ}\text{C}$	特性及用途
		I 类	II 类	III 类	II 类	III 类					
钢 丝	60Si2Mn 50Si2MnA	471	627	785	785	981	78.5	197	45~50	-40~200	弹性好, 回火稳定性好; 易脱碳, 用于受高负荷的弹簧
	60Si2CrA						47~52				有较好的弹性, 淬透性和回火稳定性
	70Si3MnA	530	706	883	883	1110	47~52			-40~200	强度高, 易脱碳, 有较好的弹性和回火稳定性
	65Si2MnWA 60Si2CrVA	560	745	931	931	1167	47~52			-40~250	强度高, 耐高温, 弹性好, 淬透性好
	50CrVA	442	588	735	735	920	45~50			-40~210	有高的疲劳性能, 淬透性和回火稳定性好
	30W4Cr2VA						43~47			-40~350	高温时强度高, 淬透性好
不 锈 钢 丝	1Cr18Ni9 1Cr18Ni9Ti 2Cr18Ni9	324	432	540	540	677	71.5	193	—	-250~300	耐腐蚀, 耐高低温有良好工艺性, 但不能用淬火法硬化, 只能在固溶处理后, 通过加工来提高强度, 适用于做小弹簧
	4Cr13	442	588	735	735	920	75.5	215	48~53	-40~30	耐腐蚀, 耐高温适用于做大弹簧
	Cr17Ni7Al Cr15Ni7MoAl	471	627	785	785	981	73.5	183	—	300	耐腐蚀, 加工性能好
	Ni36CrTiAl	442	588	735	735	920	75.5	197	—	-40~250	耐腐蚀, 弱磁性, 高弹性
	Ni42CrTi	412	550	687	687	862	65.6	186	—	-60~100	耐腐蚀, 加工性能好, 恒弹性
Co40CrNiMo	500	666	834	834	1000	76.5	197	—	-40~400	耐腐蚀, 高强度, 无磁, 高弹性	

续表 2

类别	牌 号	压缩弹簧许用切应力 (τ) , MPa			许用弯曲应力 $(\sigma)_w$, MPa		切变模量 G , GPa	弹性模量 E , GPa	推荐硬度范围 HRC	推荐使用温度 $^{\circ}\text{C}$	特性及用途	
		I 类	II 类	III 类	II 类	III 类						
青 铜 丝	QSi3—1	265	353	442	442	550	40.2	93	HBS 90 ~ 100	-40~ 120	强度, 弹性和耐磨性均高, 低温时不降低塑性, 耐腐蚀, 防磁好	
	39.2											
	QBe2	353	442	550	550	735	42.2	129.5	37~40		强度, 弹性和耐磨性均好, 耐蚀, 无磁性, 导电性和弹性好	
轧 材	65Mn	412	550	687	687	862	78.5	197	45~50	-40~ 120	机械性能略大于碳素钢; 有过热敏感性和回火脆性	
	55Si2Mn	442	588	735	735	912						
	60Si2Mn	471	607	785	785	981						
	60Si2MnA											
	60Si2MnA	529	705	883	883	1110				-40~ 250	有较好的弹性, 淬透性和回火稳定性	
	70Si2MnA											
	65Si2MnWA 60Si2CrVA	559	745	931	931	981				47~52	-40~ 250	强度高, 易脱碳, 有较好的弹性和回火稳定性
	50CrMn	470	627	785	785	981						
	55SiMnVB 50CrVA	442	588	735	735	912				45~50	-40~ 210	有高的疲劳性能, 弹性, 淬透性和回火稳定性好
	30W4Cr2VA												43~47	-40~ 500	高的疲劳性, 淬透性和回火稳定性, 高温时强度高, 淬透性好

注: 1. (τ) , $(\sigma)_w$, G 和 E 值是在常温下按表中推荐硬度范围的下限值。

2. 工作极限切应力: I 类弹簧: $\tau_j < 1.67 (\tau)$; II 类 $\tau_j < 1.25 (\tau)$; III 类 $\tau_j < (\tau)$ 。工作极限弯曲应力: $(\sigma_w) < 0.625 \sigma_b$; III 类 $(\sigma)_w < 0.8 \sigma_b$ 。

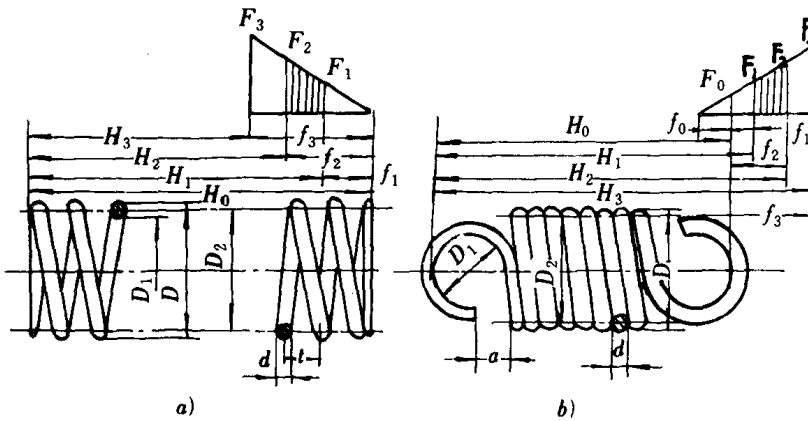
3. 拉伸弹簧的许用切应力 (τ) 为表中的 80%。对于重要的其损坏会引起整个机械损坏的弹簧, (τ) 应适当降低。

4. 当工作温度大于 60 $^{\circ}\text{C}$ 时, 切变模量 G 应进行修正, 参阅 GB1239—76。

5.10.4 压、拉弹簧的设计计算

表 5-145

压、拉弹簧的设计计算公式



F_1 ——最小工作负荷, N, 一般 $F_1 \geq 0.2F_3$; F_2 ——最大工作负荷, N; F_3 ——工作极限负荷, N, I 类弹簧 $F_3 = 1.67F_2$; II 类 $F_3 = 1.25F_2$; III 类 $F_3 = F_2$; F_0 ——拉伸弹簧的初拉力, N, 一般 $F_0 = (0.2 \sim 0.3)F_2$; f_0, f_1, f_2, f_3 ——在 F_0, F_1, F_2, F_3 作用下弹簧的变形量, m;

H_0 ——自由高度或长度, m; H_1, H_2, H_3 ——在 F_1, F_2, F_3 作用下弹簧的高度, m; d ——弹簧钢丝直径, m; D, D, D_1 ——弹簧外、中、内径, m.

名 称	计 算 公 式	符 号 意 义 及 选 择
弹簧钢丝直径 d m (在几何计算中单位一般用 mm)	$d > 1.6 \sqrt{\frac{F_2 K C}{[\tau]}}$	K ——曲度系数, 见表 5-146 $K = \frac{4C-1}{4C-1} + \frac{0.615}{C}$ C ——弹簧指数, 见表 5-146 $[\tau]$ ——许用切应力, Pa, 见表 5-141
弹簧刚度 k N/m	$k = \frac{GD_2}{8Cn}$	G ——切变模量, GPa, 见表 5-141 f_0 ——弹簧初变形量, 对不需淬火的钢丝制成的拉伸弹簧 $f_0 = (0.25 \sim 0.43)f_2$; 对压缩弹簧及没有初变形的拉伸弹簧 $f_0 = 0$
有 效 圈 数 n	$n = \frac{GD_2(f_2 - f_0)}{8F_2C}$	
工作极限负荷下的变形量 f_3, m	压缩弹簧: $f_3 = \frac{8F_3C^4n}{GD_2}$ 拉伸弹簧: $f_3 = \frac{8F_3C^4n}{GD_2} - f_0$	
最大工作负荷下的变形量 f_2, m	压缩弹簧: $f_2 = \frac{8F_2C^4n}{GD_2}$ 拉伸弹簧: $f_2 = \frac{8F_2C^4n}{GD_2} - f_0$	

续表 1

名 称	几 何 尺 寸 计 算 公 式 及 方 法
总圈数 n_1	压缩弹簧: $n_1 = n + (2 \sim 2.5)$ 冷卷弹簧 $n_1 = n + (1.5 \sim 2)$ YII 型热卷弹簧 拉伸弹簧: $n_1 = n$
节距 t, mm	压缩弹簧: $t = (0.28 \sim 0.5)D_2$ 或查表 5—147 拉伸弹簧: $t = d$
自由高度或长度 H_0, mm	压缩弹簧: 两端圈磨平: 当 $n_1 = n + 1.5$ 时, $H_0 = tn + d$ 当 $n_1 = n + 2$ 时, $H_0 = tn + 1.5d$ 当 $n_1 = n + 2.5$ 时, $H_0 = tn + 2d$ 两端圈不磨: 当 $n_1 = n + 2$ 时, $H_0 = tn + 3d$ 当 $n_1 = n + 2.5$ 时, $H_0 = tn + 3.5d$ 拉伸弹簧: LI 型 $H_0 = (n + 1)d + D_1$ LII 型 $H_0 = (n + 1)d + 2D_1$ LIII 型 $H_0 = (n + 1.5)d + 2D_1$
压缩弹簧并紧高度 H_b, mm	两端圈磨平: $H_b \approx (n_1 - 0.5)d$; 两端圈不磨: $H_b \approx (n_1 + 1)d$
弹簧展开长度 L, mm	压缩弹簧: $L = \frac{\pi D_2 n_1}{\cos \gamma^\circ}$ 拉伸弹簧: $L = \pi D_2 n + \text{钩部展开长度}$
螺旋导角 γ°	$\gamma^\circ = \arctg \frac{t}{\pi D_2}$, 对压缩弹簧推荐 $\gamma^\circ = 5^\circ \sim 9^\circ$

表 5—146

弹簧指数 C 及曲度系数 K

项目	参 数 选 取																										
弹簧指数 C	d, mm $C = \frac{D_2}{d}$			0.2~0.4				0.5~1				1.2~2.2				2.5~6				7~16				18~50			
				7~14				5~12				5~10				4~9				4~8				4~6			
曲度系数 K	C	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.2	5.4	5.5	5.6	5.8	6	6.2	6.4	6.5	6.6	6.8	7			
	K	1.4	1.59	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	1.24	1.23	1.23	1.22	1.21			
曲度系数 K	C	7.2	7.4	7.5	7.6	7.8	8	8.5	9	9.5	10	11	12	14													
	K	1.2	1.2	1.2	1.19	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.10													

表 5—147 常用压缩弹簧的基本性能 (摘自 GB2089—80)

材料直径 d (mm)	弹簧中径 D_2 (mm)	工作极限负荷 F_j (N)	一圈弹簧工作极限负荷下变形量 f' (mm)	节距 t (mm)	最大导杆直径 D_{max} (mm)	最小导套直径 D_{min} (mm)	材料直径 d (mm)	弹簧中径 D_2 (mm)	工作极限负荷 F_j (N)	一圈弹簧工作极限负荷下变形量 f' (mm)	节距 t (mm)	最大导杆直径 D_{max} (mm)	最小导套直径 D_{min} (mm)
0.5	3	14.1	0.62	1.19	1.9	4.1	0.9	4	54.3	0.54	1.51	2.5	5.5
	3.5	12.4	0.872	1.48	2.4	4.6		4.5	10.0	0.708	1.69	3.0	6.0
	4	11.4	1.167	1.81	2.9	5.1		5	46.3	0.898	1.91	3.5	6.5
	(4.5)	10.1	1.505	2.18	3.4	5.6		6	40.0	1.346	2.41	4.1	7.9
	5	9.24	1.89	2.61	3.1	6.1		7	35.4	1.887	3.01	5.1	8.9
	6	7.88	2.78	3.61	4.5	7.5		8	81.7	2.525	3.72	6.1	9.9
	7	6.86	3.85	4.80	5.5	8.5		9	28.6	3.25	4.53	7.1	10.9
0.6	3	22.75	0.483	1.14	1.8	4.2	1.0	4.5	65.0	0.603	1.68	2.9	6.1
	3.5	19.9	0.683	1.36	2.3	4.7		5	60.2	0.768	1.86	3.4	6.6
	4	18.25	0.92	1.63	2.8	5.2		6	52.5	1.158	2.30	4	8
	(4.5)	16.6	1.19	1.93	3.3	5.7		7	46.4	1.625	2.82	5	9
	5	15.2	1.595	2.27	3.8	6.2		8	41.6	2.175	3.44	6	10
	6	13.04	2.213	3.08	4.4	7.6		9	37.8	2.80	4.14	7	11
	7	11.38	3.075	4.4	5.4	8.6		10	34.5	3.525	4.94	8	12
	8	10.1	4.072	5.15	6.4	9.6		12	29.4	5.182	6.80	9	15
0.7	3.5	31	0.563	1.33	2.2	4.8	1.2	(14)	25.6	7.15	9.02	11	17
	4	28	0.762	1.55	2.7	5.3		6	80.0	0.878	2.18	3.8	8.2
	4.5	25.6	0.99	1.81	3.2	5.8		7	73.5	1.24	2.59	4.8	9.2
	5	23.6	1.248	2.10	3.7	6.3		8	66.2	1.668	3.07	5.8	10.2
	6	20.2	1.855	2.78	4.3	7.7		9	60.2	2.154	3.62	6.8	11.2
	7	17.7	2.58	3.59	5.3	8.7		10	55.3	2.725	4.24	7.8	12.2
	8	15.8	3.425	4.54	6.3	9.7		12	47.3	4.022	5.69	8.8	15.2
	9	14.2	4.4	5.62	7.3	10.7		14	41.3	5.575	7.44	10.8	17.2
0.8	4	40.4	0.645	1.52	2.6	5.4	1.4	(16)	36.7	1.375	9.46	12.8	19.2
	(4.5)	37	0.84	1.74	3.1	5.9		7	110	0.998	2.52	4.6	9.4
	5	34.1	1.063	1.99	3.6	6.4		8	99	1.348	2.91	5.6	10.4
	6	29.5	1.588	2.58	4.2	7.8		9	90.5	1.75	3.36	6.6	11.4
	7	26	2.215	3.28	5.2	8.8		10	83.0	2.205	3.87	7.6	12.4
	8	23.1	2.95	4.10	6.2	9.8		12	71.5	3.276	5.0	8.6	15.4
	9	20.9	3.80	5.04	7.2	10.8		14	62.6	4.564	6.51	10.6	17.4
	(10)	19.0	4.725	6.10	8.2	11.8		16	55.7	6.05	8.18	12.6	19.4
								18	50.2	7.775	10.1	14.6	21.4
								20	45.7	9.70	12.6	15.6	24.4

续表 1

材料直径 d (mm)	弹簧中径 D_2 (mm)	工作极限负荷 F_r (N)	一圈弹簧工作极限负荷下变形量 f' (mm)	节距 t (mm)	最大导杆直径 D_{max} (mm)	最小导套直径 D_{min} (mm)	材料直径 d (mm)	弹簧中径 D_2 (mm)	工作极限负荷 F_r (N)	一圈弹簧工作极限负荷下变形量 f' (mm)	节距 t (mm)	最大导杆直径 D_{max} (mm)	最小导套直径 D_{min} (mm)
1.6	8	1.39	1.106	2.84	5.4	10.6	2.5	25	174	7.075	10.4	19.5	30.5
	9	127.5	1.446	3.22	6.4	11.6		(28)	157	9.009	12.6	22.5	33.5
	10	118	1.83	3.65	7.4	12.6		(30)	148	10.425	14.2	24.5	35.5
	12	102	2.725	4.66	8.4	15.6		(32)	139	11.950	15.9	25.5	38.5
	14	89.4	3.825	5.87	10.4	17.6	3.0	14	459	1.585	4.77	9	19
	16	79.6	5.075	7.29	12.4	19.6		16	415	2.145	5.49	11	21
	18	71.9	6.525	8.91	14.4	21.6		18	380	2.80	6.13	13	23
	(20)	69.5	8.15	10.7	15.4	23.6		20	350	2.525	6.95	14	26
(22)	60.2	9.971	12.8	17.4	26.6	22		324	4.35	7.87	16	28	
[1.8]	9	171.5	1.213	3.16	6.2	11.8		25	292	5.75	9.43	19	31
	10	159	1.54	3.52	7.2	12.8		28	265	7.325	11.2	22	34
	12	137.3	2.31	4.39	8.2	15.8		30	250	8.5	12.5	24	36
	14	121.8	3.225	5.42	10.2	17.8	32	236	9.75	13.9	25	39	
	16	100	4.325	6.64	12.2	19.8	35	219	11.8	16.2	28	42	
	18	98.1	5.55	8.02	14.2	21.8	38	203	14.0	18.7	31	45	
	20	89.5	6.95	9.59	15.2	24.8	3.5	16	595	1.656	5.35	10.5	21.5
	22	82.8	8.50	11.3	17.2	26.8		18	546	2.165	5.95	12.5	23.5
25	73.2	11.12	14.3	20.2	29.8	20		505	2.75	6.58	13.5	26.5	
2.0	10	212	1.348	3.51	7	13		22	409	3.40	7.30	15.5	28.5
	12	184.3	2.033	4.28	8	16		25	424	4.50	8.54	18.5	31.5
	14	163	2.85	5.20	10	18		28	386	5.75	9.95	21.5	34.5
	16	146	3.825	6.28	12	20		30	365	6.675	11.0	23.5	36.5
	18	132.2	4.923	7.52	14	22		32	346	7.675	12.1	24.5	39.5
	20	120.7	6.175	8.92	15	25	35	320	9.30	13.9	27.5	42.5	
	22	112	7.575	10.5	17	27	38	297	11.08	15.9	30.5	45.5	
	(25)	99	9.9	13.1	20	30	40	284	12.35	17.3	32.5	47.5	
(28)	90	12.58	16.1	23	33	4.0	20	705	2.248	6.52	13	27	
2.5	12	312	1.408	4.08	7.5		16.5	22	657	2.80	7.12	15	29
	14	278	1.995	4.73	9.5		18.5	25	595	3.70	8.15	18	32
	16	251	2.675	5.51	11.5		20.5	28	545	4.75	9.33	21	35
	18	228.5	3.475	6.40	13.5		22.5	30	515	5.525	10.2	23	37
	20	210	4.375	7.40	14.5		25.5	32	488	6.375	11.1	24	40
	22	193	5.375	8.52	16.5		27.5	35	452	7.725	12.3	27	43

5.11 减速器

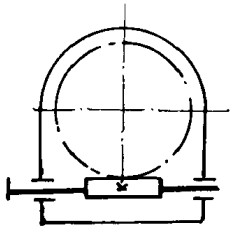
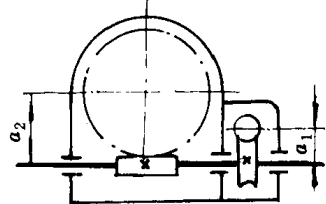
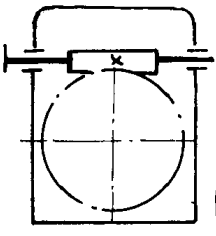
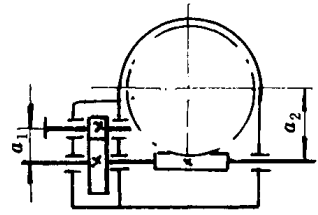
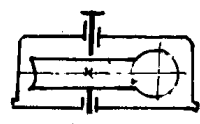
5.11.1 减速器的分类

表 5-148

减速器的分类

名称		运动简图	名称		运动简图
单级圆柱圆锥齿轮减速器	$i < 8-10$		两级圆柱圆锥齿轮减速器	展开式同轴分流式 $i = 8-60$	
	$i = 8-60$			$i = 8-22$ 斜齿、圆弧齿~40	
两级圆柱圆锥齿轮减速器	分流式 $i = 8-60$		三级圆柱圆锥齿轮减速器	展开式 $i = 40 \sim 400$	
	同轴式 $i = 8-60$			分流式 $i = 40-400$	
	同轴分流式 $i = 8-60$			$i = 25-75$	

续表 1

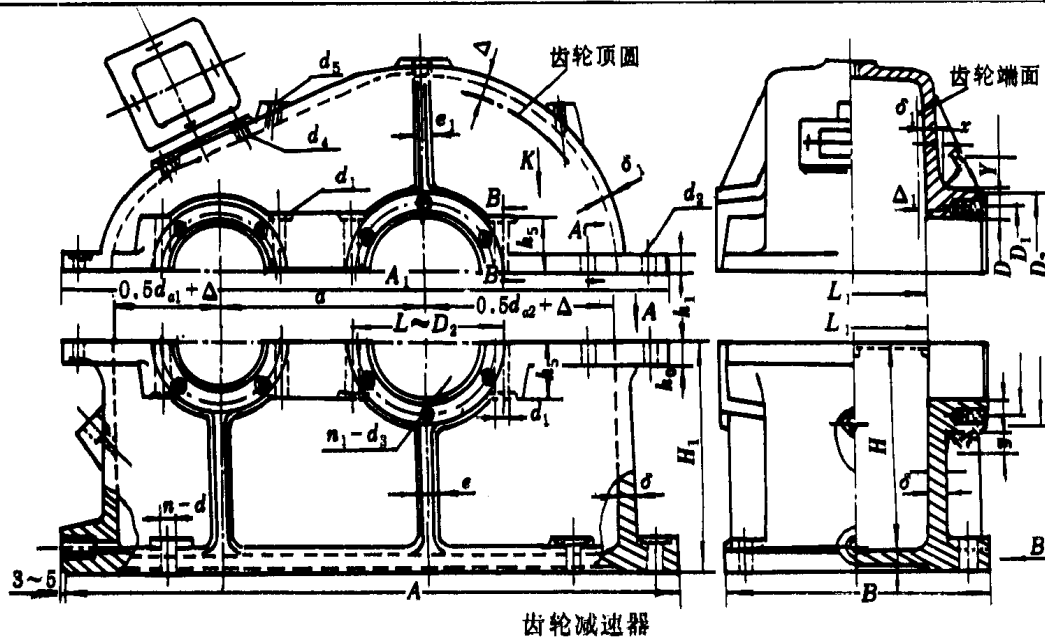
名称		运动简图	名称	运动简图
蜗 轮 蜗 杆 减 速 器	蜗杆下置式 $i=10-80$		两级蜗杆减速器 $i=43-3600$	
	蜗杆上置式 $i=10-80$		两级齿轮-蜗杆减速器 $i=15-480$	
	$i=10-80$			

5.11.2 减速器的箱体尺寸

表 5-149

减速器的箱体尺寸

(mm)

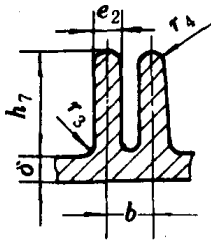


续表 2

名 称	代 号	尺 寸		备 注	
		齿轮减速器箱体	蜗杆减速器箱体		
底座壁厚	δ	级 数	1 $0.025a+1 > 7.5$	$(.04a+(2\sim 3)) > 8$	a 值对圆柱齿轮传动为低速级中心距; 对圆锥齿轮传动为大小齿轮平均节圆半径之和, 对蜗杆传动为中心距
			2 $0.025a+3 > 8$		
			3 $0.025a+5$		
箱盖壁厚	δ_1		$(0.8\sim 0.85)\delta > 8$	蜗杆上置式 $(0.8\sim 0.85)\delta > 8$	
				蜗杆下置式 $\delta_1 = \delta$	
底座上部凸缘厚度	h_0		$(1.5\sim 1.75)\delta$		
箱盖凸缘厚度	h_1		$(1.5\sim 1.75)\delta_1$	$(1.5\sim 1.75)\delta$	
底座下部凸缘厚度	h_2	平耳座	$(2.25\sim 2.75)\delta$		
	h_3	凸耳座	1.5δ		
	h_4		$(2.25\sim 2.75)\delta$		
轴承座连接螺栓凸缘厚度	h_5		$(3\sim 4)d_1$		根据结构确定
底座加强筋厚度	e		$(0.8\sim 0.85)\delta$		
箱盖加强筋厚度	e_1		$(0.8\sim 0.85)\delta_1$		
地脚螺栓直径	d		$(1.5\sim 2)\delta$		应校核强度
地脚螺栓数目	n		$n = \frac{L+B}{200\sim 300}$		L, B ——底座的长度和宽度
轴承座连接螺栓直径	d_1		$0.75d$		
底座与箱盖连接螺栓直径	d_2		$(0.5\sim 0.6)d$		
轴承盖固定螺栓直径	d_3		表 5—156		

续表 4

注: 1. 箱体材料为灰铸铁。对于焊接箱体, 其参数可参考本表, 但壁厚可减少30~40%。
2. 对于有散热片的蜗轮减速器, 散热片尺寸按下列经验公式确定。



$$h_7 = (4 \sim 5)\delta$$

$$e_2 = \delta$$

$$r_3 = 0.5\delta$$

$$r_4 = 0.25\delta$$

$$b = 2\delta$$

表 5—150 螺栓孔凸缘的配置尺寸

代号	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M22 M24	M27	M30
C_{1min}	12	15	18	22	26	30	36	40	42
C_{2min}	10	13	14	18	21	26	30	34	36
D_0	15	20	25	30	40	45	48	55	60
r_{min}	3	3	4	4	5	5	8	8	8

表 5—151 地脚螺栓孔凸缘的配置尺寸 (mm)

代 号	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56
C'_{1min}	25	30	35	50	55	60	70	95
C'_{2min}	22	25	30	50	55	60	70	95
D'_0	45	48	60	85	100	110	130	170
r_{min}								

表 5—152 铸件交接处尺寸 (mm)

壁厚 δ	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35
	X	3	4	5	6	7
Y	15	20	25	30	35
R	5	5	5	8	>8

注: 表中所列过渡处的尺寸适用于 $h \approx (2 \sim 3)\delta$, 当 $h > 3\delta$ 时, 应加大表中数值。而当 $h < 2\delta$ 时, 过渡处的尺寸由设计者自行考虑。

表 5—153

轴承座凸缘端面尺寸

(mm)

代 号	尺 寸																		
	47	52	62	72	80	85	90	100	110	120	125	130	140	150	160	170	180	190	200
D	47	52	62	72	80	85	90	100	110	120	125	130	140	150	160	170	180	190	200
D_1	68	72	85	95	105	110	115	125	140	150	155	160	170	185	195	205	215	225	235
D_2	85	90	105	115	125	130	135	145	165	175	180	185	200	215	230	240	255	265	275
d_3	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M10	M10	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M16	M16	M16
d_3 数目 n_1	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

表 5—154

地 脚 螺 栓 尺 寸

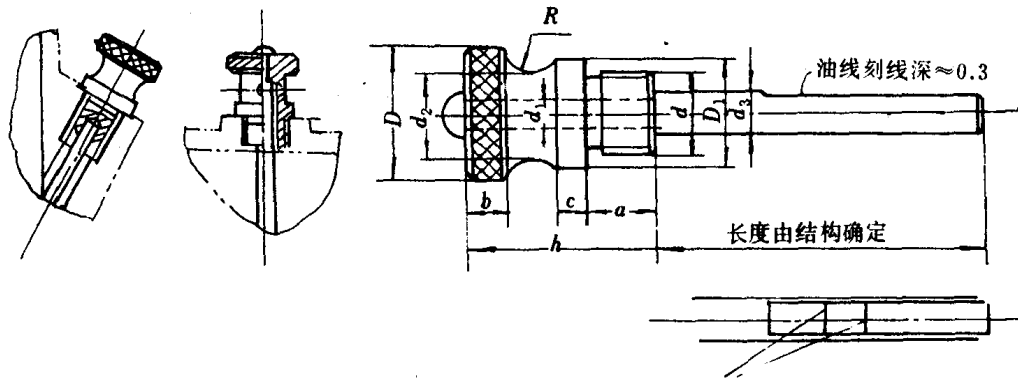
(mm)

单 级			两 级			三 级		
中心距 a	螺栓直径 d	螺栓数目 n	总中心距 a	螺栓直径 d	螺栓数目 n	总中心距 a	螺栓直径 d	螺栓数目 n
100	M16	4	250	M20	6	500	M20	8
150	M16	6	350	M20	6	650	M24	8
200	M16	6	425	M20	6	750	M24	10
250	M20	6	500	M24	8	825	M30	10
300	M24	6	600	M24	8	950	M30	10
350	M24	6	650	M30	8	1100	M36	10
400	M30	6	750	M30	8	1250	M36	10
450	M30	6	850	M36	8	1450	M42	10
500	M36	6	1000	M36	8	1650	M42	10
600	M36	6	1150	M42	8	1900	M48	10
700	M42	6	1300	M42	8	2150	M48	10
800	M42	6	1500	M48	10			
900	M48	6	1700	M48	10			
1000	M48	6	2000	M56	10			

5.11.3 减速器附件

表 5-155

油 尺



d	d_1	d_2	d_3	h	a	b	c	D	D_1	R
M12	4	12	6	28	10	6	4	20	16	4
M16	4	16	6	35	12	8	5	26	22	5
M20	6	20	8	42	15	10	6	32	26	5.5

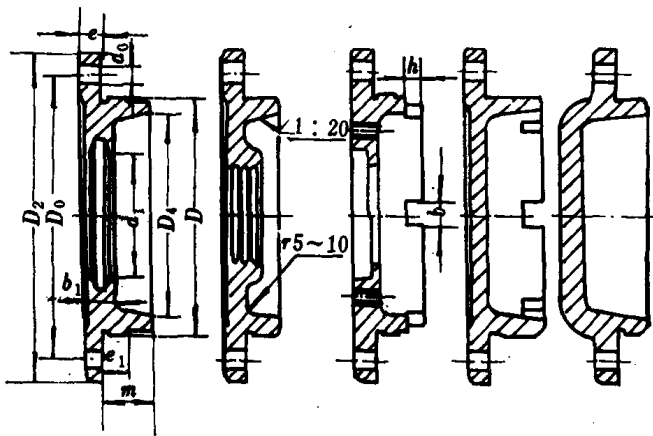
表 5-156

轴承盖固定螺栓直径

轴承座孔的直径 mm	螺栓直径 d_3 mm	轴承盖上螺钉数目
45~65	8	4
70~100	10	4
110~140	12	6
150~230	16	6
230 以上	20	8

表 5-157

螺栓联接式轴承盖



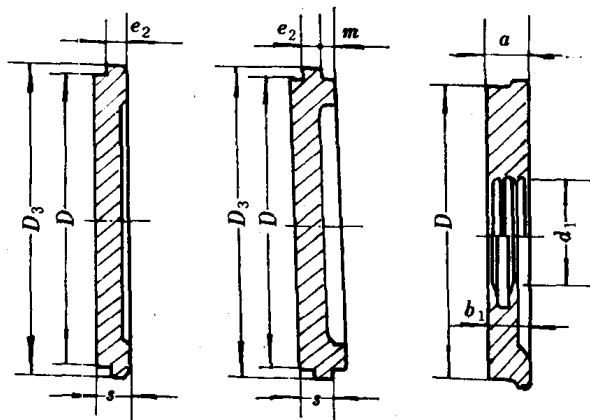
$d_0 = d_3 + 1\text{mm}$, d_3 —端盖联接螺栓直径, 尺寸见右表
 $D_0 = D + 2.5d_3$
 $D_2 = D_0 + 2.5d_3$
 $e = 1.2d_3$
 $e_1 > e$
 m 由结构确定
 $D_4 = D - (10 \sim 15)\text{mm}$
 b_1, d_1 由密封尺寸确定
 $b = 5 \sim 10\text{mm}$
 $h = (0.8 \sim 1)b$

轴承 外径 D	螺栓 直径 d_3	端盖上 螺栓 数目
45~65	8	4
70~100	10	4
110~140	12	6
150~230	16	6

注: 材料 HT150.

表 5—158

嵌 入 式 轴 承 盖

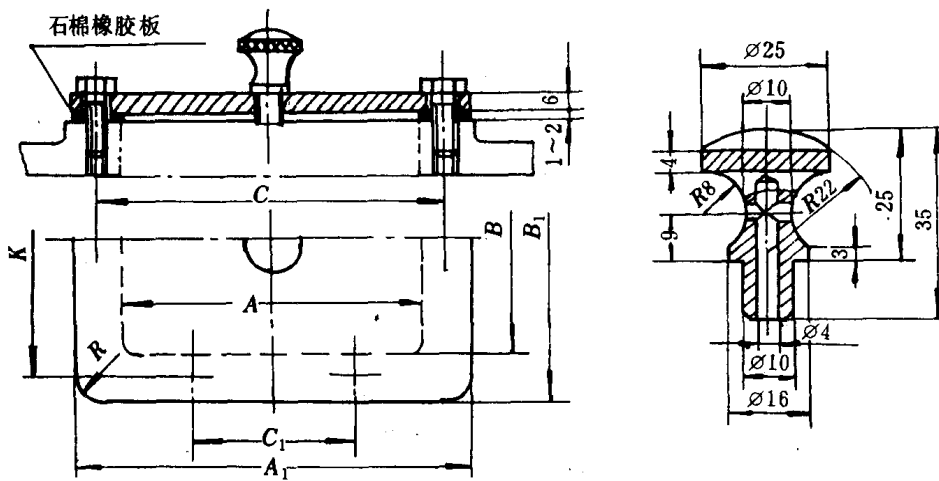


$e_2 = 5 \sim 10\text{mm}$
 $s = 10 \sim 15\text{mm}$
 m 由结构确定
 $D_3 = D + e_2$, 装有 O 形圈的, 按 O 形圈
 外径取整
 D_5 、 d_1 、 b_1 等由密封尺寸确定
 H 、 B 按 O 形圈沟槽尺寸确定
 $e_3 = 7 \sim 12\text{mm}$

注: 材料 HT150.

表 5—159

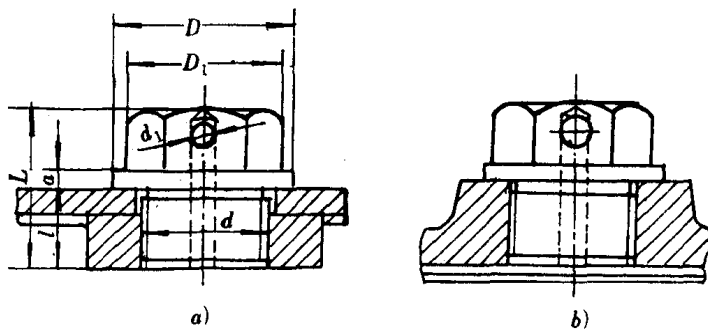
视 孔 盖



A	B	A ₁	B ₁	C	C ₁	K	R	螺钉规格	螺钉数量
100	70	130	100	115	—	85	12	M8×22	4
150	100	190	140	170	90	120	12	M8×22	6
200	150	250	200	225	130	175	16	M10×22	6

表 5—161

简单式通气器

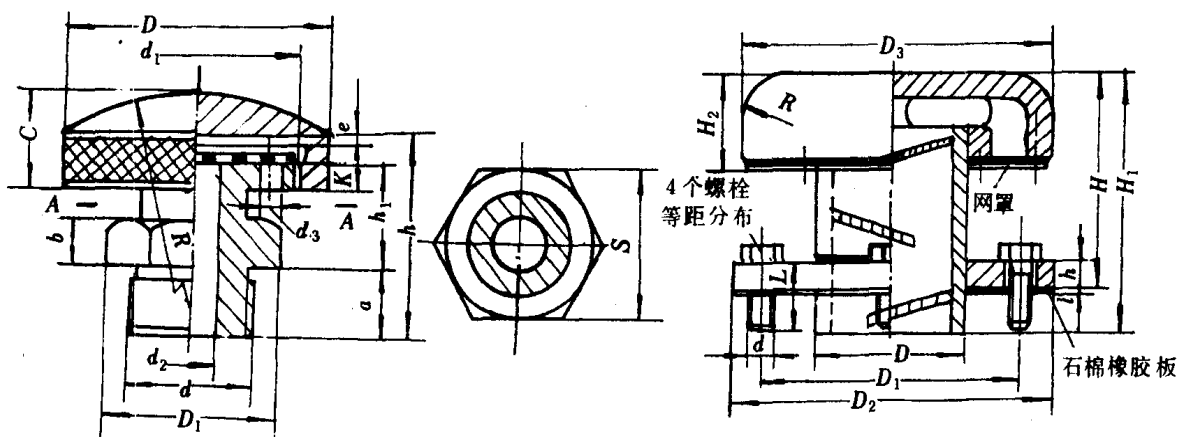


(mm)

d	D	D_1	S	L	L	a	d
M10×1	13	11.5	10	16	8	2	3
M12×1.25	18	16.5	14	19	10	2	4
M10×1.5	22	19.6	17	23	12	2	5
M20×1.5	30	25.4	22	28	15	4	6
M22×1.5	32	25.4	22	29	15	4	7
M27×1.5	38	31.2	27	34	18	4	8
M30×2	42	36.9	32	36	18	4	8
M33×2	45	36.9	32	38	20	4	8
M36×3	50	41.6	36	46	25	5	8

表 5—162

通气器



6

机械制造工艺

6.1 铸造

6.1.1 砂型铸造

①造型和造芯方法的分类、特点及应用范围。见表6—1、6—2。

表6—1 造型方法的分类特点及应用范围

手 工 造 型			机 器 造 型		
造型方法	主 要 特 点	应 用 范 围	造型方法	主 要 特 点	应 用 范 围
两箱造型	造型操作方便，劳动量较小	用于成批、大量生产的大、中、小件。干型及湿型均适用	压实式	压实比压较低(小于 $58.8\text{N}/\text{cm}^2$ 或 $6\text{kgf}/\text{cm}^2$)，生产率较高，一般以压缩空气为动力	用于砂箱高度小于150mm的小件；采用湿型，用于大量、成批生产
劈箱造型 (劈模造型)	将模型和砂箱分成相应的几块，分别在型板上造型； 造型、下芯、开箱方便，易于保证铸件尺寸精度； 但制造模型工作量较大，砂箱一般需经过机械加工	适于大型、复杂结构的箱体类铸件；用于成批、大量生产； 干型、湿型、流态砂、自硬砂均可用	震实式 (震压式)	这种机器应用较广，但是它的噪音大，劳动繁重，不易于自动化	用于大量、成批生产的大、中、小件。采用湿型，砂箱高度可以比压实式高
			射挤压式 (无砂箱 高压式)	结合射砂微震、挤压造型进行串铸，不用砂箱，比压 $>196\text{N}/\text{cm}^2$ ($20\text{kgf}/\text{cm}^2$)； 铸件精度高，表面光洁； 无噪音，生产率高，对型砂的流动性要求较高	用于小件的大量生产
脱箱造型 (无箱造型)	造型后将砂箱取下，造好砂型后用套箱或压铁加固	用于小件或成批、大量生产及小批或单件生产			
刮板造型	节省木材和制模工时；但造型操作麻烦，生产率低	用于形状简单的旋转体或断面一致的单件或小批生产			

表 6—2

造芯方法的分类特点及应用范围

手 工 造 芯			机 器 造 芯		
造芯方法	主 要 特 点	适 用 范 围	造芯方法	主 要 特 点	应 用 范 围
芯盒造芯	利用芯盒内壁的形状制造砂芯；砂芯尺寸准确，可以制造小而复杂的砂芯	适用于任何批量、任何尺寸和形状的砂芯	压实式	一般以压缩空气为动力（同压实造型机）；生产率较高	用于小砂芯的大量、成批生产
刮板造芯*	节省木材和制造芯盒的工时；但操作麻烦，生产率低	用于形状简单的旋转体或断面一致的大、中型，单件、小批生产的砂芯	震实式 翻台震实式	这种机器应用较广，但噪音大，生产率不高，对厂房基础要求高	适用于内部不填焦炭块的中、大型砂芯的成批、大量生产
注：*部分旋转体的砂芯，可采用芯盒刮板综合方法来制造。			挤压式	利用机械传动，将芯砂从成型管连续压出从而制成砂芯	用于大量生产的截面形状和尺寸不变的小砂芯
			射芯式	使芯砂悬浮在空气流内，以高速射入芯盒内而制成砂芯；砂芯紧实度均匀，尺寸准确，操作方便，生产率高，易于机械化	用于成批、大量生产中、小型的简单和较复杂的砂芯

②常用造型用砂的种类、特点和应用范围。见表 6—3。

表 6—3

常用非石英系砂的分类性能及应用

原砂名称	化学成分要求(%)	物 理 性 能	工 艺 特 点	应 用 范 围
石灰石原砂	CaO>48 SiO ₂ <5 MgO<3	—	石灰石颗粒形状以多角形为最佳，由于硬度低，要求一定的耐磨性	主要用于大、中型铸件、铸钢型砂和芯砂
锆砂（锆英砂）	ZrO ₂ >65 SiO ₂ <33 TiO ₂ <0.4 Fe ₂ O ₃ <0.2 P ₂ O ₅ <0.15 Al ₂ O ₃ <0.3	莫氏硬度 7~8； 比重 4.5~4.7； 熔点 2400℃ (有少量杂质时降为 2000℃)	除耐磨性高外，有比石英砂高的导热性和小的膨胀系数 (1/3)	大型铸钢件及合金钢铸件的特殊芯砂或作涂料

③造型用粘结剂的种类及特性。见表 6—4。

表 6—4 粘结剂的种类和特性

粘结剂的种类		特 性	粘结剂的种类		特 性
粘 土	普通粘土	耐火度 > 1580℃ 的，适用于铸钢件； 耐火度 1350~1580℃ 的，通常用于铸铁件	水溶性有机粘结剂	亚硫酸盐纸浆废液	属于亲水性有机粘结剂； 主要与其他粘结剂配合使用，可作各种砂芯粘结材料
	膨 润 土	比其他矿物粘土具有较大的膨胀性和吸水能力，即有较好的湿态粘结性能			
水玻璃	是一种矿物胶，具有粘结能力，能与空气中的二氧化碳反应析出硅酸凝胶体而硬化，这种不需烘烤即迅速将砂粒粘结变硬的粘结剂，在铸造生产中有很重要的意义	糊 精		常与油类粘结剂配合使用； 在油类粘结剂中加入 1~2% 糊精，可提高芯砂的湿态强度，避免砂芯变形	
双快水泥	具有快凝、快硬的特点； 比表面积大 (5000cm ² /g 以上)； 密度小(约 3.04)； 配料时，需加入萤石和硬石膏	糖 浆		糖浆的粘结强度决定于糖分的含量，含量高则粘结强度大； 糖浆常用于涂料中，可提高涂料层的强度	
油 类	桐油和亚麻油	属于干性植物油粘结材料，主要用于作干强度高，出砂性能好的砂芯	合成树脂	酚醛树脂	是一种热塑性树脂，与乌洛托品（六次甲基四胺）相混后加热，树脂继续缩聚形成体型结构的热固性树脂
	合 脂	用作铸造粘结剂时，必须用溶剂加以稀释，适宜的稀释剂为油漆溶剂油或煤油			
	改性米糠油	适用于各种形状比较复杂的，干强度高的砂芯粘结材料			

6.1.2 铸造工艺参数

①不同合金和铸造方法的工艺要求。

不同合金和铸造方法能铸出的最小壁厚见表 6—5，铸件最小铸孔见表 6—6，内腔尺寸见表 6—7，外壁、内壁与筋的厚度见表 6—8，铸造内、外圆角见表 6—9，表 6—10，铸造斜度见表 6—11，过渡斜度见表 6—12。

表 6—5

铸件的最小壁厚

(mm)

铸造方法	铸 件 尺 寸	铸 钢	灰 铸 铁	球 墨 铸 铁	可 锻 铸 铁	铝 合 金	镁 合 金	铜 合 金
砂 型	~200×200	8	~6	6	5	3		3~5
	>200×200~500×500	10~12	>6~10	12	8	4	3	6~8
	>500×500	15~20	15~20			6		
金属型	~70×70	5	4		2.5~3.5	2~3		3
	>70×70~150×150		5			4	2.5	4~5
	>150×150	10	6			5		6~8

注: 1. 一般铸造条件下, 各种灰铸铁的最小允许壁厚:

HT100, HT150: $\delta=4\sim6$; HT200: $\delta=6\sim8$; HT250: $\delta=8\sim15$; HT300, HT350, $\delta>15$.

2. 如有特殊需要, 在改善铸造条件下, 灰铸铁最小壁厚可达3mm, 可锻铸铁可小于3mm.

表 6—6

铸件最小铸孔

(mm)

材料	孔壁厚度	<25		26~50		51~75		76~100		101~150		151~200		201~300		>301	
	孔的深度	最 小 孔 径															
碳钢与一般合金钢		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	<100	75	55	75	55	90	160	70	100	80	120	100	140	120	160	140	180
	101~200	75	55	90	70	100	190	80	110	90	140	120	160	140	180	160	210
	201~400	105	80	115	90	125	230	100	135	110	165	140	195	170	215	190	255
	401~600	125	100	135	110	145	270	120	165	140	195	170	225	200	255	230	295
	600~1000	150	120	160	130		310	150	200	170	230	200	260	230	300	270	340
高锰钢	孔壁厚度	<50				51~100				>101							
	最小孔径	20				30				40							
灰铸铁	大量生产: 12~15, 成批生产: 15~30, 小批、单件生产: 30~50																

注: 1. 不透圆孔最小容许铸造孔直径比表中值大20%, 矩形或方形孔其短边要大于表中值的20%, 而不透矩形或方形孔则要大40%。

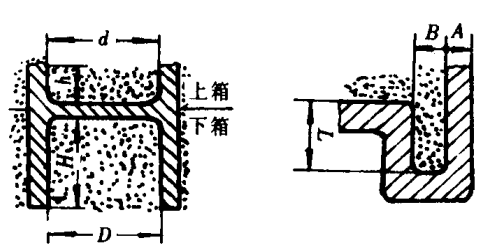
2. 难加工的金属, 如高锰钢铸件等的孔应尽量铸出, 而其中需要加工的孔, 常用镶铸碳素钢的办法, 待铸出后, 再在镶铸的碳素钢部分进行加工。

3. 表中✓表示加工后孔径, √表示不加工的孔径。

表 6—7

铸件的 内腔尺寸

(mm)



内腔的最小尺寸与零件的尺寸及造型方法等有关，大致比例如下：
 $B > A$
 $L < 3B$
 不用型芯所能铸出的凹腔尺寸

造型方法	H/D	h/d
机器造型	1	0.25~0.3
手工造型	0.5	0.2

表 6—8

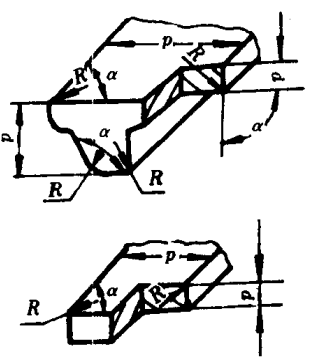
铸件的内外壁与筋的厚度

(mm)

零件质量(kg)	零件最大外形尺寸	外壁厚度	内壁厚度	筋的厚度	零件举例
~5	300	7	6	5	盖、拨叉、杠杆、端盖、轴套
6~10	500	8	7	5	盖、门、轴套、挡板、支架、箱体
11~60	750	10	8	6	盖、箱体、罩、电机支架、溜板箱体、支架、托架、门
61~100	1250	12	10	8	盖、箱体、搪模架、油缸体、支架、溜板箱体
101~500	1700	14	12	8	油盘、盖、壁、床鞍箱体、皮带轮、搪模架
501~800	2500	16	14	10	搪模架、箱体、床身、轮缘、盖、滑座
801~1200	3000	18	16	12	小立柱、箱体、滑座、床身、床鞍、油盘

表 6—10

铸造外圆角(Q/ ZB157—73)

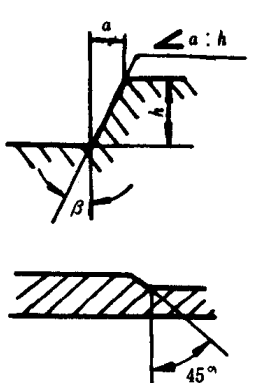


表面的最小边尺寸 p , mm	R , mm					
	外圆角, α					
	$< 50^\circ$	$51^\circ \sim 75^\circ$	$76^\circ \sim 105^\circ$	$106^\circ \sim 135^\circ$	$136^\circ \sim 165^\circ$	$> 165^\circ$
< 25	2	2	2	4	6	8
$> 25 \sim 60$	2	4	4	6	10	16
$> 60 \sim 160$	4	4	6	8	16	25
$> 160 \sim 250$	4	6	8	12	20	30
$> 250 \sim 400$	6	8	10	16	25	40
$> 400 \sim 600$	6	8	12	20	30	50
$> 600 \sim 1000$	8	12	16	25	40	60
$> 1000 \sim 1600$	10	16	20	30	50	80
$> 1600 \sim 2500$	12	20	25	40	60	100
> 2500	16	25	30	50	80	120

注: 如果铸件按上表可选出许多不同的圆角“ R ”时, 应尽量减少或只取一适当的“ R ”值以求统一。

表 6—11

铸造斜度

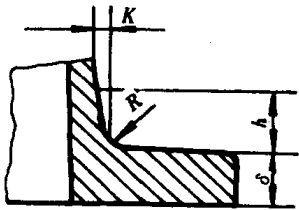


斜度 $a:h$	角度 β	使用范围
1: 5	$11^\circ 30'$	$h < 25\text{mm}$ 的钢和铁铸件
1: 10 1: 20	$5^\circ 30'$ 3°	h 在 $25 \sim 500\text{mm}$ 时的钢和铁铸件
1: 50	1°	$h > 500\text{mm}$ 时的钢和铁铸件
1: 100	$30'$	有色金属铸件

注: 当设计不同壁厚的铸件时(参见表中下图), 在转折点处的斜角最大增到 $30^\circ \sim 45^\circ$ 。

表 6—12

铸 造 过 渡 斜 度

	铸铁和铸钢件的壁厚 δ			
	K	h	R	
 <p>适用于减速机、机盖连接管、汽缸及其他各种机件连接法兰等铸件的过渡部分尺寸</p>	3	15	5	10~15
	4	20	5	>15~20
	5	25	5	>20~25
	6	30	8	>25~30
	7	35	8	>30~35
	8	40	10	>35~40
	9	45	10	>40~45
	10	50	10	>45~50
	11	55	10	>50~55
	12	60	15	>55~60
	13	65	15	>60~65
	14	70	15	>65~70
	15	75	15	>70~75

②灰铸铁件的浇注温度，见表 6—13。

表 6—13

灰 铸 铁 件 的 浇 注 温 度 (°C)

铸件壁厚 (mm)	≈ 4	4~10	10~20	20~50	50~100	100~150	>150
浇注温度 (°C)	1450~1360	1430~1340	1380~1320	1340~1300	1300~1230	1280~1200	1260~1180

③浇注系统

一般形式的浇注系统见表 6—14。为防止铸件产生缩孔，常在热节点附近设置冒口见表 6—15。

表 6-14

一般形式的浇注系统

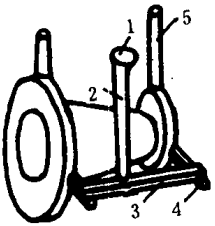
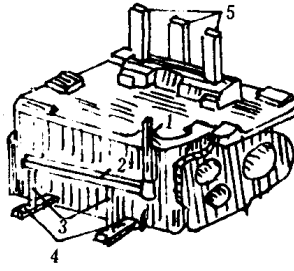
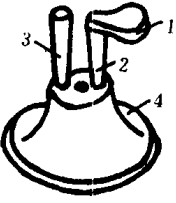
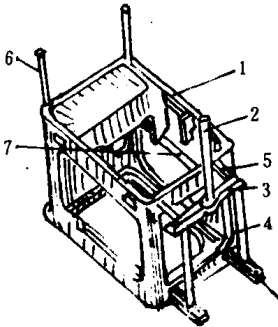
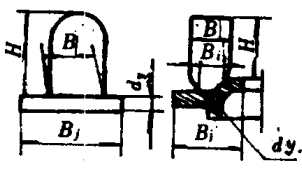
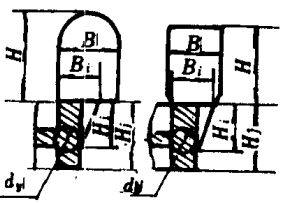
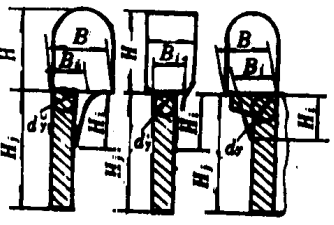
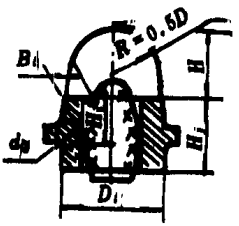
注入形式	特点	应用范围	注入形式	特点	应用范围
 <p>中间注入式</p> <p>1—浇口杯; 2—直浇口; 3—横浇口; 4—内浇口; 5—出气口</p>	由分型面注入, 造型操作方便	各种合金和结构复杂的中小型铸件, 尤其适用于壁厚均匀的矮小件	 <p>底部注入式</p> <p>1—直浇口; 2—横浇口; 3—分支直浇口; 4—内浇口; 5—出气口</p>	金属液进入型腔平稳, 冲击力小, 不易氧化, 排气容易; 薄壁铸件不易充满, 补缩不良, 高铸件易产生氧化皮, 造成夹渣、冷隔等缺陷	易氧化的非铁合金及铸钢件, 以及要求较高和形状复杂的铸铁件
 <p>顶部注入式</p> <p>1—浇口杯; 2—直浇口; 3—出气口; 4—铸件</p>	金属液自上注入, 可防浇不足、冷隔, 自下而上顺序凝固, 利于补缩, 构造简单, 但铸件太高时, 易产生砂眼、铁豆、气孔、氧化皮等缺陷	简单矮小的铸件和要求致密、顶部补缩的中小厚度铸件	 <p>阶梯注入式</p> <p>1—铸件; 2—直浇口; 3—横浇口; 4—分支直浇口; 5—内浇口; 6—出气孔; 7—加强筋</p>	充型平稳, 热金属液集中在上部, 有利补缩, 减轻铸型局部加热; 但金属消耗多, 造型较麻烦	形状复杂和高大的铸件

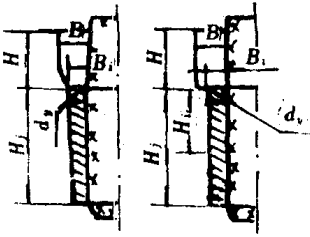
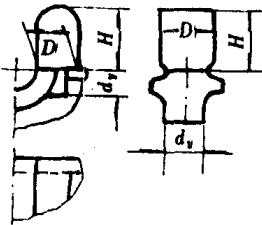
表 6—15

比例法确定的冒口形式与尺寸

(mm)

截面形状	冒口形式	冒口尺寸参数						应用范围	
		B_i	H_i	D 或 B					H
				当 $\frac{H_j}{d_y}$ 或 $\frac{B_j}{d_y}$ 为下列值时					
				<2	2~4	4~6	>6		
	腰圆暗冒口	—	—	(1.4~2.0) d_y	(1.8~2.5) d_y	(2.2~2.4) d_y	(2.4~2.7) d_y	(1.2~1.5) B	杆状、板状铸件或扁平环形铸件
	腰圆明冒口	(1.3~1.6) d_y	—	(1.3~1.7) d_y	(1.7~2.1) d_y	(2.1~2.3) d_y	(2.3~2.6) d_y	(1.2~1.6) B	
	腰圆暗冒口	(1.25~1.7) d_y	H_i 应确保热节圆部位至冒口的顺序凝固	(1.6~2) d_y	(1.9~2.4) d_y	(2.3~2.7) d_y	—	(1.2~1.5) B	齿轮、车轮、联轴节等类铸件
	腰圆明冒口			(1.5~1.9) d_y	(1.8~2.3) d_y	(2.2~2.5) d_y	—	(1.2~1.7) B	
	腰圆暗冒口	(1.25~1.6) d_y	(0.3~0.5) H_j	—	(1.7~2.3) d_y	(2.1~2.5) d_y	(2.3~2.8) d_y	(1.3~1.5) B	筒体或较高的法兰等类铸件
	腰圆明冒口			—	(1.6~2.2) d_y	(2~2.4) d_y	(2.2~2.7) d_y	(1.3~1.7) B	
	半球形暗冒口	(1.2~1.4) d_y	H_i 应确保热节圆部位至冒口的顺序凝固	$R = (0.46~0.48) D_i$				(0.6~1) H_j	轴毂类

续表 1

截面形状	冒口形式	冒口尺寸参数						应用范围	
		B_i	H_i	D 或 B					H
				当 $\frac{H_i}{d_y}$ 或 $\frac{B_i}{d_y}$ 为下列值时					
<2	2~4	4~6	>6						
	整圆形明冒口	$(1 \sim 1.8)d_y$	$(0.5 \sim 0.8)H_i$	—	—	—	$B_i + (0.1 \sim 0.2)d_y$	$(1.6 \sim 2.5)B$	细高状筒体（压力容器、各类缸体等要求较高的铸件须考虑足够的补贴斜度）
	圆柱形暗冒口	—	—	$D = (1.2 \sim 2.0)d_y$				$(1.25 \sim 1.5)D$	铸件局部厚实部分（圆柱体成立方体）。
	圆柱形明冒口	—	—					$(1.2 \sim 1.4)D$	

注：1. 腰圆冒口宽度 B 与长度 L 的比例： $L/B=1.5$ 。

2. 明冒口斜度为 5° 或 7° 。

3. 采用石灰石原砂时，冒口高度适当增加。

6.1.3 特种铸造

① 压力铸造，压力铸造的比压见表 6—16，压铸充填速度见表 6—17，合金压铸温度见表 6—18，压铸型温度见表 6—19，压铸用涂料配制方法及应用见表 6—21。

表 6—16 压铸合金常用比压 N/cm^2 (kgf/cm^2)

压铸合金	铸件壁厚 < 3mm		铸件壁厚 > 3mm	
	结构简单	结构复杂	结构简单	结构复杂
锌合金	2940 (300)	4900 (500)	4900 (500)	5880 (600)
铝合金	2450 (250)	4900 (500)	4410 (450)	7840 (800)
铝镁合金	2940 (300)	5880 (600)	4900 (500)	8820 (900)
镁合金	2940 (300)	4900 (500)	4900 (500)	7840 (800)
铜合金	4900 (500)	8820 (900)	7840 (800)	10780 (1100)

表 6—20 压铸用涂料配制方法及应用

原材料	配 比 (%)	配 制 方 法	应 用
胶体石墨 (油剂)	—	成 品	铝合金件或压射冲头、压室和易咬合部分
胶体石墨 (水剂)	—	成 品	铝合金及钢铁合金件
天然蜂蜡	—	块状或保持温度不高于 85℃ 的熔融状态	锌合金铸件
氟化钠水	3~5 97~95	将水加热至 70~80℃, 加入氟化钠, 搅拌均匀	对合金冲刷, 产生粘附部位有特效
锭子油	30、50	成 品	锌合金压铸件润滑用
铝 粉 工业用猪油	12 80	将猪油熔化, 加入定量煤油, 依次加入铝粉、樟脑、银石墨粉, 进行充分搅拌, 冷却后使用	铝合金铸件, 对压铸螺纹、孔等有效
银石墨粉	1.5		
煤 油 结晶樟脑	2.5 4		
聚 乙 烯 煤 油	3~5 97~95	将聚乙烯小块泡在煤油中, 加热至 80℃ 左右	铝合金及镁合金铸件, 效果显著
硅 橡 胶 汽 油 铝 粉	3~5 余量 1~3	硅橡胶放在汽油中溶解, 在使用时加入 1~3% 的铝粉	铝合金铸件, 表面光洁

②熔模铸造

压型的分类、特点及应用见表 6—21, 模料配方及性能见表 6—22。

表 6—21 压型的分类、特点及应用

类 别	特 点	应 用
机械加工压型	用碳钢、铝、铜制造, 导热性好, 尺寸精确, 表面光洁, 还可镀铬抛光	生产批量大, 精度要求高的零件
铸 造 压 型	易熔合金 常用成分为: Sn42%, Bi58%; 熔点 138℃, 表面粗糙度可达 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 。精度比机械加工低, 制造成本低, 材料可回用	生产批量较大, 精度要求不高, 或形状复杂、加工困难的零件
	陶 瓷 型 铸 造 用陶瓷型铸造后经机械加工而成, 制造周期短, 使用寿命长, 表面质量低于机械加工压型	生产批量大, 精度要求较低, 或形状复杂、加工困难的零件
石膏压型	精度低, 表面粗糙, 使用寿命 30~100 次, 导热性差; 制造周期短, 成本低, 一般用于石蜡、硬脂酸模料	单件小批生产, 精度要求不高的零件
塑料压型	用环氧树脂加金属粉浇注成型; 制造周期短, 成本低, 精度低, 表面粗糙, 导热性差	中等批量, 精度要求不高, 形状复杂、加工困难的零件

表 6—22

模料配方及性能

配 比 (%)						性 能						特 点
石蜡	硬脂酸	松香	地蜡	聚乙烯	其 他	熔点 (°C)	软化点 (°C)	收缩率 (%)	抗拉强度 N/cm ² (kgf/cm ²)	压射温度 (°C)	其 他	
50	50	—	—	—	—	50~51	~31	0.6~0.9	59~98 (6.0~10)	12~48	—	流动性好, 表面光洁, 灰分少; 但软化点低, 易变形, 天冷易开裂
40	—	40	20	—	—	55~60	~35	0.5~0.7	—	47~52	—	韧性好, 变形小, 涂挂性好, 回收简单; 但粘性大, 可用于形状复杂的小件
50	45	—	—	5	—	68	—	0.5~0.8	157~167 (16~17)	—	比重 0.85~0.95	模料软化点高, 可在夏季使用
95	—	—	—	—	低分子聚乙烯 5	~60	—	1.16	221 (22.6)	65	硬度 (针入度) 6	热稳定性和强度较好, 表面光洁
20	20	12	—	—	川 蜡 48	74.3	~48.2	0.58	157~167 (16~17)	—	—	热稳定性和强度较好, 表面光洁; 适用于形状复杂的铸件
—	—	81	14.3	3.1	酚醛树脂 1.6	230~240	—	—	—	85~100	—	强度高, 软化点低, 表面光洁, 用于要求精度高的铸件; 但模料脆性大, 制料麻烦

6.2 锻造

6.2.1 常用锻造方法

表 6—23 常用锻造方法，特点及适用范围

加工方法	使用设备	特点及适用范围	加工方法	使用设备	特点及适用范围
自由锻	手工锻	单件、小批	模 锻	热模锻压力机	大、中批、中小型模锻件；大批量需配备制坯设备；亦可用于精密模锻
	3tf(29KN)以下自由锻锤	单件、小批、小型锻件		平锻机	适用于局部锻粗的法兰轴和带孔模锻件的大批量生产；多模膛模锻
	3tf(29KN)以上自由锻锤	单件、小批、中型锻件		螺旋压力机	大、中批、中小型模锻件；一般是单模膛模锻；可进行精密模锻；大型精密模锻件用液压螺旋压力机
	1250tf(12250KN)以下自由锻水压机	单件、小批、中型锻件		高速锤	中、小批，变形速率高；单模膛模锻；用于锻制低塑性合金钢件和薄壁高筋复杂模锻件
	1250~12000tf(12250~117600KN)自由锻水压机	单件、小批、大型及特大型锻件		多向模锻水压机	大批；可锻制不同方向具有多孔隙的复杂模锻件
胎模锻	利用自由锻锤及水压机	中小批、中小型锻件；用胎模成形，可提高锻件的质量和设备的生产效率	模 锻	模锻水压机	小批；锻制大型非铁合金模锻件
模 锻	有砧座模锻锤	大批量、中小型模锻件；右在一台设备上拔长、聚料、预锻、终锻			
	无砧座模锻锤	大、中批、中小型模锻件；单模膛模锻			

6.2.2 锻造加热炉

火焰加热炉的应用范围及特点见表 6—24，钢的锻造温度范围见表 6—25。

表 6—24

火焰加热炉的应用范围及特点

分 类	应 用 范 围			特 点	分 类	应 用 范 围			特 点		
	坯 料	批 量	工 艺			坯 料	批 量	工 艺			
间 歇 式 炉	室式炉	中小件	单件、成批	自由锻	结构简单, 适应面广	连 续 式 炉	推杆式半连续炉和连续炉	中小型坯料圆形或方形断面	成批、大量	模锻	用推料机推料, 有预热和加热段, 炉底强度大, 热效率较高
	双室式炉	中小件	单件、成批	自由锻	适应面广, 可用于预热, 多次加热及合金钢加热		转壁炉	中小型棒料, 端部加热	成批	平锻、磨擦压力机上模锻	炉壁旋转, 结构稍复杂
	开隙式炉	中小型坯料及杆料端部加热	成批	小型模锻、胎模锻、磨擦压力机上模锻、平锻	无炉门, 多采用上排烟		碟形转底炉	中小型坯料	成批、大量	模锻	结构较复杂, 可机械化进出力
	双开隙式炉	中小型坯料及杆料端部加热	成批	小型模锻、胎模锻、磨擦压力机上模锻	无炉门, 可交替生产, 应用较广		环形转底炉	大中型坯料	成批、大量	模锻	结构较复杂, 用机械手进出力
	台车式炉	大、中型坯料和钢锭	单件、小批	重型液压机自由锻	便于装料和出料		步进式炉	大中型板坯、棒料等	成批、大量	模锻、轧锻、精锻	没有滑道印痕, 能四面加热, 便于自动化, 结构复杂, 设备费用较高
	敞焰无氧化室式炉	中小件	成批	精密锻压	利用燃料不完全燃烧, 形成保护气氛		敞焰无氧化室式炉	中小件	成批	精密锻压	利用不完全燃烧, 形成保护气氛

表 6—25

钢的锻造温度范围

钢 种	始 锻 ℃	终 锻 ℃
普通碳素钢	1200~1300	700~750
优质碳素钢	1200~1250	800
合金结构钢	1150~1200	800~850
碳素工具钢	1050~1150	750~800
合金工具钢	1050~1150	700~850
高速工具钢	1100~1150	900
耐热钢	1100~1150	800~900
弹簧钢	1100~1150	800~850
轴承钢	1080	800

6.2.3 自由锻造

①自由锻造设备，见表6—26，表6—27。

表6—26 空气锤吨位选择参考数据

设备吨位 kg	65	75	150	200	250	400	560	750
能锻工件尺寸 mm	Φ85	Φ85	Φ145	Φ170	Φ175	Φ220	Φ280	Φ300
最大锻件质量 kg	2	2	4	7	8	18	30	40

表6—27 蒸汽—空气锤吨位选用参考数据

设备吨位 t	1	2	3	5
能锻钢锭质量 t	0.5	1.0	1.5~2	2.5
能锻粗毛坯直径 mm	350	450	500	600

②自由锻造基本工序

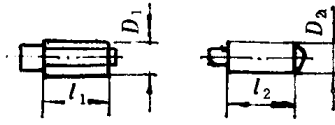
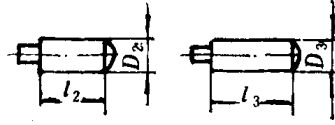
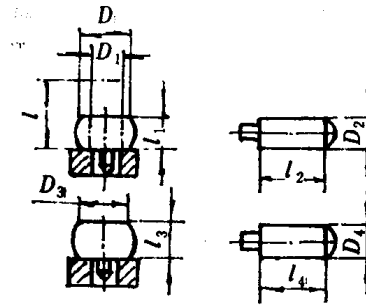
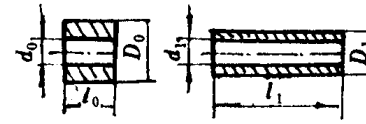
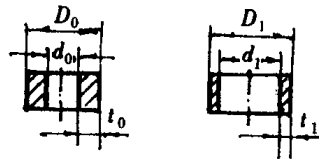
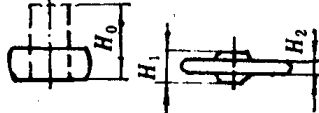
表6—28 锻 造 工 序

工序名称	工 序 内 容	工 序 要 点
锻 粗	减小坯料高度、增大横截面	坯料的相对高度 $(= \frac{\text{坯料高度} H}{\text{坯料直径} D})$ 应 < 3 ; 钢锭锻粗比 $\geq 2 \sim 2.5$
拔 长	减小坯料截面、增加长度	为使锻件表面光滑，送进量一般小于 $3/4$ 砧宽；对于重要的锻件，为了锻透， $\frac{\text{送进量} l}{\text{坯料直径} D}$ 应在 $0.5 \sim 0.8$ 范围内；对于一般锻件，该比值允许降低到 0.4
冲 孔	在坯料中冲出透孔或不透孔	坯料加热应均匀，冲孔前必须锻粗，使端面平整；坯料直径应大于冲头直径的 $2.5 \sim 3$ 倍
扩 孔	减小空心坯料壁厚，增大内外径	每次孔径增大约 $15 \sim 30\text{mm}$ (锤上扩孔)；坯料尺寸应满足下列要求： $\frac{D_0 - d_0}{H_0} < 5$ 式中 $d_0 = d_1 + (20 \sim 50)(\text{mm})$; $H_0 = H - \mu(d - d_0)$; 新平砧: $\mu = 0.06$; 旧平砧: $\mu = 0.1$; 扩孔窄砧: $\mu = 0.02 \sim 0.03$
弯 曲	改变坯料轴线形状	用于锻造单钩、吊钩等锻件； 弯曲计算中，截面拉缩保险量一般加大 $10\% \sim 15\%$
扭 转	将坯料一部分相对于另一部分绕公共轴线旋转一定角度	常用来锻造曲柄在不同平面内的曲轴、连杆等锻件。坯料在扭转区域有长度缩短、横截面增大的现象
切 割	将坯料分离(剁料)或部分分离	用于下料相切割杆头等；切割长轴类锻件时，要考虑冷缩现象

③锻造比

表 6—29

自由锻造多工序锻造比

工序	简 图	总 锻 比
钢锭拔长		$B_1 = \frac{D_1^2}{D_2^2}$
坯料拔长		$B_2 = \frac{D_2^2}{D_3^2}$ 或 $B_2 = \frac{l_2}{l_3}$
两次拔长	钢锭和坯料拔长同	$B = B_1 B_2 = \frac{D_1^2}{D_2^2} \cdot \frac{D_2^2}{D_3^2} = \frac{D_1^2}{D_3^2}$
两次镦粗拔长		$B = B_1 + B_2 = \frac{D_1^2}{D_2^2} + \frac{D_3^2}{D_2^2}$ 或 $B = \frac{l_2}{l_1} + \frac{l_4}{l_3}$
芯轴拔长		$B = \frac{D_0^2 - d_0^2}{D_1^2 - d_1^2}$ 或 $B = \frac{l_0}{l_1}$
扩孔		$B = \frac{F_0}{F_1} \approx \frac{D_0 - d_0}{D_1 - d_1}$ 或 $B = \frac{l_0}{l_1}$
镦粗		轮毂 $B = \frac{H_0}{H_1}$ 轮缘 $B = \frac{H_0}{H_2}$

注：1. 钢锭倒棱不计算在总锻比数值内。

2. 两次镦粗拔长和两次镦粗中间有拔长工序时，总锻比等于各次分锻比之和，但各分锻比都要 > 2。

3. 连续镦粗或连续拔长时，总锻比等于分锻比的乘积。

6.2.4 模锻

①各类模锻工艺特征(见表 6—30)

表 6—30

各类模锻工艺特征

工艺类别	设备名称	设备特点		工艺特征
		行程次数 (次/min)	工作速度 (m/s)	
锤上模锻	有砧座锤	高 60~100	较高 6~8	行程不固定，便于进行拔长、滚压；适用于各类锻件
锤上模锻	无砧座锤	高 60~100	较高 6~8	上下模双向对击，操作不太方便，不宜于拔长、滚压；适用于大型锻件单模膛模锻
热模锻压力机模锻	热模锻压力机	较高 35~90	较低 0.5~0.8	行程固定，金属在每一模膛中成形一次，不宜拔长、滚压，但可用于挤压；适用于短轴类锻件
平 锻	平 锻 机	较高 27~60	较低 ≈ 0.3	行程固定，金属在每一模膛中成形一次；除积聚、锻粗外，还可切边、穿孔；适用于短轴类锻件
螺旋压力机上模段	摩擦螺旋压力机	低 10~40	较低 0.5~1.2	行程不固定，金属冷却快，不宜拔长、滚压；一般用于中小型锻件单模膛模锻；当所需吨位 >1000tf (9800kN) 时，应采用液压螺旋压力机

②锤上模锻

A. 模锻件的余量和公差 (见表 6—65~6—67)

B. 模锻斜度

外壁斜度常用 5°、7°，最大 10°，内壁斜度常用 7°、10°，最大 12° 或 15°

C. 圆角半径

外圆角半径 r = 单位余量 + 零件圆角半径或倒角、内圆角半径 R = (2~3) r。

标准圆角半径 (mm): 1、1.5、2、2.5、3、4、5、6、8、10、12.5、15、20、25、30。

D. 冲孔连皮

模锻只能锻制盲孔，孔底需留出连皮，孔径小于 25mm 时一般不宜冲孔。

③热模锻压力机上模锻

压力机吨位 $P = kF$ (tf) 或 $P = 9.8KF$ (kN)，F——锻件水平投影面积，包括飞边桥部 (cm²)，k——系数，结构钢锻件按钢种及复杂程度取 6.4~7.3。

6.3 焊接

6.3.1 手工电弧焊

① 电弧焊机

电弧焊机既可用于一般手工电弧焊，也可用于自动埋弧焊、碳弧焊、碳弧气刨、等离子弧切割等方面的

原。电弧焊机中常用的是弧焊发电机、弧焊变压器和弧焊整流器。分别见表 6—31~表 6—33。

表 6—31 弧焊发电机常用型号和主要技术参数

技术参数 \ 型号	AX-320	AX4-300	AX5-500
额定焊接电流 (A)	320	300	500
焊接电流调节范围 (A)	45~320	45~375	60~600
空载电压 (V)	50~80	55~80	65~92
工作电压 (V)	30	25~35	25~40
额定负载持续率 (%)	50	60	60
电动机功率 (kW)	14	10	26
适应范围	手工焊电源	手工焊电源	手工焊自动埋弧焊电源

表 6—32 常用弧焊变压器的型号和主要技术参数

技术参数 \ 型号	BX1-330		BX3-300		BX2-500
类 型	动铁式		动圈式		同体式
接 法	I	II	I	II	
空载电压 (V)	70	60	75	60	80
焊接电流调节范围 (A)	50~185	175~430	40~150	120~380	200~600
额定负载持续率 (%)	60		60		60
额定焊接电流 (A)	330		300		500
额定工作电压 (V)	22~37		22~35		45
适用范围	手弧焊电源		手弧焊电源		自动与半自动埋弧焊电源

表 6—33 常用弧焊整流器的型号和主要技术参数

技术参数 \ 型号	ZXG-200	ZXG-300		ZXG-400
额定焊接电流 (A)	200	300		400
焊接电流调节范围 (A)	10~200	15~300	50~376	40~480(46~570)
空载电压 (V)	70	70		80 (65~83)
工作电压 (V)	25~30	25~30	30	22~39 (22~43)
额定负载持续率 (%)	60	60		60
适用范围	手工焊、钨极氩弧焊电源			手工焊电源, 也可作钨极氩弧焊、埋弧焊、碳弧气刨用电源

②电焊条

A. 焊条的分类 (见表 6—34)

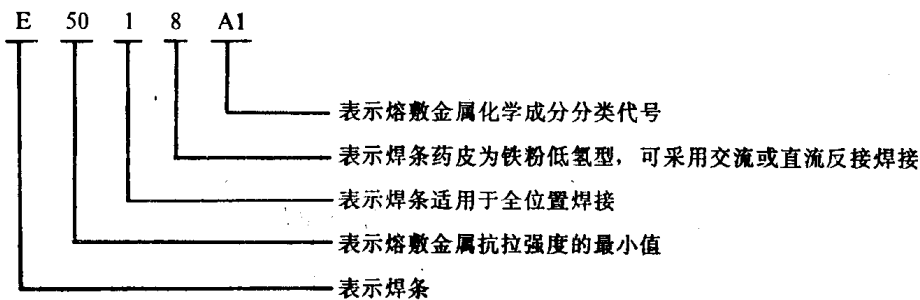
表 6—34 焊条按用途分类

类别	名称	代号	类别	名称	代号
1	低碳钢和低合金高强度钢焊条 (简称结构钢焊条)	J	6	铸铁焊条	Z
2	钼和铬钼耐热钢焊条	R	7	镍及镍合金焊条	Ni
3	低温钢焊条	W	8	铜及铜合金焊条	T
4	不锈钢焊条	G 或 A	9	铝及铝合金焊条	L
5	堆焊焊条	D	10	特殊用途焊条	TS

B. 焊条型号的表示方法

- 1) 字母“E”表示焊条;
- 2) 前两位数字表示熔敷金属抗拉强度的最小值, 单位为 MPa;
- 3) 第三位数字表示焊条的焊接位置, “0”及“1”表示焊条适用于全位置焊接 (平焊、立焊、仰焊及横焊), “2”表示焊条适用于平焊及平角焊;
- 4) 第三位和第四位数字组合时表示焊接电流种类及药皮类型;
- 5) 后缀字母为熔敷金属的化学成分分类代号, 并以短划“—”与前面数字分开, 如还具有附加化学成分时, 附加化学成分直接用元素符号表示, 并以短划“—”与前面后缀字母分开。

例:



C. 焊条牌号的编制方法

- 1) 牌号前加“J”字, 表示结构钢焊条。
- 2) 牌号第一、第二位数字, 表示熔敷金属的抗拉强度等级, 其系列如表 6—35 所示。
- 3) 牌号第三位数字, 表示药皮类型和焊接电源种类, 见表 6—36。
- 4) 药皮中加铁粉名义熔敷效率 > 105% 时, 在牌号末尾加注“Fe”字, 药皮类型称为铁粉 × × 型。如“J × × 6Fe”即为铁粉低氢型药皮、交直流两用的焊条牌号。
- 5) 结构钢焊条有特殊性能和用途的, 则在牌号后面加注起主要作用的元素或代表主要用途的符号。

例:

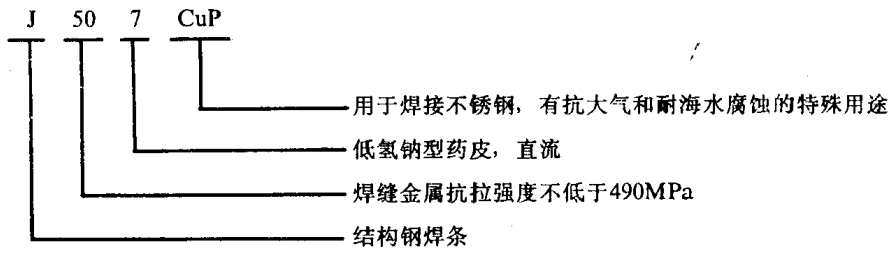


表 6—35 熔敷金属抗拉强度等级

牌 号	熔敷金属抗拉强度等级 MPa	熔敷金属屈服点等级 MPa
J42×	420 (42)	330 (34)
J50×	490 (50)	410 (42)
J55×	540 (55)	440 (45)
J60×	590 (60)	530 (54)
J70×	690 (70)	590 (60)
J75×	740 (75)	640 (65)
J80×	780 (80)	— —
J85×	830 (85)	740 (75)
J10×	980 (100)	— —

表 6—36 焊条药皮类型和适用的焊接电源种类

牌 号	药皮类型	焊接电源	牌 号	药皮类型	焊接电源
× × 0	不属已规定的类型	不规定	× × 5	高纤维素钠和 高纤维素钾型	直流或交流
× × 1	高钛钠和高钛钾型	直流或交流	× × 6	低氢钾型	直流或交流
× × 2	钛钙型	直流或交流	× × 7	低氢钠型	直 流
× × 3	钛铁矿型	直流或交流	× × 8	石墨型	直流或交流
× × 4	氧化铁型	直流或交流	× × 9	盐基型	直 流

D. 焊条的规格 (见表 6—37)

表 6—37

焊条的规格

(mm)

直径	长度	类别	焊条的规格			
			低碳、低合金钢焊条	钼和铬钼耐热钢焊条	奥氏体不锈钢焊条	堆焊焊条
2.0			250、300	250、300	200、250、300	—
2.5			250、300	250、300	250、300	—
3.2			350、400	350、400	300、350	300、350
4.0			400、450	400、450	350、400	350、400、450
5.0			400、450	400、450	350、400	350、400、450
6.0			400、450	400、450	350、400	400、450
7.0			—	—	—	400、450
8.0			—	—	—	400、450

E. 焊条直径的选择 (见表 6—38、6—39)

表 6—38

焊条直径的选择

(mm)

钢板厚度	1.5	2	3	4~5	6~8	9~12	13~15	16~20	>20
焊条直径	1.6	2	3	3~4	4	4~5	5	5~6	6~10

表 6—39

常用低碳钢和低合金钢焊条使用简明表

型 号	牌 号	药皮类型	焊接电源	主 要 用 途
E4313	J42i	高钛钠和高钛钾型	交流或直流	焊接一般低碳钢薄板结构
E4303	J422	钛钙型	交流或直流	焊接较重要的低碳钢结构和同强度等级的低合金钢
E4323	J422 铁	铁粉钛钙型	交流或直流	焊接较重要的低碳钢结构的高效焊条
E4323	J422 铁重	铁粉钛钙型	交流或直流	焊接低碳钢结构的高效、高速重力焊条
E4301	J423	铁钛矿型	交流或直流	用于低碳钢结构的焊接
E4320	J424	氧化铁型	交流或直流	用于低碳钢结构的焊接
E4327	J424 铁	铁粉氧化铁型	交流或直流	焊接低碳钢结构
E4316	J426	低氢钾型	交流或直流	焊接重要的低碳钢和某些低合金钢结构
E4316	J426 铁	铁粉低氢钾型	交流或直流	焊接重要的低碳钢和某些低合金钢结构
E4315	J427	低氢钠型	直 流	焊接重要的低碳钢和某些低合金钢结构
E5024	J501 铁	铁粉钛型	交流或直流	焊接低碳钢及相应强度的低合金钢结构
E5003	J502	钛钙型	交流或直流	焊接 16Mn 钢及相同强度等级低合金钢的一般结构
E5001	J503	钛铁矿型	交流或直流	焊接 16Mn 钢及相同强度等级低合金钢的一般结构
E5016	J506	低氢钾型	交流或直流	焊接中碳钢及某些重要的低合金钢结构, 如 16Mn 钢等

续表 1







型 号	牌 号	药皮类型	焊接电源	主 要 用 途
E5016	J506 下	低氢钾型	交流或直流	可用于相应强度等级的碳钢及低合金钢的立向下焊
E5015	J507	低氢钠型	直 流	焊接中碳钢及 16Mn 钢等重要低合金钢结构
E5515	J557	低氢钠型	直 流	焊接中碳钢及相应强度的低合金钢结构
E6015-D1	J607	低氢钠型	直 流	用于中碳钢及相应强度等级的低合金钢结构的焊接
E6015-G	J607Ni	低氢钠型	直 流	用于相应强度等级的低合金钢结构
E7015-D2	J707	低氢钠型	直 流	焊接相应强度等级的低合金钢结构
E8515-G	J857	低氢钠型	直 流	用于相应强度等级的低合金钢结构的焊接
E8515-G	J857 铬	低氢钠型	直 流	用于相应强度等级的低合金钢受压容器和其它构件的焊接

③焊缝









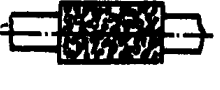
A. 焊缝型式及符号 (见表 6-40)

表 6-40

焊 缝 形 式 及 符 号

序 号	焊 缝 名 称	焊 缝 型 式	符 号
(1)	I 形焊缝		||
(2)	V 形焊缝		∨
(3)	钝边 V 形焊缝		Y
(4)	单边 V 形焊缝		∨
(5)	钝边单边 V 形焊缝		Y
(6)	U 形焊缝		∪

续表 1








序号	焊缝名称	焊缝型式	符号
(7)	单边 U 形焊缝		U
(8)	喇叭形焊缝		∩
(9)	单边喇叭形焊缝		∩r
(10)	角焊缝		△
(11)	塞焊缝		⌋
(12)	点焊缝		○
(13)	缝焊缝		○
(14)	封底焊缝		∩
(15)	堆焊缝		B

B. 焊缝辅助符号

辅助符号是表示对焊缝辅助要求的符号，见表 6—41。

表 6—41

焊缝辅助符号

序号	名称	型式	符号	说明
(1)	平面符号		—	表示焊缝表面齐平
(2)	凹陷符号		∪	表示焊缝表面凹陷
(3)	凸起符号		∩	表示焊缝表面凸起
(4)	带垫板符号		□	表示焊缝底面有垫板
(5)	三面焊缝符号		⊏	要求三面焊缝符号的开口方向与三面焊缝的实际方向画的基本一致
(6)	周围焊缝符号		○	表示环绕工件周围焊缝
(7)	现场符号		△	表示在现场或工地上进行焊接

6.3.2 二氧化碳保护焊

二氧化碳保护焊是以二氧化碳作为保护气体，依靠焊丝和焊件之间产生的电弧来熔化金属的一种熔化极气电焊。

①特点：成本低，生产率高，抗锈能力强，抗裂性能好。

②焊接材料：焊接用 CO₂ 气的一般标准为：CO₂>99%，O₂<0.1，H₂O<1.22g/m³；对于质量要求高的焊缝，CO₂ 气纯度应>99.5%。

常用焊丝牌号及用途见表 6—42。各种直径焊丝的适用范围见表 6—43。

表 6—42

常用 CO₂ 焊丝牌号及用途

焊 丝 牌 号	用 途	焊 丝 牌 号	用 途
H10MnSi	焊接低碳钢（沸腾钢及碳量偏上限时慎用）	H04Mn2SiTiA	焊接低碳钢和某些低合金高强度钢
H08MnSi	焊接低碳钢	H10MnSiMo	焊接某些低合金高强度钢
H08MnSiA	焊接低碳钢	H08MnSiCrMo	焊接某些低合金高强度钢
H08Mn2SiA	焊接低碳钢和某些低合金高强度钢	H08Cr3Mn2MoA	焊接贝氏体钢

表 6—43

各种直径焊丝的适用范围

(mm)

焊丝直径	熔滴过渡形式	板厚	焊缝位置
0.5~0.8	短 路	1~2.5	全位置
	颗 粒	2.5~4	水 平
1.0~1.4	短 路	2~8	全位置
	颗 粒	2~12	水 平
>1.6	短 路	3~12	立、横、仰
	颗 粒	>6	水 平

6.3.3 常用金属的焊接

①低合金结构钢的焊接

表 6—44

低合金结构钢焊接材料选用表

强度等级 σ_s N/mm ² (kgf/cm ²)	钢 号	手工焊 电焊条	埋 弧 自 动 焊		电 渣 焊		CO ₂ 气体 保护焊焊丝		
			焊 丝	焊 剂	焊 丝	焊 剂			
294 (30)	09Mn2	结 422	H08A	431	—	—	H10MnSi		
	09Mn2Si	结 428	H08MnA				—	—	H08Mn2Si
	09MnV	结 426							
343 (35)	16Mn 16MnRe 14MnNb	结 502*	不开坡口对接: H08A 中板开坡口: H08MnA H10MnSi 厚板深坡口: H10Mn2	431	H08MnMoA H10MnSi H10Mn2	360 431	H08Mn2Si		
		结 503*							
		结 506							
		结 507							
392 (40)	15MnV 15MnTi 14MnMoNb	结 506	不开坡口对接: H08MnA 中板开坡口: H10MnSi H10Mn2	431	H08Mn2MoVA	360 431	H08Mn2Si		
		结 507							
		结 556 结 557							
			厚板深坡口: H08MnMoA	250 350					
		结 556	H08MnMoA	431	H10Mn2MoVA	360	—		
441 (45)	15MnVN 14MnVTiRe	结 557	H10Mn2	350	—	—			
		结 606	H10Mn2Si	—					
		结 607							
490 (50)	18MnMoNb 14MnMoV	结 606	H08Mn2MoA	250	H10Mn2MoVA	360	—		
		结 607	H08Mn2MoVA	350	H10Mn2Mo	431			
539 (55)	14MnMoVB	结 607 结 707	H08Mn2MoVA	250	—	—	—		
			H10MnMoVA	330					
				350					
588 (60)	12Ni3CrMoV 12MnCrNiMoVCu	65C-1	H10MnSiMoTiA	350	—	—	—		
		803	H08MnNi2CrMo	350					
686 (70)	14MnMoNb8	H14	H08Mn2Ni2CrMo	350	H08Mn2Ni2CrMo	—	—		
784 (80)	12Ni5CrMoV	840	H10Mn2Ni3CrMo	804	—	—	—		

注: * 只适用于焊板厚<14mm 的焊件。

表 6—45

常用低合金钢的预热及焊后热处理

强度等级 σ_s N/mm ² (kgf/mm ²)	钢 号	板厚 (mm)	预热温度	焊后热处理温度	
				电弧焊	电渣焊
294 (30)	09Mn2 09Mn2Si 09MnV 12Mn	一 般 无厚板	不预热	不热处理	不热处理
343 (35)	16Mn 16MnRe 14MnNb	<40	不预热	不热处理或 600~ 650℃ 回火	900~930℃ 正火
		>40	>100℃		600~650℃ 回火
392(40)	15MnV 15MnTi 14MnMoNb	<32	不预热	不热处理或 560~ 590℃ 或 630~650℃ 或 630~650℃ 回火	950~980℃ 正火
		>32	>100℃		560~590℃ 或 630~ ~650℃ 回火
490 (50)	18MnMoNb 14MnMoV	-	>150℃	600~650℃ 回火	950~980℃ 正火 600~650℃ 回火
539 (55)	14MnMoVB	无厚板	>150℃	-	-
588 (60)	12Ni3CrMoV 12MnCrNiMoVCu	<35	80~120℃	-	-
686 (70)	14MnMoNbB	-	>150℃	600~630℃ 回火	600~630℃ 回火
784 (80)	12Ni5CrMoV	<50	120~140℃	-	-

② 铸铁的补焊

表 6—46

铸铁补焊的主要焊接方法及焊接材料

焊 接 方 法	焊 接 材 料	母 材
手工电弧焊 冷 焊	铸 308、铸 508 铸 408、铸 116、铸 117 铸 100、铸 507	灰铸铁 灰铸铁、球墨铸铁 灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁
手工电弧焊 半热焊	铸 208	灰铸铁
手工电弧焊 热焊	石墨化型药皮铸铁芯焊条	灰铸铁
气焊热焊	灰铸铁焊丝、球墨铸铁焊丝	灰铸铁、球墨铸铁
钎 焊	黄铜丝 银锡钎料 Cu-Zn-Ni-Mn 钎料	灰铸铁、可锻铸铁 灰铸铁 灰铸铁、可锻铸铁
气电焊	高钒钢焊丝 镍铁合金焊丝 低碳合金钢焊丝	球墨铸铁、灰铸铁

表 6—47

铸铁补焊工艺要点

焊 接 方 法		工 艺 要 点
手工电弧焊	冷 焊	较小的电流和较快的焊速，多层焊，尽量不在母材引弧，少熔化母材
	半热焊	较大的焊接电流，慢速焊，弧长中等，连续焊，一般预热 400℃ 左右并在焊后保温缓冷
	热 焊	预热 500~650℃ 并保持零件温度在焊接过程中不低于 400℃；焊后 600~650℃ 保温退火以消除应力；连续焊，熔池温度过高时稍停顿
气 焊	热 焊	预热 600~680℃ 并保持零件温度在焊接过程中不低于 400℃；焊后 600~650℃ 保温退火以消除应力
	不预热	开坡口用较大功率的焊炬，连续施焊
钎 焊		缺陷处事先用机械法开适当的坡口，并预热清除油污
气 电 焊		与手工电弧焊冷焊相同，焊道长度可适当大些

③铜及铜合金的焊接

铜及铜合金导热性强，液态时具有较强的吸气性及一定的氧化性，高温时合金元素易氧化烧损，使强度及塑性剧烈下降，引起焊接裂缝及气孔等缺陷。铜及铜合金气焊工艺要点见表 6—48，铜及铜合金手弧焊的工艺规范见表 6—49

表 6—48

铜及铜合金气焊工艺要点

材 料	焊 丝	焊 粉	火焰性质	预 热 温 度	焊 后 处 理
紫铜	丝 201、丝 202、或母材切条	粉 301	中 性	中、小件 400~500℃， 厚大件 600~700℃	500~600℃ 水韧处理
黄铜	丝 221 丝 222 丝 224	硼砂 20、 硼酸 80、 甲醇 25	中 性 或弱氧化焰	一般 400~500℃，厚度 >15mm 时为 550℃	350~400℃ 退火
锡青铜	锡青铜丝	粉 301	中 性	350~450℃	焊接过程中不允许移动和冲击焊件，焊后缓冷
铝青铜	铝青铜丝	粉 401	中 性	500~600℃	焊后锤击或退火

表 6—49

铜及铜合金手弧焊工艺规范

材 料	焊条牌号	焊 条 直 径 (mm)			备 注
		3.2	4.0	5.0	
		焊 接 电 流 (A)			
紫 铜	铜 107	120~150	150~200	180~240	当板厚 >4mm 时, 需 预热, 一般为 250~ 600℃
	铜 227	100~140	140~180	160~200	
	铜 237	90~130	110~160	150~200	
黄 铜	铜 227	90~130	110~160	150~200	
	铜 237				
锡青铜	铜 227	90~130	110~160	160~220	
铝青铜	铜 237	-	130~170	150~200	

④铝及铝合金的焊接

铝及铝合金易氧化, 导热性强, 热容量和线膨胀系数大、熔点低, 高温强度小, 液态铝可溶解大量氢气, 固体铝几乎不溶解氢。因此熔化的焊缝金属经快速冷却与凝固时, 氢来不及析出, 容易在焊缝中聚集形成气孔。

A. 焊接方法及工艺要点

几种焊接方法的适用范围见表 6—50。

B. 焊接材料的选用

同种牌号的铝及铝合金焊接用焊丝见表 6—51。异种牌号铝及铝合金焊接用焊丝见表 6—52

表 6—50

几种铝及铝合金焊接方法的适用范围

焊接方法	适用厚度范围 (mm)		焊接性能较好的材料牌号	焊接方法	适用厚度范围 (mm)		焊接性能较好的材料牌号
	适宜范围	厚度界限					
钨极氩弧焊(手工、自动)	1~10	0.5~25	L1~ L6、 LF21、 LF5、 LF6、 LF2、 LF3	气 焊	0.5~10	0.3~25	L1~L6、 LF21
				手工电 弧焊	3~8	-	
熔化极氩弧焊(半自动、自动)	>8	4~75		等 离 子 弧 焊	1~10	-	L1~L6、 LF21、 LF5、 LF6、 LF2、 LF3
熔 化 极 脉 冲 氩 弧 焊 (半 自 动 、 自 动)	>2	1.6~8		电 子 束 焊	3~75	>3	L1~L6、 LF21、 LF5、 LF6、 LF2、 LF3、 LY11、 LY12、 LY16

表 6—51 同种牌号的铝及铝合金焊接用焊丝

母材牌号	L1	L2	L3~L5	L6	L7	LF2	LF3	LF5	LF11
焊丝牌号	L1	L2	L2、L3、 丝 301	L6 丝 301	L5 丝 301	LF3、LF5、 丝 313 LF11	LF3、LF5、 丝 331 LF11	LF5、LF6、 丝 331Z	LF5、 LF11

母材牌号	LF6	LF21	ZL104	ZL101	LD2	LY12	LY16	LY17
焊丝牌号	LF6 [Ⓐ]	LF21 丝 331 丝 311	ZL104	ZL101	LT1	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ

注: ①LF6 中增加钛至 0.15~0.24% 可提高抗裂性能。

Ⓑ 试用焊丝成分: Cu6~7%, Mg2~3%, Ti~0.2%; 余量为 Al。

Ⓒ 试用焊丝成分: Cu6~7%, Ni2~2.5%, Mg1.6~1.7%, Mn0.4~0.6%, Ti0.25~0.3%, 余量为铝。

Ⓓ 试用焊丝成分: Mg6%, Zn3%, Cu1.5%, Mn0.2%, Ti0.2%, Cr0.25%, 余量 Al; 或 Mg3%, Zn6%, Ti0.5~1%, 余量 Al。

表 6—52 异种牌号铝及铝合金焊接用焊丝

母材	ZL101	ZL104	LF6	LF5、LF11	LF3	LF2	LF21	L6	L3~L5
L2	ZL101、 丝 311	ZL104、 丝 311	LF6	LF5	LF5	LF3、 LF2	LF21、 丝 311	L2	L2
L3~L5	ZL101、 丝 311	ZL104、 丝 311	LF6	LF5	LF5、 丝 311	LF3、 LF2	LF21、 丝 311	L2	-
L6	ZL101、 丝 311	ZL104、 丝 311	LF6	LF5	LF5、 丝 311	LF3、 LF2	LF21、 丝 311	-	-
LF21	ZL101、 丝 311	ZL104、 丝 311	LF21 LF6	LF5	LF5、 丝 331	LF3、 LF2	-	-	-
LF2	ZL101、 丝 311	ZL104、 丝 311	LF6	LF5	LF5、 丝 331	-	-	-	-
LF3	-	-	LF6	LF5	-	-	-	-	-
LF5、LF11	-	-	LF6	-	-	-	-	-	-

6.4 机械加工工艺

6.4.1 工艺规程的编制

①机械加工工艺过程卡

机械加工工艺过程卡是一种以工序为单位简要说明产品或零件、部件的加工（或装配）过程的一种工艺文件。

②机械加工工艺卡片

机械加工工艺卡片是按产品或零部件的某一工艺阶段编制的一种工艺文件。

③机械加工工序卡片

机械加工工序卡片是在工艺过程卡片或工艺卡片的基础上按每道工序所编制的一种工艺文件，见表6—53，一般应具有工序简图。工序简图中以细实线画出工件轮廓，以粗实线画加工面，用规定的标准符号（表6—54）标出定位基面和夹紧部位。

表6—53 机械加工工序卡

机械加工工序卡片											
(工序简图)	8 × 10 = 80		车间	工序号	工序名称	材料牌号					
			25 (1)	15 (2)	(3) 25	(4) 30					
			毛坯种类	毛坯外形尺寸	毛坯件数	每台件数					
			(5)	(6) 30	(7) 20	(8) 20					
			设备名称	设备型号	设备编号	同时加工件数					
			(9)	(10)	(11)	(12)					
			夹具编号	夹具名称	切削液						
			(13)	(14)	(15)						
						工序工时					
						准终	单位				
			45	30	(16)	(17)					
工步号	16	工步内容	工艺设备	主轴转速 (r/min)	切削速度 (m/min)	走刀量 (mm/r)	吃刀深度 (mm)	走刀次数	工时定额		
(18)	8	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	机动	辅助	
									(26)	(27)	
			90			7 × 10 = 70			10		
8	9 × 8 = 72										

表6—54 工序简图中的标准符号

分类	标注位置	独 立		联 动	
		标注在视图轮廓线上	标注在视图正面上	标注在视图轮廓线上	标注在视图正面上
主要定位点	固定式				
	活动式				

续表 1

分类	独 立		联 动	
	标注在视图轮廓线上	标注在视图正面上	标注在视图轮廓线上	标注在视图正面上
辅助定位点				
机械夹紧				

6.4.2 典型零件的机械加工工艺过程。

① 轴类零件 (图 6—1)

该零件属小批量生产, 因零件的各外圆直径差较小, 故选用圆棒料。图纸要求有关表面的基准轴线均为 $\phi 26_{-0.014}^0$ 外圆轴线, 故对两端中心孔有较高要求。轴的工艺过程卡见表 6—55。

技术要求

① T235

② 45 钢

其余 $\nabla 3$

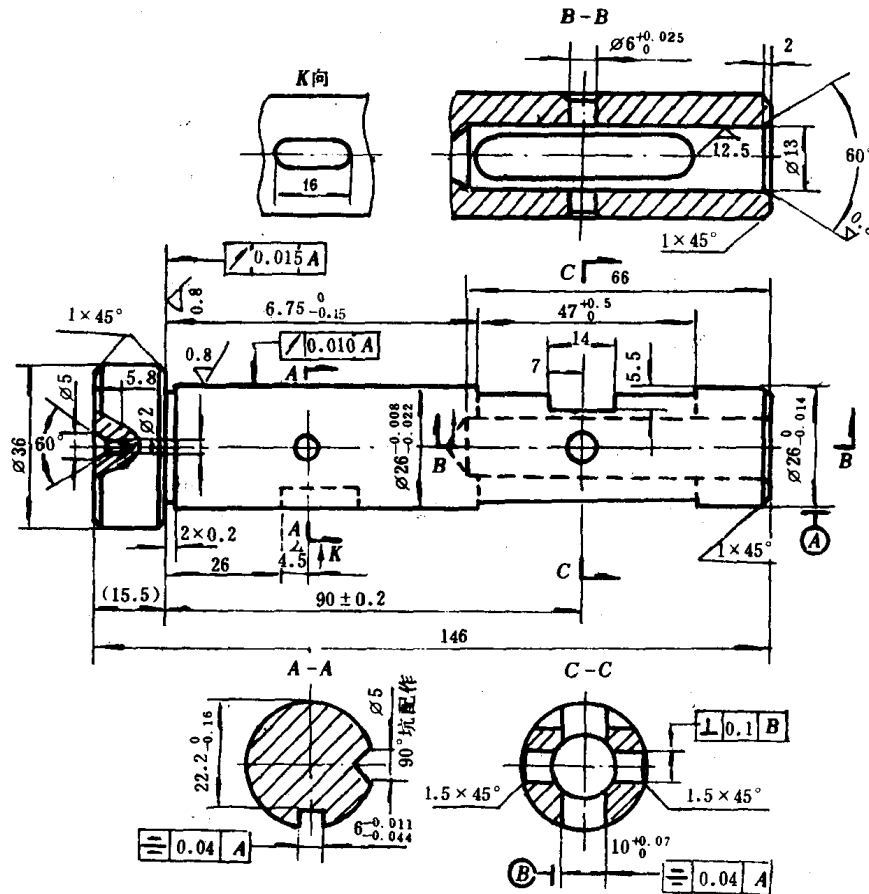


图 6—1 小轴

表 6—55

小轴机械加工工艺过程卡

厂名		机械加工工艺过程卡片				产品型号	HG-28	零件图号	629	共页		
材料牌号		45 钢	毛坯种类	圆棒料	毛坯外型尺寸	$\phi 40 \times 153$	毛坯件数	1	每台件数	1	备注	
工序号	工序名称	工序内容				车间	工段	工艺装备			工 时	
											准终	单件
1	落料	$\phi 40 \times 153$						锯床				
2	粗车	夹住毛坯外圆车端面、钻中心孔				金工		C6140 型车床、三爪卡盘、偏刀、 $\phi 3$ 中心钻				
3	粗车	夹住毛坯外圆，另一端用顶尖装夹，车 $\phi 26_{-0.014}^0$ 外圆至 $\phi 29 \times 130$				金工		C6140 型车床、三爪卡盘、偏刀				
4	粗车	夹住 $\phi 26$ 外圆，车端面（保证总长 $149_{+0.1}^0$ ）；车 $\phi 36$ 外圆至 $\phi 39$ ，钻中心孔				金工		C6140 型车床、三爪卡盘、偏刀、 $\phi 3$ 中心钻				
5	热处理	调质 HBS235										
6	半精车	夹住 $\phi 20$ 外圆，车 $\phi 26$ 端面并修整中心孔						C6140 型车床、 $\phi 3$ 中心钻				
7	半精车	夹住 $\phi 36$ 外圆，另一端用顶尖装夹，车 $\phi 26_{-0.014}^0$ 外圆至 $\phi 26.3_{+0.10}^0 \times 130.5$ ，并割槽 2×0.4				金工	车工	C616 车床、2mm 割槽刀、偏刀、活络顶尖				
8	半精车	夹住 $\phi 26.3$ 外圆，车端面（总长 146）并修中心孔，外圆倒角，车 $\phi 36$ 外圆至 $\phi 36.3_{+0.10}^0$				金工	车工	C616 车床、 $\phi 3$ 中心钻、偏刀				
9	钻孔	夹住 $\phi 26.3$ 外圆，钻 $\phi 13 \times 66$ 内孔至图样尺寸，车 $60^\circ \times 2$ 内锥面				金工	车工	C616 车床、 $\phi 13\text{mm}$ 钻头、钻夹头				
10	粗磨	两顶尖装夹，粗磨 $\phi 26_{-0.014}^0$ 至 $\phi 26.1_{+0.1}^0$				金工	磨铣	M1420 磨床、两只顶尖、GB 砂轮				
11	铣	工件在 V 形块上定位，并限制其轴向位移，用压板夹紧 铣键槽 $6_{-0.044}^{+0.011} \times 16$ 至图样尺寸，并注意它的位置尺寸 26mm 铣槽 $10_{+0.07}^0 \times 47_{+0.5}^0$ 至图样尺寸，并注意它的位置尺寸 $67.5_{-0.15}^0$				金工		X61W、V 形块、压板、 $\phi 6\text{mm}$ 键槽铣刀、 $\phi 10\text{mm}$ 键槽铣刀				
12	铣	工件在 V 形块上定位，并用端面及 $10_{+0.07}^0$ 槽为定位，限制其轴向和周向的移动和转动 铣 14×5.5 通槽，并注意其位置尺寸 90 ± 0.2				金工		X61W、V 形块压板、10mm 定位键、 $\phi 14\text{mm}$ 立铣刀				
13	精磨	两顶尖装夹，磨 $\phi 36$ 、 $\phi 26_{-0.014}^0$ 至图样要求				金工		M1420 磨床，两只顶尖、GB 砂轮				
14	钳	在钻模上装夹工件，钻铰 $\phi 6_{+0.025}^0$ 至图样要求，去毛刺				金工		台钻，钻模 Z-28-629、钻头、铰刀				
15	检验	按图样要求检验，涂油入库				检						

② 齿轮加工工艺过程（图 6—2）

该齿轮的加工工艺过程卡见表 6—56。

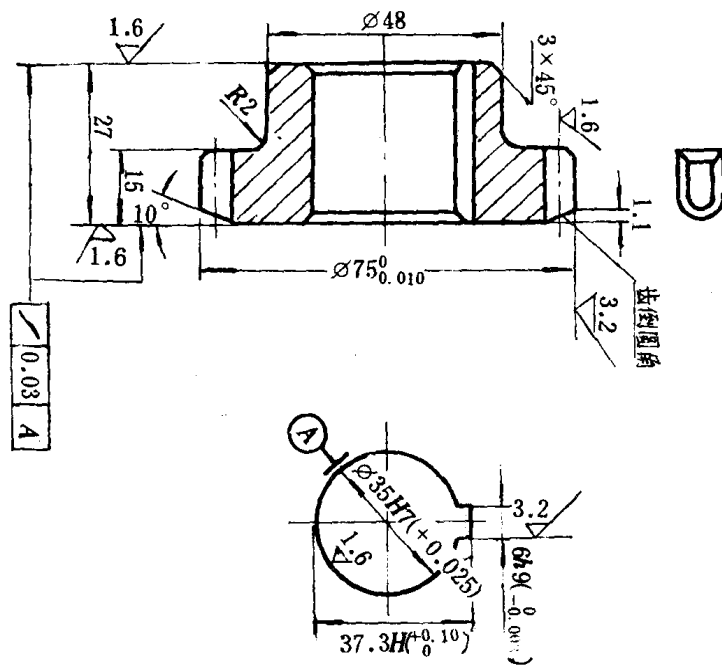


图 6-2 齿轮

表 6-56 齿轮的机械加工过程卡

厂名		机械加工过程卡片				产品型号	C616	零件图号	共页		
材料牌号		40Cr	毛坯种类	锻件	毛坯外型尺寸	φ83×33	每毛坯件数	1	每台件数	1	备注
工序号	工序名称	工序内容	车间	工段	工艺装备	工 时					
						准	单件				
1	粗车	毛坯锻造	金工		C620 普通车床、麻花钻 φ32						
2	热处理	正火									
3	精车	夹小圆、精车 φ75 ⁰ / _{-0.10} 齿外圆大端面及 φ35H7 内孔均车至图样要求，孔口倒角 1×45° 至图样要求 调头以齿外圆及大平面定位，车 φ48 外圆至图样要求。工艺要求：27 长两端面圆跳动控制在 0.015mm	金工		C620 普通车床、φ35H7 塞规 软爪卡盘						
4	检验	检验齿坯尺寸及形位公差要求									
5	滚齿	以 φ35H7 内孔及右端大平面定位，滚齿，留剃齿余量 0.08~0.09mm	齿轮		Y3150 滚齿机，φ35H7 滚齿，心轴留剃滚刀 m2.5α20° A 级						
6	检验	检验留剃余量、齿圈径向跳动									
7	倒角	以 φ35H7 内孔及右端大平面定位，齿部右端倒 10° 圆角	齿轮		专用倒角机 φ35H7 倒角，心轴						
8	钳	修齿部毛刺	齿轮								
9	剃齿	以 φ35H7 内孔及右端大平面定位，剃齿，留 0.01~0.02mm 珩齿量	齿轮		Y5714 剃齿机，φ35H7 剃齿，心轴，剃齿刀 m2.5β15° A 级						
10	检验	检验珩齿余量，齿圈径向圆跳动，两端面圆跳动，齿向									
11	热处理	齿部高频淬火，G50									
12	车	用浮动铰刀修正 φ35H7 孔径至图样要求	金工		浮动铰刀 φ35H7						
13	插削	以 φ48 外圆及左端大平面定位于卡盘内，插 6 ^{-0.025} 键槽至图样要求	金工		B5032 插床、6 ^{-0.025} 方塞规						
14	钳	修键槽处毛刺									
15	检验	终结检验									
						编制(日期)	审核(日期)	会签(日期)			
标记	处数	更改文件号	签字	日期	标记	处数	更改文件号	签定	日期		

6.4.3 尺寸偏差和经济精度 (表 6-57 至表 6-59)

表 6-57

外圆柱面的加工精度

直径基本尺寸 (mm)	车					磨				研磨	用钢球或滚柱工具滚压			
	粗车	半精车或 一次加工	精车	磨		IT10	IT8	IT7	IT6					
				一次加工	粗磨							精磨		
	IT12~13	IT12~13	IT11	IT10	IT8	IT7	IT8	IT7	IT6	IT5	IT10	IT8	IT7	IT6
1~3	100~140	120	60	40	14	10	14	10	6	4	40	14	10	6
>3~6	120~180	160	75	48	18	12	18	12	8	5	48	18	12	8
>6~10	150~220	200	90	58	22	15	22	15	9	6	58	22	15	9
>10~18	180~270	240	110	70	27	18	27	18	11	8	70	27	18	11
>18~30	210~330	280	130	84	33	21	33	21	13	9	84	33	21	13
>30~50	250~390	340	160	100	39	25	39	25	16	11	100	39	25	16
>50~80	300~460	400	190	120	46	30	46	30	19	13	120	46	30	19
>80~120	350~540	460	220	140	54	35	54	35	22	15	140	54	35	22
>120~180	400~630	530	250	160	63	40	63	40	25	18	160	63	40	25
>180~250	460~720	600	290	185	72	46	72	46	29	20	185	72	46	29
>250~315	520~810	680	320	210	81	52	81	52	32	23	210	81	52	32
>315~400	570~890	760	360	230	89	57	89	57	36	25	230	89	57	36
>400~500	630~970	850	400	250	97	63	97	63	40	27	250	97	63	40

加工的公差等级 (μm)

表 6—58 孔 的 加 工 精 度

孔径基本尺寸 (mm)	钻 孔		扩 孔		铰 孔		拉 孔		镗 孔			磨 孔		用钢球或挤压杆 校正, 用钢球或 滚柱扩孔器扩 孔		
	无钻模	有钻模	粗扩	铸孔或 锻孔的一扩	精扩	半精铰	精铰	细铰	粗拉铸 孔或锻 孔	粗拉或钻 孔后精拉孔	粗镗	半精镗	精镗 (金刚镗)		粗磨	精磨
1~3	IT12-13	IT11	IT12-13	IT12-13	IT10	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12-13	IT12-13	IT12-13	IT6	IT7	IT7
>3~6	—	75	—	—	—	8	18	30	48	75	—	—	—	—	—	—
>6~10	—	90	—	—	90	9	22	36	58	90	—	—	—	—	—	—
>10~18	220	—	220	—	110	11	27	43	70	110	—	—	—	—	—	—
>18~30	270	—	270	—	130	21	33	52	84	130	—	—	—	—	—	—
>30~50	320	—	320	320	160	25	39	62	100	160	—	—	—	—	—	—
>50~80	—	380	—	380	190	30	46	74	120	190	—	—	—	—	—	—
>80~120	—	—	440	440	220	35	54	87	140	220	—	—	—	—	—	—
>120~180	—	—	—	—	250	40	63	100	160	250	—	—	—	—	—	—
>180~250	—	—	—	—	290	46	72	115	185	290	—	—	—	—	—	—
>250~315	—	—	—	—	320	52	81	160	210	320	—	—	—	—	—	—
>315~400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注: 1. 孔加工精度与工具的制造精度有关。
2. 用钢球或挤压杆校正适用于 50mm 以下的孔径。

6.4.4 加工路线

表 6—60

外圆柱表面的加工路线

加工路线	尺寸精度	表面粗糙度 R_a (μm)
粗车	IT11 以下	>10~80
粗车—半精车	IT8~10	>2.5~10
粗车—半精车 { 精车 磨	IT7~8	>0.63~5
粗车—半精车 { 精车—细车 (适用于有色金属及合金) 粗磨—精磨 精车—滚压	IT6~7	>0.08~1.25
粗车—半精车—粗磨—精磨 { 镜面磨削 研磨 超精加工 抛光	IT5	>0.04~0.32
粗车—半精车—粗磨—精磨 { 镜面磨削 粗研磨 { 精研磨 超精加工 抛光	IT5 以上	0.01~0.08

表 6—61

平面的加工路线

加工路线	尺寸精度	表面粗糙度 R_a (μm)
粗刨 粗铣	IT11~13	10~80
粗刨—半精刨 粗铣—半精铣 车平面	IT8~11	1.25~10
拉削	IT7~9	
粗刨—半精刨 { 宽刀精刨 粗铣—半精铣 { 高速精铣 磨 刮研	IT6~9	0.16~1.25
粗拉—精拉	IT6	0.08~0.32
精刨—半精刨 { 粗铣—半精铣 { 粗磨—精磨	IT5~6	0.98~0.32

铸铁、钢	精镗、磨、精铰	细镗（金刚镗）	0.08~1.25	IT6~7	
		珩磨	0.08~0.63		
		手铰	0.16~1.25		
		研磨	0.04~0.32		
			精珩磨		0.01~0.32
			精研磨		0.01~0.16
			超精加工		0.01~0.16
	在精磨或精镗后直接挤孔				0.08~1.25

6.4.5 加工余量

① 铸件的机械加工余量

A. 铸件尺寸精度，铸件尺寸公差的代号为 CT，公差等级为 16 级，见表 6—63。

B. 铸件机械加工余量见表 6—64。

② 锻件的机械加工余量

钢质模锻件的公差及机械加工余量见表 6—65~6—67。模锻件的公差等级分两级，普通级和精密级。采用一般模锻方法达到的精度为普通级。

③ 工序间加工余量

孔加工余量见表 6—68~6—69，轴的加工余量见表 6—70，平面加工余量见表 6—71~表 6—75；齿轮加

(mm)

表 6-63 铸件尺寸公差数值

毛坯铸件基本尺寸	公差等级 CT															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0~10	—	—	0.18	0.26	0.36	0.52	0.74	1.0	1.5	2.0	2.8	4.2	—	—	—	—
10~16	—	—	0.20	0.28	0.38	0.54	0.78	1.1	1.6	2.2	3.0	4.4	—	—	—	—
16~25	—	—	0.22	0.30	0.42	0.58	0.82	1.2	1.7	2.4	3.2	4.6	6	8	10	12
25~40	—	—	0.24	0.32	0.46	0.64	0.90	1.3	1.8	2.6	3.6	5.0	7	9	11	14
40~63	—	—	0.26	0.36	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.1	5.6	8	10	12	16
63~100	—	—	0.28	0.40	0.56	0.78	0.91	1.6	2.2	3.2	4.4	6	9	11	14	18
100~160	—	—	0.30	0.44	0.62	0.88	1.2	1.8	2.5	3.6	5.0	7	10	12	16	20
160~250	—	—	0.34	0.50	0.70	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8	11	14	18	22
250~400	—	—	0.40	0.56	0.78	1.1	1.6	2.2	3.2	4.4	6.2	9	12	16	20	25
400~630	—	—	—	0.64	0.90	1.2	1.8	2.6	3.6	5	7	10	14	18	22	28
630~1000	—	—	—	—	1.00	1.4	2.0	2.8	4.0	6	8	11	16	20	25	32
1000~1600	—	—	—	—	—	1.6	2.2	3.2	4.6	7	9	13	18	23	29	37
1600~2500	—	—	—	—	—	—	2.6	3.8	5.4	8	10	15	21	26	33	42
2500~4000	—	—	—	—	—	—	—	4.4	6.2	9	12	17	24	30	38	49
4000~6300	—	—	—	—	—	—	—	—	7.0	10	14	20	28	35	44	56
6300~10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	16	23	32	40	50	64

注: 1. CT1 和 CT2 没有规定公差值, 是为将来可能要求更精密的公差保留的;

2. CT13 到 CT16 小于或等于 16mm 的铸件基本尺寸, 其公差值需单独标注, 可提高 2~3 级; 壁厚尺寸公差一般可降低一级;

3. 公差值应对称分布, 即公差的一半取正值另一半取负值。

表 6-64 铸件机械加工余量表 (mm)

零件基本尺寸	铸件等级													浇注位置			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
<50	3.5	4.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	顶、侧面 底面
>50~120	4.5	5.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	顶、侧面 底面
>120~250	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	顶、侧面 底面
>250~630	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	顶、侧面 底面
>630~1000		6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	顶、侧面 底面
>1000~1600			7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
			5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	顶、侧面 底面
>1600~2500			8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	顶、侧面 底面
			6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.0	11.0	11.0	顶、侧面 底面
>2500~4000																	顶、侧面 底面
																	顶、侧面 底面
>4000~6300																	顶、侧面 底面
																	顶、侧面 底面
>6300																	顶、侧面 底面
																	顶、侧面 底面

表 6-66

模锻件内外表面加工余量(JB3834-85)

锻件重量 (N)	锻件单边余量 (mm)										
	大于		水 平 方 向								厚度(直径) 方 向
			0	315	400	630	800	1250	1600	2500	
大于	至	0	315	400	630	800	1250	1600	2500		
0	4	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5							
4	10	1.0-2.0	1.5-2.0	2.0-2.5	2.0-3.0						
10	18	1.7-2.0	1.5-2.0	2.0-2.7	2.0-3.0						
18	32	1.7-2.2	2.0-2.5	2.0-2.7	2.0-3.0	2.5-3.5					
32	50	1.7-2.2	2.0-2.5	2.0-2.7	2.5-3.5	2.5-4.0					
50	100	2.0-2.5	2.0-2.5	2.3-3.0	2.5-3.5	2.7-4.0	3.0-4.5				
100	200	2.0-2.5	2.0-2.7	2.3-3.0	2.5-3.5	2.7-4.0	3.0-4.5	3.0-4.5			
200	500	2.0-3.0	2.5-3.0	2.5-3.5	2.7-4.0	3.0-4.5	3.5-4.5				
500	1500	2.5-3.5	2.5-3.5	2.7-3.5	2.7-4.0	3.0-4.5	3.5-4.5	4.0-5.5			
1500	2500	2.5-3.5	2.5-3.5	2.7-4.0	3.0-4.5	3.0-4.5	3.5-5.0	4.0-5.5			
		2.7-3.5	2.7-3.5	3.0-4.0	3.0-4.5	3.5-4.5	4.0-5.0	4.5-6.0			
		2.7-4.0	3.0-4.0	3.0-4.5	3.5-4.5	4.0-5.5	4.5-6.0				

注：本表适用于在热模锻压力机、模锻锤、平锻机及螺旋压力机上生产的模锻件。

例：当锻件重为30N在1600T热模锻压力机上生产，零件无磨削加工工序，锻件复杂系数为S₃，锻件长度为480mm时查出该零件余量是：厚度方向为1.7~2.2mm，水平方向为2.0~2.7mm。

表 6—67 锻件内孔直径的机械加工余量(JB3834—85) (mm)

孔 径		孔 深				
大 于	到	大于 0	63	100	140	200
		至 63	100	140	200	280
	25	2.0	—	—	—	—
25	40	2.0	2.6	—	—	—
40	63	2.0	2.6	3.0	—	—
63	100	2.5	3.0	3.0	4.0	—
100	160	2.6	3.0	3.4	4.0	4.6
160	250	3.0	3.0	3.4	4.0	4.6

表 6—68 扩孔、镗孔、铰孔的加工余量 (mm)

直 径	扩 或 镗	粗 铰	精 铰
3~6		0.1	0.04
>6~10	0.8~1.0	0.1~0.15	0.05
>10~18	1.0~1.5	0.1~0.15	0.05
>18~30	1.5~2.0	0.15~0.2	0.06
>30~50	1.5~2.0	0.2~0.3	0.08
>50~80	1.5~2.0	0.3~0.5	0.10
>80~120	1.5~2.0	0.5~0.7	0.15
>120~180	1.5~2.0	0.5~0.7	0.2
>180~260	2.0~3.0	0.5~0.7	0.2

表 6—69 磨 孔 余 量 (mm)

孔的直径	热处理状态	孔 的 长 度				
		<50	>50~100	>100~200	>200~300	>300~500
<10	未淬硬	0.2				
	淬 硬	0.2				
>10~18	未淬硬	0.2	0.3			
	淬 硬	0.3	0.4			
>18~30	未淬硬	0.3	0.3	0.4		
	淬 硬	0.3	0.4	0.4		
>30~50	未淬硬	0.3	0.3	0.4	0.4	
	淬 硬	0.4	0.4	0.4	0.5	
>50~80	未淬硬	0.4	0.4	0.4	0.4	
	淬 硬	0.4	0.5	0.5	0.5	
>80~120	未淬硬	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
	淬 硬	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
>120~180	未淬硬	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	淬 硬	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
>180~260	未淬硬	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
	淬 硬	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8

表 6—70

轴的机械加工余量(外旋转表面)

(mm)

基本尺寸	表面的加工方法	轴的 长 度					
		<120	>120~260	>260~500	>500~800	>800~1250	>1250~2000
		直径上的余量 (分子系用中心孔安装时) 分母系用夹盘安装时)					
车 削 提 高 精 度 的 轧 钢 件							
<30	粗车和一次车	1.2/1.1	1.7/—	—	—	—	—
	精车	0.25/0.25	0.3/—	—	—	—	—
	细车	0.12/0.12	0.15/—	—	—	—	—
>30~50	粗车和一次车	1.2/1.1	1.5/1.4	2.2/—	—	—	—
	精车	0.3/0.25	0.3/0.25	0.35/—	—	—	—
	细车	0.15/0.12	0.16/0.13	0.20/—	—	—	—
>50~80	粗车和一次车	1.5/1.1	1.7/1.5	2.3/2.1	3.1/—	—	—
	精车	0.25/0.20	0.3/0.25	0.3/0.3	0.4/—	—	—
	细车	0.14/0.12	0.15/0.13	0.17/0.16	0.25/—	—	—
>80~120	粗车和一次车	1.6/1.2	1.7/1.3	2.0/1.7	2.5/2.3	3.3/—	—
	精车	0.25/0.25	0.3/0.25	0.3/0.3	0.3/0.3	0.35/—	—
	细车	0.14/0.13	0.15/0.13	0.16/0.15	0.17/0.17	0.20/—	—
车 削 一 般 精 度 的 轧 钢 料							
<30	粗车和一次车	1.3/1.1	1.7/—	—	—	—	—
	半精车	0.45/0.45	0.50/—	—	—	—	—
	精车	0.25/0.20	0.25/—	—	—	—	—
	细车	0.13/0.12	0.15/—	—	—	—	—
>30~50	粗车和一次车	1.3/1.1	1.6/1.4	2.2/—	—	—	—
	半精车	0.45/0.45	0.45/0.45	0.45/—	—	—	—
	精车	0.25/0.20	0.25/0.25	0.30/—	—	—	—
	细车	0.13/0.12	0.14/0.13	0.16/—	—	—	—
>50~80	粗车和一次车	1.5/1.1	1.7/1.5	2.3/2.1	3.1/—	—	—
	半精车	0.45/0.45	0.50/0.45	0.50/0.50	0.55/—	—	—
	精车	0.25/0.20	0.30/0.25	0.30/0.30	0.35/—	—	—
	细车	0.13/0.12	0.14/0.13	0.18/0.16	0.20/—	—	—
>80~120	粗车和一次车	1.8/1.2	1.9/1.3	2.1/1.7	2.6/2.3	3.4/—	—
	半精车	0.50/0.45	0.50/0.45	0.50/0.50	0.50/0.50	0.55/—	—
	精车	0.25/0.25	0.25/0.25	0.30/0.25	0.30/0.30	0.35/—	—
	细车	0.15/0.12	0.16/0.13	0.16/0.14	0.18/0.17	0.20/—	—

续表 1

基本尺寸	表面的加工方法	轴的 长 度					
		<120	>120~260	>260~500	>500~800	>800~1250	>1250~2000
		直 径 上 的 余 量					
		车 削 提 高 精 度 的 轧 钢 件					
>120~180	粗车和一次车	2.0/1.3	2.1/1.4	2.3/1.8	2.7/2.3	3.5/3.2	4.8/—
	半精车	0.50/0.45	0.50/0.45	0.50/0.50	0.50/0.50	0.60/0.55	0.65/—
	精车	0.30/0.25	0.30/0.25	0.30/0.25	0.30/0.30	0.35/0.30	0.40/—
	细车	0.16/0.13	0.16/0.13	0.17/0.15	0.18/0.17	0.21/0.20	0.27/—
>180~260	粗车和一次车	2.3/1.4	2.4/1.5	2.6/1.8	2.9/2.4	3.6/3.2	5.0/4.6
	半精车	0.50/0.45	0.50/0.45	0.50/0.50	0.55/0.50	0.60/0.55	0.65/0.65
	精车	0.30/0.25	0.30/0.25	0.30/0.25	0.30/0.30	0.35/0.35	0.40/0.40
	细车	0.17/0.13	0.17/0.14	0.18/0.15	0.19/0.17	0.22/0.20	0.27/0.26
模 锻 毛 坯 的 车 削							
<18	粗车和一次车	1.5/1.4	1.9/—	—	—	—	—
	精车	0.25/0.25	0.30/—	—	—	—	—
	细车	0.14/0.14	0.15/—	—	—	—	—
>18~30	粗车和一次车	1.6/1.5	2.0/1.8	2.3/—	—	—	—
	精车	0.25/0.25	0.30/0.25	0.30/—	—	—	—
	细车	0.14/0.14	0.15/0.14	0.16/—	—	—	—
>30~50	粗车和一次车	1.8/1.7	2.3/2.0	3.0/2.7	3.5/—	—	—
	精车	0.30/0.25	0.30/0.30	0.30/0.30	0.35/—	—	—
	细车	0.15/0.15	0.16/0.15	0.19/0.17	0.21/—	—	—
>50~80	粗车和一次车	2.2/2.0	2.9/2.6	3.4/2.9	4.2/3.6	5.0/—	—
	精车	0.30/0.30	0.30/0.30	0.35/0.30	0.40/0.35	0.45/—	—
	细车	0.16/0.16	0.18/0.17	0.20/0.18	0.22/0.20	0.26/—	—
>80~120	粗车和一次车	2.6/2.3	3.3/3.0	4.3/3.8	5.2/4.5	6.3/5.2	8.2/—
	精车	0.30/0.30	0.30/0.30	0.40/0.35	0.45/0.40	0.50/0.45	0.60/—
	细车	0.17/0.17	0.19/0.18	0.23/0.21	0.26/0.24	0.30/0.26	0.38/—
>120~180	粗车和一次车	3.2/2.8	4.6/4.2	5.0/4.5	6.2/5.6	7.5/6.7	—
	精车	0.35/0.30	0.40/0.30	0.45/0.40	0.50/0.45	0.60/0.55	—
	细车	0.20/0.20	0.24/0.22	0.25/0.23	0.30/0.27	0.35/0.32	—
磨 削							
<30	热处理后粗磨	0.30	0.60	—	—	—	—
	精车后粗磨	0.10	0.10	—	—	—	—
	粗磨后精磨	0.06	0.06	—	—	—	—
>30~50	热处理后粗磨	0.25	0.50	0.85	—	—	—
	精车后粗磨	0.10	0.10	0.10	—	—	—
	粗磨后精磨	0.06	0.06	0.06	—	—	—

表 6—71

平面粗刨后精铄的加工余量

(mm)

平面长度	平 面 宽 度		
	<100	>100~200	>200
<100	0.6~0.7	—	—
>100~250	0.6~0.8	0.7~0.9	—
>250~500	0.7~1.0	0.75~1.0	0.8~1.1
>500	0.8~1.0	0.9~1.2	0.9~1.2

表 6—72

铄平面的加工余量

(mm)

零件厚度	荒 铄 后 粗 铄						粗 铄 后 半 精 铄					
	宽度<200			宽度>200~400			宽度<200			宽度>200~400		
	加 工 表 面 不 同 长 度 下 的 加 工 余 量											
	<100	>100 ~250	>250 ~400	<100	>100 ~250	>250 ~400	<100	>100 ~250	>250 ~400	<100	>100 ~250	>250 ~400
>6~30	1.0	1.2	1.5	1.2	1.5	1.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
>30~50	1.0	1.5	1.7	1.5	1.5	2.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2
>50	1.5	1.7	2.0	1.7	2.0	2.5	1.0	1.3	1.5	1.3	1.5	1.5

表 6—73

磨平面的加工余量

(mm)

零件厚度	第 一 种											
	经热处理及未经热处理零件的终磨											
	宽度<200						宽度>200~400					
	加 工 表 面 不 同 长 度 下 的 加 工 余 量											
	<100	>100~250	>250~400	<100	>100~250	>250~400	<100	>100~250	>250~400	<100	>100~250	>250~400
>6~30	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	
>30~50	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
>50	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

零件厚度	第 二 种											
	热 处 理 后											
	粗 磨						半 精 磨					
	宽度<200			宽度>200~400			宽度<200			宽度>200~400		
	加 工 表 面 不 同 长 度 下 的 加 工 余 量											
<100	>100 ~250	>250 ~400	<100	>100 ~250	>250 ~400	<100	>100 ~250	>250 ~400	<100	>100 ~250	>250 ~400	
>6~30	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
>30~50	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
>50	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

表 6—74

平 面 的 刮 研 余 量

(mm)

加工面长度	加 工 面 宽 度		
	<100	>100~300	>300~1000
	加 工 余 量		
<300	0.15	0.15	0.20
>300~1000	0.20	0.20	0.25
>1000~2000	0.25	0.25	0.30

表 6—75

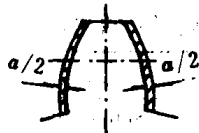
端 面 的 加 工 余 量

(mm)

零件长度(全长)	粗车后的精车端面			磨 削	
	余量(按端面最大直径取)				
	<30	>30~120	>120~260	<120	>120~260
<10	0.5	0.6	1.0	0.2	0.3
>10~18	0.5	0.7	1.0	0.2	0.3
>18~50	0.6	1.0	1.2	0.2	0.3
>50~80	0.7	1.0	1.3	0.3	0.4
>80~120	1.0	1.0	1.3	0.3	0.5
>120~180	1.0	1.3	1.5	0.3	0.5

表 6—76

精滚齿或精插齿的加工余量



模 数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
余 量 a	0.6	0.75	0.9	1.05	1.2	1.35	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2

表 6—77

磨 齿 的 加 工 余 量

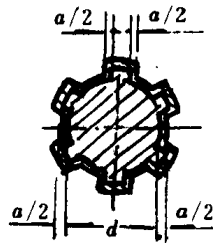
(mm)

模 数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
余 量 a	0.15	0.2	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.4	0.45	0.5

表 6-78 (1)

精铣花键轴的加工余量

(mm)



花键轴的 公称直径 d	花键的长度				花键轴的 公称直径 d	花键的长度			
	<100	>100~200	>200~350	>350~500		<100	>100~200	>200~350	>350~500
	余量 a					余量 a			
10~18	0.4~0.6	0.5~0.7	—	—	>30~50	0.6~0.8	0.7~0.9	0.8~1.0	—
>18~30	0.5~0.7	0.6~0.8	0.7~0.9	—	>50	0.7~0.9	0.8~1.0	0.9~1.2	1.2~1.5

表 6-78 (2)

磨花键轴的加工余量

(mm)

花键轴的 公称直径 d	花键的长度				花键轴的 公称直径 d	花键的长度			
	<100	>100~200	>200~350	>350~500		<100	>100~200	>200~350	>350~500
	余量 a					余量 a			
10~18	0.1~0.2	0.2~0.3	—	—	>30~50	0.2~0.3	0.2~0.4	0.3~0.5	—
>18~30	0.1~0.2	0.2~0.3	0.2~0.4	—	>50	0.2~0.4	0.3~0.5	0.3~0.5	0.4~0.6

表 6-79

调质件的加工余量

(mm)

直 径	长 度			
	< 500	500~1000	1000~1800	>1800
10~20	2.0~2.5	2.5~3.0	—	—
22~45	2.5~3.0	3.0~3.5	3.5~4.0	—
48~70	2.5~3.0	3.0~3.5	4.0~4.5	5.0~6.0
75~100	3.0~3.5	3.0~3.5	5.0~5.5	6.0~7.0

表 6-80

不渗碳局部加工余量

(mm)

设计要求渗碳深度	不渗碳表面每面的留余量
0.2~0.4	1.1+淬火时留余量
0.4~0.7	1.4+淬火时留余量
0.7~1.1	1.8+淬火时留余量
1.1~1.5	2.2+淬火时留余量
1.5~2.0	2.7+淬火时留余量

表 6-81 轴、杆类零件外圆热处理后的磨削余量 (mm)

直径或厚度	长 度														
	<50	51~100	101~200	201~300	301~450	451~600	601~800	801~1000	1001~1300	1301~1600	1601~2000				
<5	0.35~0.45	0.45~0.55	0.55~0.65												
6~10	0.30~0.40	0.40~0.50	0.50~0.60	0.55~0.65											
11~20	0.25~0.35	0.35~0.45	0.45~0.55	0.50~0.60	0.55~0.65										
21~30	0.30~0.40	0.30~0.40	0.35~0.45	0.40~0.50	0.45~0.55	0.50~0.60	0.55~0.65								
31~50	0.35~0.45	0.35~0.45	0.35~0.45	0.40~0.50	0.40~0.50	0.40~0.50	0.50~0.60	0.60~0.70							
51~80	0.40~0.50	0.40~0.50	0.40~0.50	0.40~0.50	0.40~0.50	0.40~0.50	0.50~0.60	0.55~0.65	0.60~0.70	0.70~0.80	0.85~1.00				
81~120	0.50~0.60	0.50~0.60	0.50~0.60	0.50~0.60	0.50~0.60	0.50~0.60	0.60~0.70	0.65~0.75	0.65~0.80	0.75~0.90	0.85~1.00				
121~180	0.60~0.70	0.60~0.70	0.60~0.70	0.60~0.70	0.60~0.70										
181~260	0.70~0.90	0.70~0.90	0.70~0.90	0.70~0.90											

- 注: 1. 粗磨后需人工时效的零件应较上表增加 50%;
 2. 此表为断面均匀、全部淬火的零件的余量, 特殊零件另行协商解决;
 3. 全长三分之一以下局部淬火者可取下限, 淬火长度大于三分之一按全长处理;
 4. $\phi 80\text{mm}$ 以上短实心轴可取下限;
 5. 高频淬火件可取下限。

表 6—82

轴、套、环类零件内孔热处理后的磨削余量

(mm)

孔径公称尺寸	<10	11~18	19~30	31~50	51~80	81~120	121~180	181~260	261~360	361~500
一般孔余量	0.20~ 0.30	0.25~ 0.35	0.30~ 0.45	0.35~ 0.50	0.40~ 0.60	0.50~ 0.75	0.60~ 0.90	0.65~ 1.00	0.80~ 1.00	0.85~ 1.30
复杂孔余量	0.25~ 0.40	0.35~ 0.45	0.40~ 0.50	0.50~ 0.65	0.60~ 0.80	0.70~ 1.00	0.80~ 1.20	0.90~ 1.35	1.05~ 1.50	1.15~ 1.75

注: 1. 碳素钢工件一般均用水或水—油淬, 孔变形较大, 应选用上限; 薄壁零件($\frac{\text{外径}}{\text{内径}} < 2$ 者)应取上限;

2. 合金钢薄壁零件($\frac{\text{外径}}{\text{内径}} < 1.25$ 者)应取上限;

3. 合金钢零件渗碳后采用二次淬火者应取上限;

4. 同一工件上有大小不同的孔时, 应以大孔计算;

5. “一般孔”指零件形状简单、对称, 孔是光滑圆孔或花键孔; “复杂孔”指零件形状复杂, 不对称、壁薄、孔形不规则;

6. $\frac{\text{外径}}{\text{内径}} < 1.5$ 的高频淬火件, 内孔留余量应减少 40~50%, 外圆加大 30~40%。

表 6—83

渗碳零件磨削余量

(mm)

公称渗碳深度	0.3	0.5	0.9	1.3	1.7
放磨量	0.15~0.20	0.20~0.25	0.25~0.30	0.35~0.40	0.45~0.50
实际工艺渗碳深度	0.4~0.6	0.7~1.0	1.0~1.4	1.5~1.9	2.0~2.5

表 6—85

轧制薄钢板的规格和厚度公差 (极限偏差) (GB708—65)

(mm)

钢板厚度	A		B		C		热 轧 钢 板	冷 轧 钢 板
	高级精度		较高精度		普通精度			
	冷 轧 优 质 钢 板		冷 轧 和 热 轧		普通和优质钢板			
					宽度 < 1000	宽度 ≥ 1000		
0.20~0.40	± 0.03	± 0.04	± 0.06	± 0.06	± 0.06	± 0.06	△500×1080, △500×1500, 800×2000, 850×1700, 500×2000, △600×1200, △850×2000, △900×1500, 600×1580, 600×1800, △900×1800, △900×2000, 600×2000, 710×1000, △1000×1500, △1000×2000, 710×1420, 710×2000, 750×1000, △750×1500, 750×2000, △800×1500	500×1000, 500×1500, 850×1500, 900×1500, 600×1200, 600×1800, 900×1800, 1000×1500, 600×1200, 710×1420, 1000×2000, 750×1500, 800×1500,
0.45~0.50	± 0.04	± 0.05	± 0.07	± 0.07	± 0.07	± 0.07	同上规格	同上规格
0.55~0.60	± 0.05	± 0.06	± 0.08	± 0.08	± 0.08	± 0.08	同上规格	同上规格
0.70~0.75	± 0.06	± 0.07	± 0.09	± 0.09	± 0.09	± 0.09	同上规格	同上规格
0.80~0.90	± 0.06	± 0.08	+0.10	± 0.10	± 0.10	± 0.10	1. 同上规格有△标记者 2. 另有 600×1420, 850×1500, 880×1700	1. 同上规格 2. 另有 710×2000, 750×2000, 1100×2200, 800×2000, 850×2000, 1250×2500, 900×2000, 1100×2000, 1250×2000,
1.0~1.1	± 0.07	± 0.09	± 0.12	± 0.12	± 0.12	± 0.12	同上规格	同上规格
1.2~1.25	± 0.09	± 0.11	± 0.13	± 0.13	± 0.13	± 0.13	1. 同料厚 0.2~0.75 的规格 2. 另有 600×1420	但: 1. 下列规格此处则没有 900×1500, 1000×1500 2. 增加: 500×2000, 1400×2800 1400×3000, 1400×3500
1.4	± 0.10	± 0.12	± 0.15	± 0.15	± 0.15	± 0.15	850×1500 900×1000	
1.5	± 0.11	± 0.12	± 0.15	± 0.15	± 0.15	± 0.15		
1.6~1.8	± 0.12	± 0.14	± 0.16	± 0.16	± 0.16	± 0.16		
2.0	± 0.13	± 0.15	+0.15 -0.18	± 0.18	± 0.18	± 0.18	1. 同上表有△标记者 2. 另有 500×500, 600×600, 600×1500, 750×2000, 800×2000, 850×1500, 1000×3000, 1100×2200, 1100×3000, 1100×4000, 1250×2500, 1250×3000, 1250×4000, 1400×3000, 1400×4000,	500×500, 500×1000, 500×1500, 500×2000, 600×600, 600×1200, 600×1800, 600×2000, 710×1420, 750×1500, 800×1500, 850×1500, 900×1800, 1000×2000
2.2	± 0.14	± 0.16	+0.15 -0.19	± 0.19	± 0.19	± 0.19		
2.5	± 0.15	± 0.17	+0.16 -0.20	± 0.20	± 0.20	± 0.20		
2.8~3.0	± 0.16	± 0.18	+0.17 -0.22	± 0.22	± 0.22	± 0.22	和料厚 2.00~2.80 的规格相同, 但 1. 下列规格此处则没有 500×1500, 600×1500, 1000×1500, 2. 增加 750×1000, 1400×2800 1000×4000, 1400×3500	
3.2~3.5	± 0.18	± 0.20	+0.18 -0.25	± 0.25	± 0.25	± 0.25		
3.8~4.0	± 0.20	± 0.22	+0.20 -0.30	± 0.30	± 0.30	± 0.30		

表 6—86 锌和酸洗钢板的规格和厚度公差 (极限偏差) (YB181—65) (mm)

材 料 厚 度	公 差 (极限偏差)	常用的钢板的宽度×长度
0.25, 0.30, 0.35 0.40, 0.45	± 0.05	510× 710 850× 1700 710× 1420 900× 1800 750× 1500 900× 2000
0.50, 0.55	± 0.05	710× 1420 900× 1800 750× 1500 900× 2000 750× 1800 1000× 2000 850× 1700
0.60, 0.65	± 0.06	
0.70, 0.75	± 0.07	
0.80, 0.90	± 0.08	
1.00, 1.10	± 0.09	710× 1420 750× 1800 750× 1500 850× 1700 900× 1800 1000× 2000
1.20, 1.30	± 0.11	
1.40, 1.50	± 0.12	
1.60, 1.80	± 0.14	
2.00	± 0.16	

表 6—87 电工用硅钢薄板的厚度公差 (极限偏差) (YB73—70) (mm)

材 料 厚 度	牌 号	材料厚度公差 (极限偏差)					
		热轧钢板		冷轧钢板			
		普 通	较 高	宽度 < 600		宽度 > 600	
普 通	较 高			普 通	较 高		
0.1	DG41, DR41, DR42 DH41, DH42	± 0.02	—	—	—	—	—
0.2	DG41, DR41, DR42 DH41, DH42	± 0.02	—	± 0.02	—	± 0.02	—
	DG310, DH310						
0.3 5	D31, D32, D41, D42 D43, D44	± 0.04	± 0.03	± 0.020	+0.01 -0.02	± 0.03	± 0.02
	DG41, DR41, DR42 DH41, DH42						
	D310, D320, D330 D340 DH310						
0.5	D11, D12, D13, D21 D22, D23, D31	± 0.05	± 0.04	± 0.03	+0.02 -0.03	± 0.04	± 0.03
	D31, D32, D41, D43 D44						
	D1100, D1200, D1300 D3100, D3200, D310 D320, D330, D340						

- 注: 1. 钢号第二个字母“G”、“R”、“H”表示检验钢板时磁场条件“高”、“弱”、“中”。
 2. 没有第二个字母表示频率为 50 周波时在强磁场下检验的钢板。
 3. 钢号第一位数字 (1, 2, 3, 4) 表示钢板含硅量等级。
 4. 钢号第二位数字 (1, 2, 3, 4) 表示保证的钢板电磁性能。
 5. 钢号第三位数字 (0, 00) 表示冷轧钢板的晶粒取向度。

表 6—88

非金属材料的抗剪强度 τ_0

材 料 名 称	抗剪强度 τ_0 (MPa)	
	用管状凸模裁切时	用普通凸模冲裁时
纸胶板	100~130	140~200
布胶板	90~100	120~180
玻璃布胶板	120~140	160~185
金属箔的玻璃布胶板	130~150	160~220
金属箔的纸胶板	110~130	140~200
玻璃纤维丝胶板	100~110	140~160
石棉纤维塑料	80~90	120~180
有机玻璃	70~80	90~100
聚氯乙烯塑料, 透明橡胶	60~80	100~130
赛璐珞	40~60	80~100
氯乙烯	30~40	50
石棉橡胶	40	—
石棉板	40~50	—
橡 皮	1~6	20~80
人造橡胶、硬橡胶	40~70	—
柔软的皮革	6~8	30~50
硝过的及铬化的皮革	—	45~55
未硝过的皮革	—	80~100
云 母 (厚 0.5mm)	80	60~100
云 母 (厚 0.2mm)	50	60~100
人造云母	120~150	140~180
桦木胶合板	20	—
松木胶合板	10	—
其他木板的胶合板	16~20	—
马粪纸	20~35	30~60
硬马粪纸	70	60~100
厚纸板	30~40	40~80
绝缘纸板	40~70	60~100
红纸板	—	140~200
纸 (普通的)	20~40	20~30
纸 (硬的)	30~50	45~40
漆布、绝缘漆布	30~60	—
绝缘板	150~160	180~240

6.5.2 压力机

表 6-89

几种压力机的主要技术参数

名 称	开式双柱可倾式压力机			单柱固 定台压 力 机	开式双柱 固定台压 力 机	闭式单点 压力 机	闭式双点 压力 机	闭式双动 拉 伸 压 力 机	双盘摩擦 压 力 机	
	J23-63	JH23-16	JG23-40	J11-50	JD21-100	JA31-160B	J36-250	JA45-100	J53-63	
公称压力 (tf)	6.3	16	40	50	100	160	250	内滑块 100 外滑块 63	63	
滑块行程 (mm)	35	50 压力行程 3.17	100 压力行程 7	10~90	10~120	160 压力行程 8.16	400 压力行程 11	内滑块 420 外滑块 260	270	
行程次数 (1/min)	170	150	80	90	75	32	17	15	22	
最大闭合高度 (mm)	150	220	300	270	400	480	750	内滑块 580 外滑块 530	最小闭合 高度 100	
最大装模高度 (mm)	120	180	220	190	300	375	590	内滑块 480 外滑块 430		
闭合高度调节量 (mm)	35	45	80	75	85	120	250	100		
立柱间距离 (mm)	150	220	300		480	750		950		
导轨间距离 (mm)						590	2640	780	350	
工作台尺 寸 (mm)	前后	200	300	150	450	600	790	1250	900	450
	左右	310	450	300	650	1000	710	2780	950	400
垫板尺寸 (mm)	厚度	30	40	80	80	100	105	160	100	
	孔径	140	210	200	130	200	430×430		555	80
模柄孔尺 寸 (mm)	直径	30	40	50	50	60	打料孔 φ75		50	60
	深度	55	60	70	80	80			60	80
电动机功率 (kW)	0.75	1.5	4	5.5	7.5	12.5	33.8	22	4	
备 注			备有辊式 送料装置			需压缩空 气, 备有 25tf 纯气式 拉伸垫	气垫顶出 力 6.3tf, 气 垫行程 200 mm	气垫顶出 力 10tf, 气 垫行程 210 mm		

6.5.3 冲裁

选用合理的冲裁间隙，使冲裁件具有良好的断面质量，在设计模具时，普遍采用经验数据，见表6—90、6—91。

表6—90 冲裁间隙（双面）适用较高精度 (mm)

材料厚度 <i>t</i>	T8、45、1Cr18Ni9		Q215、Q235 35CrMo QSnP10-1、D41		08F、10、15、H62、 T1、T2、T3		L2、L3、L4、L5		红纸板、胶纸 板、胶布板		纸、皮革、 云母纸	
	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}
0.35	0.03	0.05	0.02	0.05	0.01	0.03	—	—	—	—	—	—
0.5	0.04	0.08	0.03	0.07	0.02	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02	0.005	0.015
0.8	0.09	0.12	0.06	0.10	0.04	0.07	0.025	0.045	0.015	0.035	0.005	0.015
1.0	0.11	0.15	0.08	0.12	0.05	0.08	0.04	0.06	0.02	0.04	0.01	0.02
1.2	0.14	0.18	0.10	0.14	0.07	0.10	0.05	0.07	0.03	0.06	0.015	0.03
1.5	0.19	0.23	0.13	0.17	0.08	0.12	0.06	0.10	0.04	0.07	0.015	0.035
1.8	0.23	0.27	0.17	0.22	0.12	0.16	0.07	0.11	0.05	0.09	0.02	0.04
2.0	0.28	0.32	0.20	0.24	0.13	0.18	0.08	0.12	0.06	0.10	0.025	0.045
2.5	0.37	0.43	0.25	0.31	0.16	0.22	0.11	0.17	0.08	0.12	0.03	0.05
3.0	0.48	0.54	0.33	0.39	0.21	0.27	0.14	0.20	0.10	0.14	0.04	0.06
3.5	0.58	0.65	0.42	0.49	0.25	0.33	0.18	0.26	0.13	0.19	—	—
4.0	0.68	0.76	0.52	0.60	0.32	0.40	0.21	0.29	0.16	0.22	—	—

表6—91 冲裁间隙（双面）适用较低精度 (mm)

材料厚度 (mm)	08、10、35、 09Mn、Q235		16Mn		40、50		65Mn	
	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}
小于0.5	无 间 隙							
0.5	0.040	0.060	0.040	0.060	0.040	0.060	0.040	0.060
0.6	0.048	0.072	0.048	0.072	0.048	0.072	0.048	0.072
0.7	0.064	0.092	0.064	0.092	0.064	0.092	0.064	0.092
0.8	0.072	0.104	0.072	0.104	0.072	0.104	0.064	0.092
0.9	0.090	0.126	0.090	0.126	0.090	0.126	0.090	0.126
1.0	0.100	0.140	0.100	0.140	0.100	0.140	0.090	0.126
1.2	0.126	0.180	0.132	0.180	0.132	0.180		
1.5	0.132	0.240	0.170	0.240	0.170	0.230		
1.75	0.220	0.320	0.220	0.320	0.220	0.320		
2.0	0.246	0.360	0.260	0.380	0.260	0.380		

续表 1

材料厚度 (mm)	08、10、35、 09Mn、Q235		16Mn		40、50		65Mn	
	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}	Z_{min}	Z_{max}
小于 0.5	无 间 隙							
2.1	0.260	0.380	0.280	0.400	0.280	0.400		
2.5	0.360	0.500	0.380	0.540	0.380	0.540		
2.75	0.400	0.560	0.420	0.600	0.420	0.600		
3.0	0.460	0.640	0.480	0.660	0.480	0.660		
3.5	0.540	0.740	0.580	0.780	0.580	0.780		
4.0	0.640	0.880	0.680	0.920	0.680	0.920		

注：冲裁皮革、石棉和纸板时，间隙取 08 钢的 25%。

①冲裁模刃口尺寸计算

落料件尺寸由凹模尺寸决定，冲孔件，孔的尺寸由凸模尺寸决定，故设计落料模时，以凹模为基础，间隙取在凸模上，冲裁间隙通过减小凸模刃口尺寸来取得，设计冲孔模时，以凸模为基准，间隙取在凹模上，冲裁间隙通过增大凹模刃口尺寸来取得。

根据冲模在使用过程中的磨损规律，设计落料模时，凹模基本尺寸应取接近或等于工件的最小极限尺寸；设计冲孔模时，凸模基本尺寸则应取接近或等于工件孔的最大极限尺寸。这样做的好处是：凸、凹模在磨损到一定程度时，仍能冲出合格的零件。值得注意的是，在落料中，工件尺寸取决于凹模尺寸，因此，工件的公差尺寸的大部分应移到凹模上，作为磨损量使用。

按工件精度和模具可能磨损程度，这种留量在公差范围内的 0.5~1.0 之间。高精度的工件其公差小，故模具磨损留量应尽量用全部公差值。

磨损留量用 $x\Delta$ 表示，其中 Δ 为工件的公差值， x 称磨损系数，其值在 0.5~1 之间，与工件制造精度有关，可查表 6—92 或按下列关系选取：

工件精度 IT10 以上	$x=1$
工件精度 IT11~13	$x=0.75$
工件精度 IT14	$x=0.5$

不管落料还是冲孔，冲裁间隙一律采用最小合理间隙值。

冲模刃口尺寸的制造偏差方向的取法，原则上应单向注向金属实体内部，即对于凹模（内表面）刃口尺寸制造偏差取正值（ $+\delta_{凹}$ ）；对于凸模（外表面）刃口尺寸制造偏差取负值（ $-\delta_{凸}$ ）。但对刃口尺寸磨损后无变化的尺寸，制造偏差取双向偏差（ $\pm\delta_{凹}$ ， $\pm\delta_{凸}$ ），见表 6—93。

冲模刃口尺寸制造偏差的大小可以这样确定：对于形状简单的圆形、方形刃口，其制造偏差值可按 IT6~IT7 级来选取或按表 2-7 取值；对于形状复杂的刃口制造偏差可按工件相应部位公差值的 $\frac{1}{4}$ 来选取；对于刃口尺寸磨损后无变化的制造偏差值可取工件相应部位公差值的 $\frac{1}{8}$ 并冠以（ \pm ）；如果工件没有标注公差，则可按 IT14 级取值。如果工件公差是依双向偏差标的，则应换算成单向标注。磨损后无变化的尺寸除外。冲裁模的加工方法不同，则刃口尺寸的计算方法也不同，故需要区分情况灵活对待。

表 6—92

磨 损 系 数 x

材料厚度 t (mm)	非 圆 形			圆 形	
	1	0.75	0.5	0.75	0.5
	零 件 公 差 Δ (mm)				
~1	<0.16	0.17~0.35	>0.36	<0.16	>0.16
>1~2	<0.20	0.21~0.41	>0.42	<0.20	>0.20
>2~4	<0.24	0.25~0.49	>0.50	<0.24	>0.24
>4	<0.30	0.31~0.59	>0.60	<0.30	>0.30

表 6—93

规则形状（圆形、方形）凸、凹模刃口制造偏差

(mm)

基 本 尺 寸	凸模偏差 $\delta_{凸}$	凹模偏差 $\delta_{凹}$
<18	-0.020	+0.020
>18~30		+0.025
>30~80		+0.030
>80~120	-0.025	+0.035
>120~180	-0.030	+0.040
>180~260		+0.045
>260~360	-0.035	+0.050
>360~500	-0.040	+0.060
>500	-0.050	+0.070

A. 凸、凹模刃口尺寸计算方法

根据凸、凹模加工制造方法的不同，其刃口尺寸的计算方法也不同，遵照计算原则，参看公差带图 6-3 可按下述方法进行计算。

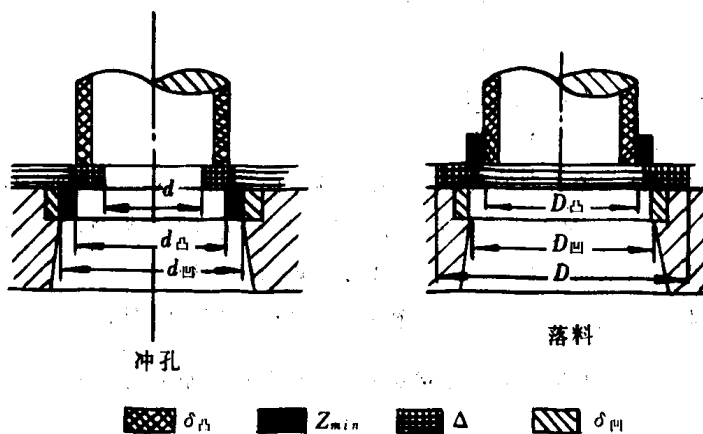


图 6—3 冲模刃口尺寸公差带图

a. 凸模和凹模分开加工制造时，凸、凹模刃口尺寸的计算方法

这种方法主要适用于圆形或简单形状刃口。设计时需在图纸上分别标注凸模和凹模刃口尺寸及制造公差。并且保证冲模的制造公差与冲裁间隙之间满足下列条件：

$$|\delta_{凹}| + |\delta_{凸}| \leq Z_{max} - Z_{min}$$

或取

$$\delta_{凹} = 0.6 (Z_{max} - Z_{min})$$

$$\delta_{凸} = 0.4 (Z_{max} - Z_{min})$$

凸模和凹模刃口尺寸计算公式。

1. 落料: 设工件尺寸为 $D - \Delta$ 。如果工件尺寸标注的是其它偏差形式, 则应换算成单向负偏差值。

$$D_{凹} = (D - x\Delta) + \delta_{凹}$$

$$\begin{aligned} D_{凸} &= (D_{凹} - Z_{min}) - \delta_{凸} \\ &= (D - x\Delta - Z_{min}) - \delta_{凸} \end{aligned}$$

2. 冲孔: 设工件尺寸为 $d + \Delta$ 。如果工件尺寸标注的是其它偏差形式, 则应换算成单向正偏差值。

$$d_{凸} = (d + x\Delta) - \delta_{凸}$$

$$\begin{aligned} d_{凹} &= (d_{凸} + Z_{min}) + \delta_{凹} \\ &= (d + x\Delta + Z_{min}) + \delta_{凹} \end{aligned}$$

b. 凸模和凹模配合加工时刃口尺寸计算方法见图 6—4、6—5, 计算公式见表 6—94。

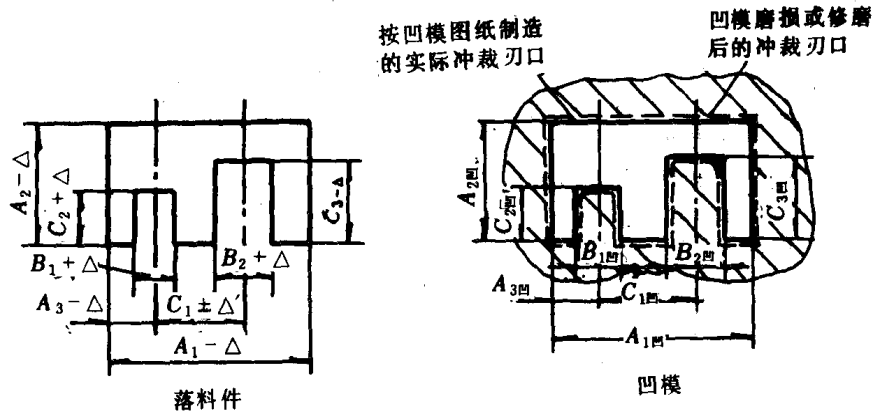


图 6—4 落料件和凹模尺寸

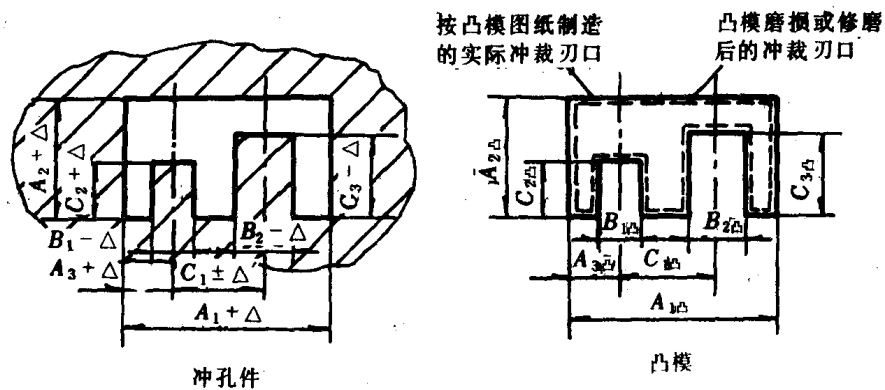


图 6—5 冲孔件和凸模尺寸

表 6—94

配合加工法凸、凹模尺寸及其公差的计算公式

工序性质	工件尺寸 (图 6—4) (图 6—5)	凸 模 尺 寸	凹 模 尺 寸		
落 料	$A_{-\Delta}$	按凹模尺寸配制, 其双面间隙为 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$	$A_{\text{凹}} = (A-x\Delta) + \delta_{\text{凹}}$ (磨损后尺寸可能变大)		
	$B^{+\Delta}$		$B_{\text{凹}} = (B+x\Delta) - \delta_{\text{凹}}$ (磨损后尺寸可能变小)		
	C		$C^{+\Delta}$	$C_{\text{凹}} = (C + \frac{1}{2}\Delta) \pm \delta_{\text{凹}}$ (磨损后尺寸无变化)	
			$C_{-\Delta}$	$C_{\text{凹}} = (C - \frac{1}{2}\Delta) \pm \delta_{\text{凹}}$	
			$C \pm \Delta'$	$C_{\text{凹}} = C \pm \delta_{\text{凹}}$	
冲 孔	$A^{+\Delta}$	按凸模尺寸配制, 其双面间隙 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$			
	$B_{-\Delta}$			$B_{\text{凸}} = (B-x\Delta) + \delta_{\text{凸}}$	
	C			$C^{+\Delta}$	$C_{\text{凸}} = (C + \frac{1}{2}\Delta) \pm \delta_{\text{凸}}$
				$C_{-\Delta}$	$C_{\text{凸}} = (C - \frac{1}{2}\Delta) \pm \delta_{\text{凸}}$
				$C \pm \Delta'$	$C_{\text{凸}} = C \pm \delta_{\text{凸}}$

表中 $A_{\text{凸}}$ 、 $B_{\text{凸}}$ 、 $C_{\text{凸}}$ ——凸模刃口尺寸 (mm)；
 $A_{\text{凹}}$ 、 $B_{\text{凹}}$ 、 $C_{\text{凹}}$ ——凹模刃口尺寸 (mm)；
 A 、 B 、 C ——工件基本尺寸 (mm)；
 Δ ——工件公差 (mm)；
 Δ' ——工件的偏差, 对称偏差时 $\Delta' = \frac{1}{2} \Delta'$ (mm)；
 $\delta_{\text{凸}}$ 、 $\delta_{\text{凹}}$ ——凸、凹模制造公差 (mm)。

当标注形式为 $+\delta_{\text{凹}}$ (或 $-\delta_{\text{凸}}$) 时, $\delta_{\text{凸}} = \delta_{\text{凹}} = \frac{\Delta}{4}$;

当标注形式为 $+\delta_{\text{凹}}$ (或 $\pm\delta_{\text{凸}}$) 时, $\delta_{\text{凸}} = \delta_{\text{凹}} = \frac{\Delta}{8} + \frac{\Delta'}{4}$ 。

x ——磨损系数, 其值见表 6—92。

② 冲压力的计算

冲压力是冲裁力、卸料力、推件力和顶出力的总称。它是冲裁时选择冲床吨位、进行模具强度、刚度校核的重要依据。

A. 平刃口冲裁力可按下式计算:

$$P = KLt\tau \text{ (N)}$$

式中, P ——冲裁力 (N); L ——冲裁件周边长度 (mm); τ ——材料抗剪强度 (MPa); t ——材料厚度 (mm); K ——系数, 通常 $K=1.3$ 。

系数 K 是考虑到实际生产中各种因素的影响,

同一种材料, 其强度极限有如下关系 $\sigma_b \approx 1.3\tau$ 。故冲裁力可按下式计算:

$$P = Lt\sigma_b \text{ (N)}$$

如果冲裁圆形零件则冲裁力可简化为:

$$P = \pi dt\sigma_b \text{ (N)}$$

B. 卸料力、推件力、顶件力的计算

卸料力是将箍在凸模上的板料卸下时所需要的力；推料力是将落料件顺着冲裁方向从凹模洞口推出时所需的力；顶件力是将落料件逆着冲裁方向顶出凹模刃口时所需的力，它们一般采用经验公式来计算：

$$P_x = K_x P \text{ (N)}, P_t = nK_t P \text{ (N)}, P_d = K_d P \text{ (N)}$$

式中， P_x 、 P_t 、 P_d ——分别为卸料力、推件力和顶件力；

K_x 、 K_t 、 K_d ——分别为卸料力、推件力、顶件力系数，见表 6—95。

表 6—95 系数 K_x 、 K_t 、 K_d 值

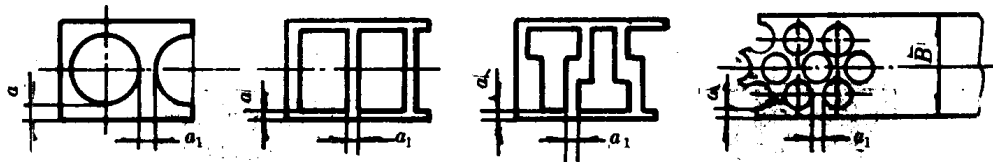
材料种类及厚度 (mm)		K_x	K_t	K_d
钢	<0.1	0.065~0.075	0.1	0.14
	>0.1~0.5	0.045~0.055	0.063	0.08
	>0.5~2.5	0.04~0.05	0.055	0.06
	>2.5~6.5	0.03~0.04	0.045	0.05
	>6.5	0.02~0.03	0.025	0.03
铝及铝合金		0.025~0.08	0.03~0.07	0.03~0.07
紫铜、黄铜		0.02~0.06	0.03~0.09	0.03~0.09

3 冲裁件的结构工艺性
A. 冲裁工作的排样方法

表 6—96

冲裁金属材料的搭边值

(mm)



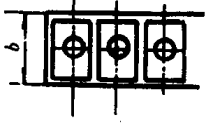
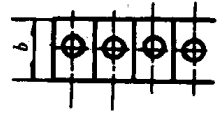




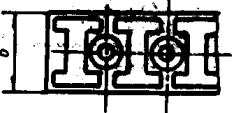

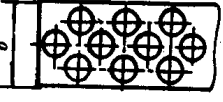
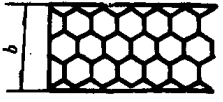


材料厚度 t	手 工 送 料						自 动 送 料	
	圆 形		非 圆 形		往 复 送 料		a	a_1
	a	a_1	a	a_1	a	a_1		
~1	1.5	1.5	2	1.5	3	2		
大于 1~2	2	1.5	2.5	2	3.5	2.5	3	2
大于 2~3	2.5	2	3	2.5	4	3.5		
大于 3~4	3	2.5	3.5	3	5	4	4	3
大于 4~5	4	3	5	4	6	5	5	4
大于 5~6	5	4	6	5	7	6	6	5
大于 6~8	6	5	7	6	8	7	7	6
8 以上	7	6	8	7	9	8	8	7

注：1. 冲非金属材料（皮革、纸板、石棉板等）时，搭边值应乘 1.5~2。

2. 有侧刃的搭边 $a' = 0.75a$ 。

表 6-97

排 样 方 式

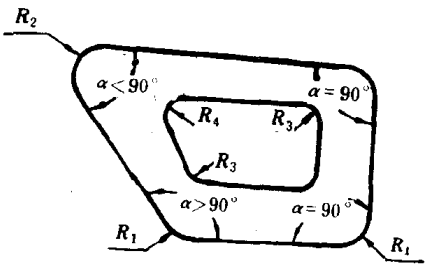
	有废料排样	少、无废料排样
直排		
斜排		
对排		
混合排		
多排		
裁搭边		

B. 对冲裁零件的形状与尺寸要求

冲裁件零件力求简单，对称，最好采用圆形、矩形等规则的几何形状，或由这些简单几何形状所组成。

冲裁件的外形或内孔的转角处，应避免有尖锐的角，以便于冲模加工。减少因热处理时的应力集中或冲裁时尖角处开裂，同时防止模具尖角部位刃口过快磨损，冲模转角处最小圆角半径见表 6—98。

表 6—98 转角处最小圆角半径 (t = 料厚 mm)

	落 料		冲 孔	
	$\alpha > 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$	$\alpha > 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$
	$R_1 > 0.25t$	$R_2 > 0.5t$	$R_3 > 0.3t$	$R_4 > 0.6t$

尽量避免冲裁孔径很小的孔，因为小孔和深孔冲裁难度较大。各种材料允许最小孔径见表 6—99，冲裁模采用凸模护套结构时，最小冲孔尺寸见表 6—100。表中所列数值均指冲单孔，冲多孔时，表中数值应放大孔至边距必须大于四倍孔径，以防止工件边缘发生凸起现象。

表 6—99 用普通冲模（自由凸模）冲孔的最小孔径值 (t = 料厚，mm)

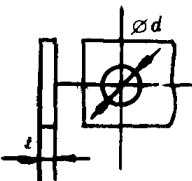
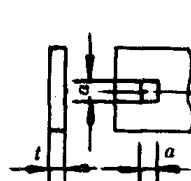
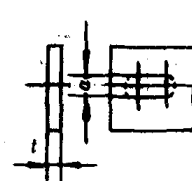
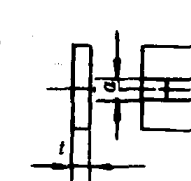
序号	材料种类	材料抗拉强度 σ_b (MPa)	圆孔 (直径 d)	方孔 (边长 a)	长圆孔 (孔宽 a)	矩形孔 (孔宽 a)
						
1	钢	400	$d > t$	$a > 0.9t$	$a > 0.7t$	$a > 0.8t$
2		400~700	$d > 1.3t$	$a > 1.2t$	$a > 0.9t$	$a > t$
3		>700	$d > 1.5t$	$a > 1.35t$	$a > 1.1t$	$a > 1.2t$
4	黄铜、铜		$d > 0.9t$	$a > 0.8t$	$a > 0.65t$	$a > 0.7t$
5	铝、锌		$d > 0.8t$	$a > 0.7t$	$a > 0.6t$	$a > 0.6t$
6	纸板、纸、皮革		$d > 0.5t$	$a > 0.4t$	$a > 0.35t$	$a > 0.4t$

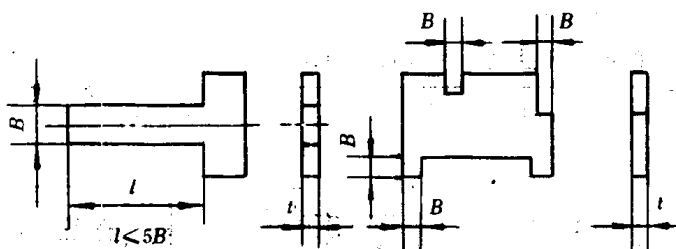
表 6—100 采用凸模护套冲孔的最小尺寸 (单孔) (mm)

材 料	圆 形 d	矩 形 a
硬钢	$>0.5t$	$>0.4t$
黄铜、软钢	$>0.35t$	$>0.3t$
紫铜、铝、锌	$>0.30t$	$>0.28t$
夹纸、夹布胶板	$>0.30t$	$>0.25t$

冲裁件上应避免有细长的悬臂和狭长的槽, 防止因凸模过细冲裁时折断。如果工件需要这些形状, 其宽度和深度值 B 不应小于表 6—101 所列数值。悬臂长 $L < 5B$ 。

冲裁件的孔与孔之间, 孔至边缘之间的距离不应过小, 否则冲模的强度及工件的质量都不易保证。其具体数值见图 6—6。

表 6—101 冲裁件的凸出或凹入部分的宽度和深度

	材 料	B
	硬钢	$2 \sim 2.3t$
黄铜、软钢	$1.4 \sim 1.5t$	
紫铜、铝、锌	$1.1 \sim 1.2t$	
夹纸、夹布胶板	$0.9 \sim 1.0t$	

在弯曲件和拉深件上冲孔时, 其孔边至工件直壁之间应保持一定距离, 使孔边处于工件变形区之外, 防止冲孔时因变形部位变形而折断凸模, 其值 $C > R + 0.5t$ 。见图 6—7。拉深工件底部的孔可在拉深过程结束时接着冲孔, 也可用单独工序冲孔。但凸缘上的孔只能在拉深结束后, 用单独工序冲出。

如果用条料冲裁其端部带圆弧的工件时 (图 6—8), 其端部圆弧半径应大于条料宽度 B 的一半。 $R < \frac{1}{2}B$ 时, 由于条料宽度公差及送进导向误差, 将使圆弧不能与两边相切, 容易形成毛刺和凸肩。如果工件圆弧半径 $R > \frac{1}{2}B$, 可采用图 6—8 (a)、(c) 的凸模结构形式。

C. 冲裁件的尺寸精度

普通冲裁件的尺寸精度一般在 IT10~IT11 级以下, 粗糙度低于 $\sqrt{0.25}$ 。冲孔精度比落料精度高一级。对于冲裁工件精度要求高于 IT10 级的, 就需要采用修整或其它精密冲裁方法加工。冲裁件的经济精度、尺寸公差、中心距公差、孔对外缘轮廓的偏移公差及角度公差见表 6—102~表 6—106。

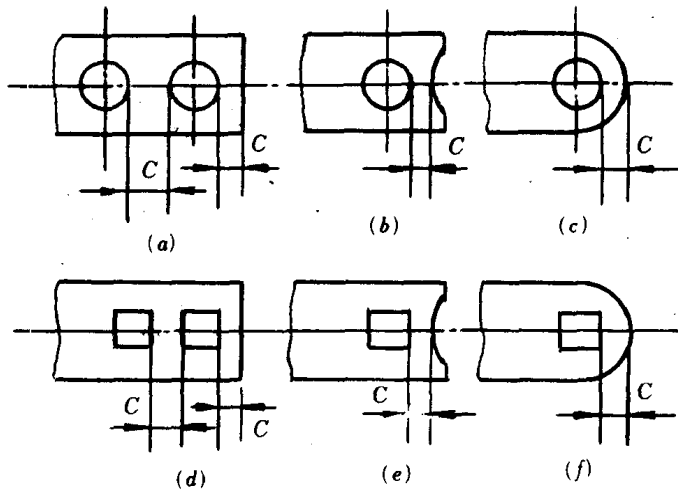


图 6—6 冲裁件的孔间距与孔边距
(a) $C > t$ (b) $C > 0.7t$ (c) $C > 1.2t$ (d) $C > t$
(e) $C > 0.8t$ (f) $C > 1.3t$

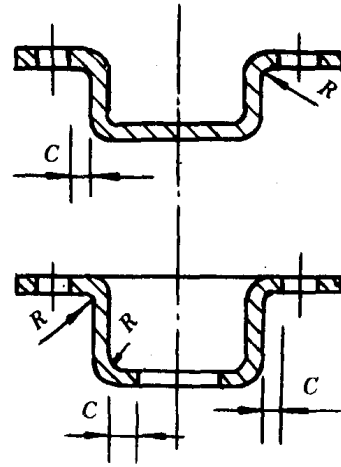


图 6—7 弯曲件和拉伸件上冲孔位置

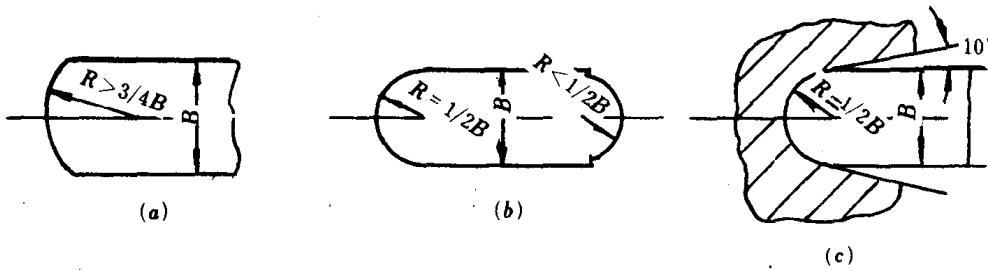


图 6—8 条料端部圆弧结构工艺性
(a) 好 (b) 不好 (c) 良好

表 6—102 冲裁金属工件内孔所能达到的经济精度

材料厚度 t (mm)	工件基本尺寸 (mm)											
	<3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~260	>260~360	>360~500
	精 度 等 级											
<1	IT12~IT11		IT11~IT10									
>1~2	IT13	IT12~IT11		IT11~IT10								
>2~3	IT13~IT12		IT12~IT11									
>3~5	—	IT13~IT12		IT12~IT11								

表 6—103

冲裁件外形与内孔尺寸的公差

(mm)

材料厚度	普通冲裁模				高级冲裁模			
	工 件 尺 寸							
	< 10	10~ 50	50~ 150	150~ 300	< 10	10~ 50	50~ 150	150~ 300
0.2~0.5	$\frac{0.08}{0.05}$	$\frac{0.01}{0.08}$	$\frac{0.14}{0.12}$	0.02	$\frac{0.025}{0.02}$	$\frac{0.03}{0.04}$	$\frac{0.05}{0.08}$	0.08
0.5~1	$\frac{0.12}{0.05}$	$\frac{0.16}{0.08}$	$\frac{0.22}{0.12}$	0.30	$\frac{0.03}{0.02}$	$\frac{0.04}{0.04}$	$\frac{0.06}{0.08}$	0.10
1~2	$\frac{0.18}{0.06}$	$\frac{0.22}{0.12}$	$\frac{0.30}{0.16}$	0.50	$\frac{0.04}{0.03}$	$\frac{0.06}{0.06}$	$\frac{0.08}{0.10}$	0.12
2~4	$\frac{0.24}{0.08}$	$\frac{0.28}{0.12}$	$\frac{0.40}{0.20}$	0.70	$\frac{0.06}{0.04}$	$\frac{0.08}{0.08}$	$\frac{0.10}{0.12}$	0.15
4~6	$\frac{0.30}{0.10}$	$\frac{0.35}{0.15}$	$\frac{0.50}{0.25}$	1.00	$\frac{0.10}{0.06}$	$\frac{0.12}{0.10}$	$\frac{0.15}{0.15}$	0.20

注：1. 表中分子为外形的公差值，分母为内孔的公差值。

2. 普通冲裁模，即指模具工作部分取IT7~8级制造精度，高级冲裁模，即指模具工作部分取IT5~6级以上的制造精度，并采取措施避免热处理变形。

表 6—104

冲裁件孔中心距公差

(mm)

材料厚度	普通冲裁模			高级冲裁模		
	孔中心距基本尺寸 L					
	< 50	50~ 150	150~ 300	< 50	50~ 150	150~ 300
< 1	± 0.1	± 0.15	± 0.20	± 0.03	± 0.05	± 0.08
1~2	± 0.12	± 0.20	± 0.30	± 0.04	± 0.06	± 0.10
2~4	± 0.15	± 0.25	± 0.35	± 0.06	± 0.08	± 0.12
4~6	± 0.20	± 0.30	± 0.40	± 0.08	± 0.10	± 0.15

注：使用本表时，所有的孔应同时冲出。

表 6—105

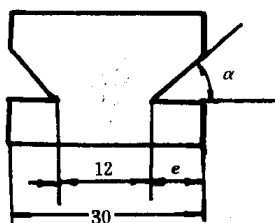
孔对外缘轮廓的偏移公差

(mm)

模具型式和定位方法	模具精度	工 件 尺 寸		
		< 30	30~100	100~200
复合模	高级的	± 0.015	± 0.02	± 0.02
	普通的	± 0.02	± 0.03	± 0.04
有导正销的连续模	高级的	± 0.05	± 0.10	± 0.12
	普通的	± 0.10	± 0.15	± 0.20
无导正销的连续模	高级的	± 0.10	± 0.15	± 0.25
	普通的	± 0.20	± 0.30	± 0.40
外形定位的冲孔模	高级的	± 0.08	± 0.12	± 0.18
	普通的	± 0.15	± 0.20	± 0.30

表 6—106

冲裁件的角度公差



例：冲制如左图所示零件，其短边长度

$$e = \frac{30 - 12}{2} = 9$$

则 α 角的公差为 $\pm 2^\circ 30'$ （一般精度）

精度等级	短 边 长 度 e (mm)												
	1~3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~260	>260~360	>360~500	>500
	公 差 $\pm \Delta$												
IT5~6	2° 30'	2°	1° 30'	1° 50'	1°	50'	40'	30'	25'	20'	15'	12'	10'
IT7~8	4°	3°	2° 30'	2°	1° 30'	1° 15'	1°	50'	40'	30'	25'	20'	15'

注：IT7~8级精度为一般精度；IT5~6级精度为较高精度。

④凹模设计

A. 凹模刃口形式（见图 6-9）及尺寸见表 6-107

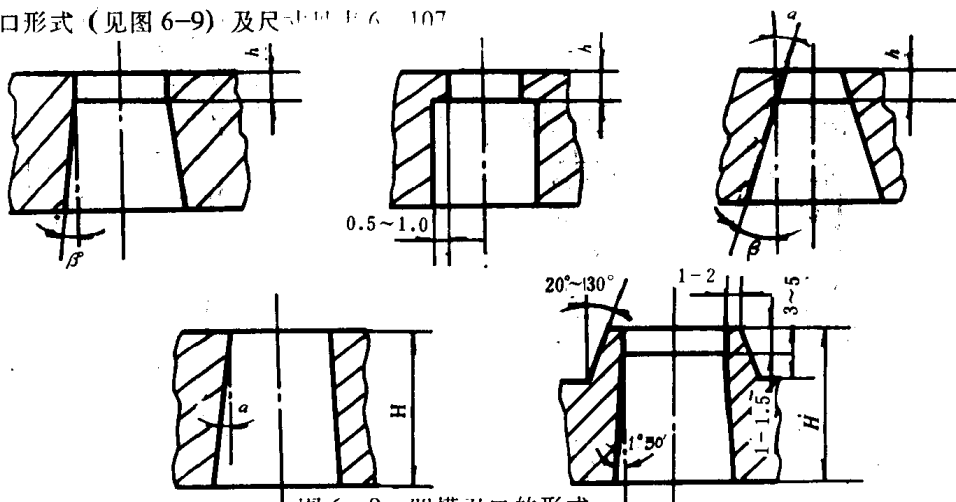


图 6—9 凹模刃口的形式

表 6-107

凹模刃口尺寸

mm

材 料 厚 度 t	主 要 参 数	α	β	h	备 注
< 0.5		15'	2°	> 4	α 值仅适用于钳加工。电加工制造凹模时，一般 $\alpha' = 4' \sim 20'$ (复合模取小值)
0.5~1				> 5	
1.0~2.5				> 6	
2.5~6.0	30'	3°	> 8		
> 6.0			—		

B. 凹模外形尺寸

凹模厚度: $H = kb$ ($H > 15\text{mm}$)

式中, k ——系数, 其值见表 6-108; b ——最大孔口尺寸 (mm).

凹模壁厚: $c = (1.5 \sim 2) H$, $c > 30 \sim 40\text{mm}$.

表 6-108

系数 k 的数值

料 厚 t (mm)	0.5	1	2	3	> 3
b (mm)					
< 50	0.3	0.35	0.42	0.50	0.60
50~100	0.2	0.22	0.28	0.35	0.42
100~200	0.15	0.18	0.20	0.24	0.30
> 200	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22

⑤ 凸模设计

图 6-10 (a) 适用于 $d = 1 \sim 8\text{mm}$; (b) 适用于 $d = 1 \sim 15\text{mm}$.

图 6-11 适用于 $d = 8 \sim 30\text{mm}$. 以上三种凸模都有标准尺寸, 设计时供参考.

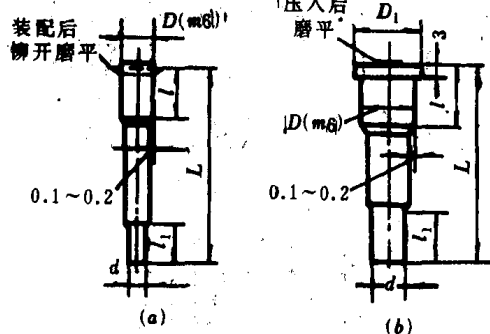


图 6-10 标准圆凸模

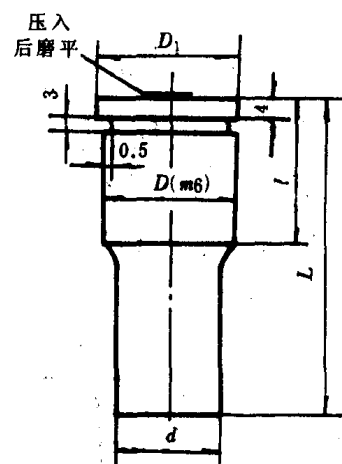


图 6-11 标准圆凸模

⑥模具其它尺寸（见图6—12和表6—109、6—110）。

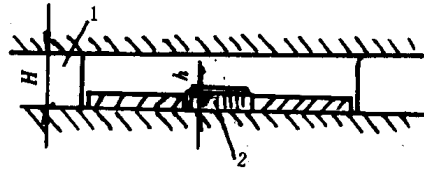


图6—12

1—导轨；2—挡料销。

表6—109

导轨厚度H与固定挡料销高度h

(mm)

板料厚度 t (mm)	h (mm)	厚度 H			
		固定挡料销		有刃的或伸缩式挡料销	
		模具长度		模具长度	
		200mm 以下	200mm 以上	200mm 以下	200mm 以上
0.3~1	2	6	8	4	5
1~2	3	8	10	5	6
2~3	4	10	12	6	8
3~4	4	12	15	8	10
4~5	5	15	15	10	12

表6—110

凸模与固定卸料板间的单边间隙

(mm)

板料厚度 t (mm)	0.2 以下	0.2~0.5	0.5~1	1~3	3~5	5~8	8~10	10~15
用导柱时	0.1	0.2	0.5	1	2	3	4	5
用卸料板导向时与凸模的配合	h6	h6	g6	g6	f9	f9	f9	f9

6.5.4 弯曲

① 弯曲件的结构工艺性

A. 最小弯曲半径 (见表 6—111)

表 6—111 最小弯曲半径数值

材 料	退 火 状 态		冷作硬化状态	
	弯 曲 线 的 位 置			
	垂直纤维	平行纤维	垂直纤维	平行纤维
铝	0.1t	0.35t	0.5t	1.0t
紫 铜	0.1t	0.35t	1.0t	2.0t
软 黄 铜	0.1t	0.35t	0.35t	0.8t
半硬黄铜	0.1t	0.35t	0.5t	1.2t
磷 铜	—	—	1.0t	3.0t
08, 10, Q195, Q215	0.1t	0.4t	0.4t	0.8t
15, 20, Q235	0.1t	0.5t	0.5t	1.0t
25, 30, Q255	0.2t	0.6t	0.6t	1.2t
35, 40, Q275	0.3t	0.8t	0.8t	1.5t
45, 50	0.5t	1.0t	1.0t	1.7t
55, 60	0.7t	1.3t	1.3t	2.0t

注 * 1. 当弯曲线与纤维方向成一定角度时, 可采用垂直和平行纤维方向二者的中间值。

2. 在冲裁或剪切后没有退火的毛坯弯曲时, 应作为硬化的金属选用。

3. 弯曲时应使有毛刺的一边处于弯角的内侧。

4. 表中 t 为板料厚度。

B. 弯曲件直边高度

直边高度 $H > 2t$ 。若 $H < 2t$ 应预先压槽或加高直边, 弯曲后再切除 (见图 6—13)。弯曲侧边带斜角件时 (图 6—14),

$$H = (2-4)t > 3\text{mm}$$

C. 弯曲件孔边距离(图 6—15)

$$t > 2\text{mm} \quad L > 2t$$

$$t < 2\text{mm} \quad L > t$$

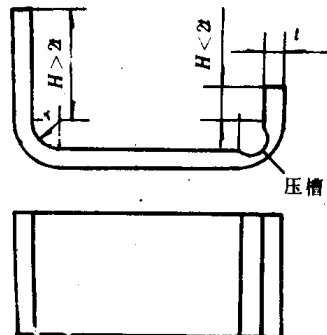


图 6—13 弯曲件直边的高度

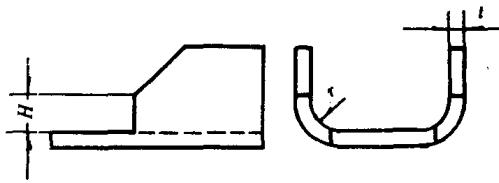


图 6—14 弯曲件侧边的高度

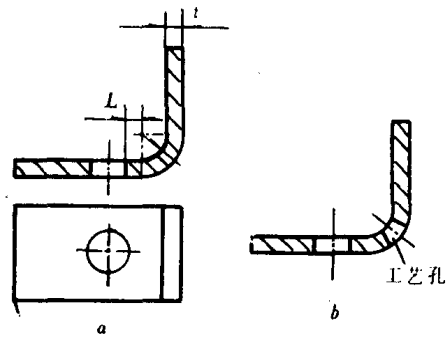


图 6—15 弯曲件孔边距

D. 连接带和定位工艺孔

有缺口的零件，弯曲后再冲缺口；对复杂零件应预先加定位工艺孔（见图 6—16）。

E. 对称性工件，圆角半径应成对相等设置，见图 6—17。即：

$$r_1 = r_2; r_3 = r_4$$

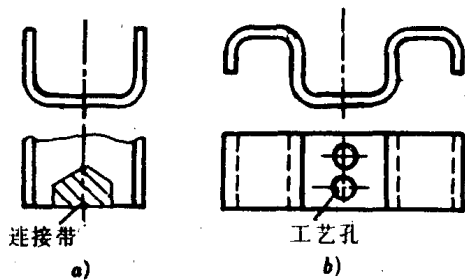


图 6—16 连接带与定位工艺孔

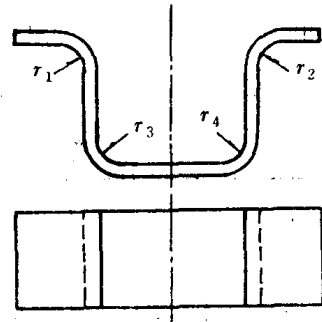


图 6—17 对称性工件圆角半径

② 弯曲件的回弹

$\frac{r}{t} < 5$ 的软材料在 90° 单角校正时，回弹角见表 6—112。

表 6—112 单角 90° 校正弯曲时的回弹角 $\Delta\alpha$

材 料	r/t		
	<1	$1\sim 2$	$2\sim 3$
Q215、Q235	$-1^\circ \sim 1^\circ 30'$	$0^\circ \sim 2^\circ$	$1^\circ 30' \sim 2^\circ 30'$
紫铜、铝、黄铜	$0^\circ \sim 1^\circ 30'$	$0^\circ \sim 3^\circ$	$2^\circ \sim 4^\circ$

$\frac{r}{t} > 10$ 时，则分别计算出凸模圆角部分的夹角和圆角半径 a_ρ 和 r_ρ 。

$$r_\rho = \frac{1}{\frac{1}{r} + 3\frac{\sigma_s}{Et}}; \quad a_\rho = \frac{r}{r_\rho} a$$

式中，

r ——工件圆角半径； a ——工件圆角半径 r 所对弧长的中心角； E ——弹性模量； σ_s ——屈服强度。

③ 弯曲件尺寸计算

$r > 0.5t$ 的弯曲件，毛坯长度尺寸为：

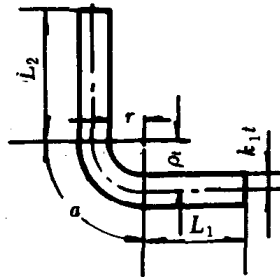


图 6—18 毛坯长度

$$L = L_1 + L_2 + \frac{\pi\alpha}{180^\circ} \rho$$

$$= L_1 + L_2 + \frac{\pi\alpha}{180^\circ} (r + K_1 t)$$

式中 L ——毛坯展开长度； $\rho = (r + K_1 t)$ ——中性层曲率半径； K_1 ——系数，其值见表 6—113； α ——弯曲中心角； L_1 、 L_2 ——工件平直部分长度。

如果弯曲角 θ 为 90° ，则弯曲中心角 $\alpha = 180^\circ - 90^\circ = 90^\circ$ ，毛坯长度为：

$$L = L_1 + L_2 + \frac{\pi}{2} (r + K_1 t) = L_1 + L_2 + 1.57(r + K_1 t)$$

表 6—113 弯曲角为 90° 时 K_1 值 (10~20 号钢)

r/t	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	>4
K_1	0.32	0.35	0.38	0.42	0.455	0.47	0.475	0.50

$r < 0.5t$ 的弯曲件，其毛坯长度确定见表 6—114。

表 6—114 $r < 0.5t$ 弯曲件展开长度公式

简图			
计算公式	$L = L_1 + L_2 + 0.4t$	$L = L_1 + L_2 - 0.43t$	$L = L_1 + L_2 + L_3 + 0.6t$ 一次同时弯两个角

④ 弯曲力的计算

A. 自由弯曲

$$V \text{形件 } P_{\text{自}} = \frac{0.6KBt^2\sigma_b}{r+t} \text{ (N)}$$

$$U \text{形件 } P_{\text{自}} = \frac{0.7KBt^2\sigma_2}{r+t} \text{ (N)}$$

式中, B ——弯曲件宽度; r ——弯曲件内弯曲半径; K ——安全系数 $K=1.3$; σ_b ——抗拉强度; $P_{\text{自}}$ ——自由弯曲时所需弯曲力; t ——材料厚度。

B. 校正弯曲力 $P_{\text{校}}$

$$P_{\text{校}} = F \cdot q$$

式中, F ——校正部分投影面积; q ——单位校正力, 其值见表 6—115。

表 6—115 单位校正力 q 值 (MPa)

材 料	材 料 厚 度 (mm)			
	<1	1~3	3~6	6~10
铝	15~20	20~30	30~40	40~50
黄 铜	20~30	30~40	40~60	60~80
10~20号钢	30~40	40~60	60~80	80~100
25~30号钢	40~50	50~70	70~100	100~120

⑤凸凹模间隙

单边间隙一般为: $Z = t_{\text{max}} + ct$

式中, c ——间隙系数, 可按表 6—116 选取; t_{max} ——材料最大厚度。

表 6—116 U形件弯曲模凸、凹模的间隙系数 c 值

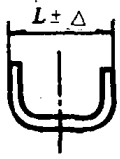
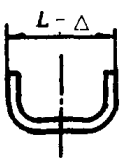

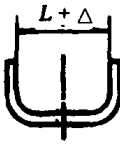
弯曲件高度 H (mm)	$b/H < 2$				$b/H > 2$				
	材 料 厚 度 t (mm)								
	<0.5	0.6~2	2.1~4	4.1~5	<0.5	0.6~2	2.1~4	4.1~7.5	7.6~12
10	0.05	0.05	0.04	—	0.10	0.10	0.08	—	—
20	0.05	0.05	0.04	0.03	0.10	0.10	0.08	0.06	0.06
35	0.07	0.05	0.04	0.03	0.15	0.10	0.08	0.06	0.06
50	0.10	0.07	0.05	0.04	0.20	0.15	0.10	0.06	0.06
70	0.10	0.07	0.05	0.05	0.20	0.15	0.10	0.10	0.08
100	—	0.07	0.05	0.05	—	0.15	0.10	0.10	0.08
150	—	0.10	0.07	0.05	—	0.20	0.15	0.10	0.10
200	—	0.10	0.07	0.07	—	0.20	0.15	0.15	0.10

⑥凸凹模工作部分的尺寸与公差

凸凹模宽度尺寸计算公式见表 6—117。

表 6-117

U 形弯曲凸凹模宽度尺寸计算

尺寸标注方法	凹模尺寸 $L_{凹}$	凸模尺寸 $L_{凸}$
	$L_{凹} = (L - 0.5\Delta) + \delta_{凹}$	凸模尺寸 $L_{凸}$ 按凹模配作, 保证双面间隙 Z
	$L_{凹} = (L - 0.75\Delta) + \delta_{凹}$	
	凹模尺寸 $L_{凹}$ 按凸模配作, 保证双面间隙 Z	$L_{凸} = (L + 0.5\Delta) - \delta_{凸}$
		$L_{凸} = (L + 0.75\Delta) - \delta_{凸}$

注: 表中 $\delta_{凸}$ 、 $\delta_{凹}$ 为凸凹模制造公差, 可采用 IT7~IT9 级

⑦ 弯曲凹模深度 (见表 6-118)

表 6-118

弯曲 U 形件的凹模深度 L_0

(mm)

弯曲件边长 L	材 料 厚 度 t				
	<1	1~2	>2~4	>4~6	>6~10
<50	15	20	25	30	35
50~75	20	25	30	35	40
75~100	25	30	35	40	40
100~150	30	35	40	50	50
150~200	40	45	55	65	65

6.5.5 拉延

① 旋转体拉延件毛坯尺寸的确定

表 6—119

无凸缘圆筒形拉伸件的修边余量 δ

(mm)

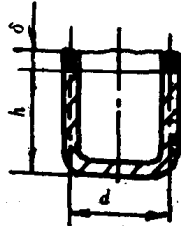
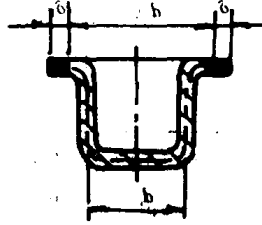
工件高度 h	工件的相对高度 h/d				附 图
	>0.5~0.8	>0.8~1.6	>1.6~2.5	>2.5~4	
<10	1.0	1.2	1.5	2	
>10~20	1.2	1.6	2	2.5	
>20~50	2	2.5	3.3	4	
>50~100	3	3.8	5	6	
>100~150	4	5	6.5	8	
>150~200	5	6.3	8	10	
>200~250	6	7.5	9	11	
>250	7	8.5	10	12	

表 6—120

有凸缘圆筒形拉伸件的修边余量 δ

(mm)

凸缘直径 $d_{凸}$	凸缘的相对直径 $d_{凸}/d$				附 图
	1.5 以下	>1.5~2	>2~2.5	>2.5	
<25	1.8	1.6	1.4	1.2	
>25~50	2.5	2.0	1.8	1.6	
>50~100	3.5	3.0	2.5	2.2	
>100~150	4.3	3.6	3.0	2.5	
>150~200	5.0	4.2	3.5	2.7	
>200~250	5.5	4.6	3.8	2.8	
>250	6	5	4	3	

A. 修边余量 (可查表 6—119、6—120)

B. 毛坯尺寸确定

按变形前后表面积相等的计算原则来计算拉伸件毛坯尺寸。

② 旋转体拉伸件的拉伸系数及拉伸次数

A. 筒形件拉伸时的拉伸系数见表 6—121、6—122, 拉伸次数见表 6—123。

表 6—121

圆筒形件带压边圈时的拉伸系数

拉伸系数	毛坯相对厚度 $(t/D) \times 100$					
	2.0—1.5	1.5—1.0	1.0—0.6	0.6—0.3	0.3—0.15	0.15—0.08
m_1	0.48—0.50	0.50—0.53	0.53—0.55	0.55—0.58	0.58—0.60	0.60—0.63
m_2	0.73—0.75	0.75—0.76	0.76—0.78	0.78—0.79	0.79—0.80	0.80—0.82
m_3	0.76—0.78	0.78—0.79	0.79—0.80	0.80—0.81	0.81—0.82	0.82—0.84
m_4	0.78—0.80	0.80—0.81	0.81—0.82	0.82—0.83	0.83—0.85	0.85—0.86
m_5	0.80—0.82	0.82—0.84	0.84—0.85	0.85—0.86	0.86—0.87	0.87—0.88

注: 1. 表中拉伸数据适用于 08、10 和 15Mn 等普通拉伸碳钢及软黄铜 H62。对拉伸性能较差的材料, 拉伸钢如 20、25、Q215、Q235、硬铝等应比表中数值大 1.5~2.0%; 而对塑性更好的, 如 05、08、10 等深拉钢及软铝应比表中数值小 1.5~2.0%。

2. 表中数据适用于未经中间退火的拉伸。若采用中间退火工序时, 可取较表中数值小 2~3%。

3. 表中较小值适用于大的凹模圆角半径 ($r_d = 8 \sim 15t$), 较大值适用于小的凹模圆角半径 ($r_d = 4 \sim 8t$)。

表 6—122

圆筒形件不带压边圈时的拉伸系数

拉伸系数	毛坯的相对厚度 $(t/D) \times 100$				
	1.5	2.0	2.5	3.0	>3
m_1	0.65	0.60	0.55	0.53	0.50
m_2	0.80	0.75	0.75	0.75	0.70
m_3	0.84	0.80	0.80	0.80	0.75
m_4	0.87	0.84	0.84	0.84	0.78
m_5	0.90	0.87	0.87	0.87	0.82
m_6	—	0.90	0.90	0.90	0.85

注：此表适用于 08、10 及 15Mn 等材料。

表 6—123

拉伸件相对高度 h/d 与拉伸次数的关系(无凸缘圆筒形件) (材料: 08F、10F)

拉伸次数	毛坯的相对厚度 $(t/D) \times 100$					
	2~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15	0.15~0.08
1	0.94~0.77	0.84~0.65	0.71~0.57	0.62~0.5	0.52~0.45	0.46~0.38
2	1.88~1.54	1.60~1.32	1.36~1.1	1.13~0.94	0.96~0.83	0.9~0.7
3	3.5~2.7	2.8~2.2	2.3~1.8	1.9~1.5	1.6~1.3	1.3~1.1
4	5.6~4.3	4.3~3.5	3.6~2.9	2.9~2.4	2.4~2.0	2.0~1.5
5	8.9~6.6	6.6~5.1	5.2~4.1	4.1~3.3	3.3~2.7	2.7~2.0

注：大的 h/d 值适用于第一道工序的大凹模圆角 ($r \approx (8 \sim 15)t$)。

小的 h/d 值适用于第一道工序的小凹模圆角 ($r \approx (4 \sim 8)t$)。

B. 带突缘筒形件第一次拉伸的相对高度可查表 6—124，第一次拉伸的许可拉伸系数可查表 6—125，突缘件以后各次许可拉伸系数可查表 6—126。

表 6—124

带突缘件第一次拉伸的许可相对高度 h_1/d_1 值

相对突缘直径 d_1/d	相对料厚 $(t/d_0) \times 100$				
	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15
1.1 以下	0.90~0.75	0.82~0.65	0.70~0.57	0.62~0.50	0.52~0.45
1.3 以下	0.80~0.65	0.72~0.56	0.60~0.50	0.53~0.45	0.47~0.40
1.5 以下	0.70~0.58	0.63~0.50	0.53~0.45	0.48~0.40	0.42~0.35
1.8 以下	0.58~0.48	0.53~0.42	0.44~0.37	0.39~0.34	0.35~0.29
2.0 以下	0.51~0.42	0.46~0.36	0.38~0.32	0.34~0.29	0.30~0.25
2.2 以下	0.45~0.35	0.40~0.31	0.33~0.27	0.29~0.25	0.26~0.22
2.5 以下	0.35~0.28	0.32~0.25	0.27~0.22	0.23~0.20	0.21~0.17
2.8 以下	0.27~0.22	0.24~0.19	0.21~0.17	0.18~0.15	0.16~0.13
3.0 以下	0.22~0.18	0.20~0.16	0.17~0.14	0.15~0.12	0.13~0.10

注： t/d_0 值从(2.0~1.5)%到(0.3~0.15)%时，圆角半径 $r=(10 \sim 12)t \sim (20 \sim 25)t$ 范围内变化； r 大， h_1/d_1 也增大。

表 6—125

突缘件第一次拉延的许可拉延系数 (m_1)

相对突缘直 径 d_1/d	材 料 相 对 厚 度 $(t/d_0) \times 100$				
	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15
1.1 以下	0.51	0.53	0.55	0.57	0.59
1.3 以下	0.49	0.51	0.53	0.54	0.55
1.5 以下	0.47	0.49	0.50	0.51	0.52
1.8 以下	0.45	0.46	0.47	0.48	0.48
2.0 以下	0.42	0.43	0.44	0.45	0.45
2.2 以下	0.40	0.41	0.42	0.42	0.42
2.5 以下	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38
2.8 以下	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35
3.0 以下	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33

表 6—126

突缘件以后各次许可拉延系数 (m_n)

拉延系数 m_n	毛 料 的 相 对 厚 度 $(t/d_0) \times 100$				
	2~1.5	1.5~1.0	1.0~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15
m_2	0.73	0.75	0.76	0.78	0.80
m_3	0.75	0.78	0.79	0.80	0.82
m_4	0.78	0.80	0.82	0.83	0.84
m_5	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86

注：在应用中间退火的情形下，可以将以后各次的拉延系数减小 5%~8%。

③压边力

拉延时是否采用压边圈，可按表 6—127 确定。压边力计算及单位压边力 q 可查表 6—128、6—129。图 6—19 为带压边圈的拉延模。

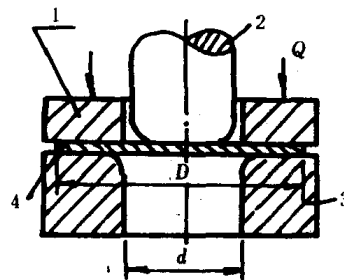


图 6—19 带压边圈的拉延模

1. 压边圈 2. 凸模 3. 凹模 4. 毛坯

表 6-127

采用或不采用压边圈的条件

拉延方法	第一次拉延		以后各次拉延	
	$(t/D) \times 100$	m_1	$(t/D) \times 100$	m_n
用压边圈	< 1.5	< 0.6	< 1	< 0.8
可用可不用	1.5~2.0	0.6	1~1.5	0.8
不用压边圈	> 2.0	> 0.6	> 1.5	> 0.8

表 6—128

计算压边力的公式

拉 延 情 况	公 式
任何形状拉延件	$Q = Fq$
筒形件第一次拉延	$Q = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d_1 + 2r_d)^2] q$
筒形件以后各次拉延	$Q_n = \frac{\pi}{4} [d_{n-1}^2 - (d_n + 2r_d)^2] q$

注: F —压边的面积;
 q —单位压边力;
 d_1, \dots, d_n —拉延件直径;
 r_d —凹模圆角半径。

表 6—129

单 位 压 边 力 q

材 料 名 称		单 位 压 边 力 q (kg/mm ²)
铝		0.08~0.12
紫铜、硬铝 (已退火的)		0.12~0.18
黄 铜		0.15~0.20
软 钢	$t < 0.5\text{mm}$	0.25~0.30
	$t > 0.5\text{mm}$	0.20~0.25
镀 锡 钢 板		0.25~0.30
耐 热 钢 (软化状态)		0.28~0.35
高合金钢、高锰钢、不锈钢		0.30~0.45

④拉延模工作部分尺寸确定

A. 凹模、凸模圆角半径确定

a. 首次拉延时, 凹模圆角半径 $r_{凹}$, 可参照表 6—130 确定。

表 6—130

首次拉延凹模的圆角半径 $r_{凹}$

(mm)

拉 延 方 式	毛 坯 的 相 对 厚 度 $t/D \times 100$		
	$< 2.0 \sim 1.0$	$< 1.0 \sim 0.3$	$< 0.3 \sim 0.1^*$
无凸缘	$(4 \sim 6)t$	$(6 \sim 8)t$	$(8 \sim 12)t$
有凸缘	$(6 \sim 12)t$	$(10 \sim 15)t$	$(15 \sim 20)t$

注: 1. 有“*”者最好用球面压边圈。

2. 对于有色金属和拉延钢取偏小值; 对于其它黑色金属取偏大值。

中间工序拉延时, 凹模圆角半径应逐渐减小, 一般取 $r_{凹n} = (0.6 \sim 0.8)r_{凹(n-1)}$ 。

一般 $r_{凹}$ 不应小于材料厚度的两倍。

b. 凸模圆角半径 $r_{凸}$

除最末一次外, 其它各次拉延时 $r_{凸}$ 为:

$$r_{凸} = (0.6 \sim 1)r_{凹}$$

最后一次，凸模圆角半径应与工件圆角半径相等。

C. 有压边圈的拉伸模，相邻两次拉伸工序的凸、凹模圆角半径相互关系见图 6—20。

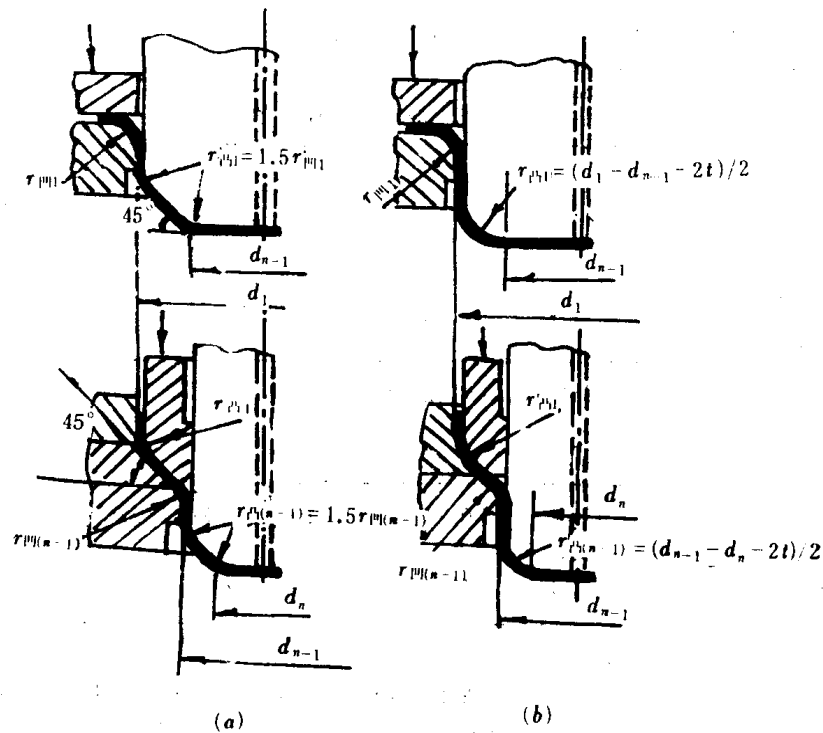


图 6—20 凸模与凹模圆角半径的相互关系

图 6—20 (a)一般用来拉伸中、大型尺寸圆筒件。图 6—20 (b)用于拉伸较小($d < 100\text{mm}$)的零件及带凸缘与形状复杂的零件。

B. 间隙与通气孔

表 6—131 是推荐的凸模通气孔直径。凸模与凹模之间的间隙，可采用表 6—132 的数值。

表 6—131

气 孔 直 径

凸模直径 (mm)	气孔直径 (mm)
50 以下	4.5
50~100	6
100~200	8
200 以上	9

表 6—132 凸模与凹模的间隙

板料厚度 t , (mm)	第一次拉延	后续拉延	校形拉延*
0.40 以下	$(1.07 \sim 1.09)t$	$(1.08 \sim 1.1)t$	$(1.04 \sim 1.05)t$
0.40~1.3	$(1.08 \sim 1.1)t$	$(1.09 \sim 1.12)t$	$(1.05 \sim 1.06)t$
1.3~3.5	$(1.1 \sim 1.12)t$	$(1.12 \sim 1.14)t$	$(1.07 \sim 1.09)t$
3.5 以上	$(1.12 \sim 1.14)t$	$(1.15 \sim 1.2)t$	$(1.08 \sim 1.1)t$

注: *用于对直径或壁厚要求高的直壁零件, 或者为了改进表面质量。

知道板料厚度为正公差(+)和零件精度要求时, 对筒形件拉延, 凸模与凹模的间隙可采用表 6—133 的间隙值。 α 值可查表 6—134。

表 6—133 凸模与凹模的间隙

工 序	拉延件精度等级	
	IT8 和 IT9 级	IT11, IT12 和 IT13 级
第一次拉延	$Z = t + \delta + \alpha$	$Z = t + \delta + (1.5 \sim 2)\alpha$
中间拉延工序	$Z = t + \delta + 2\alpha$	$Z = t + \delta + (2.5 \sim 3)\alpha$
最后一次拉延	$Z = t + \delta$	$Z = t + \delta + 2\alpha$

注: 括弧内下限值用于相当厚的材料。上限值用于相当薄($t/D_0 = 1 \sim 0.2\%$)的材料。

表 6—134 α 值

厚度 t , mm	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
α 值, mm	0.05	0.10	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21	0.22	0.25	0.30	0.35	0.40

C. 凸、凹模尺寸及制造公差

凸凹模尺寸计算公式见表 6—135, 圆形拉伸模凸、凹模制造公差可查表 6—136。

表 6—135 拉延模工作部分尺寸计算公式

尺寸标注方式	凹模尺寸 $D_{凹}$	凸模尺寸 $d_{凸}$
<p>标注外形尺寸</p>	$D_{凹} = (D - 0.75\Delta)^{+\delta_m}$	$d_{凸} = (D - 0.75\Delta - 2Z) - \delta_{\Delta}$
<p>标注内形尺寸</p>	$D_{凹} = (d + 0.4\Delta + 2Z)^{+\delta_m}$	$d_{凸} = (d + 0.4\Delta) - \delta_{\Delta}$

表 6—136

圆形拉伸模凸、凹模的制造公差

(mm)

材料厚度	工件直径的基本尺寸							
	~ 10		> 10~ 50		> 50~ 200		> 200~ 500	
	$\delta_{凹}$	$\delta_{凸}$	$\delta_{凹}$	$\delta_{凸}$	$\delta_{凹}$	$\delta_{凸}$	$\delta_{凹}$	$\delta_{凸}$
0.25	0.015	0.010	0.02	0.010	0.03	0.015	0.03	0.015
0.35	0.020	0.010	0.03	0.020	0.04	0.020	0.04	0.025
0.50	0.030	0.015	0.04	0.030	0.05	0.030	0.05	0.035
0.80	0.040	0.025	0.06	0.035	0.06	0.040	0.06	0.040
1.00	0.045	0.030	0.07	0.040	0.08	0.050	0.08	0.060
1.20	0.055	0.040	0.08	0.050	0.09	0.060	0.10	0.070
1.50	0.065	0.050	0.09	0.060	0.10	0.070	0.12	0.080
2.00	0.080	0.055	0.11	0.070	0.12	0.080	0.14	0.090
2.50	0.095	0.060	0.13	0.085	0.15	0.100	0.17	0.120
3.50	—	—	0.15	0.100	0.18	0.120	0.20	0.140

注: 1. 表列数值用于未精压的薄钢板。

2. 如用精压钢板, 则凸模及凹模的制造公差, 等于表列数值的 20~ 25%。

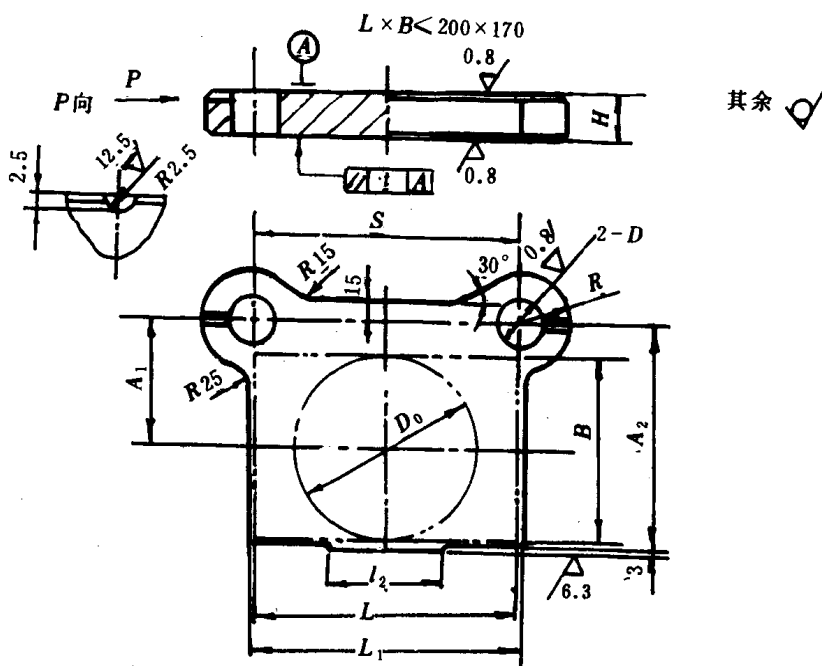
3. 如用有色金属, 则凸模及凹模的制造公差, 等于表列数值的 50%。

6.5.6 部分模具通用件

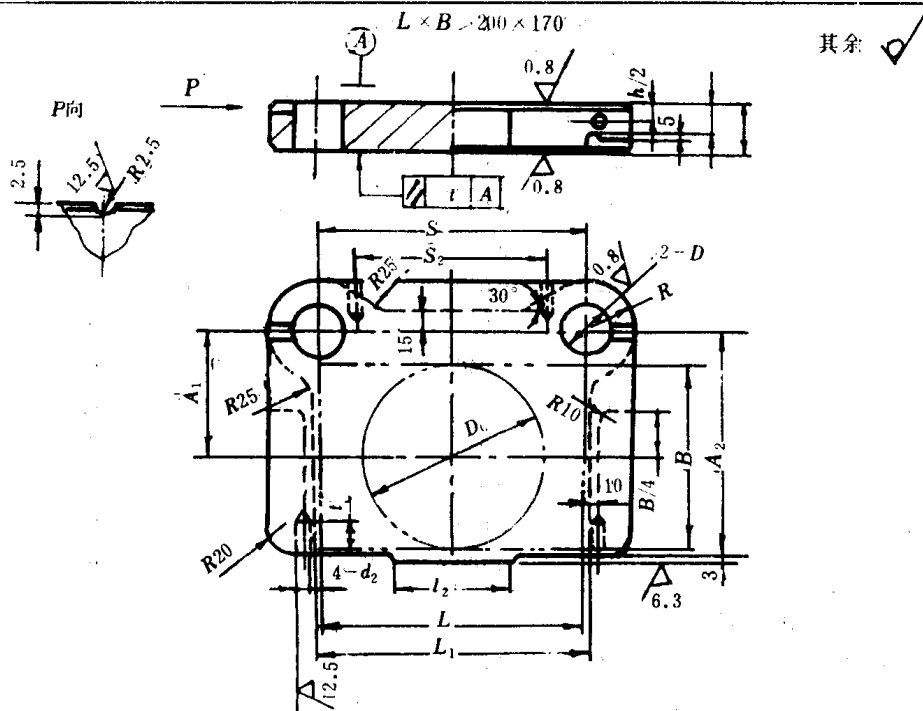
表 6—137

后侧滑动导柱上模座

(mm)



续表 1



凹模周界			H	h	L ₁	S	A ₁	A ₂	R	l ₂	D (H7)		d ₂	t	S ₂	质量 kg≈	
L	B	D ₀									基本尺寸	偏差					
200	140		40		210	210	95	170		80	42						
			45		250	240		100									
240			40		180	180		80									
	170	170	45		210	210	115	205		80							
200			40		250	240		100									
			45		290	280		80									
240	170		50		250	240	115	205		100	45	+0.025 0	12	28	150		
			45		290	280		80									
280			50		210	210		45									
	200	200	45	40	250	240	130	235		45	50						
240			50		290	280		100									
			45		330	310		50									
280	200		50		250	240	130	235		45	50						
			45		290	280		100									
320			50		240	240		50									
	240	240	45	40	290	280	155	280		100	50		4	32	180		
280			50		330	310		50									
			45		410	390		50									
320	240		55		290	280	175	320		55	+0.030 0				170		
400			50		330	310		17.5		40							200
			55		410	390		270									

标注方法: 后侧滑动导柱上模座 (L) × (B) × (H) GB2855-5-81

材 料: HT200 铸铁

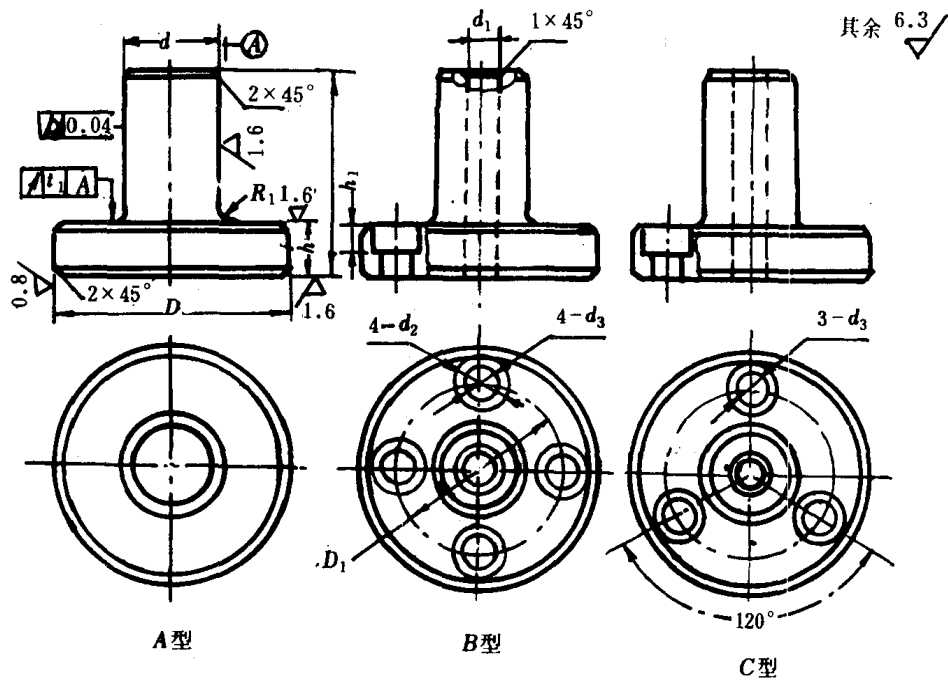
ZG310-570 铸钢

QT400-15 球墨铸铁

表 6—139

凸缘模柄型式和尺寸(GB2862.3—81)

(mm)

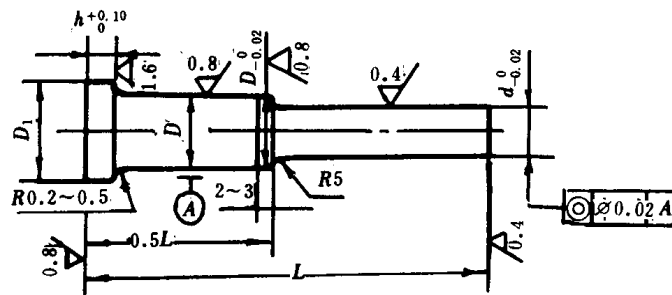
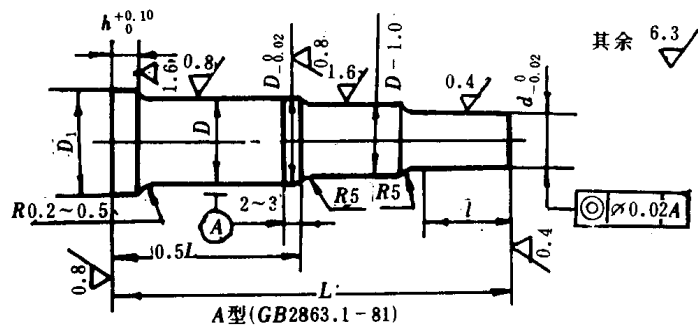


材 料		Q235A、Q275A				
d (d_{11})	基本尺寸	30	40	50	60	70
	极限偏差	-0.065 -0.195	-0.080 -0.240		-0.100 -0.290	
D (h_6)	基本尺寸	75	85	100	115	136
	极限偏差	0 -0.019	0 -0.022			0 -0.025
H		64	78		90	98
h		16	18		20	22
d_1		11	13	17		21
D_1		52	62	72	87	102
d_3		9	11		13.5	
d_2		15	18		22	
h_1		9	11		13	

表 6-140

圆形凸模型式和尺寸

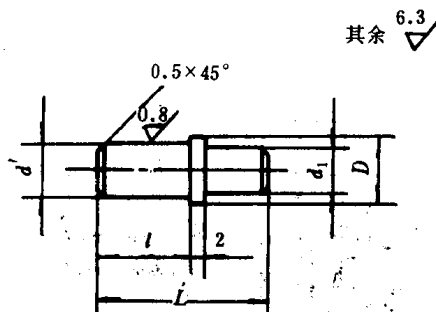
(mm)



材料	9Mn2V, Cr12MoV, Cr12			热处理	硬度 HRC58-62, 尾部回火 HRC40-50				
	T10A, Cr6WV				硬度 HRC56-60, 尾部回火 HRC40-50				
A 型	d	1-2	>2-3	>3-4	>4-6	>6-8	>8-9	>9-11	
	D (m_6)	基本尺寸	4	5	6	8	10	12	14
		极限偏差	+0.012 +0.004			+0.015 +0.006		+0.018 +0.007	
	D_1	7	8	9	11	13	15	17	
	l	5-6	8	10-12	12($L < 50$), 15($L > 50$)				
	h	I	3						
		II	5						
L	30-50	30-58	36-60	40-70			45-80		

续表 1

材料	9Mn2V, Cr12MoV, Cr12			热处理	硬度 HRC58-62, 尾部回火 HRC40-50				
	T10A, Cr6WV				硬度 HRC56-60, 尾部回火 HRC40-50				
A 型	d		>11-13	>13-15	>15-18	>18-20	>20-24	>24-26	>26-30
	D (m_6)	基本尺寸	16	18	20	22	25	30	32
		极限偏差	+0.018 +0.007		+0.021 +0.008				+0.025 +0.009
	D_1		19	22	24	26	30	35	38
	l			14(L<55), 18(L>55)		15(L<55), 20(L<80), 30(L>80)			
	h	I	3						
		II	6						
L		45-80	45-90		52-100				
B 型	d		3-4	>4-6	>6-8	>8-9	>9-11	>11-13	
	$D(m_6)$	基本尺寸	6	8	10	12	14	16	
		极限偏差	+0.012 +0.004	+0.015 +0.006		+0.018 +0.007			
	D_1		9	11	13	15	17	19	
	h	I	3						
		II		5				6	
	L		36-50	40-55					
B 型	d		>13-15	>15-18	>18-20	>20-24	>24-26	>26-30	
	D (m_6)	基本尺寸	18	20	22	25	30	32	
		极限偏差	+0.018 +0.007	+0.021 +0.008				+0.025 +0.009	
	D_1		22	24	26	30	35	38	
	h	I	3						
		II	6						
	L		40-70		50-70				



d(d9)		D	d ₁	l	L	重量 kg≈	d(d9)		D	d ₁	l	L	重量 kg≈
基本尺	偏差						基本尺	偏差					
4		6	3.5	10	22		10	-0.040	12	8	18	30	
				12	24		-0.076	20			32		
6	-0.030 -0.060	8	5.5	10	22		12	-0.050 -0.093	14	10	22	34	
				12	24						24	36	
				14	26						28	40	
				16	28						24	36	
8	-0.040 -0.076	10	7	12	24		16	-0.065 -0.117	18	14	28	40	
				14	26						35	50	
				16	28						35	50	
				18	30						40	55	
10		12	8	14	26				23	15	45	60	
				16	28								

标注方法: 挡料销 (d) × (L) GB2866 · 581

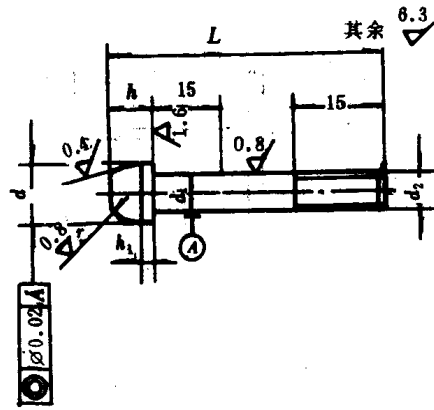
注: 材料: 45号钢 GB699—65.

热处理: 淬火 HRC43~48.

表 6—142

长 螺 母 固 定 导 正 销

(mm)



d (h9)		d_1 (k6)		d_2	h	r	L
基本尺寸	偏 差	基本尺寸	偏 差				
>4~6	0 -0.030	4	+0.009 +0.001	M4	4	1	设计时确定
>6~8	0 -0.036	5		M5	5		
>8~10		6		M6		2	
>10~12	0 -0.043				6		

标注方法: 导正销 (d) × (d_2)

注: * h_1 的尺寸按工件厚度自行设计.

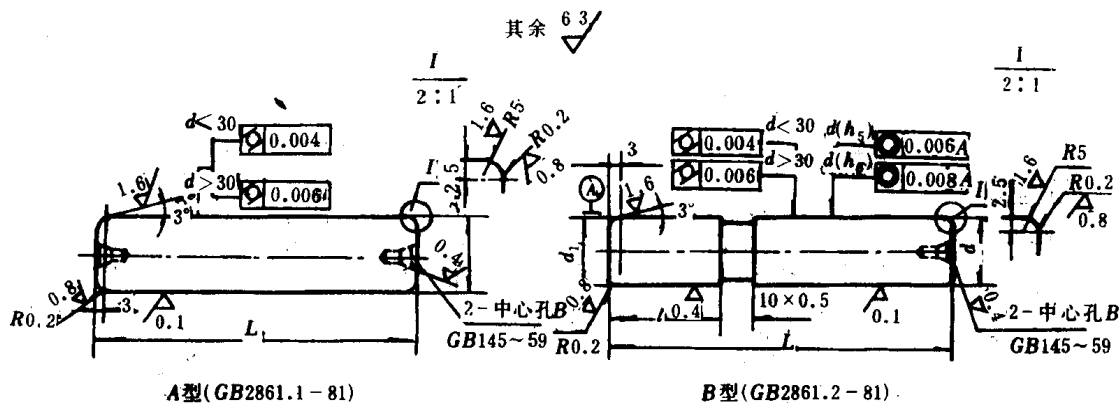
材料: 9Mn2V 钢或 Cr12 钢 GB1299—77.

热处理: 淬火 HRC52~56.

表 6-143

滑动导柱型式和尺寸

(mm)



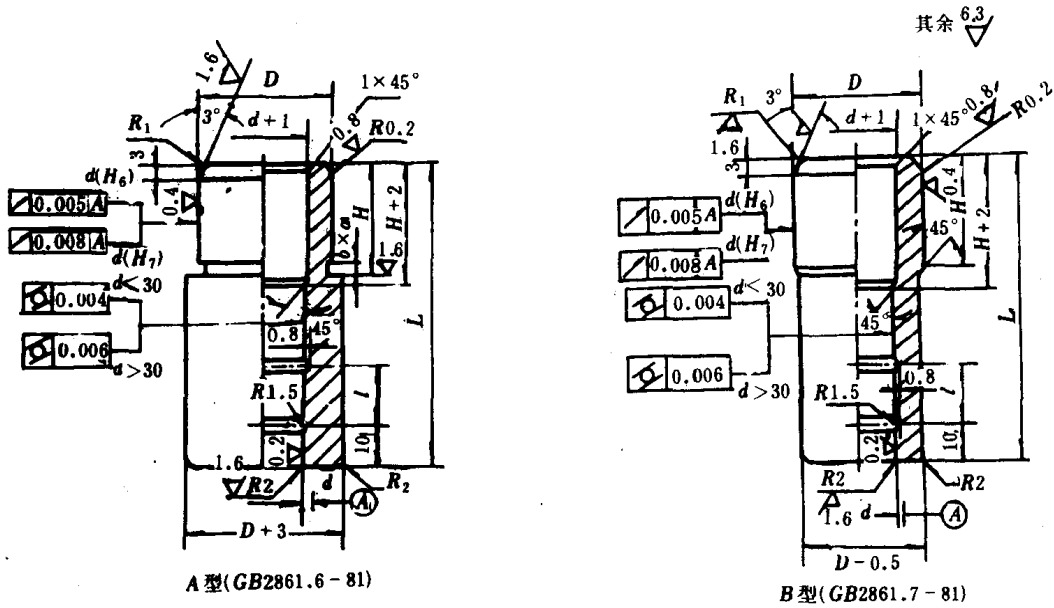
材 料		20 钢		热处理		渗碳深度 0.8-1.2, 硬度 HRC58-62									
A 型							B 型								
d	基本尺寸	16	18	20	22	25	28	32	35	40	45	50	55	60	
	极限偏差	h ₅	0		-0.008		-0.009		-0.011		-0.013				
		h ₆	0		-0.011		-0.013		-0.016		-0.019				
L		90-110	90-130	100-130	100-150	110-180	130-200	150-210	160-230	180-260	200-290	200-300	220-320	250-320	
d	基本尺寸	16	18	20	22	25	28	32	35	40	45	50	55	60	
	极限偏差	h ₅	0		-0.008		-0.009		-0.011		-0.013				
		h ₆	0		-0.011		-0.013		-0.016		-0.019				
d ₁ (r ₆)	基本尺寸	16	18	20	22	25	28	32	35	40	45	50	55	60	
	极限偏差	+0.034		+0.023		+0.041		+0.028		+0.050		+0.034		+0.060	
L		90-110	90-130	100-130	100-150	110-180	130-200	150-210	160-230	180-260	200-290	200-300	220-320	250-320	
l		25, 30	25, 30, 40	30, 35, 40	30, 35, 40, 45	35, 40, 45, 50	40, 45, 50, 55	45, 50, 55, 60	50, 55, 60, 65	55, 60, 65, 70	60, 65, 70, 75	60, 65, 70, 80	65, 70, 75, 80, 90	70, 80, 90	

注: 导柱直径偏差为 k6 时, 表面粗糙度可为 Ra 0.4。

表 6-144

滑动导套型式和尺寸

(mm)



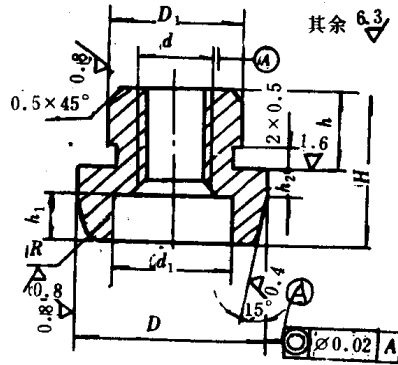
材 料		20 钢		热 处 理				渗 碳 深 度 0.8-1.2, 硬 度 HRC58-62						
d	基本尺寸	16	18	20	22	25	28	32	35	40	45	50	55	60
	极限偏差	H ₆	+0.011 0		+0.013 0			+0.016 0				+0.019 0		
		H ₇	+0.018 0		+0.021 0			+0.025 0				+0.030 0		
D(r _e)	基本尺寸	25	28	32	35	38	42	45	50	55	60	65	70	76
	极限偏差	+0.041 +0.028		+0.050 +0.034				+0.060 +0.041			+0.062 +0.043			
L	A 型	60 65	60-70	65 70	65-85	80-95	85-110	100-115	105-125	115-140	125-150	125-160	150-170	160-170
	B 型	40-65	40-70	45-70	50-85	55-95	60-110	65-115	70-125	115-140	125-150	125-160	150-170	160-170
H	A 型	18 23	18-28	23 28	23-33	28-38	33-43	38-48	43 48	43-53	48-58	48-63	53-73	58 73
	B 型	18 23	18-28	23-28	25-38	27-38	30-43	30-48	33-48	43-53	48-58	48-63	53-73	58 73

注: 较大的 L 对应较大的 H, l=8-25, b=2-4, a=0.5-1, 油槽数 2-3.

表 6—145

螺 钉 固 定 导 正 销

(mm)



D (h9)		D ₁ (h6)		d	d ₁	H	h	h ₁	R
基本尺寸	偏 差	基本尺寸	偏 差						
12~14	0 -0.043	10	0 -0.009	M6	7	14	8	4	2
>14~18		12	0 -0.011	M8	9					16	6
>18~22	0 -0.052	14				M10	16	20	10			7
>22~26		16							
>26~30		18							
>30~40	0 -0.062	22	0 -0.013	M12	19	26	12	8	3
>40~50		26							

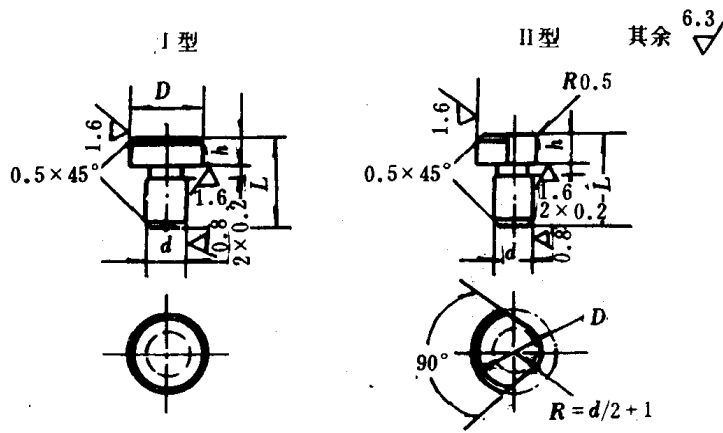
标注方法: 导正销 (D) × (H)

注: * h₂ 尺寸可按工件厚度自行设计 材料: 9Mn2V 钢或 Cr12 钢 GB1299—77 热处理: 淬火 HRC52~56

表 6—146

固定挡料销

(mm)



D (h11)		d (m6)		h	L	每 100 件重量 kg≈	
基本尺寸	偏差	基本尺寸	偏差			I 型	II 型
4	0	3	+0.010	2	8		
6	-0.08		+0.004				
8	0	4	+0.012 0.004	3	10		
10	-0.10			2			
12	0 -0.12	6	+0.015 +0.005	3	14		
				5			
15	0 -0.110	8	+0.015 +0.006	3	18		
				6			
18		10	+0.018 +0.007	3			
				6			
20	0 -0.130	10	+0.015 +0.006	8	20		
		14	+0.018				
25		12	+0.007	22			
		18	+0.021 +0.008				

标注方法: 挡料销 (D) × (h) GB2866 · 11—81

材料: 45 号钢 GB699—65 热处理: 淬火 HRC43~48

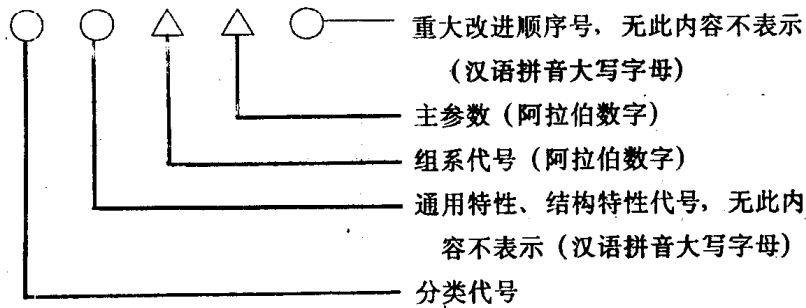
7

金属切削机床及设备

7.1 金属切削机床

7.1.1 金属切削机床型号及其分类

①机床基本型号的含义



②机床的分类及其代号

表 7-1

机床的分类及其代号

类 别	车 床	钻 床	镗 床	磨 床			齿工 轮机 加床	螺工 纹机 加床	铣 床	刨 插 床	拉 床	特工 种机 加床	切 断 机 床	其 它 机 床
	代 号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	D	G	Q

③机床特性代号

通用特性代号含义见表 7-2。结构特性代号是为了区分主参数相同, 而结构性能不同的机床, 其代号没有统一规定, 但不能使用通用特性用过的字母。

表 7-2

通用特性及其代号

通用特性	高 精 度	精 密	自 动	半 自 动	自 动 换 刀	数 控	仿 形	轻 型	加 重 型	简 式
代 号	G	M	Z	B	H	K	F	Q	C	J

④机床组、系代号及主参数

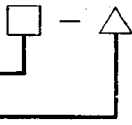
常用机床的组、系代号，主参数表示意义及折算系数见表 7-3。

⑤专用机床的型号

型号的表示方法是：

设计代号 (汉语拼音)

设计顺序号 (设计单位编排)



⑥组合机床及自动线的型号表示方法

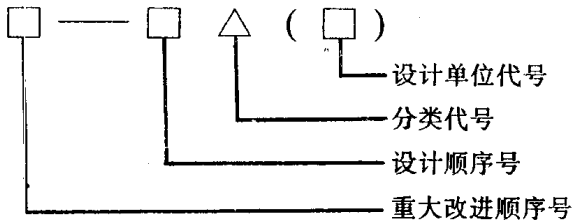


表 7-3 常用机床组系代号及主参数

类	组	系	机 床 名 称	折算系数	主 参 数
车 床	1	2	单轴横切自动车床	1	最大棒料直径
	1	3	单轴转塔自动车床		
	3	0	回轮车床		
	3	1	滑鞍转塔车床	$\frac{1}{10}$	最大车削直径
	5	1	单柱立式车床	$\frac{1}{100}$	
	5	2	双柱立式车床		
	6	1	卧式车床	$\frac{1}{10}$	床身上最大回转直径
	6	2	马鞍车床		
钻 床	3	0	摇臂钻床	1	最大钻孔直径
	4	0	台式钻床		
	5	1	方柱立式钻床		
镗 床	4	1	单柱坐标镗床	$\frac{1}{10}$	工作台面宽度
	6	1	卧式铣镗床		镗轴直径

续表 1

类	组	系	机 床 名 称	折算系数	主 参 数
磨 床	1	0	无心外圆磨床	1	最大磨削直径
	1	3	外圆磨床	$\frac{1}{10}$	
	1	4	万能外圆磨床		
	2	1	内圆磨床		最大磨削孔径
	6	0	万能工具磨床		最大回转直径
	7	1	卧轴矩台平面磨床		工作台面宽度
	7	4	立轴圆台平面磨床	工作台面直径	
齿 轮 加 工 机 床	3	1	滚齿机	$\frac{1}{10}$	最大工件直径
	4	2	剃齿机		
	5	1	插齿机		
	6	0	花键轴铣床		最大铣削直径
	7	1	锥形砂轮磨齿机		最大工件直径
铣 床	5	0	立式升降台铣床	$\frac{1}{10}$	工作台面宽度
	6	0	卧式升降台铣床		
	6	1	万能升降台铣床		
刨 床	2	0	龙门刨床	$\frac{1}{100}$	最大刨削宽度
	5	0	插床	$\frac{1}{10}$	最大插削长度
	6	0	牛头刨床		最大刨削长度
拉 床	6	1	卧式内拉床	$\frac{1}{10}$	额定拉力(kN)
锯 床	6	0	圆锯机	$\frac{1}{100}$	最大圆锯片直径
	7	0	弓锯机	$\frac{1}{10}$	最大锯削长度

各类组合机床及自动线的分类代号见表 7—4。

表 7—4

组合机床及自动线的分类代号

分 类	大型组合 机床	小型组合 机床	自动换刀数 控组合机床	大型组合机 床自动线	小型组合机 床自动线	自动换刀数控 组合机床自动线
代 号	U	H	K	UX	HX	KX

注: N>1.7kW 为大型, 否则为小型。

7.1.2 机床的选用原则

①机床技术规格应能满足加工零件的要求

②满足零件加工精度和表面粗糙度要求

通用机床应该具有的工作精度, 均有标准规定。

③满足生产率和经济要求

是否采用高效机床取决于生产性质。盲目采用高效机床会造成机床利用率低、经济效益差等情况。

7.1.3 机床的技术性能

常用机床的主要技术规格以及工作精度见表 7—5~7—32。

表 7—5

纵切自动车床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数					工 作 精 度				
		最大加工		刀 架 数	主 轴 转 速 (r/min)		圆度	圆柱度*	直径的 同一度	长度的 同一度	表面粗 糙 度 (μm)
		直径	长度		级数	范围					
精密单轴纵 切自动车床	CM1107	7	50	5	18	1125~2000	0.005	0.005/10	0.008	0.02	Ra0.8
	CM1113	13	80	5	21	600~6000	0.005	0.005/20	0.008	0.02	
	CM1116	16	80~150	5	26	590~6000	0.007	0.007/25	0.012	0.025	
	CM1120	20		5	28	490~5500	0.007	0.007/30	0.012	0.025	

表 7—6

单轴六角自动车床

(mm)

单轴六角 自动车床	型 号	技 术 参 数					工 作 精 度			
		最 大 加 工			主 轴 转 速 (r/min)		圆度	圆柱度*	直径的 同一度	长度的 同一度
		直径	长度	螺 纹	级数	范 围				
单轴六角 自动车床	C1312	12	50	M8	8	顺时针 865~4520 逆时针 135~2270	0.01	0.01/40	0.02	0.08
	C1316	16	50	钢 M8 铜 M10	10 80	顺时针 561~4466 逆时针 83~3289				
	C1318	18	50	钢 M18×1.5 铜 M22×1.5	8 48	顺时针 695~3620 逆时针 110~1820				
	C1325	25	80	钢 M18×1.5 铜 M22×1.5	44 132	顺时针 241~3510 逆时针 35~840				
	C1336	36	80	钢 M22×1.5	44	顺时针 178~2600				
				铜 M27×1.5	132	逆时针 26~616				

注: * 圆柱度数值中的分母指测量长度。

表 7—7

六角车床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数					工 作 精 度			
		棒料加工最大直径	卡盘加工最大直径	床身上最大回转直径	主轴转速 (r/min)		圆度	圆柱度	直径的同一度	端面的平面度
					级数	范围				
回轮车床	C3025	25			8	92~2480	0.01	0.01	转塔 0.02 上滑板 0.03	100 直径 上为 0.015 (只许凹)
滑鞍转塔车床	C3116	16			6	170~3100				
	C3163	63	320	500	12	25~1120				
	C3180	80	400	600	12	20~900				
半自动转塔车床	CB3463-1	63	320	520	16	35~1058				

表 7—8

立式车床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数					工 作 精 度		
		最大加工		工件最大质量 (kg)	工作台转速 (r/min)		圆度	圆柱度 ^①	端面 ^② 平面度
		直径	高度		级数	范围			
单柱立式车床	C5110A	1000	800	2000	16	10~315	0.01	0.02	0.04
	C5112A	1250	1000	3200	16	8~250	0.015	0.03	0.05
	C5116A	1600	1300	5000	16	5~160	0.015	0.03	0.05
	C5120C	2000	1600	12000	16	2.5~125	0.02	0.03	0.06
双柱立式车床	C5225	2500	1600	10000	16	2~63	0.02	0.04	0.06
	C5231	3150	2000	32000	18	1~50	0.025	0.05	0.08
	CQ5240A	4000	1600	10000	16	2~63	0.025	0.05	0.08
	C5250	5000	2500	63000	无级	0.34~25.4	0.03	0.05	0.10
	C5263	6300	3200	63000	无级	0.28~21	0.03	0.05	0.10
	C5280	8000	3200	80000	无级	0.23~16.8	0.04	0.05	0.12
	CQ52100	10000	4000	150000	无级	0.23~14	0.04	0.05	0.12
	CJ52125	12500	5000	180000	无级	0.19~11.1	0.05	0.05	0.16

注: ①测量长度为最大加工高度的一半,且 $\leq 1.5m$; ②直径为最大切削直径的 $1/4$ 。

表 7—9

落地车床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数						工 作 精 度					
		最大工件回转直径		最大加工长度	最大工件质量 (kg)		主轴转速 (r/min)		圆度	圆柱度 ^①	平面度 ^② (mm)	表面粗糙度 (μm)	
		床身上	地坑中		顶卡	悬卡	级数	范围				外圆	端面
落地车床	C6031A	2500	3150	2500	16000	5000	无级	0.8 ~ 64	0.04	0.04 / 300	0.08	R _a 1.6	R _a 3.2
	C6040B	2500	4000	2500	20000	6300	无级	0.63~63	0.04	0.04 / 300	0.08	R _a 1.6	R _a 3.2
	C6063	3150	6300	8000	75000	22000	无级	0.3 ~ 33.6	0.05	0.05 / 300	0.08	R _a 1.6	R _a 3.2

注: ①数值的分母为测量长度; ②平面度测量范围为地坑中最大工件回转直径的 $2/3$,但不超过 $3m$ 。

表 7-10 卧式车床 (mm)

机床名称	型号	技术参数										工作精度				
		最大加工直径			最大加工长度	加工螺纹			主轴转速(r/min)		圆度	圆柱度	平面度	表面粗糙度(μm)	螺距误差	
		床身上	刀架上	棒料		模数	英制(α/in)	径节(α/in)	级数	范围						
卧式车床	C6127	270	150	30	700	0.3~6	—	4~32	—	8	65~1150					
	C616	320	175	29	750	0.5~9	0.5~9	2~38	—	12	45~1980					
	C6132D	350	190	50	900	0.45~20	0.25~10	1 3/4~80	3 1/2~160	16	20~1600					
	C6136A	360	200	36	650	0.3~10	—	1 1/2~24	—	8	42~980					
	C618-1	360	200	36	650	0.3~1	—	2~24	—	8	42~980					
	CA6140	400	210	50	650 ^①	10~192	0.25~48	2~24	1~96	24	10~1400					
	CY6140	400	220	52	750 ^②	0.5~224	0.5~112	1/8~72	1/4~56	24	9~1600					
	CY6140C	400	220	52	3000 ^③	0.5~224	0.5~112	1/8~72	1/4~56	24	9~1600	0.01	0.03/300	0.02/300	Ra1.6	0.04/300 0.015/50
	C620-1	400	200	37	650 ^④	1~192	0.5~48	2~24	1~96	21	12~1200					
	CA6150	500	300	50	650 ^⑤	1~192	0.25~48	2~24	1~96	24	10~1400					
	C6150	500	280	54	650 ^⑥	1~80	0.5~40	7/16~40	7/8~80	18	20~1250					
	CY6150B	500	300	82	750 ^⑦	0.5~224	0.5~112	1/8~72	1/4~56	24	9~1600					
	CA6161	610	370	50	650 ^⑧	1~192	0.25~48	2~24	1~96	24	8~1120					
	C630	615	345	70	1210 ^⑨	1~224	0.25~56	2~28	1~112	18	14~750					
	CW6163	630	350	78	1400 ^⑩	1~240	0.5~120	1~14	1~28	18	6~800					
	C6180	800	520	80	1350	1~240	0.5~120	1~14	1~28	18	6~800					
	CW61100B	1000	630	126	1300 ^⑪	1~120	0.5~60	1/4~28	1/2~56	21	1.6~315	0.02	0.04/300			
	CW61125B	1250	880	126	1300 ^⑫	1~120	0.5~60	1/4~28	1/2~56	21	1.6~315					
	CM6125	250	140	23	350	0.5~5	0.3~2	5~28	—	14	63~3150					0.018/300
	CM6132	320	175	38	750	0.5~6	0.5~6	3 1/2~48	—	18	30~1820	0.005	0.02/300	0.015/300	Ra0.8	0.01/50
	CM6140	400	210	50	900	1~192	0.25~48	2~24	1~96	24	10~1400					
	CM6150	500	300	50	900	1~192	0.25~48	2~24	1~96	24	10~1400					

注: ①另有900、1400、1900; ②另有1000、1500、2000; ③另有4000、5000; ④另有2610、3810; ⑤另有2000、2900、3850、4500、4900、5900; ⑥另有2800、4800、7800、9800、13800。

表 7-11 马鞍车床 (mm)

机床名称	型号	技 术 参 数						工 作 精 度					
		最大加工直径		最大加工长度	加工螺纹		主轴转速(r/min)		圆度	圆柱度	平面度	表面粗糙度(μm)	螺纹精度
		马鞍上	刀架上		材料	模数	级数	范围					
		公制	模数	级数	范围	级数	范围						
马鞍车床	CW6232	550	160	52	685	0.75~16	0.5~4	18	15~1800			0.04/300	
	CW6236	540	200	39	750	0.45~20	0.5~10	12	30~1400				
	CA6240	630	210	50	650	1~192	0.25~48	24	10~1400	0.03/300	0.02/300	0.015/30	
	CA6250	720	300	50	650	1~192	0.25~48	24	10~1400				
	CA6261	830	370	50	650	1~192	0.25~48	24	8~1120				
	CW6263	800	350	78	600	1~240	0.5~120	18	6~800				
	CW6280	1000	480	80	1350	1~240	0.5~120	18	6~800				

表 7-12 仿形及多刀车床 (mm)

机床名称	型号	技 术 参 数						工 作 精 度				
		最大加工直径		最大加工长度	主轴转速(r/min)		圆度	圆柱度	粗糙度(μm)	仿形误差	平面度	
		直径	长度		级数	范围						
		级数	范围	级数	范围	级数	范围					
仿形车床	CB7106	60	400	12	365~2800							
	CE7112	125	710	9	320~2000	0.008			0.04			
	CE7120	200	500	8	125~1400							
	CE7132A	320	1500	4	125~355							
卡盘多刀车床	CA7620	200	100	4	180~710	0.015	0.03/300	Ra3.2		0.02/200		
	C7632	320	350	8	80~500	0.02						

表 7-13

钻 床 (mm)

机 床 名 称	型 号	技 术 参 数					主 轴 行 程
		最 大 钻 孔 直 径	主 轴 端 面 至 底 座 平 面 距 离	主 轴 中 心 线 至 立 柱 表 面 距 离	主 轴 转 速 (r/min)		
					级 数	范 围	
摇 臂 钻 床	Z3025(I)	25	235~1015	300~1000	16	32~2500	280
	Z3032(I)	32	205~985	300~1000	16	32~2500	280
	Z3040(I)	40	350~1250	350~1600	16	25~2000	315
	Z3050	50	320~1220	350~1600	16	25~2000	315
	Z3063	63	400~1600	450~2050	16	20~1600	400
	Z3080	80	550~2000	500~2500	16	16~1250	450
	Z30100	100	750~2500	570~3150	22	8~1000	500
台 式 钻 床	Z4002A	2	20~120	80	3	3000~8700	20
	Z4006	6	95~225	139.5	4	1500~15000	65
	Z4012	12	170~335	200	5	450~4000	100
	Z4016B	16	200~560	240	5	335~3150	125
	Z4020	20	200~500	200	4	450~4000	110
	立 式 钻 床	Z5125	25	710	280	9	50~2000	200
Z5132A		32	730	315	12	45~2000	225
Z5135		35	1130	300	9	68~1100	225
Z5140		40	1150	335	12	31.5~1400	250
Z5150		50	750	335	12	31.5~1400	250
Z5163		63	735~1250	375	12	22.4~1000	315
ZQ5180A		80	1190	375	12	22.4~1000	315

表 7-14 坐标镗床 (mm)

机床名称	型号	技 术 参 数										机床精度	工作精度	
		工作台尺寸		最大加工直径		主轴端面至工作台面距离	主轴中心线至立柱距离	工作台荷重 (kg)	主轴转速 (r/min)		工作台行程			
		宽度	长度	钻孔	镗孔				级数	范围	纵向			横向
		200	400	10	32	50~400	250	100	无级	200~3000	250			160
单柱坐标镗床	T4120B	200	400	10	32	50~400	250	100	无级	200~3000	250	160	0.004	0.005
	T4132B	320	500	15	100	80~510	345	200	无级	100~2000	400	250	0.004	0.005
	T4145	450	700	25	150	最小 150	480	250	无级	40~2000	600	400	0.005	0.005
	T4163	630	1100	40	250	260~740	700	600	无级	55~2000	1000	600	0.006	0.006
双柱坐标镗床	T4240	400	560	25	150	10~500	立柱间距 560	350	8	45~1250	500	主轴箱 350	0.006	0.005
	T4263	630	900	35	250	20~670	253	500	18	32~1600	800	630	0.006	0.002
	TG4280	800	1120	40	300	870	立柱间距 1120	1000	16	18~1800	1000	800	0.003	0.005
	T42200	2000	3000	60	400	1300	2760	3000	无级	6~1360	3000	2000	0.01	0.006

表 7-15 卧式镗床 (mm)

机床名称	型号	技 术 参 数										工作精度		
		最大镗孔直径	主轴中心线至工作台面距离		工作台荷重 (kg)	主轴转速 (r/min)		工作台行程		圆柱度	平面度			
			0~1100	0~1400		级数	范围	纵向	横向					
		240	30~800	0~1400	2000	18	20~1000	1140	850	0.0075	0.015/300			
卧式镗床	T68	240	30~800	0~1400	2000	18	20~1000	1140	850	0.0075	0.015/300	0.01/300	0.015/300	Ra1.6
	T6111	600	0~1100	0~1400	4000	23	6.3~1000	1300	1300					
	T6112	350	0~1400	0~1400	5000	24	4~800	1600	1400					
	T6113	350	0~1400	0~1400	4000	18	6.6~755	1500	1500					

(mm)

表 7-16 无心磨床

机床名称	型号	技 术 参 数										工 作 精 度						
		磨削尺寸		砂轮尺寸		导轮尺寸		导轮回转角度 (°)		砂轮转速 (r/min)	导轮转速 (r/min)	圆 度	圆 柱 度	表面粗糙度 (μm)				
		直 径	长 度	直 径	宽 度	直 径	宽 度	垂 直	水 平									
										直 径	长 度	直 径	宽 度	直 径	宽 度	垂 直	水 平	
无心磨床	M1010	0.5~10	80	200	50	125	50	125	50	50	45~240	3320	0~+3	-2~+5	0~+3	0.002/40	0.002/40	
	M1020	0.5~20	80	300	100	200	100	200	100	100	20~210	2130	-1~+3	-2~+4	-1~+3	0.002/75	0.002/75	
	M1040	2~40	140	350	125	250	125	250	125	125	20~180	1860	0~+3	-2~+4	0~+3	0.003/100	0.003/100	
	M1050A	5~50	120	400	150	300	150	300	150	150	20~200	1668	-1~+3	-2~+5	-1~+3	0.003/120	0.003/120	Ra0.2
	M1080	5~80	180	500	150	300	150	300	150	150	13~94	1300	0~+3	-2~+5	0~+3	0.003/120	0.003/120	
	M10100	10~100	250	500	200	350	200	350	200	200	10~200	1250	0~+3	-2~+5	0~+3	0.004/150	0.004/150	
	M10200	10~200	300	600	300	400	300	400	380	380	12~120	1110	-2~+3	-2~+5	-2~+3	0.004/200	0.004/200	
	M10400	100~400	490	750	500	500	500	500	500	500	4~44	870	0~+3	0~+5	0~+3	0.005/300	0.005/300	

(mm)

外圆磨床

表 7-17

机床名称	型号	技术参数										工作精度							
		磨削直径范围		最大磨削长度		最大工件质量 (kg)	回转角度(°)			砂轮宽度	外圆磨削			内孔磨削					
		外圆	内孔	外圆	内孔		工作台	头架	砂轮架		圆度	圆柱度	粗糙度 R _a	圆度	圆柱度	表面粗糙度 R _a			
外圆磨床	M1312	5~125		250		10	±10	+10 -90	±180	40	0.003	0.003/160							
	MMB1320A	5~200		500		20	+3 -6.5	+8 -5	50	0.003	0.001/300								
	M131	8~315		1000 ^①		150	+3 -6		63	0.005	0.008/750								
	M1332	8~320		500 ^②		150	+2 -9		63	0.003	0.005/320								
	MMB1332A	5~320		500 ^③		20	+7 -6.5	+8 -5	50	0.003	0.001/300								
	MQ1350A	25~500		1000 ^④		1000	+4 -7		75	0.005	0.008/750								
	M1380A	100~800		5000		5000	2° 30'		75	0.005	0.012/1500								
	万能外圆磨床	M1412	5~125	10~40	350	50	10	±10	+10 -90	±180	32	0.003	0.005/320			0.005	0.005/25		0.63
		MMB1412	5~125	10~40	250	40	10	±10	+10 -90	±180	40	0.003	0.001/150			0.002			0.16
		MG1412	5~125	10~40	250	40	10	-3 +7	+10 -90	±180	40	0.005	0.002/150			0.0015	0.005/25		0.04
M1420		8~200	18~80	500	90	20	±7	360	360	40	0.003	0.005/320			0.005	0.005/50		0.63	
M120W		7~200	18~50	500	75	50	+7 -6	+30 -90	±180	40	0.003	0.005/320			0.005	0.005/50		0.63	
MM1420		8~200	18~80	500	90	20	±7	360	360	40	0.003	0.001/300			0.002	0.005/50		0.16	
M131W		8~315	13~125	1000 ^⑤	125	150	+3 -6	+30 -90	±30	50	0.005	0.008/750			0.005	0.005/50		0.63	
M1432A		8~320	16~125	500 ^⑥	125	150	+3 -9	+3 -90	±30	50	0.003	0.005/320			0.005	0.010/100		0.63	
MBG1432		8~320	15~125	500 ^⑦	80	30	+3 -6	+30 -90	±30	50	0.005	0.002/300			0.0015	0.005/150		0.04	
M1450A		25~500	30~200	1500 ^⑧	400	1000	+2 -9	+2 -9	±30	75	0.005	0.008/750			0.005	0.015/150		0.63	

注: ①另有规格1500; ②另有规格750、1000、1500; ③另有规格1500、2000、3000; ④另有规格500、750、1000、1500、2000、2500、3000; ⑤另有规格750; ⑥另有规格2000、2500。

表 7—18

内圆磨床

(mm)

机床名称	型号	技术参数				加工精度				
		磨削尺寸		最大工件回转直径	工作台最大行程	圆度	圆柱度	平面度	表面粗糙度 Ra(μm)	
		直径	长度						内孔	端面
内圆磨床	M2110	12~100	130	240	500	0.003	0.005/100	0.4	0.8	
	M2120	50~200	200	400	650	0.003	0.008/150	0.4	0.8	
	M2125	250	250	400	600	0.003	0.008/150	0.4	0.8	

表 7—19

工具磨床

(mm)

机床名称	型号	技术参数				加工精度			
		磨削尺寸		最大工件回转直径×长度	工作台	回转角度(°)	圆度	圆柱度	表面粗糙度 Ra(μm)
		直径	长度							砂轮架
万能工具磨床	M6020A	5~50	380	200×500	±90	0.003	0.015/100	0.2	
	M6020B	200	300	200×400	±45	0.003	0.015/100	0.4	
	M6025A	250	400	250×650	±60	0.003	0.015/100	0.4	

表 7—20

平面磨床

(mm)

机床名称	型号	技术参数				加工精度			
		加工范围		工作台行程	磨头移动量	磨头中心至工作台面距离	平行度	表面粗糙度 Ra(μm)	
		长度	宽度						纵向	横向
卧轴矩台平面磨床	MM7112	350	125	300	170	330	70~400	0.002/200	0.16
	M7120A	630	200	320	780	345	100~455	0.005/300	0.20
	MM7120	630	200	320	750	360	85~455	0.003/300	0.16
	MG7120	630	200	320	800	360	85~455	0.005/1000	0.05
	MM7125	630	250	400	750	450	100~550	0.003/300	0.16
	M7130	1000	300 ^①	400	1100	400	135~575	0.005/300	0.20
	M7132	1600	320 ^②	400	1650	440	135~575	0.005/300	0.20
	M7140	630	400 ^③	355	750	420	110~530	0.005/300	0.20
	M7150A	2000	500 ^④	600	2000	630	220~850	0.005/300	0.20

注: 另有规格①1600; ②2000; ③800; 1000; ④3000。

表 7-21

滚 齿 机

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数						工 作 精 度	
		最 大 加 工				加工齿数	滚刀工作台最 小中心距	等级	表面粗糙度 Ra(μm)
		直径	模数	齿宽	螺旋角 (°)				
滚齿机	YB3112	125	2	100	± 60	6~325	15	7	1.6
	YBA3120	200	4	160	± 45	5~250	10	7	1.6
	YBA3132	320	6	230	± 30	7~80	60	7	1.6
	Y3150	500	6	240	± 45		30	7	1.6
	Y3150E	500	8	250	± 45	7~250	30	7	1.6
	YM3180	800	8	300	± 60	12~400	50	6	1.6
	Y3180H	800	10	300	± 45	8~250	50	7	1.6
	Y31125E	1250	16	450	± 45	最少 12 齿	100	7	1.6
	Y31200A	2000	24	1200	± 45	15~400	130	7	1.6

表 7-22

剃 齿 机

(mm)

机床名称	型 号	技 术 规 格						工 作 精 度	
		最 大 加 工			刀架最大 回转角 (°)	工作台最 大行程	顶尖 距离	精度 等级	表面粗糙 度 Ra(μm)
		直径	模数	齿宽					
剃齿机	Y4232C	320	6	90	± 30	100	400	6	0.8
	YA4250C	500	8	140	± 30	150	500	6	0.8

表 7-23

插 齿 机

(mm)

机床名称	型 号	最 大 加 工				工 作 精 度	
		直径	模数	齿宽	内齿轮直径	等级	表面粗糙度 Ra(μm)
插齿机	YM5116	160	1	25	120	6	1.6
	Y5120A	200	4	50	220	7	1.6
	Y5132C	320	6	80	320	7	1.6
	Y5150A	500	8	100	500	7	1.6
	Y54	450	6	105	400	7	1.6
	YQ5180	800	10	100	900	7	1.6
	Y51125	1250	12	160	1250	7	1.6
	Y51160	1600	12	170	1600	7	1.6

表 7-24

花 键 轴 铣 床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数				工 作 精 度		
		最大加工		加工齿数	工件中心到铣 刀中心距离	周节误差	平行度	表面粗糙度 Ra(μm)
		直径	长度					
花键轴铣床	Y6012	125	400	4~36	30~150	0.02	0.05/300	1.6
	YB6016	160	600	4~36	50~140	0.02	0.05/300	1.6
	YB6020	200	2300	4~50	50~160	0.035	0.02/100	1.6

表 7-25 齿 轮 磨 床 (mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数				工 作 精 度					
		最 大 加 工				加 工 齿 数	等 级	周 节 累 积 误 差	基 节 偏 差	齿 形 精 度	表 面 粗 糙 度 Ra(μm)
		直 径	模 数	齿 宽	螺 旋 角 (°)						
锥形砂轮磨齿机	Y7132A YC7150 Y7163A	320 500 630	6 12 12	100 150 150	± 45 ± 45 ± 45	9~120 12~140 14~180	5 5 5	0.019 0.036 0.034	± 0.009 ± 0.009 ± 0.009	0.012 0.0115 0.012	0.4 0.4 0.4
蜗杆砂轮磨齿机	Y7215 YA7232A	150 320	1.5 5	75 100	0 ± 45	12~180 13~246	5 5	0.0105 0.03	± 0.005 ± 0.007	0.008 0.009	0.4 0.8

表 7-26 螺 纹 磨 床 (mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数						工 作 精 度 等 级
		最 大 安 装 尺 寸			螺 纹 加 工 最 大			
		直 径	长 度	直 径	长 度	螺 距	模 数	
螺纹磨床	S7320	200	750	2~150	500	0.25~24	6	
	S7332	320	1000	6~320	1000	1~40	6	
万能螺纹磨床	S7512	125	300	5~80	170	0.25~38	6	
	S7520W	200	500	2~150	400	0.25~24	6	

表 7-27

升降台铣床

(mm)

机床名称	型号	技 术 参 数							工 作 精 度	
		工作台工作面		立铣头回 转角度 (°)	主轴端面至工 作台距离	主轴中心线至 垂直导轨距离	工作台最大行程			
		宽度	长度				纵向	横向		垂直
立式升降台铣床	X5012	125	500	± 45	0~250	155	250	100	250	试件 长度=1/2纵向行程 宽度=1/8纵向行程 高度=1/8纵向行程 平面度0.02 平行度0.03 垂直度0.02 粗糙度Ra1.6(μm)
	X5025	250	1100	± 45	40~440	300	630	235	400	
	X5030K	300	1000	± 30	80~440	390	480	250	360	
	X5034	340	1400	± 45	60~490	380	800	300	430	
	X5042	425	2000	± 45	0~500	450	1250	410	410	
机床名称	型号	技 术 参 数							工 作 精 度	
		工作台工作面		工作台回 转角度 (°)	工作台中心线 至垂直导轨距离	主轴中心线至 工作台面距离	工作台最大行程			
		宽度	长度				纵向	横向		垂直
卧式升降台铣床	X60	200	800		135~295	0~300	500	160	300	试件 长度=1/2纵向行程 宽度=1/8纵向行程 高度=1/8纵向行程 平面度0.02 平行度0.03 垂直度0.02 粗糙度Ra1.6(μm)
	X61	250	1000		165~355	30~380	620	185	350	
	X6025	250	1100		145~425	10~410	700	280	400	
	X6030	300	1120		75~425	30~430	650	250	400	
	X62	320	1250		215~470	30~390	700	255	360	
	X6034	340	1400		230~530	40~470	800	300	430	
万能升降台铣床	X60W	200	800	± 45		0~300	500	160	300	
	X6120	200	900	± 45	150~360	20~360	500	190	340	
	X61W	250	1000	± 45	175~355	30~340	620	185	310	
	XQ6125	250	1030		165~315	50~420	470	150	370	
	X6130	300	1100	± 45	160~440	10~410	700	280	400	
	X62W	320	1250	± 45	215~470	30~350	700	255	320	
X63W	400	1600	± 45	255~570	30~380	900	315	350		

(mm)

表 7-28 龙门插床

机床名称	型号	技术参数			工作精度				
		最大加工尺寸			工件最大质量 (kg)	工作台速度 (m/min)	直线度	平行度	垂直度
		宽度	长度	高度					
悬臂刨床	B1010A	1000	3000	800	5000	6~90	0.02/1500	0.03/1500	
	B1012A	1250	4000	1000	8000	6~90	0.02/2000	0.03/2000	
	B1016A	1600	4000	1000	10000	4~80	0.02/2000	0.03/2000	
龙门刨床	BQ2010	1000	4000	800	2500	5~20	0.02/2000	0.03/2000	0.02/300
	B2010A	1000	2000	800	5000	4.5~90	0.02/1500	0.03/1500	
	B2012A	1250	4000	1000	8000	6~90	0.02/2000	0.03/2000	
	BM2016	1600	4000	1400	15000	5~75	0.02/2000	0.03/2000	
	BQ2020A	2000	4000	1600	15000	4~80	0.02/2000	0.03/2000	
	B2025A	2500	8000	2000	40000	3~60	0.02/2000	0.03/2000	
	BQ2031A	3150	8000	2000	40000	3~60	0.02/2000	0.03/2000	

表 7—29

插 床

机床名称	型 号	技 术 参 数						工 作 精 度			
		最大插削长度	最大工件质量 (kg)	工作台面至滑架下端距离	滑枕倾斜角度 (°)	工作台行程		工作台直径	平面度	垂 直 度	
						纵向	横向			对基面	纵横向
插 床	B5020	200	4	320	0~8	500	500	0.015 / 150×120	0.015 / 120	0.02 / 120	
	B5032	320	5	490	0~8	630	560	0.015 / 150×200	0.02 / 200	0.02 / 200	
	BA5050	500	16	710	0~10	900	710	0.025 / 300×300	0.03 / 300	0.03 / 300	
	BA5063	630	20	800	0~10	1120	800	0.025 / 300×380	0.04 / 380	0.03 / 300	
	BA5080	800	25	1000	0~10	1250	1000	0.03 / 300×480	0.045 / 480	0.03 / 300	

表 7—30

牛 头 刨 床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数						工 作 精 度			试 件 尺 寸 长×宽×高
		最大刨削长度	工作台行程		工作台尺寸		平面度	平行度		垂 直 度	
			纵向	垂直	长度	宽度		对基面	两侧面		
牛头刨床	B6025A	250	300	220	250	180	0.02	0.02	0.02	0.01	150×40×25
	BA6035	350	368	270	350	270	0.025	0.03	0.03	0.02	210×60×35
	B6050	500	500	300	480	360	0.025	0.03	0.03	0.02	300×80×50
	B6063	630	630	360	630	400	0.025	0.03	0.03	0.02	380×105×63
	B6080	800	710	300	800	450	0.03	0.04	0.04	0.03	480×135×70
	B690	900	750	320	900	450	0.03	0.04	0.04	0.03	540×150×75
	B6100	1000	800	300	1000	500	0.03	0.04	0.04	0.03	600×170×80

表 7—31

拉 床

(mm)

机床名称	型 号	技 术 参 数				工作精度
		额定拉力 (N)	滑枕最大行程	滑枕工作速度 (m/min)	花盘孔径	孔中心线对 基面垂直度
卧式内拉床	L6110	100	1250	2~11	100	0.08/200
	L6120	200	1600	1.5~11	130	
	L6140A	400	2000	1.5~7	150	

表 7—32

锯 床

(mm)

机 床 名 称	型 号	技 术 参 数		工 作 精 度
		最大切料直径	切削速度(m/min)	端面对母线垂直度
卧式带锯床	G5025	250	20~70	0.30/100
卧式圆锯床	G6010	350	12~400	
	G6014	500	12~400	
	G6020	700	5.6~17	
卧式弓锯床	G7116	160	28	0.04/100
	G7125	250	27	

7.1.4 组合机床

①组合机床及其特点

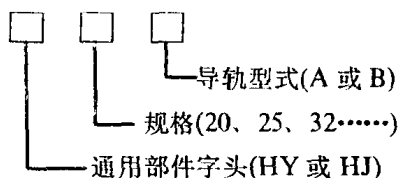
组合机床是由通用部件拼装而成的高效率专用机床。它能够进行多刀、多面、多工位加工，并且自动化程度高，因而比通用机床生产率高、劳动强度低。通用部件是由专门厂生产的，因此组合机床设计和制造周期短，经济效益好，通用部件的质量可靠。由于加工质量靠工艺装备保证，对操作工人技术水平要求不高。当产品更改时，通用部件可以重复利用。组合机床可以完成钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、攻丝、车削端面以及铣面、倒角、切槽等工序。

②通用部件简介

A. 滑台

滑台安装尺寸在 GB3668.4—83 中有具体规定。其规格以滑台宽度 1/10 表示，宽度有 125、160、

200、250、320、400、500、630、800。驱动型式分液压(HY)和机械(HJ)两种。导轨型式有双矩形(A)和单矩形(B)。滑台型号含意如下



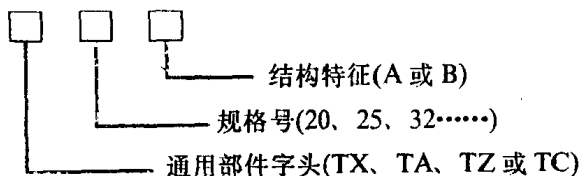
B. 动力箱 TD

动力箱安装尺寸在 GB3668.5—83 中有具体规定。规格以底平面尺寸的 1/10 表示。规格种类与滑台相同。传动型式有齿轮(A)和联轴器(B)两种。

C. 切削头

通用部件中的切削头有铣削头 TX、镗削头 TZ、镗车头 TC。其规格以底平面尺寸的 1/10 表示，规格系列与滑台相同。钻削头最大规格为 400mm，其余各切削头最大规格为 630mm。

切削头及动力箱的型号含意如下：



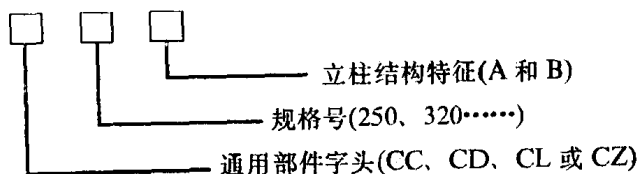
A 型铣削头主轴采用 3182100 系列轴承，精度较高；B 型铣削头主轴采用圆锥滚子轴承，抗振性较好。

A 型镗车头由交换挂轮变速；B 型镗车头由滑移齿轮和挂轮变速。

切削头安装尺寸在 GB3668.9—83 中作有具体规定。

D. 支承件

支承件有滑台侧底座 CC(安装尺寸见 GB3668.6—83)、中间底座 CD(GB3668.7—83)、立柱 CL(GB3668.7—83)、立柱侧底座 CD(GB3668.8—83)等。它们的规格以相配滑台的滑鞍宽度 1/10 表示，其型号的含意如下：



A 型立柱配置液压滑台。B 型立柱配置机械滑台。

E. 回转工作台

工作台直径有 320、400、500、630、800(安装尺寸见 GB3668.3—83)。

③组合机床配置型式

A. 单工位

如图 7—1 所示。加工精度较高，但生产率低，适用于大、中型箱体类零件的加工。

B. 多工位

如图 7-2 所示，图 a 为直线移动工作台，图 b 具有回转工作台，图 c 为中央立柱式，图 d 为鼓轮式。这类机床生产率高，适用于大批量生产中加工中小零件。

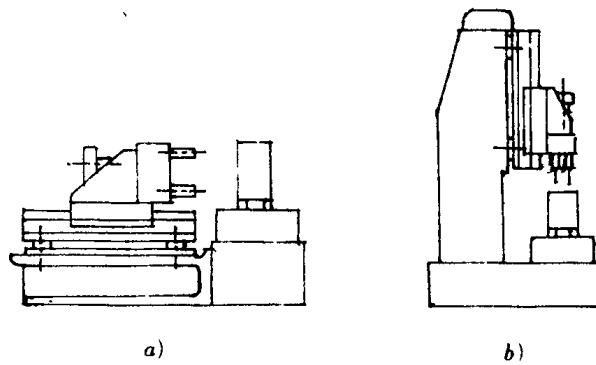


图 7-1 单工位组合机床

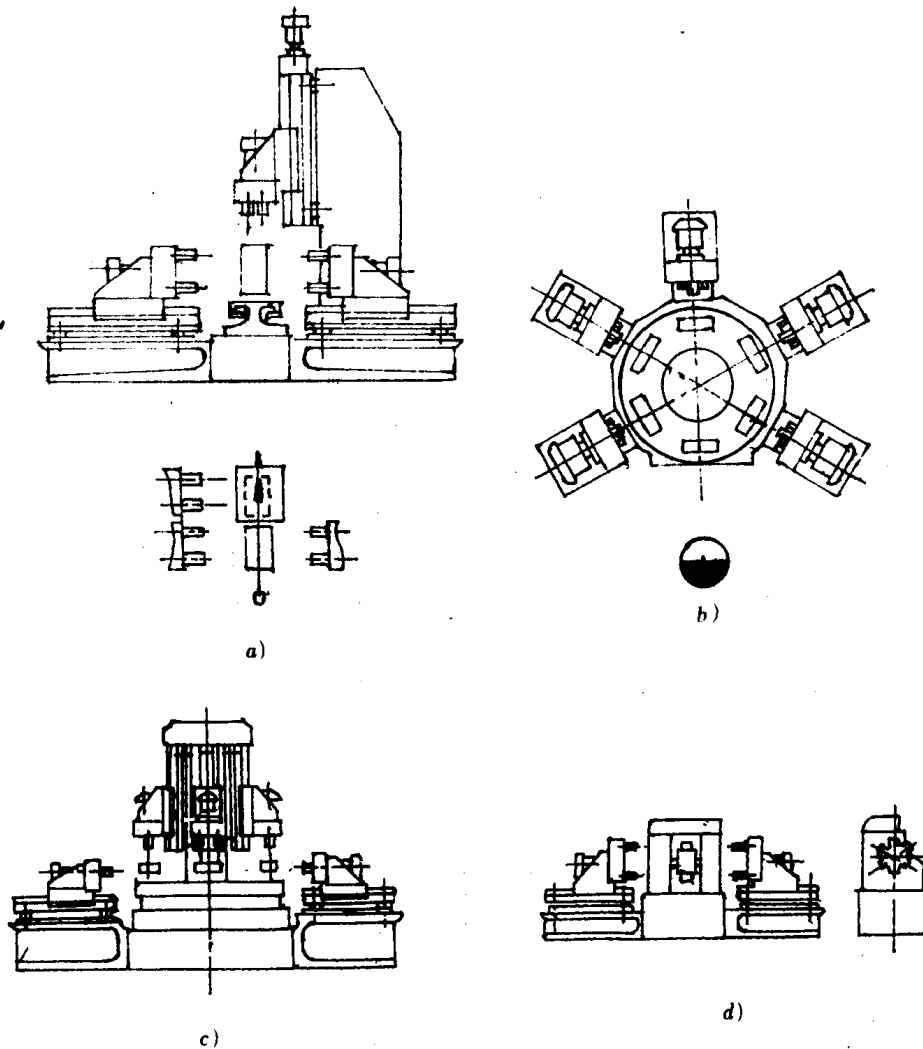


图 7-2 多工位组合机床

④组合机床加工精度

A. 孔加工

尺寸精度：采用铰孔或精镗时，精度可达 IT6 级。加工有色金属，采用精密夹具，经过 3~4 次加工，精度可以稳定达到 IT6 级。

表面粗糙度：铰孔或精镗后表面粗糙度为 Ra1.6。加工有色金属可达 Ra0.8~0.4。

同轴度：当两面多轴加工时，同轴度一般为 0.05mm。当从一面精镗，并且采用固定式夹具，镗杆两端都有精密导向装置，同轴度可达 1000mm 长度内 0.015—0.03mm。当从两面对同一轴线上的孔加工时，并有中间精密导向装置，其同轴度可达 0.015~0.03mm。

平行度：孔对孔以及孔对基面的平行度，在 1000mm 长度内可达 0.02—0.05mm。

垂直度：孔中心线对基面以及相对另一孔中心线，其垂直度可达在 100mm 长度内偏差 0.02mm。

位置精度：固定式夹具加工时，孔距和孔至基面尺寸精度为 $\pm 0.025 \sim \pm 0.05\text{mm}$ 。用活动式模板加工时，位置精度为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。多工位加工采用回转工作台时，精度可达 $\pm 0.1\text{mm}$ ，鼓轮式机床加工精度为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

螺孔位置精度：一般可达 $\pm 0.25\text{mm}$ ，机床精度较高时可达 $\pm 0.15\text{mm}$ 。

B. 平面加工

平面度可达 100mm，长度内 0.02~0.05mm，表面粗糙度 Ra3.2。对基面的平行度在 0.05mm 内，到基面的尺寸差在 0.05mm 以内。

C. 止口加工

多轴加工，死挡铁停留，止口深度尺寸可达 0.15~0.25mm；单轴加工，加工工件表面定位，一般精度可以达到 0.08~0.10mm。条件良好时，精度可达 0.02~0.045mm。

7.2 刀具

7.2.1 刀具选择的依据

刀具是影响切削加工的重要工具。合理地选用刀具，是保证产品质量和提高切削效率的重要途径。在选择刀具材料、型式和结构时，除应考虑工件的材料、形状、尺寸、精度、表面粗糙度等因素外，还应考虑零件的生产批量、生产率、使用机床的类型、选择的工艺方案等因素。

7.2.2 常用刀具材料

目前，常用的刀具材料是高速钢和硬质合金两大类。

高速钢刀具刃磨性能好，强度和韧性较高，常用于制造形状复杂、受冲击载荷的刀具。但高速钢热硬性差，不适宜制造高速切削刀具。常用的高速钢牌号及机械性能见表 7—33。

硬质合金刀具硬度高，耐磨性和热硬性好，具有一定的使用强度。缺点是韧性差、性脆。目前，硬质合金是制造高速切削刀具的主要材料。常用硬质合金的牌号、性能、用途见表 7—34、7—35。

7.2.3 硬质合金焊接刀片

硬质合金焊接刀片共有六个类型：A、B、C、D、E、F。刀片型号表示方法是：字母与第一位数字表示刀片形状，后两位数字代表刀片的主要尺寸(如长度)。型号最后如有一字母(A、B、C等)时，表示主要尺寸相同，其余尺寸不同。最后如有字母 Z，表示左刀片。例如，A125A，表示为 A1 型刀片(长方形)，刀片长度为 25mm，且与 A125 不同。硬质合金焊接刀片的型号及用途见表 7—36。硬质合金车刀的主要结构参数推荐数值见表 7—37~7—39。

表 7-33

常用高速钢的牌号及机械性能

类型	牌 号 *		硬 度 HRC	抗弯强度 σ_{bb} (GPa)	冲击韧性 α_{kII} (MJ/m ²)
	YB12-77 牌号	美国 AISI 代号			
普通 高速 钢	W18Cr4V	(T1)	室温 63~66 500°C 56 600°C 48.5	2.94~3.33	0.176~0.314
	W6Mo5Cr4V2	(M2)	63~66 55~56	3.43~3.92	0.294~0.392
	W14Cr4VMnRe		64~66 —	~3.92	~0.245
高碳	95W18Cr4V		67~68 59	~2.92	0.166~0.216
高钒	W12Cr4V4Mo	(EV4)	65~67 —	~3.136	~0.245
	W6Mo5Cr4V3	(M3)	65~67 —	~3.136	~0.245
含钴	W6Mo5Cr4V2Co8	(M36)	66~68 —	~2.92	~0.294
	W2Mo9Cr4VCo8	(M42)	67~70 60	2.65~3.72	0.225~0.294
含铝	W6Mo5Cr4V2Al	(M2A1)	67~69 60	2.84~3.82	0.225~0.294
	W10Mo4Cr4V3Al	(5F6)	67~69 60	3.04~3.43	0.196~0.274
含氮	W6Mo5Cr4V5SiNbAl	(B201)	66~68 57.7	3.53~3.82	0.255~0.265
	W12Mo3Cr4V3N	(V3N)	67~70 61	1.96~3.43	0.147~0.392

注：* 牌号中化学元素后面数字表示含量大致百分比，未注者约在 1% 左右。

表 7-34

常用硬质合金的牌号和性能

类型	牌号	成 分 (%)					物理机械性能				使用性能			相当 ISO 牌号
		WC	TiC	TaC (NbC)	Co	其它	比重	导热系数 (W/m·K)	硬度 HRA (HRC)	抗弯强度 σ_{bb} (GPa)	加工材料 类 别	耐 韧 切 进 磨 削 速 给 性 性 量		
钨 钴 类	YG3	97	—	—	3	—	14.9~ 15.3	87.92	91(78)	1.08	短切屑 的黑色金 属; 有色 金属; 非 金属材料	↑ ↓ ↑ ↓	K 类	K01
	YG6X	93.5	—	0.5	6	—	14.6~ 15.0	75.55	91(78)	1.37				K05
	YG6	94	—	—	6	—	14.6~ 15.0	75.55	89.5(75)	1.42				K10
	YG8	92	—	—	8	—	14.5~ 14.9	75.36	89(74)	1.47				K20
	YG8C	92	—	—	8	—	14.5~ 14.9	75.36	88(72)	1.72				K30
钨 钛 钴 类	YT30	66	30	—	4	—	9.3~ 9.7	20.93	92.5 (80.5)	0.88	长切屑 的黑色金 属	↑ ↓ ↑ ↓	P 类	P01
	YT15	79	15	—	6	—	11~ 11.7	33.49	91(78)	1.13				P10
	YT14	78	14	—	8	—	11.2~ 12.0	33.49	90.5 (77)	1.77				P20
	YT5	85	5	—	10	—	12.5~ 13.2	62.80	89 (74)	1.37				P30
添 加 钼 (钨) 类	YG6A (YA6)	91	—	5	6	—	14.6~ 15.0	—	91.5(79)	1.37	长切屑 或短切屑 的黑色金 属和有 色金属	—	K M 类	K10
	YG8A	91	—	1	8	—	14.5~ 14.9	—	89.5 (75)	1.47				K10
	YW1	84	6	4	6	—	12.8~ 13.3	—	91.5 (79)	1.18				M10
	YW2	82	6	4	8	—	12.6~ 13.0	—	90.5 (77)	1.32				M20
碳 化 钛 基 类	YN05	—	79	—	—	Ni7 Mo14	5.56	—	93.3 (82)	0.78~ 0.93	长切屑 的黑色金 属	—	P 类	P01
	YN10	15	62	1	—	Ni12 Mo10	6.3	—	92 (80)	1.08				P01

注: Y—硬质合金;G—钴;T—钛;X—细颗粒合金;C—粗颗粒合金;A—含TaC(NbC)的YG类合金;W—通用合金;N—不含钴, 用镍作粘结剂的合金。

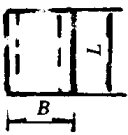
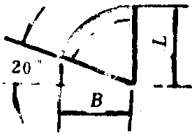
表 7—35

常用硬质合金牌号的选用


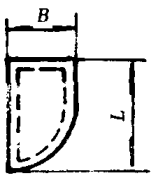
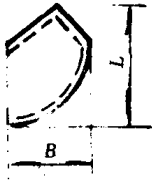
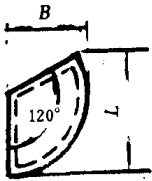
牌 号	用 途
YG3	铸铁、有色金属及其合金的精加工、半精加工、要求无冲击
YG6X	铸铁、冷硬铸铁高温合金的精加工、半精加工
YG6	铸铁、有色金属及其合金的半精加工与粗加工
YG8	铸铁、有色金属及其合金的粗加工。也能用于断续切削
YT30	碳素钢、合金钢的精加工
YT15 YT14	碳素钢、合金钢连续切削时粗加工、半精加工及精加工、也可用于断续切削时的精加工
YT5	碳素钢、合金钢的粗加工。可用于断续切削
YA6	冷硬铸铁、有色金属及其合金的半精加工。也可用于合金钢的半精加工
YW1	不锈钢、高强度钢与铸铁的半精加工与精加工
YW2	不锈钢、高强度钢与铸铁的粗加工与半精加工
YN05	低碳钢、中碳钢、合金钢的高速精车，系统刚性较好的细长轴精加工
YN10	碳钢、合金钢、工具钢淬硬钢连续表面的精加工

表 7—36

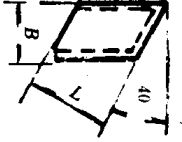
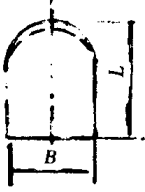
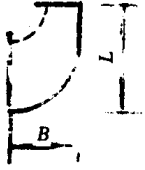
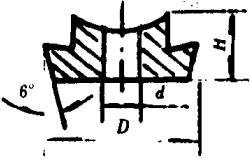
硬质合金刀片的型号及用途(摘自 YB850—75)

型式	简 图	型 号	用 途
A1		A106、A108、A110、A112 A114、A116、A118、A118A A120、A122、A122A、A125 A125A、A130、A136、A140 A150、A160、A170	用于制造外圆车刀、 精宽车刀、槽宽 12mm 以上的切槽刀、通孔镗 刀、大直径工件的切断 刀等
A2	 <p>左右向图形对称，图为右向</p>	A208、A208Z、A210、A210Z A212、A212Z、A216、A216Z A220、A220Z、A225、A225Z	用于制造端面车刀、 深孔镗刀等

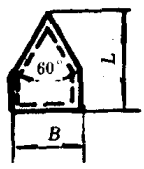
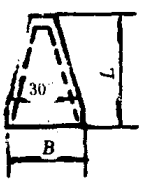
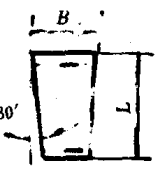
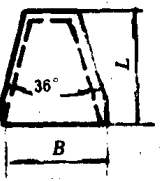
续表 1

型式	简 图	型 号	用 途
A3	 <p>左右向图形对称，图为右向</p>	A310、A312、A312Z、A315 A315Z、A320、A320Z、A325 A325Z、A330、A330Z、A340 A340Z	用于制造外圆车刀、 端面车刀、倒棱刀、螺 纹车刀
A4	 <p>左右向图形对称，图为右向</p>	A406、A408、A410、A410Z、A412 A412Z、A416、A416Z、A420、 A420Z、A425、A425Z、A430、 A430Z、A430A、A430AZ、A440 A440Z、A440A、A440AZ、A450 A450Z、A450A、A450AZ	用于制造外圆车刀、 端面车刀、倒棱刀、深 孔镗刀、镗刀
A5	 <p>左右向图形对称，图为右向</p>	A515、A515Z A518、A518Z	用于制造外圆车刀、 镗刀、面铣刀、自动机 床车刀
A6	 <p>左右向图形对称，图为右向</p>	A612、A612Z A615、A615Z A618、A618Z	用于制造外圆车刀、 镗刀、面铣刀

续表 2

型式	简 图	型 号	用 途
B1	 <p>左右向图形对称, 图为右向</p>	B108、B112、B112Z、B116、 B116Z、B120、B120Z、B120A B120AZ、B125、B125Z、 B125A、B125AZ、B130、 B130Z	用于制造成型车刀、 燕尾槽刨刀、燕尾槽铣 刀
B2		B208、B210、B212、 B214、B216、B220、 B225、B228	用于制造圆弧成型车 刀、半圆槽切刀、圆角 车刀
B3	 <p>左右向图形对称, 图为右向</p>	B312、B312Z、B315 B315Z、B318、B318Z、 B322、B322Z	用于制造凸圆弧成型 车刀
B4		B428、B433、B446	用于制造凹圆弧成型 车刀和轮缘车刀

续表 3

型式	简 图	型 号	用 途
C1		C110, C116, C120, C122, C125	用于制造螺纹车刀和 精车刀
C2		C215, C218, C222, C228, C236	用于制造梯形螺纹车 刀和精车刀
C3		C303, C304, C305, C306, C308, C310, C312, C316	用于制造切断刀和切 槽刀
C4		C420, C425, C430, C435, C442, C450	用于制造加工三角皮 带轮切槽刀

续表 4

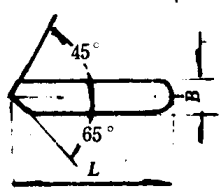
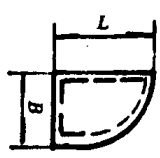
型式	简 图	型 号	用 途
C5		C539、C545	用于制造加工面粉的 轧辊拉丝刀和精车刀
D1	 <p>左右图形对称，图为右向</p>	D110、D110Z、D112、D112Z、 D115、D115Z、D120、D120Z、 D125、D125Z、D130、D130Z	用于制造外圆车刀、 镗刀、面铣刀、划钻等

表 7—37

硬质合金车刀的前角和后角参考值

被 加 工 材 料		前 角 γ_0	后 角 α_0
结构钢、合金钢及铸钢件	$\sigma_b < 0.78\text{GPa}$	$10^\circ \sim 15^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
	$\sigma_b = 0.78 \sim 0.98\text{GPa}$	$5^\circ \sim 10^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
高强度钢及表面有夹杂的铸钢件 $\sigma_b > 0.98\text{GPa}$		$-5^\circ \sim -10^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
耐热钢 $\sigma_b = 0.69 \sim 0.98\text{GPa}$		$10^\circ \sim 12^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
不锈钢 1Cr18Ni9Ti		$15^\circ \sim 30^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
淬火钢 HRC40 以上		$-5^\circ \sim -10^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
铬锰钢		$-2^\circ \sim -5^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
铸铁		$5^\circ \sim 15^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
铸造黄铜		$-3^\circ \sim 10^\circ$	$4^\circ \sim 6^\circ$
铝合金		$20^\circ \sim 30^\circ$	$8^\circ \sim 12^\circ$

注：材料硬度高时，前角取表中小值，硬度低时取较大值；精加工时后角取较大值，粗加工时取小值。

表 7—38

主 偏 角 参 考 值

工 作 条 件	主 偏 角 K_r
系统刚性好、切深较小、走刀量较大、工件材料硬度高	$10^\circ \sim 30^\circ$
系统刚性较好($\frac{l}{d} < 6$)、加工盘套之类的工件	$30^\circ \sim 45^\circ$
系统刚性较差($\frac{l}{d} = 6 \sim 12$)、切深较大或有冲击时	$60^\circ \sim 75^\circ$
系统刚性差($\frac{l}{d} > 12$)、车台阶轴、切槽及切断	$90^\circ \sim 93^\circ$

表 7—39

刃 倾 角、副 偏 角 参 考 值

工 作 条 件	刃 倾 角 λ_s	副 偏 角 K'_r
宽刃车刀及具有修光刃车刀		0°
切槽刀、切断刀	0°	$1^\circ \sim 3^\circ$
精 车	$0^\circ \sim 4^\circ$	$5^\circ \sim 10^\circ$
粗 车	$-5^\circ \sim -10^\circ$	$10^\circ \sim 15^\circ$
精 镗	$0^\circ \sim 4^\circ$	
粗 镗	$-5^\circ \sim -10^\circ$	$15^\circ \sim 20^\circ$
有中间切入的切削		$30^\circ \sim 45^\circ$
断续切削以及加工淬火锅	$-10^\circ \sim -30^\circ$	

7.2.4 硬质合金可转位刀片 (表 7—40)

表 7-10

可转位刀片型号

号位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
举例	T	N	U	M	16	04	08	E	R	A2
表达特性	刀片形状	法后角	精度等级	类型	刀片长度	刀片厚度	刀尖圆角半径	刃口形状	切削方向	槽型及宽度

代号	形 状
T	等边三角形
W	偏 8° 三角形
F	80° 凸三角形
S	正方形
P	等五边形
H	等六边形
O	等八边形
L	矩形
R	圆形
V	35° 菱形
D	55° 菱形
E	75° 菱形
C	80° 菱形
M	86° 菱形
K	55° 平行四边形
B	82° 平行四边形
A	85° 平行四边形

代号	法后角	精度	意 义
A	3°	精密	无槽、无中心孔
B	5°	中等	无槽、有中心孔
C	7°	普通	一面有槽、无中心孔
D	15°		一面有槽、有中心孔
E	20°		两面有槽、无中心孔
F	25°		两面有槽、有中心孔
G	30°		其它
N	0°		
P	11°		
O	其它		

代号	厚度	长度	类型	精度
00	尖角	以主切削刃尺寸整数表示，个位数前加 0，如：3.18 为 037.9 为 07	以刀片厚度尺寸整数表示，个位数前加 "0"，如：3.18 为 037.9 为 07	以主切削刃尺寸整数表示，个位数前加 0，如：3.18 为 037.9 为 07
02	0.2			
04	0.4			
06	0.6			
08	0.8			
12	1.2			

代号	形状	方向
F	尖刃	右
E	倒圆	左
T	倒棱	左、右
S	倒圆倒棱	

代号	Rmm
00	尖角
02	0.2
04	0.4
06	0.6
08	0.8
12	1.2

代号	形状
R	右
L	左
N	左、右

代号	形状	断屑槽宽度系列
J		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
H		
K		
Y		
A		
U		
V		
Z		
P		
G		
O		
W		
M		
D		
C		

* 铣削刀片用二个字母表示安装主偏角和刀片修光刃的法后角。
 ** 无特殊要求，该代号可省略不用。

7.2.5 麻花钻(表 7—41~7—42)

表 7—41

麻花钻的直径分级

(mm)

0.10	0.38	1.20	2.90	9.0	14.75	21.25	27.75	37.0	50.0
0.11	0.40	1.25	3.00	9.2	15.00	21.50	28.00	37.5	50.5
0.12	0.42	1.30	3.20	9.5	15.25	21.75	28.25	38.0	51.0
0.13	0.45	1.35	3.30	9.8	15.50	22.00	28.50	38.5	51.5
0.14	0.48	1.40	3.50	10.0	15.75	22.25	28.75	39.0	52.0
0.15	0.50	1.45	3.80	10.2	16.00	22.50	29.00	39.5	54.0
0.16	0.52	1.50	4.00	10.5	16.25	22.75	29.25	40.0	55.0
0.17	0.55	1.55	4.20	10.7	16.50	23.00	29.50	40.5	56.0
0.18	0.58	1.60	4.50	10.8	16.75	23.25	30.00	41.0	58.0
0.19	0.60	1.65	4.80	11.0	17.00	23.50	30.25	41.5	60.0
0.20	0.68	1.70	5.00	11.2	17.25	23.75	30.50	42.0	62.0
0.21	0.70	1.75	5.20	11.5	17.50	24.00	30.75	42.5	65.0
0.22	0.75	1.80	5.80	11.8	17.75	24.25	31.00	43.0	68.0
0.23	0.78	1.85	6.00	12.0	18.00	24.50	31.25	43.5	70.0
0.24	0.80	1.90	6.20	12.2	18.25	24.75	31.50	44.0	72.0
0.25	0.82	1.95	6.50	12.5	18.50	25.00	31.75	44.5	75.0
0.26	0.85	2.00	6.70	12.7	18.75	25.25	32.0	45.0	78.0
0.27	0.88	2.05	6.80	12.8	19.00	25.50	32.5	45.5	80.0
0.28	0.90	2.10	7.00	13.0	19.25	25.75	33.0	46.0	—
0.29	0.92	2.20	7.20	13.2	19.50	26.00	33.5	46.5	—
0.30	0.95	2.30	7.50	13.5	19.75	26.25	34.0	47.0	—
0.31	0.98	2.40	7.80	13.8	20.00	26.50	34.5	47.5	—
0.32	1.00	2.50	8.00	13.9	20.25	26.75	35.0	48.0	—
0.33	1.05	2.60	8.20	14.0	20.50	27.00	35.5	48.5	—
0.34	1.10	2.70	8.50	14.25	20.75	27.25	36.0	49.0	—
0.35	1.15	2.80	8.80	14.50	21.00	27.50	36.5	49.5	—

7.2.7 铰刀(表 7—47~7—49)

表 7—47 常用铰刀的类型和用途

标准代号	品 种	直径范围(mm)、锥度	用 途
GB1131-84	手用铰刀	直径 1~71	在单件或小批生产加工和装配工作中使用
GB1132-84	直柄机用铰刀	直径 1~20	成批生产条件下在机床上使用
GB1133-84	锥柄机用铰刀	直径 5.5~50	成批生产条件下在机床上使用
GB4243-84	锥柄长刃 机用铰刀	直径 7~50	成批生产条件下在机床上铰削带槽的孔
GB1135-84	套式机用铰刀	直径 25~100	成批生产条件下把铰刀套在专用的 1:30 锥度心轴上铰削直径较大的孔
GB1136-84	手用 1:50 锥度 销子铰刀	直径 0.6~50	装配工作中, 铰削圆锥销的锥度孔
GB1137-84	长刃 1:50 锥度 销子铰刀	直径 0.6~50	装配工作中, 铰削长度较长的圆锥销的锥度孔
GB1138-84	锥柄机用 1:50 锥度销子铰刀	直径 5~50	装配工作中在机床上铰削, 配较大直径圆锥销的锥度孔
GB1139-84	直柄莫氏圆锥 和公制圆锥铰刀	锥度 莫氏 0~6 号 公制 4 号、6 号	手工铰制莫氏圆锥孔和公制圆锥孔
GB1140-84	锥柄莫氏圆锥 和公制圆锥铰刀	锥度 莫氏 0~6 号 公制 4 号、6 号	成批生产条件下在机床上铰制莫氏圆锥孔和公制圆锥孔
GB1134-84	带刃倾角锥 柄机用铰刀	直径 8~32	成批生产条件下在机床上铰余量较大的通孔
GB4244-84	带刃倾角直 柄机用铰刀	直径 5.5~20	成批生产条件下在机床上铰余量较大的通孔
GB4251-84	硬质合金直 柄机用铰刀	直径 6~20	成批生产条件下在机床上用较高的速度铰孔
GB4252-84	硬质合金锥 柄机用铰刀	直径 8~40	成批生产条件下在机床上用较高的速度铰孔
GB3869-85	可调节手用铰刀	直径: 6.5~100	修配时铰削工件上的通孔

表 7-48

铰刀的直径偏差

(mm)

直 径	精 度 等 级		
	H7	H8	H9
	直 径 偏 差		
1~3	+0.008	+0.011	+0.021
	+0.004	+0.006	+0.012
3.5~6	+0.010	+0.015	+0.025
	+0.005	+0.008	+0.014
7~10	+0.012	+0.018	+0.030
	+0.006	+0.010	+0.017
11~18	+0.015	+0.022	+0.036
	+0.008	+0.012	+0.020
19~30	+0.017	+0.028	+0.044
	+0.009	+0.016	+0.025
32~50	+0.021	+0.033	+0.052
	+0.012	+0.019	+0.030
52~80	+0.025	+0.039	+0.062
	+0.014	+0.022	+0.036
85~100	+0.029	+0.045	+0.073
	+0.016	+0.026	+0.042

表 7-49

硬质合金铰刀的直径偏差

(mm)

直 径	精 度 等 级		
	H7	H8	H9
	直 径 偏 差		
5.3~6	+0.012	+0.018	+0.030
	+0.007	+0.011	+0.019
>6~10	+0.015	+0.022	+0.036
	+0.009	+0.014	+0.023
>10~18	+0.018	+0.027	+0.043
	+0.011	+0.017	+0.027
>18~30	+0.021	+0.033	+0.052
	+0.013	+0.021	+0.033
>30~40	+0.025	+0.039	+0.062
	+0.016	+0.025	+0.040

续表 1

标准代号	品 种	直径范围(mm)及锥度	用 途
GB6126—85	单角铣刀	直径: 40、50、63、80、100 角度: 18°、22°、25°、30°、 40°、45°、50°、55°、 60°、65°、70°	用于铣削角度槽
GB6127—85	不对称双角 铣 刀	直径: 40、50、63、80、100 角度: 55°、60°、65°、70°、 75°、80°、85°、90°、100°	用于加工各种刀具的刃 沟
GB6128—85	对称双角铣刀	直径: 50、63、80、100 角度: 18°、22°、25°、30°、 40°、45°、50°、60°、90°	用加工有螺旋角的铣刀 刃沟
GB1128—85	镶齿三面刃 铣 刀	直径: 80、100、125、160、200、250、 315	用于加工凹槽和台阶, 刀齿磨损后, 铣刀宽度可 以调整
GB1120—85 GB1121—85 GB6120—85	锯片铣刀 粗 齿 细 齿 中 齿	直径: 32、40、50、63、80、100、 125、160、200、250、315	用于铣削窄而深的槽或 锯断工作, 细齿适用于锯 切黑色金属, 粗齿适用于 锯切有色金属
GB1122—85	螺钉槽铣刀	直径: 40、60、75	用于切窄槽
GB1112—81	直柄键槽铣刀	直径: 2、3、4、5、6、8、10、12、 14、16、18、20	用于加工圆头封闭或半 封闭式的键槽, 键槽铣刀 在圆周及端面上都有切削 刃, 工作时可以垂直进给 也可以沿工件轴线进给
GB1113—81	锥柄键槽铣刀	直径: 14、16、18、20、22、25、28、 32、36、40、45、50	
GB1127—81	半圆键槽铣刀	宽度×直径: 1×4、1.5×7、2×7、2× 10、2.5×10、3×13、3× 16、4×19、5×19、5× 22、6×22、6×25、8× 28、10×32	用于铣削半圆键槽
GB5342—85	可转位面铣刀	直径: 50、63、80、100、125、160、 200、250、315、400、500	加工钢用 YT14 刀片, 加工铸铁用 YG8 刀片
GB5340—85	可转位立铣刀	直径: 12、14、16、18、20、25、32、 40、50	
GB5341—85	可转位三面刃 铣 刀	直径: 100、125、160、200、250	

表 7-51

铣 刀 直 径 的 选 择

(mm)

1. 圆柱铣刀

铣削深度	70	90	100
铣削宽度	5	8	10
铣刀直径	60~75	90~110	110~130

2. 套式面铣刀

铣削深度	4	4	5	6	6	8	10
铣削宽度	40	60	90	120	180	26	350
铣刀直径	60~75	75~90	110~130	150~175	200~250	300~350	400~500

3. 三面刃圆盘铣刀

铣削深度	8	12	20	40
铣削宽度	20	25	35	50
铣刀直径	60~75	90~110	110~150	175~200

4. 槽铣刀及切断铣刀

铣削深度	4	4	5	10
铣削宽度	5	10	12	25
铣刀直径	40~60	60~75	75	110

7.2.9 丝锥与板牙(表 7—52、7—53)

表 7—52 常用丝锥的类型和用途

标准代号	品 种	尺寸范围	用 途
GB3464—83	机用、手用丝锥	M1~M100	最普通的一种丝锥，可用于各方面。在齿尖强度上比螺旋槽丝锥优越，适合于不易发生堵屑条件下应用
GB3465—83	长柄机用丝锥	M3~M24	
GB3506—83	螺旋槽丝锥	M3~M33	用于盲孔，切屑成螺旋状连续向柄外排出
GB3466—83	长柄螺母丝锥	M3~M52	主要用于螺母攻丝
GB976—83	短柄螺母丝锥	M2~M52	
	锥度螺纹丝锥	1/16" ~ 2"	加工锥度螺纹
	锥管螺纹丝锥	1/8" ~ 2"	加工锥管螺纹
	管接头用锥管 螺纹丝锥	1/4" ~ 2"	主要加工可锻铸铁管接头
	圆管螺纹丝锥			1/8" ~ 2"	加工圆管螺纹

表 7—53 常用板牙的种类和用途

标准代号	品 种	尺寸范围	用 途
GB970—83	手用、机用圆板牙	M1~M68	加工普通螺纹
	可调圆板牙	M3~M20	一般用于校正螺纹
	英制管螺纹圆板牙	1/8" ~ 2"	加工英制螺纹、圆柱管螺纹、圆锥管螺纹

7.2.10 齿轮加工刀具

① 齿轮滚刀

齿轮滚刀有Ⅰ型和Ⅱ型两种基本型式：Ⅰ型适用于 JB3227—83《高精度齿轮滚刀通用技术条件》所规定的 AAA 级滚刀及 GB6084—85《齿轮滚刀通用技术条件》所规定的 AA 级滚刀；Ⅱ型适用于 GB6084—85《齿轮滚刀通用技术条件》所规定的 AA、A、B、C 四种精度的滚刀。

滚刀的基本型式和尺寸见表 7—54。滚刀一般作成单头、右旋、容屑槽为平行于其轴线的直槽。

表 7—54 齿轮滚刀的基本型式和尺寸 (GB6083—85) (mm)

模数系列		Ⅰ 型					Ⅱ 型				
1	2	顶圆 d_e	宽度 L	内孔 D	齿边宽度 (a_{min})	齿数 (z/r)	顶圆 d_e	宽度 L	内孔 D	齿边宽度 (a_{min})	齿数 (z/r)
1	1.25	63	63	27		16	50	32	22		
								40			
1.5	1.75	71	71	32			63	50	27		
2	2.25	80	80				71	56			12
								63			
2.5	2.75	90	90				80	71	32		
3	3.25	100	100	40	5	14	90	80	5		
4	4.5	112	112				90	90	32		
5	5.5	125	125	50			100	100	40		
6	6.5	140	140			12	118	118	40		10
7	7	140	140				125	125	40		
8	9	160	160	60			125	132	50		
10	9	180	180				140	150	50		
10	9	200	200				150	170	50		

- 注：1. 滚刀的轴台直径由工具厂自行决定，其尺寸应尽可能取得大一些。
 2. 按用户要求，滚刀可作成左旋。
 3. 键槽的尺寸和偏差按《铣刀和铣刀刀杆的互换尺寸》（此标准为国标报批稿，未正式公布，供参考）。

齿轮滚刀的精度为 AA、A、B、C 四个等级，分别用于加工精度按 JB179—83《渐开线圆柱齿轮精度》中规定的 7、8、9、10 四个精度等级的圆柱齿轮。

②直齿插齿刀，其结构及应用范围见表 7—55、7—56。

表 7—55 直齿插齿刀的型式、主要规格及应用范围

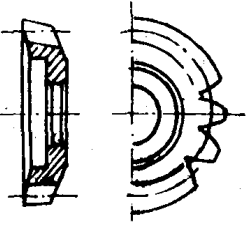
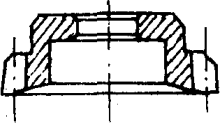
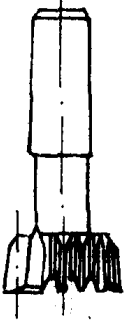
型式	名称	简图	公称分圆直径 (mm) 和模数	应用范围
I 型	盘形直齿插齿刀		$d=75 \quad m=1\sim 4$ $d=100 \quad m=1\sim 6$ $d=125 \quad m=4\sim 8$ $d=160 \quad m=6\sim 10$ $d=200 \quad m=8\sim 12$	适用于加工普通直齿外齿轮和大直径内齿轮 精度等级为 AA、A、B，分别用于加工 6、7、8 级精度齿轮
II 型	碗形直齿插齿刀		$d=50 \quad m=1\sim 3.5$ $d=75 \quad m=1\sim 4$ $d=100 \quad m=1\sim 6$ $d=125 \quad m=4\sim 8$	适用于加工塔形直齿齿轮 精度等级为 AA、A、B，分别用于加工 6、7、8 级精度齿轮
III 型	锥柄直齿插齿刀		$d=25 \quad m=1\sim 2.75$ $d=38 \quad m=1\sim 3.75$	适用于加工直齿内齿轮 精度等级为 A、B，分别用于加工 7、8 级精度齿轮

表 7—56 小模数直齿插齿刀的型式和精度

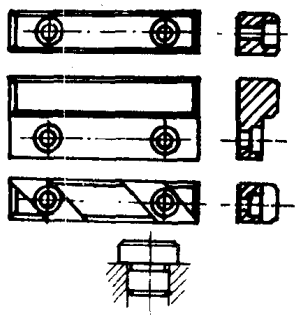
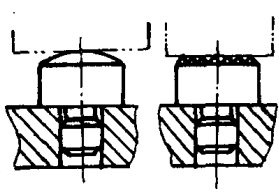
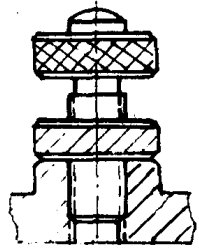
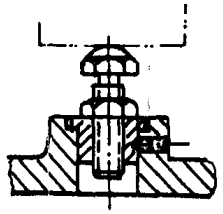
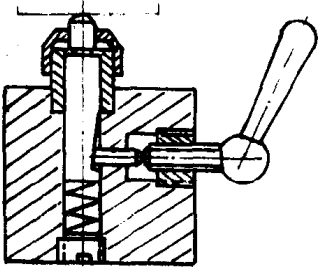
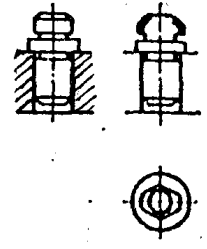
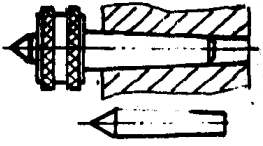
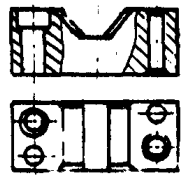
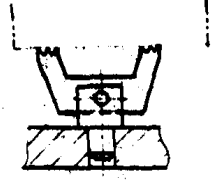
型式	插齿刀名称	公称分圆直径 (mm) 和模数	精度等级
I 型	盘形直齿插齿刀	$d=40 \quad m=0.2\sim 1$ $d=63 \quad m=0.3\sim 1$	AA、A、B
II 型	碗形直齿插齿刀	$d=63 \quad m=0.3\sim 1$	AA、A、B
III 型	锥柄直齿插齿刀	$d=25 \quad m=0.1\sim 1$	A、B

7.3 夹具

7.3.1 定位元件的结构形式(表 7—57)

表 7—57

定位元件的结构形式

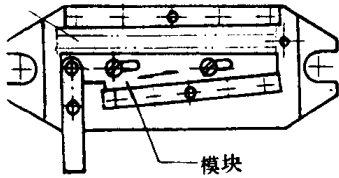
<p>(1) 支承和平顶平支承 用于支承零件上已加工过的定位面，作为零件的定位支承</p> 	<p>(2) 圆顶面支承和锯齿顶面支承 用于支承零件上未加工的定位面，作为零件的定位支承；锯齿顶面支承更为稳固，可用于承受切削力较大的夹具</p> 	<p>(3) 可调节定位支承 用于成批生产中；当零件的定位面还留有余量，以便在后一工序切去，或者每批零件留有不同余量时，为了调节加工面与定位面间的尺寸，均需用此种支承</p> 
<p>(4) 螺母螺旋定位支承 应用于支承重型零件，高度方向用锁紧螺母锁紧</p> 	<p>(5) 辅助定位支承 作为辅助定位机构，起补充主要支承的作用，并使零件在加工时具有更大的刚度</p> 	<p>(6) 定位销 用于以圆孔作定位来安装零件；单孔定位用圆型，两孔定位时另一孔用扁型</p> 
<p>(7) 顶针： 用于零件的车削，高速时用活动顶针</p> 	<p>(8) V型块 用于圆柱外表面定位</p> 	<p>(9) 自动调节式辅助支承多用于批量生产</p> 

7.3.2 夹紧元件的结构形式 (表 7—58)

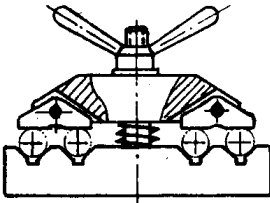
表 7—58

夹紧元件的结构形式

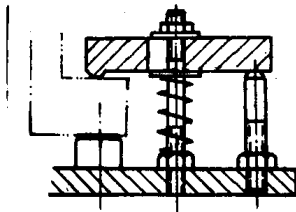
1. 模块式夹紧机构, 用于切削力不大时



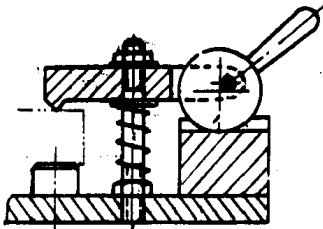
2. 平行夹紧机构, 用于多个零件同时夹紧。



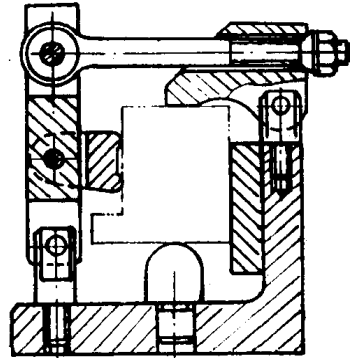
3. 移位式压板, 夹紧高度可随零件尺寸调节, 装卸时可将压板移向一侧



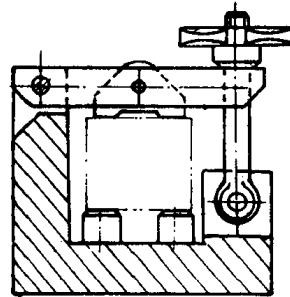
4. 偏心夹紧机构, 用于快速夹紧。



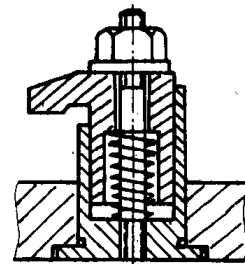
5. 交叉浮动压板夹紧机构, 用于夹紧形状复杂的零件, 可同时在若干点夹紧, 能补偿工件夹紧部位的尺寸差异。



6. 摆动式压板, 用于夹紧高度变化不大的工件。



7. 钩形压板夹紧机构, 当位置受到限制, 无法采用其它形式夹紧构时



7.3.3 常用夹具零件的通用标准

表 7—59

回 转 压 板 (JB216—60)

(mm)

标记: $d \times r$

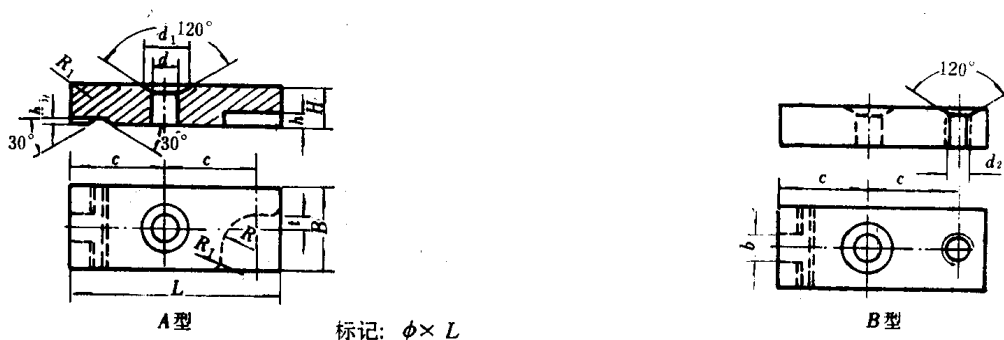
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	
B	14	18	20	22	25	32	
H	公称尺寸	6	8	10	12	16	18
	允 差	-0.08	-0.10		-0.12		
b	7	9	11	11	13	15	
d_1	公称尺寸	6	8	10	10	12	16
	允 差	+0.08	+0.10		+0.12		
d_2	6	7	9	11	13	17	
d_3	7	9	11	11	13	17	
r	20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、100、110、120						

- 注: 1. 材料: 45 钢;
 2. 热处理: 淬火+中温回火, HRC31~35;
 3. 表面处理: 发蓝;
 4. 去毛刺。

表 7—60

转 动 压 板 (JB208—60)

(mm)



杆直径 ϕ	L		B	H	b	c	d	d_1	d_2	h	h_1	k	m	t	R
	A型	B型													
6	40	—	18	8		17							4		
	45	45	20	10	7	20	7	12	M6	2.5	1	5	6	3	8
	50	50	22	12		22							8		
8	42	—	20	10		18							4		
	50	50	22	10	9	22	9	16	M8	3.5	1	6	8	4	10
	60	60	25	12		27							10		

续表 1

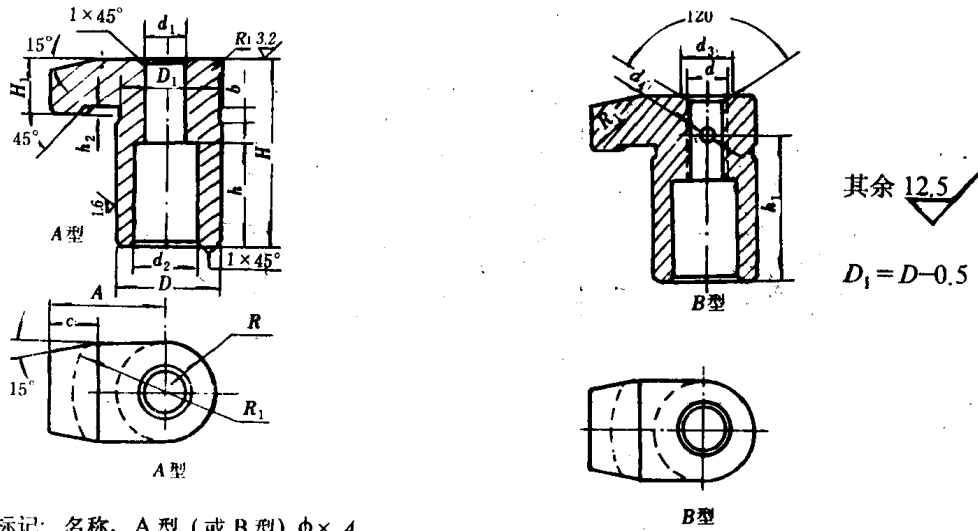
杆直径 φ	L		B	H	b	c	d	d_1	d_2	h	h_1	k	m	t	R
	A型	B型													
10	55	—	25	12		23							6		
	65	65	28	14	12	28	12	20	M10	4	1.5	8	8	5	12.5
	80	80	30	16		35							12		
12	65	—	30	16		28							6		
	80	80	32	18		35							10		
	100	100	36	20	14	45	14	22	M12	5	1.5	10	15	6	15
	120	120	36	22		55							25		
16	80	—	36	20		34							6		
	100	100	40	22		44							12		
	120	120	45	25	18	54	18	28	M16	6	2	12	18	8	17.5
	150	150	45	30		69							35		
20	100	—	45	25		42							10		
	120	120	50	25	22	52							15		
	150	150	50	30	22	67	23	63	M20	7	2	15	25	10	20
	180	180	55	35		82							40		
24	120	—	50	30		50							12		
	150	150	55	30		65							20		
	180	180	60	35	26	80	27	42	M24	8	2	18	30	12	22.5
	210	210	60	40		90							45		
30	150	—	65	35		63							15		
	180	180	65	35		78							25		
	210	210	65	40	32	93	32	52	M30	10	3	20	35	15	30
	240	240	65	45		108							50		
36	200	—	75	40		85							20		
	250	—	75	45	38	110	39	64	—	12	3	25	40	18	20
	300	—	80	50		135							65		

- 注: 1. 材料: 25 钢或 45 钢;
 2. 热处理: 25 钢渗碳 0.8~1.2, 淬火 HRC58~63; 45 钢淬火 HRC43~48;
 3. 表面处理: 发蓝;
 4. 去毛刺。

表 7-61

钩形压板 (JB218-60)

(mm)



标记: 名称, A 型 (或 B 型) $\phi \times A$

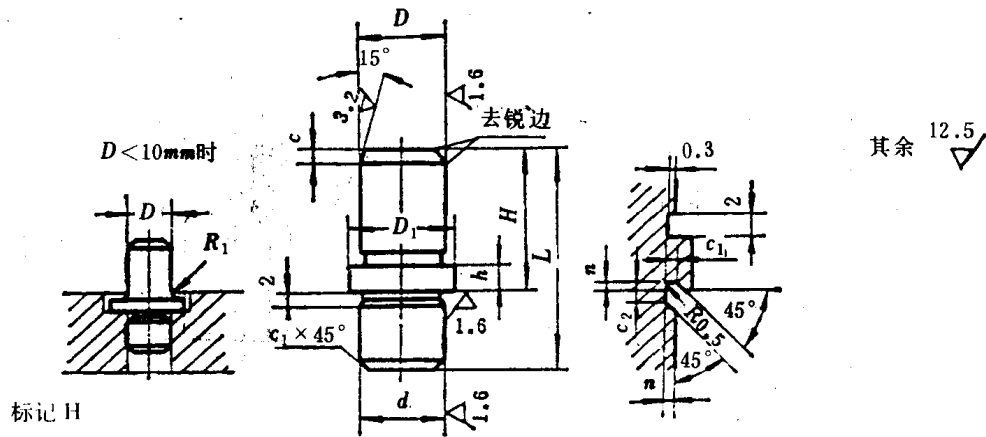
A 型	B 型	A	B	D		H	H ₁	R		R ₁	b	c	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		h	h ₁	h ₂
				公称尺寸	允差			公称尺寸	允差							公称尺寸	允差			
6	M6	18	16	16	-0.020	28	8	8	-0.10	14	3	8	7	10	7	2	+0.010	16	22	1
		23			-0.070	35	10			20		12						21	28	
8	M8	23	20	20	-0.025	35	11	10	-0.12	18	4	10	9	14	9	3	+0.013	20	28	1.5
		28				-0.055	45			13		23						14	28		35
10	M10	28	25	25	-0.032	45	13	12.5	-0.14	22	5	12	11	16	11	4	+0.013	25	35	2
		35				-0.100	58			16		30						16	36		46
12	M12	35	30	30	-0.032	55	16	15	-0.14	26	6	15	13	18	13	6	+0.013	30	42	2
		45				-0.100	70			20		36						18	54	
16	M16	45	35	35	-0.032	70	22	17.5	-0.14	35	7	20	17	24	17	5	+0.013	40	54	2
		55				-0.100	90			25		45						25	74	
20	M20	55	40	40	-0.032	80	28	20	-0.14	43	8	25	22	30	21	6	+0.013	45	60	2
		65				-0.100	100			30		53						30	75	
24	M24	65	50	50	-0.032	95	32	25	-0.14	50	9	30	26	34	25	6	+0.013	50	70	2
		75				-0.100	120			35		60						35	95	

- 注: 1. 材料: 45 钢;
 2. 热处理: 淬火+回火, HRC35~40;
 3. 表面处理: 发蓝。

表 7-62

固定式圆柱定位销 (JB234-60)

(mm)



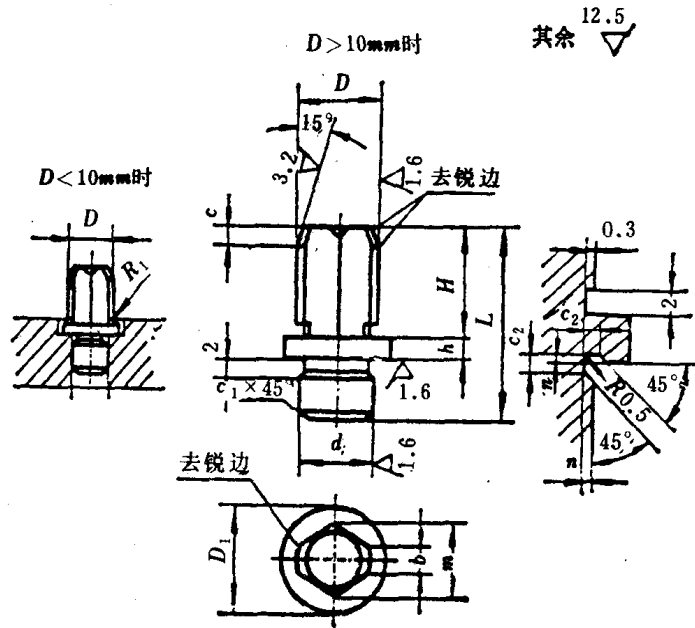
D	d		H	h	L	c	c_1	D_1	c_2	n
	公称尺寸	允 差								
>3~6	10	+0.020	6	3	20	1.5	1	15	0.8	0.25
>6~10		+0.010	8	4	28	2		16		
>10~16	12	+0.024	10	5	32	3	1.5	20	1.5	0.5
>16~20			12		28			4			1.8
>20~26	16	+0.012	14	—	32	5	1.8	—	2	0.5
>26~32			16		36			2		
>32~40	20	+0.035	18	—	42	5	2	—	2.5	0.5
>40~50	30	+0.018	24		54			6		

- 注: 1. 材料及热处理: $D > 16$ 时用 25 钢, 渗碳深 $0.8 \sim 1.2$, 淬火 HRC55~60; $D < 16$ 时用 T8A, 淬火 HRC55~60;
 2. D 的公差按配合要求决定;
 3. D 对 d 的同轴度公差不超过 0.005.

表 7-63

固定式菱形定位销 (JB235-60)

(mm)



标记 D

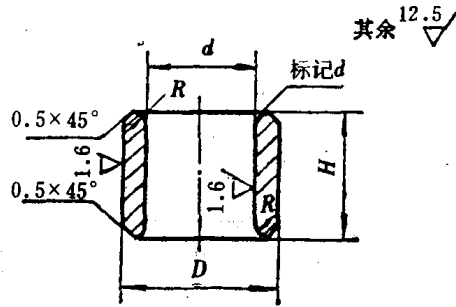
D	d		H	h	L	b	c	c ₁	D ₁	m	c ₂	n
	公称尺寸	允差										
>3~6	10	+0.020	5	3	20	2	1.5	1.2	16	D-0.5	0.8	0.25
>6~10		+0.01	6	4	28	3	2	1.2	16	D-1		
>10~16	12	+0.024	8	5	32	3	3	1.5	20	D-2	1.5	0.5
>16~20		+0.012	10	-	26	6	4	1.5	-	D-2		
>20~26	16	+0.030	12	-	32	7	5	1.8	-	D-4	2	0.5
>26~32		+0.015	14	-	34	8	5	1.8	-	D-5		
>32~40	20	+0.035	16	-	40	10	6	2	-	D-5	2.5	0.5
>40~50	30	+0.018	18	-	45	10	7	2.5	-	D-5		

- 注: 1. 材料及热处理: D<16时, 用T8A, 淬火HRC55~60; D>16时, 用25钢, 渗碳0.8~1.2, 淬火HRC55~60;
 2. D之公差按配合要求决定;
 3. D对d之同心度偏差不得超过0.005.

表 7—64

固 定 钻 套 (JB262—60)

(mm)



标记: $d \times H$

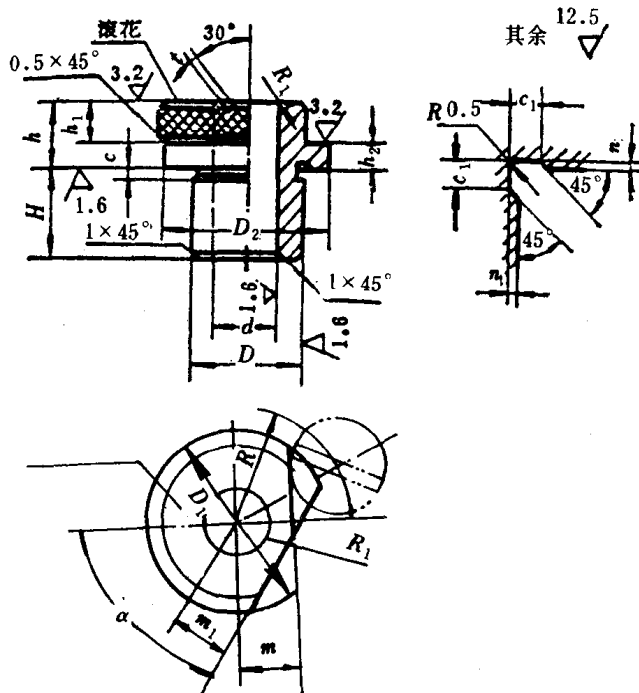
d	H	D		R	d	H	D		R	d	H	D		R
		公称尺寸	允 差				公称尺寸	允 差				公称尺寸	允 差	
0.5~1	6	3.5	+0.016	0.5	>1~1.5	6	4	+0.016	0.5	>1.5~2	6	5	+0.016	1
	8		+0.008			8		+0.008			8		+0.008	
	10					10					12			
>2~3	6	6	+0.016	1	>7~10	12	15	+0.024	1.5	>18~21	18	30	+0.030	2
	8		+0.008			18					0.015			
	12					24								
>3~4	8	8	+0.020	1	>10~12	12	18	+0.012	1.5	>21~25	18	35	+0.035	2
	12										18		+0.018	
	18										24			
>4~6	8	10	+0.010	1	>12~15	12	22	+0.030	1.5					
	12									18				
	18									24				
>6~7	8	12	+0.024	1	>15~18	18	26	+0.015	2					
	12		+0.012			24								
	18					32								

- 注: 1. 材料: T10A, 25 钢;
 2. 热处理: $d < 25$, 用 T10A, 淬火 HRC55~60; $d > 25$, 用 25 钢, 渗碳 0.8~1.2, 淬火 HRC55~60;
 3. d 对 D 同轴度公差 $D < 50$ 时, < 0.005 ; $d > 50$ 时, < 0.01 ;
 4. 孔径 d 的公称尺寸, 系刀具最大尺寸。

表 7—65

快 换 钻 套 (JB265—60)

(mm)



标记: 名称 $d \times D$

d	H	D	D_1	D_2	h	h_1	h_2	m	m_1	R	R_1	c	a	c_1	n
>2~4	8 12	8	15	14	9	5	3	4	4.5	11.5	1	1.5	40°	—	—
>4~6	12 18	10	18	17	10	6	3	5.2	6	13	1	1.5	40°	0.8	0.25
>5~8	12 18	12	22	20	11	6	4	6.2	7	15.5	1.5	1.5	45°		
>7~10	12 18 24	15	26	24	12	7	4	8	8.5	17.5	1.5	2	45°		
>9~12	12 18 24	18	30	28	12	7	4	9.5	10.5	19.5	1.5	2	45°	1.5	0.5
>11~15	18 24 32	22	35	33	12	7	4	11.8	13	22	1.5	2	50°		

续表 1

d	H	D	D_1	D_2	h	h_1	h_2	m	m_1	R	R_1	c	a	c_1	n
>14~18	18	26	40	38	14	8	5	14	15	26	2	2	50°	2	0.5
	24														
	32														
>17~21	18	30	45	43	14	8	5	16.9	17.5	28.5	2	2.5	55°	2	2.5
	24														
	32														
>20~25	24	35	50	48	14	8	5	19	20	31	2	2.5	60°	2	2.5
	32														
	42														
>24~30	24	40	58	56	14	8	5	23	24	35	2.5	2.5	60°	2.5	2.5
	32														
	42														
>28~35	24	45	64	62	16	9	6	25	26.5	39.5	2.5	2.5	60°	2.5	2.5
	32														
	42														
>35~47	32	58	80	78	16	9	6	32.5	34.5	47.5	3	3	65°	2.5	2.5
	42														
	55														
>44~52	42	70	92	90	18	10	7	38	40.5	55.6	3	3	65°	2.5	2.5
	55														
	70														

- 注: 1. 材料及热处理: $d < 25$, 用T10A, 淬火HRC55~60; $d > 25$, 用20钢, 渗碳0.8~1.2, 淬火HRC55~60;
 2. 孔径 d 的公称尺寸, 系刀具最大尺寸, 其公差按加工条件选取; 用于钻孔及扩孔时取F8 (相当于旧国标 D_8);
 用于粗铰取G7 (相当于旧国标 D_7); 用于精铰取G6 (相当于旧国标 D_{61});
 3. D 的公差取g5 (相当于旧国标 d_{51}) 或g6 (相当于旧国标 d_6);
 4. d 对 D 的径向跳动: 当 $D < 50$ 时, 径向跳动 < 0.005 ; 当 $D > 50$ 时, 则 < 0.01 。

8

液压传动系统及气动

8.1 基础标准及液压油

8.1.1 基础标准




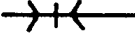
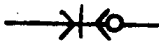



①压力分级(表 8—1)

表 8—1 压力分级(JB824—66)

压力分级		低 压	中 压	中 高 压	高 压	超 高 压
压力范围	MPa	0~2.5	>2.5~8.0	>8.0~16	>16~32	>32
	kgf/cm ²	0~2.5	>2.5~80	>80~160	>160~320	>320

②液压图形及符号(摘自 GB786—76, 表 8—2)

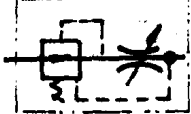
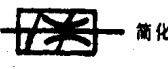
表 8—2 液压及气动图形及符号

名 称		符 号		名 称		符 号		
基 本 符 号	管路工作管路	<i>b</i> 约 0.4~1.2mm		压力接点				
	控制管路			通油箱管路油管 端面在油面之上				
	泄漏管路			油管端部在油面 之下				
	流动方向			开 关				
轴转动方向	一般快速接头组							
管 路 连 接 及 接 头	连接管路			管路连接及接头		带一个单向元件 的快速接头组		
	交叉管路	有一条通路的回 转头						
	软管连接	伸缩接头						
	堵 头	空气压缩机						

续表 1

		名称	符号			名称	符号
泵 马 达 及 缸	泵	单向定量液压泵		控制 方 式	人工控制	手柄式	
		双向定量泵				按钮式	
		单向变量液压泵				脚踏式	
		双向变量泵			机械控制	弹簧式	
	单向定量马达		顶杆式				
	双向定量马达		液气 压控制		直控式		
	单向变量马达				先导式		
	双向变量马达					差动式	
	摆动马达		电磁控制		单线圈式		
	单作用缸柱塞式缸				差动线圈式		
	单作用活塞式缸		电动机控制		直流双向旋转式		
	单作用伸缩式套筒缸				溢流阀		
	双作用单活 塞杆缸			外控溢流阀			
	不可调单向缓 冲式缸			减压 阀	定压减压阀		
	可调单向缓 冲式缸						
	双活塞杆缸						
差动式缸							

续表 2

名称		符号	名称	符号	
压力控制阀	减压阀	带溢流阀的定压减压阀	方向控制阀	二位四通阀	
		外控减压阀		二位五通阀	
		卸荷阀		三位三通阀	
流量控制阀	节流器	可调节流器	控制阀	三位四通阀	
		固定节流器		三位五通阀	
	节流阀	固定式节流阀		单向阀	液(气)控单向阀
		可调式节流阀			
	调速阀			辅助及其他装置	充压油箱
		 简化			气罐
方向控制阀	常闭式二位二通阀	其他装置	非隔离式气体蓄能器		
	常通式二位二通阀		油温调节器		
	一般二位三通阀		冷却器		

续表 3

名 称		符 号		名 称		符 号	
辅 件 及 其 他 装 置	冷 却 器			辅 件 及 其 他 装 置	指针式压力表		
	粗过滤器				带电接触点的 指针压力表		
	分水过渡器 人工放水				真 空 表		
	消 声 器				流 量 计		
	压力继电器				直读温度计		
	交流电动机						

8.1.2 液压油

① 液压油的分类

液压油成分和用途分类见表 8—3。

表 8—3 液压油成分和用途分类

矿物油系液压油	航空液压油	
	机床液压油	精密机床液压油、机床导轨液压油、机床导轨油、稠化液压油
	普通液压油	机械油、高速机械油、汽轮机油、变压器油
	液压设备防锈油	
不燃、难燃性液压油	水基液压油	水-乙二醇、乳化液类
	合成液压油	磷酸酯类、氯化烃类

② 液压油的选择

液压油既是液压传动系统的工作介质，又是液压元件的润滑剂，应具有适当的粘度、良好的粘温特性、良好的润滑性，抗氧化，无腐蚀作用，抗燃烧，不易乳化，不破坏密封材料，无毒，有一定的消泡能力等。

选择液压油，应根据泵的种类、工作温度、系统压力等情况，确定适用粘度范围，再选择合适的液压油品种。对不同的泵，油的推荐粘度范围见表 8—4。

表 8-4

推荐粘度范围

cSt(50°C) (mm²/s)

工 作 温 度, °C		5~40	40~80	
叶 片 泵	7MPa (70kgf/cm ²)	以 下	17~29	25~44
		以 上	31~40	37~54
齿 轮 泵		17~40	63~88	
轴 向 柱 塞 泵		25~44	40~98	
径 向 柱 塞 泵		17~62	37~154	

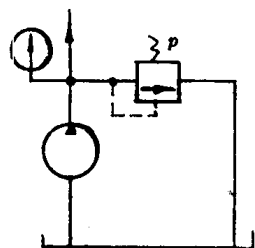
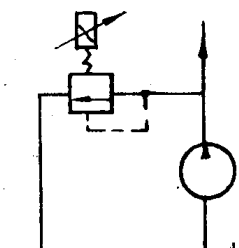
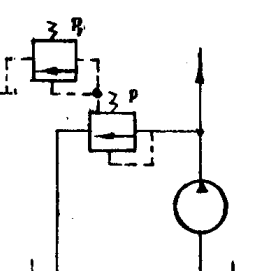
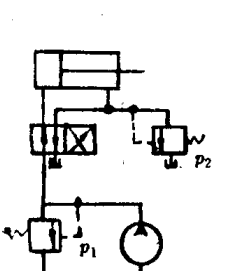
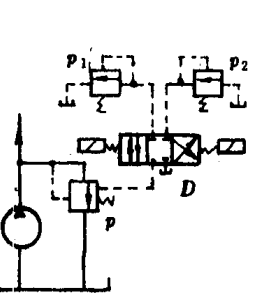
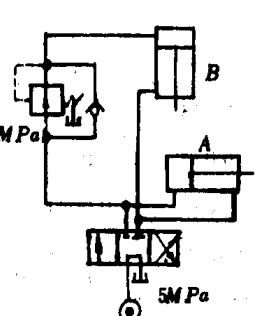
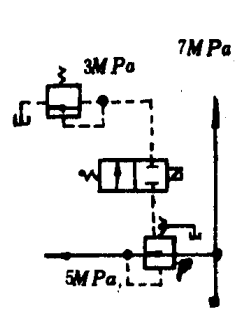
表 8-5

常用液压油的主要性质

油 类		凝点不高于 (°C)	闪点(开口) 不低于 (°C)	50°C 时的 运动粘度 cSt(mm ² /s)	运动粘度比 不大于 50/100°C	粘度指数 不小于	酸值不大于 mg KOH/g	机械杂质 不大于 (%)	水 分 (%)
名 称	牌 号								
机 械 油	10 号	-15	165	7~13			0.14	0.005	无
	20 号	-15	170	17~23			0.16	0.005	无
	30 号	-10	180	27~33			0.2	0.007	无
	40 号	-10	190	37~43			0.35	0.007	无
	50 号	-10	200	47~53			0.35	0.007	无
汽 轮 机 油	22 号	-15	180	20~23			0.02	无	
	30 号	-10	180	28~32			0.02	无	
	46 号	-10	195	44~48			0.02	无	
	57 号	0	195	55~59			0.05	无	
精 密 机 床 液 压 油	20 号	-10	170	17~23		90		无	无
	30 号	-10	170	27~33		90		无	无
	40 号	-10	170	37~43		90		无	无
稠 化 液 压 油	上稠 20-1	-33	163.5	12.51	3.33	105	0.237	无	无
	上稠 30-1	-49	185.5	18.67	3.35	130	0.131	无	无
	上稠 50-1	-48.5	174	40.56	3.35	130	0.123	无	痕迹
	兰稠 30-1	-32	149	17.85		125	0.034	0.0042	无
	兰稠 40-1	-38	149	29.66		144	0.034	0.0041	无
	兰稠 40-2	-37	146	27.35		140	0.0398	0.0048	无

8.2 液压系统基本回路 见表 8—6

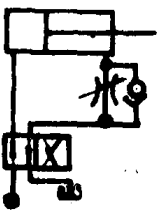
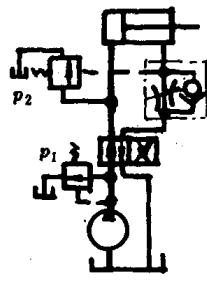
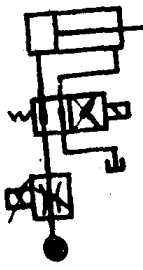
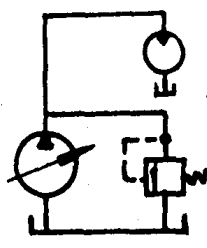
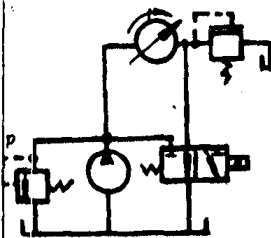
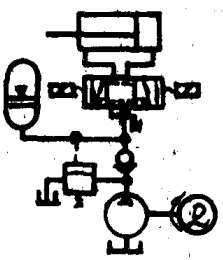
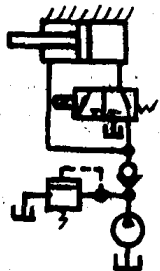
表 8—6 液压系统基本回路

调 压 回 路					
	简 图	说 明		简 图	说 明
调压回路		用溢流阀 p 调定泵的最高供油压力			调比例溢流阀的输入电流，即可改变系统的压力，达到调压的目的
远程调压回路		将远程调压阀（或小流量溢流阀） p_1 接在先导式溢流阀 p 的控制油口上，泵的压力即可由阀 p_1 作远程调压。 p 一般调至系统安全压力值	双压回路		液压缸活塞右行及左行的最高压力分别由溢流阀 p_1 及 p_2 调定
多级压力回路		泵的最高压力由压力阀 p 及远程调压阀 p_1 、 p_2 分别调为三种值用电磁换向阀 D 转换主溢流阀 p 的控制油路，就可以改变主溢流阀的溢流压力			
减 压 回 路					
用减压阀的回路		泵同时向缸 A 、 B 供油， B 缸工作时所需压力较低，所以在 B 缸油路上串联减压阀（注意约为 $1L/min$ ）及动作滞后	二级减压回路		在先导式减压阀 p 的控制油路上接入远程调压阀 p_1 。当换向阀在图示位置时，减压阀出口压力由 p 调定；当控制油路接通时，减压阀出口压力由 p_1 调定（ p_1 的调定压力较 p 低）

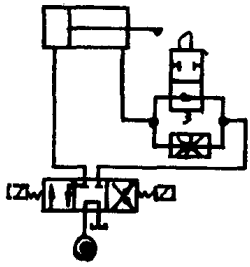
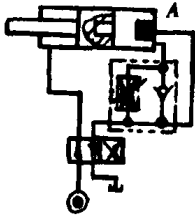
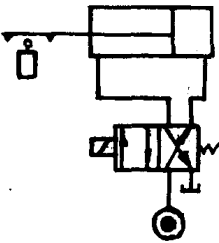
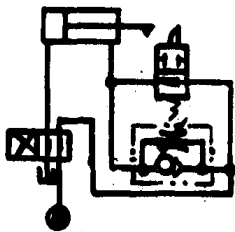
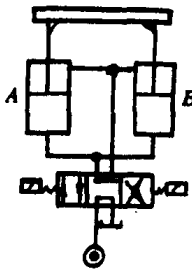
续表 1

增压回路				
简图	说明	简图	说明	
<p>气液增压回路</p>	<p>系统的动力源为压缩空气。油压力与空气压力之比为：$\frac{p_{油}}{p_{气}} = \frac{F}{F_1}$</p> <p>如果 $F/F_1 = n$，则油压力为气压的 n 倍</p>	<p>串联液压缸增压回路</p>	<p>当电磁铁 ICT 通电时，压力油经电磁铁换向阀流入液压缸 A 的左腔，推动活塞向右运动，此时液压缸 B 经单向阀 C 从油箱中吸油。当活塞运动到接触工件 W 以后，系统中的压力升高，打开顺序阀 D，压力油流入 B 缸的左腔，这时两缸的总输出力为 A 缸输出力的 $(1+F/F_1)$ 倍</p>	
卸荷回路				
<p>换向阀卸荷回路</p>	<p>用滑阀机能 H、K、M 型的换向阀，在中位时，可使泵经换向阀卸荷。如换向阀采用电液换向阀则应在泵出口或在回油管处装一个开启压力为 0.3~0.5MPa 的单向阀，以保证在泵卸荷时仍能使液动阀换向，特点是简单</p>	<p>溢流阀卸荷回路</p>	<p>用小型的二位电磁换向阀，将先导式溢流阀的遥控口接通油箱，使泵卸荷</p>	
<p>双联泵回路</p>	<p>快速移动时两泵同时供油；工作进给时低压、大流量泵卸荷</p>			
调速回路				
<p>进口节流回路(一)</p>	<p>这种回路适用于正负负荷的情况（即负荷与活塞运动方向相反的情况）</p> <p>缺点是功率损耗较大，并容易发热</p>	<p>进口节流回路(二)</p>	<p>采用溢流调速阀 Q 调速，由于泵的输出压力随负载而变，故功率损耗较小。此回路用于速度稳定性要求较高的场合。</p>	

续表 2

调 速 回 路					
	简 图	说 明		简 图	说 明
出口节流回路(一)		节流阀装在缸的回油路上, 回油腔有背压, 运动较平稳, 能用于负荷方向有时为负的情况 (即负荷与活塞运动方向相同的场合) 缺点是效率较低	出口节流回路(二)		用单向节流阀和并联的外控溢流阀 p_2 进行调速。溢流阀 p_1 作为安全阀使用。此系统泵压力随负载而变化, 功率损失较少, 且刚性较好, 一般只适用于低压系统
比例调速回路		改变输入电流, 即可控制流量。可以组成进口、出口、旁路节流回路	变量泵调速回路		执行元件可以是液压缸, 也可以是定量液压马达。回路最高压力由溢流阀所限定。调节变量泵的排量, 即可改变执行元件的速度。泵的输出压力取决于执行元件的负载, 若负载一定, 则压力不变, 液压马达的输出扭矩, 或油缸的输出力也不变。所以此回路又称为恒扭矩或恒输出力回路
变量马达调速回路		由定量泵和变量马达组成。回路最高压力由安全阀 p 限定。由于泵是定量泵, 在泵的输出压力 p 不变时, 功率保持恒定。因此这种回路称为恒功率回路			
速 度 变 换 回 路					
用蓄能器的增速回路		当液压缸快速移动时泵和蓄能器同时向液压缸供油。液压缸不工作时, 泵给蓄能器充油。 适用于瞬时需要大流量的场合	差动连接的回路		由于液压缸有活塞杆腔的油, 与泵排出的油一起流入液压缸的无活塞杆腔, 所以可实现增速。但差动连接后, 油缸的输出力相应减小, 负荷较大时不宜采用这种回路。

续表 3

速度变换回路					
	简图	说明		简图	说明
用行程阀的减速回路		当活塞右行时，活塞杆上的撞块碰到行程阀之前，活塞快速运动。当撞块压住行程阀后，回油受节流阀控制，使活塞作慢速进给	采用特殊结构液压缸的回路		当活塞右行时，在活塞上的孔未插入与之配合的 A 之前，回油直接流回油箱，故快速前进。当前进到 A 插入孔中后，因油只能经调速阀回油箱，故活塞慢速进给。 A 的长度按需要定
换向回路					
用电磁阀或电液阀换向回路		用活塞上的撞块碰撞行程开关或用系统中的压力继电器来控制电磁阀的换向			
缓冲回路					
用行程调速阀的回路		当油缸活塞快速运动到指定位置后，活塞杆上的撞块压住行程阀的阀芯，把行程阀的通路堵死，压力油需经节流阀流出油缸，从而使活塞运动速度减慢			
同步回路					
活塞杆机械固结的回路		这是一种最简单的同步方法，在同步精度要求不高，两边负载之差和行程较小的系统中，可以用此法			

续表 4

同 步 回 路		
	简 图	说 明
用调速阀的同步回路		<p>在各缸的进油路上装调速阀，并采用单向阀组整流，从而在两个方向实现速度同步</p> <p>该系统结构简单，成本低，可以调速，能实现多缸同步</p>
采用分流阀的同步回路		<p>用分流集流阀分配流量来达到同步。换向阀应装在分流集流阀之前，以避免不同时换向及内漏不等的影响</p> <p>特点是系统简单，能实现多缸同步</p>
顺 序 动 作 回 路		
用行程开关控制的回路		<p>按下起动按钮，电磁阀 1 通电，油缸 A 的活塞前进，到达右端时触动行程开关 b，使电磁阀 2 通电，油缸 B 的活塞前进，当到达右端时触动行程开关 c，使电磁阀 1 断电，A 缸的活塞退回，到达左端时触动行程开关 a，使电磁阀 2 断电，B 缸的活塞退回，完成一个工作循环。能保证严格的动作顺序</p>

8.3 液压传动系统的组成及设计计算

8.3.1 液压传动系统的组成

液压传动系统一般包括四个部分：动力部分，油泵；控制部分，包括压力控制阀、流量控制阀、方向控制阀等；执行部分，油缸及油马达；辅助部分，有油箱、管件、过滤器、蓄能器、换热器以及各种控制仪表等。

8.3.2 液压传动系统的设计

① 液压系统主要参数

A. 工作压力

液压系统的工作压力一般按机械设备的功率大小选择：小功率 (<15kW) 工作压力，可选 <6.3~7.0MPa；大功率可选 7.0~31.5MPa。各种机械常用液压系统压力见表 8—7。

表 8—7 各类机械常用液压系统工作压力

设备类型		磨床	组合机床	冶金辅助设备、龙门刨床	拉床	农业机械、小型工程机械、工程机械辅助机构	液压机、矿山机械、起重运输机械、重型机械
工作压力	MPa	0.8~2	3~5	2~12	8~10	10~16	20~31.5
	kgf/cm ²	8~20	30~50	20~120	80~100	100~160	200~315

B. 液压执行元件

a. 油缸有效面积 A

$$A = \frac{F_{\max}}{\Delta P \eta_m} \cdot (m^2)$$

$$\Delta P = p_1 - p_2$$

式中， F_{\max} ——活塞的最大负荷，N， F_{\max} 包括工作负荷 F 、摩擦和惯性阻力等；

简化计算可取 $F_{\max} = (1.1 \sim 1.2F)$

ΔP ——油缸进出口压差，Pa； p_1 ——油缸的工作腔压力，Pa； p_2 ——油缸的背压力，Pa，按表 8—8 选取； η_m ——油缸机械效率，一般取 0.85—0.99。

表 8—8 油缸的背压力

	系统类型	MPa	kgf/cm ²
中低压系统	简单的系统和一般轻载的节流调速系统，如磨床回油带背压阀	0.2~0.5	2~5
	回油带调速阀的进给系统满载工作时，如组合机床	0.5~1.5	5~15
	采用带补油泵的闭式回路，如矿山、工程、运输机械，拉床，龙门刨床	<0.5	<5
		0.8~1.5	8~15
高压系统	液压机、锻压机械	初算时可不计	

b. 油缸的背压力 P_{\max}

$$P_{\max} = \frac{A m^2}{\eta_v}$$

式中， A ——油缸的有效面积， m^2 ； U_{\max} ——缸体或活塞最大移动速度， m/s ； η_v ——油缸的容积效率，密封较好时， $\eta_v \approx 1$

c. 油马达的理论排量 $q = \frac{T}{p\eta} \text{ m}^3/\text{r}$

式中, T ——最大扭矩负荷, $\text{N} \cdot \text{m}$; P ——系统最大工作压力, Pa ; η ——油马达的总效率, 一般齿轮油马达和柱塞油马达取 0.85~0.95, 叶片油马达取 0.8~0.9。

d. 油马达所需的流量 Q_{\max}

$$Q_{\max} = \frac{qn}{60} \text{ m}^3/\text{s}$$

式中, q ——油马达的理论排量 m^3/r ; n ——油马达的最高转速 r/min 。

② 液压系统的油路循环形式

液压系统的油路循环形式分开式和闭式两类。两类系统的比较见表 8-9。

表 8-9 液压系统两类油路循环形式的比较

循环形式	开 式	闭 式
适应工况	一般均能适应, 油泵可向多支路供油	限于要求换向平稳、换向速度高的一部分容积调速系统。泵不能向多支路给油
结构特点	简 单	复 杂
散热性能	良好, 但油箱较大	较差, 须用辅助油泵换油冷却
抗污染能力	较 差	较 好
适用调速回路	节流调速	容积调速
管路损失	较 大	较 小
效 率	低	较 高

③ 液压件的选择

A. 液压执行元件的选择

根据已确定的系统工作压力, 油缸活塞面积, 流量, 油马达所需的流量, 即可以进行液压执行元件的选择或设计。油泵、油马达的型式、性能、规格见表 8-10、表 8-11、表 8-12。

表 8-10

齿轮泵、齿轮马达

类别	型号	排量 (ml/r)	压力, MPa(kg/cm ²)		转速(r/min)			驱动功率 (kW)	扭 矩 (Nm)	生 产 单 位
			额 定	最 高	额 定	最 高	最 低			
齿 轮 泵	CB	31.8~98.1	10(100)	12.5(125)	1450	1650	8.7~27.1		长江、合肥、栖霞、 长治液压件厂、天津机 械厂	
	CB3	6~14	14(140)	17.5(175)	2000	3000	3.4~8		合肥、长治液压件厂	
	CB-B	2.5~125	2.5(25)		1450		0.13~6.5		武汉、湖北、无锡、 益都、阜新、仙居液压 件厂、天津液压件厂、 上海机床厂	
	CB-C	10.9~70.8	10(100)	14(140)	1800	2400	4.8~43.2		四平液压件厂	
	CB-D	69.4~213.8	10(100)	12.5(125)	1800	2400	31.8~97.8		长江液压件厂	
	CB-E	11.27~39.45	14(140) 16(160)	17.5(175) 20(200)	1800	2400	6.9~27.6		榆次液压件厂	
	CB-F	16.4~203.2	10~16 (100~160)	12.5~20 (125~200)	2000	2200~3000	10.5~100		益都、长江、阜新、 武汉液压件厂	
	CB-L	40.6~200.9	16(160)	20(200)	2500、2000	3000、2500	29.5~116.7		长江液压件厂	
	CB-Q	20~63	20(200)	25(250)	2000	3000	16~46		合肥、栖霞液压件厂	
	CB-S	10~140	16(160)	20(200)	2500、2000	3000、2500	8.5~85.5		阜新液压件厂	
齿 轮 马 达	CB-X	10.18~40.15	20(200)	25(250)	3000		11~43.7		长江液压件厂	
	CM-E	69.4~213.8	10(100)	12.5(125)	500	2400		11.0~34.0	长江液压件厂	
	CM-C	10.9~70.8	10(100)	14(140)	1800	2400		1.74~11.27	四平液压件厂	
	CM-D	11.27~39.45	14(140)	17.5(175)	1800	2400		2.0~7.0	榆次液压件厂	
	CM-F	40~100	20、16 (200、160)	25、20 (250、200)	150~2000			11.5~22.4	天津液压件厂	
	BM、BYM 摆线马达	80~320	10 (100)	12.5、12 (125、120)	400~180	500~200	15~10	10~75	南京液压件三厂、镇 江液压件厂	

叶片泵、叶片马达

类别	型号	排量 (ml/r)	压力 MPa (kgf/cm ²)	转速, (r/min)			驱动功率 (kW)	扭矩 (Nm)	生产单位
				额定	最高	最低			
单级叶片泵	YB ₁	2.5~100	6.3(63)	1450, 960			0.6~13		上海、南京、阜新、邵阳、湖北、天津液压件厂、秦川机床厂
	YB	6.4~194	7.0(70)	1500, 1000			1.08~24.67		榆次、大连、武汉液压件厂
	YB-D	6.3~100	10(100)	600~2000 600~1500			1.4~6.5 8.2~20.4		上海液压件厂
	YB-E	6~80	16(160)		1500	600	2.6~34.9		南京液压件厂
	YB ₁ -E	10~100	16(160)		1800	600	3.8~32.8		上海液压件厂
	YB ₂	10~200	16(160)		2000, 1500, 1250	600	6.53~65.36		榆次液压件厂
双联叶片泵	YB ₁		6.3(63)	1450, 960			0.6~13		生产单位与单级泵相同
	YYB	6/6~113/6	7.0(70)		2000, 1800, 1500	800, 600	1.08~24.67		榆次、大连液压件厂
双级叶片泵	Y2B	6~194	14(140)		2000, 1800, 1500	800, 600	2.33~53.08		榆次、大连液压件厂
	YBN	20.40	0.7~7 (7~70)		1800	600	0.45~2.86		榆次、大连、长江液压件厂
变量叶片泵	YBX	0~16 0~25 0~40	6.3(63)	600~1500			2.6~9.8		上海、阜新、天津、邵阳液压件厂
	YBP	10~63	6.3, 10 (63, 100)	600~1500			1.8~18.8		南京液压件厂
叶片马达	YM	16.3~93.5	6.0(60)		2000	100		11.0~72.0	榆次液压件厂

表 8-12 柱塞泵、柱塞马达

类别	型号	排量(ml/r)		压力 MPa(kgf/cm ²)		转速(r/min)		额定功率(kW)	扭矩(Nm)	生产单位
		额定	最高	额定	最高	额定	最高			
柱 塞 泵	BFW	40 32		25, 32 (250, 320)		1500				湘潭液压件厂
	JB	17.6~128		25, 32 (250, 320)	32, 40 (320, 400)	1800, 1000	1500, 2400	11.36~140		上海液压泵厂、沈阳工程液压件厂
	XB	9.5~227		21, 14 (210, 140)	28, 24 (280, 240)	3000~1200	4000, 2000	10~90	31.4~470	上海液压泵厂、临夏、湘潭、四平液压件厂、北京工程机械公司
	CY14-1B	10~250		32 (320)		3000 1500 1000		6~148		上海高压油泵厂、启东高压油泵厂、天津高压泵阀厂、邵阳液压件厂、南京液压件二厂
	TBP	10~50		7~32 (70~320)		1500~2500	2000~3600	2~29		南京液压件二厂
	XB ₁	50.5~107		25 (250)	32 (320)	2000	2500	44.7~70	24~35	上海液压件三厂
	ZB	481~87		21, 20 210, 200	35, 25 (350, 250)	970~2200	1500~2200	185~50	160~26	上海液压泵厂
	Z※B	106.1~481.4		16 (160)	32, 25 (320, 250)	1450, 970		43.2~130.2	25.1~113.6	太原矿山机器厂
	ZB750	915		32 (320)		970		464		太原矿山机器厂
	2ZBYC-F75	2×75		20 (200)	32 (320)	2000	2500	116		太原矿山机器厂
	A2F	9.4~500		35 (350)	40 (400)		7500~2000	41~583	5.33~283.5	北京液压件二厂

注: ※代表ZDB, ZKB, ZXB型号。

续表 1

类别	型号	排量(ml/r)		压力 MPa(kgf/cm ²)		转速(r/min)		额定功率 (kW)	扭矩 (Nm)	生产单位
		额定	最高	额定	最高	额定	最高			
柱塞泵	A6V	8.1~137 (最小)	28.1~500	35 (350)	40 (400)	4750~1900	6250~2500	71~507	143~2543	北京液压件二厂
	A7V	20~500		35 (350)	40 (400)	4100~1200		57~437		北京液压件二厂
	A8V	28~107		32 (320)	40 (400)		2078~2334	48.1~138.8		北京液压件二厂
柱塞	IJMD	0.201~6.140		16 (160)	22 (220)	10~400 10~200 10~150 10~100 10~75		19.2~110	470~14300	太原矿山机器厂
	JM10	0.201~7.6		16 (160)	22 (220)	5~400 5~200 5~100 5~60		19~107	460~17400	昆山液压件厂
	JM20	0.0315~2.24		10, 16 (100, 160)	20, 31.5 (200, 315)	10~1500 5~1000 5~300		7~158.1	90~10097	昆山液压件厂
	JM30	0.125~5.275		16 (160)	31.5 (315)	5~800 5~500 5~150		23.5~186	286~12080	昆山液压件厂
	NJM	1.25~40		25, 20, 16 (250, 200, 160)		100~12			4860~98620	上海液泵厂
马达	NJM	0.964~4		25 (250)	32 (320)	100~40			3310~13850	沈阳工程液压件厂、 徐州液压件厂
	QJM	0.106~10.2		10.0~20.0 (100~200)	32 (320)	500~32			170~30000	镇海液压件厂
	SXM	0.25~1.6		20~10 (200~100)	32~12.5 (320~125)	15~250 5~80		3.8~38	740~3700	沈阳液压件厂

B. 油泵的选择与计算

a. 油泵的工作压力 p_p

$$p_p \geq p_1 + \Delta p_1 \text{ Pa}$$

式中 p_1 ——液压执行元件中的最大工作压力, Pa; Δp_1 ——系统中总压力损失, Pa, 在初步计算时, 对于流速不大、一般节流调速及管路简单的系统取0.2~0.5MPa; 高压大流量、油路有调速阀及管路复杂的系统取0.5~1.5MPa。

考虑到系统的动态压力及油泵的使用寿命等, 通常在选择油泵规格时, 其额定压力 P_0 宜比工作压力 p_p 大25~60% 即:

$$p_0 = (1.25 \sim 1.6)p_p$$

b. 油泵的流量 Q_p

在没有蓄能器的系统中, 按系统中的最大工作流量选取:

$$Q_p = K(\sum Q_{\max}), \text{ m}^3/\text{s}$$

式中, $\sum Q_{\max}$ ——系统中同时动作的各个并联执行元件所需的最大总流量, m^3/s ; K ——系统油液泄漏系数, 一般 $K=1.1\sim 1.3$, 在有蓄能器的系统中, 按系统在一个工作周期中的平均工作流量选取:

$$Q = \frac{K}{T} \sum_{i=1}^Z V_i, \text{ m}^3/\text{s}$$

式中, K ——系统油液泄漏系数, 一般取 $K=1.2$; T ——机组工作周期, s; V_i ——液压执行元件在工作周期中的总耗油量, m^3 ; Z ——液压执行元件的个数。

c. 油泵的驱动功率 N

$$N = \frac{P_p Q_0}{\eta}$$

式中, P_p ——油泵的最大工作压力, Pa; Q_0 ——所选油泵的额定流量, m^3/s ; η ——泵的总效率, 一般齿轮泵 $\eta=0.6\sim 0.8$, 叶片泵 $\eta=0.75\sim 0.85$, 柱塞泵 $\eta=0.75\sim 0.9$ 。

d. 油泵的选择

根据油泵容量计算的结果, 以及系统工作稳定程度、工作条件以及其它条件, 即可确定油泵的结构型式, 型号及台数并按产品样本选用(表8—10~表8—12)。所选择的油泵的额定流量 Q_0 要大于上述计算求得的 Q_p , 但不宜超过太多, 否则大量油液经溢流阀流回油箱, 导致油液发热。

C. 控制阀的选择

控制阀的选择依据是额定压力、最大流量、动作方式、安装形式、压力损失、工作性能参数及使用寿命等。

流量控制阀(如节流阀、调速阀)根据系统工作压力、最大流量和最小稳定流量选取。

压力控制阀根据系统工作压力和最大流量选取; 主溢流阀按系统工作压力和泵的最大流量选取。


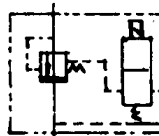
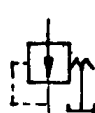
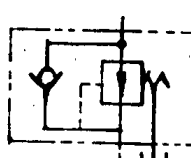
方向控制阀根据系统工作压力和所需通过的流量, 满足执行机构动作要求的控制机能进行选取。

一般选择控制阀的额定流量应比系统实际通过的流量稍大一些, 必要时允许通过阀的最大流量超过其额定流量的20%。

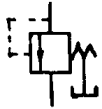
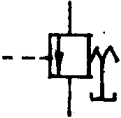
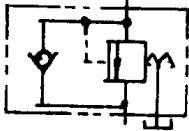
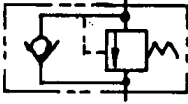
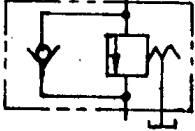
压力控制阀技术规格见表8—13。流量控制阀技术规格见表8—14。方向控制阀技术规格见表8—15。比例控制阀技术规格见表8—16。

表 8—13

压力控制阀技术规格

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L/min)	
溢 流 阀		P 型低压溢流阀	8~24	2.5	10~63	广州机床研究所系列
		Y 型中压溢流阀	9~30	6.3	10~160	
		YF 型溢流阀	8~80	7~35	2~1200	榆次液压件厂系列
		Y 型溢流阀	6~80	31.5	2~1250	机械部联合设计系列
		DBD 直动型溢流阀	6~30	63	330	引进西德 Rexroth 公司
		DB 先导型溢流阀	8~30	31.5	600	系列
溢 流 阀		YE 型电流电磁溢流阀	12, 18	6.3	25~63	广州机床研究所系列
		YFD 电控卸荷溢流阀		7~21	100	榆次液压件厂系列
		YD、YE 型电磁溢流阀		0.6~31.5	40~2000	机械部联合设计系列
		DBW 电磁卸荷溢流阀	8~30	3.15	600	引进西德 Rexroth 公司系列
减 压 阀		J 型减压阀	9~30	6.3	10~160	广州机床研究所系列
		JF 型减压阀	10~32	7~14	20~300	榆次液压件厂系列
		ZDR 直动型减压阀	6, 10	21	30~50	引进西德 Rexroth 公司系列
		J 型减压阀		0.6~31	40~500	机械部联合设计系列
减 压 阀		J1 型单向减压阀	9~24	6.3	10~160	广州机床研究所系列
		JDF 型单向减压阀	10~32	7~14	20~300	榆次液压件厂系列
		JA 型单向减压阀		0.6~31	40~500	机械部联合设计系列
		DR 型单向减压阀	8~32	31.5	300	引进西德 Rexroth 公司系列

续表 1

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L/min)	
顺 序 阀		X 型直控顺序阀 X2F 型直控顺序阀 X 型直控顺序阀	广州 9~32	广州 2.5	广州 10~160	广州机床研究所 榆次液压件厂 机械部联合设计
		XY 型液控顺序阀 X3F 型远控顺序阀 XY 型远控顺序阀	榆次	榆次	榆次	广州机床研究所 榆次液压件厂 机械部联合设计
		XI 型直控单向顺序 阀 XD2F 直控单向顺 序阀 XA 型直控单向顺 序阀	10~50 联合	1~7 联合	20~300 联合	广州机床研究所 榆次液压件厂 机械部联合设计
		XD1F 直控平衡阀 PH 型直控平衡阀	10~50	0.6~8	40~500	榆次液压件厂 机械部联合设计
		XIY 型液控单向顺 序阀 XD3F 型远控单向 顺序阀 PAY 型远控单向顺 序阀		联合 (先导) 0.6~31.5		广州机床研究所 榆次液压件厂 机械部联合设计

续表 2

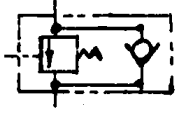
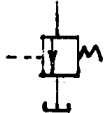


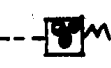
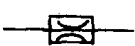
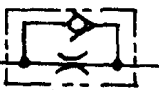

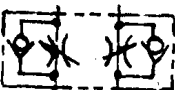
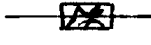

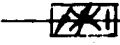
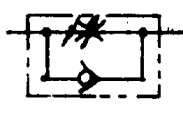
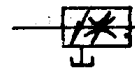

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L/min)	
顺 序 阀		XD4F 型远控平衡 阀				榆次液压件厂 机械部联合设计
		PHY 型远控平衡 阀				
顺 序 阀		X4F 型卸荷 阀	10~32	31.5	250	榆次液压件厂 机械部联合设计 引进西德 Rexroth 公司
		H 型卸荷 阀				
		DA / DAW 型卸荷 阀				
		DZ 型顺序 阀					10~32	21	450
背 压 阀		B 型背压 阀	8~30	6.3	10~250	广州机床研究所
限 压 单 向 阀		XDF 限压单向 阀	20	7~21	50	榆次液压件厂
压 力 继 电 器		PF 型压力继电器	6	0.7~21		榆次液压件厂 机械部联合设计 天津市液压件厂 引进西德 Rexroth 公司
PD 型压力继电器		0.6~31.5				
DP 型压力继电器		0~6.3				
HED 型压力继电器		2.5~40				

表 8-14

流量控制阀技术规格

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通 径 (mm)	压 力 (MPa)	流 量 (L / min)	
节		LF 型固定式节流阀	10~32	3.5~14	25~190	榆次液压件厂
		L 型可调式节流阀	5~24	6.3	10~100	广州机床研究所
流		L 型可调式节流阀	10~80	31.5	2~1250	机械部联合设计
		LDF 型固定式单向 节流阀	10~50	3.5~14	25~370	榆次液压件厂
阀		LI 型可调式单向节 流阀	8~22	6.3	10~100	广州机床研究所
		LA 型可调式单向节 流阀	10~80	31.5	2~1250	机械部联合设计
		MK 型可调式单向 节流阀	6~30	31.5	15~400	引进西德 Rexroth 公司
		Z2FS 型双单向节流 阀	6~22	35	80~350	引进西德 Rexroth 公司

续表 1

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L / min)	
调 速 阀		Q 型压力补偿调速阀	8~22	6.3	10~100	广州机床研究所
		QF 型压力补偿调速 阀	10~32	14	42~240	榆次液压件厂
		Q 型压力补偿调速阀	8~32	31.5	2.5~200	机械部联合设计
		QI 型单向压力补偿 调速阀	8~22	6.3	10~100	广州机床研究所
		QA 型单向压力补偿 调速阀	8~32	31.5	25~200	机械部联合设计
		QT 型压力温度补偿 调速阀	8	6.3	10	广州机床研究所 榆次液压件厂
		QIT 型单向温度补偿 调速阀	8	6.3	10	
		QDFT 型压力温度补 偿单向调速阀	8	21	16	
		LY 型溢流调速阀	8~22	6.3	10~100		广州机床研究所
		2FRM 型调速阀	5~16	32	15~160	引进西德 Rexroth 公司
MSA 型调速阀		30	21	300		
2FRW 型电控调速阀		10, 16	32	50~160		

续表 2

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注			
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L/min)				
行程 控制 阀		LCI 型单向行程节流阀	12, 18	6.3	25~63	广州机床研究所			
		CDF 型单向减速阀	10~32	14	25~190	榆次液压件厂			
		LCA 型单向行程节流阀	10~32	31.5	4~200	机械部联合设计			
		QCI 型单向行程调速阀	12, 18	6.3	25~63	广州机床研究所			
延 时 阀		LHI 型单向延时阀	8	6.3	16	广州机床研究所			
分 流 集 流 阀		FL 型余量式分流阀	10~32	1~31.5	40~250	上海液压件二厂			
		FL ₆ 型比例式分流阀							
		FDL 型等量式单向分流 阀	10~32	1~31.5	40~250	上海液压件二厂			
		FDL ₆ 型比例式单向分流 阀							
		FJL 型等量式分流集流 阀	10~32	1~31.5	40~250	同步精度: 1~3% 四平液压件厂			
		FJL ₆ 型比例式分流集流 阀							
		3FJL 型分流集流阀					20, 32	14	30~100
		3FJL _k 型分流集流阀						1~21	10~50

表 8—15

方向控制阀技术规格


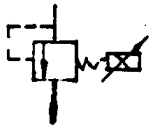
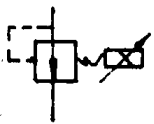
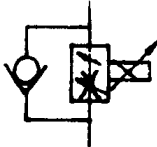


类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通 径 (mm)	压 力 (MPa)	流 量 (L/min)	
单 向 阀		I 型单向阀	8~30	6.3	10~250	广州机床研究所
		DF、DIF 型单向阀	10~80	21~35	25~1200	榆次液压件厂
		A、AJ 型单向阀	10~80	31.5	40~1250	机械部联合设计
		Z2S 型叠加式单向阀	6~22	32	50~360	引进西德 Rexroth 公司
向 阀		IY 型液控单向阀	12~30	6.3	25~160	广州机床研究所
		DFY 型液控单向阀	10~50	21	25~400	榆次液压件厂
		AY 型液控单向阀	10~80	31.5	40~1250	机械部联合设计
		SV 型内泄式液控单 向阀	10~80	32	80~1800	引进西德 Rexroth 公司
		SL 型外泄式液控单 向阀	10~80	32	80~1800	公司
电 磁 换 向 阀		D、E 型电磁换向阀	12~20	6.3	10~63	广州机床研究所
		D 型电磁换向阀	6~10	14~21	7~30	榆次液压件厂
		D、E 型电磁换向阀	6, 10	31.5	10~40	机械部联合设计
		WE 型电磁换向阀	5~10	21~31.5	16~100	引进西德 Rexroth 公司
		E 型直流微型电磁阀	5	2.5	4	广州机床研究所
		D 型交流微型电磁阀		7	5.6	榆次液压件厂
液 动 换 向 阀		Y 型液动换向阀	8~28	6.3	10~160	广州机床研究所
		Y 型液动换向阀	20~80	31.5	100~1250	机械部联合设计

续表 1

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L/min)	
电液换向阀		DY、EY 型电液换向阀	12~36	6.3	25~250	广州机床研究所
		DY 型电液换向阀	20~80	21	75~1200	榆次液压件厂
		DY、EY 型电液换向阀	20~80	31.5	100~1250	机械部联合设计
		WEH 型电液换向阀	16~82	35	180~4500	引进西德 Rexroth 公司
手动换向阀		S 型手动滑阀	12~24	6.3	25~160	广州机床研究所
		S 型手动换向阀	10~50	21	31.5~370	榆次液压件厂
		S 型高压手动换向阀	10~50	31.5	40~500	机械部联合设计
		O 型转阀	8, 12	6.3	10, 25	广州机床研究所
WMD 型旋转手动换向阀		6, 10	32	60~80	引进西德 Rexroth 公司	
多路换向阀		ZFS 型多路换向阀	10~25	8~16	30~130	榆次液压件厂
		ZL 型多路换向阀		31.5	63~800	机械部联合设计
		MO 型整体式多路阀	10~32	35	110~360	引进西德 Rexroth 公司
机控换向阀		C 型机控换向阀	8~18	6.3	10~63	广州机床研究所
截止阀		K 型压力表开关	4	6.3	40	广州机床研究所 榆次液压件厂 机械部联合设计
		KF 型压力表开关	8	35		
		K、XK 型压力表开关		0.6~36		
		Q4SA 型球形截止阀		6.3	40~2000	上海阀门厂 机械部联合设计
JZ 型截止阀		31.5				

表 8—16

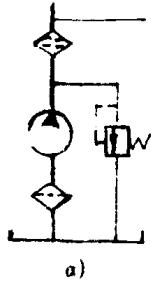
比例控制阀技术规格

类别	符 号	型 号	技 术 参 数			备 注
			通径 (mm)	压力 (MPa)	流量 (L / min)	
比 例 控 制 阀		BKP 型比例先导压力阀		6.3~20	2	广州机床研究所
		BYF 型电磁式比例溢流阀	8~50	1~31.5	2~500	上海液压件二厂
		DRE 型比例减压阀	10~32	32	80	引进西德 Rexroth 公司
		BKQI 型比例调速阀		0.5~20	0.03~160	广州机床研究所
		BQF 型电磁式比例调速阀 DYBQ-H 型电液比例流量阀	8~32 25	31.5 31.5	25~200 160	上海液压件二厂
		WRZ 比例方向阀	10		115	引进西德 Rexroth 公司

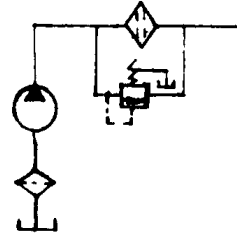
D. 辅助元件的选择

a. 选择过滤器

选择过滤器主要根据系统的过滤精度和过滤能力的要求、以及过滤器的强度和抗腐蚀性。过滤器的过滤能力可用下式计算:



a) 精滤油器放在安全阀之后



b) 精滤油器与压力阀并联

图 8—1 滤油器装在压油管路上

$$Q = \frac{KA\Delta p \times 10^{-6}}{\eta} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$$

式中 Q ——过滤的油量, m^3 / s ; η ——油的动力粘度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$; A ——有效过滤面积, m^2 ; Δp ——压力差, Pa ; K ——滤芯通油能力系数, m^3 / m^2 , 常用的滤芯材料的 K 值为: 网式滤芯 $K = 0.34 \text{m}^3 / \text{m}^2$; 线隙式滤芯 $K = 0.17 \text{m}^3 / \text{m}^2$; 纸质滤芯 $K = 0.006 \text{m}^3 / \text{m}^2$; 烧结式滤芯 $K = \frac{1.04D^2 \times 10^3}{\delta}$; CD ——粒子平均直径, m ; δ ——滤芯的壁厚, m , 见表 8—17。

表 8—17

烧结式滤芯的技术参数

粒 度 (目)	40~60	60~80	80~100	100~120	120~160	160~200	200~250
粒子平均直径 D, mm	0.361	0.229	0.168	0.138	0.105	0.0815	0.0675
理论过滤精度 $d = 0.155 D, \mu\text{m}$	55.9	35.5	26	21.4	16.3	12.6	10.5
实用过滤精度 $d = 0.1 D, \mu\text{m}$	36.1	22.9	16.8	13.8	10.5	8.15	6.75
滤芯壁厚 δ, mm	A 型	2.5					
	B 型	2.5					
过滤面积 A, cm^2	A 型	140					
	B 型	85					

选择滤油器的过滤能力要大于上式算得的数值。常用滤油器的技术规格见表 8—18。

表 8—18 滤油器产品技术规格

型 号	通 径 (mm)	工作压力 (MPa)	压力损失 (MPa)	过滤精度 (μm)	额定流量 (L/min)	生 产 单 位
SU 型烧结式滤油器		0.5~20	0.2	6~36	50~125	北京天桥粉末冶金二厂
WU 型网式滤油器	10~80			180	16~630	沈阳黄河液压件厂 上海高行液压件厂
XU 型线隙式滤油器	10~80				6~630	
ZU-A 型回油路用带发 讯器的纸质式滤油器	20~80	1		10, 20	40~630	
XU-A 型回油路用带发 讯器的线隙式滤油器	22~80	1		30, 50	40~630	

b. 选择蓄能器

选择蓄能器要根据蓄能器的容量计算：

$$V_w = k \sum V_i - \sum Q_p \cdot t, \text{ m}^3$$

式中， V_i ——最大负荷时各工作点的耗油量， m^3 ； k ——泄漏系数，取 $K=1.2$ ； $\sum Q_p$ ——油泵输出流量， m^3/s ； t ——最大负荷时泵的工作时间， s 。

若系统服务于几个机组，则 V_w 应根据最大负荷区间的耗油量按上式算。

各工作区间蓄能器的充排油情况由下式计算：

$$V = (Q_L - \sum Q_p) \cdot t$$

式中， V ——该工序充、排油油量， m^3 ， V 为正值时，蓄能器排油， V 为负值时，蓄能器被充油。可根据 V 来验证 V_w ； Q_L ——该工序执行机构所需油量， m^3/s ； t ——该工序工作时间， s 。

活塞式、气囊式蓄能器的总容积。

$$V_0 = 1.053 \cdot \frac{p_1}{p_0} \left(\frac{p_2}{p_2 + p_1} \right) V_w$$

$$p_0 V_0 = p_1 V_1 = p_2 V_2 = \text{常数}$$

$$V_w = V_1 - V_2$$

式中， p_0 ——蓄能器内密封气体的基准压力， Pa ，（一般取 $p_0 = 0.6 p_p$ ， p_p 为泵的工作压力）； p_1 ——气体的最低工作压力（与油的最低工作压力大致相等）， Pa ； V_0 ——气体在基准压力时的体积（积为蓄能器的气体容积）， m^3 ； V_1 ——气体在最低工作压力时的体积， m^3 ； p_2 ——气体的最高工作压力（与油的最高工作压力大致相等）， Pa ； V_2 ——气体在最高工作压力时的体积， m^3 。

对气囊式蓄能器，折合型取 $p_0/p_1 = 0.8 \sim 0.85$ ；波纹型取 $p_0/p_1 = 0.6 \sim 0.65$ 。对活塞式蓄能器，取 $p_0/p_1 = 0.8 \sim 0.9$ （动作极缓慢时可取 0.95）。

用于缓冲阀门关闭冲击力的蓄能器容量 V_0 。

$$V_0 = \frac{0.004Qp_B(0.0164L-t)}{p_B-p_A} \quad \text{m}^3$$

式中, Q ——阀门关闭前管内的流量, m^3/s ; L ——产生冲击力的管道长度, m ; t ——关闭阀门时的时间, s ; p_A ——阀全开时油的静压, Pa ; p_B ——允许的冲击压力, Pa 。

上式为经验式, 当 $V_0 > 0$ 时, 才需要安装蓄能器。活塞式蓄能器也可用上式计算。

用于吸收油泵脉动的蓄能器容量 V_0

$$V_0 = q \cdot i / 0.6 \text{ km}^3$$

式中 q ——油泵的排量, m^3/r ; i ——排量变化率 $\Delta q/q$; k ——脉动变化率(等于单侧脉动压力振幅与油泵工作压力之比)。

c. 油箱

在一般情况下, 油箱的有效容量应为泵每分钟流量的三倍以上。连续工作、压力超过中压的液压系统中的油箱。其容量应按发热量计算确定。在没有冷却装置的情况下, 如油箱的长: 宽: 高为 1: 1: 1 到 1: 2: 3, 油面达油箱高度的 80% 时, 则油箱的有效容量 V 可用下式近似计算:

$$V = 8 \times 10^{-4} \sqrt{\left(\frac{N_h}{T_1 - T_2}\right)^3} \text{ m}^3$$

式中, N_h ——总发热损失功率, W ; T_1 ——长时间工作后之油温, K ; T_2 ——周围空气温度, K 。
油箱散热面积 A 的近似值为:

$$A = 6.5^3 \sqrt{V^2} \quad \text{m}^2$$

d. 管件的选择

导管内径 d , 按流量要求及所允许的流速决定:

$$d \geq 1.13 \sqrt{Q/v} \text{ m}$$

式中, Q ——液体流量, m^3/s ; v ——流速, m/s , 荐用流速: 对于吸油管 $v \leq 1 \sim 2 \text{ m}/\text{s}$ 。对于压油管 $v \leq 3 \sim 6 \text{ m}/\text{s}$ (压力高、管道短或油粘度小时取大值, 反之取小值)。对于回油管 $v \leq 1.5 \sim 2.5 \text{ m}/\text{s}$ 。

金属导管壁厚 δ 的计算: $\delta \geq \frac{pd}{2[\sigma]} \quad \text{m}$

式中 p ——工作压力, Pa ; d ——导管内径, m ; $[\sigma]$ ——许用应力, Pa , 对于钢管 $[\sigma] = \sigma_b/n$ (σ_b ——抗拉强度, Pa ; n ——安全系数, 当 $p < 7 \text{ MPa}$ 时, $n=8$; 当 $p \leq 17.5 \text{ MPa}$ 时, $n=6$; 当 $p > 17.5 \text{ MPa}$ 时, $n=4$)。对于铜管 $[\sigma] \leq 25 \text{ MPa}$ 。

8.4 油缸

8.4.1 油缸的基本参数

表 8-19 油缸的额定压力系列(按 JB2183-77)

MPa	2.5	6.3	10	16	25	32	40
kgf/cm ²	25	63	100	160	250	320	400

表 8-20 油缸内径系列(按 JB2183-77)

16	20	25	32	40	50	55	63	70	80	90	100
110	125	140	160	180	200	220	250	320	400	500	630

表 8-21

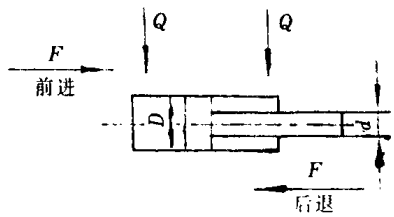
活塞杆外径尺寸 (按 JB2183—77)

4	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	35
40	45	50	55	63	70	80	90	100	110	125	140
160	180	200	220	250	280	320	360	400	450	500	

8.4.2 油缸的设计计算(表 8—22~ 8—23)

表 8—22

油缸主要部件的设计计算



p ——介质工作压力, Pa
 F ——油缸推(拉)力, N
 Q ——油缸流量, m^3/s
 D ——活塞直径, m
 d ——活塞杆直径, m
 δ ——缸筒壁厚, m
 h ——缸底厚度, m

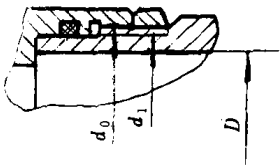
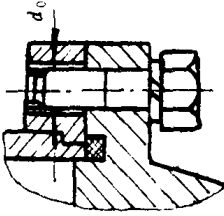
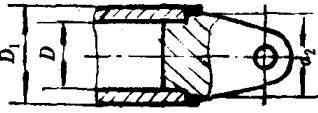
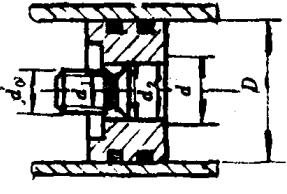
计算内容	计算公式	符号意义及选择
油缸推(拉)力	活塞杆前进时: $F = p \frac{\pi D^2}{4} \eta$ 活塞杆后退时: $F = p \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \eta$	η ——油缸机械效率, 一般取 $\eta \approx 0.95$
油缸流量	活塞杆前进时: $Q = \frac{\pi D^2}{4 \eta_v} v$ 活塞杆后退时: $Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4 \eta_v} v$	v ——活塞杆移动速度, m/s η_v ——容积效率, 采用橡胶或塑料圈时, $\eta_v \approx 1$; 采用金属环时, $\eta_v \approx 0.98$
油缸行程所需时间	$t = \frac{AS}{4Q}$	t ——油缸行程时间, s A ——活塞有效作用面积, m^2 S ——油缸行程, m
缸筒壁厚	一般按薄壁筒计算 $\delta = \frac{pD}{2[\sigma]}$ 当 $D/\delta < 10$ 时 $\delta = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{[\sigma] + 0.4p}{[\sigma] - 1.3p}} - 1 \right)$	$[\sigma]$ ——材料许用拉应力, Pa $[\sigma] = \frac{\sigma_b}{n}$ σ_b ——材料的抗拉强度, Pa n ——安全系数, 一般取 $n \approx 3.5 \sim 5$

续表 1

计算内容	计算公式	符号意义及选择												
缸底厚度	$h = 0.433D \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}}$	<p>$[\sigma]$——材料许用拉应力, Pa, 锻钢可取$[\sigma]=40\text{MPa}$ 铸钢可取$[\sigma]=30\text{MPa}$</p>												
按强度条件验算活塞杆直径	$d \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]}}$	<p>$[\sigma]$——材料的许用应力, Pa $[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n}$ σ_s——材料的屈服极限, Pa n——安全系数, 一般 $n \approx 1.4$</p>												
活塞杆稳定性验算	纵向弯曲极限力	<p>油缸行程 $S > 10D$ 时, 活塞杆应进行稳定性验算</p> <p>当 $\frac{l}{K} > m\sqrt{n}$ 时:</p> $F_k = \frac{n\pi^2 EJ}{l^2}$ <p>当 $\frac{l}{K} \leq m\sqrt{n}$ 时:</p> $F_k = \frac{fA}{1 + \frac{a}{n} \left(\frac{l}{K}\right)^2}$ <p>F_k——纵向弯曲极限力, N K——活塞杆横截面回转半径, $K = \sqrt{\frac{J}{A}} = \frac{d}{4}, \text{ m}$ J——活塞杆横截面转动惯量, $J = \frac{\pi d^4}{64}, \text{ m}^4$ A——活塞杆横截面积, m^2 m——柔性系数, 对钢 $m=85$ l——活塞杆计算长度, m n——端点安装型式系数</p> <table border="1" data-bbox="1023 1182 1286 1525"> <thead> <tr> <th>型 式</th> <th>n</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一端固定</td> <td rowspan="2">1/4</td> </tr> <tr> <td>一端自由</td> </tr> <tr> <td>两端铰接</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>一端固定</td> <td rowspan="2">2</td> </tr> <tr> <td>一端铰接</td> </tr> <tr> <td>两端固定</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>E——材料弹性模量, 对钢 $E=206\text{GPa}$ f——材料强度实验值, 对钢 $f \approx 490\text{MPa}$ a——系数, 对钢 $a=1/5000$</p>	型 式	n	一端固定	1/4	一端自由	两端铰接	1	一端固定	2	一端铰接	两端固定	4
型 式	n													
一端固定	1/4													
一端自由														
两端铰接	1													
一端固定	2													
一端铰接														
两端固定	4													
纵向弯曲强度验算	$F_k > n_k F$	<p>n_k——安全系数, 一般取 2~4</p>												

表 8—23

油缸零件的连接计算

计算内容	图 形	计 算 公 式	符 号 意 义 及 选 择
缸体螺纹连接计算		螺纹处的拉应力 $\sigma = \frac{4KF}{\pi(d_1^2 - D^2)} \text{ Pa}$ 螺纹处的剪应力 $\tau = \frac{K_1 K F d_0}{0.4(d_1^2 - D^3)} \text{ Pa}$ 合成应力 $\sigma_n = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \text{ Pa}$ 许用应力 $[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n}$	F —油缸最大推力, N D —油缸内径, m d_0 —螺纹直径, m d_1 —螺纹内径, m K —拧紧螺系数, 静载取 $K=1.25\sim 1.5$, 变载取 $K=2.5\sim 4$ K_1 —螺纹连接的摩擦系数 $K_1=0.07\sim 0.2$, 一般取 $K_1=0.12$ σ_s —缸体材料的屈服强度, Pa n —安全系数, 取 $n=1.2\sim 2.5$
缸体法兰连接螺栓计算		螺纹处的拉应力 $\sigma = \frac{4KF}{\pi d_0^2 z} \text{ Pa}$ 螺纹处的剪应力 $\tau = \frac{K_1 K F d_0}{0.4 d_0^2 z} \approx 0.27\sigma, \text{ Pa}$ 合成应力 $\sigma_n = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \approx 1.1\sigma < [\sigma], \text{ Pa}$	z —螺栓或螺杆的数量, 其他符号意义及选择同上
缸体焊接连接计算		焊缝应力 $\sigma = \frac{4F}{\pi(D_1^2 - d_1^2) \cdot \eta} \leq [\sigma]_p \text{ Pa}$ $[\sigma] = \frac{\sigma_b}{n} \text{ Pa}$	F —油缸推力, N η —焊接效率, 取 $\eta=0.7$ d_2 —焊缝底径, m σ_b —焊条材料抗拉强度, Pa n —安全系数, 取 $n=3.3\sim 4$ $[\sigma]$ —许用应用 Pa
活塞与活塞杆螺纹连接计算		活塞杆的拉力 $F_2 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)p \text{ N}$ 活塞杆危险断面处的合成应力 $\sigma_n = \frac{4R F_2^2}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] \text{ Pa}$ $[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n} \text{ Pa}$	F_2 —活塞杆拉力, N d —活塞杆直径, m d_1 —活塞杆危险断面处的直径, m R —螺纹预紧系数, 取 $R=1.4$ $[\sigma]$ —许用应力, Pa σ_s —材料屈服强度, Pa n —安全系数, 取 $n=1.75$, 对于调质硬度 $HBS=240\sim 270$ 的 40Cr 钢, $\sigma_s=700\text{MPa}$ p —油缸中液压介质工作压力, Pa
活塞杆与活塞肩部压应力验算		压应力 $\sigma_{bc} = \frac{D^2 p}{(d - 0.2)^2 - (d_2 + 2c)^2} \leq [\sigma] \text{ Pa}$	0.2 —活塞杆倒角尺寸, m d_2 —活塞上的钻孔直径, m c —活塞上孔的倒角尺寸, m $[\sigma]$ —许用压应力, Pa, 对 Q235 钢, $[\sigma]=0.75, \sigma_s=180\text{MPa}$

8.5 气动

8.5.1 气动系统的组成

气动系统一般由气源、控制元件、执行元件和气动辅件组成。图 8—1 为气动系统原理图。气源包括空气压缩机、气罐；控制元件包括用于压力、流量、方向控制的各类阀门以及辅助元件；执行元件包括气缸和气马达；辅助元件包括气管道、管接头、过滤器、油雾器、消音器等。

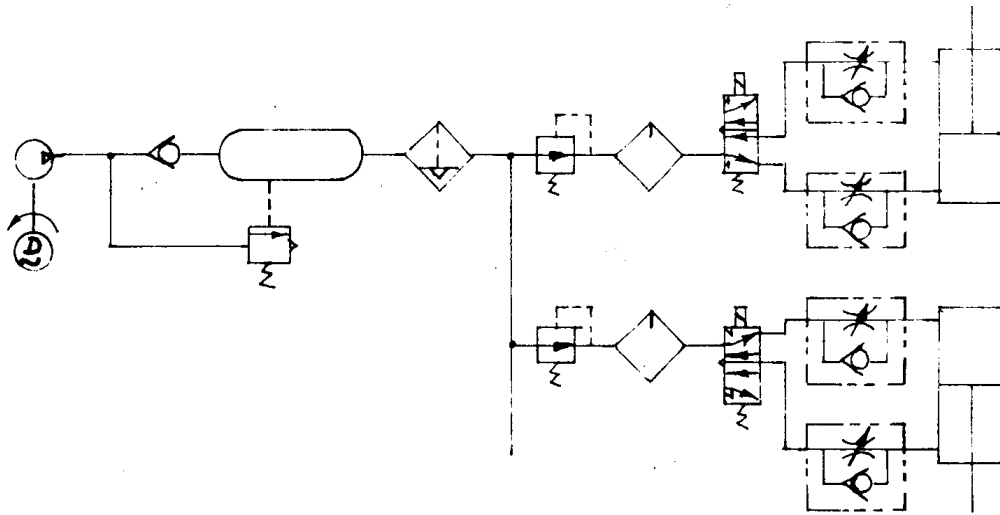


图 8—1 气动系统原理图

8.5.2 气动系统的基本回路

常见压力、方向、速度控制基本回路见表 8—24。

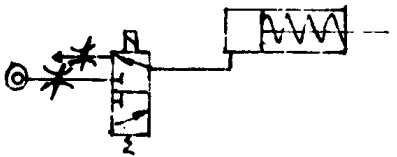
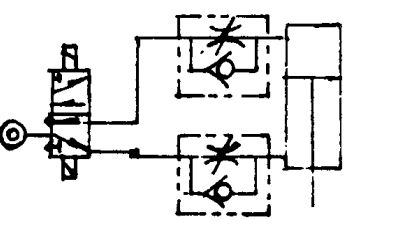
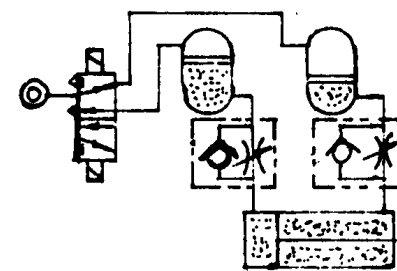
表 8—24 气动系统的基本回路

名称	简 图	说 明
压 力 控 制 回 路		<p>采用外控式溢流阀 1 控制气罐压力，结构简单，工作可靠，但无功耗气量大。气罐压力经减压阀 2 减压至系统要求的工作压力</p>
压 力 控 制 回 路		<p>减压阀 1、2 的输出压力分别为 p_1、p_2，通过换向阀 3 可得到 p_1、p_2 的切换</p>

续表 1

名称	简图	说明
压力控制回路		<p>减压阀 1、2 同时分别输出 p_1、p_2</p>
		<p>此回路是双作用气缸单向受载的一般差压回路，可节省耗气量</p>
方向控制回路		<p>常断二位三通电磁阀控制单作用气缸动作回路</p>
		<p>二位五通单电控电磁阀控制双作用气缸回路</p>
		<p>两个二位三通单电控电磁阀控制双作用气缸动作回路</p>
		<p>三位五通双电控电磁控制双作用气缸动作回路。此回路除控制气缸换向外，还可以有中间位置</p>

续表 2

名称	简图	说明
速度控制回路		<p>利用节流阀调节单作用气缸的进退速度</p>
		<p>采用速度控制阀的排气调速回路。气动系统常采用这类回路控制气缸的运动速度</p>
		<p>此回路为气液传送器调速回路。通过调节速度控制阀可实现双向无级调速，运动平稳，受外载影响小</p>

9

常用低压电气设备

9.1 常用资料及标准

9.1.1 常用电磁量单位、符号及换算

表 9-1 常用电磁量单位及符号

量的名称	符 号	定义公式	SI, MKSA 制			习用单位		备 注
			量纲	单位	符号	名称	符号	
电 流	I, i	$I = \frac{Q}{t}$	[I]	安[培]	A			
频 率	f	$f = 1/t$	[T ⁻¹]	赫[兹]	Hz			
有功功率 (交流电)	P	$P = UI \cos \varphi$	[L ² MT ⁻³]	瓦[特]	W			
无功功率 (交流电)	P_q	$P_q = UI \sin \varphi$	[L ² MT ⁻³]	乏	Var			
表观功率 (视在功率) (交流电)	$P_s(S)$	$P_s = UI$	[L ² MT ⁻³]	伏安	VA			
电量, 电荷	Q	$Q = It$	[TI]	库[仑]	C			
电 动 势	$E, e, U,$	$E(\text{或 } U) = P/I$	[L ² MT ⁻³ I ⁻¹]	伏[特]	V			电位和电 位差用符号 φ , 单位亦为 伏(V)
电 压	u, V, v							
电 场 强 度	E	$E = U/l$	[LMT ⁻³ I ⁻¹]	伏/米	V/m			
电 阻	R, r	$R = U/I$	[L ² MT ⁻³ I ⁻²]	欧[姆]	Ω, ohm			
电 阻 率	ρ	$\rho = RS/l$	[L ³ MT ⁻³ I ⁻²]	欧·米	$\Omega \cdot m$	欧·毫米 ² /米 欧·厘米	$\Omega \cdot \text{mm}^2$ /m $\Omega \cdot \text{cm}$	
电 导	G	$G = 1/R$	[L ⁻² MT ⁻¹ T ³ I ²]	西[门子]	S	姆	Ω, mho	
电 导 率	γ	$\gamma = Gl/S$	[L ⁻³ M ⁻¹ T ³ I ²]	西/米	S/m	姆/厘米	Ω/cm	

续表 1

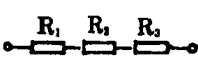
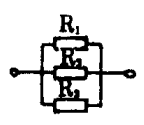
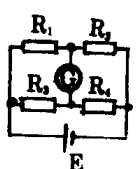
量的名称	符 号	定义公式	SI, MKSA 制			习用单位		备 注
			量纲	单位	符号	名称	符号	
电 容 介电常数 (电容率) 真空介电 常数(真 空电容率)	C	$C = Q / U$	$[L^{-2}M^{-1}T^4I^2]$	法[拉]	F			ϵ_r —相对介 电常数 c_0 —真空中 电磁波 传播速 度 $= 2.9779 \times 10^8$ m/s
	ϵ	$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$	$[L^{-3}M^{-1}T^4I^2]$	法 / 米	F / m			
	ϵ_0	$\epsilon_0 = 1 / (c_0^2 \mu_0)$ $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ F / m	$[L^{-3}M^{-1}T^4I^2]$	法 / 米	F / m			
磁通量 磁感应 强度(磁 通密度)	Φ_m	$e = -d \Phi_m / dt$	$[L^2MT^{-2}I^{-1}]$	韦[伯]	Wb	麦[克 斯韦]	Mx	$1Wb = 10^8 Mx$
	B	$B = \Phi_m / S$	$[MT^{-2}I^{-1}]$	韦[伯] / 米 ² = 特[斯 拉]	Wb / m ² = T	麦 / 厘米 ² = 高[斯]	Mx / cm^2 = G	$1T = 10^4 G$ $1G = 10^{-4} Wb / m^2$ $1G = 1 Mx / cm^2$
自 感 (电 感) 互 感	L	$L = N \Phi_m / I$ $e = -L di / dt$	$[L^2MT^{-2}I^{-2}]$	亨[利]	H			$1H = 1Wb/A$
	M	$(e_2 = -M di / dt)$	$[L^2MT^{-2}I^{-2}]$	亨[利]	H			
磁场强度 磁动势, 磁通势 磁 阻	H	$H = Fm / l = 2V / l$	$[L^{-1}I]$	安 / 米	A / m	安 / 厘米 (奥斯特)	A / cm (Oe)	$10e = (10 / 4 \pi) A / cm$
	$Fm, (F)$	$Fm = NI$	[I]	安或 安匝	A 或 At	安或安匝 (吉伯)	A, At (Gb)	$1Gb = (10 / 4 \pi) A$
	Rm	$Rm = Fm / \Phi_m$	$[L^{-2}M^{-1}T^2I^2]$	1 / 亨	1 / H			
磁 导 率 真 空 磁 导 率	μ	$\mu = \mu_r \mu_0$	$[LMT^{-2}I^{-2}]$	亨 / 米		H / m	μ_r —相 对磁导率 $\mu \approx \mu_0$	
	μ_0	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ $= 1.257 \times 10^{-6}$ H / m	$[LMT^{-2}I^{-2}]$	亨 / 米		H / m	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ $= 1.257$	

注: 1. 在电磁学方面, SI 与 MKSA 制是一致的。

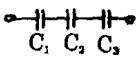
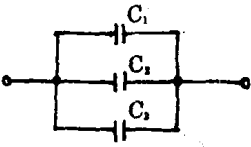
2. 习用单位是工程上沿用着旧的CGSM制中的几个磁的单位。这些单位与MKSA制(有理化)混合使用时, 应按备注栏中的换算关系先行折算。

9.1.2 常用计算公式

表 9-2 常用计算公式

名称(单位)	公 式	说 明
导体电阻 (Ω)	$R = \rho \frac{l}{S}$	l —导体长度(m) S —导体截面(mm^2) ρ —导体电阻系数($\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$)
电导率 ($\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2$)	$\nu = \frac{1}{\rho}$	
电导 (s)或($1 / \Omega$)	$G = \frac{1}{R}$	
电阻压降 (V)	$U = IR$	I —流过电阻中的电流, 直流或交流有效值(A) R —电阻(Ω) U —电阻两端电压, 直流或交流有效值(V)
电阻功率 (W)	$P = I^2 R = UI = \frac{U^2}{R}$	
电阻串联的总阻值 (Ω)	 $R = R_1 + R_2 + R_3$	R_1, R_2, R_3 —电阻(Ω)
电阻并联的总阻值 (Ω)	 $R = 1 / \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$	
直流平衡电桥方程	 <p>当 $i_g = 0$ 时 $R_1 R_4 = R_2 R_3$</p>	G —检流计 i_g —检流计电流 E —直流电源电势

续表 1

名称(单位)	公式	说明
电容串联的总值 (F)	 $C = 1 / \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$	C_1, C_2, C_3 ——电容(F)
电容并联的总值 (F)	 $C = C_1 + C_2 + C_3$	C_1, C_2, C_3 ——电容(F)
感抗 (Ω)	$X_L = \omega L$ $\omega = 2\pi f$	L —电感(H) f —频率(Hz)
容抗 (Ω)	$X_C = \frac{1}{\omega C}$	ω —角频率(rad/s) C —电容(F)
电阻、电感串联的总阻抗(Ω)	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$	R —电阻(Ω) X_L —感抗(Ω)
电阻、电容串联的总阻抗(Ω)	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$	X_C —容抗(Ω) X —电抗(Ω)
电阻、电感、电容串联的总阻抗 (Ω)	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $= \sqrt{R^2 + X^2}$ $X = X_L - X_C$	
电流在导体中产生的热量 (J)	$Q = I^2 R t$	I —电流(A) R —电阻(Ω) t —通电时间(s)

续表 2

名称(单位)	公式	说明
对称三相 交流负载	Y 接: $I_l = I_\phi$ $U_l = \sqrt{3} U_\phi$ △接 $U_l = U_\phi$ $I_l = \sqrt{3} I_\phi$	I_l , U_l —线电流(A)、线电压(V) I_ϕ , U_ϕ —相电流(A)、相电压(V) ϕ —电流和电压相位差(度或弧度) $\cos\phi$ —功率因数 P —有功功率(W) Q —无功功率(乏)或(VA) S —视在功率(A)
	$P = 3U_\phi I_\phi \cos\phi$ $= \sqrt{3} U_l I_l \cos\phi$ $Q = 3U_\phi I_\phi \sin\phi$ $= \sqrt{3} U_l I_l \sin\phi$ $S = 3U_\phi I_\phi = \sqrt{3} U_l I_l$ $= \sqrt{P^2 + Q^2}$	
电容电压 (V)	$U = \frac{Q}{C}$	Q —电容电荷(C) C —电容(F)
电感储能 (J)	$W_L = \frac{1}{2} LI^2$	L —电感(H) I —电感电流(A)
电容储能 (J)	$W^C = 1/2 CU^2$	C —电容(F) U —电容电压(V)
平行导体 每米长受力 (N)	$F = 0.204 \frac{I_1 I_2}{a} \times 10^{-7}$	I_1 , I_2 —两导体分别流过的电流(A) a —两导体中心距(m)
电磁铁吸力 (N)	$F_m = 4B_m S \times 10$	S —磁铁横铁面积(cm^2) B_m —磁通密度(T)

续表 3

名称(单位)	公式	说明
电动机额定转矩(Nm)	$M = \frac{975P}{n} \times 10$	P —电动机额定功率(kW) n —电动机额定转速(r/min)
空心单层线圈电感(mH)	当 $l/D > 20$ 时 $L = (\pi ND)^2 \times 10^{-13} / l$	l —线圈轴向长度(cm) D —线圈平均直径(cm) N —匝数 $c = \frac{1}{2}$ (线圈外径减内径)(cm)
空心多层线圈电感(mH)	$L = 10.5 N^2 DK \lambda \times 10^{-3}$ 式中 $K = \frac{D}{2(l+c)}$ $\lambda = \frac{3}{4}$ (当 $0.3 < K < 1$ 时) $\lambda = 0.5$ (当 $1 < K < 3$ 时)	

9.1.3 常用电工设备基本文字符号(GB7159—87)

表 9—3 常用电工设备基本文字符号

中文名称	基本文字符号		中文名称	基本文字符号	
	单字母	双字母		单字母	双字母
旋转变压器	B		旋转发电机	G	
电容器	C		同步发电机		GS
发热器件	E	EH	异步发电机		GA
照明灯		EL			
空气调节器		EV	蓄电池	GB	

续表 1

中文名称	基本文字符号		中文名称	基本文字符号	
	单字母	双字母		单字母	双字母
过电压放电器件、避雷器	F		接触器	K	KM
具有瞬时动作的限流保护器件		FA	延时有或无继电器		KT
具有延时动作的限流保护器件		FR	逆流继电器		KR
具有延时和瞬时动作的限流保护器件		FS	声响指示器	H	HA
熔断器		FU	光指示器		HL
限压保护器件		FV	指示灯		HL
瞬时接触继电器	K	KA	电流互感器	T	TA
延时有或无继电器		KA			控制电路电源用变压器	TC
交流继电器		KA	电力变压器		TM
闭锁接触继电器					电压互感器	TV
(机械闭锁或永磁铁式有或无继电器)		KL			

续表 2

中文名称	基本文字符号		中文名称	基本文字符号		
	单字母	双字母		单字母	双字母	
感应线圈	L		导线	W		
电抗器(并联和串联)			电缆			
电动机		母线				
同步电动机	M	MS	连接插头和插座	X		
可作发电机和电动机用的电机		MG	接线柱			
力矩电动机		MT	电缆封端和接头			
			焊接端子板			
电流表	P	PA	测试插孔			XJ
电度表		PJ	插头			XP
记录仪器		PS	插座			XS
电压表		PV	端子板			XT


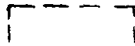

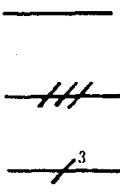








续表 3

中文名称	基本文字符号		中文名称	基本文字符号	
	单字母	双字母		单字母	双字母
	Q		气阀		
断路器		QF			
电动机保护开关		QM	电磁铁		YA
隔离开关		QS	电磁制动器		YB
电阻器	R			Y	
变阻器			电磁离合器		YC
电位器		RP	电磁吸盘		YH
控制开关	S	SA	电动阀		YM
选择开关		SA			
按钮开关		SB	电磁阀		YV









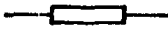



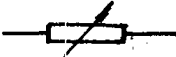




9.1.4 常用电气设备的图形符号 GB4728.1~13-84~85

表 9-4


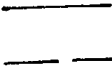
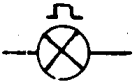



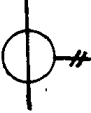


电气图用图形符号

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
轮廓和外壳			接地一般符号 注: 如表示接地的状况或作用不够明显,可补充说明
	屏蔽(护罩) 注: 屏蔽可画成任何方便 的形状		
电流和电压的种类		导线、端子和导线的连接、连接器件	
	直流 注: 电压可标注在符号右边, 系统类型可标注在左 边		导线、导线组、线路、电 线、母线(总线)、电缆、 电路、传输通道(如微波技 术)一般符号 注: 当用单线表示一组导线 时,若需示出导线数可加小 短斜线或画一条短斜线加数 字表示 示例: 三根导线
	交流 低频(工频或亚音频)	形式 1  形式 2 	
	交直流			导线的连接
接地和接机壳		形式 1  形式 2 	
形式 1  形式 2 	接机壳或接底板			导线的多线连接

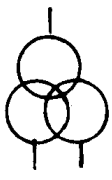
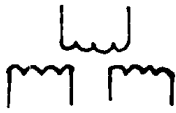












续表 1

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
电 容 器			
优选型  其他型 	插头(凸头的)或插头的一个极	优选形  其他形 	电容器一般符号 注: 如果必须分辨同一电容器的电极时, 弧形的极板表示: ①在固定的纸介质和陶瓷介质电容器中表示外电极 ②在可调和可变的电容器中表示动片电极 ③在穿心电容器中表示低电位电极
优选型  其他型 	插头和插座(凸头和内孔的)	优选形  其他形		极性电容器
电 阻 器			
优 选 形  其 他 形 	电阻器一般符号	优选形  其他形 	可变电容器及可调电容器
电 感 器			
	可变电阻器 可调电阻器	 	电感器 线圈 绕组 扼流圈 注: 符号中半圆数目不作规定, 但不得少于三个 示例: 带磁芯的电感器
	滑线式变阻器		磁芯有间隙的电感器

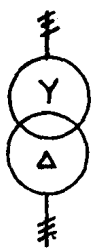
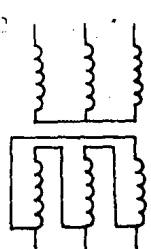

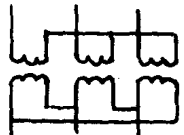

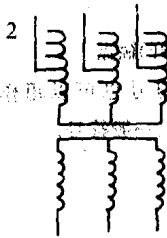




续表 2

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
灯		变压器和电抗器	
	灯一般符号 信号灯一般符号		铁芯 带间隙的铁芯
	闪光型信号灯	形式 1 	电抗器、扼流圈
		形式 2 	
熔断器和熔断器式开关			
	熔断器一般符号	形式 1 	电流互感器 脉冲变压器
	熔断器式开关	形式 2 	


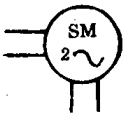
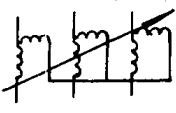

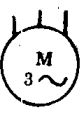
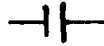
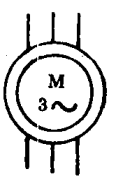
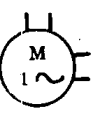


续表 3

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>三绕组变压器</p>	<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>绕组间有屏蔽的双绕组单相变压器</p>
<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>自耦变压器</p>	<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>在一个绕组上有中心点抽头的变压器</p>
<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>在一个铁芯上具有两个次级绕组的电流互感器 注：形式2的铁芯符号必须示出</p>  	<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>耦合可变的变压器</p>

续表 4

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
 <p>形式 2</p> 	<p>三相变压器 星形—三角形连接</p>	<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>单相变压器组成的三相 变压器 星形—三角形连接</p>
<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>具有四个抽头（不包括主 抽头）的三相变压器 星形—星形连接</p>	<p>形式 1</p>  <p>形式 2</p>  <p>形式 1</p>  <p>形式 2</p> 	<p>可调压的单相自耦变 压器</p> <p>单相感应调压器</p>

续表 5

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
形式 1 	三相感应调压器		两相伺服电动机
形式 2 			电磁式直流伺服电动机
电 机		原电池或蓄电池	
	三相鼠笼式异步电动机		原电池或蓄电池 注: 长线代表阳极, 短线代表阴极, 为了强调短线可画粗些
	三相线绕转子异步电动机	触 点	
	单相鼠笼式有分相端子的异步电动机	形式 1 	动合(常开)触点 注: 本符号也可以用作开关一般符号
		形式 2 	






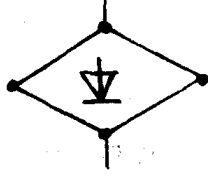
续表 6

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	动断(常闭)触点	形式 1	当操作器件被释放时延时断开的动合触点
	先断后合的转换触点	形式 2	
	中间断开的双向触点	形式 1	当操作器件被释放时延时闭合的动断触点
形式 1	先合后断的转换触点(桥接)	形式 2	
形式 2			形式 1	当操作器件被吸合时延时断开的动断触点
形式 1	当操作器件被吸合时延时闭合的动合触点	形式 2	
形式 2			形式 1	吸合时延时闭合和释放时延时断开的动合触点
		形式 2	

续表 7

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
单 极 开 关		开 关 装 置 和 控 制 装 置	
	手动开关的一般符号	形式 1 	开关(机械式)与动合触点相同)
	按钮开关(不闭锁)	形式 2 	
	拉拔开关(不闭锁)	形式 1 	多极开关一般符号单线表示
	旋钮开关、旋转开关(闭锁)	形式 2 	
位 置 和 限 制 开 关		多 线 表 示	
	位置开关, 动合触点 限制开关, 动合触点		接触器(在非动作位置触点断开)
	位置开关, 动断触点, 限制开关, 动断触点		接触器(在非动作位置触点闭合)

续表 8

图 形 符 号	说 明	图 形 符 号	说 明
	具有自动释放的负荷开关		缓慢吸合(缓吸)继电器的线圈
操作器件			交流继电器的线圈
	操作器件的一般符号		
	缓慢释放(缓放)继电器的线圈	半导体管	
			单相整流桥

9.2 常用电动机

9.2.1 常用三相异步电动机分类、型号、结构特征与应用

三相异步电动机是基于气隙旋转磁场与转子绕组中的感应电流相互作用而产生电磁转矩，从而实现将电能转换为机械能的一种交流电动机。由于它具有结构简单、使用维护方便、运行可靠以及成本低等优点，因而被广泛应用于拖动机床、水泵、脱粒机及各种农副产品加工等工农业生产机械，并且还可作为农村小型水电站的发电机。

①三相异步电动机的分类

为了适应各种机械配套的要求，三相异步电动机的系列、品种和规格繁多，一般可按转子结构、防护型式、尺寸大小、安装方式、工作定额等几个方面分类，如表 9—5 所示。

②常用三相异步电动机的型号、结构特征和用途

部分中小型三相异步电动机的型号、结构和用途如表 9—6 所示。

表 9-5

三相异步电动机的分类

分类方法	转子结构	防护型式	冷却方式	安装形式	尺寸大小 中心高 H(mm) 定于铁芯外径 D(mm)	绝缘等级	工作定额
主要类别	鼠笼式	封闭式	自冷式	B3	大型 H > 630 D > 1000	E 级	长期连续
		防护式	自扇冷式	B5	中型 H = 350~630 D = 500~1000	B 级	短时
	绕线式	密封式		B35	小型 H = 80~315 D = 120~500	F 级	断续

注: B3——卧式,机座带底脚,端盖上无凸缘
 B5——卧式,机座不带底脚,端盖上有凸缘
 B35——卧式,机座带底脚,端盖上有凸缘。

表 9-6

常用中小型异步电动机的型号、结构和用途

名称	型号		型号汉字含义	结构特征	用途
	新	旧			
异步电动机	Y	J2 JO2 JO3	异	封闭式,铸铁外壳上有散热筋,铸铝转子。	广泛应用于一般农业和工矿企业驱动普通机械设备。如机床、水泵、鼓风机、碾米、磨粉机、脱粒机等。也适应于对起动转矩有较高要求的机械
绕线式转子异步电动机	YR	JR JR ₃	异绕	防护式,铸铁外壳,绕线型转子	用于电源容量小不足以起动鼠笼异步电动机以及要求起动转矩高的场合

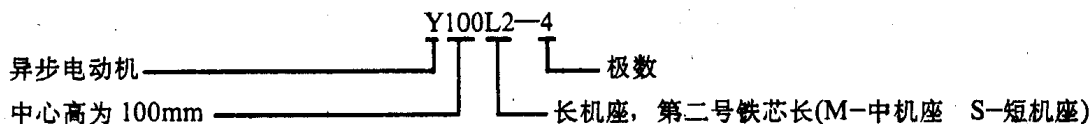
续表 1

名 称	型 号		型号汉 字含义	结构特征	用 途
	新	旧			
多速电动机	YD	JD JDO ₃	异多	同 Y 型	同 Y 型, 用于要求 2 至 4 种速度的场合
锥形转子制 动异步电动 机	YEZ	ZD ZDY JZZ	异(制)锥	定转子均为锥形结构, 防护或封闭式, 铸铁外壳 上有散热筋, 自扇吹冷	用于要求快速制动的机械, 如电葫芦、卷扬 机、行车、电动阀门等机械
齿轮减速异 步电动机	YCI	JTC	异齿减	由封闭式异步电动机和 减速机两部分组成	用于要求低速、大转矩的机械。如运输、矿 山、化工搅拌等机械
潜水运行异 步电动机	YQS YQSY	JQB	异潜行	水泵、电机及整体密封 盒等三大部分组成潜水电 泵	用于农业排灌及消防等场合

9.2.2 Y 系列三相异步电动机

Y 系列三相异步电动机为我国用以取代 J2、JO2、JO3 等系列的新的基本系列电动机, 其特点是高效、节能、起动转矩大、噪音低、振动小、可靠性高, 且功率等级和安装尺寸符合国际电工委员会 (IEC) 标准。

Y 系列电动机的型号组成举例如下。



Y 系列三相异步电动机功率为 4kW 及以上为三角形 (Δ) 接法, 3kW 及以下为星形 (Y) 接法。

Y 系列三相异步电动机 (IP₄₄) 主要技术数据见表 9—7, 各机座外形及安装尺寸见表 9—8、表 9—9 和表 9—10。

表 9—7

Y 系列三相异步电动机技术数据

型 号	额定功率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流 (A)	堵转转矩 额定转矩 (Nm)	最大转矩 额定转矩 (Nm)	转动惯量 (kg·m ²)	质量 (kg)	
		转速 (r/min)	电流 (380V) A	效率 (%)	功率因数 cosφ						
同步转速 3000r/min(2 级)50Hz											
Y801-2	0.75	2830	1.81	75	0.84	7.0	2.2	2.2	0.00075	16	
Y802-2	1.1		2.52	77	0.86				0.00090	17	
Y90S-2	1.5	2840	3.44	78	0.85				82	0.0012	22
Y90L-2	2.2		4.74	0.86	0.0014					25	
Y100L-2	3.0	2870	6.39	85.5	0.87				0.0029	33	
Y112M-2	4.0	2800	8.17		0.88				0.0055	45	
Y132S1-2	5.5	2900	11.1	86.2	0.88				2.0	0.0109	64
Y132S2-2	7.5		15.0							0.0126	70
Y160M1-2	11	2930	21.8	87.2	0.88				2.0	0.0377	117
Y160M2-2	15		29.4	88.2						0.0449	125
Y160L-2	18.5	2930	35.5	89	0.89	7.0	2.2	0.0550	147		
Y180M-2	22	2940	42.2					0.075	180		
Y200L1-2	30	2950	56.9	90				0.124	240		
Y200L2-2	37		69.8	90.5				0.139	255		
Y225M-2	45	2970	83.9	91.5				0.233	309		
Y250M-2	55		103					0.312	403		
Y280S-2	75		140					0.597	544		
Y280M-2	90		167					92	0.675	620	
Y315S-2	110	2980	204	93				0.90	1.8	1.18	980
Y315M1-2	132		245	94						1.82	1080
Y315M2-2	160		295	94.5	2.08	1160					

续表 1

型 号	额定功率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流 (A)	堵转转矩 额定转矩 (Nm)	最大转矩 额定转矩 (Nm)	转动惯量 (kg·m ²)	质量 (kg)		
		转速 (r/min)	电流 (380V) A	效率 (%)	功率因数 cosφ							
同步转速 1500r/min(4极)50Hz												
Y801-4	0.55	1390	1.51	73	0.76	6.5	2.2	2.2	0.0018	17		
Y802-4	0.75		2.01	74.5					0.0021	18		
Y90S-4	1.1	1400	2.75	78	0.78				0.0021	22		
Y90L-4	1.5		3.65	79	0.79				0.0027	27		
Y100L1-4	2.2	1430	5.03	81	0.82	7.0	2.0	2.2	0.0054	34		
Y100L2-4	3.0		6.82	82.5	0.81				0.0067	38		
Y112M-4	4.0	1440	8.77	84.5	0.82				0.0095	43		
Y132S-4	5.5		11.6	85.5	0.84				0.0214	68		
Y132M-4	7.5		15.4	87	0.85				0.0296	81		
Y160M-4	11		1460	22.6	88				0.84	0.0747	123	
Y160L-4	15	30.3		88.5	0.85				0.0918	144		
Y180M-4	18.5	1470	35.9	91	0.86				2.0	2.2	0.139	182
Y180L-4	22		42.5	91.5							0.158	190
Y200L-4	30		56.8	92.2	0.262						270	
Y225S-4	37	1480	69.8	91.8	0.87	1.9	2.2	0.406	284			
Y225M-4	45		84.2	92.3				0.469	320			
Y250M-4	55		103	92.6		0.88		2.0	0.66	427		
Y280S-4	75		140	92.7	0.89	1.9		1.12	562			
Y280M-4	90		164	93.6				1.46	667			
Y315S-4	110	201	93.5	0.89		1.8	3.11	1000				
Y315M1-4	132	241			3.62		1100					
Y315M2-4	160	291			94		4.13	1160				

续表 2

型 号	额定功率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流 (A)	堵转转矩 额定转矩 (Nm)	最大转矩 额定转矩 (Nm)	转动惯量 (kg·m ²)	质量 (kg)
		转速 (r/min)	电流 (380V) A	效率 (%)	功率因数 cosφ					
同步转速 1000r/min(6极)50Hz										
Y90S-6	0.75	910	2.25	72.5	0.70	6.0	2.0	2.0	0.0029	23
Y90L-6	1.1		3.15	73.5	0.72				0.0035	25
Y100L-6	1.5	940	3.97	77.5	0.74				0.0069	33
Y112M-6	2.2		5.61	80.5					0.0138	45
Y132S-6	3.0	960	7.23	83	0.76	6.5	2.0	0.0286	63	
Y132M1-6	4.0		9.40	84	0.77			0.0357	73	
Y132M2-6	5.5		12.6	85.3	0.78			0.0449	84	
Y160M-6	7.5	17.0	86	0.0881				119		
Y160L-6	11	24.6	87	0.83	0.116			147		
Y180L-6	15	31.4	89.5		0.81			0.207	195	
Y200L1-6	18.5	37.7	89.8		0.83	0.315	220			
Y200L2-6	22	44.6	90.2			0.360	250			
Y225M-6	30	980	59.5	90.2	0.85	1.7	0.547	292		
Y250M-6	37		72		90.8	0.86	0.834	408		
Y280S-6	45		85.4	92	0.87	1.8	1.39	536		
Y280M-6	55		104			1.65	595			
Y315S-6	75	141	93	1.6		4.11	990			
Y315M1-6	90	168	93.5			4.78	1080			
Y315M2-6	110	205	94		5.45	1150				
Y315M3-6	132	246			6.12	1210				

续表 3

型 号	额定功率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流 (A)	堵转转矩 额定转矩 (Nm)	最大转矩 额定转矩 (Nm)	转动惯量 (kg·m ²)	质量 (kg)
		转速 (r/min)	电流 (380V) A	效率 (%)	功率因数 cosφ					
同步转速 750r/min(8极)50Hz										
Y132S-8	2.2	710	5.81	81	0.71	5.5			0.0314	63
Y132M-8	3.0		7.72	82	0.72				0.0395	79
Y160M1-8	4.0	720	9.91	84	0.73	6.0	2.0		0.0753	118
Y160M2-8	5.5		13.3	85	0.74				0.0931	119
Y160L-8	7.5		17.7	86	0.75	5.5	0.126	145		
Y180L-8	11	730	25.1	86.5	0.77				1.7	184
Y200L-8	15		34.1	88	0.76				1.8	250
Y225S-8	18.5		41.3	89.5					1.7	266
Y225M-8	22	740	47.6	90	0.78	6.0		2.0	1.8	292
Y250M-8	30		63.0	90.5	0.80				0.834	405
Y280S-8	37		78.2	91	0.79	1.8	1.39	520		
Y280M-8	45		93.2	91.7	0.80		1.65	592		
Y315S-8	55		111	92	0.82		1.6	4.79	1000	
Y315M1-8	75	150	92.5	5.58		1100				
Y315M2-8	90	179	93	6.37		1160				
Y315M3-8	110	219		7.23		1230				
Y315S-10	45	590	99	91	0.76			1.4	990	
Y315M2-10	55		120	91.5				6.37	1150	
Y315M3-10	75		160	92				0.77	7.15	1220

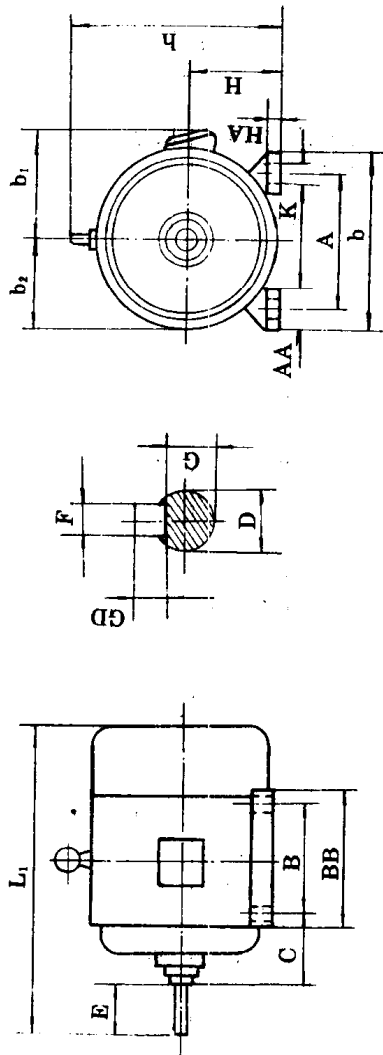


表 9-8 Y 系列(IP₄₄)电动机 B3 机座外形及安装尺寸

机座号	尺寸 (mm)															制造范围								
	H	A	B	C	D		E		F×GD		G		K	b	b ₁	b ₂	h	AA	BB	HA	L ₁		B	B ₆ , B ₇ B ₈ , V ₅ V ₆
					2极	4, 6, 8极	2极	4, 6, 8极	2极	4, 6, 8极	2极	4, 6, 8极									2极	4, 6, 8极		
80	80	125	100	50	19	40	6×6	15.5	10	160	150	85	170	34	130	10	285							
90S	90	140	100	56	24	50	8×7	20	10	180	155	90	190	36	130	12	310							
90L	90	140	125	56	24	50	8×7	20	10	180	155	90	190	36	155	12	335							
100L	100	160	140	63	28	60	8×7	24	12	205	180	105	245	40	176	14	380							
112M	112	190	140	70	28	60	8×7	24	12	245	190	115	265	50	180	15	400							
132S	132	216	140	89	38	80	10×8	33	12	280	210	135	315	60	200	18	475							
132M	132	216	178	89	38	80	10×8	33	12	280	210	135	315	60	238	18	515							
160M	160	254	210	108	42	110	12×8	37	15	325	255	165	385	70	270	20	600							
160L	160	254	254	108	42	110	12×8	37	15	325	255	165	385	70	314	20	645							
180M	180	279	241	121	48	110	14×9	42.5	15	355	285	180	430	70	311	22	670							
180L	180	279	279	121	48	110	14×9	42.5	15	355	285	180	430	70	349	22	710							
200L	200	318	305	133	55	110	16×10	49	19	395	310	200	475	70	379	25	775							
225S	225	356	286	149	55	110	16×10	49	19	435	345	225	530	75	368	28	820							
225M	225	356	311	149	55	110	16×10	49	19	435	345	225	530	75	393	28	845							
250M	250	406	349	168	60	140	18×11	58	24	490	385	250	575	80	455	30	930							
280S	280	457	368	190	65	140	18×11	58	24	545	410	280	640	85	530	35	1000							
280M	280	457	419	190	65	140	18×11	58	24	545	410	280	640	85	581	35	1050							
315S	315	508	406	216	65	140	18×11	58	28	744	576	322	865	120	570	45	1190							
315M	315	508	457	216	65	140	18×11	58	28	744	576	322	865	120	660	45	1270							

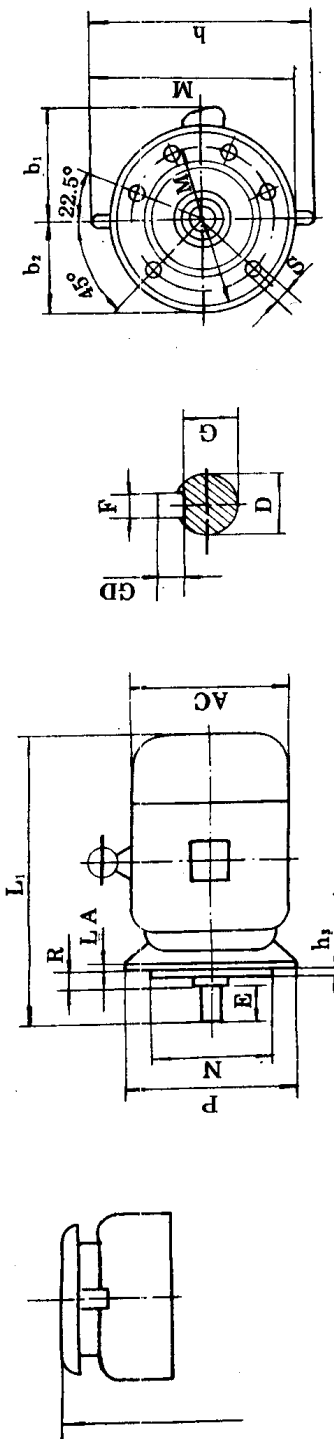


表9-9 Y系列(IP44)电动机B5机座外形及安装尺寸

机座号	尺寸 (mm)												制造范围										
	D		E		F×GD		G		h ₃	M	N	P	R	S	b ₁	b ₂	AC	LA	h	L ₁		B	V ₁ V ₃
	2极	4、6、8极	2极	4、6、8极	2极	4、6、8极	2极	4、6、8极												2极	4、6、8极		
80	19	40	6×6	15.5	4	165	130	200	0	4×φ12	150	105	156	12	185	285							
90S	24	50	8×7	20	4	165	130	200	0	4×φ12	155	105	176	12	195	310							
90L	24	50	8×7	20	4	165	130	200	0	4×φ12	155	105	176	12	195	335							
100L	28	60	8×7	24	4	215	180	250	0	4×φ15	180	130	196	14	245	380							
112M	28	60	8×7	24	4	215	180	250	0	4×φ15	190	130	220	14	265	400							
132S	38	80	10×8	33	4	265	230	300	0	4×φ15	210	155	259	14	315	475							
132M	38	80	10×8	33	4	265	230	300	0	4×φ15	210	155	259	14	315	515							
160M	42	110	12×8	37	5	300	250	350	0	4×φ19	255	180	314	16	385	600 (670)							
160L	42	110	12×8	37	5	300	250	350	0	4×φ19	255	180	314	16	385	645 (710)							
180M	48	110	14×9	42.5	5	300	250	350	0	4×φ19	285	180	355	18	430 (500)	670 (730)							
180L	48	110	14×9	42.5	5	300	250	350	0	4×φ19	285	180	355	18	430 (500)	710 (770)							
200L	55	110	16×10	49	5	350	300	400	0	4×φ19	310	205	397	18	480 (550)	775 (850)							
225S	55	110	16×10	49	5	400	350	450	0	8×φ19	345	225	446	20	536 (610)	820 (910)							
225M	55	140	16×10	49	5	400	350	450	0	8×φ19	345	225	446	20	535 (610)	815 (905)							
250M	60	140	18×11	53	5	500	450	550	0	8×φ19	385	280	485	22	650 (720)	1035 (1100)							
280S	65	140	18×11	58	5	500	450	550	0	8×φ19	410	280	547	22	720 (790)	1200 (1270)							
280M	65	140	18×11	58	5	500	450	550	0	8×φ19	410	280	547	22	720 (790)	1200 (1270)							
315S	65	140	18×11	58	6	600	660	660	0	8×φ24	576	322	645		900 (970)	1340 (1410)							
315M	65	140	18×11	58	6	600	660	660	0	8×φ24	576	322	645		900 (970)	1340 (1410)							

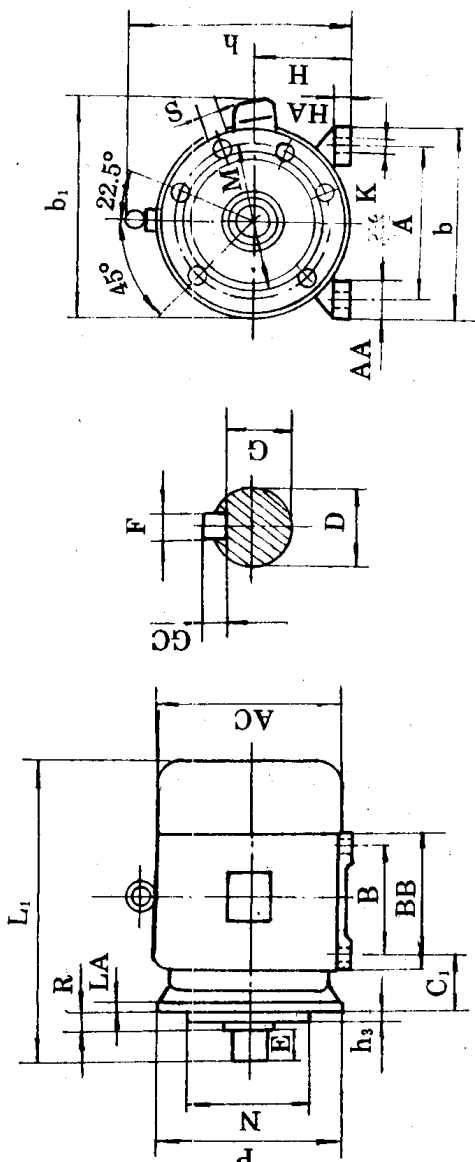


表9-10 Y系列(IP₄₄)电动机B35机座
外形及安装尺寸

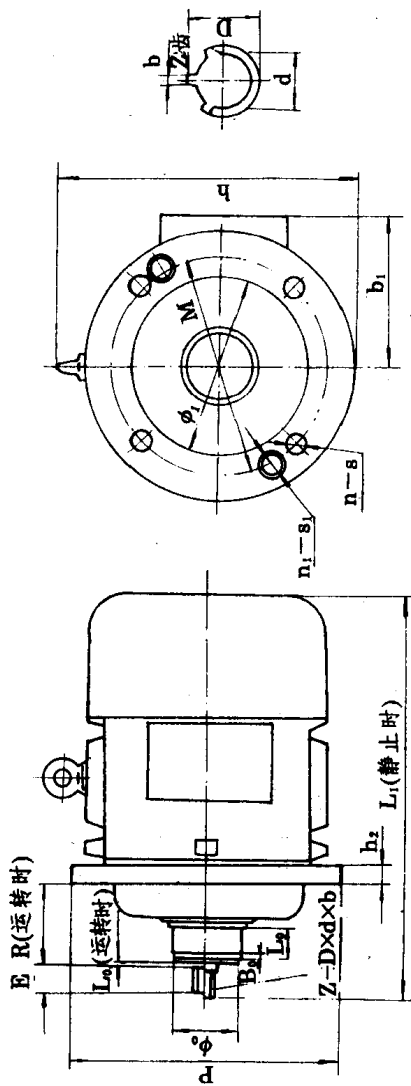
机座号	尺寸 (mm)																											
	H	A	B	C	D		E		F×G×D		K	h ₃	M	N	P	R	S	b	b ₁	b ₂	h	AA	BB	HA	AC	LA	L ₁	
					2极	4, 6, 8极	2极	4, 6, 8极	2极	4, 6, 8极																	2极	4, 6, 8极
80	80	125	100	50	19	40	6×6	10	4	165	130	200	0	4×φ12	160	150	105	170	34	130	10	156	12	285	2极	4, 6, 8极		
90S	90	140	100	56	24	50	8×7	10	4	165	130	200	0	4×φ12	180	155	105	190	36	130	12	176	12	310				
90L	90	140	125	56	24	50	8×7	10	4	165	130	200	0	4×φ12	180	155	105	190	36	155	12	176	12	335				
100L	100	160	140	63	28	60	8×7	12	4	215	180	250	0	4×φ15	205	180	130	245	40	176	14	196	14	380				
112M	112	190	140	70	28	60	8×7	12	4	215	180	250	0	4×φ15	245	190	130	265	50	180	15	220	14	400				
132S	132	216	140	89	38	80	10×8	12	4	265	230	300	0	4×φ15	280	210	155	315	60	200	18	259	14	475				
132M	132	216	178	89	38	80	10×8	12	4	265	230	300	0	4×φ15	280	210	155	315	60	238	18	259	14	515				
160M	160	254	210	108	42	110	12×8	15	5	300	250	350	0	4×φ19	325	255	180	385	70	270	20	314	16	600				
160L	160	254	254	108	42	110	12×8	15	5	300	250	350	0	4×φ19	325	255	180	385	70	314	20	314	15	645				
180M	180	279	241	121	48	110	14×9	15	5	300	250	350	0	4×φ19	355	285	180	430	70	311	22	355	18	670				
180L	180	279	279	121	48	110	14×9	15	5	300	250	350	0	4×φ19	355	285	180	430	70	349	22	355	18	710				
200L	200	318	305	133	55	110	16×10	19	5	350	300	400	0	4×φ19	395	310	205	475	70	379	25	397	18	775				
225S	225	356	386	149	55	140	16×10	18×11	19	5	400	350	450	0	8×φ19	435	345	225	530	75	368	28	446	20	820			
225M	225	356	311	149	55	140	16×10	18×11	19	5	400	350	450	0	8×φ19	435	345	225	530	75	393	28	446	20	845			
250M	250	406	349	168	60	140	18×11	24	5	500	450	550	0	8×φ19	490	385	280	575	80	455	30	485	22	930				
280S	280	457	368	190	65	140	18×11	20×12	24	5	500	450	550	0	8×φ19	545	410	280	640	85	530	35	547	22	1000			
280M	280	457	419	190	65	140	18×11	20×12	24	5	500	450	550	0	8×φ19	545	410	280	640	85	581	35	547	22	1050			
315S	315	508	406	216	65	170	18×11	22×14	28	6	600	550	660	0	8×φ24	744	576	322	865	120	570	45	645	1190	1220			
315M	315	508	457	216	65	170	18×11	22×14	28	6	600	550	660	0	8×φ24	744	576	322	865	120	660	45	645	1240	1270			

表 9-11 ZD、ZDY 系列锥形转子制动异步电动机主要技术数据

型号	额定功率 (kW)	额定电压 (V)	额定频率 (Hz)	负载持续率 (%)	额定负载时			磁拉力 daN		堵转电流 (A)	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	飞轮矩 ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)	制动转矩 (daNm)	质量 (kg)	
					电流 (A)	转速 (r/min)	效率 (%)	功率因数 $\cos\phi$	额定电压 (V)							90% 额定电压
ZD11-4	0.2	380	50	25	0.7	1380	65	0.67	10	8	4	2.0	0.006	0.2	16	
ZD12-4	0.4	380	50	25	1.3	1380	67	0.70	15	12	7	2.0	0.007	0.5	18	
ZD21-4	0.8	380	50	25	2.2	1360	73	0.75	24	19	16	2.5	0.036	1.1	30	
ZD22-4	1.5	380	50	25	4	1360	74	0.76	43	35	24	2.5	0.045	2.0	38	
ZD31-4	3.0	380	50	25	7	1380	80	0.81	70	56	45	2.7	0.135	4.3	60	
ZD32-4	4.5	380	50	25	10	1380	82	0.83	92	74.5	65	2.7	0.160	6.4	70	
ZD41-4	7.5	380	50	25	16.5	1400	82	0.84	133	108	110	3.0	0.390	10.0	115	
ZD51-4	11	380	50	25	28	1400	83	0.85	180	146	180	3.0	1.30	18.6	135	
ZDY11-4	0.2	380	50	25	0.7	1380	65	0.67	10	8	4	2.0	—	—	16	
ZDY12-4	0.4	380	50	25	1.3	1380	67	0.70	15	12	7	2.0	—	—	18	
ZDY21-4	0.8	380	50	25	2.2	1360	73	0.75	21	19	13	2.5	—	—	30	

表 9-12

ZD 系列锥形转子制动异步电动机安装及外形尺寸



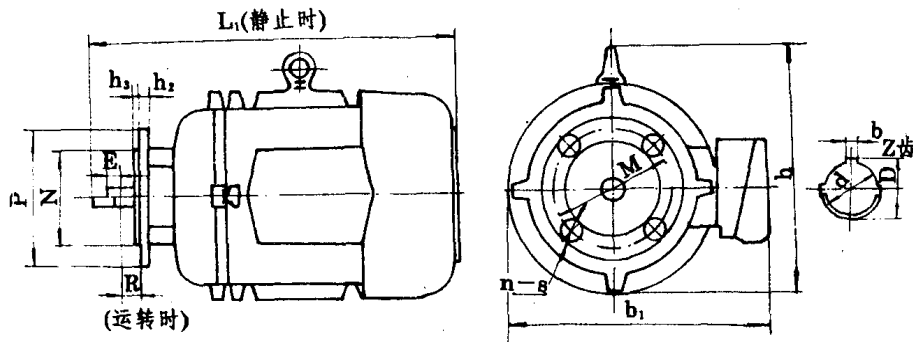
型号	L_1 静止 时	R 运转时	E	L_0 运 转时	B_0	Z-D×d×b	b_1	ϕ_0	ϕ_1	P	M	n-3	n_1-s_1	h	h_2
ZD11-4															
ZD12-4															
ZD21-4	335	70±1.5	24±0.42	28.5 ^{+0.52} ₀	2.2	6-20 ^{-0.02} _{-0.04} × 16×4 ^{-0.025} _{-0.005}	125	60 ⁰ _{-0.03}	178	220 ⁰ _{-0.09}	196	4-φ10 ^{+0.36} ₀	/	258	19
ZD22-4	375	71±1.5	24±0.42	28.5 ^{+0.52} ₀	2.2	6-20 ^{-0.02} _{-0.04} × 16×4 ^{-0.025} _{-0.005}	125	60 ⁰ _{-0.03}	180	235 ⁰ _{-0.02}	205	4-φ15 ^{+0.43} ₀	/	266	19
ZD31-4	442	109±2.0	30±0.42	33.5 ^{+0.52} ₀	2.7	6-28 ^{-0.02} _{-0.04} × 23×6 ^{-0.025} _{-0.005}	142	65 ⁰ _{-0.03}	225	290 ⁰ _{-0.10}	260	4-φ15 ^{+0.43} ₀	2-M10	330	25
ZD32-4	458	98±2.0	30±0.42	33.5 ^{+0.52} ₀	2.7	6-28 ^{-0.02} _{-0.04} × 23×6 ^{-0.025} _{-0.005}	158	65 ⁰ _{-0.03}	225	320 ⁰ _{-0.10}	286	4-φ15 ^{+0.43} ₀	2-M10	345	24
ZD41-4	550	120±2.0	35±0.50	39.5 ^{+0.42} ₀	2.7	10-35 ^{-0.025} _{-0.05} × 28×4 ^{-0.025} _{-0.005}	172	90 ⁰ _{-0.035}	260	380 ⁰ _{-0.12}	340	4-φ19 ^{+0.52} ₀	2-M10	415	29
ZD51-4	680	172±2.0	40±0.50	49.5 ^{+0.62} ₀	2.7	10-40 ^{-0.025} _{-0.05} × 32×5 ^{-0.025} _{-0.005}	225	95 ⁰ _{-0.035}	300	455 ⁰ _{-0.12}	415	4-φ19 ^{+0.52} ₀	2-M12	486	22

9.2.3 ZD、ZDY 系列三相异步电动机

ZD、ZDY 系列为封闭自扇冷式、带制动装置的三相鼠笼式异步电动机，工作方式为断续，以十分钟为一个工作周期，负载持续率为 25%，额定电压 380V，额定频率 50Hz。

ZD 系列适用于电动葫芦起升机构或其它要求制动转矩较大的机械装置的驱动。ZDY 系列适用于电动葫芦运行机构或其它要求制动转矩较小的机械装置的驱动。这种系列电动机的技术数据和外形及安装尺寸见表 9—11、9—12、9—13。

表 9—13 ZDY 系列锥形转子制动异步电动机外形及安装尺寸



型 号	E	R	P	N	h ₂	h ₃	Z-D×d×b	n-8	M	h	b ₁	L ₁
ZDY11-4	23.1 ^{+0.52} ₀	15±1.5	110	75 ⁰ _{-0.03}	8	3 ⁰ _{-0.5}	4-15 ^{-0.016} _{-0.033} ×12×4 ^{-0.025} _{-0.065}	4-φ7 ^{+0.36} ₀	90±0.35	215	226	296
ZDY12-4	23.1 ^{+0.52} ₀	15±1.5	110	75 ⁰ _{-0.03}	8	3 ⁰ _{-0.5}	4-15 ^{-0.016} _{-0.033} ×12×4 ^{-0.025} _{-0.065}	4-φ7 ^{+0.26} ₀	90±0.35	215	226	316
ZDY21-4	25.1 ^{+0.52} ₀	20±1.5	140	100 ⁰ _{-0.035}	10	4 ⁰ _{-0.5}	6-20 ^{-0.02} _{-0.04} ×16×4 ^{-0.025} _{-0.065}	4-φ10 ^{+0.56} ₀	120±0.7	264	280	345

9.2.4 YR 系列小型绕线式三相异步电动机

本系列电动机为取代 JR、JR2、JRO2 系列电动机的新产品，适用于起动转矩高、起动频繁、起动时间长及小范围调速的各种生产机械。该系列电动机定子为△接法，采用 B 级绝缘。电动机起动时，转子回路应接入变阻器或频敏变阻器等起动设备。

YR 系列电动机的技术数据见表 9—14、9—15，外形及安装尺寸见图 9—1、9—2 及表 9—16、9—17。

表 9—14

YR 系列(IP₂₃)电动机技术数据

型 号	额定 功率 (kW)	满 载 时				最大转矩 额定转矩 (Nm)	转 子		质 量 (kg)
		转速 (r / min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 (cosφ)		电压 (V)	电 流 (A)	
YR160M-4	7.5	1421	16.0	84	0.84	2.8	260	19	160
YR160L1-4	11	1434	22.6	86.5	0.85	2.8	275	26	
YR160L2-4	15	1444	30.2	87	0.85	2.8	260	37	
YR180M-4	18.5	1426	36.1	87	0.88	2.8	197	61	
YR180L-4	22	1434	42.5	88	0.88	3.0	232	61	
YR200M-4	30	1439	57.7	89	0.88	3.0	255	76	335
YR200L-4	37	1448	70.2	89	0.88	3.0	316	74	
YR225M1-4	45	1442	86.7	89	0.88	2.5	240	120	
YR225M2-4	55	1448	104.7	90	0.88	2.5	288	121	
YR250S-4	75	1453	141.1	90.5	0.89	2.6	449	105	
YR250M-4	90	1457	167.4	91	0.89	2.6	524	107	590
YR280S-4	110	1458	201.3	91.5	0.89	3.0	349	196	
YR280M-4	132	1463	239.0	92.5	0.89	3.0	419	194	
YR160M-6	5.5	949	12.7	82.5	0.77	2.5	279	13	160
YR160L-6	7.5	949	16.9	83.5	0.78	2.5	260	19	
YR180M-6	11	940	24.2	84.5	0.78	2.8	146	50	
YR180L-6	15	947	32.6	85.5	0.79	2.8	187	53	
YR200M-6	18.5	949	39	86.5	0.81	2.8	187	65	
YR200L-6	22	955	45.5	87.5	0.82	2.8	224	63	

续表 1

型 号	额定 功率 (kW)	满 载 时				最大转矩 额定转矩 (Nm)	转 子		质 量 (kg)
		转速 (r/min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 (cosφ)		电压 (V)	电 流 (A)	
YR225M1-6	30	955	59.4	87.5	0.85	2.2	227	86	400
YR225M2-6	37	964	73.1	89	0.85	2.2	287	82	
YR250S-6	45	966	88	89	0.85	2.2	307	93	
YR250M-6	55	967	105.7	89.5	0.86	2.2	359	97	
YR280S-6	75	969	141.8	90.5	0.88	2.5	392	121	
YR280M-6	90	972	166.7	91	0.89	2.5	481	118	
YR160M-8	4	703	10.5	81	0.71	2.2	262	11	160
YR160L-8	5.5	705	14.2	81.5	0.71	2.2	243	15	
YR180M-8	7.5	692	18.4	82	0.73	2.2	105	49	
YR180L-8	11	699	26.8	83	0.73	2.2	140	53	
YR200M-8	15	706	36.1	85	0.73	2.2	153	64	
YR200L-8	18.5	712	44	86	0.73	2.2	187	64	
YR225M1-8	22	710	48.6	86	0.78	2.0	161	90	100
YR225M2-8	30	713	65.3	87	0.79	2.0	200	97	
YR250S-8	37	715	78.9	87.5	0.79	2.0	218	110	
YR250M-8	45	720	95.5	88.5	0.79	2.0	264	109	
YR280S-8	55	723	114	89	0.82	2.2	279	125	
YR280M-8	75	725	152.1	90	0.82	2.2	359	131	

表 9—15

YR 系列(IP₄₄)电动机技术数据

型 号	额定 功率 (kW)	满 载 时				最大转矩 额定转矩 (Nm)	转 子		质 量 (kg)
		转速 (r / min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 (cosφ)		电 压 (V)	电 流 (A)	
YR132S1-4	2.2	1440	5.3	82.0	0.77	3.0	190	7.9	60
YR132S2-4	3	1440	7.0	83.0	0.78	3.0	215	9.4	70
YR132M1-4	4	1440	9.3	84.5	0.77	3.0	230	11.5	80
YR132M2-4	5.5	1440	12.6	86.0	0.77	3.0	272	13.0	95
YR160M-4	7.5	1460	15.7	87.5	0.83	3.0	250	19.5	130
YR160L-4	11	1460	22.5	89.5	0.83	3.0	276	25.0	155
YR180L-4	15	1465	30.0	89.5	0.85	3.0	278	34.0	205
YR200L1-4	18.5	1465	36.7	89.0	0.86	3.0	247	47.5	265
YR200L2-4	22	1465	43.2	90.0	0.86	3.0	293	47.0	290
YR225M2-4	30	1475	57.6	91.0	0.87	3.0	360	51.5	380
YR250M1-4	37	1480	71.4	91.5	0.86	3.0	289	79.0	440
YR250M2-4	45	1480	85.9	91.5	0.87	3.0	340	81.0	490
YR280S-4	55	1480	103.8	91.5	0.88	3.0	485	70.0	670
YR280M-4	75	1480	140	92.5	0.88	3.0	354	128.0	800
YR132S1-6	1.5	955	4.17	78.0	0.70	2.8	180	5.9	60
YR132S2-6	2.2	955	5.96	80.0	0.70	2.8	200	7.5	70
YR132M1-6	3	955	8.20	80.5	0.69	2.8	206	9.5	80
YR132M2-6	4	955	10.7	82.0	0.69	2.8	230	11.0	95
YR160M-6	5.5	970	13.4	84.5	0.74	2.8	244	14.5	135

续表 1

型 号	额定 功率 (kW)	满 载 时				最大转矩 额定转矩 (Nm)	转 子		质 量 (kg)
		转速 (r/min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 ($\cos\phi$)		电 压 (V)	电 流 (A)	
YR160L-6	7.5	970	17.9	86.0	0.74	2.8	266	18.0	155
YR180L-6	11	975	23.6	87.5	0.81	2.8	310	22.5	205
YR200L1-6	15	975	31.8	88.5	0.81	2.8	198	48.0	280
YR225M1-6	18.5	980	38.3	88.5	0.83	2.8	187	62.5	335
YR225M2-6	22	980	45.0	89.5	0.83	2.8	224	61.0	365
YR250M1-6	30	980	60.3	90.0	0.84	2.8	282	66.0	450
YR250M2-6	37	980	73.9	90.5	0.84	2.8	331	69.0	490
YR280S-6	45	985	87.9	91.5	0.85	2.8	362	76.0	680
YR280M-6	55	985	106.9	92.0	0.85	2.8	423	80.0	730
YR160M-8	4	715	10.7	82.5	0.69	2.4	216	12.0	135
YR160L-8	5.5	715	14.1	83.0	0.71	2.4	230	15.5	155
YR180L-8	7.5	725	18.4	85.0	0.73	2.4	255	19.0	190
YR200L1-8	11	725	26.6	86.0	0.73	2.4	152	46.0	280
YR225M1-8	15	735	34.5	88.0	0.75	2.4	169	56.0	265
YR225M2-8	18.5	735	42.1	89.0	0.75	2.4	211	54.0	390
YR250M1-8	22	735	48.1	89.0	0.78	2.4	210	65.5	450
YR250M2-8	30	735	66.1	89.5	0.77	2.4	270	69.0	500
YR280S-8	37	735	78.2	91.0	0.79	2.4	281	81.5	680
YR280M-8	45	735	92.9	92.0	0.80	2.4	359	76.0	800

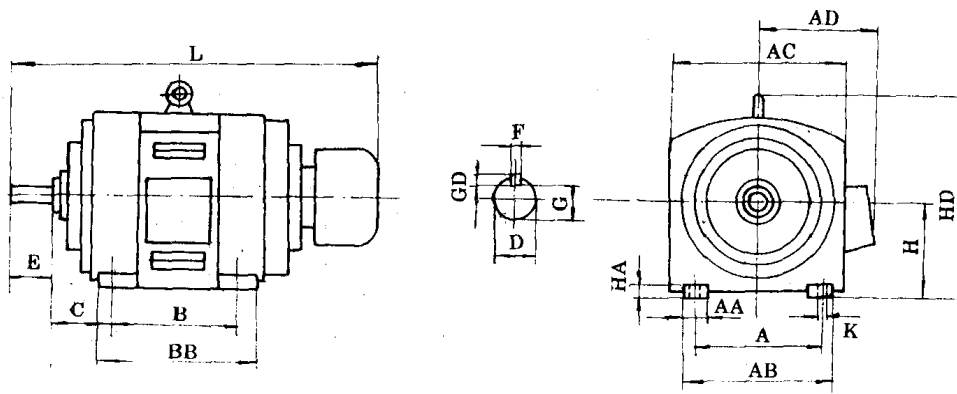


图 9—1 YR 系列(IP₂₃)电动机外形及安装尺寸图形

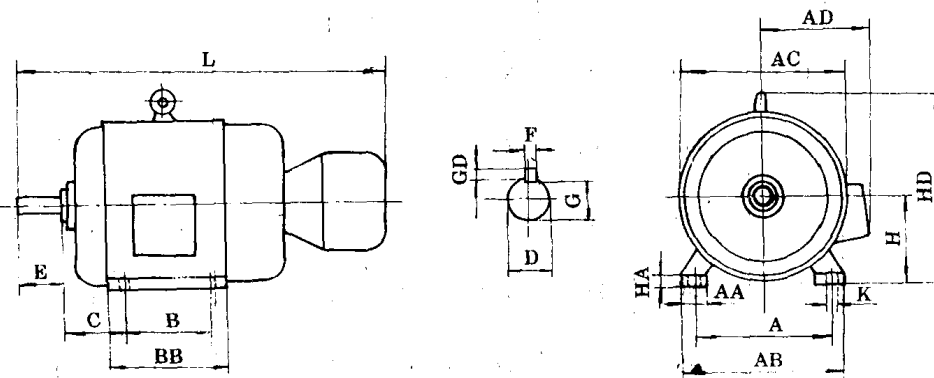


图 9—2 YR 系列(IP₄₄)电动机外形及安装尺寸图形

表 9—16

YR 系列(IP₂₃)电动机外形及安装尺寸

机座号	安 装 尺 寸(mm)										外 形 尺 寸(mm)							
	A	B	C	D	E	F	GD	G	H	K	AA	AB	AC	AD	BB	HA	HD	L
160M	254	210	108	48	110	14	9	42.5	160	15	70	330	380	290	270	20	405	750
160L		254													315			790
180M	279	241	121	55	110	16	10	49	180	15	70	350	420	325	315	22	445	895
180L		279													350			935
200M	318	267	133	60	140	18	11	53	200	19	80	400	465	350	355	25	495	920
200L		305													395			960
225M	356	311	149	65	140	18	11	58	225	19	90	450	520	395	395	28	545	1060
250S	406	311	168	75	140	20	12	67.5	250	24	100	510	550	410	420	30	600	1110
250M		349													455			1150
280S	457	368	190	80	170	22	14	71	280	24	110	570	610	450	530	35	655	1260
280M		419													585			1310

注: YR160L2-4 的 L 为 810mm.

表 9—17

YR 系列(IP₄₄)电动机外形及安装尺寸

机座号	安 装 尺 寸(mm)										外 形 尺 寸(mm)							
	A	B	C	D	E	F	GD	G	H	K	AA	AB	AC	AD	BB	HA	HD	L
132S		140													200			710
	216		89	38	80	10	8	33	132	12	60	280	280	210		18	315	
132M		178													238			745
160M		210													270			820
	254		108	42	110	12	8	37	160	15	70	330	335	255		20	385	
160L		254													314			865
180L	279	279	121	48	110	14	9	42.5	180	15	70	355	375	285	349	22	430	920
200L	318	305	133	55	110	16	10	49	200	19	70	395	425	310	379	25	475	1005
225M	356	311	149	60	140	18	11	53	225	19	75	435	470	345	393	28	530	1080
250M	406	349	168	65	140	18	11	58	250	24	80	490	515	385	455	30	575	1240
280S		368													530			1290
	457		190	75	140	20	12	67.5	280	24	85	550	575	410		35	640	
280M		419													581			1340

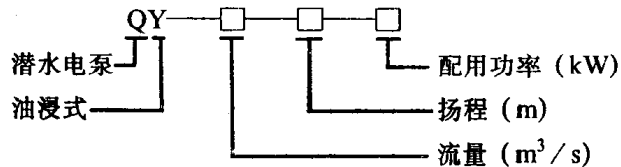
9.2.5 潜水电泵

潜水电泵是潜水泵与潜水电动机组合成一体的电力排灌设备。按用途制成农用排灌电泵、污水电泵及单相电泵等几个品种，在工农业排灌、工矿给排水中得到广泛应用。

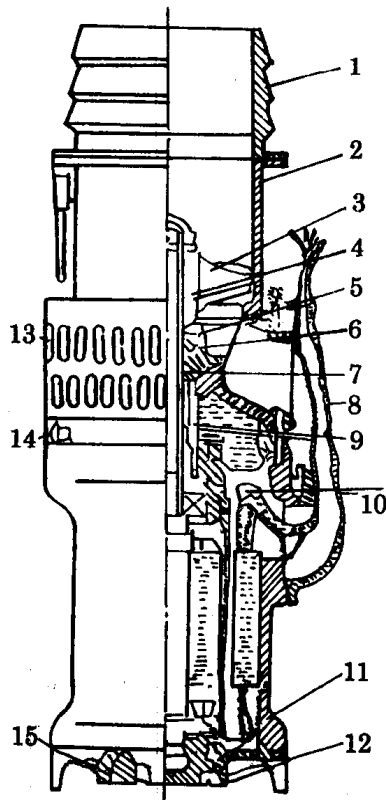
①QY型油浸式农排电泵

QY型油浸式潜水电泵具有体积小、重量轻、移动方便、开车前不需引水、价格低，使用可靠等优点，已广泛应用于农业排灌。该型电泵的电动机位于泵的下部，靠电动机的上盖轴端的双端面机械密封盒与O型密封圈构成动静密封，电动机的空腔内灌满了机械油，起润滑轴承和绕组散热的作用。

该型电泵的型号含义如下：



QY型电泵的外形和结构图以及性能参数见图9—3和表9—18。JQS系列井用潜水泵三相异步电动机技术数据见表9—19。



1—管接头；2—导向件；3—叶轮；4—键；5—甩水器；6—轴承套座；7—进水节；8—电缆；9—整体式密封盒；10—上端盖；11—放水封口塞；12—下端盖；13—格栅；14—放油封口塞；15—放气封口塞

图9—3 QY型潜水电泵外形和结构图

表 9-18

QY 型潜水电泵性能参数

型号	项目	性能参数		功率(kW)	配套管径(mm)
		流量 (t/h)	总扬程 (m)		
QY65-10-3		65	10	3	102
QY-11		40	11	2.2	76
QY-15		25	15	2.2	50
QY-45		15	45	4	40
QY-50		84	50	3	38
QY-60		10	60	4	38

表 9-19

JQS 系列井用潜水泵三相异步电动机技术数据

型 号	额 定 值						起 动 电 流		最大转矩 / 额定转矩 (Nm)	承受最大 轴向推力 (N)	质量 (kg)
	功率 (kW)	电压 (V)	电流 (A)	转速 (r/min)	效率 (%)	功率因数 $\cos\phi$	额定电流 (A)	额定转矩 (Nm)			
JQS-150	10	380	23.7	2900	78	0.79	7	1.2	2	2650	170
JQS-200	17	380	40	2850	80	0.80	7	1.1	2	2950	180
JQS-200	22	380	50	2850	81	0.81	7	1.1	2	2950	200
JQS-200	28	380	63	2850	82	0.81	7	1.1	2	2950	225
JQS-200	34	380	74	2850	83	0.82	7		2	2950	250
JQS-250	40	380	85.7	2850	83.5	0.83	7		2	3900	320
JQS-250	50	380	105	2850	84	0.84	6.5		2	3900	350
JQS-250	70	380	145	2850	84.5	0.85	6.5		2	3900	400
JQS-250	92	380	189	2850	85	0.85	6.5		2	3900	410

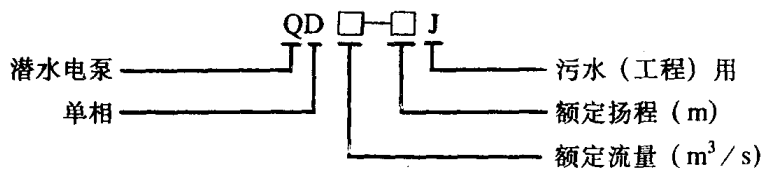
注:型号中 150、200、250 表示电动机适用的最小井径 (mm)。

②QD 型单相工程用潜水电泵

QD 型潜水电泵的电动机位于泵的上部, 下部为半开式不易堵塞的叶轮与螺旋式蜗壳组成的潜水泵, 可排放所含颗粒直径不大于 7mm, 混入土砂容积比不大于 4%, 粘度不大于 5 厘泊的污水。电动机采用电容启动, 启动转矩较高, 且内部装有过载保护装置。

QD 型电泵具有设计先进、结构合理, 外形美观, 使用可靠, 价格低廉、配用小功率单相电动机等优点, 因而广泛应用于小片农田、自留地、菜园、渔池的灌溉, 也可用于土工地的泥水排放。

该型电泵型号含义:



QD型单相潜水泵的技术参数和外形尺寸见表9—20和表9—21。

表9—20 QD型单相工程用潜水电泵技术参数

型 号	QD7.8-6.5J	QD-6-9J	QD-3-15J
额定流量 (m ³ /h)	7.8	6	3
额定扬程 (m)	6.5	9	15
出水口径 (mm)	40	25	13
额定电压 (V)	220	220	220
额定电流 (A)	3.9	3.9	3.9
额定频率 (Hz)	50	50	50
额定转速 (r/min)	2820	2820	2820
绝缘等级	B	B	B
功率因数 (cosφ)	0.74	0.74	0.74
机组效率 (%)	19.5	19.5	17.5
配用功率 (kW)	0.4	0.4	0.4
质量 (kg)	18	18	18

表 9-21

QD 型 电 泵 外 形 尺 寸

型 号	D_1	D_2	b	h	外 形 图
QD7.8-6.5J	50	—	245	400	
QD6-9J	40	—	245	400	
QD3-15J	25	15	245	400	

9.2.6 电动工具用交、直流两用电动机

电动工具用交、直流两用电动机是指交流串激单相电动机。因其电枢绕组通过电刷与其磁场线圈串联，故无论通入单相交流还是直流，均能使其产生的电磁转矩方向不变。由于串激电动机的机械特性软，因而转速能随负载大小自动调节。当负载增加时，转速随即下降，转矩增大。又因空载时转速很高，所以不能在拆除减速器情况下通电试车，以防出现飞速事故。这种电动机常用于各种电动工具的驱动，如手电钻、手动砂轮机、吹风机和微型电动螺丝刀等。

电动工具用单相串激电动机参数见表 9-22。

表 9-2 电动工具用单相串激电动机参数表

定子冲片外径 mm	电动机额定参数				定转子参数				风 扇				换 向 器				电 刷			轴承型号		采用该规格电动机 产品的型号及名称	生产厂代号
	电 压 U V	电 流 I A	输 入 功 率 P_1 W	输 出 功 率 P_2 W	负 载 转 速 n_H r/min	定 子 每 级 匝 数 W_1 匝	定 子 线 规 d_1/d_1 mm	转 子 每 元 件 匝 数 W_2 匝	转 子 线 规 d_2/d_2 mm	铁 心 长 度 L mm	气 隙 δ mm	型 式	外 径 D_f mm	叶 片 数	外 径 D_c mm	换 向 片 数	刷 盒 结 构	电 刷 长 度 a_b mm	电 刷 宽 度 b_y mm	电 刷 高 度 h_b mm	轴 齿 端			后 罩 端
220	0.78	163	90	10000	310	0.33/0.28	46	0.25/0.21	38	0.35	离心	48	16	22.4	27	盒式	6.5	4	12.5	60027	60026	回 JIZ-6K 电钻	1
220	1.10	230	120	13000	248	0.38/0.33	36	0.28/0.23	38	0.35	离心	48	16	22.4	27	盒式	6.5	4	12.5	60028	60026	回 JIZ-6 电钻 回 JISS-8 攻丝机	1
36	5.60	185	92	10000	40	2×0.63/ 2×0.56		0.63/0.56	38	0.35	离心	48	18	22.4	27	盒式	6.5	4	12.5	60028	60026	回 JIZ-6 电钻	1
220	1.20	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23	38	0.35	离心	51	9	22.4	27	盒式	6.5	4	10	60028	60026	回 JIZ-6 电钻, 回 JIJZ-1.5 电剪刀 回 JIQZ-3 曲线锯, 回 PIL-S 螺丝刀	22
220	1.75	370	220	14000	175	0.47/0.41	25	0.34/0.29	55	0.35	轴流	59	10	22.4	27	盘簧	6.5	4	13	60029	60027	回 SIMJ ₂ -100 角向磨光机	2
220	1.40	280	160	15000	240	0.41/0.35	31	0.30/0.25	38	0.35	离心	48	12	22.4	27	盒式	6.5	4	12.5	60028	60026	回 ZIJ-10 冲击电钻	3
220	1.10	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23	38	0.35	离心	48	16	22.4	27	盘簧	6.5	4	12.5	60028	60026	回 JIJ ₂ 电剪刀, 回 JIQZ-3 曲线锯, 回 SIJ-25 电磨	6
220	0.8	140	80	8000	315	0.34/0.29	53	0.23/0.19	38	0.35	离心	51	9	22.4	27	盘簧	6.5	4	12.5	60027	60027	回 PIB-12 电扳手 回 PIL-5 螺丝刀	4 18
220	1.78	380	230	14300	175	0.47/0.41	25	0.34/0.29	55	0.35	轴流	62	10	22.4	27	盘簧	6.5	4	12.5	60029	60027	回 SIMJ ₂ -100 角向磨光机	19
220	1.10	240	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23	38	0.35	离心	48	16	22.4	27	压簧	6.5	4	12.5	60028	60026	回 JIZ-6 电钻, JIZ-6 电钻, 回 JIJ-1.6 电剪刀, 回 JIS-8 攻丝机	13

续表 2

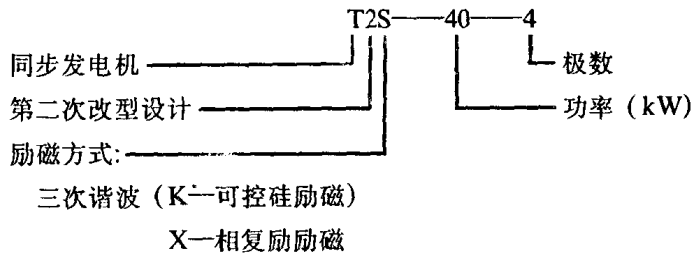
电动机额定参数				定子参数						风扇			换向器				电刷			轴承型号		采用该规格电动机产品的型号及名称	生产厂代号
电 压	电 流	输 入 功 率	输 出 功 率	负 载 转 速	定 子 每 极 匝 数	定 子 线 规	转 子 每 元 件 匝 数	转 子 线 规	铁 心 长 度	气 隙	型 式	外 径	叶 片 数	外 径	换 向 片 数	刷 盒 结 构	电 刷 长 度	电 刷 宽 度	电 刷 高 度	轴 齿 端	后 罩 端		
U	I	P_1	P_2	n_H	W_1	d_1/d_1	W_2	d_2/d_2	L	δ		D_e	K	a_b	b_b	h_b							
mm	A	W	W	r/min	匝	mm	匝	mm	mm	mm	片	片	片	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			
220	2.4	485	310	13000	152	0.63/0.57	19	0.48/0.42	38	0.50	离心	72	9	26	33	管式	8	6.3	16	60029	60028	回 M1B-90/2 电刨	1
220	2.5	520	360	13300	160	0.63/0.57	18	0.47/0.41	42	0.45	轴流	82	8	30	33	盒式	8	5	16	60501	60018	Z1C-26 电锤	10
220	2.4	550	350	8900	173	0.62/0.55	24	0.44/0.36	42	0.55	离心	74	9	26.5	33	盒式	10.5	4	18	60201	60028	回 PIB-20 电扳手	7, 20
80	220	3.7	780	14500	115	0.63/0.57	14	0.53/0.47	42	0.45	轴流	82	8	30	33	盒式	8	5	16			Z1C-38 电锤	10
220	3.2	630	450	11000	148	0.60/0.59	16	0.50/0.44	48	0.55	离心	74	9	26.5	33	盒式	10	4.5	18	60201	60028	回 PIBD-60kg 定扭矩扳手	7
220	3.2	630	450	11300	144	0.66/0.59	17	0.50/0.44	48	0.50	轴流	78	10	26.5	33	管式	8	6.3	16	60200	60028	回 M1B-80/2 电刨	15
220	4.1	700	600	11000	136	0.50/0.44	16	0.53/0.47	60	0.55	离心	74	9	26.5	33	盒式	10.5	4.5	18	60201	60025	PIB-24 电扳手	5
220	4.1	830	470	9900	134	2x0.56/2x0.5	13	0.56/0.5	52	0.6	离心	81	13	33	38	盒式	12.5	8	20	60201	60029	回 JIZ-19、23 电钻	1
220	4.0	820	500	11000	132	0.55/0.50	12	0.59/0.52	52	0.65	轴流	84	13	33	38	盒式	12.5	8	22	60201	60029	回 PIBD-150 定扭矩扳手	14
220	4.1	810	550	9900	134	2x0.55/2x0.49	13	0.55/0.49	52	0.60	离心	81	13	33	38	盘簧	12.5	8	19	60201	60029	回 JIZ-16、19、23 电钻	9, 11 16
90	220	4.5	920	11000	120	2x0.56/2x0.5	12	0.6/0.53	52	0.60	离心	81	13	33	38	盘簧	12.5	8	19	60201	60029	回 JIZ-23/32 双速电钻 回 SIS ₂ -150 砂轮机	13
220	4.9	1000	660	12100	110	0.6/0.55	11	0.62/0.57	52	0.60	轴流	81	11	33	38	管式	12.5	8	16	60201	60029	回 M1Y-200 电圆锯 回 M1B-90/2 电刨	11
220	7.7	1800	1200	12000	76	2x0.72/2x0.64	8	0.72/0.64	76	0.60	离心	88	11	33	38	拉簧	12.5	8	16	60022	60209	回 SIMJ ₂ -180 角向磨光机	19

* 生产厂代号: 1. 上海电动工具厂; 2. 上海飞跃工具厂; 3. 上海宇宙电动工具厂; 4. 上海起重工具厂; 5. 天津机械工具厂; 6. 天津空调器厂; 7. 石家庄电动工具厂; 8. 呼和浩特电动工具厂; 9. 沈阳电动工具厂; 10. 长春电动工具厂; 11. 黑龙江电动工具厂; 12. 西安电动工具厂; 13. 青海电动工具厂; 14. 山东中兴机械厂; 15. 德州电动工具厂; 16. 扬州电动工具厂; 17. 杭州电动工具厂; 18. 温岭电动工具厂; 19. 永康电动工具厂; 20. 长沙电动工具厂; 21. 桂林电动工具厂; 22. 成都电动工具厂。

9.2.7 T2系列小型三相同步发电机

T2系列三相同步发电机为有刷自励恒压旋转磁极式同步发电机，50kW及以下一般为凸极式。它通常与柴油机配套组成移动或固定机组，供城镇、农村、车站、工地照明及动力用电源。

T2系列同步发电机结构简单、运行可靠，且具有良好的电压调整率，能起动同等容量的电动机。发电机安装型式有B3和B35两种，前者通过皮带轮与柴油机连接，后者靠端盖上的凸缘与柴油机对接。发电机的额定电压400伏，额定转速1500r/min。型号含义如下：



T2系列同步发电机的安装尺寸如表9—23、表9—24所示。安装图如图9—4、图9—5所示。

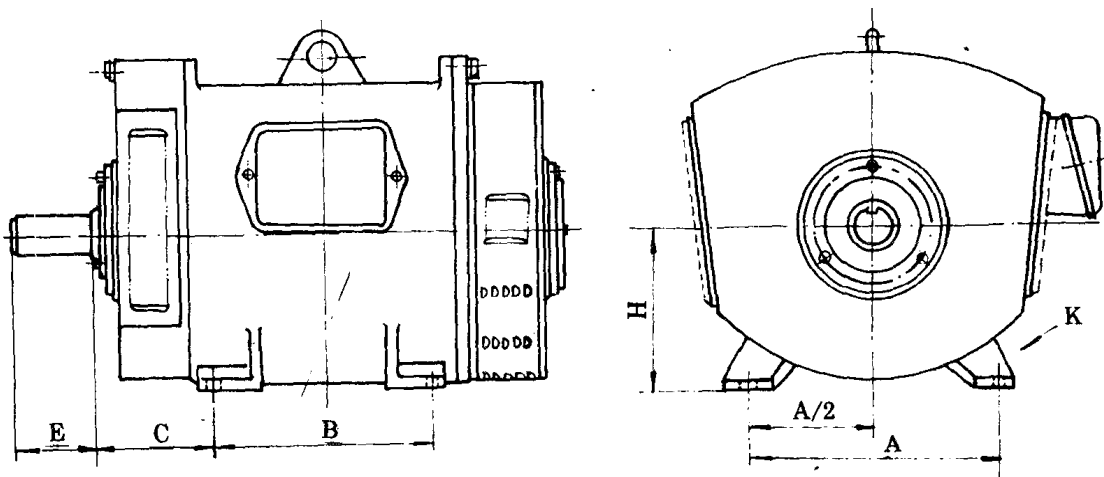


图9—4 T2系列小型三相同步发电机 (B3) 安装图

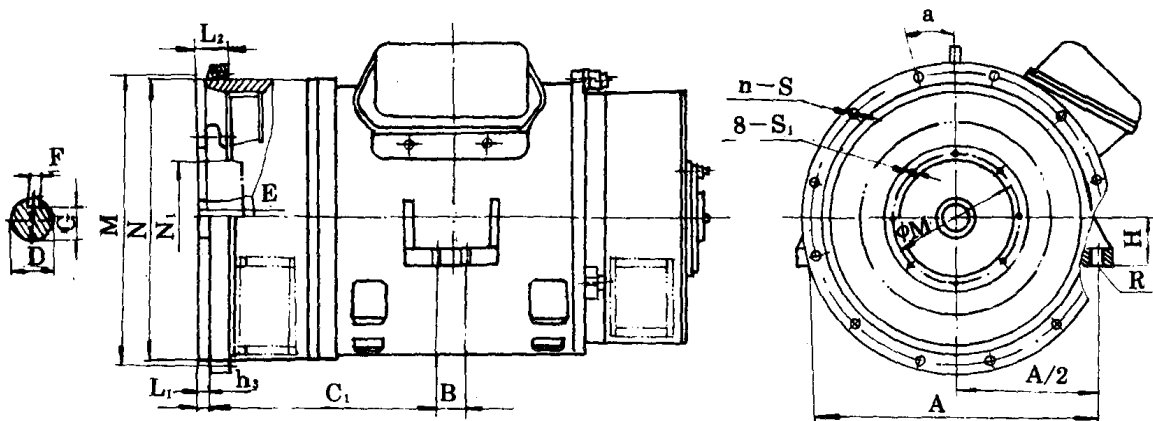


图9—5 T2系列小型三相同步发电机 (B35) 安装图

表 9—23

T2 系列小型三相同步发电机 (B3) 安装尺寸

机座号	额定功率 (kW)	安 装 尺 寸 (mm)									
		H	A	A/2	B	C	D	E	F	G	K
160S	3	160	254	127	178	108	38	80	12	32.8	16
	5										
180S	10	180	279	139.5	203	121	42	110	12	36.8	16
	12										
200	S	200	318	159	228	133	48	110	14	42.2	20
	M				257						
	L				305						
225	M	225	356	178	311	149	60	140	18	52.9	20
	L				356						
250	M	250	406	203	349	168	70	140	20	62.2	25
	L				406						
280	S	280	457	228.5	368	190	80	170	24	71	25
	L				457						
355	S	355	610	305	500	254	90	170	24	81	30
	M				560						

注: 30 千瓦发电机由 2258 改为 200L 机座; 200kW 发电机由 355S 改为 355M 机座。

表 9-24 T2 系列小型三相同步发电机 (B35) 安装尺寸

额定功率 (kW)	安 装 尺 寸 mm													风扇安装尺寸(mm)			柴油机 型 号			
	H	A	A/2	B	C ₁	D	E	F	G	K	N	M	a/n-s	h ₃	L ₁	L ₂		N ₁	M ₂	S ₁
5	160	254	127	0	221	35	80	10	29.8	15	400	415	30° / 6-11	5	37	81	-	-	-	285
			139.5		274			12	36.8		470	492			22.5° / 8-12	38.5				
12	180	279	200	0	357.5	48	80	14	42.2	19	407	440	15° / 12-12	8	8	-	240	-	-	2105
					274			37.5	14		42.2	407			440	8	240			
30	140	480	240	60	305	60	100	18	52.9	19	510	530	15° / 12-12	8	18	66	240	276	10	F4120
					325.5			325.5	18		52.9	532			552	18	66	240	276	
40	50	480	240	60	60	100	18	52.9	19	532	552	15° / 12-12	8	18	66	240	276	10	4135	
							325.5	325.5		18	52.9			532	552	18	66	240	276	
64	75	550	275	60	357	70	20	62.2	19	532	552	15° / 12-12	8	18	66	240	276	10	6135	
							20	62.2		532	552			18	66	240	276			
90	120	610	305	60	400	80	24	71	19	532	552	15° / 12-12	8	21	66	250	280	10	6135Z	
							24	71		532	552			21	66	250	280			
120	120	610	305	60	406.5	80	24	71	19	605	625	15° / 12-15	8	26	104	150	200	10	12V1335	
							24	71		605	625			26	104	150	200			
150	200	770	385	100	455	90	24	81	19	605	625	15° / 12-15	8	26	104	150	200	10	12V135Z	
							24	81		605	625			26	104	150	200			

注: 1. 本表适用于与表中推荐型号柴油机配套的发电机。
2. 与其他型号柴油机配套时, 发电机凸缘尺寸允许变动。

表 9—25

TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机 (12~75kW) 技术数据

型 号	额定 功率 (kW)	额定 电压 (V)	额定 频率 (Hz)	额定 转速 (r/min)	满 载 时				定 子 铁 心				磁 极		气 隙 长度 (mm)				
					电 流 (A)	功 率 因 数 (滞后)	效 率 (%)		励 磁 电 压 (V)	励 磁 电 流 (A)	空 载 励 磁 电 流 (A)	外 径 (mm)	内 径 (mm)	长 度 (mm)		槽 数	硅 钢 板 牌 号	极 距 (mm)	铁 心 长度 (mm)
							TSWN 系列	TSN 系列											
TSWN 或 TSN 36.8 / 14-4	18	400	50	1500	32.5	0.8	85.1	84.2	32.2	24.5	9.73	368	265	140	48	208	140	1.1	
	46.9				88.5		87.6	41.6	24	9.8	200			200			200		200
TSWN 或 TSN 36.8 / 20-4	26	400	50	1000	21.7	0.8	84.3	83.5	27.9	23.7	8.8	368	285	125	54	149	125	0.7	
	32.5				85.5		85	41.2	24.2	9.06	180			180			180		180
TSWN 或 TSN 36.8 / 18-6	18	400	50	1500	72.2	0.8	88.3	87.4	24.7	51.2	19.5	423	305	205	48	240	210	1.45	
	99.1				89.7		89	30.8	51.6	19.6	270			270			280		280
TSWN 或 TSN 42.3 / 20.5-4	40	400	50	1500	46.9	0.8	87.5	86.8	42.4	23.7	8.32	423	327	190	54	171	190	0.8	
	72.2				88.6		88	30	49.1	16.4	250			250			260		260
TSWN 或 TSN 42.3 / 25-6	40	400	50	1000	99.1	0.8	89.5	88.9	37	46.5	15.5	493	384	250	72	201	250	1.0	
	135.5				91		90.4	43.3	40.6	13	300			300			300		300
TSWN 或 TSN 49.3 / 25-6	55	400	50	750	72.2	0.8	88.2	87.8	36	47	18.6	493	384	250	72	151	250	1.0	
	99.1				89.5		89.1	45.6	45.5	17.1	300			300			310		310
TSWN 或 TSN 49.3 / 30-6	75	400	50	750	72.2	0.8	88.2	87.8	36	47	18.6	493	384	250	72	151	250	1.0	
	99.1				89.5		89.1	45.6	45.5	17.1	300			300			310		310
TSWN 或 TSN 49.3 / 25-8	40	400	50	750	72.2	0.8	88.2	87.8	36	47	18.6	493	384	250	72	151	250	1.0	
	99.1				89.5		89.1	45.6	45.5	17.1	300			300			310		310
TSWN 或 TSN 49.3 / 30-8	55	400	50	750	72.2	0.8	88.2	87.8	36	47	18.6	493	384	250	72	151	250	1.0	
	99.1				89.5		89.1	45.6	45.5	17.1	300			300			310		310

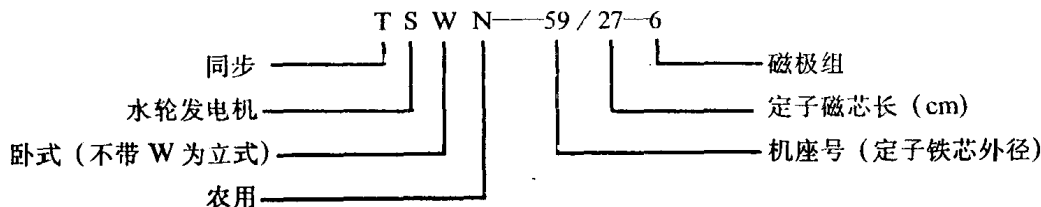
续表 1

型 号	磁 极 冲 片							定 子 绕 组						励 磁 绕 组		
	材 料	极靴宽	极靴高	极身宽	极身高	极弧半径	磁极压板	磁轭内径	线规(QZ) (mm)	每槽导体数	每相串联匝数	节距	并联支路数	槽斜度 (mm)	线规 (SEBCB) (mm)	每极匝数
TSWN 或 TSN 36.8 / 14-4	锻钢 45	140	24	75	44	128		75	1-φ1.56	20	80	1-11		17.35		111
TSWN 或 TSN 36.8 / 20-4									2-φ1.4	14	56								1.56×3.28	121
TSWN 或 TSN 36.8 / 12.5-6	1.5 钢板 Q235	105	16	55	50.8	137.7	47×6	75	1-φ1.3	28	126	1-9	2	16.6		77
TSWN 或 TSN 36.8 / 18-6									1-φ1.56	20	90						1-8		1.45×3.05	78
TSWN 或 TSN 42.3 / 20.5-4	锻钢 45	160	27.1	80	53	146.4		90	3-φ1.4	12	48	1-11		20		69
TSWN 或 TSN 42.3 / 27-4									2-φ1.4	18	36						4		2.83×4.1
TSWN 或 TSN 42.3 / 19-6	1.5 钢板 Q235	120	20.7	62	52	157.1	54×6	90	2-φ1.35	16	72	1-9	2	19		90
TSWN 或 TSN 42.3 / 25-6									3-φ1.35	12	54								1.56×3.28	47
TSWN 或 TSN 49.3 / 25-6	1.5 钢板 Q235	136	28	70	60	183.7	62×6	105	3-φ1.3	12	48	1-11	3	16.75		61
TSWN 或 TSN 49.3 / 30-6									4-φ1.35	10	40								2.44×4.1	72
TSWN 或 TSN 49.3 / 25-8	1.5 钢板 Q235	112	22	62	60	180.4	54×6	105	3-φ1.35	60	60	1-9	2	16.75		46
TSWN 或 TSN 49.3 / 30-8									4-φ1.4	8	48					

9.2.8. TSWN、TSN 系列水轮发电机

TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机与混流式或定桨式水轮机配套，用于农村小型水电站，供给农业排灌、农副产品加工机械的动力和农村照明。

该系列发电机采用三次谐波励磁，具有自动恒压性能，如采用电抗分流式励磁，因有电抗移相环节，能起自动调压作用，因而发电机有良好的电压调整率，能起动同容量电动机。TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机技术数据，如表 9-25 所示。该系列水轮发电机的型号含义举例如下。



9.2.9 电动机的选择

电动机的选择应该按照实用、经济、安全等原则，根据生产机械的要求，正确选择其种类、电压等级、额定转速、额定功率和防护型式等，再由产品目录，选出合适的电动机。

① 电机种类的选择

A. 按电源种类选择交流或直流电动机。

B. 按工作机械的不同要求，合理选择电动机的种类。一般工作机械，如离心式水泵、鼓风机、车床等可选 Y 系列；要求起动频繁、有一定范围调速的生产机械，如破碎机、电梯等可选用 YZR 系列。对于功率较大 (100kW 以上)、不调速、不经常起动的生产机械，如大型空压机、通风机和泵类则可选同步电动机。

② 额定电压的选择

额定电压的高低由电动机容量大小和使用地点电源电压决定。我国工厂、农村交流供电电压，一般低压为 380V，高压为 6kV 或 10kV。我国 100kW 以下的电动机一般都制成低压电动机。因低压电动机价格便宜、操作安全。

③ 额定转速的选择

容量相同、额定电压相同的电动机，转速都往往相差很大。电动机转速的选择，应使电动机与生产机械之间连接最简单，即可考虑电动机直接拖动生产机械，因这样可节约器材，缩小体积、减少能耗。但还要考虑到同容量的电动机低转速的体积大、价格高、转矩大这一特点，来比较选用低速电动机直接拖动，还是选用高速电动机通过减速装置进行拖动。

④ 安装型式和防护型式的选择

电动机安装结构型式，按安装位置的不同分为卧式和立式两种。立式或卧式不能随便选用，应根据生产机械要求来选定。如钻床、深井泵用电动机应选用立式结构，一般生产机械选用卧式。

电动机的防护型式由工作环境条件决定。电动机外壳防护型式包括两个方面，第一种防护型式指防固体异物浸入电机内部的能力，分为 0~6 七个等级。第二种防护型式为防止水浸入电机内部的能力，分为 0~8 九个等级。电动机的防护型式代号为“IP”。如 IP44 表示该电机防固体，防水浸入内部的能力均为四级。

⑤ 容量选择

电动机的容量是根据发热条件选择的。而它的发热情况不仅与负载大小有关，且和工作制有关。

A. 连续工作制电动机容量的选择。

对于泵类、鼓风机等负载恒定不变的生产机械，电动机的额定功率 P_e 可按下式进行。

$$P_e \geq \frac{P_j}{\eta_j \cdot \eta_c}$$

式中, P_j ——生产机械需要的输出功率; η_j ——生产机械本身的效率; η_c ——电动机与生产机械之间传动效率。

各种生产机械所需功率, 可由经验公式计算。

如各种泵类所需功率为:

$$P_j = \frac{Qr \cdot H}{102\eta_b \cdot \eta_c} \quad (\text{kW})$$

式中, Q ——液体流量 (m^3/s); H ——扬程 (m); r ——液体密度 (kg/m^3); η_c ——传动效率, 联轴器传动约为 0.95~1, 皮带传动约为 0.9; η_b ——水泵效率, 高压离心泵为 0.5~0.8, 低压离心泵为 0.3~0.6; 102——将功率单位换算成千瓦的比例系数。

B. 短时工作制电动机容量的选择

短时工作制的电机, 允许过载, 工作时间越短, 则过载可以越大, 但过载量要受到过载能力的限制。因此, 一般按过载能力来选择电动机的功率。即

$$P_e \geq \frac{P_2}{0.85 \cdot \lambda}$$

式中, P_e ——电动机的额定功率; P_2 ——负载功率; λ ——电动机过载系数; 0.85——电网电压波动时的安全系数。

9.3 常用变压器

9.3.1 SL₇ (S₇) 系列低损耗电力变压器

SL₇ (铝线) 系列变压器为 85 年定型设计的更新换代产品, 用以取代 SJ、S JL、S、SL 等各种型号老产品。本产品的性能参数满足机电部 OBT·500·1200 低损耗变压器技术条件, 且向国际电工委员会标准 IEC 靠拢。本产品主要结构特点, 铁芯采用优质冷轧晶粒取向硅钢片; 全斜接缝, 无孔绑扎结构 (粘带或钢带绑扎), 45 度全斜叠积式接缝; 绕组采用高强度缩醛漆包线绕制, 500kVA 以下的绕组为圆筒式, 且绕组油隙采用了瓦楞纸板, 与 JB-1300—1301-73 相比, 10kV 级空载损耗降低约 40%, 短路损耗降低约 10%, 节能效果显著。

SL₇ 系列 10~35kV 电力变压器技术数据见表 9-26、表 9-27。S₇ 系列 (铜线) 变压器 (无全国统一设计) 的技术数据见表 9-28。另 85 年全国统一设计了 S₉ 系列低损耗铜绕组变压器, 该系列变压器与 SL₇ 比较, 空载损耗降低约 7.9%, 短路损耗约降低 24%, 电工钢片重降低 2.54%, 油重降低约 17%, 总重量平均约降低 2%。

表 9-26 10kV 级 SL₇ 系列电力变压器技术数据

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		阻抗 电压 (%)	连接组 标 号	损耗(W)		空载 电流 (%)	质量(kg)			外形尺寸 (mm) 长×宽×高	轨距 (mm)
		高压	低压			空载	短路		油重	器身重	总重		
SL ₇ -30/10	30	6;6.3; 10	0.4	4	Y,yn0	150	800	7	78	145	300	925×560×1072	400
SL ₇ -50/10	50					190	1150	6	118	226	460	1077×810×1277	400
SL ₇ -63/10	63					220	1400	5	130	255	515	1083×820×1307	400
SL ₇ -80/10	80					270	1650	4.7	135	292	570	1102×820×1347	550
SL ₇ -100/10	100					320	2000	4.2	170	340	675	1219×840×1486	550

续表 1

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		阻抗 电压 (%)	连接组 标 号	损耗(W)		空载 电流 (%)	质量(kg)			外形尺寸 (mm) 长×宽×高	转轨 (mm)
		高压	低压			空载	短路		油重	器身重	总重		
SL ₇ -125/10	125					370	2450	4	215	370	780	1360×890×1500	550
SL ₇ -160/10	160	6;				460	2850	3.5	250	470	945	1390×980×1610	
SL ₇ -200/10	200	6.3;	0.4	4	Y,yn0	540	3400	3.5	283	535	1070	1430×1000×1653	
SL ₇ -250/10	250	10				640	4000	3.2	326	636	1255	1460×1090×1700	
SL ₇ -315/10	315					760	4800	3.2	380	765	1525	1420×1190×1920	
SL ₇ -400/10	400	6;				920	5800	3.2	445	900	1775	1480×1380×1980	660
SL ₇ -500/10	500	6.3;	0.4	4	Y,yn0	1080	6900		514	1045	2055	1500×1400×2020	
SL ₇ -630/10	630	6;				1300	8100	3	730	1440	2745	1640×1310×2290	660
		6.3;	0.4	4.5	Y,yn0				810	1520	2935	2080×1250×2560	
SL ₇ -800/10	800	6				1540	9900	2.5	875	1715	3305	2130×1330×2665	820
		6.3;	0.4	4.5	Y,yn0				880	1600	3160	2170×2000×2450	
SL ₇ -1000/10	1000	6;				1800	11600	2.5	1207	2108	4135	2180×1360×2816	820
		6.3;	0.4	4.5	Y,yn0				975	1845	3590	2230×2010×2510	
SL ₇ -1250/10	1250	6;				2200	13800	2.5	1450	2435	5030	2240×1470×2970	820
		6.3;	0.4	4.5	Y,yn0				1080	2050	4135	2260×2030×2560	
SL ₇ -1600/10	1600	6;				2650	16500	2.5	1622	3040	6000	2300×1660×3150	820
		6.3;	0.4	4.5	Y,yn0				1395	2410	4935	2390×2140×2636	
SL ₇ -2000/10	2000					3100	19800	2.5	1485	2740	5575	2390×1830×2700	1070
SL ₇ -2500/10	2500	10	6.3	5.5	Y,d11	3650	23000	2.2	1760	3275	6685	2490×2020×2340	
SL ₇ -3150/10	3150					4400	27000	2.2	2010	3950	7830	2580×2050×2940	
SL ₇ -4000/10	4000					5300	32000	2.2	2245	4630	9040	2640×2070×3000	

注 上表所列数据, 凡低压为0.4kV者, 其外形尺寸为北京变压器厂之产品数据; 凡低压为6.3kV者, 其外形尺寸为福州变压器厂之产品数据。

表 9—27

35kV 级 SL₇ 系列电力变压器技术数据

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		阻抗 电压 (%)	连接组 标 号	损耗(W)		空载 电流 (%)	质量(kg)			外形尺寸 (mm) 长×宽×高	
		高压	低压			空载	短路		油重	器身重	总重		
SL ₇ -50/35	50					215	1150	6	325	312	850	1330×600×1770	
SL ₇ -100/35	100					370	2000	4.2	400	463	1170	1560×625×1880	
SL ₇ -125/35	125	35	0.4	6.5	Y, yn0	430	2450	4	505	522	1455	1640×800×1955	
SL ₇ -100/35	160					520	2350	3.5	607	602	1600	1670×815×1980	
SL ₇ -200/35	200					615	3400	3.5	641	659	1725	1660×815×2070	
SL ₇ -250/35	250					730	4000	3.2	715	784	1890	1700×910×2125	
SL ₇ -315/35	315					860	4800	3.2	800	937	2275	2000×920×2490	
SL ₇ -400/35	400	35	0.4	6.5	Y, yn0	1050	5800	3.2	860	1096	2545	2120×1010×2550	
SL ₇ -500/35	500					1250	6900	3.2	1010	1289	2965	2210×1200×2605	
SL ₇ -630/35	630					1450	8100	3.0	1185	1525	3500	2270×1870×2670	
SL ₇ -800/35	800	35	0.4 6.3, 10.5	6.5	Y, yn0 Y, d11	1730	9900	2.5	1345 1323	1960 1880	4325 4170	2370×1670×2740 2400×1570×2730	
SL ₇ -1000/35	1000	35	0.4 6.3, 10.5	6.5	Y, yn0 Y, d11	2050	11600	2.5	1530 1510	2270 2100	4960 4705	2430×1850×2830 2430×1850×2770	
SL ₇ -1250/35	1250	35	0.4 6.3, 10.5	6.5	Y, yn0 Y, d11	2400	13800	2.5	1646 1625	2670 2360	5640 5175	2450×1010×2920 2450×1630×2830	
SL ₇ -1600/35	1600	35	0.4 6.3, 10.5	6.5	Y, yn0 Y, d11	2900	16500	2.5	1800 1760	3050 2780	6315 5875	2400×2120×2990 2500×1720×2900	
SL ₇ -2000/35	2000			6.5		3400	19800	2.5	1747	3030	6270	2550×1730×2930	
SL ₇ -2500/35	2500			6.5		4000	23000	2.2	1940	3525	7240	2610×1830×2990	
SL ₇ -3150/35	3150	35	6.3,	7	Y, d11	4750	27000	2.2	2230	4220	8475	2830×1870×3250	
SL ₇ -4000/35	4000		10.5	7		5650	32500	2.2	2425	4930	9690	2890×1890×3330	
SL ₇ -5000/35	5000			7		6750	36700	2	2765	5890	11200	2960×2130×3470	
SL ₇ -6300/35	6300			7.5		8200	41000	2	3170	6940	12865	3100×2280×3520	
SL ₇ -8000/35	8000		6.3;	7.5			9800	50000		—	—	—	—
SL ₇ -10000/35	10000	35	6.6;	7.5		Y, d11	11500	59000	1.0	—	—	—	—
SL ₇ -12500/35	12500		10.5; 11	8		13500	70000		—	—	—	—	

注：表中所列数据，系福州变压器厂提供。

表 9-28 S₇-50~1600kVA、10kV 系列铜线变压器技术数据

型号	产品代号	额定电压(kV)		连接组	损耗(W)		阻抗电压(%)	空载电流(%)	质量(kg)			外形尺寸(mm) 长×宽×高
		高压	低压		空载	短路			器身	油重	总重	
S ₇ -50/10	1EH·700 354	10	0.4	Y/Y ₀ -12	190	1150	4	2.8	238	99	455	1025×756×1115
S ₇ -80/10	1EH·700 392	10, 6.3	"	"	270	1650	"	2.7	321	166	613	1190×850×1260
S ₇ -100/10	1EH·700 328	10	"	"	320	2000	"	2.6	370	135	650	1150×835×1206
S ₇ -160/10	1EH·700 385	10, 6	"	"	460	2850	"	2.4	340	191	755	1390×860×1391
S ₇ -200/10	1EH·700 317	10, 6.3	"	"	540	3400	"	2.4	576	195	1021	1410×840×1429
S ₇ -250/10	1EH·700 360	10	"	"	640	4000	"	2.3	637	210	1103	1195×860×1424
S ₇ -315/10	1EH·700 320	10, 6, 3, 6	"	"	760	4800	"	2.3	770	256	1374	1462×850×1600
S ₇ -400/10	1EH·700 378	10, 6	"	"	920	5800	"	2.1	897	279	1535	1665×985×1625
S ₇ -500/10	1EH·700 397	"	"	"	1080	6900	"	2.1	1070	337	1857	1725×1015×1660
S ₇ -630/10	1EH·700 367	"	"	"	1300	8100	4.5	2	1360	438	2380	1870×1050×1825
S ₇ -800/10	1EH·700 373	"	"	"	1540	9900	"	1.7	1741	635	3074	2120×1110×2250

9.3.2 SLZ₇系列有载调压电力变压器

本系列产品为全国统一设计的更新换代产品，符合全国统一设计技术条件 OBT·500·1200；性能和结构与 SL₇ 系列大致相同，也为低损耗变压器，只是高压绕组增加了调压线圈，其接头接入了有载分接开关。10kV 级容量 200 至 1600kVA，分 9 级调压，调压范围 $\pm 4 \times 2.5\%$ ；35kV 级容量为 2000 至 6300kVA，分 7 级调压，调压范围为 $\pm 3 \times 2.5\%$ ；在负分接时，允许输出额定容量。变压器调压可以采用手动和自动两种方式，有载分接开关不保证同步切换，故有载调压变压器不能并列运行。

SLZ₇ 系列有载调压电力变压器技术数据，见表 9—29 和表 9—30。

表 9—29 10kV 级 SLZ₇ 系列有载调压电力变压器技术数据

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		连接组标号	阻抗电压 (%)	损耗(W)		空载电流 (%)	质量(kg)			外形尺寸 (mm) 长×宽×高	轨距 (mm)	
		高压	低压			空载	短路		油重	器身重	总重			
SLZ ₇ -200/10	200	6;6.3; 10±4	0.4	Y, yn0	4	540	3400	3.5	405	545	1285	1410×1180×1780	660	
SLZ ₇ -250/10	250					640	4000	3.2	440	640	1445	1440×1200×1850		
SLZ ₇ -315/10	315					760	4800	3.2	495	785	1690	1500×1215×1900		
SLZ ₇ -400/10	400					920	5800	3.2	565	910	1950	1530×1260×1990		
SLZ ₇ -500/10	500					1080	6900	3.2	650	1055	2270	1560×1280×2100		
SLZ ₇ -630/10	630	×2.5%			4.5	1400	8500	3	1000	1470	3140	2100×1590×2650	820	
SLZ ₇ -800/10	800					1660	10400	2.5	1190	1770	3710	2170×1610×2920		
SLZ ₇ -1000/10	1000					1930	12180	2.5	1400	2140	4590	2200×1900×3110		
SLZ ₇ -1250/10	1250					2350	14490	2.5	1660	2530	5390	2270×1950×3200		
SLZ ₇ -1600/10	1600					3000	17300	2.5	1910	3100	6380	2350×2000×3320		
SLZ ₇ -630/10	630	6;6.3; 10±4	0.4	Y, d11	4.5	1400	8500	3	1090	1580	3345	2200×1620×2630		
SLZ ₇ -800/10	800					5.5	1660	10400	2.5	1255	1640	3600		2280×1740×2680
SLZ ₇ -1000/10	1000					5.5	1930	12180	2.5	1410	1850	4250		2310×1860×2720
SLZ ₇ -1250/10	1250					5.5	2350	14490	2.5	1580	2080	4800		2370×2200×2770
SLZ ₇ -1600/10	1600					5.5	3000	17300	2.5	1740	2460	5460		2410×2380×2860

注：1. 上表所列为福州变压器厂的数据。

2. 高压侧有几种电压时，订货时只能任选一种。

表 9—30

35kV 级 SLZ₇ 系列有载调压电力变压器技术数据

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		连接组标号	阻抗电压 (%)	损耗(W)		空载电流 (%)	质量(kg)			外形尺寸 (mm) 长×宽×高	轨距 (mm)
		高压	低压			空载	短路		油重	器身重	总重		
SLZ ₇ -2000/35	2000	35±3 ×2.5%	6.3; 10.5	Y, d11	6.5	3600	20800	2.5	—	3520	7230	3150×2390×3035	1070
SLZ ₇ -2500/35	2500				6.5	4250	24150	2.2	—	4055	8190	3265×2365×3305	
SLZ ₇ -3150/35	3150				7	5050	28900	2.2	—	—	9230	—	
SLZ ₇ -4000/35	4000				7	6050	34100	2.2	—	5480	10910	3510×2415×3575	
SLZ ₇ -5000/35	5000	35±3 ×2.5%	6.3; 10.5	Y, d11	7	7250	40000	2		6455	12480	3530×2610×3770	1070
SLZ ₇ -6300/35	6300				7.5	8800	43000			7860	14745	3580×2700×3800	1435

9.3.3 SCL 型环氧浇注干式电力变压器

该型变压器为空气自冷式，绕组由铝导线或铝箔绕制后，用环氧树脂真空浇注或浸注经固化密封形成一体，具有良好的电气和机械性能。

变压器铁芯由冷轧取向硅钢片制造，采用全斜接缝叠装式铁芯，以降低电能。高压侧带有分接端子，调节范围为±5%。

该产品为户内使用，安装地点应保持良好通风，无严重的振动和颠簸，无有害气体或尘污，广泛应用于一般工矿企业的输配电。SCL 型环氧浇注干式变压器的技术数据见表 9—31。

表 9—31

SCL 型环氧浇注干式变压器技术数据

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压(kV)		损耗 (W)		阻抗压降 (%)	空载电流 (%)	连结方式	质量 (kg)	参考价格 (元)	声压级 分贝(dB) 1m
		初级	次级	空载	负载 (75℃)						
SCL-30/6	30	6/10	0.4	250	620	4		Y/Y ₀ -12 或 Δ/Y ₀ -11	300		
SCL-30/10											
SCL-50/6	50	6/10	0.4	395	890	4	5		520	4500	52
SCL-50/10											

续表 1

型 号	额定容量 (kVA)	额定电压 (kV)		损耗 (W)		阻抗 压降 (%)	空载 电流 (%)	连结方式	质量 (kg)	参考 价格 (元)	声压级 分贝(dB) 1m																											
		初级	次级	空载	负载 (75℃)																																	
SCL-80/6	80	6/10	0.4	510	1150	4	4	Y/Y ₀ -12 或 Δ/Y ₀ -11	630	7000	52																											
SCL-80/10																																						
SCL-100/6	100	6/10	0.4	620	1450	4	4					690	7000	52																								
SCL-100/10																																						
SCL-125/6	125	6/10	0.4	730	1700	4	4								810	7000	55																					
SCL-125/10																																						
SCL-160/6	160	6/10	0.4	860	1950	4	4											880	9000	55																		
SCL-160/10																																						
SCL-200/6	200	6/10	0.4	970	2350	4	3														960	11000	55															
SCL-200/10																																						
SCL-250/6	250	6/10	0.4	1150	2750	4	3																	1180	11000	55												
SCL-250/10																																						
SCL-315/6	315	6/10	0.4	1330	3250	4	3																				1330	14000	57									
SCL-315/10																																						
SCL-400/6	400	6/10	0.4	1600	3900	4	3																							1530	17000	57						
SCL-400/10																																						
SCL-500/6	500	6/10	0.4	1850	4850	4	3																										1850	20000	59			
SCL-500/10																																						
SCL-630/6	630	6/10	0.4	2100	5650	4	3																													2100	28000	59
SCL-630/10																																						
SCL-800/6	800	6/10	0.4	2400	7500	6	2.5	2300	30000	61																												
SCL-800/10																																						
SCL-1000/6	1000	6/10	0.4	2800	9200	6	2.5				2800	34000	61																									
SCL-1000/10																																						
SCL-1250/6	1250	6/10	0.4	3350	11000	6	2.5							3360	40000	62																						
SCL-1250/10																																						
SCL-1600/6	1600	6/10	0.4	3950	13300	6	2.5										4220	40000	63																			
SCL-1600/10																																						
SCL-2000/6	2000	6/10	0.4	4700	15700	6	2.5													5200	40000	63																
SCL-2000/10																																						

9.4 常用低压电器

9.4.1 刀开关和转换开关

刀开关和转换开关主要作电路隔离、转换以及接通和分断电路用。主要品种有：刀开关和刀形转换开关、组合开关、开启式负荷开关、熔断器式刀开关等。刀开关和刀形转换开关的分类及其主要技术数据见表9—32、表9—33。

表 9—32 刀 开 关 分 类

系列号	刀开关结构类型	转换方向	极数	额定电流(A)	系列型号
1	中间正面杠杆操作机构式 (装有灭弧室)	单投	二、三	100、200、400、600、1000	HD13-□/□ 1
		双投	二、三	100、200、400、600、1000	HS13-□/□ 1
2	中间正面杠杆操作机构式 (不装灭弧室)	单投	二、三	100、200、400、600、1000、1500	HD13-□/□ 0
		双投	二、三	100、200、400、600、1000	HS13-□/□ 0
3	侧方正面杠杆操作机构式 (装有灭弧室)	单投	二、三	100、200、400、600、1000	HD12-□/□ 1
		双投	二、三	100、200、400、600、1000	HS12-□/□ 1
4	侧方正面杠杆操作机构式 (不装灭弧室)	单投	二、三	100、200、400、600、1000、1500	HD12-□/□ 0
		双投	二、三	100、200、400、600、1000	HS12-□/□ 0
5	侧面操作手柄式(装有灭弧室)	单投	三	100、200、400、600	HD14-□/31
6	侧面操作手柄式(不装灭弧室)	单投	三	100、200、400、600	HD14-□/30
7	中间手柄式	单投	一、二、三	100、200、400	HD11-□/□ 8
8	中间手柄式	单投	一、二、三	100、200、400、600、1000	HD11-□/□ 9
		双投	一、二、三	100、200、400、600、1000	HS11-□/□

表 9—33 HD 系列刀开关电动稳定性数据

额定电流 I_n (A)	电动稳定电流 峰值(kA)		一秒钟热 稳定电流 (kA)	分断能力 (A)*	
	手柄式	杠杆式		交流 380V $\cos\phi=0.7$	直流 T=0.01S 220/440V
100	15	20	6	100	100 / 50
200	20	30	10	200	200 / 100
400	30	40	20	400	400 / 200
600	40	50	25	600	600 / 300
1000	50	60	30	1000	1000 / 500
1500	—	80	40		

* 此处分断能力皆指带灭弧装置的刀开关。对于杠杆式，交流只断开 $0.3I_n$ ，直流断开 $0.2I_n$ 。

常用组合开关的规格及主要技术数据见表9—34。

表 9—34

常用组合开关主要技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	控制功率 (kW)	用 途	备 注
HZ5-10 HZ5-20 HZ5-40 HZ5-60	交流 380	10 20 40 60	1.7 4 7.5 10	在电气设备中作电源引入, 接通或分断电路、换接电源或负载 (电动机等)	可取代HZ1~3等老产品
HZ10-10 HZ10-25 HZ10-60 HZ10-100	直流 220	10 25 60 100			

注: HZ10-10 为单极时, 其额定电流为 6 安, HZ10 系列具有二极和三极。

HH4 系列负荷开关(铁壳开关)主要由刀开关、熔断器和钢板外壳组成。各电流等级的负荷开关分别采用相应额定电流的 RCIA 瓷插式熔断器, 主要技术数据见表 9—35。

表 9—35

HH4 系列负荷开关主要技术数据

型 号	负荷开关 额定电流 (A)	熔体额 定电流 (A)	熔体 材料	熔体 直径 d(mm)	接通分断能力			极限分断能力			用 途
					通 断 能 力 (A)	cosφ	通 断 次 数	分断 能 力 (A)	cosφ	分 断 次 数	
HH4-15	15	6	软 铅 丝	1.08	60	0.5	10	500	0.8	2	作为手动不频繁地接通和分断有负载的电路, 起动与分断电动机以及线路末端短路保护之用
		10		1.25							
		15		1.98							
HH4-30	30	20	紫 铜 丝	0.61	120	0.5	10	1500	0.7	2	作为手动不频繁地接通和分断有负载的电路, 起动与分断电动机以及线路末端短路保护之用
		25		0.71							
		30		0.8							
HH4-60	60	40	紫 铜 丝	0.92	240	0.4	10	3000	0.6	2	作为手动不频繁地接通和分断有负载的电路, 起动与分断电动机以及线路末端短路保护之用
		50		1.07							
		60		1.2							

HK2 系列开启式负荷开关(胶盖瓷底闸刀开关)主要由瓷底板、熔体(铅锡合金丝)、胶盖及触头、闸刀等组成。主要技术数据见表 9—36。

表 9—36

HK2 系列开启式负荷开关主要技术数据

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极 数	控制感 应电 动机 功率 (kW)	熔体(含铜量不少于 99.9%)		用 途
					线径不大于 (mm)	最大分断电流 (A)	
HK2-10/2	250	10	2	1.1	0.25	500	作为工业企业、农村电气照明和支线配电之用, 适当降容后也可控制小型异步电动机
HK2-15/2		15		1.5	0.41	500	
HK2-30/2		30		3	0.56	1000	
HK2-15/3	380	15	3	2.2	0.45	500	
HK2-30/3		30		4	0.71	1000	
HK2-60/3		60		5.5	1.12	1500	

HR3系列熔断器式刀开关主要由具有高分断能力的RTO有填料熔断器和刀开关组合，主要技术数据见表9-37。

表9-37 HR3系列熔断器式刀开关主要技术数据

型号	刀开关分断能力 (A)		熔断器极限分断能力, 有效值 (kA)			用途
	交流 380V $\cos\phi > 0.6$	直流 440V $T = 4.5\text{ms}$	熔体额定电流 (A)	交流 380V $\cos\phi = 0.3$	直流 440V $T = 15 \sim 20\text{ms}$	
HR3-100	100	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	50	25	在工业企业配电网中, 作为电气设备的过载或短路保护, 以及在正常情况下不频繁地接通和分断电路
HR3-200	200	200	80, 100, 120, 150, 200			
HR3-400	400	400	150, 200, 250, 300, 350, 400			
HR3-600	600	600	350, 400, 450, 500, 550, 600			
HR3-1000	1000	1000	700, 800, 900, 1000			

LW5、LW6系列万能转换开关由多组相同结构的开关元件叠装而成，可以控制多回电路，主要技术数据见表9-38。

表9-38 常用万能转换开关主要技术数据

型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	双断点触头技术数据										操作频率 (次/h)	用途	备注		
			交流					直流									
			接通			分断		接通			分断						
			电压 (V)	电流 (A)	$\cos\phi$	电压 (V)	电流 (A)	$\cos\phi$	电压 (V)	电流 (A)	T (ms)	电压 (V)				电流 (A)	T (ms)
LW5	交直流 500	15	24			24			24	20		24	20	60~66	120	主要用于高压油断路器、空气断路器等操作机构的分合闸、线路的换接和换向测量及小电机的起动调速	每一触头座内有二对触头, 档数共分 1~16、18、21、24、27、30 共 21 种。可取代 LW1、LW4、HZ3 等老产品及 HZ10 和 LW2 中一部分规格
			48			48			48	15		48	15				
			110	30		110	30		110	2.5		110	2.5				
			220	20		220	20		220	1.25		220	1.25				
			380	15	0.3~	380	15	0.3~	380			380					
			440		0.4	440		0.4	440	0.5		440	0.5				
			500	10		500	10		500	0.35		500	0.35				
LW6	交流 380 直流 220	5	380	5		380	0.5		220	0.2	50~100	220	0.2	50~100		每一触头座有三对触头, 档数有 1~6、8、10、12、16、20 共 11 种	

9.4.2 熔断器

熔断器主要由熔体、熔管、触刀、底座等组成。常用熔断器的主要技术数据分别见表 9—39、表 9—40、表 9—41、表 9—42。

表 9—39 RTO 系列有填料封闭管式熔断器主要技术数据

型号	额定电压 (V)	熔断器 额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	极限分断能力 (kA)		用途
				直流	交流	
RTO-50	交流 380	50	5、10、15、20、30、40、50	25	50	广泛使用于具有高短路电流的电力网络或配电装置中，作为电缆、导线和电气设备的短路保护及电缆导线的过载保护。常用于断流能力要求较高场合，如发电厂、变电站等
RTO-100		100	30、40、50、60、80、100			
RTO-200		200	80、100、120、150、200			
RTO-400		400	150、200、250、350、400			
RTO-600		600	350、400、450、500、550、600			
RTO-1000	直流 440	1000	700、800、900、1000	$T < 15ms$	$\cos\phi < 0.2$	
RTO-100		100	30、60、80、100			
RTO-200		200	100、120、160、200			
RTO-200	交流 1100	200	30、60、80、100、120、160、200		10 $\cos\phi < 0.3$	

表 9—40 RM7 系列无填料封闭管式熔断器主要技术数据

型号	额定电压 (V)	熔断器 额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	极限分断能力(kA)	用途	备注
RM7-15	交流 220	15	2、2.5、3、4、5、6、10、15	1.5 $\cos\phi = 0.8$	用于低压配电和动力网络中作为导线、电缆及电气设备的短路和过载保护	可取代RM1、RM2、RM3、RM10等老产品
RM7-15		15	6、10、15	2 $\cos\phi = 0.7$		
RM7-60	交流 380	60	15、20、25、30、40、50、60	5 $\cos\phi = 0.5$		
RM7-100		100	60、80、100			
RM7-200	直流 440	200	100、120、150、200	20		
RM7-400		400	200、250、300、350、400	$\cos\phi > 0.35$		
RM7-600		600	400、450、500、550、600			

表 9—41

RC1A 系列瓷插式熔断器主要技术数据

型 号	额定电压 (V)	熔 断 器 额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	极限分断能力(kA)	用 途	备 注
RC1A-5	交流 380	5	2、5	0.25 $\cos\varphi=0.8$	用于电路末端或分支路，作为电缆及电气设备的短路保护，并在一定程度上起过载保护作用	可取代RC1等老产品
RC1A-10		10	2、4、6、10			
RC1A-15		15	6、10、15	0.5 $\cos\varphi=0.8$		
RC1A-30		30	20、25、30	1.5 $\cos\varphi=0.7$		
RC1A-60		60	40、50、60			
RC1A-100		100	80、100	3 $\cos\varphi=0.6$		
RC1A-200		200	120、150、200			

表 9—42

螺旋式熔断器主要技术数据

型 号	额定电压 (V)	熔 断 器 额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	极限分断能力(kA)	用 途		
RLS-10	交流 500, 直流 500	10	3、5、10	40	作为半导体元件及其装置的短路或过载快速保护		
RLS-50		50	15、20、25、30、40、50	$\cos\varphi < 0.3$			
RL1-15	交流 500	15	2、4、6、10、15	2 $\cos\varphi > 0.3$	作为过载及短路保护元件。主要用于控制箱、配电箱及振动较大场合		
RL1-60				60		20、25、30、35、40、50、60	3.5 $\cos\varphi > 0.3$
RL1-100				100		60、80、100	20 $\cos\varphi > 0.3$
RL1-200				200		100、125、150、200	50 $\cos\varphi > 0.3$

9.4.3 自动开关

DZ10、DZ5 系列装置式自动开关。

DZ10、DZ5 系列自动开关适应于交流 500V、直流 220V 及以下电路中作过载和短路保护，以及不频繁接通和分断电路之中。各种不同规格的自动开关具有相似的主要结构，如触头灭弧系统、操作机构、脱扣器等。自动开关的脱扣器分复式、电磁式、热脱扣和无脱扣器 4 种。自动开关可加装附件，如失压脱扣、分段脱扣、辅助触头及电动操作机构。DZ10、DZ5 系列自动开关主要技术数据见表 9—43。

表 9—43

常用塑料外壳式自动开关主要技术数据

型 号	额定 电 流 (A)	过电流脱 扣器范围 (A)	通 断 能 力						用 途	备 注
			交 流			直 流				
			电压 (V)	电流有 效值(kA)	$\cos\phi$	电压 (V)	电流(kA)	T(ms)		
DZ10-100	100	15~20 25~50 60~100	380	7 (峰值) 9 12	0.4	220	7 9 12	10	主要用于交 直流电路中, 作为开关板控 制线路、照明 线路的过载及 短路保护,以 及在正常操作 条件下作为线 路的不频繁接 通和分断之用	可取代 DZ3、 DZ4系 列 等老产品
DZ10-250	250	100~250		30			20			
DZ10-600	600	200~600		50			25			
DZ5-10	10	0.5~10	220	1	0.7	220	1.2	10		可取代 DZ1 等老 产品
DZ5-25	25	0.5~25	220	2						
DZ5-20	20	0.15~20	380	1.2						
DZ5-50	50	10~50	380	1.2						

SO60 系列自动开关

SO60 系列自动开关分为导线保护型 (L 型) 和电动机保护型 (G 型), 有单极 (SO61)、双极 (SO61Na——一个保护极、一个中性极; SO62——双极保护)、三极 (SO63)、四极 (SO63Na——三个保护极, 一个中性极; SO64——四极保护)。SO60 系列自动开关适用于交流 50、60Hz、电压至 415V 的电路中作过载和短路保护, 以及不频繁接通和分断电路之用。其保护特性见表 9—44、表 9—45、表 9—46。

表 9—44

SO60 导线保护开关 L 型保护特性

脱扣 特性	脱扣器额定 电流(A)	热 脱 扣			磁 脱 扣	
		脱扣器额定电流倍数				
L6	6	$1.5I_n$	$1.9I_n$	$3.38I_n$	$3.6I_n$	$5.25I_n$
L10	10					
L16	16	$1.4I_n$	$1.75I_n$	$3.15I_n$	$3.36I_n$	$4.9I_n$
L20	20					
L25	25					
L32	32	$1.3I_n$	$1.6I_n$	$*2.92I_n$	$3.12I_n$	$4.55I_n$
起始状态		冷 态	热 态	冷 态	冷 态	冷 态
动作时间		>1h	<1h	$1s < t < 60s$	>0.1s	<0.1s

* 动作时间: $1s < t < 120s$ 。

表 9—45

SO60 导线保护开关 G 型保护特性

脱扣特性	脱扣器额定 电流 I_n (A)	热 脱 扣		磁 脱 扣	
		脱扣器额定电流倍数			
C6~G40	6~40	$1.05I_n$	$1.35I_n$	$5I_n$	$10I_n$
	起始状态	冷 态	热 态	冷 态	冷 态
	动作时间	>1h	<1h	>0.5s	<0.5s

表 9—46

脱扣器额定电流与不脱扣电流的关系

额定电流 I_n (A)	6	10	16	20	25	32	40
不脱扣试验电流 I_1 (A)	9	15	22.4	28	35	41.5	52

9.4.4 接触器

接触器在电力拖动和自动控制系统中作为执行元件，可以远距离频繁地自动控制电动机的起动、运转、反向和停止。

CJ10 系列接触器主要用于一般任务的负载条件。在交流 50Hz、电压至 380V、电路至 150A 的电路中，供远距离接通与分断电力线路或频繁地控制电动机。CJ12 系列接触器额定电流至 600A，主要用于冶金、矿山、起重等电气设备，供频繁地起动、停止和反相制动交流电动机。CJ10、CJ12 系列交流接触器的主要技术数据见表 9—47。

表 9-47 交流接触器的主要技术参数

项 目	主 触 头		辅 助 触 头		控 制 三 相 电 动 机 的 最 大 功 率 (kW)			吸 引 线 圈		动 作 时 间 (ms)		接 通 与 分 断 能 力		电 寿 命 次 数 (万 次)	机 械 寿 命 (万 次)	操 作 频 率 (次 / 分)	备 注		
	额 定 工 作 电 压 (V)	额 定 工 作 电 流 (A)	极 数	额 定 电 压 (V)	额 定 发 热 电 流 (A)	组 合 情 况	220 (V)	380 (V)	500 (V)	额 定 电 压 (V)	交 流 吸 引 线 圈 功 耗 (VA)	吸 持 (V)	接 通					断 开	电 压 (V)	电 流 (A)
CJ10 系列	CJ10-5	5	3 极	交流 380	5	一常分	1.2	2.2	2.2	50Hz:	35	2			1.05U _e	10I _e	600	可取代 CJ0 CJ8 等老产品	
	CJ10-10	10				二常分二常合	2.2	4	4	36、	65	5	17	21					
	CJ10-20	20					5.5	10	10	110、	140	9	16	18					
	CJ10-40	40					11	20	20	220、	230	12	23	22					
CJ10-60	60					380、	485	26	65	40									
CJ10-100	100					60Hz: 110、	760	27	66	35									
CJ10-150	150					36、 220	950	28	75	38									
CJ12B 系列	CJ12-100	100	2~5 极	交流 380 直流 220	10	六对可成五组常分常合或四常分二常分三常合	50	75	125	200	300	22	34	21.5~26	1.05U _e	10I _e	600	可取代 CJ1 CJ2 CJ3 等老产品	
	CJ12-150	150									50Hz:	2~3 极 920	30	42.5~55.5					19.5~36
	CJ12-250	250									36、 127、 220、 380	2~3 极 1450	39	39.5~55					15~23
	CJ12-400	400										4~5 极 1860	45	57~66					31~36
CJ12-600	600							85	128	70	128	52.6~74.5							

选用 B 系列交流接触器时，应注意被控制对象的类别，见表 9—48。

表 9—48 被控对象的类别

电 流	被 控 类 别	典 型 被 控 对 象
交 流	AC1	无感或微感负载，例如电阻炉
	AC2	绕线电动机起动，反接制动与反向
	AC3	笼式电动机起动，正常运转中断开
	AC4	笼式电动机起动，反接制动与反向密接通断
	AC11	交流电磁铁
直 流	AC1	无感负载，例如电阻炉
	AC11	直流电磁铁

B 系列交流接触器符合国际电工委员会 IEC 标准，具有体积小、重量轻、安装面积小等优点。可用于 50 赫或 60 赫交流和直流电路。

B 系列交流接触器磁系统除交流操作的硅钢叠片 E 形铁芯外，还有两种可供直流操作的磁系统，一是叠片铁芯加上串联经济电阻的特制线圈，一是软钢铁芯配以直流线圈。

B 系列交流接触器辅助触头，除 B30 为 4 个外，B9—B25 可装 5 个，B37~B460 可装 8 个。B 系列交流接触器可加装带有一常开一常闭触点的 TP 型延时继电器一件。B 系列交流接触器当用于控制电动机可逆运转时，可加装 VB 型机械联锁。B 系列交流接触器可加装 WB 自锁继电器，增加“记忆”功能。B 系列交流接触器技术性能见表 9—49。

9.4.5 起动器

起动器是用作起动电动机的控制电器或组合电器。大多由通用型的接触器、热继电器、控制按钮等标准元件按一定方式组合而成，并且有失压保护的性能。

QC10 系列磁力起动器技术数据见表 9—50。

表 9—49 B 系列交流接触器技术性能

序号	交流操作 带叠片式铁芯的直流操作 带整块式铁芯的直流操作	主极数												K40-31-22 KC40-31-22			
		3 或 4			3										4		
		B9	B12	B16	B25	B30	B37 BE37 BC37	B45 BE45 BC45	B65 BE65	B85 BE85	B105 BE105	B170 BE170	B250 BE250	B370 BE370	B460		
1	主极数																
2	额定绝缘电压, (V)	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~750	~660	
3	最高工作电压, (V)	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~660	~500	
4	额定发热电流, (A)	16	20	25	40	45	45	60	80	100	140	230	300	410	600	10	
5	380V 时 AC3AC4 额定工作电流, (A)	8.5	11.5	15.5	22	30	37	45	65	85	105	170	250	370	475	AC11 6	
6	660V 时 AC3AC4 额定工作电流, (A)	3.5	4.9	6.7	13	17.5	21	25	44	53	82	118	170	268	337	—	
7	380V AC3 (600 次/h) AC4(300 次/h) 条件下	控制功率 kW	4	5.5	7.5	11	15	18.5	33	45	55	90	132	200	250	—	
		AC3 电寿命 (M 次)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	AC11,1,2A 5
		AC4 电寿命 (M 次)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	—
8	660 VAC3 (600 次/h) AC4(300 次/h) 条件下	控制功率 kW	3	4	5.5	11	15	18.5	40	50	75	110	160	250	315	—	
		AC3 电寿命 (M 次)															—
		AC4 电寿命 (M 次)															—

注: 当需要主极为 4 时则须在订货时指明, 此时将减少一个辅助触头。

表 9-50

QC10 系列电磁起动器主要技术数据

型号	额定电流 (A)	所配交流接触器型号	所配热继电器 (JR15 或 JR16 系列)				可控制电动机最大功率 (kW)			用途	备注
			JR15 系列热继电器		JR16 系列热继电器		220 (V)	380 (V)	500 (V)		
			热元件额定电流 (A)	整定电流调节范围 (A)	热元件额定电流 (A)	整定电流调节范围 (A)					
QC10-1	5	CJ10-5	0.35	0.25~0.3~0.35	0.35	0.25~0.3~0.35	1.2	2.2	2.2	供远距离直接控制三相鼠笼式异步电动机之启动、停止及可逆运转, 具有失压和过载保护作用	可取代 QC0, QC2, QC8, QC12, QC13 等老产品
			0.5	0.32~0.4~0.5	0.5	0.32~0.4~0.5					
			0.72	0.45~0.6~0.72	0.72	0.45~0.6~0.72					
			1.1	0.68~0.9~1.1	1.1	0.68~0.9~1.1					
			1.6	1~1.3~1.6	1.6	1~1.3~1.6					
			2.4	1.5~2~2.4	2.4	1.5~2~2.4					
			3.5	2.2~2.8~3.5	3.5	2.2~2.8~3.5					
			5	3.2~4~5	5	3.2~4~5					
			0.35	0.25~0.3~0.35	0.35	0.25~0.3~0.35					
			0.5	0.32~0.4~0.5	0.5	0.32~0.4~0.5					
QC10-2	10	CJ10-10	0.72	0.45~0.6~0.72	0.72	0.45~0.6~0.72	2.2	4	4		
			1.1	0.68~0.9~1.1	1.1	0.68~0.9~1.1					
			1.6	1~1.3~1.6	1.6	1~1.3~1.6					
			2.4	1.5~2~2.4	2.4	1.5~2~2.4					
			3.5	2.2~2.8~3.5	3.5	2.2~2.8~3.5					
			5	3.2~4~5	5	3.2~4~5					
			7.2	4.5~6~7.2	7.2	4.5~6~7.2					
			11	6.8~9~11	11	6.8~9~11					
			11	6.8~9~11	11	6.8~9~11					
			16	10~13~16	16	10~13~16					
QC10-3	20	CJ10-20	24	15~20~24	22	14~18~22	5.5	10	10		
			35	22~28~35	22	14~18~22					
			50	32~40~50	32	20~26~32					
			50	32~40~50	45	28~36~45					
			50	32~40~50	45	28~36~45					
QC10-5	60	CJ10-60	72	45~60~72	63	40~50~63	17	30	30		
			100	60~80~100	85	53~70~85					
			110	68~90~110	120	75~100~120					
QC10-6	100	CJ10-100	150	100~125~150	120	75~100~120	29	50	50		
			150	100~125~150	160	100~130~160					
QC10-7	150	CJ10-150			160		47	75	75		

9.4.6 按钮和行程开关

按钮主要用于远距离操作接触器、起动器、继电器等具有控制线圈的电器，或用于发出信号及电气联锁的线路中。

常用的按钮分为一般钮、紧急钮、带灯钮、旋钮、点动钮和选择钮几类。其中，旋钮在钮动旋转后，不能自行复位；点动钮在指定位置时，可以按动，其它位置时不能按动；选择钮在选定位置时可以按动。表9—51 列出按钮的优选品种。

表 9—51 按钮的优选品种

型 号	结 构	型 式	触头数		开 孔	信号灯电压	颜 色	最小孔距
			常分	常合				
LA18-22	元件式	一般钮	2	2	φ25	无	红、黑、绿、白	
LA18-44	元件式	一般钮	4	4	φ25	无	红、黑、绿、白	
LA18-66	元件式	一般钮	6	6	φ25	无	红、黑、绿、白	
LA18-22Y	元件式	钥匙钮	2	2	φ25	无	—	
LA18-66Y	元件式	钥匙钮	6	6	φ25	无	—	
LA18- ^{22X2} _{22X3}	元件式	旋 钮	2	2	φ25	无	黑	
LA18-44X	元件式	旋 钮	4	4	φ25	无	黑	
LA18-66X	元件式	旋 钮	6	6	φ25	无	黑	
LA19-11	元件式	一般钮	1	1	φ25	无	红、黄、蓝、白、绿	
LA19-11J	元件式	紧急钮	1	1	φ25	无	红	
LA19-11D	元件式	一般钮	1	1	φ25	6.3V、16V、24V	红、黄、蓝、白、绿	
LA19-11DJ	元件式	紧急钮	1	1	φ25	6.3V、16V、24V	红	
LAY1-11	元件式	一般钮	1	1	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-02	元件式	一般钮	0	2	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-20	元件式	一般钮	2	0	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-22	元件式	一般钮	2	2	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-32	元件式	一般钮	3	2	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-44	元件式	一般钮	4	4	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-11/1	元件式	一般钮高护罩	1	1	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-02/1	元件式	一般钮高护罩	0	2	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-52/1	元件式	一般钮高护罩	3	2	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-44/1	元件式	一般钮高护罩	4	4	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	50×85
LAY1-11SX	元件式	点动钮	1	1	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	70×85
LAY1-11SX/7	元件式	点动钮	1	1	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	70×85
LAY1-22XZ/8	元件式	选择钮	2	2	φ30.5	无	红、黄、绿、黑	70×85
LAY1-11D	元件式	一般钮	1	1	φ30.5	6.3V	红、绿、黄、蓝、无色	50×85
LA20-2K	开启式	一般钮	2	2	48×42	无	黑红/绿红	
LA20-3K	开启式	一般钮	3	3	71×42	无	黑绿红	
LA20-2H	盒 式	一般钮	2	2				
LA20-3H	盒 式	一般钮	3	3				

- 注：1. LAY1 系列按钮符合 IEC 标准，但外形尺寸大。
 2. LA18 系列按钮为积木式最多可组装三常开，三常闭六个触头。
 3. LA19 系列按钮多用于带指示灯的情况时。
 4. LA20 系列按钮为组合钮，用于“启—停”“正转—反转—停止”等距离控制时使用。

行程开关用于反应工作机械的行程（或位置）发出命令，以控制自身的运动方向或行程大小，因此行程开关又称为限位开关或终点开关。

LX19A 系列行程开关技术数据见表 9—52。

表 9—52 LX19A 系列行程开关技术数据

型 号	规 格	结 构 型 式	触头对数		工作行程	超行程	触头转换时间 (s)
			动分	动合			
LX19AK	380V、5A	元件	1	1	3mm	1mm	<0.04
LX19A-111		单轮，滚轮装在传动杆内侧，能自动复位	1	1	~30°	~20°	<0.04
-121		单轮，滚轮装在传动杆外侧，能自动复位	1	1	~30°	~20°	<0.04
-131		单轮，滚轮装在传动杆凹槽内，能自动复位	1	1	~30°	~20°	<0.04
-212		双轮，滚轮装在U形传动杆内侧，不能自动复位	1	1	~30°	~15°	<0.04
-222		双轮，滚轮装在U形传动杆外侧，不能自动复位	1	1	~30°	~15°	<0.04
-232		双轮，滚轮装在U形传动杆内外侧各1，不能自动复位	1	1	~30°	~15°	<0.04
-001		无滚轮，仅径向传动杆，能自动复位	1	1	4mm	3mm	<0.04

9.4.7 控制继电器

控制继电器主要用于控制系统中作为控制其它电器动作或作为主电路保护的电器。JL14 系列交直流电流继电器主要技术数据见表 9—53。

表 9—53 JL14 系列交直流电流继电器主要技术数据

型 号	吸引线圈调节范围	释放电流调节范围	电压线圈 (V)	电 流 线 圈 (A)	触头数	用 途	备 注
JL14-□□Z JL14-□□ZS	70~300% I_e		交流 380	1、1.5、2.5、5 10、15、25、40 60、100、150、300	二对， 常开常 闭可任 意组合	在控 制电路 中作过 电流或 欠电流 保护用	可取代 JT3-L、 JT4-L、 JT4-S、 JL3、 JL3-J、 JL3-S等 老产品
JL14-□□ZQ	30~65% I_e	10%~20% I_e		600、1200、1500			
JL14-□□J JL14-□□JS	110~400% I_e			直流 440 1、1.5、2.5、5、10、15 25、40、60、100、150 300、600、1200			
JL14-□□JG	110~400% I_e			1、1.5、2.5、5、10、 15、25、40、60、100、 150、300、600				— 对， 常开 或常 闭

JZ7 系列交流中间继电器技术数据见表 9—54。

表 9—54 JZ7 系列交流中间继电器技术数据

触头规范			线圈电压, V		操作频率 (次/h)	线圈消耗 功率 (VA)	接点容量			
型号	常开	常闭	50Hz	60Hz			回路电压 (V)	额定电流 (A)	最大分 断电流 (A)	瞬时闭 合电流 (A)
JZ7-44	4	4	12、24、36、 48、110、127、 220、380、420、 440、500	12、36、110、 127、220、380、 440	1200	12	380	5	2.5	13
JZ7-62	6	2					220	5	3.5	18
JZ7-80	8	0					127	5	4	20

注: 继电器的机械寿命为 300 万次; 当触头接通电流为 5A, 分断电流为 0.5A, $\cos\varphi$ 为 0.3~0.4, 电压为 380V 时, 其电寿命为 100 万次。

JDZ1 系列交流中间继电器为 JZ7 系列的改进产品, 可参照 JZ7 系列技术参数选用。JTX 系列小型中间继电器技术数据见表 9—55。

表 9—55 JTX 系列小型中间继电器技术数据

产品规格		线圈数据			吸动值 不大于	释放值 不小于	工作电流 (mA)	备注
		线径(mm)	电阻(Ω)	匝数				
交流	6V	0.31	5.5	505	5.1V		415	交流线圈的匝数误差为 $\pm 5\%$
	12V	0.21	24	1010	10.2V		208	
	24V	0.15	92	2020	20.4V		102	
	36V	0.13	190	3030	30.6V		69	
	110V	0.08	1600	9260	93.5V		24.2	
	127V	0.08	2000	10700	108V		19	
	220V	0.05	7500	18500	187V		11.5	
直流	6V	0.21	40	1535	5.1V	2.7V	150	直流线圈的电阻在 20℃ 时, 测得电阻最大波动 $<\pm 10\%$
	12V	0.15	150	2875	10.2V	5.4V	80	
	24V	0.11	570	5475	20.4V	10.8V	42	
	48V	0.08	2230	10700	40.8V	21.6V	21.5	
	110V	0.05	10000	22000	93.5V	49.5V	11	
	220V	0.04	20000	22000	187V	99V	11	
直流	20mA	0.07	3000	13000	18mA	8.1mA		
	40mA	0.11	500	5400	36mA	16.2mA		

注: 继电器的释放值为额定值的 45%。

JTZ1 系列小型中间继电器可参照 JTX 系列小型中间继电器选用。常用时间继电器主要技术数据见表 9—56。
—56。

表 9—56 常用时间继电器主要技术数据

产品型号	触头参数			吸引线圈		动作值或整定值	用途	
	数量	组合方式	额定电流 (A)	通断能力	电压 (V)			消耗功率 (W)
JS11 电动式时间继电器	5	接通延时 3分2合	5	交流 380V 时: 接通 3A 分断 0.3A	交流: 110、127、 220、380	4	(1)延时范围: 0~8s, 0~40s, 0~4min, 0~20min, 0~2h 0~12h, 0~72h (2)整定误差及重复误差 不大于±1% (3)延回时间小于 0.2s	主要用于 交流电力拖 动自动控制 系统中, 作 为异步电动 机和同步电 动机起动的 延时或其他 直流控制设 备中
	5	断电延时 3分2合						
	2	不延时 1分1合						
JS12 水银式时间继电器	2	2个延时触头	5	交流 380V: 接通 12A 分断 1.2A 直流 220V: 接通 2A 分断 0.3A(电感负载) 0.6A(电阻负载) 直流 110V: 接通 1A 分断 0.15A(电感负载) 0.3A(电阻负载)	电压线圈 交流: 36、127、 220、380 直流: 12、24、 48、110、 220		(1)延时范围: 0.25~1s, 0.9~3s, 2.5~5s, 4.5~10s, 9~20s (2)延时误差不超过 ±10%	
	3	1个延 时触头 2个瞬 时触头 (1分1合)						
JS20 晶体管式时间继电器	1或2	通电延时 1或2 断电延时 2		带瞬动触头 交流 380V: 7.5A(电阻负载) 3A(电感负载) 不带瞬动触头 交流 380V: 2A(电阻负载) 1A(电感负载) 带瞬动触头 直流 220V: 1A(电阻负载) 0.5A(电感负载) 不带瞬动触头 直流 220V: 1安(电阻负载)	工作电压 交流: 36、110、 220、380 直流: 24、48、 110	1.5 (继 电器)	(1)延时范围: 0.1~180s, 0.1~300s, 0.1~3600s (2)重复延时(动作延时) 误差<±3% (3)延时稳定性误差 <±10%	
JS7-A 空气式时间继电器	2	1常分1 常合	5	交流 380V: 接通 3A 分断 0.3A	电压线圈 交流: 24、36、 110、127、 220、380、 420	8	(1)延时范围: 0.4~60s, 0.4~180s (2)重复误差<15% (3)延时稳定性误差 <20%	

常用热继电器主要技术数据见表 9—57。

表 9—57 常用热继电器主要规格及用途

型 号	额定 电流 (A)	热 元 件 等 级		用 途	备 注				
		热元件额定电流(A)	电流调节范围(A)						
JR14-20/2	20	0.35	0.25~0.35	主要作为长 期工作制或间 断长期工作制 的一般交流电 动机的过载保 护。常与交流 接触器组合成 磁力起动器	可取代 JR0、JR15 等产品				
JR14-20/3		0.5	0.32~0.5						
JR14-20/D		0.72	0.45~0.72						
JR16-20/3		1.1	0.68~1.1						
JR16-20/3D		1.6	1~1.6						
		2.4	1.5~2.4						
		3.5	2.2~3.5						
		5	3.2~5						
		7.2	4.5~7.2						
		11	6.8~11						
JR16-60/3	60	22	14~22						
		32	20~32						
		45	28~45						
		63	40~63						
JR16-150/3	150	63	40~63						
		85	53~85						
		120	75~120						
JR16-150/3D	150	160	100~160						
		100	64~100						
JR14-150/3	150	150	96~150						
JR14-150/2		100	64~100						
JR14-150/D		150	96~150						

9.4.8 电阻器和变阻器

电阻器适用于交流 50Hz、电压 500V 以下及直流 440V 以下的电路中，主要作为电动机的起动、制动、调速及放电等用。常用电阻器的主要技术数据见表 9—58，表 9—59，表 9—60。

表 9-58

ZX1 系列电阻器技术数据

型 号	+20℃ 时的电阻值					额定电流 (冷态, A)	铸铁电阻元件			电阻元 件数量	质量 (kg)	
	总 值	每 极 的					型 号	发热时 间常数 (s)	电 阻 值 20℃ (Ω)			
		1	2	3	4							5
ZX1-1/5	0.1	0.03	0.02	0.02	0.03	215	ZT1-5	850	0.005	20	36.3	
ZX1-1/7	0.14	0.012	0.028	0.028	0.042	181	ZT1-7	640	0.007		30.7	
ZX1-1/10	0.2	0.06	0.04	0.04	0.06	152	ZT1-10	735	0.01		32.2	
ZX1-1/14	0.28	0.084	0.056	0.056	0.084	123	ZT1-14	555	0.014		27.2	
ZX1-1/20	0.4	0.12	0.08	0.08	0.12	107	ZT1-20	575	0.02		28.1	
ZX1-1/28	0.56	0.163	0.112	0.112	0.168	91	ZT1-28	560	0.028		24.2	
ZX1-1/40	0.80	0.24	0.16	0.16	0.24	76	ZT1-40	540	0.04		26.7	
ZX1-1/55	1.1	0.33	0.22	0.22	0.33	64	ZT1-55	510	0.055		23.1	
ZX1-1/80	1.6	0.48	0.32	0.32	0.48	54	ZT1-80	490	0.08		26.1	
ZX1-1/110	2.2	0.66	0.44	0.44	0.66	46	ZT1-110	445	0.11		22.7	
ZX1-2/38	1.52	0.456	0.304	0.304	0.228	0.228	55	ZT2-38	660	0.038	40	30.7
ZX1-2/54	2.16	0.648	0.432	0.432	0.324	0.324	46	ZT2-54	585	0.054		25.1
ZX1-2/75	3.0	0.9	0.6	0.6	0.45	0.45	39	ZT2-75	535	0.075		28.3
ZX1-2/105	4.2	1.26	0.84	0.84	0.63	0.63	33	ZT2-105	490	0.105		24.7
ZX1-2/140	5.6	1.68	1.12	1.12	0.84	0.84	29	ZT2-140	450	0.140		26.7
ZX1-2/200	8.0	2.4	1.6	1.6	1.2	1.2	24	ZT2-200	385	0.200		24.7
ZX1-2/280	11.2	3.36	2.24	2.24	1.68	1.68	20	ZT2-280		0.280		22.3

表 9-59

ZX2 系列电阻器技术数据

型 号	电阻值 20℃ (Ω)		额定 电流 (A)	板形电阻元件			电阻 元件 数量	质 量 (kg)
	总值	单件值		型 号	发热时 间常数 (s)	康铜带 线 径 (mm)		
ZX2-1/0.2	2.0	0.2	43	ZB1-0.2	180	10×1.0	10	21.2
-1/0.25	2.5	0.25	38	ZB1-0.25	160	10×0.8	10	20.5
-1/0.33	3.3	0.33	32	ZB1-0.33	140	10×0.6	10	19.7
ZX2-1/0.4	4.0	0.4	29	ZB1-0.4	126	10×0.5	10	19.1
ZX2-1/0.5	5.0	0.5	26	ZB1-0.5	113	10×0.4	10	18.8
ZX2-1/0.66	6.6	0.66	23	ZB1-0.66	100	10×0.3	10	18.4

表 1

型 号	电阻值 20℃ (Ω)		额定 电流 (A)	板形电阻元件			电阻 元件 数量	质 量 (kg)
	总值	单件值		型 号	发热时 间常数 (s)	康铜带 线 径 (mm)		
ZX2-2/0.7	7	0.7	22.3	ZB2-0.7	286	2.0	10	22.4
ZX2-2/0.9	9	0.9	19.9	ZB2-0.9	237	1.8		21.3
ZX2-2/1.1	11	1.1	17.7	ZB2-1.1	203	1.6		20.4
ZX2-2/1.45	14.5	1.45	15.4	ZB2-1.45	169	1.4		19.5
ZX2-2/1.95	19.5	1.95	13.8	ZB2-1.95	132	1.2		18.3
ZX2-2/2.8	28	2.8	11.2	ZB2-2.8	282	2		22.2
ZX2-2/3.5	35	3.5	10.1	ZB2-3.5	235	1.8		21.1
ZX2-2/4.4	44	4.4	8.9	ZB2-4.4	202	1.6		20.2
ZX2-2/5.8	58	5.8	7.7	ZB2-5.8	168	1.4		19.3
ZX2-2/8	80	8.0	6.6	ZB2-8.0	132	1.2		18.6
ZX2-2/12	120	12	5.4	ZB2-12	175	1.2		20.1
ZX2-2/18	180	18	4.4	ZB2-18	132	1.0		19.2
ZX2-2/21.6	216	21.6	4.0	ZB2-21.6	112	0.9		18.8
ZX2-2/27.6	276	27.6	3.5	ZB2-27.6	104	0.8		18.4
ZX2-2/37	370	37	3.1	ZB2-37	122	0.8		18.1
ZX2-2/48	480		2.7	ZB2-48	104	0.7		18.6
ZX2-2/68	680		2.3	ZB2-68	86	0.6		18.3
ZX2-2/96	960	96	1.9	ZB2-96	75	0.5		18.0
ZX2-2/140	1400	140	1.6	ZB2-140	63	0.4		17.7
ZX2-2/188	1880	188	1.4	ZB2-188	52	0.35		17.6
ZX2-2/260	2600	260	1.2	ZB2-260	41	0.3	17.5	

注: 1. 电阻值误差为±10%;

2. 表中发热时间常数为参考值。

表 9—60

ZK15 系列电阻器技术数据

型 号	允许电流 (A)	总电阻 (Ω)	电 阻 元 件		平均质量 (kg)
			型 号	数 量	
ZX15-5	215	0.10	ZY-0.08	5	20
ZX15-7	181	0.14	ZY-0.112	5	
ZX15-10	152	0.20	ZY-0.16	5	
ZX15-14	128	0.30	ZY-0.24	5	
ZX15-20	107	0.40	ZY-0.08	5	
ZX15-28	91	0.56	ZY-0.112	5	
ZX15-40	76	0.80	ZY-0.16	5	
ZX15-55	64	1.2	ZY-0.24	5	
ZX15-80	54	1.6	ZY-0.32	5	
ZX15-110	46	2.1	ZY-0.42	5	
ZX15-75	39	3.0	ZY-0.60	5	
ZX15-105	33	4.2	ZY-0.84	5	
ZX15-140	29	5.6	ZY-1.12	5	
ZX15-200	24	8.0	ZY-1.6	5	
ZX15-280	20	11.0	ZY-2.2	5	

变阻器能在电流不间断的情况下逐级或均匀地调节电阻，以改变电路的电流或电压。BLI 系列磁场变阻器主要用于直流 500V 以下的励磁电路中调整直流或交流发电机的电压，也可作调整直流电动机的转速。BLI 系列变阻器技术数据见表 9—61。

表 9—61

BLI 系列磁场变阻器技术数据

型 号	容 量 (W)	极限电流 (A)	级 数		尺 寸 号	质 量 (kg)
			无开路接线	带开路接线		
BL1-300P	300	15	32	30	0	6.5
BL1-450P	450	15	32	30	0	8.0
BL1-650P	650	15	40	38	1	11.5
BL1-900P	900	15	60	58	2	15.5
BL1-1200P	1200	15	64	62	3	24.0
BL1-1800P	1800	15	64	62	3	28.0
BL1-2400P	2400	15	64	62	3	32.0
BL1-2500P	2500	25	120	118	4	43.0
BL1-3500P	3500	25	120	118	4	45.0
BL1-4500P	4500	25	142	140	4	48.0

BC1 系列瓷盘式变阻器主要用于低压电气设备中作调节电压、电流之用，也可用于电厂中交直流发电机、电子设备及仪器等电路调整或控制用，BC1 系列变阻器技术数据见表 9—62。

表 9—62 BC1 系列瓷盘式变阻器的技术数据

型 号	额定功率 (W)	温升 (°C)	型 号	额定功率 (W)	温升 (°C)
BC1-25	25	300	BC1-150/3	450	350
BC1-50	50		BC1-300/3	900	
BC1-100	100		BC1-500/3	1500	
BC1-150	150	350	BC1-150H	150	350
BC1-300	300		BC1-300H	300	
BC1-500	500		BC1-500H	500	
BC1-50/2	100	300	BC1-300H/2	600	350
BC1-100/2	200		BC1-500H/2	1000	
BC1-150/2	300	350	BC1-300H/3	900	350
BC1-300/2	600		BC1-500H/3	1500	
BC1-500/2	1000				

注：型号中“H”为保护式，分母数为电阻器数。

9.4.9 电力电容器

电力电容器又称移相电容器，主要用于提高工频电力系统的功率因素。并联电力电容器的规格型号见表 9—63。

表 9—63 并联电力电容器规格

型 号	额 定 电 压 (kV)	标 称 容 量 (kvar)	标 称 电 容 (μ F)	频 率 (Hz)	相 数	原 型 号
BW0.23-4-1	0.23	4	240	50	1	YW0-23-4-1
BW0.23-4-1	0.23	4	240	50	1	YW0.23-4-1
BW0.23-5-1	0.23	5	301	50	1	YW0.23-5-1
BW0.23-4-3	0.23	4	240	50	3	YW-0.23-4-3
BW0.4-12-1	0.4	12	240	50	1	YW0.4-12-1
BW0.4-12-3	0.4	12	240	50	3	YW0.4-12-3
BW0.4-12-1	0.4	12	240	50	1	YW0.4-12-1
BW0.4-12-3	0.4	12	240	50	3	YW0.4-12-3
BW0.4-12-1	0.4	12	239	50	1	YW0.4-12-1
BW0.4-12-3	0.4	12	239	50	3	YW0.4-12-3
BW0.4-13-1	0.4	13	259	50	1	YW0.4-13-1
BW0.4-13-3	0.4	13	259	50	3	YW0.4-13-3
BW0.4-14-1	0.4	14	280	50	1	YW0.4-14-1
BW0.4-14-3	0.4	14	280	50	1	YW0.4-14-3
BW0.4-14-1	0.4	14	280	50	1	YW0.4-14-1
BW0.4-14-3	0.4	14	280	50	3	YW0.4-14-3

续表 1

型 号	额 定 电 压 (kV)	标 称 容 量 (kvar)	标 称 电 容 (μ F)	频 率 (Hz)	相 数	原 型 号
BW0.4-14-3W	0.4	14	280	50	3	YW0.4-14-3W
BW0.4-10-1TH	0.4	10	199	50	1	YW0.4-10-1TH
BW0.4-12-1TH	0.4	12	239	50	1	YW0.4-12-1TH
BW0.4-10-3TH	0.4	10	199	50	3	YW0.4-10-3TH
BW0.4-12-3TH	0.4	12	239	50	3	YW0.4-12-3TH
BW0.4-14-1	0.4	14	279	50	1	YW0.4-14-1
BW0.4-14-3	0.4	14	279	50	3	YW0.4-14-3
BW0.525-10-1TH	0.525	10	116	50	1	YW0.525-10-1TH
BW0.525-10-3TH	0.525	10	116	50	3	YW0.525-10-3TH
BW0.525-12-1	0.525	12	139	50	1	YW0.525-12-1
BW0.525-12-3	0.525	12	139	50	3	YW0.525-12-3
BW0.525-12-1	0.525	12	139	50	1	YW0.525-12-1
BW0.525-12-3	0.525	12	139	50	3	YW0.525-12-3
BW0.525-13-1	0.525	13	150	50	1	YW0.525-13-1
BW0.525-13-13	0.525	13	150	50	3	YW0.525-13-3
BW0.525-14-1	0.525	14	162	50	1	YW0.525-14-1
BW0.525-14-3	0.525	14	162	50	3	YW0.525-14-3
BW0.525-14-1	0.525	14	162	50	1	YW0.525-14-1
BW0.525-14-3	0.525	14	162	50	3	YW0.52-14-3
BW1.05-12-1	1.05	12	34.7	50	1	YW1.05-12-1
BW1.05-12-1TH	1.05	12	31.8	50	1	YW1.05-12-1TH
BW1.05-12-1	1.05	12	35	50	1	YW1.05-12-1
BW1.05-13-1	1.05	13	37.6	50	1	YW1.05-13-1
BW1.05-17-1	1.05	17	49.2	50	1	YW1.05-17-1
BW6.3-12-1TH	6.3	12	0.964	50	1	YW6.3-12-1TH
BW6.3-12-1W	6.3	12	0.96	50	1	YW6.3-12-1W
BW6.9-12-1W	6.9	12	0.80	50	1	YW6.9-12-1W
BW6.3-16-1W	6.4	16	1.28	50	1	YW6.3-16-1W
BW10.5-12-1W	10.5	12	0.35	50	1	YW10.5-12-1W
BW10.5-16-1W	10.5	16	0.46	50	1	YW10.5-16-1W
BW11 $\sqrt{3}$ -16-1W	11 $\sqrt{3}$	16	1.26	50	1	YW11 $\sqrt{3}$ -16-1W
BW12.7-16-1W	12.7	16	0.32	50	1	YW12.7-16-1W
BWF0.69-25-1	0.69	25	167	50	1	
BWF0.69-25-3	0.69	25	167	50	1	
BWF1.05-30-1	1.05	30	86.6	50	1	
BWF1.05-50-1	1.05	50	144.4	50	1	
BWF1.05-100-1	1.05	100	289	50	1	
BWF6.3-22-1W	6.3	22	1.76	50	1	

续表 2

型 号	额 定 电 压 (kV)	标 称 容 量 (kvar)	标 称 电 容 (μ F)	频 率 (Hz)	相 数	原 型 号
BWF6.3-25-1W	6.3	25	2.0	50	1	
BWF6.3-25-1W	6.3	25	2.01	50	1	
BWF6.3-25-1W	6.3	25	2.0	50	1	
BWF6.3-30-1W	6.3	30	2.4	50	1	YWF6.3-30-1W
BWF6.3-40-1W	6.3	40	3.2	50	1	YWF6.3-40-1W
BWF6.3-50-1W	6.3	50	4.0	50	1	YWF6.3-50-1W
BWF6.3-50-1W	6.3	50	4.01	50	1	YWF6.3-50-1W
BWF6.3-100-1W	6.3	100	8.0	50	1	YWF6.3-100-1W
BWF6.3-100-1W	6.3	100	8.0	50	1	YWF6.3-100-1W
BWF6.3-120-1W	6.3	120	9.63	50	1	YWF6.3-120-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -22-1W	11/ $\sqrt{3}$	22	1.74	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -22-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -25-1W	11/ $\sqrt{3}$	25	1.94	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -25-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -25-1W	11/ $\sqrt{3}$	25	2.01	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -25-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -25-1W	11/ $\sqrt{3}$	25	1.94	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -25-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -30-1W	11/ $\sqrt{3}$	30	2.37	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -30-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -33.4-1W	11/ $\sqrt{3}$	33.4	2.63	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -33.4-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -40-1W	11/ $\sqrt{3}$	40	3.16	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -40-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -50-1W	11/ $\sqrt{3}$	50	3.95	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -50-1W
BWF11/ $\sqrt{3}$ -50-1W	11/ $\sqrt{3}$	50	4.01	50	1	YWF11/ $\sqrt{3}$ -50-1W

9.4.10 信号灯

XD0、XD1 型用于 6.3/12 伏电路中。

XD7、XD8 型面板后部装有变压器，故可用于 24、36、48、110、127、220、380 伏电路中。XD7 为凸圆形，XD8 为矩形面罩。

XD11、XD12 型用于 6.3/12 伏电路中。XD11 为圆形，XD12 为矩形外罩。

XD13、XD14 型为氖泡辉光，耗电少，各型信号灯的技术数据见表 9-64。

表 9—64

各型号信号灯技术数据

信号灯型号和电压	灯 泡				附 件	颜 色
	电压(V)	功率(W)	壳型号	灯 头		
XD0-6.3 XD1-6.3	6.3	1		E10 / 13		
XD0-12 XD1-12	12	1.2		E10 / 13		
XD7-24 XD8-24	12	1.2		E10 / 13	变压器	
XD7-36 XD8-36	12	1.2		E10 / 13	变压器	
XD7-48 XD8-48	12	1.2		E10 / 13	变压器	
XD7-110 XD8-110	12	1.2		E10 / 13	变压器	
XD7-220 XD8-220	12	1.2		E10 / 13	变压器	
XD7-380 XD8-380	12	1.2		E10 / 13	变压器	
XD11-6.3 XD12-6.3	6.3	1		E10 / 13		
XD11-12 XD12-12	12	1.2		E10 / 13		
XD13-110 XD14-110	60		氩 泡	E10 / 13	RJ-0.5-20K	
XD13-220 XD14-220	150		氩 泡	E10 / 13	RJ-0.5-30K	红黄白
XD13-220 XD14-220	130		氩 泡	E10 / 13	RJ-0.5-30K	绿
XD13-380 XD14-380	150		氩 泡	E10 / 13	RJ-1-80K	红黄白
XD13-380 XD14-380	130		氩 泡	E10 / 13	RJ-1-80K	绿

9.4.11 常用蓄电池

蓄电池有多种，这里仅介绍起动用蓄电池。起动用铅蓄电池分 Q 系列（湿荷电）与 QA 系列（干荷电）两类。其额定电压为 6V 和 12V 两种，容量可至 210A 时，适用于各型汽车、拖拉机、柴油机和各型内燃机起动点火和照明等。本系列蓄电池具有容量大、起动性能好、使用维护方便等特点。起动用 Q 系列铅蓄电池技术数据见表 9—65。

表 9-65

起动用 Q 系列铅蓄电池技术数据

型 号	额定 电压 (V)	额 定 容 量 (20 小 时放电 率) (Ah)	起动用 Q 系列铅蓄电池技术数据						外形尺寸 (mm)			质量(不 带电解液 时) (kg)
			20 小时放电率 电解液温度 30± 2℃		常温起动用放 电 电解液温度 30± 2℃		低温起动用放 电 电解液温度 -18± 2℃		长	宽	高	
			电 流 (A)	容 量 (Ah)	电 流 (A)	容 量 (Ah)	电 流 (A)	容 量 (Ah)				
3-Q-75	6	75	3.75	75	225	11.25	225	9.38	171	168	233	13
3-Q-90		90	4.5	90	270	13.5	270	11.25	195	168	236	14
3-Q-105		105	5.25	105	315	15.75	315	13.13	220	168	236	16
3-Q-120		120	6.0	120	360	18	360	15	262	168	238	19
3-Q-135		135	6.75	135	405	20.25	405	16.88	278	169	238	21
3-Q-150		150	7.5	150	450	22.5	450	18.75	303	169	238	22
3-Q-165		165	8.25	165	495	24.75	495	20.63	328	169	238	24
3-Q-180		180	9.0	180	540	27.0	540	22.5	353	169	238	26
3-Q-195		195	9.75	195	585	29.25	585	24.38	377	169	238	30
3-Q-210		210	10.5	210	630	31.5	630	26.25	430	178	250	—

续表 1

型 号	额定电压 (V)	额 定 容 量 (20 小时放电率) (Ah)	起动放电电流及容量						外形尺寸 (mm)			质量(不带电解液时) (kg)
			20 小时放电率 电解液温度 30± 2℃		常温起动放电 电解液温度 30± 2℃		低温起动放电 电解液温度 -18± 2℃		长	宽	高	
			电流 (A)	容量 (Ah)	电流 (A)	容量 (Ah)	电流 (A)	容量 (Ah)				
6-Q-60	12	60	3.0	60	180	9.0	180	7.5	293	168	228	20
6-Q-75		75	3.75	75	225	11.25	225	9.38	329	168	233	24
6-Q-90		90	4.5	90	270	13.5	270	11.25	377	168	236	29
6-Q-105		105	5.25	105	315	15.75	315	13.13	428	168	236	35
6-Q-120		120	6.0	120	360	18.0	360	15.0	503	177	239	37
6-Q-135		135	6.75	135	405	20.25	405	16.88	503	193	239	41
6-Q-150		150	7.5	150	450	22.5	450	18.75	503	210	239	45
6-Q-165		165	8.25	165	495	24.75	495	20.64	503	225	239	52

9.5 常用生产机械设备控制电路

9.5.1 基本控制环节

①点动控制电路

图 9-6 是点动控制电路原理图 (单向)。这种电路常用于快速行程及地面操作的行车及机床的校准等场合。

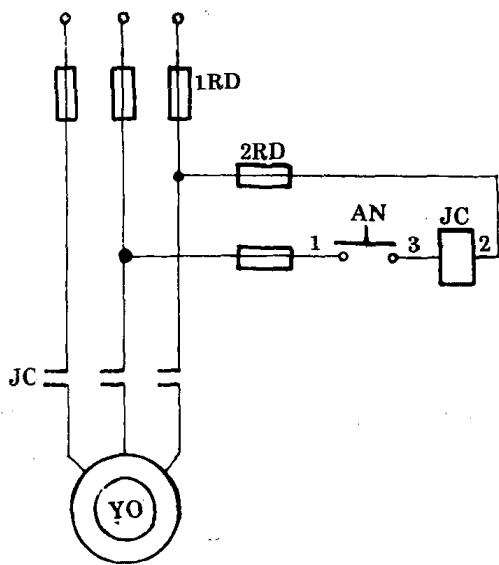


图 9—6 点动控制电路

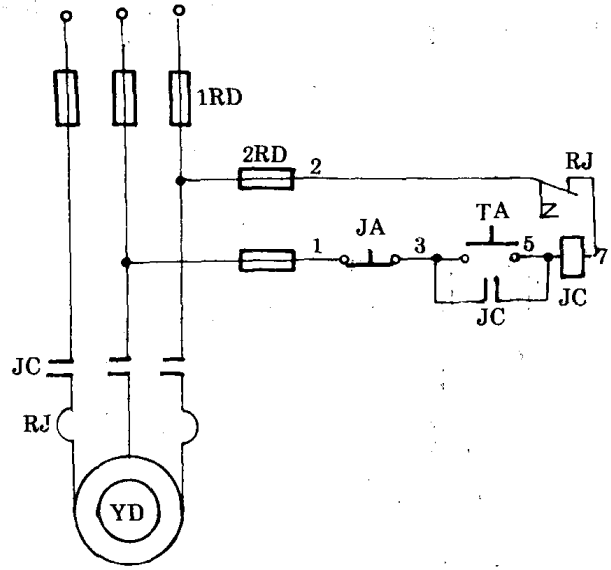


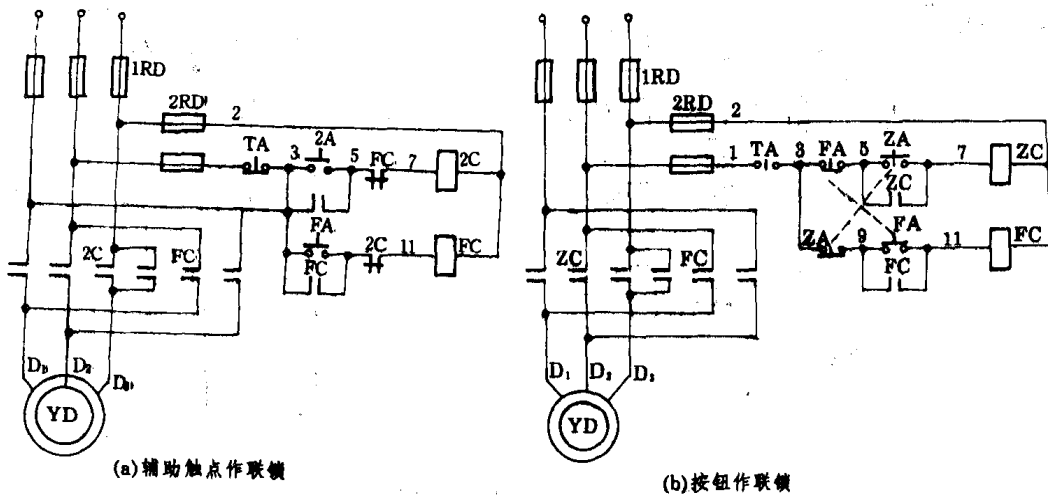
图 9—7 单向起动电路

②单向直接起动控制电路

图 9—7 是中小容量鼠笼式电动机单方向直接起动的控制电路。

③正反转起动控制电路

图 9—8 是用辅助触点作联锁保护的可逆起动控制电路。图 9—8 (b) 是利用按钮作联锁的。实际使用时，最好以上两种方法同时采用，则联锁效果更好，工作更可靠。



(a) 辅助触点作联锁

(b) 按钮作联锁

图 9—8 正反转控制电路

④Y—△起动控制电路

对于较大容量的电动机应该采用降压起动，以减小起动电流，Y—△起动是常用的一种降压起动方法。它适用于在正常运行时定子绕组是△形接法的较大容量电动机起动，即在电源电压为 380V 时，电动机的额定电压必须是 380 / 660V，接法为△ / Y，才能用此法起动。

其操作方式有手柄操作、按钮操作、时间继电器操作等形式，分别如图 9—9 (a)、图 9—9 (b)、图 9—9 (c) 所示。其主电路如图 9—9 (d) 所示。

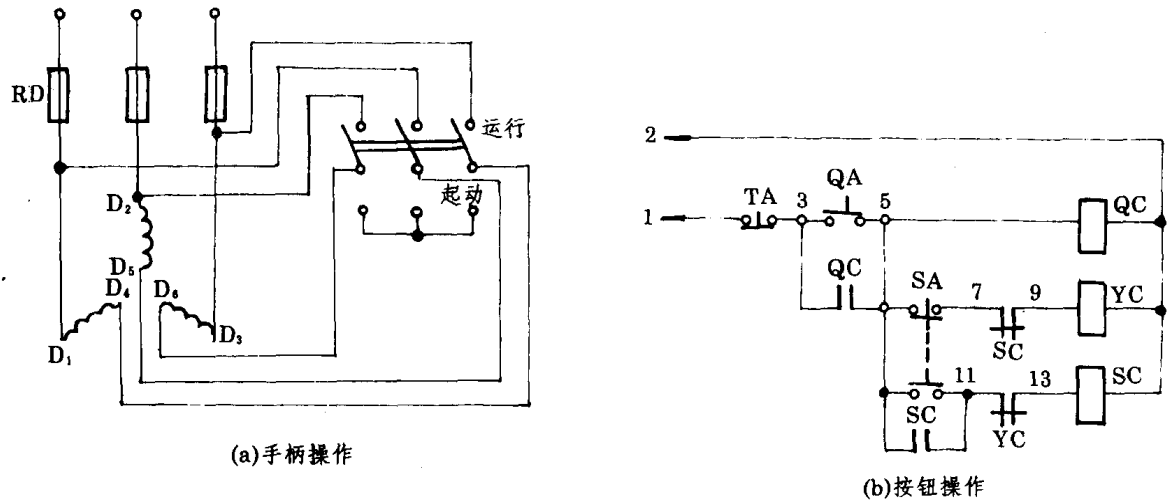


图 9—9 Y—Δ 起动控制电路

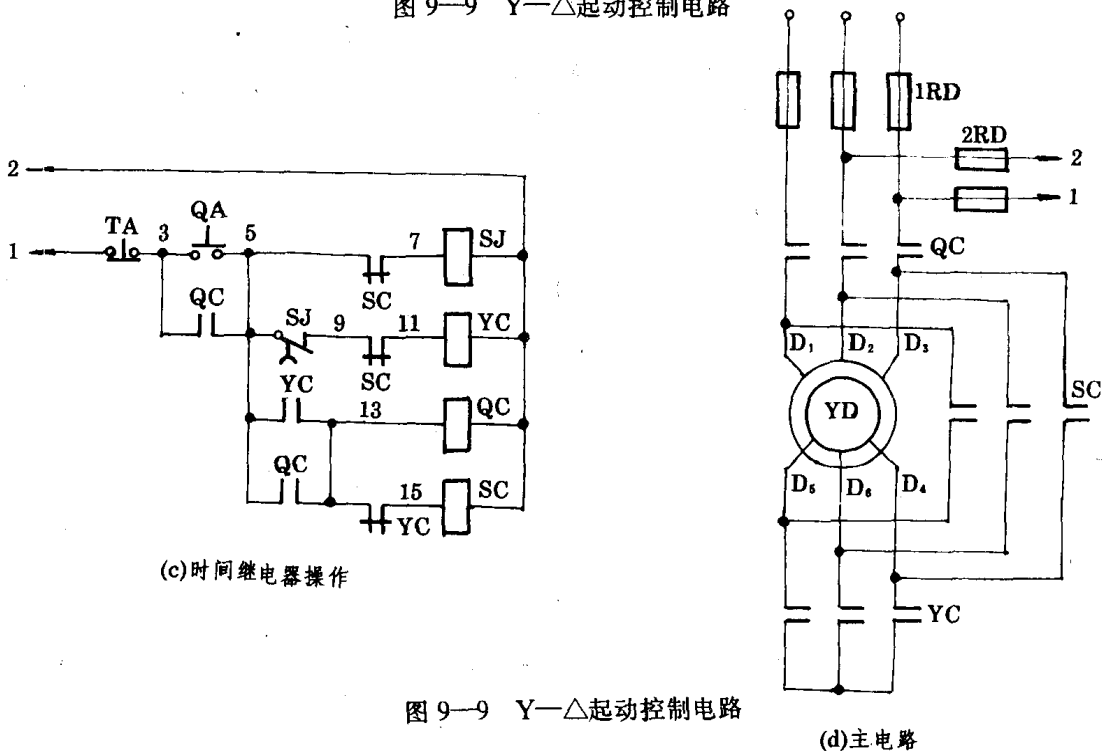


图 9—9 Y—Δ 起动控制电路

⑤ 串联电阻或电抗器起动控制电路

当电动机额定电压为 220/380V (Δ/Y) 时，若电源线电压为 380V、电动机正常工作时为 Y 接法，是不能用 Y—Δ 方法作降压起动的，这种电动机可以用串联电阻或电抗器起动。此外，如 Δ 接法电动机带负载起动，要求降压适当，以得到适当大小的起动转矩，也不能用 Y—Δ 方法起动。串联电阻的起动控制电路如图 9—10 所示。

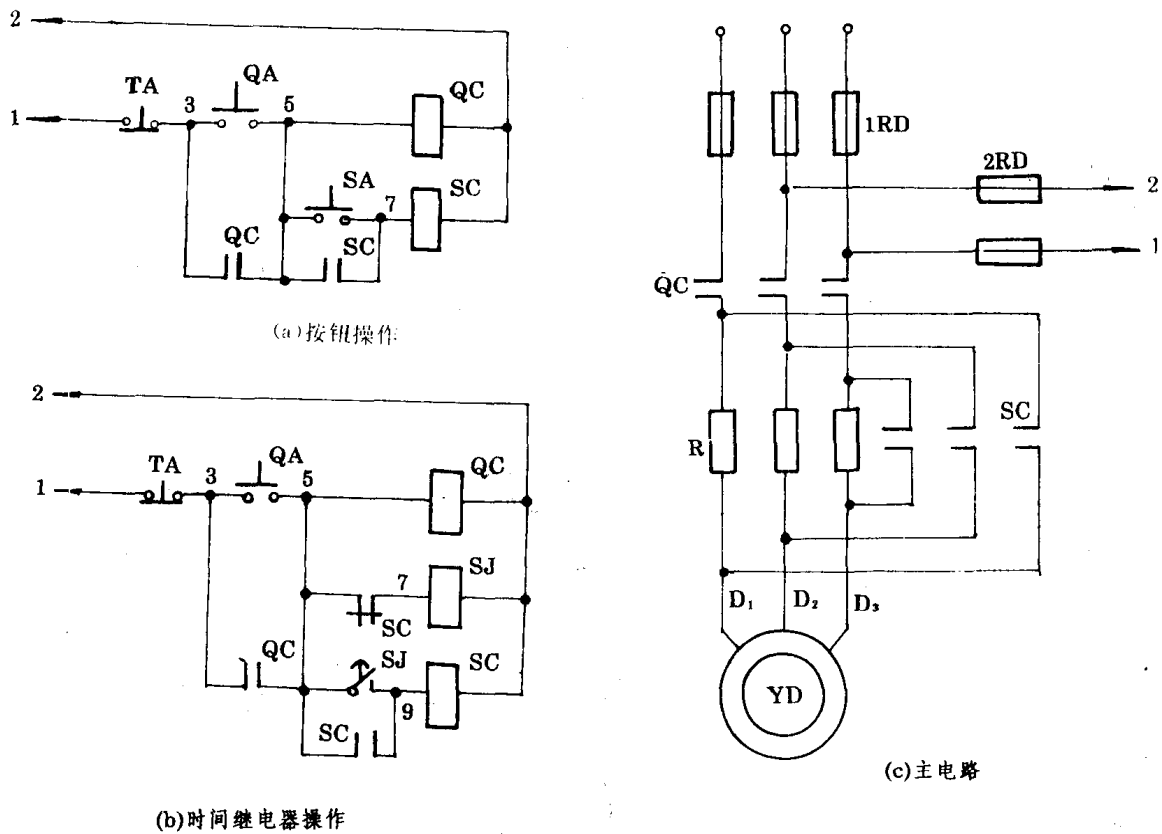


图 9—10 串联电阻的起动控制电路

⑥按时间原则顺序起停控制电路

在机床的控制线路中经常要求电动机有顺序的起停，例如磨床上要求润滑油泵起动后才能起动主轴。图 9—11 即是按时间顺序起停控制的电气原理图。

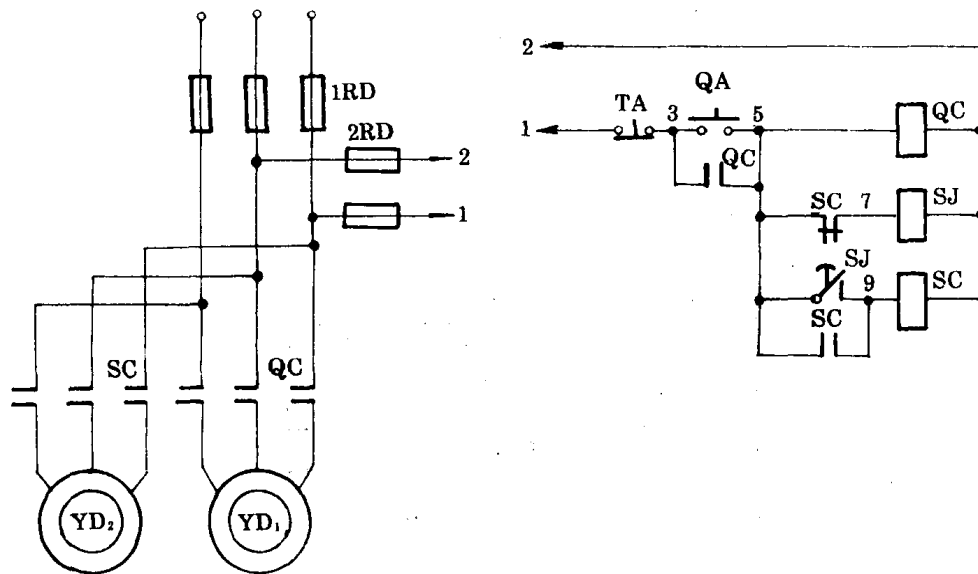


图 9—11 按时间原则顺序起停控制线路

⑦按行程原则控制电路

行程控制，就是当运动部件到达一定行程位置时采用行程开关来进行控制。其电气原理如图 9—12 所示。

⑧速度原则反接制动控制电路

速度控制，就是采用速度继电器来反映电动机的转速以进行控制，主要用于三相鼠笼式电动机的反接制动，也可用在三相异步电动机的能耗制动电路中，作电动机停转后自动切断直流电源之用。图 9—13 是速度原则反接制动的电气原理图。

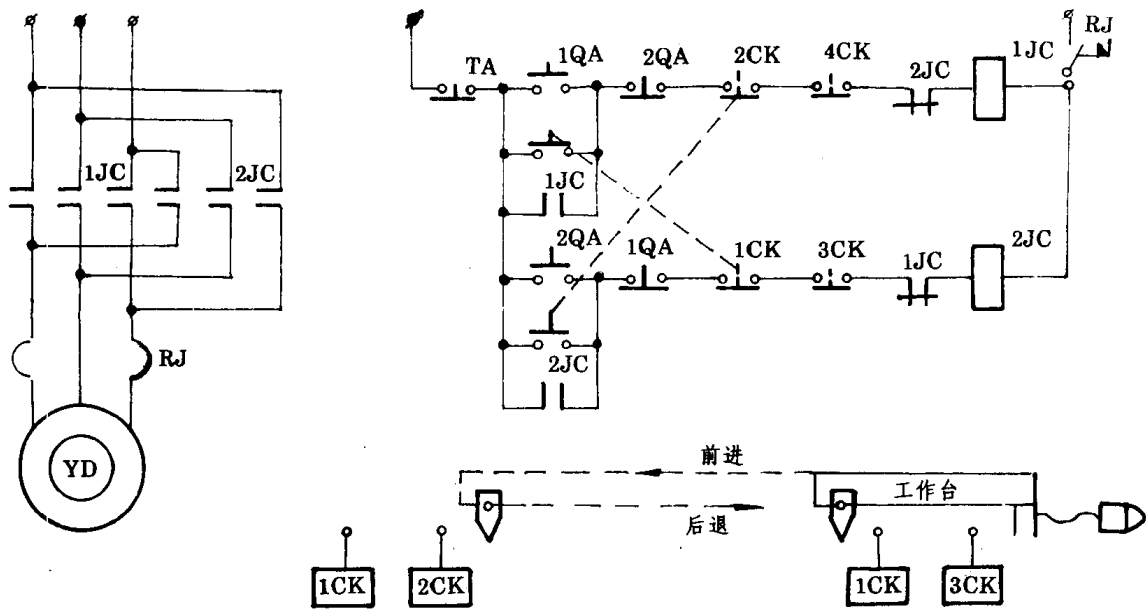


图 9—12 行程开关控制正反转电路

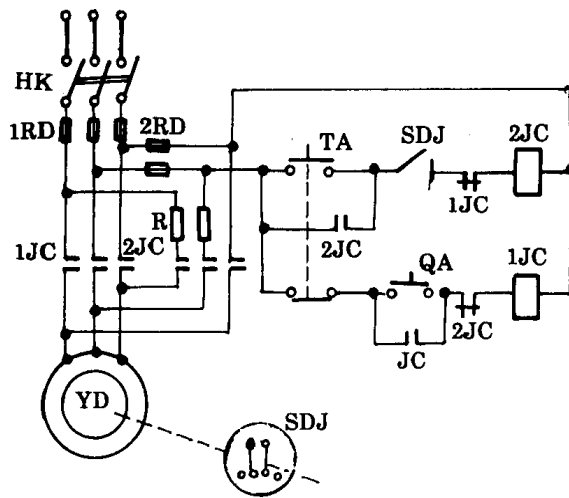


图 9—13 异步电动机反接制动的控制线路

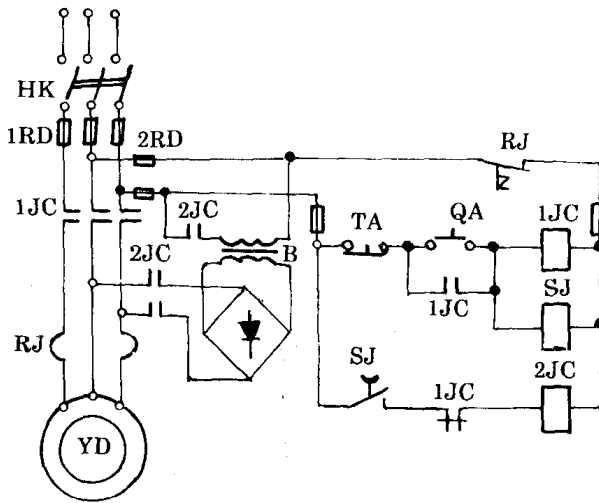


图 9—14 异步电动机能耗制动控制线路

⑨制动控制电路

A. 能耗制动控制电路

能耗制动可以弥补反接制动的不足，在一些功率较大、制动次数频繁的生产机械上较多地采用这种方法。图 9—14 是能耗制动的控制线路。

B. 机械制动控制电路

机械制动是电动机切断电源后，依靠外加制动闸轮作用于电动机轴上，使电动机迅速停转的设备（一般采用抱闸式）。制动强度可通过调整机械结构来改变。制动时间越短，冲击振动越大。采用这种方法，对某些空间位置比较紧凑的生产机械来说，安装是有些困难的。机械制动的电气原理如图 9—15 所示。

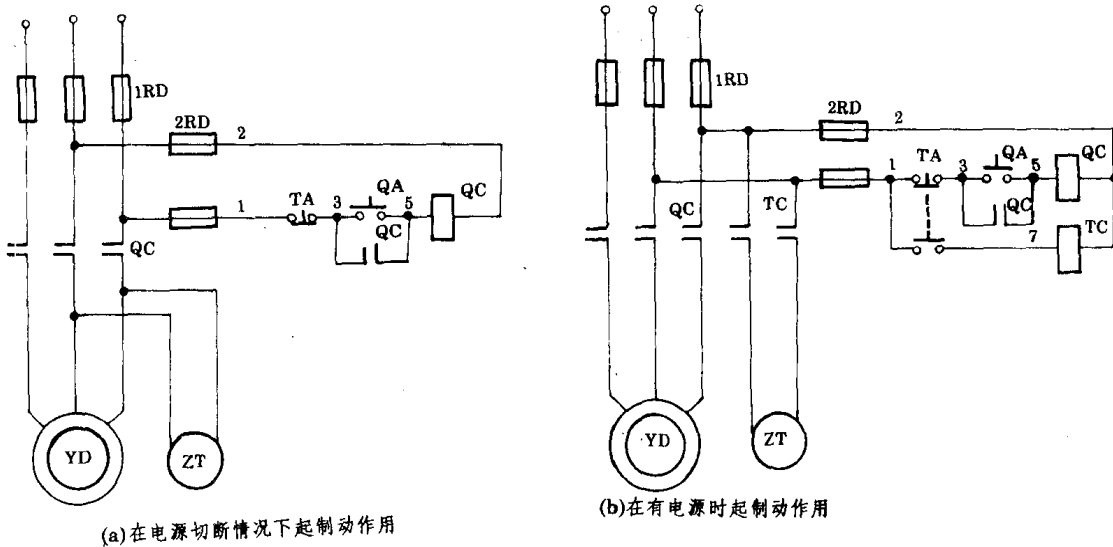


图 9—15 机械制动控制电路

9.5.2 常用机床控制电路

①CW6163B型万能普通车床的控制线图

图9—16为CW6163B型万能普通车床的电气原理图，床身最大工件的回转直径630mm，工件的最大长度可根据床身的不同分为1500mm和3000mm两种。

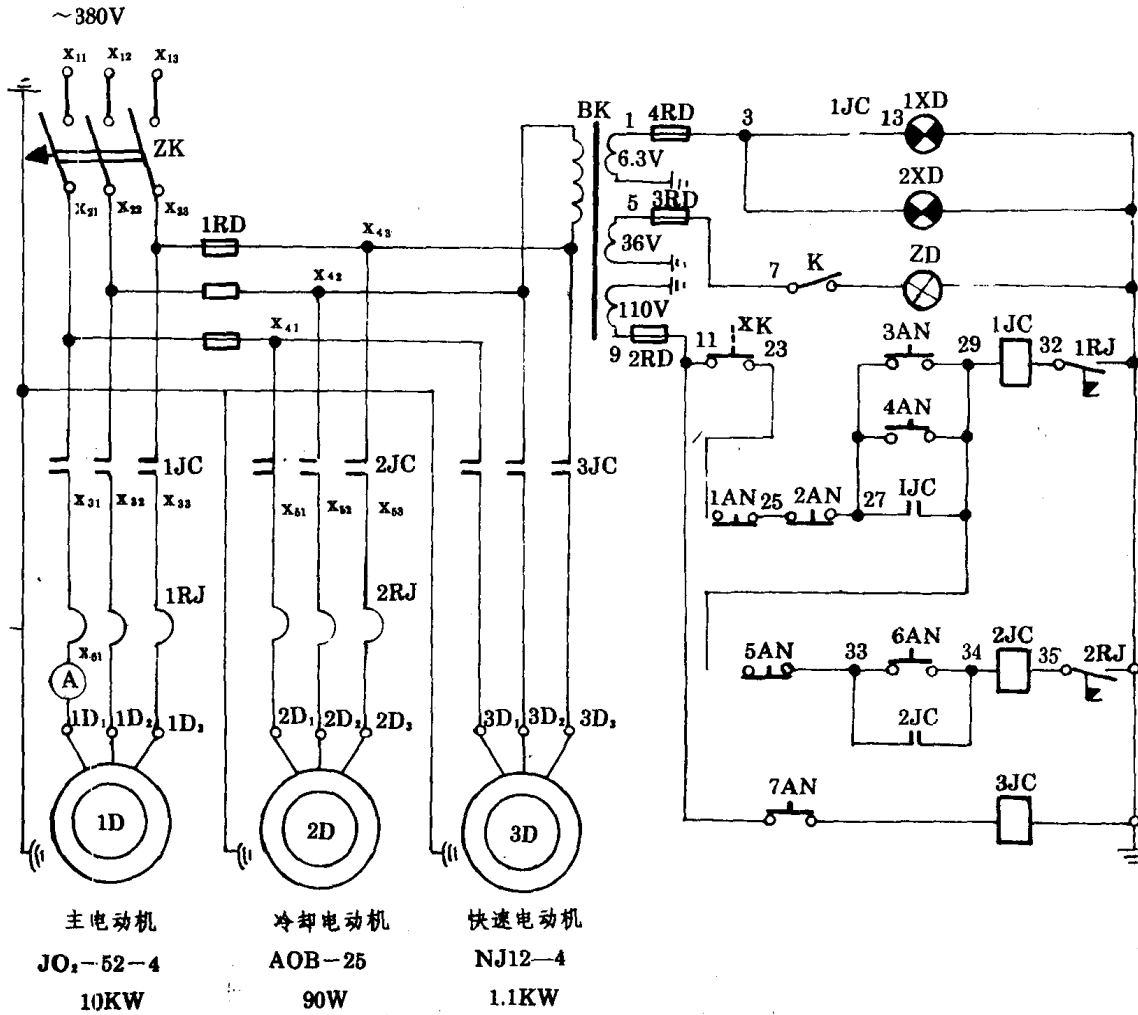


图9—16 CW6163B 万能车床电气原理图

②X62W 万能升降台铣床控制电路

该铣床由三台异步电动机拖动，其电气原理图如图9—17所示。

③Z3040 摇臂钻床电气原理图

Z3040 适合于在大、中型零件上进行钻孔、扩孔、铰孔及攻螺纹等工作。图9—18是其电气原理图。

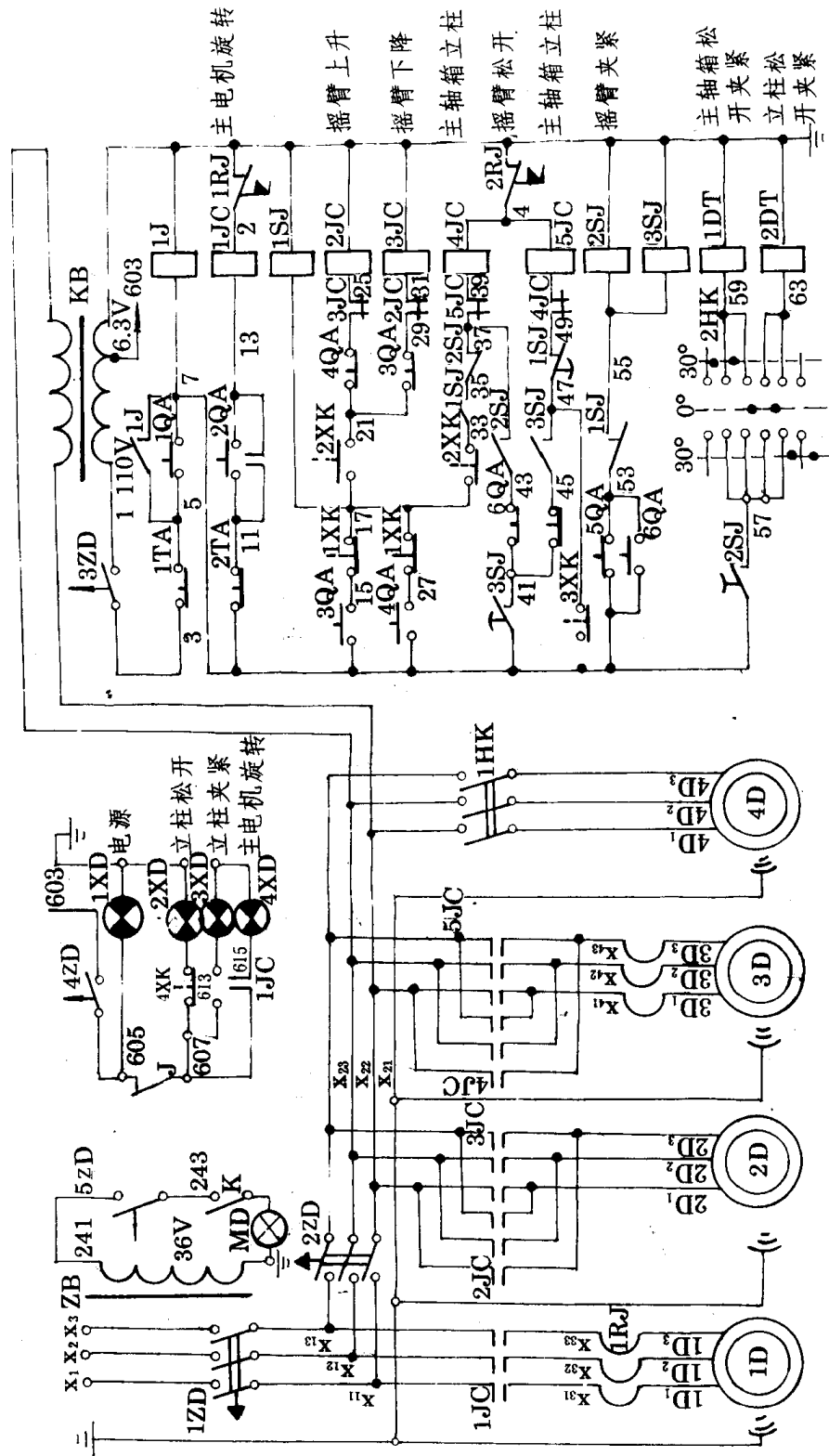


图9—18 73040 摇臂钻床电气原理图

9.6 低压供电与线路

9.6.1 常用低压配电装置

把输电线送来的电能分配到各个用电器称为配电。配电用的开关及其附属设备总称为配电装置。在交流50Hz、1000V以下三相系统中所用的配电装置，称为低压配电装置，包括各种型式的配电屏（柜）和配电箱。它们适用于发电厂、变电所及各工矿企业的动力配电、控制和照明回路配电。

①低压配电装置的选择

配电装置的选择主要根据用途、安装地点的情况（环境特点、面积大小），其次应根据配电系统的路线、电流容量、二次接线的要求，来确定配电装置的型号、主电路的接线方案、主要电器元件规格型号以及配电屏的数量、排列顺序，见表9—66。

表9—66 低压配电装置的选择





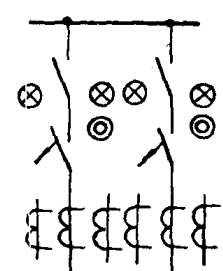
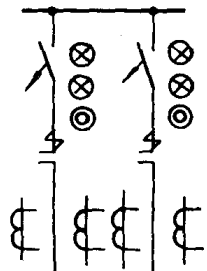
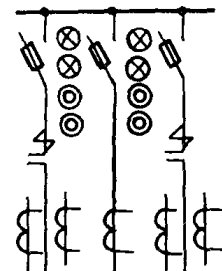
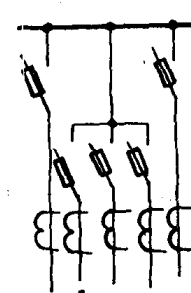
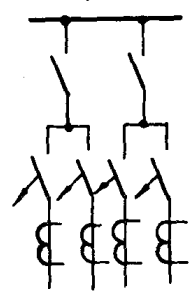
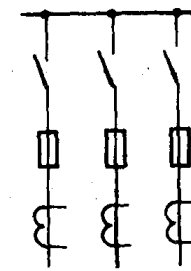
用 途	配电系统主回路 或二次回路状况	推荐采用的配电装置	
		外 形 结 构	型 号
车间变电所低压配电室	回路数较少,二次接线较简单	单面维护式	BDL-1 配电屏
	回路数多或二次接线复杂	双面维护式 (非靠墙安装)	BSL-1、-5、-6、 -10、-11 配电屏 GGL 开关柜
正常环境的车间动力配电	无二次接线	防 护 式	XL-3、-10、-12、 -14、-15 配电箱
石油、化工、纺织企业低压配电室	回路数多或二次接线复杂	抽屉式 (接插式或固定式)	BFC-20 开关柜 BFC-20A 开关柜
矿用一般动力和照明配电		保护式(非靠墙安装)	GKY-1 矿用一般配电屏
潮湿或多尘的车间动力配电	无二次接线	封 闭 式	XLF-14、-15 配电箱
户外动力配电		户外封闭式	XLW-1 配电箱

②低压配电屏典型型号及主接线图

低压配电屏的典型型号是BSL-10系，其主接线图如表9—67所示。

表 9-67

BSL-10 型配电屏典型主接线

<p>BSL-10-01A</p> 	<p>BSL-10-01B</p> 	<p>BSL-10-03A</p> 	<p>BSL-10-03C</p> 
<p>适用于从架空线受电或通过架空线馈电, 或汇流排间的联络</p>		<p>适用于从架空线受电及通过电缆馈电</p>	
<p>BSL-10-04A</p> 	<p>BSL-10-05A</p> 	<p>BSL-10-11A</p> 	
<p>刀形隔离开关与空气断路器配合</p>	<p>空气断路器与接触器配合</p>	<p>熔断器式刀开关与接触器配合</p>	
<p>BSL-10-09A</p> 	<p>BSL-10-12A</p> 	<p>BSL-10-09G</p> 	
<p>由熔断器式刀开关控制输出, 每屏 4~5 路</p>	<p>由空气断路器控制输出, 每二路合用一隔离开关, 每屏 4 路</p>	<p>由刀开关加熔断器控制输出, 每屏 3 路, 每路电流 400A</p>	

续表 1

BSL-10-14A	BSL-10-15A	BSL-10-16B	BSL-10-17B
每屏有 2~6 个刀开关, 每个刀开关控制 1~6 个分路, 每屏共有 6~12 个分路	每屏有 1~3 个刀开关, 每个刀开关控制 2~8 个分路, 每屏共有 6~8 个分路	每屏 9~10 个分路, 其中 6 路无电流互感器的为一组, 其余为一组, 分别由二个刀开关控制, 亦可由一个刀开关集中控制	每屏有 12 个分路, 均无电流互感器, 可由一个或二个刀开关控制

③ 配电设备的选配

表 9-68

典型动力配电箱主要元件及技术数据

型 号	负载开关 ^②	开关数×分路数	分路电流等级	熔断器
XL-3 -1 -2	HD9-200/3 侧面手柄操作	1×5 1×8	60	RL1-60
XL-10 -1 -2 -3 -4	HZ-10-25/3 -60/3、-100/3	1×1 2×1 3×1 4×1	15、35、60	RL1 -15 -60 RT0-100
XL(F) ^③ -12 -100 -200 -300 -400	HR3(侧面) -100/3 -200/3 -300/3 -400/3	1×1	100 200 300 400	RT0 -100 -200 -400 -400
XL(F)-15	或 HD13-400/3TH HS13-400/3TH	1×4、6、8 2 ^④ ×6、8	60、100 200、400	RT0-100 -200、-400

注: ②负载开关在交流 380V、功率因数大于 0.7 时能分断额定电流。

④ 2 副刀开关用以分别接通不同的进线, 以备线路检修或需要同时接通二路电源进线之用。

③“XL”表示保护式,“XLF”表示防尘式。

表 9-69

根据低压馈电分路电流选配电器设备及导线表

分路电流	60A	100A	200A	400A	600A	1000A	1500A
接线规格	铜相线	BV7/2.11	25×3/3	25×3/3	40×4/3	60×8/3	80×8/3
	铜中线	BV7/1.33	25×3/1	25×3/1	25×3/1	40×5/1	50×6/1
	铝相线	BLV7/1.70	25×3/3	40×5/3	50×6/3	80×8/3	100×10/3
	铝中线	BLV7/1.70	25×3/1	25×3/1	30×4/1	50×6/1	60×6/1
刀型开关		HD13-200/31	HD13-400/31	HD13-600/31	HD13-1000/31	HD13-1500/30	
熔断器刀开关	HR3-100/32	HR3-100/32	HR3-400/32	HR3-600/32			
自动开关(开启式)			DW10-400/3 手柄或电磁铁	DW10-600/3 手柄或电磁铁	DW10-1000/3 杠杆或电动	DW10-1500/3 杠杆或电动	
自动开关(盒式)	DZ10-100/330	DZ10-100/330	DZ10-250/330	DZ10-400/330	DZ10-600/330		
接触器	CJ20-63	CJ20-160	CJ20-250	CJ20-400	CJ20-630		
热继电器	JR0-60B	JR0-150B					
熔断器	RL1-60	RT0-100	RT0-200	RT0-400			
电流互感器及电表	LMZ1-0.5 60/5 IT1-A	LMZ1-0.5 100/5 IT1-A	LMZ1-0.5 200/5 IT1-A	LMZ1-0.5 400/5 IT1-A	LMZJ1-0.5 600/5 IT1-A	LMZJ1-0.5 1000/5 IT1-A	LMZJ1-0.5 1500/5 IT1-A
其他电器	信号灯 XD-7 型, 控制按钮 LA18-22 型, 电压表 IT1-V450V, 电压表换相开关 LW5-15/YH3, 三相瓦时计 DT-8 380/220V, 5A, 单相瓦时计 DD17220V, 5A, 二次回路熔断器 RL1-15/6~15						

9.6.2 电线、电缆

①电线，常用电线见表9—70~表9—76。

表9—70 聚氯乙烯绝缘电线

BV	铜芯
BLV	铝芯
BVV	铜芯 外聚氯乙烯护套
BLVV	铝芯 外聚氯乙烯护套
BVR	铜芯 软线

注：1. 适用于交流500V，直流1000V以下电器、仪表的固定安装，截面在0.5mm²以下者仅用于交流250V、直流500V以下电器、仪表的固定安装。

2. 长期工作温度65℃，加有型号后缀BV—105，BLV—105者可工作于105℃。

表9—71 BV、BV—105型一芯及二芯平型电线 (mm)

标称截面 (mm ²)	导电线芯结构 根数/线径	绝缘标称 厚度	电线最大外径		电线绝缘电阻 (MΩ/km)不小于		参考质量(kg/km)	
			1芯	2芯	+60℃	+95℃	1芯	2芯平型
0.03	1/0.20	0.25	0.8	0.8×1.6	0.0996	0.0201	0.77	1.54
0.06	1/0.30	0.3	1.0	1.0×2.0	0.0873	0.0177	1.41	2.82
0.12	1/0.40	0.3	1.1	1.1×2.2	0.0728	0.0147	2.1	4.2
0.2	1/0.50	0.4	1.4	1.4×2.8	0.0759	0.0154	3.4	6.9
0.3	1/0.60	0.4	1.5	1.5×3.0	0.0673	0.0136	4.4	8.8
0.4	1/0.70	0.4	1.7	1.7×3.4	0.0606	0.0122	6.4	10.9
0.5	1/0.80	0.5	8.0	2.0×4.0	0.0645	0.0130	7.4	15.0
0.75	1/0.97	0.6	2.4	2.4×4.8	0.0640	0.0129	10.2	20.7
1	1/1.13	0.6	2.6	2.6×5.2	0.0575	0.0116	13.7	27.6
1.5	1/1.37	0.8	3.3	3.3×6.6	0.0615	0.0124	21.0	42.5
2.5	1/1.76	0.8	3.7	3.7×7.4	0.0514	0.0104	30.9	62.4
4	1/2.24	0.8	4.2	4.2×8.4	0.0428	0.00866	46.2	93.0
6	1/2.73	0.8	4.8	4.8×9.6	0.0367	0.00740	65.4	131.6
10	7/1.33	1.0	6.6	6.6×13.2	0.0323	0.00653	114.2	229.9
16	7/1.70	1.0	7.8	—	0.0263	0.00531	173.4	—
25	7/2.12	1.2	9.6	—	0.0254	0.00514	261.6	—
35	7/2.50	1.2	10.9	—	0.0221	0.00446	368.7	—
50	19/1.83	1.4	13.2	—	0.0212	0.00429	521.8	—
70	19/2.14	1.4	14.9	—	0.0185	0.0037	708.0	—
95	19/2.50	1.6	17.3	—	0.0181	0.0037	963.6	—
120	37/2.00	1.6	18.1	—	0.0164	0.0033	1167.6	—
150	37/2.24	1.8	20.2	—	0.0165	0.0033	1465.3	—
185	37/2.50	1.8	22.2	—	0.0149	0.0030	1806.3	—

表 9—72

BVV 型一芯、二芯及三芯平型护套电线

(mm)

标称截面 (mm ²)	导电线芯结构 根数/线径	绝缘标 称厚度	护套标称厚度		电线最大外径			+60℃时电线 绝缘电阻 (MΩ/km)不小于	参考质量(kg/km)		
			1、2芯	3芯	1芯	2芯	3芯		1芯	2芯	3芯
0.75	1/0.97	0.6	0.7	0.8	3.9	3.9×6.3	4.2×8.9	0.0640	18.9	34.4	52.6
1	1/1.13	0.6	0.7	0.8	4.1	4.1×6.7	4.3×9.5	0.0575	22.9	42.5	65.1
1.5	1/1.37	0.6	0.7	0.8	4.4	4.4×7.2	4.6×10.2	0.0500	28.4	53.5	81.9
2.5	1/1.76	0.6	0.7	0.8	4.8	4.8×8.1	5.0×11.5	0.0413	39.3	75.6	115.6
4	1/2.24	0.6	0.7	0.8	5.3	5.3×9.1	5.5×13.1	0.0341	55.6	108.5	165.5
6	1/2.73	0.8	0.8	1.0	6.5	6.5×11.3	7.0×16.5	0.0367	83.3	163.4	253.8
10	1/1.33	0.8	1.0	1.2	8.4	8.4×14.5	8.8×21.1	0.0268	134.9	264.5	407.7

表 9—73

BLVV 型一芯、二芯及三芯平型护套电线

(mm)

标称截面 (mm ²)	导电线芯结构 根数/线径	绝缘标 称厚度	护套标称厚度		电线最大外径			参考质量(kg/km)		
			1、2芯	3芯	1芯	2芯	3芯	1芯	2芯	3芯
1.5	1/1.37	0.6	0.7	0.8	4.4	4.4×7.2	4.6×10.2	19.2	35.1	55.4
2.5	1/1.76	0.6	0.7	0.8	4.8	4.8×8.1	5.0×11.5	24.0	45.0	69.6
4	1/2.24	0.6	0.7	0.8	5.3	5.3×9.1	6.5×13.1	30.8	59.0	91.3
6	1/2.73	0.8	0.8	1.0	6.5	6.5×11.3	7.0×16.5	46.2	89.3	142.2
10	7/1.33	0.8	1.0	1.2	8.4	8.4×14.5	8.8×21.1	74.9	145.6	230.7

表 9—74

BVR 型 铜 芯 软 电 线

(mm)

标称截面 (mm ²)	导电线芯结构 根数/线径	绝缘标称厚度	电线最大外径	+60℃ 时电线绝缘电阻 (MΩ/km)不小于	参考质量 (kg/km)
0.75	7/0.37	0.6	2.5	0.0582	4.4
1	7/0.43	0.6	2.7	0.0523	5.1
1.5	7/0.52	0.8	3.5	0.0561	8.4
2.5	19/0.41	0.8	4.0	0.0458	10.4
4	19/0.52	0.8	4.6	0.0381	12.6
6	19/0.64	0.8	5.3	0.0322	14.3
10	49/0.52	1.0	7.4	0.0283	28.3
16	49/0.64	1.0	8.5	0.0237	35.0
25	98/0.58	1.2	11.1	0.0217	54.6
35	133/0.58	1.2	12.2	0.0194	60.3
50	133/0.68	1.4	14.3	0.0193	82.5

表 9—75

BLV、BLV-105 型一芯及二芯平型电线

(mm)

标称截面 (mm ²)	导电线芯结构 根数/线径	绝缘标称厚度	电线最大外径		参考质量(kg/km)	
			1 芯	2 芯	1 芯	2 芯
1.5	1/1.37	0.8	3.3	3.3×6.6	11.5	23
2.5	1/1.76	0.8	3.7	3.7×7.4	15.5	31
4	1/2.24	0.8	4.2	4.2×8.4	21.3	42.6
6	1/2.73	0.8	4.8	4.8×9.6	28.2	56.4
10	7/1.33	1.0	6.6	6.6×13.2	51.9	103.8
16	7/1.7	1.0	7.8	—	75.9	—
25	7/2.12	1.2	9.8	—	116.3	—
35	7/2.5	1.2	10.9	—	152.3	—
50	19/1.83	1.4	13.2	—	214.7	—
70	19/2.14	1.4	14.9	—	279.5	—
95	19/2.5	1.6	17.3	—	379.1	—
120	37/2.00	1.6	18.1	—	448.7	—
150	37/2.24	1.8	20.2	—	551.0	—
185	37/2.50	1.8	22.2	—	667.4	—

表 9—76

BV、BV—105 型二芯及三芯绞型电线

(mm)

标称截面 (mm ²)	导电线芯结构 根数/线径	绝缘标称厚度	电线最大外径		电线绝缘电阻 (MΩ/km)不小于		参考质量(kg/km)	
			2 芯	3 芯	+60℃	+95℃	2 芯	3 芯
0.03	1/0.20	0.25	1.6	1.7	0.0996	0.0201	1.5	2.3
0.06	1/0.30	0.3	2.0	2.1	0.0873	0.0177	2.8	4.3
0.12	1/0.40	0.3	2.2	2.4	0.0728	0.0147	4.3	6.4
0.2	1/0.50	0.4	2.9	3.1	0.0759	0.0154	7.0	10.5
0.3	1/0.60	0.4	3.0	3.3	0.0673	0.0136	9.0	13.5
0.4	1/0.70	0.4	3.4	3.6	0.0606	0.0122	11.1	16.7
0.5	1/0.80	0.5	4.0	4.3	0.0645	0.0130	15.2	22.8
0.75	1/0.97	0.6	4.8	5.1	0.0640	0.0129	21.1	31.5

② 电缆、常用电缆见表 4—77~表 4—80。

表 9—77

通用橡套软电缆分型

型号	型 别	适用范围
YQ	轻 型	250V 以下移动电气设备
YQW		有一定耐油性的 YQ 型
YZ	中 型	500V 以下移动电气设备
YZW		有一定耐油性的 YZ 型

表 9—78

通用橡套软电缆规格尺寸

(mm)

型号	标称截面 (mm ²)	导电线芯结构		绝缘标 称厚度	单 芯		二 芯		三 芯		四 芯 (3+1 芯)		
		单线 根数	单线 直径		护套标 称厚度	电缆最 大外径	护套标 称厚度	电缆最 大外径	护套标 称厚度	电缆最 大外径	主线芯数×截面①+ 接地线芯数×截面	护套标 称厚度	电缆最 大外径
YQ YQW	0.3	16	0.15	0.5	—	—	0.8	5.5	0.8	5.8	—	—	—
	0.5	23	0.15	0.5	—	—	1.0	6.5	1.0	6.8	—	—	—
	0.75	42	0.15	0.6	—	—	1.0	7.4	1.0	7.8	—	—	—
YZ YZW	0.5	28	0.15	0.8	—	—	1.2	8.3	1.2	8.7	3×0.5+1×0.5	1.2	9.5
	0.75	42	0.15	0.8	—	—	1.2	8.8	1.2	9.3	3×0.75+1×0.75	1.4	10.5
	1.0	32	0.20	0.8	—	—	1.2	9.1	1.2	9.6	3×1+1×1	1.4	10.8
	1.5	40	0.20	0.8	—	—	1.2	9.7	1.4	10.7	3×1.5+1×1	1.4	11.4
	2	64	0.20	0.8	—	—	1.4	10.9	1.4	11.5	3×2+1×1	1.6	12.6
	2.5	77	0.20	1.0	—	—	1.6	13.2	1.6	14.0	3×2.5+1×1.5	1.8	15.0
	4	77	0.26	1.0	—	—	1.8	15.2	1.8	16.0	3×4+1×2.5	2.0	17.6
6	77	0.32	1.0	—	—	1.8	16.7	2.0	18.1	3×6+1×4	2.0	19.4	

表 9—79

橡皮和塑料绝缘控制电缆型号、名称及使用范围

型 号		名 称	使 用 范 围
铜 芯	铝 芯		
KYV	KLYV	聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆	敷设在室内,电缆沟中,管道内及地下
KVV	KLVV	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆	同 KYV 型
KXV	KLXV	橡皮绝缘聚氯乙烯护套控制电缆	同 KYV 型
KXF		橡皮绝缘氯丁护套控制电缆	同 KYV 型
KYVD	KLYVD	聚乙烯绝缘耐寒塑料护套控制电缆	同 KYV 型
KXVD	KLXVD	橡皮绝缘耐寒塑料护套控制电缆	同 KYV 型
KYV29	KLYV29	聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套内钢带铠装电缆	同 KYV 型,能承受较大的机械外力作用
KVV29	KLVV29	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套内钢带铠装电缆	同 KVV 型,能承受较大的机械外力作用
KXV29	KLXV29	橡皮绝缘聚氯乙烯护套内钢带铠装电缆	同 KXV 型,能承受较大的机械外力作用

表 9—80

橡皮和塑料绝缘控制电缆的规格尺寸

型 号	线 芯 标 称 截 面 (mm ²)						
	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10
	芯 数						
KYV、KVV、KXV、 KXF、KYVD、KXVD	4、5、7、10、14、19、24、30、37				4、5、7、10、14	4、5、7、10	—
KLYV、KLVV、KLYVD	—	—	4、5、7、10、14、19、24、30、37		4、5、7、10、14	4、5、7、10	
KLXV、KLXVD	—	—	—	4、5、7、10、14 19、24、30、37	4、5、7、10、14	4、5、7、10	
KYV29、KVV29、KXV29	19、24、30、37		10、14、19、 24、30、37	7、10、14、19、 24、30、37	4、5、7、10、14	4、5、7、10	—
KLYV29、KLVV29、 KLXV29	—	—	—	7、10、14、19、 24、30、37	4、5、7、10、14	4、5、7、10	

10

通用件

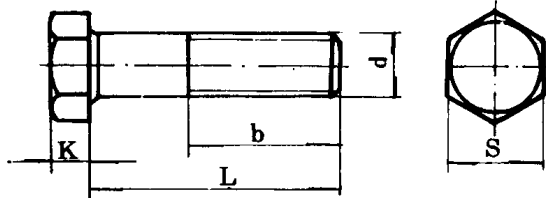
10.1 连接件

10.1.1 螺栓

表 10-1

六角头螺栓(GB5782—86)

(mm)



标注示例: 螺纹规格 $d=M12$

公称长度 $L=80\text{mm}$

性能级数为 8.8 级

表面氧化处理、A 级六角头

螺栓:

螺栓 GB5782—86—M12×80

螺纹规格 d			M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	
b 参考	$l < 125$		12	14	16	18	22	26	30	38	
	$125 < l < 200$		—	—	—	—	28	32	36	44	
	$l > 200$		—	—	—	—	—	—	—	57	
k	公称		2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	10	
	产品等级	A	min	1.88	2.68	3.35	3.85	5.15	6.22	7.32	9.82
			max	2.12	2.92	3.65	4.15	5.45	6.58	7.68	10.18
		B	min	—	—	3.26	3.76	5.06	6.11	7.21	9.71
			max	—	—	3.74	4.24	5.54	6.69	7.79	10.29
s	max = 公称		5.5	7	8	10	13	16	18	24	
	min	产品等级	A	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	23.67
			B	—	—	7.64	9.64	12.57	15.57	17.57	23.16

续表 1

l					无螺纹杆部长度 l_s 和夹紧长度 l_g															
公称	产品等级				l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
	A		B																	
	min	max	min	max																
20	19.6	20.4	—	—	5.5	8														
25	24.6	25.4	—	—	10.5	13	7.5	11	5	9										
30	29.6	30.4	—	—	15.5	18	12.5	16	10	14	7	12								
35	34.5	35.5	33.7	36.3			17.5	21	15	19	12	17	6.75	13						
40	39.5	40.5	38.7	41.3			22.5	26	20	24	17	22	11.75	18	6.5	14				
45	44.5	45.5	43.7	46.3					25	29	22	27	16.75	23	11.5	19	6.25	15		
50	49.5	50.5	48.7	61.3					30	34	27	32	21.75	28	16.5	24	11.25	20		
55	54.4	55.6	53.5	56.5							32	37	26.75	33	21.5	29	16.25	25	7	17
60	59.4	60.6	58.5	61.5							37	42	31.75	38	26.5	34	21.25	30	12	22
65	64.4	65.6	63.5	66.5									36.75	43	31.5	39	26.25	35	17	27
70	69.4	70.6	68.5	71.5									41.75	48	36.5	44	31.25	40	22	32
80	79.4	80.6	78.5	81.5									51.75	58	46.5	54	41.25	50	32	42
90	89.3	90.7	88.3	91.8											56.5	64	51.25	60	42	52
100	99.3	100.7	98.3	101.8											66.5	74	61.25	70	52	62
110	109.3	110.7	108.3	111.8													71.25	80	62	72
120	119.3	120.7	118.3	121.8													81.25	90	72	82
130	129.2	130.8	128	132															76	86
140	139.2	140.8	138	142															86	96
150	149.2	150.8	148	152															96	108
160	—	—	158	162															106	110

续表 2

螺纹规格 d					M20	M24	M30	M36				
b 参考	$l < 125$				46	54	66	78				
	$125 < l < 200$				52	60	72	84				
	$l > 200$				65	73	85	97				
k	公 称				12.5	15	18.7	22.5				
	产品等级	A	min		12.28	14.78	—	—				
			max		12.72	15.22	—	—				
		B	min		12.15	14.65	18.28	22.08				
			max		12.85	15.35	19.12	22.92				
s	max				30	36	46	55				
	min	产品等级	A		29.67	35.38	—	—				
			B		29.16	35	45	53.8				
l					无螺纹杆部长度 l_s 和夹紧长度 l_g							
公称	产品等级				l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
	A		B									
	min	max	min	max								
60	59.4	60.6	58.5	61.5								
(65)	64.4	65.6	63.5	66.5	6.5	19						
70	69.4	70.6	68.5	71.5	11.5	24						
80	79.4	80.6	78.5	81.5	21.5	34	11	26				
90	89.3	90.7	88.3	91.75	31.5	44	21	36	6.5	24		
100	99.3	100.7	98.3	101.75	41.5	54	31	46	16.5	34		
110	109.3	110.7	108.3	111.75	51.5	64	41	56	26.5	44	12	32
120	119.3	120.7	118.3	121.75	61.5	74	51	66	36.5	54	22	42
130	129.2	130.8	128	132	65.5	78	55	70	40.5	58	26	46
140	139.2	140.8	138	142	75.5	88	65	80	50.5	68	36	56
150	149.2	150.8	148	152	85.5	98	75	90	60.5	78	46	66
160	—	—	158	162	95.5	108	85	100	70.5	88	56	76
180	—	—	178	182	115.5	128	105	120	90.5	108	76	96
200	—	—	197.7	202.3	135.5	148	125	140	110.5	128	96	116
220	—	—	217.7	222.3			132	147	117.5	135	103	123
240	—	—	237.7	242.3			152	167	137.5	155	123	143
260	—	—	257.4	262.6					157.5	175	143	163
280	—	—	277.4	282.6					177.5	195	163	183
300	—	—	297.4	302.6					197.5	245	183	203
320	—	—	317.2	322.85							203	223
340	—	—	337.2	342.85							223	243
360	—	—	357.2	362.85							243	263
380	—	—	377.2	382.85								
400	—	—	397.2	402.75								

表 10—2

六角头螺栓 (细牙) (GB5985—86)

螺纹规格 $d \times P$		M8×1	M10×1、 (M10×1.25)	M12×1.5 (M12×1.25)	M16×1.5	M20×2 (M20×1.5)	M24×2	M30×2	M36×3	
		$l < 125$	22	26	30	38	46	54	66	78
b 参考	$125 < l < 200$	28	32	36	44	52	60	72	84	
	$l > 200$	—	—	—	57	65	73	85	97	
k	公称	5.3	6.4	7.5	10	12.5	15	18.7	22.5	
		min	5.15	6.22	7.32	9.82	12.28	14.78	—	
	max	5.45	6.58	7.68	10.18	12.72	15.22	—		
	产品等级	min	5.06	6.11	7.21	9.71	12.15	14.65	18.28	22.08
		max	5.54	6.69	7.79	10.29	12.85	15.35	19.12	22.92
	s	max	13	16	18	24	30	36	46	55
		产品等级	A	12.73	15.73	17.73	23.67	29.67	35.38	—
	B		12.57	15.57	17.57	23.16	29.16	35	45	53.8

续表 1

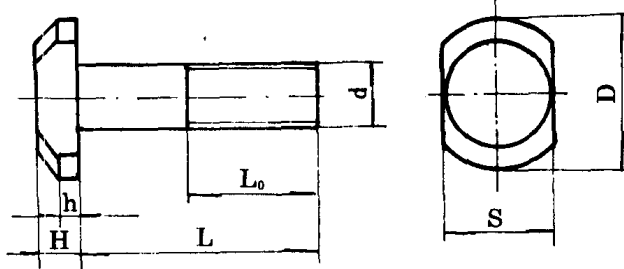
公称	无螺纹杆部长度 l_s 和夹紧长度 l_g																						
	A						B																
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max											
35	34.5	35.5	33.75	36.3	6.75	13																	
40	39.5	40.5	38.75	41.3	11.75	18																	
45	44.5	45.5	43.75	46.3	16.75	23																	
50	49.5	50.5	48.75	51.3	21.75	28																	
(55)	54.4	55.6	53.5	56.5	26.75	33																	
60	59.4	60.6	58.5	61.5	31.75	38																	
(65)	64.4	65.6	63.5	66.5	36.75	43																	
70	69.4	70.6	68.5	71.5	41.75	48																	
80	79.3	80.7	78.5	81.5	51.75	58																	
90	89.3	90.7	88.25	91.7																			
100	99.3	100.7	98.25	101.7																			
110	109.3	110.7	108.25	111.7																			
120	119.3	120.7	118.25	121.7																			
130	129.2	130.8	128	132																			
140	139.2	140.8	138	142																			
150	149.2	150.8	148	152																			
160	-	-	158	162																			
180	-	-	178	182																			
200	-	-	197.7	202.3																			
220	-	-	217.7	222.3																			
240	-	-	237.7	242.3																			
260	-	-	257.4	262.6																			
280	-	-	277.4	292.6																			
300	-	-	297.4	302.6																			

注: 1. 尽可能不采用括号内的规格。 2. 插图见表 10—1

表 10—3

T 型槽螺栓 (GB37—88)

(mm)



材料 35, HRC33—40

表面氧化处理

标注示例: $d=M10, L=50mm$

螺栓 $M10 \times 50, GB37-88$

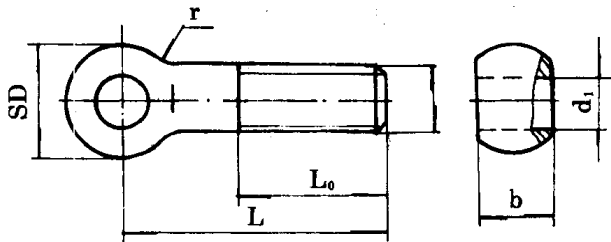
d	8	10	12	16	20	24
T 型槽宽	10	12	14	18	22	28
S	14	18	22	28	34	44
H	6	7	9	12	14	16
h	4.1	4.8	6.5	9	10.4	11.8
D	20	25	30	38	46	58
L_0	20	25	30	40	50	60
L	30~80	30~80	40~100	50~120	70~160	120~200

注: 螺纹基本尺寸按 GB196—81 中规定的粗牙普通螺纹制造。

表 10—4

活节螺栓 (GB798—88)

(mm)



材料 Q235、35

表面氧化处理

标注示例: $d=10\text{mm}$, $L=100\text{mm}$

螺栓 M10×100 GB798—88

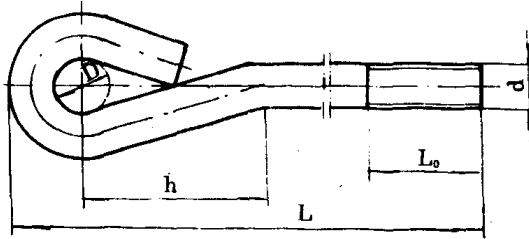
d		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
d_1	尺寸	3	4	5	6	8	10	12	16	20
	允差	+0.18 +0.06		+0.24 +0.08		+0.30 +0.10		+0.36 +0.12		+0.42 +0.14
b	尺寸	5	6	8	10	12	14	18	22	26
	允差		-0.08 -0.24	-0.10 -0.30		-0.12 -0.36		-0.14 -0.42		
L_0		14	16	18	22	26	30	38	52	60
SD		8	10	12	14	18	20	28	34	42
r		3	4	5	5	6	8	10	12	16
L		20~40	25~50	30~60	35~80	40~120	50~140	60~180	70~200	85~260

注: 1. L 系列: 20~100, 间隔 5; 110~160 间隔 10; 160~260 间隔 20.

表 10—5

地脚螺栓 (GB799—88)

(mm)



材料 Q235

标注示例: $d=10\text{mm}$ $L=220\text{mm}$

螺栓 M10×220 GB799—88

d	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
L_0	20		30	35	45	60	70	80	100	120	140
D	10		15	20		30		45	60		70
h	41	46	65	82	93	127	139	192	244	261	302
展开 L_1	$L+37$		$L+53$	$L+72$		$L+110$		$L+165$	$L+217$		$L+255$
L	80	120	160	160	220	300	300	400	500	630	630
	120	160	220	220	300	400	400	500	630	800	800
	160	220	300	300	400	500	500	630	800	1000	1000
				400	500	630	630	800	1000	1250	1250
							800	1000			1500

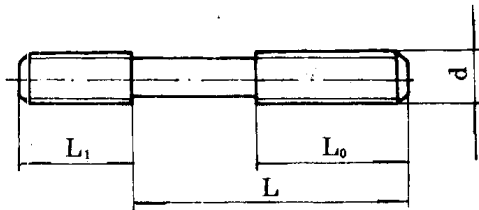
注: 1. 螺纹基本尺寸按 GB196—81 规定的粗牙普通螺纹制造。

2. L_1 为坯料长度。

表 10—6

双头螺栓 (GB899—88)

(mm)



材料 Q235 表面氧化处理

标注示例 $d=10\text{mm}$, $l=50\text{mm}$

按 B 型制造的双头螺栓

螺栓 BM10×50 (GB899—88)

d	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
L_1	6	8	10	12	15	18	24	30	36	45	54
$\frac{L}{L_0}$	$\frac{8\sim 10}{L_0=L}$	$\frac{10\sim 12}{L_0=L}$	$\frac{12\sim 15}{L_0=L}$	$\frac{15\sim 18}{L_0=L}$	$\frac{18\sim 20}{L_0=L}$	$\frac{22\sim 28}{L_0=L}$	$\frac{28\sim 32}{L_0=L}$	$\frac{32\sim 38}{L_0=L}$	$\frac{38\sim 45}{L_0=L}$	$\frac{50\sim 60}{L_0=L}$	$\frac{60\sim 70}{L_0=L}$
L	20~40	20~50	20~70	25~80	30~110	40~160	45~190	50~200	60~240	70~240	75~280

注: 1. 表中 $L_0=L$ 系螺杆上全部制出螺纹。

2. L 系列同 GB5782—86。

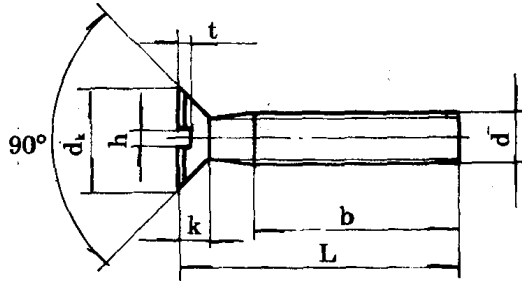
3. $L_1=1.5d$

10.1.2 螺钉

表 10-7

开槽沉头螺钉 (GB68-85)

(mm)



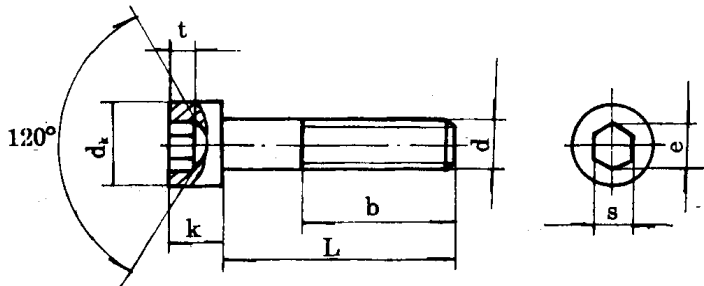
标记示例: 螺纹规格 $d = M5$
公称长度 $L = 20\text{mm}$
性能等级 4.8
螺钉 GB68-85-M5×20

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	
b min		25	25	25	25	38	38	38	38	38	
d_k	理论值 max	3.6	4.4	5.5	6.3	9.4	10.4	12.6	17.3	20	
	实际值	max	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
		min	2.7	3.5	4.4	5.2	8	8.9	10.9	15.4	17.8
k max		1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5	
n	公称	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5	
	min	0.46	0.56	0.66	0.86	1.26	1.26	1.66	2.06	2.56	
	max	0.6	0.7	0.8	1	1.51	1.51	1.91	2.31	2.81	
t	min	0.32	0.4	0.5	0.6	1	1.1	1.2	1.8	2	
	max	0.5	0.6	0.75	0.85	1.3	1.4	1.6	2.3	2.6	
$\frac{l}{b}$		$\frac{2.5 \sim 1.6}{b=l}$	$\frac{3 \sim 20}{b=l}$	$\frac{4 \sim 25}{b=l}$	$\frac{5 \sim 30}{b=l}$	$\frac{6 \sim 40}{b=l}$	$\frac{8 \sim 45}{b=l}$	$\frac{8 \sim 45}{b=l}$	$\frac{10 \sim 45}{b=l}$	$\frac{12 \sim 45}{b=l}$	
		$\frac{50}{45}$	$\frac{50 \sim 60}{45}$	$\frac{50 \sim 80}{45}$	$\frac{50 \sim 80}{45}$						
l 系列		2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, (14), 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, (55), 60, (65), 70, (75), 80									

表 10—8

内六角圆柱头螺钉 (GB70—85)

(mm)



标注示例 d=M5

L=20mm

性能等级 8.8

表面氧化处理

螺钉 GB70—85 M5×20

螺纹规格 d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	M20
b 参考		0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5
		18	20	22	24	28	32	36	40	44	52
dk	max	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	30
	max	5.68	7.22	8.72	10.22	13.27	16.27	18.27	21.33	24.33	30.33
	min	5.32	6.78	8.28	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	29.67
e	min	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	13.72	16.00	19.44
k	max	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
	min	2.86	3.82	4.82	5.70	7.64	9.64	11.57	13.57	15.57	19.48
s	公称	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	17
	min	2.52	3.02	4.02	5.02	6.02	8.025	10.025	12.032	14.032	17.05
	max	2.58	3.08	4.095	5.095	6.095	8.115	10.115	12.142	14.142	17.23
	max	2.58	3.08	4.095	5.14	6.14	8.175	10.175	12.212	14.212	
t	min	1.3	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10

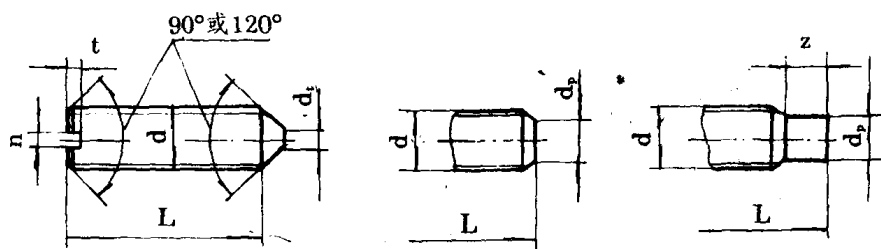
注: L 系列: 8、10、12、16、20、25、30、35~100 (5 进位)、110~220 (10 进位)。

表 10—9

螺 钉

(mm)

开槽锥端紧定螺钉(GB7—85) 开槽平端紧定螺钉(GB73—85) 开槽长柱紧定螺钉(GB75—85)



标记示例: 螺纹规格 $d=M5$ 、公称长度 $L=12mm$ 、性能等级为 14H 级、表面氧化处理的开槽锥端紧钉; 开槽平端紧定螺钉, 开槽长圆柱紧定螺钉

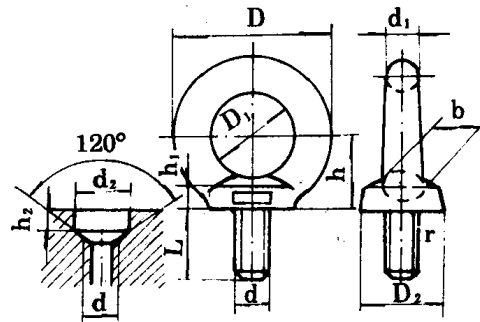
螺钉 GB71—85—M5×12 螺钉 GB73—85—M5×12 螺钉 GB75—85—M5×12

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
d_1	min	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	max	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.5	3
d_p	min	0.55	0.75	1.25	1.75	2.25	3.2	3.7	5.2	6.64	8.14
	max	0.8	1	1.5	2	2.5	3.5	4	5.5	7	8.5
n	公称	0.25	0.25	0.4	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2
	min	0.31	0.31	0.46	0.46	0.66	0.86	1.06	1.26	1.66	2.02
	max	0.45	0.45	0.6	0.6	0.8	1	1.2	1.51	1.91	2.31
t	min	0.56	0.64	0.72	0.8	1.12	1.28	1.6	2	2.4	2.8
	max	0.74	0.84	0.95	1.05	1.42	1.63	2	2.5	3	3.6
z	min	0.8	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6
	max	1.05	1.25	1.5	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	5.3	6.3
l 范围		2.5~8	3~10	4~12	5~16	6~20	8~25	8~30	10~40	12~50	14~60
l 系列		2,2.5,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,55,60									

表 10—10

吊环螺钉 (GB825—88)

(mm)

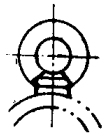
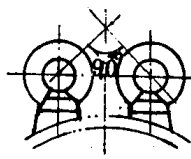
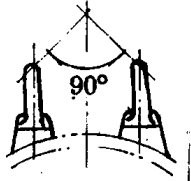


材料: 25、退火, 表面氧化处理

标注示例:

$d=M10$, 吊环螺钉:

螺钉 M10GB825—88

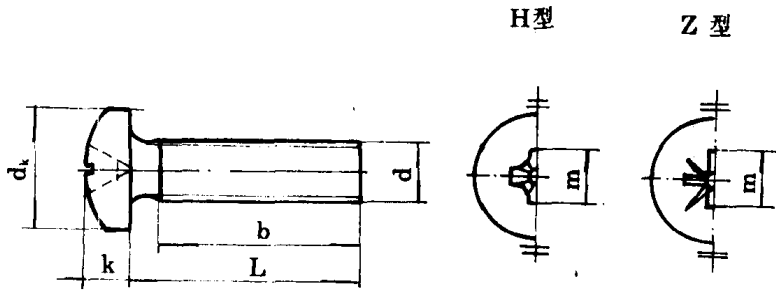
d	8	10	12	16	20	24	30	36	
D	36	45	54	63	72	90	108	126	
D_1	20	25	30	35	40	50	60	70	
D_2	20	25	30	35	40	50	65	75	
L	16	20	25	30	40	45	50	60	
d_1	8	10	12	14	16	20	24	28	
b	10	12	15	17	20	24	28	34	
h	18	23	28	32	38	46	54	64	
h_1	6	8	10	11	14	16	18	22	
	1.5			2		3			
h_2	5	6	7	8	10	12	14	16	
b	13	15	17	22	26	32	39	45	
静 载 荷 N (kg)		1200 (120)	2000 (200)	3000 (300)	5500 (550)	8500 (850)	12500 (1250)	20000 (2000)	30000 (3000)
		1600 (160)	2500 (250)	3500 (350)	5000 (500)	6500 (650)	10000 (1000)	14000 (1400)	20000 (2000)
		800 (80)	1250 (125)	1750 (175)	2500 (250)	3000 (300)	5000 (500)	7000 (700)	10000 (1000)

注: 如使用两个螺钉工作时, 两吊环间的夹角不得大于 90° 。

表 10—11

十字槽螺钉(GB818—85)

(mm)



材料 Q235

表面氧化处理

标记示例: $d=M5$

$L=20\text{mm}$

性能等级 4.8

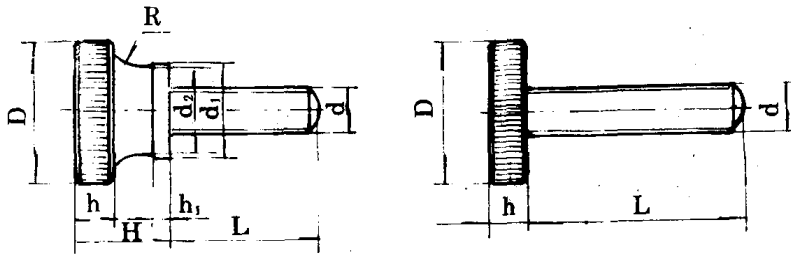
螺钉 GB818—85—M5×20

螺 纹 规 格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	
b	min	25	25	25	25	38	38	38	38	38	
	max	3.2	4	5	5.6	8	9.5	12	16	20	
d_k	min	2.9	3.7	4.7	5.3	7.64	9.14	11.57	15.57	19.48	
	max	1.3	1.6	2.1	2.4	3.1	3.7	4.6	6	7.5	
k	min	1.16	1.46	1.96	2.26	2.92	3.52	4.30	5.70	7.14	
	max	1.3	1.6	2.1	2.4	3.1	3.7	4.6	6	7.5	
十 字 槽	槽号 No.		0	1	2	3	4				
	H 型 插入深度	m 参考	1.7	1.9	2.7	3	4.4	4.9	6.9	9	10.1
		min	0.7	0.9	1.15	1.4	1.9	2.4	3.1	4	5.2
		max	0.95	1.2	1.55	1.8	2.4	2.9	3.6	4.6	5.8
	Z 型 插入深度	m 参考	1.7	1.9	2.6	2.9	4.4	4.6	6.8	8.8	10
		min	0.65	0.85	1.1	1.35	1.9	2.3	3.05	4.05	5.25
		max	0.9	1.2	1.5	1.75	2.35	2.75	3.5	4.5	5.7

表 10—12

滚花高头螺钉(GB834—88)滚花平头螺钉(GB835—88)

(mm)



标记示例: 粗牙普通螺纹

$d=M5$ $L=20$

材料 Q235

螺钉 M5×20 GB834—88

d	1.6	2	2.5	3	4	5	6	8	10
D (滚花前)	7	8	9	11	12	16	20	24	30
H	4.7	5	5.5	7	8	10	12	16	20
h	2	2	2.2	2.8	3	4	5	6	8
d_1	4	4.5	5	6	8	10	12	16	20
R	1.25		1.5	2		2.5	3	4	5
h_1	0.8	1		1.2	1.5	2	2.5	3	3.8
d_2	3.6	3.8	4.4	5.2	6.4	9	11	13	17.5
L 范围	2~8	3~10	4~12	5~16	6~(18)	8~(22)	10~25	12~30	(14)~35
L 系列	2,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,(18),20,(22),25,(28),30,35								

注: 1. 括号内的尺寸, 尽可能不采用。

2. 螺杆末端按 GB2—76 的规定制成球面, 根据使用要求允许制成组合结构的螺钉型式。

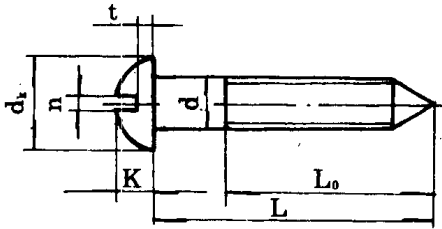
3. 直纹滚花按 JB2—59 的规定。

4. 其他技术条件按 GB89—76、GB3098.1—82 的规定。

表 10—13

开槽圆头木螺钉(GB99—86)

(mm)



材料为Q235、不经表面处理的开槽圆头木螺钉

标记示例: 公差直径 10mm、长度 100mm

木螺钉 GB99—86—10×100

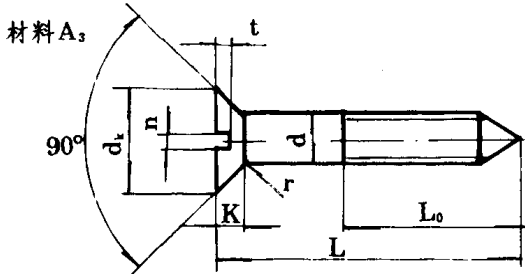
d	公称	1.6	2	2.5	3	3.5	4	(4.5)	5	(5.5)	6	(7)	8	10
	min	1.46	1.86	2.25	2.75	3.20	3.70	4.20	4.70	5.20	5.70	6.64	7.64	9.64
	max	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0
d_k	max	3.2	3.9	4.63	5.8	6.75	7.65	8.6	9.5	10.5	11.05	13.35	15.2	18.9
	min	2.8	3.5	4.23	5.3	6.25	7.15	8.0	8.9	9.9	10.35	12.55	14.4	18.1
k	max	1.4	1.6	1.98	2.37	2.65	2.95	3.25	3.5	3.95	4.34	4.86	5.5	6.8
	min	1.2	1.4	1.78	2.07	2.35	2.65	2.95	3.2	3.65	3.94	4.46	5.1	6.4
n	公称	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1.2	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.5
	min	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1.2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5
	max	0.65	0.75	0.85	1.05	1.15	1.35	1.55	1.55	1.75	1.95	2.15	2.35	2.85
t	max	0.96	1.10	1.30	1.54	1.74	1.98	2.20	2.50	2.70	2.80	3.06	3.66	4.32
	min	0.64	0.70	0.90	1.06	1.26	1.38	1.60	1.90	2.10	2.20	2.34	2.94	3.60
l_0	公称	4~8	4~9	4~14	5~17	5~25	8~43	9~52	10~60	14~60	14~80	25~80	25~80	43~80
l	公称	6~12	6~14	8~20	8~25	8~38	12~65	14~80	16~90	22~90	22~120	38~120	38~120	65~120
l_0	系列	4、5、6、8、9、10、12、13、14、17、20、21、23、25、26、30、33、36、40、43、46、50、52、56、60、66、80												
l	系列	6、8、10、12、14、16、18、20、(22)、25、30、(32)、35、(38)、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80、(85)、90、100、120												

注: 尽可能不采用括号内的规格。

表 10—14

开槽沉头木螺钉(GB100—86)

(mm)



材料为 Q235、不经表面处理的开槽沉头木螺钉
标记示例: 公称直径 10mm、长度 100mm
木螺钉 GB100—86—10× 100

d	公称	1.6	2	2.5	3	3.5	4	(4.5)	5	(5.5)	6	(7)	8	10
	min	1.46	1.86	2.25	2.75	3.2	3.7	4.2	4.7	5.2	5.7	6.64	7.64	9.64
	max	1.6	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	10
d_k	max	3.2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20
	min	2.9	3.7	4.7	5.7	6.64	7.64	8.64	9.64	10.57	11.57	13.57	15.57	19.48
k	max	1	1.2	1.4	1.7	2	2.2	2.7	3	3.2	3.5	4	4.5	5.8
n	公称	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5
	min	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5
	max	0.65	0.75	0.85	1.05	1.15	1.35	1.55	1.55	1.75	1.95	2.15	2.35	2.85
t	max	0.72	0.82	0.96	1.11	1.35	1.45	1.70	1.94	2.04	2.19	2.55	2.80	3.50
	min	0.48	0.58	0.64	0.79	0.95	1.05	1.30	1.46	1.56	1.71	1.95	2.20	2.90
l_0	公称	4~8	4~10	4~17	5~20	5~26	8~46	10~56	12~66	17~66	17~80	26~80	26~80	50~80
l	公称	6~12	6~16	6~25	8~30	8~40	12~70	16~85	18~100	25~100	25~120	40~120	40~120	75~120
l_0	系列	4、5、6、8、9、10、12、13、14、17、20、21、23、25、26、30、33、36、40、43、46、50、52、56、60、66、80												
l	系列	6、8、10、12、14、16、18、20、(22)、25、30、(32)、35、(38)、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80、(85)、90、100、120												

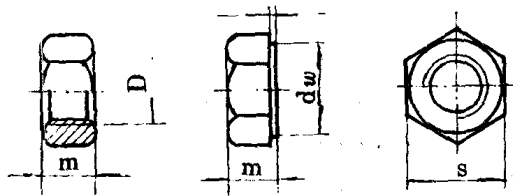
注: 尽可能不采用括号内的规格。

10.1.3 螺母

表 10-15

螺母 (GB6170~6173-86)

(mm)



材料: Q235

1型六角螺母——A和B级(GB6170-86)

1型六角螺母——细牙——A和B级(GB6171-86)

六角薄螺母——A和B级——倒角(GB6172-86)

六角薄螺母——细牙——A和B级(GB6173-86)

标记示例: 螺纹规格 $D=M12$ 、性能等级为 04 级、

不经表面处理、A 级的六角薄螺母:

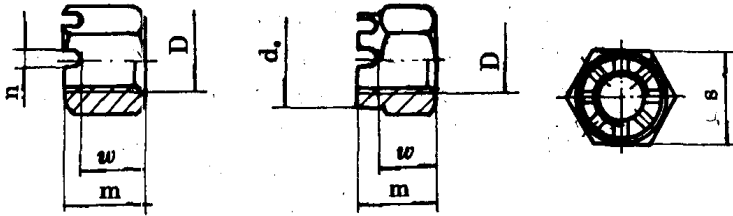
螺母 GB6172-86-M12

螺纹规格 D		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8
螺纹规格 $D \times p$		—							M8 × 1
d_w	min	2.4	3.1	4.1	4.6	5.9	6.9	8.9	11.6
m	max	1.3	1.6	2	2.1	3.2	4.7	5.2	6.8
	min	1.05	1.35	1.75	2.15	2.9	4.4	4.9	6.44
s	max	3.2	4	5	5.5	7	8	10	13
	min	3.02	3.82	4.82	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73
螺纹规格 D		M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	
螺纹规格 $D \times p$		M10 × 1	M12 × 1.5	M16 × 1.5	M20 × 2	M24 × 2	M30 × 2	M36 × 3	
d_w	min	14.6	16.6	22.5	27.7	33.2	42.7	51.1	
m	max	8.4	10.8	14.8	18	21.5	25.6	31	
	min	8.04	10.37	14.1	16.9	20.2	24.3	29.4	
s	max	16	18	24	30	36	46	55	
	min	15.73	17.73	23.67	29.16	35	45	53.8	
螺纹规格 D		M3	M4	M5	M6	M8	M10		
螺纹规格 $D \times p$		—				M8 × 1	M10 × 1		
e	min	6.01	7.66	8.79	11.05	14.28	17.77		
m	max	1.8	2.2	2.7	3.2	4	5		
	min	1.55	1.95	2.45	2.9	3.7	4.7		
s	max	5.5	7	8	10	13	16		
	min	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73		
螺纹规格 D		M12	M16	M20	M24	M30	M36		
螺纹规格 $D \times p$		M12 × 1.5	M16 × 1.5	M20 × 2	M24 × 2	M30 × 3	M36 × 3		
e	min	20.03	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79		
m	max	6	8	10	12	15	18		
	min	5.7	7.42	9.10	10.9	13.9	16.9		
s	max	18	24	30	36	46	55		
	min	17.73	23.67	29.16	35	45	53.8		

表 10—16

六角开槽螺母 (GB6178—86)

(mm)



材料 Q235

1 型六角开槽螺母 -A 和 B 级 (GB6178—86) 标记示例: 螺纹规格 $D=M5$ 、性能等级为 8 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角开槽螺母:

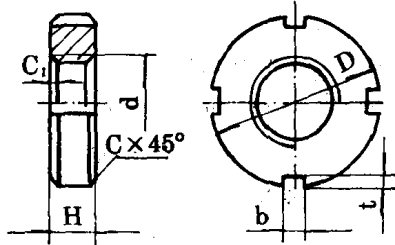
螺母 GB6178—86—Mo

螺纹规格 D		M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	M20	M24	M30	M36
d_e	max	-	-	-	-	-	-	-	-	28	34	42	50
	min	-	-	-	-	-	-	-	-	27.16	33	41	49
m	max	5	6.7	7.7	9.8	12.4	15.8	17.8	20.8	24	29.5	34.6	40
	min	4.7	6.4	7.34	9.44	11.97	15.37	17.37	20.28	23.16	28.66	33.6	39
n	min	1.2	1.4	2	2.5	2.8	3.5	3.5	4.5	4.5	5.5	7	7
	max	1.8	2	2.6	3.1	3.4	4.25	4.25	5.7	5.7	6.7	8.5	8.5
s	max	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
	min	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	29.16	35	45	53.8
w	max	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8	14.8	18	21.5	25.6	31
	min	2.9	4.4	4.9	6.44	8.04	10.37	12.37	14.37	17.37	20.88	24.98	30.38
开口销		1×10	1.2×12	1.6×14	2×16	2.5×20	3.2×22	3.2×25	4×28	4×36	5×40	6.3×50	6.3×63

表 10—17

小 圆 螺 母 (GB810—88)

(mm)



材料: 45, HRC35~40, 表面氧化处理

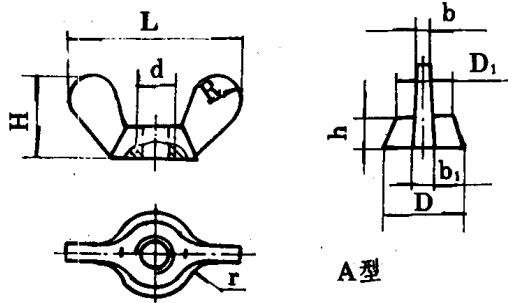
标记示例: $d=M10 \times 1$: 螺母 M10×1 GB810—88

d	D	C	H	b	t	C_1
M10×1	20	0.5	6	4	2	0.5
M12×1.25	22					
M16×1.5	28					
M20×1.5	32					
M24×1.5	38	1	8	5	2.5	
M27×1.5	42					
M30×1.5	45					
M33×1.5	48					
M36×1.5	52					
M39×1.5	55					
M42×1.5	58					
M45×1.5	62					
M48×1.5	68	10	8	6	3	
M52×1.5	72					
M56×2	78					
M60×2	80					
M64×2	85					1

表 10—18

蝶形螺母 (GB62—88)

(mm)



A型

材料: Q235 或 ZHSn62—1

标记示例: d=10mm, 材料为 Q235.

按 A 型制造的蝶形螺母:

螺母 M10GB62—88

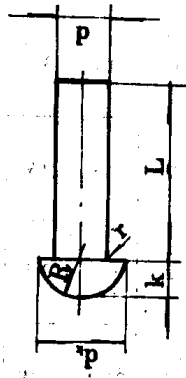
d	D	D_1	L	H	h	b	b_1	R	r
4	8	7	24	10	4	1.5	2	3.5	2.5
5	10	8	28	12	5	2	2.5	4.5	3
6	12	10	32	14	6	2.5	3	5	3.5
8	15	13	40	18	8	3	3.5	6	4
10	18	15	48	22	10	3.5	4	7	5
12	22	19	58	27	12	4	5	8.5	6

10.1.4 铆钉

表 10-19

半圆头铆钉 (GB867-86)

(mm)



材料为 ML2, 不经表面处理的半圆头铆钉

标记示例: 公称直径 $d=8\text{mm}$ 、长度 $l=50\text{mm}$

铆钉 GB867-86-8×50

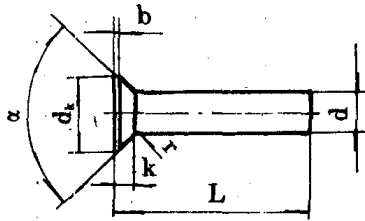
公称	0.6	0.8	1	1.4	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	
	(1.2)	(1.6)	(2.0)	(2.5)	(3.2)	(4.0)	(5.0)	(6.3)	(8.0)	(10.0)	(12.5)	(16.0)	(20.0)	(25.0)	
d	max	0.84	1.06	1.46	2.06	2.56	3.06	4.08	5.08	6.08	8.1	10.1	12.12	14.12	16.12
	min	0.56	0.76	0.94	1.34	1.94	2.44	3.42	4.92	5.92	7.9	9.9	11.88	13.88	15.88
d_k	max	1.3	1.6	2	2.7	3.74	4.84	6.59	9.09	11.35	14.35	17.35	21.42	24.42	29.42
	min	0.9	1.2	1.6	2.3	3.26	5.06	6.81	8.51	10.65	13.65	16.65	20.58	23.58	28.58
K	max	0.5	0.6	0.7	0.8	1.4	1.8	2.3	3.2	3.84	5.04	6.24	8.29	9.29	10.29
	min	0.3	0.4	0.5	0.6	1	1.4	1.6	2.2	3.36	4.56	5.76	7.71	8.71	9.71
$R \approx$	0.58	0.74	1	1.4	1.9	2.5	2.9	3.4	4.7	6	8	9	11	12.5	15.5
l 范围	1~6	1.5~8	2~8	3~12	3~16	5~20	5~26	7~26	7~55	8~60	16~65	16~85	20~90	22~100	26~110
l 系列	1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 62, 65, 68, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110														

注: 尽可能不采用括号内的规格。

表 10—20

沉头铆钉 (GB869—86)

(mm)



材料为 ML2、不经表面处理的沉头铆钉

标记示例: 公称直径 $d=5\text{mm}$ 、公称长度 $l=30\text{mm}$

铆钉 GB869—86—5×30

	公称	1	(1.2)	1.4	(1.6)	2	2.5	3	(3.5)	4	5	6	8	10	12	(14)	16
	d	max	1.06	1.26	1.46	1.66	2.06	2.56	3.06	3.58	4.08	5.08	6.08	8.1	10.1	12.12	14.12
	min	0.94	1.14	1.34	1.54	1.94	2.44	2.94	3.42	3.92	4.92	5.92	7.9	9.9	11.88	13.88	15.88
d_k	max	2.03	2.23	2.83	3.03	4.05	4.75	5.35	6.28	7.18	8.98	10.62	14.22	17.82	18.86	21.76	24.96
	min	1.77	1.97	2.57	2.77	3.75	4.45	5.05	5.92	6.82	8.62	10.18	13.78	17.38	18.34	21.24	24.44
a	90°												60°				
r	max	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
b	max	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
K	≈	0.5	0.5	0.7	0.7	1	1.1	1.2	1.4	1.6	2	2.4	3.2	4	6	7	8
l 范围		2~8	2.5~8	3~12	3~12	3.5~16	5~18	5~22	6~24	6~30	6~50	6~50	12~60	16~75	18~75	20~100	24~100
l 系列		2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 62, 65, 68, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100															

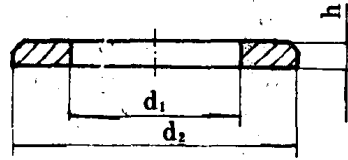
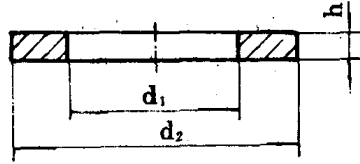
注: 尽可能不采用括号内的规格。

10.1.5 垫圈

表 10—21

平 垫 圈

(mm)



材料 Q235

GB97.1—85A 级

GB97.2—85A 级

GB95—85C 级

标记示例：标准系列、公称尺寸 $d=8\text{mm}$ 、性能等级为 140HV 级、不经表面处理的平垫圈：垫圈 GB97.1—85—8—140HV

公称尺寸 (螺纹规格 d)	内 径 d_1		外 径 d_2		厚 度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公 称	max	min
1.6	1.7	1.84	4	3.7	0.3	0.35	0.25
2	2.2	2.34	5	4.7	0.3	0.35	0.25
2.5	2.7	2.84	6	5.7	0.5	0.55	0.45
3	3.2	3.38	7	6.64	0.5	0.55	0.45
4	4.3	4.48	9	8.64	0.8	0.9	0.7

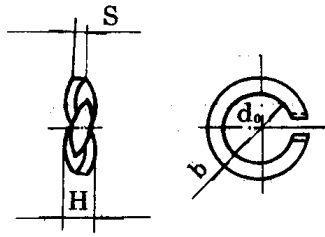
C 级 (GB95—85)

5	5.5	5.8	10	9.1	1	1.2	0.8
6	6.6	6.96	12	10.9	1.6	1.9	1.3
8	9	9.36	16	14.9	1.6	1.9	1.3
10	11	11.43	20	18.7	2	2.3	1.7
12	13.5	13.93	24	22.7	2.5	2.8	2.2
14	15.5	15.93	28	26.7	2.5	2.8	2.2
16	17.5	17.93	30	28.7	3	3.6	2.4
20	22	22.52	37	35.4	3	3.6	2.4
24	26	26.52	44	42.4	4	4.6	3.4
30	33	33.62	56	54.1	4	4.6	3.4
36	39	40	66	64.1	5	6	4

表 10—22

弹 簧 垫 圈 (GB93—87)

(mm)



标记示例: $d=10\text{mm}$: 垫圈 10GB93—87

材料: 65Mn HRC44—50

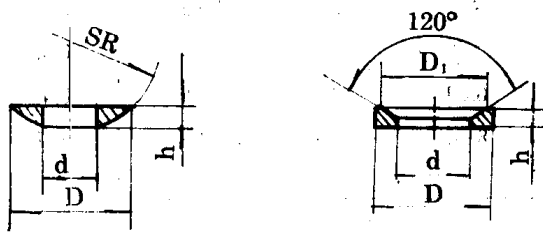
表面氧化处理

d	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30
d_0	2.1	2.6	3.1	4.1	5.1	6.2	8.2	10.2	12.3	16.3	20.5	24.5	30.5
$s=b$	0.5	0.65	0.8	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	4.1	5	6	7.5
H	1.2	1.6	2	2.4	3.2	4	5	6	7	8.2	10	12	15

表 10—23

球面垫圈(GB849—88)、锥面垫圈(GB850—88)

(mm)



材料 45, HRC40~48, 表面氧化处理

标记示例: 公称直径 16mm 的球面垫圈:

垫圈 16 GB849—88

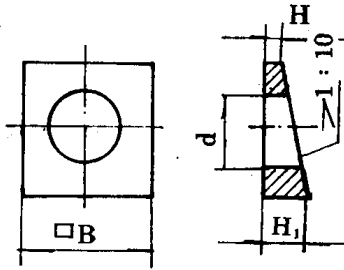
公称直径(螺纹直径)		6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48
D		12.5	17	21	24	30	37	44	56	66	78	92
D_1		12	16	18	23.5	29	34	38.5	45.2	64	69	78.6
R		10	12	16	20	25	32	36	40	50	63	70
GB849—88	d	6.4	8.4	10.5	13	17	21	25	31	37	43	50
	h	3	4	4	5	6	6.6	9.6	9.8	12	16	20
GB850—88	d	8	10	12.5	16	20	25	30	36	43	50	60
	h	2.6	3.2	4	4.7	5.1	6.6	6.8	9.9	14.3	14.4	17.4

注: 技术条件按 GB98—76 的规定.

表 10—24

工字钢用方斜垫圈(GB852—88)

(mm)



材料 Q235

表面氧化处理

标记示例: $d=16\text{mm}$

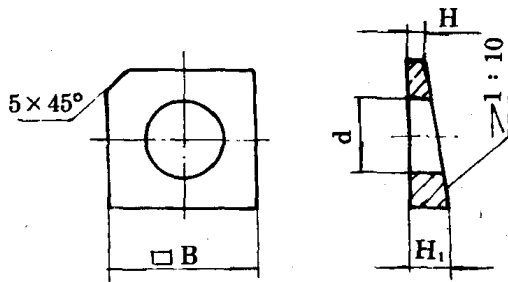
斜垫圈: 垫圈 16GB852—88

螺纹公称直径	d		B	H	H_1
	公称尺寸	允 差			
6	6.6	+0.36	16	2	4.7
8	9		18		5
10	11	+0.43	22		5.7
12	13.5		28		6.7
16	17.5		35		7.7
(18)	20	+0.52	40		3	9.7
20	22		50	11.3	
24	26				

表 10—25

槽钢用方斜垫圈(GB853—88)

(mm)



材料 Q235

表面氧化处理

标注示例: $d=16\text{mm}$ 斜垫圈

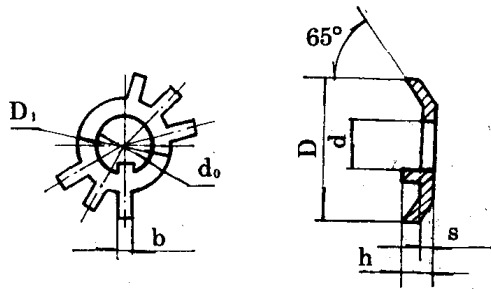
垫圈 16GB853—88

螺纹公称直径	d		B	H	H_1
	公称尺寸	允 差			
6	6.6	+0.36 0	16	2	3.6
8	9		18		3.8
10	11	+0.43 0	22		4.2
12	13.5		28		4.8
16	17.5		35		5.4
(18)	20	+0.52 0	40		3	7
20	22			7	
24	26		50	8	

表 10—26

圆螺母用止动垫圈(GB858—88)

(mm)



材料: Q235, 退火, 表面氧化处理
 标记示例: $d=20\text{mm}$ 止动垫圈:
 - 垫圈 20GB858—88

d	d_0	D	D_1	a	s	h	b	d	d_0	D	D_1	a	s	h	b	
10	10.5	25	16	8	1	3	3.8	36	36.5	60	46	33	1.5	5	5.7	
12	12.5	28	19	9				39	39.5	62	49	36				
14	14.5	32	20	11				40*	40.5	62	49	37				
16	16.5	34	22	13				42	42.5	66	53	39				
18	18.5	35	24	15				45	45.5	72	59	42				
20	20.5	38	27	17		4	4.8	48	48.5	76	61	45		6		7.7
22	22.5	42	30	19				50*	50.5	76	61	47				
24	24.5	45	34	21				52	52.5	82	67	49				
25*	25.5	45	34	22				55*	56	82	67	52				
27	27.5	48	37	24				56	57	90	74	53				
30	30.5	52	40	27	5	5.7	60	61	94	79	57	6	7.7			
33	33.5	56	43	30			64	65	100	84	61					
35*	35.5	56	43	32												

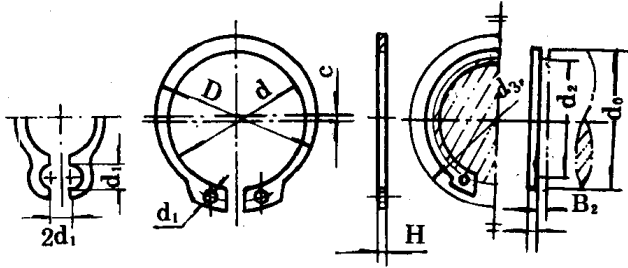
注: * 仅用于滚动轴承锁紧装置。

10.1.6 挡圈

表 10—27

轴用弹性挡圈 (GB894.1—86)

(mm)



材料: 65Mn, HRC48~53, 表面氧化处理

标记示例: 轴径 (d_0) 30mm的轴用弹性挡圈:

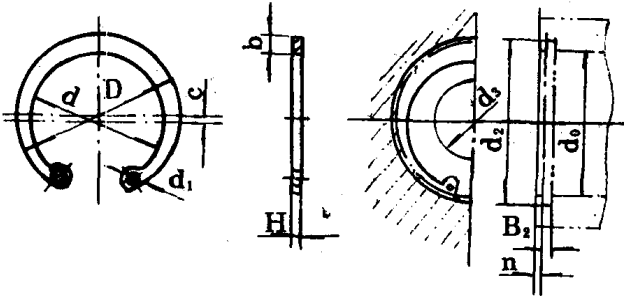
挡圈 30GB894—76

轴 d_0	挡 圈			轴 (推荐)				孔 $d_3 >$	轴 d_0	挡 圈			轴 (推荐)				孔 $d_3 >$
	D	H	d_1	d_2	B_2	$n >$	$d_3 >$			d_0	D	H	d_1	d_2	B_2	$n >$		$d_3 >$
3	3.9	0.4	1	2.8	0.5	0.6	7.2	26	29.2	1.2	2	24.9	1.3	1.5	36		
4	5			3.8			8.8	28	31.3			26.6			38.4		
5	6.4	4.3		10.7	30		33.5	28.6	42								
6	7.6	0.6	1.2	5.7	0.7	1	12.2	32	35.5	2.5	30.3	30.3	44				
7	8.48			6.7			13.8	34	38			32.3		46			
8	9.38	0.8		1.2	7.6		0.9	1	15.2			35		39	2.5	33	33	48
9	10.56		8.6		16.4	36			40	34	49						
10	11.5	1	1.5		9.6	1.1	1.5		17.6	37	41	1.5	35	35			50
11	12.5			10.5	18.6			38	42.7	36	51						
12	13.6			11.5	19.6			40	44	37.5	53						
13	14.7	1	1.7	12.4	1.1	1.5	20.8	42	46	2	39.5	39.5	56				
14	15.7			13.4			22	45	49			42.5		59.4			
15	16.8			14.3			23.2	48	52			45.5		62.8			
16	18.2	1	1.7	15.2	1.1	1.5	24.4	50	54	2	47	47	64.8				
17	19.4			16.2			25.6	52	56			49		67			
18	20.2			17			27	55	59			52		70.4			
19	21.2	1	2	18	1.1	1.5	28	58	63	2	55	55	2.2	73.6			
20	22.5			19			29	60	65			57		75.8			
22	24.5			21			31.4	62	67			59		79			
24	27.2	1.2	2	22.9	1.3	1.5	34	65	70	2.5	62	62	2.7	2.5	81.6		
25	28.2			23.9			35	68	73			65			85		

表 10—28

孔用弹性挡圈 (GB 893—86)

(mm)



材料: 65Mn, HRC 48~53, 表面氧化处理
 标记示例: 孔径 (d_0) 30mm 的孔用弹性挡圈:
 挡圈 30GB893—76

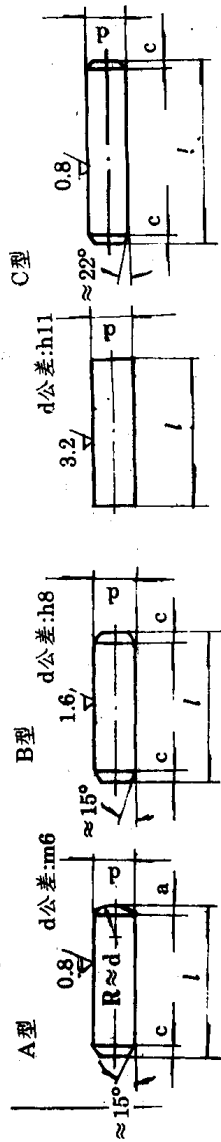
孔		挡 圈			孔 (推荐)				轴	孔		挡 圈			孔 (推荐)				轴				
d_0	D	H	d_1	d_2	B_2	$n >$	$d_3 <$	d_0	D	H	d_1	d_2	B_2	$n >$	$d_3 <$	d_0	D	H	d_1	d_2	B_2	$n >$	$d_3 <$
8	8.7	0.6	1.2	8.4	0.9	1	2	36	38.8	1.5	2.5	38	1.7	2	24	1.5	38.8	0.6	1.2	38	0.9	1	2
9	9.8			9.4			2	37	39.8			39			25								
10	10.8	0.8	1.5	10.4	1.1	1.5	2	38	40.8	2	3	40	2.2	2	25	2.5	40.8	0.8	1.5	40	1.1	1.5	3
11	11.8			11.4			3	40	43.5			42.5			27								
12	13			12.5			4	42	45.5			44.5			29								
13	14.1			13.6			4	45	48.5			47.5			31								
14	15.1	1	1.7	14.6	1.5	1.5	5	48	51.5	2	2	50.5	2.2	2	33	2.5	51.5	1	1.7	50.5	1.5	1.5	6
15	16.2			15.7			6	50	54.2			53			36								
16	17.3			16.8			7	52	56.2			55			38								
17	18.3			17.8			8	55	59.2			58			40								
18	19.5	1.2	2	19	1.3	1.5	9	58	62.2	2.5	3	61	2.7	2	43	3	62.2	1.2	2	61	1.5	1.5	9
19	20.5			20			10	60	64.2			63			44								
20	21.5			21			10	62	66.2			65			45								
21	22.5			22			11	65	69.2			68			48								
22	23.5	1.5	2.5	23	1.7	2	12	68	72.5	2.5	2.5	71	2.5	3	50	2.5	72.5	1.5	2.5	71	1.5	2	12
24	25.9			25.2			13	70	74.5			73			53								
25	26.9			26.2			14	72	76.5			75			55								
26	27.9			27.2			15	75	79.5			78			56								
28	30.1	1.5	2.5	29.4	1.7	2	17	78	82.5	2.5	2.5	81	2.7	2	60	3	82.5	1.5	2.5	81	1.5	2	17
30	32.1			31.4			18	80	85.5			83.5			63								
32	34.4			33.7			20	85	90.5			88.5			68								
34	36.5			35.7			22	90	95.5			93.5			72								
35	37.8	1.5	2.5	37	1.7	2	23	95	100.5	2.5	2.5	98.5	2.7	2	75	3	100.5	1.5	2.5	98.5	1.5	2	23

10.1.7 销

表 10-29

圆柱销 (GB119-86)

(mm)



材料为 35 钢、HRC28~38，表面氧化处理的 A 型圆柱销：销 GB119-86-A8×30

标记示例：公称直径 $d=8\text{mm}$ ，长度 $l=300\text{mm}$

公称	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
	A 型	min 1.002	1.202	1.502	2.002	2.502	3.002	4.004	5.004	6.004	8.006	10.006	12.007	16.007	20.008	25.008	30.008
	max 1.008	1.208	1.508	2.008	2.508	3.008	4.012	5.012	6.012	8.015	10.015	12.018	16.018	20.021	25.021	30.021
B 型	min 0.986	1.186	1.486	1.986	2.486	2.986	3.982	4.982	5.982	7.978	9.978	11.973	15.973	19.967	24.967	29.967
	max 1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
C 型	min 0.94	1.14	1.44	1.94	2.44	2.94	3.925	4.925	5.925	7.91	9.91	11.89	15.89	19.87	24.87	29.87
	max 1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30
D 型	min 1.018	1.218	1.518	2.018	2.518	3.018	4.023	5.023	6.023	8.028	10.028	12.033	16.033	20.041	25.048	30.048
	max 1.032	1.232	1.532	2.032	2.532	3.032	4.041	5.041	6.041	8.050	10.050	12.060	16.060	20.074	25.081	30.081
$a \approx$	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.63	0.80	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0
$c \approx$	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50	0.63	0.80	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0
l 范围	4~10	4~12	4~16	6~20	6~24	8~30	8~40	10~50	12~60	14~80	16~95	22~140	26~180	35~200	50~200	60~200
l 系列	2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200															

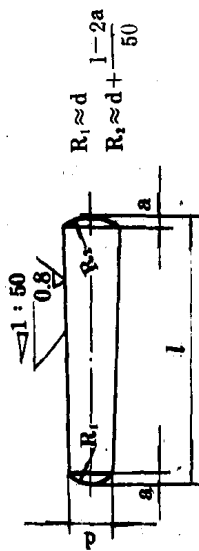
注：主要用于定位，也可用于联接。



表 10-31

圆锥销 (GB117-86)

(mm)



材料为 35 钢、HRC28~38、表面氧化处理的 A 型圆锥销

销 GB117-86-A10×60

标记示例: 公称直径 $d=10\text{mm}$ 、长度 $l=60\text{mm}$

d	公称	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
	min	0.56	0.76	0.96	1.16	1.46	1.96	2.46	2.96	3.95	4.95	5.95	7.94	9.94	11.93	15.93	19.92	24.92	29.92	39.9	49.9	
	max	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
a	≈	0.08	0.1	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3	
l 范围		4~8	5~12	6~16	6~20	8~24	10~35	10~35	12~45	14~55	18~60	22~90	22~120	26~160	32~180	40~200	45~200	50~200	55~200	60~200	65~200	
l 系列		2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200																				

注: 主要用于定位, 也可用于固定零件, 传递动力, 多用于经常拆装卸场合。

表 10—32

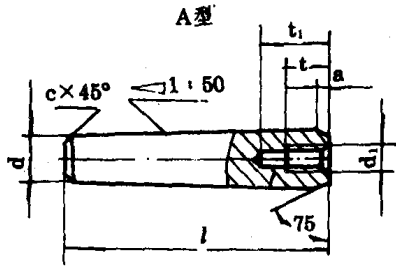
内螺纹圆锥销 (GB118—86)

(mm)

材料为 35 钢, HRC28~38、表面氧化处理的 A 型内螺纹圆锥销

标记示例: 公称直径 $d=10\text{mm}$ 、长度 $l=60\text{mm}$

销 GB118—86—A10×60



	公称	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
d	min	5.952	7.942	9.942	11.93	15.93	19.916	24.916	29.916	39.9	49.9
	max	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
$a \approx$		0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
d_1		M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M20	M24
t		6	8	10	12	16	18	24	30	30	36
t_1 min		10	12	16	20	25	28	35	40	40	50
l 范围		16~60	18~85	22~100	24~120	30~160	40~200	50~200	55~200	80~200	100~200
l 系列		16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200									

注: 主要用于盲孔。

表 10—33

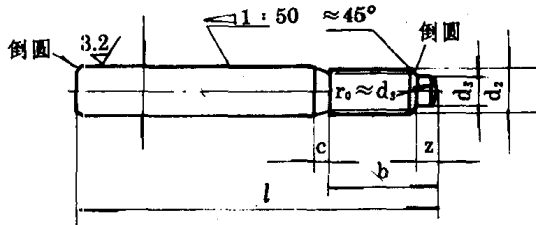
螺 尾 锥 销 (GB881—86)

(mm)

材料为 35 钢、HRC28~38、表面氧化处理的螺尾锥销

标记示例: 公称直径 $d_1=8\text{mm}$ 、长度 $l=60\text{mm}$

销 GB881—86—8×60

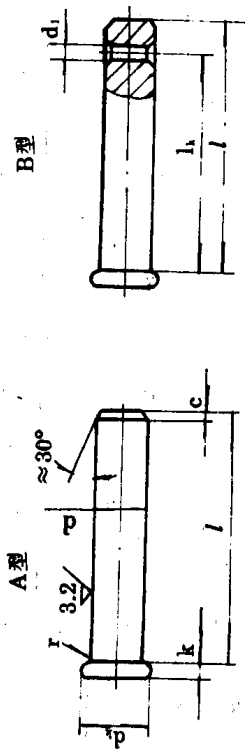


d_1	公 称	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
	min	4.952	5.952	7.942	9.942	11.930	15.930	19.916	24.916	29.916	39.90	49.90
	max	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a	max	2.4	3	4	4.5	5.3	6	6	7.5	9	10.5	12
b	max	15.6	20	24.5	27	30.5	39	39	45	52	65	78
	min	14	18	22	24	27	35	35	40	46	58	70
d_2		M5	M6	M8	M10	M12	M16	M16	M20	M24	M30	M36
d_3	max	3.5	4	5.5	7	8.5	12	12	15	18	23	28
	min	3.25	3.7	5.2	6.6	8.1	11.5	11.5	14.5	17.5	22.5	27.5
z	max	1.5	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	4.3	5.3	6.3	7.5	9.4
	min	1.25	1.5	2	2.5	3	4	4	5	6	7	9
l 范 围		40~50	45~60	55~75	65~100	85~140	100~160	120~220	140~250	160~280	190~360	220~400
l 系 列		40, 45, 50, 55, 60, 65, 75, 85, 100, 120, 140, 160, 190, 220, 250, 280, 320, 360, 400										

表 10—34

销 轴 (GB882—86)

(mm)



材料为35钢、HRC28~38、表面氧化处理的A型销轴
销轴 GB882-86-10×50

标记示例: 公称直径 $d=10\text{mm}$ 、长度 $l=50\text{mm}$

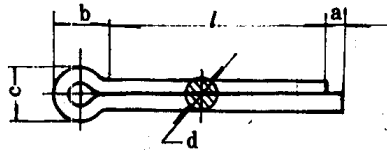
d	公称		3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	32	36	40	45	50	55	60	
	d_{min}	2.94	3.925	4.925	5.925	7.91	9.91	11.89	13.89	15.89	17.89	19.87	21.87	24.87	27.87	29.87	31.84	35.84	39.84	44.84	49.84	54.81	59.81		
d_{max}	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	30	30	30	36	40	45	50	55	60	
d_k	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	38	40	45	50	55	60	65	70			
d_1	4.7	5.7	7.64	9.64	11.57	13.57	15.57	16.57	19.48	21.48	24.48	27.48	31.38	35.38	37.38	39.38	44.38	49.38	54.26	59.26	64.26	69.26			
k	公称		1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8													
	k_{min}	1.375	1.875	2.375	2.875	3.35	3.85	4.85	5.15	5.85	6.82	7.82													
k_{max}	1.625	2.125	2.625	3.125	3.65	4.15	5.15	6.15	6.3	8.22	8.18														
d_1	1.74	2.14	3.38	4.18	5.18	5	6.52	6.3	8	10.22	10														
r	0.2	0.5																							
$c \approx$	0.5	1																							
$c_1 \approx$	0.2	0.3																							
l 范围	6~26	8~30	12~40	12~60	12~80	14~120	14~120	14~120	14~140	14~160	14~160	14~160	14~160	14~160	14~180	14~180	14~180	14~180	14~200	14~200	14~200	14~200	14~200	14~200	14~200
l 系列	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200																								

注: 主要用于铰接处。

表 10—35

开 口 销 (GB91—86)

(mm)



材料为低碳钢不经表面处理的开口销

标记示例: 公称直径 $d=5\text{mm}$ 、长度 $l=50\text{mm}$

销 GB91—86—5×50

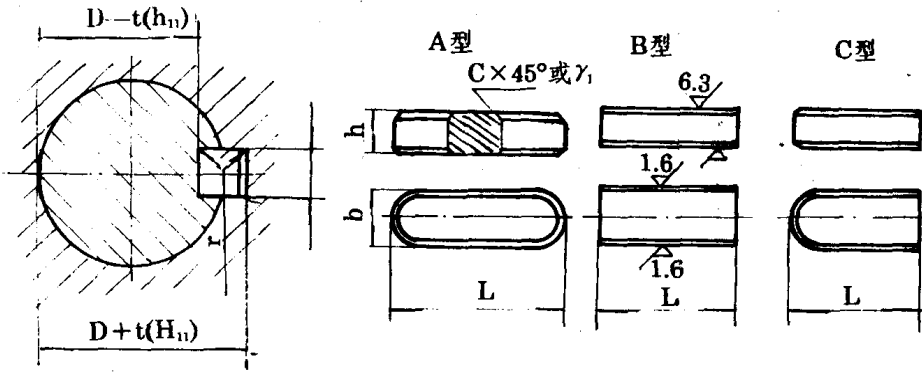
d	公 称	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	12
	min	0.4	0.6	0.8	0.9	1.3	1.7	2.1	2.7	3.5	4.4	5.7	7.3	9.3	11.1
	max	0.5	0.7	0.9	1	1.4	1.8	2.3	2.9	3.7	4.6	5.9	7.5	9.5	11.4
c	max	1	1.4	1.8	2	2.8	3.6	4.6	5.8	7.4	9.2	11.8	15	19	24.8
	min	0.9	1.2	1.6	1.7	2.4	3.2	4	5.1	6.5	8	10.3	13.1	16.6	21.7
$b \approx$		2	2.4	3	3	3.2	4	5	6.4	8	10	12.6	16	20	26
a max		1.6			2.5				3.2	4			6.3		
l 范 围		4~ 12	5~ 16	6~ 20	8~ 26	8~ 32	10~ 40	12~ 50	14~ 65	18~ 80	22~ 100	30~ 120	40~ 160	45~ 200	70~ 200
l 系 列		4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 120, 140, 160, 180, 200													

10.1.8 键

表 10-36

平 键 (GB1095-79、GB1096-79)

(mm)



材料: Q275 或 45 平键的剖面 and 键槽 (GB1095-79) 普通平键的型式和尺寸 (GB1096-79)

标记示例: $b=18\text{mm}$, $h=11\text{mm}$, $L=100\text{mm}$ 平键 (A型): 键 18×100GB1096-79

轴径 D	键				键 槽										
	公 称 尺 寸				宽 度 b		深 度				半 径				
	b (h9)	h (h11)	c 或 r_1	L (h14)	公称 尺寸 b	极 限 偏 差		轴 t		毂 t_1		r			
						轴 N9	毂 JS9	尺寸	偏差	尺寸	偏差	min	max		
自 6~8	2	2	0.16~ 0.25	6~20	2	-0.004	± 0.0125	1.2	+0.1 0	1	+0.1 0	0.08	0.16		
>8~10	3	3		6~36	3	-0.029				1.8				1.4	
>10~12	4	4	0.25~ 0.40	8~45	4	0	± 0.015	2.5	0	1.8	+0.20 0	0.16	0.25		
>12~17	5	5		10~56	5	-0.030				3.0				2.3	
>17~22	6	6		14~70	6					3.5				2.8	
>22~30	8	7		18~90	8	0				4.0				3.3	
>30~38	10	8		22~110	10	-0.036	± 0.018	5.0	0	3.3	0	0.25	0.40		
>38~44	12	8	0.40~ 0.60	28~140	12	0	± 0.0215	5.0	+0.20 0	3.3	+0.20 0	0.25	0.40		
>44~50	14	9		36~160	14					-0.043				5.5	3.8
>50~58	16	10		45~180	16									6.0	4.3
>58~65	18	11		50~200	18									7.0	4.4
>65~75	20	12	0.60~ 0.80	56~220	20	0	± 0.026	7.5	+0.20 0	4.9	+0.20 0	0.40	0.60		
>75~85	22	14		63~250	22					-0.052				9.0	5.4
>85~95	25	14		70~280	25									9.0	5.4
>95~100	28	16		80~320	28									10.0	6.4
>110~130	32	18	1.0~1.2	90~360	32	0	± 0.031	11.0	+0.30 0	7.4	+0.3 0	0.70	1.0		
>130~150	36	20		100~400	36	-0.062				12.0				8.4	

注: 1. ($D-t$)和($D+t_1$)两组组合尺寸的偏差按相应的 t 和 t_1 的偏差选取,但($D-t$)偏差值应取负号(-).

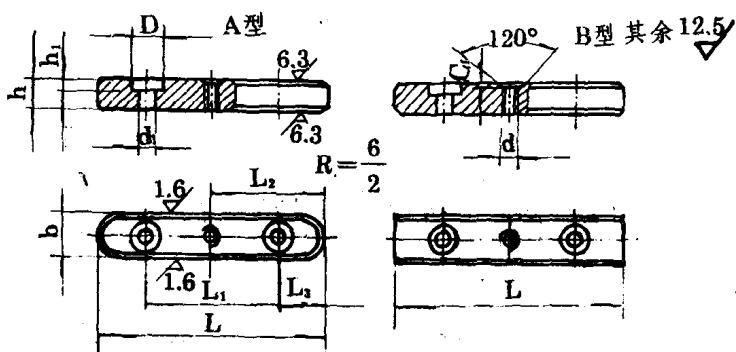
2. 图表中键和键槽尺寸旁边括号内为偏差代号.

3. 轴槽的长度公差用 H14.

表 10-37

导向平键

(mm)



材料: 45 导向平键的型式与尺寸 (GB1097-79)

标记示例: 圆头导向平键 (A型), $b=16\text{mm}$, $h=10\text{mm}$, $L=100\text{mm}$: 键 16×100GB1097-79

方头导向平键 (B型), $b=16\text{mm}$, $h=10\text{mm}$, $L=100\text{mm}$; 键 B16×100GB1097-79

$b(h9)$	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	
$h(h11)$	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25	
c 或 r	0.25~0.4	0.4~0.6					0.6~0.8					1.0~1.2			
h_1	2.4		3.0	3.5		4.5			6	7	8				
d_0	M3		M4	M5		M6			M8	M10	M12				
d_1	3.4		4.5	5.5		6.6			9	11	14				
D	6		8.5	10		12			15	18	22				
c_1	0.3		0.5								1.0				
L_0	7	8	10			12			15	18	22				
螺钉 ($d_0 \times L_1$)	M3×8	M3×10	M4×10	M5×10	M5×10	M6×12	M6×12	M6×16	M8×16	M8×16	M10×20	M12×25			
L 范围	25~90	25~110	28~140	36~160	45~180	50~200	56~220	68~250	70~280	80~320	90~360	100~400	100~400	110~450	

L 与 L_1 , L_2 , L_3 的对应长度系列

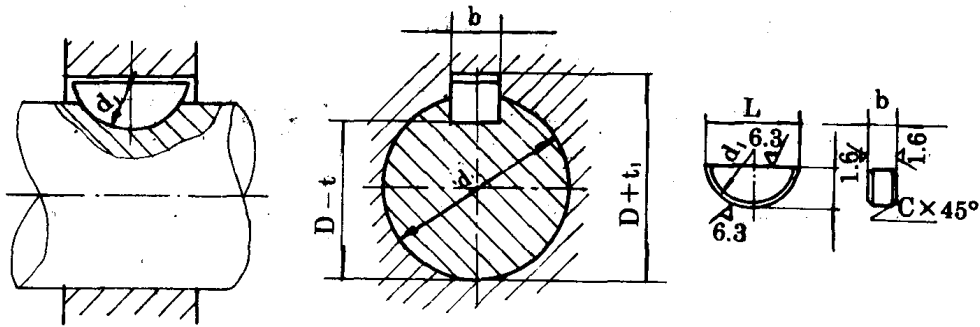
L	25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450
L_1	13, 14, 16, 18, 20, 23, 26, 30, 35, 40, 48, 54, 60, 66, 75, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250
L_2	12.5, 14, 16, 18, 20, 22.5, 25, 28, 31.5, 35, 40, 45, 50, 55, 62, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225
L_3	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100

注: 材料常采用抗拉强度不小于 600MPa 的钢, 常用 45 钢。

表 10—38

半 圆 键

(mm)



材料: Q275 或 45 键和键槽的剖面尺寸 (GB1098—79) 型式尺寸 (GB1099—79)

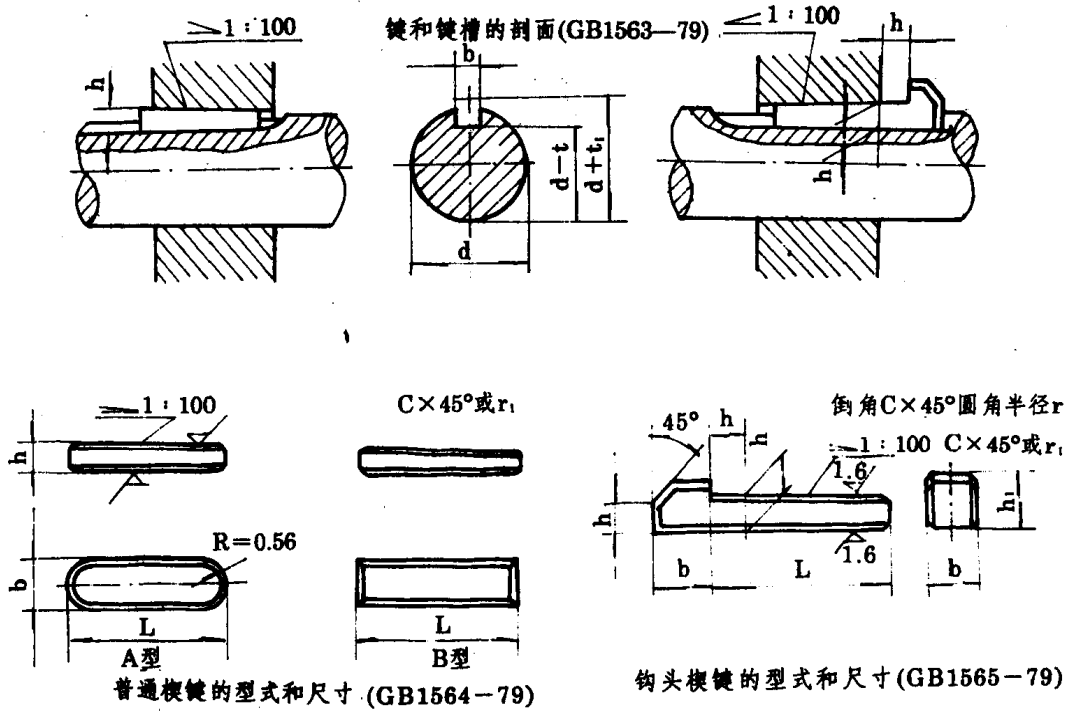
标记示例: 半圆键 $b=6\text{mm}$, $h=10\text{mm}$, $d_1=25\text{mm}$ 键 $6 \times 10 \times 25$ GB1099—79

轴 径 d		键 的 公 称 尺 寸					键 槽				
传递扭矩用	定位用	b (h9)	h (h11)	d_1 (h12)	$L \approx$	c	轴 t		轮毂 t_1		半 径 r
							公称	公差	公称	公差	
自 3~4	自 3~4	1.0	1.4	4	3.9	0.16~0.25	1.0	+0.1 0	0.6	+0.1 0	0.08~0.16
>4~5	>4~6	1.5	2.6	7	6.8		2.0		0.8		
>5~6	>6~8	2.0	2.6	7	6.8		1.8		1.0		
>6~7	>8~10	2.0	3.7	10	9.7		2.9		1.0		
>7~8	>10~12	2.5	3.7	10	9.7		2.7		1.2		
>8~10	>12~15	3.0	5.0	13	12.7		3.8		1.4		
>10~12	>15~18	3.0	6.5	16	15.7	5.3	1.4	+0.2 0	+0.2 0	0.16~0.25	
>12~14	>18~20	4.0	6.5	16	15.7	5.0	1.8				
>14~16	>20~22	4.0	7.5	19	18.6	6.0	1.8				
>16~18	>22~25	5.0	6.5	16	15.7	4.5	2.3				
>18~20	>25~28	5.0	7.5	19	18.6	5.5	2.3				
>20~22	>28~32	5.0	9.0	22	21.6	7.0	2.3				
>22~25	>32~36	6.0	9.0	22	21.6	6.5	2.8	+0.3 0	+0.2 0	0.25~0.4	
>25~28	>36~40	6.0	10	25	24.5	7.5	2.8				
>28~32	40	8.0	11	28	27.4	8	3.3				
>32~38	-	10	13	32	31.4	10	3.3				

注: 1. 在工作图中, 轴槽深用 t 或 $(d-t)$ 标注, 轮毂槽深用 t_1 或 $(d+t_1)$ 标注。
2. $(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两个组合尺寸的公差按相应的 t 和 t_1 的公差选取, 但 $(d-t)$ 公差值应取负值 (-)。

表 10—39

楔键 (GB1564—79)



标记示例:

圆头普通楔键 (A 型), $b=18\text{mm}$, $h=11\text{mm}$, $L=100\text{mm}$, 键 $18 \times 100\text{GB1564—79}$

方头普通楔键 (B 型), $b=18\text{mm}$, $h=11\text{mm}$, $L=100\text{mm}$, 键 $B18 \times 100\text{GB1564—79}$

钩头楔键, $b=18\text{mm}$, $h=11\text{mm}$, $L=100\text{mm}$, 键 $18 \times 100\text{GB1565—79}$

键和键槽的形状和位置偏差:

1. 当键长与键宽之比 $L/b > 8$ 时, 平键的直线度公差应小于或等于键宽公差之半。
2. 轴槽和毂槽对轴及轮毂轴心线的对称度应小于或等于 0.05mm 。
3. 轴槽和毂槽的中心线对轴及轮毂的轴心线的平行度误差应小于或等于 $0.05/100\text{mm}$ 。当同时采用平键与过盈连接, 特别是过盈量较大时, 要严格控制键槽对轴心线的平行度误差以免装配困难。

续表 1

(mm)

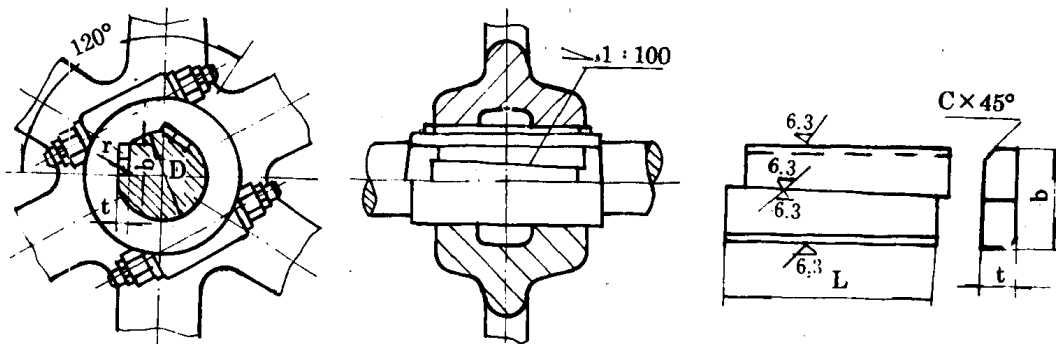
轴 径 d	键 的 公 称 尺 寸								键 槽				半 径 r
	b (h9)	h (h11)	c 或 r_1	h_1	L (h14)		每 100mm 长重量,kg		t		t_1		
					GB 1564—79	GB 1565—79	GB1564 —79(B)	GB1565 —79	公称	偏差	公称	偏差	
自 6~8	2	2	0.16~0.25	7	6~20	—	0.003	—	1.2	+0.1 0	0.5	+0.1 0	0.80~0.16
>8~10	3	3			6~36	—	0.007	—	1.8		0.9		
>10~12	4	4			8~45	14~45	0.012	0.013	2.5		1.2		
>12~17	5	5	0.25~0.4	8	10~56	14~56	0.019	0.02	3.0	+0.2 0	1.7	+0.2 0	0.16~0.25
>17~22	6	6		10	14~70	—	0.027	0.03	3.5		2.2		
>22~30	8	7		11	18~90	—	0.042	0.047	4.0		2.4		
>30~38	10	8	0.4~0.6	12	22~110	—	0.059	0.068	5.0	+0.2 0	2.4	+0.2 0	0.25~0.40
>38~44	12	8		12	28~140	—	0.071	0.084	5.0		2.4		
>44~50	14	9		14	36~160	—	0.093	0.114	5.5		2.9		
>50~58	16	10		16	45~180	—	0.12	0.15	6.0		3.4		
>58~65	18	11		18	50~200	—	0.148	0.19	7.0		3.4		
>65~75	20	12	0.6~0.8	20	56~220	—	0.18	0.238	7.5	+0.2 0	3.9	+0.2 0	0.40~0.60
>75~85	22	14		22	63~250	—	0.233	0.311	9.0		4.4		
>85~95	25	14		22	70~280	—	0.264	0.366	9.0		4.4		
>95~110	28	16		25	80~320	—	0.341	0.486	10.0		5.4		
>110~130	32	18		28	90~360	—	0.439	0.651	11.0		6.4		
>130~150	36	20	1.0~1.2	32	100~400	—	0.551	0.856	12	+0.2 0	7.1	+0.2 0	0.70~1.00
>150~170	40	22		36	100~400	—	0.675	1.096	13		8.1		
>170~200	45	25		40	110~450 110~400	—	0.85	1.447	15		9.1		
>200~230	50	28		45	125~500	—	1.03	1.856	17		10.1		
L 系列	6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,220,250,280,320,360,400,450,500												

- 注: 1. 在工作图中轴槽深用 t 或 $(d-t)$ 标注, 轮毂槽深用 $(d+t_1)$ 或 t_1 标注。
 2. $(d+t_1)$ 及 t_1 表示大端轮毂槽深度。
 3. 安装时, 键的斜面与轮毂槽的斜面必须紧密贴合。
 4. 当键长大于500mm时, 其长度应按GB321—80“优先数和优先系数”的R20系列选取。
 5. 材料: 为 45 钢。
 6. $(d-t_1)$ 和 $(d+t_1)$ 的尺寸偏差按相应的 t 和 t_1 的偏差选取, 但 $(d-t_1)$ 偏差值应取负号 (-)。
 7. 键槽宽 b (轴和毂) 尺寸公差 D10。
 8. 当键长 L 和键宽 b 之比大于或等于 8 时, b 面在长度方向的平行度应符合 GB1184—80 的规定, 当 $b < 6$ mm 按 7 级; $b > 8$ 至 36mm 按 6 级; 当 $b > 40$ mm 按 5 级。

表 10—40

普通切向键、强力切向键及键槽尺寸 (GB1974—80)

(mm)



标记示例:

一对切向键, 厚度 $t=8\text{mm}$,

计算宽度 $b=24\text{mm}$, 长度 $L=100\text{mm}$,

键 $8 \times 24 \times 100\text{GB1974—80}$

材料: 45

轴径 d	普通切向键										强力切向键									
	键槽										键槽								键倒角 c	
	深度				计算宽度		半径 r		键倒角 c		深度				计算宽度		半径 r			
	轮毂 t_1		轴 t_2		轮毂 b_1	轴 b_2	最小	最大	最小	最大	尺寸	偏差	尺寸	偏差	轮毂 b_1	轴 b_2	最小	最大	最小	最大
尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸																
60					19.3	19.6														
65	7		7.3		20.1	20.5														
70					21.0	21.4														
75					23.2	23.5														
80					24.0	24.4														
85	8		8.3		24.8	25.2	0.4	0.6	0.6	0.8										
90		0		+0.2	25.6	26.0														
95		-0.2		0	27.8	28.2														
100	9		9.3		28.6	29.0					10	0	10.3	+0.2	30	30.4				
110					30.1	30.6					11	-0.2	11.4	0	33	33.5				
120	10		10.3		33.2	33.6					12		12.4		36	36.5	0.7	1.0	1.0	1.2
130	10		10.3		34.6	35.1					13	0	13.4	+0.3	39	39.5				
140					37.7	38.3	0.7	1.0	1.0	1.2	14	-0.3	14.4	0	42	42.5				
150	11		11.4		39.1	39.7					15		15.4		45	15.5	1.2	1.6	1.6	2.0

- 注: 1. 键的厚度 t 、计算宽度 b 分别与轮毂槽的 t_1 、计算宽度 b_1 相同。
 2. 对普通切向键, 若轴径位于表列尺寸 d 的中间数值时, 采用与它最接近的稍大轴径的 t 、 t_1 和 t_2 , 但 b 和 b_1 、 b_2 须用以下公式计算:

$$b = b_1 = \sqrt{t(d-t)} \quad b_2 = \sqrt{t_2(d-t_2)}$$

 3. 强力切向键, 若轴径位于表列尺寸 d 的中间数值时, 或者轴径超过 630mm 时, 键与键槽的尺寸用以下公式计算:
 $t = t_1 = 0.1d$; $b = b_1 = 0.3d$; $t_2 = t + 0.3\text{mm}$ (当 $t \leq 10\text{mm}$); $t_2 = t + 0.4\text{mm}$ (当 $10 < t \leq 45$);
 $t_2 = t + 0.5\text{mm}$ (当 $> 45\text{mm}$); $b_2 = \sqrt{t_2(d-t_2)}$ 。
 4. 键厚度 t 的偏差为 $h11$ 。
 5. 键的抗拉强度不低于 600MPa。
 6. 键长 L 按实际结构定, 一般建议取比轮毂宽度长 10~15%。

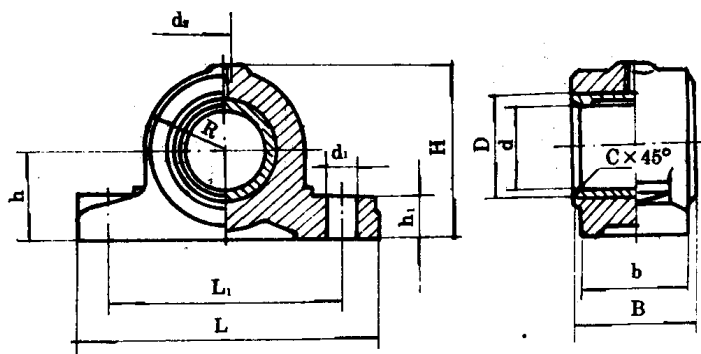
10·2 其它通用件

10·2·1 滑动轴承座

表 10—41

整体有衬正滑动轴承座 (JB2560—79)

(mm)



标记示例: $d=30\text{mm}$ 的整体有衬正滑动轴承座: HZ030 轴承座 JB2560—79

型号	d (H9)	D	R	B	b	L	L_1	$H \approx$	h (h12)	h_1	d_1		d_2	c	质量 kg	
											孔径	螺栓				
HZ020	20	28	26	30	25	105	80	58	30	14	11	M10	M10×1	1.5	0.6	
HZ025	25	32	30	40	35	125	95	68	35	16	14	M12			0.9	
HZ030	30	38		50	40	150	110	78		20	18	M16			1.7	
HZ035	35	45	38	55	45	160	120	84	42	25	22	M20	M14×1.5	2	1.9	
HZ040	40	50	40	60	50	165	125	88	45						2	2.4
HZ045	45	55	45	70	60	185	140	98	50						3.6	
HZ050	50	60		75	65		100	3.8								
HZ060	60	70	55	80	70	225	170	120	60	30	26	M24		2.5	6.5	
HZ070	70	85	65	100	80	245	190	140	70						9.0	
HZ080	80	95	70		255	200	155	80	10.0							
HZ090	90	105	75	120	90	285	220	165	85	40	33	M30	3	13.2		
HZ100	100	115	85			305	240	180	90					15.5		

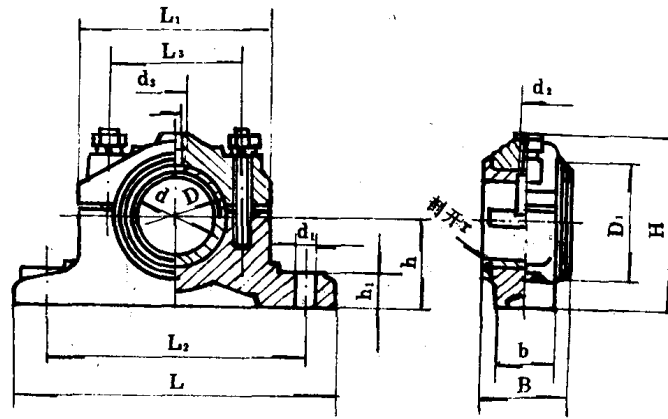
注: 1.轴承座推荐用HT200灰口铸铁制造, 轴承衬推荐用ZQA19—4铝青铜制造, 根据轴承的负荷, 也可用ZQSn6—6—3锡青铜制造。

2.适于环境温度 $<80^\circ\text{C}$ 的工作条件。

表 10—42

对开式二螺柱正滑动轴承座 (JB2561—79)

(mm)



标记示例: $d=50\text{mm}$ 的对开式二螺柱正滑动轴承座: H2050 轴承座 JB2561—79

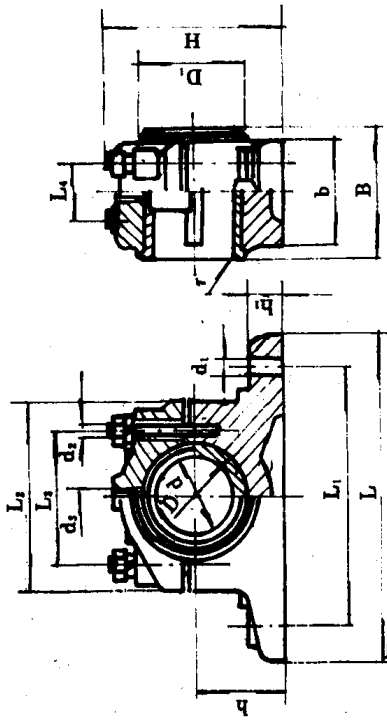
型号	d (H9)	D	D_1	B	b	$H \approx$	h (h12)	h_1	L	L_1	L_2	L_3	d_1		d_2	d_3	r	质量 kg
													孔径	螺栓				
H2030	30	38	48	34	22	70	35	15	140	85	115	60	9	M8	M8	M10×1	1.5	0.8
H2035	35	45	55	45	28	87	42	18	165	100	135	75	11	M10	M10		2	1.2
H2040	40	50	60	50	35	90	45	20	170	110	140	80	14	M12				M12	1.8
H2045	45	55	65	55	40	100	50		175		145	85	22	M20	M16		2.3	
H2050	50	60	70	60		105		25	200	120	160	90		18	M16		M12	2.9
H2060	60	70	80	70	50	125	60		240	140	190	100	25	M20	M16		4.6	
H2070	70	85	95	80	60	140	70	30	260	160	210	120		35	M24		M20	7.0
H2080	80	95	110	95	70	160	80	290	180	240	140	26	M24		M20		M14×1.5	3	10.5
H2090	90	105	120	105	80	170	85	300	190	250	150			33					M30	M24	12.5
H2100	100	115	130	115	90	185	90	40	340	210	280	160	3		M30		M24	17.5

注: 1. 轴承座推荐用HT200灰口铸铁制造, 轴承衬推荐用ZQA19—4铝青铜制造, 根据轴承的负荷, 也可用ZQSn6—6—3 锡青铜制造。与轴瓦配合的轴颈最好进行表面硬化。
2. 适用于环境温度 $<80^{\circ}\text{C}$ 的工作条件。

表 10—43

对开式四螺柱正滑动轴承座 (JB2562—79)

(mm)



标记示例: $d=100\text{mm}$ 的对开式四螺柱正滑动轴承座: H4100 轴承座: JB2562—79

型号	d (H9)	D	D_1	B	b	$H \approx$	h (h12)	h_1	L	L_1	L_2	L_3	L_4	d_1		d_2	d_3	r	质量 kg
														孔径	螺柱				
H4050	50	60	70	75	60	105	50	25	200	160	120	90	30	14	M12	M10	M10×1	2.5	4.2
H4060	60	70	80	90	75	125	60	240	190	140	100	40	18	M16	M12	M14×1.5	6.5		
H4070	70	85	95	105	90	135	70	260	210	160	120	45					9.5		
H4080	80	95	110	120	100	160	80	35	290	240	180	140	55	22	M20	M16	3	14.5	
H4090	90	105	120	135	115	165	85	300	250	190	150	70	18.0						
H4100	100	115	130	150	130	175	90	40	340	280	210	80	23.0						

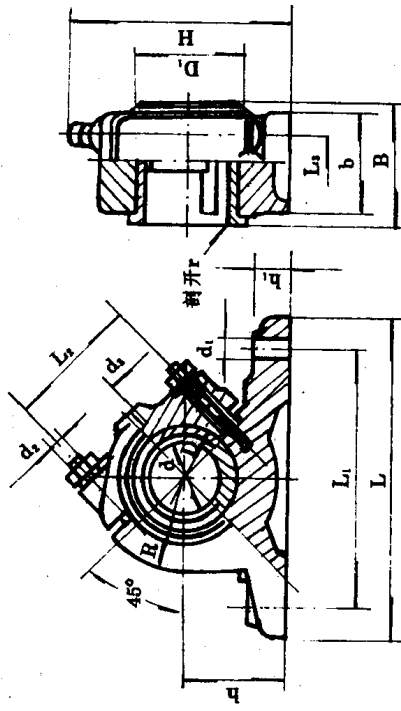
注: 1. 轴承座推荐用HT200灰口铸铁制造, 轴承衬推荐用ZQA19—4铝青铜制造, 根据轴承的负荷, 也可用ZQSn6—6—3锡青铜制造, 与轴瓦配合的轴颈最好进行表面硬化。

2. 适用于环境温度 $<80^\circ\text{C}$ 的工作条件。

表 10-44

对开式四螺栓斜滑动轴承 (JB2563—79)

(mm)



标记示例: $d = 100$ mm 的对开式四螺栓斜滑动轴承: HX100 轴承 JB2563—79.

型号	d (H9)	D	D_1	B	b	$H \approx$	h (h12)	h_1	L	L_1	L_2	L_3	R	r	d_1		d_2	d_3	质量 kg
															孔径	螺栓			
HX050	50	60	70	75	60	140	65	25	200	160	90	30	60	2.5	14	M12	M10	M10×1	5.1
HX060	60	70	80	90	75	160	75	240	190	100	40	70	3		18	M16	M12	M14×1.5	8.1
HX070	70	85	95	105	90	185	90	30	260	210	45	80		22					M20
HX080	80	95	110	120	100	215	100	35	290	240	55	90	3		22	M20	M16	M16					M14×1.5	17.5
HX090	90	105	120	135	115	225	105	30	300	250	70	95		3					22	M20	M16	M16		M14×1.5	21.0
HX100	100	115	130	150	130	250	115	40	340	280	80	105	3		22	M20	M16	M16					M14×1.5		29.5

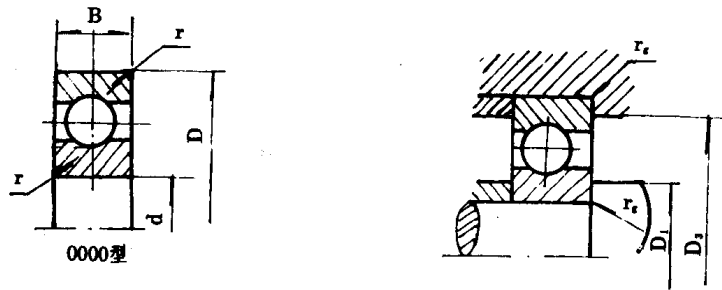
注: 1. 轴承座推荐用HT200灰口铸铁制造, 轴承衬垫推荐用ZQA19—4铝青铜制造, 根据轴承的负荷也可用ZQSn6—6—3锡青铜制造, 与轴瓦配合的轴颈最好进行表面硬化。

2. 适用于环境温度 $< 80^{\circ}\text{C}$ 的工作条件。

10·2·2 滚动轴承

表 10—45

单列向心球轴承 (GB276—82)



轴承 型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D ₁	D ₂	r _g			脂润滑	油润滑	
特轻 (1) 系列												
100	10	26	8	0.5	12	23	0.3	360	200	20000	28000	0.019
101	12	28	8	0.5	14	26	0.3	400	230	19000	26000	0.022
102	15	32	9	0.5	18	29	0.3	440	255	18000	24000	0.03
103	17	35	10	0.5	21	32	0.3	535	310	17000	22000	0.04
104	20	42	12	1	25	38	0.6	735	455	15000	19000	0.07
105	25	47	12	1	30	43	0.6	790	505	13000	17000	0.08
106	30	55	13	1.5	36	50	1.0	1040	700	10000	14000	0.12
107	35	62	14	1.5	41	57	1.0	1250	870	9000	12000	0.16
108	40	68	15	1.5	46	63	1.0	1320	945	8500	11000	0.19
109	45	75	16	1.5	51	70	1.0	1630	1240	8000	10000	0.24
110	50	80	16	1.5	56	75	1.0	1630	1240	7000	9000	0.28
111	55	90	18	2	63	83	1.2	2210	1730	6300	8000	0.38
112	60	95	18	2	67	88	1.2	2400	1850	6000	7500	0.41
113	65	100	18	2	72	93	1.2	2520	2010	5600	7000	0.54
114	70	110	20	2	78	102	1.2	3030	2460	5300	6700	0.60
115	75	115	20	2	83	107	1.2	3160	2650	5000	6300	0.64
116	80	125	22	2	89	116	1.2	3560	2960	4800	6000	1.05

续表 1

轴承 型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D ₁	D ₃	r _g			脂润滑	油润滑	
轻 (2) 窄系列												
200	10	30	9	1	14	26	0.6	470	270	19000	26000	0.03
201	12	32	10	1	16	28	0.6	480	270	18000	24000	0.037
202	15	35	11	1	19	31	0.6	600	355	17000	22000	0.04
203	17	40	12	1	21	36	1	750	450	16000	20000	0.06
204	20	47	14	1.5	25	42	1	1000	630	14000	18000	0.10
205	25	52	15	1.5	30	47	1	1100	710	12000	16000	0.12
206	30	62	16	1.5	36	56	1	1520	1020	9500	13000	0.19
207	35	72	17	2	42	65	1	2010	1390	8500	11000	0.27
208	40	80	18	2	48	72	1	2560	1810	8000	10000	0.37
209	45	85	19	2	52	78	1	2580	1810	7000	9000	0.42
210	50	90	20	2	58	83	1	2750	2020	6700	8500	0.47
211	55	100	21	2.5	64	91	1.5	3400	2550	6000	7500	0.58
212	60	110	22	2.5	70	101	1.5	4100	3150	5600	7000	0.77
213	65	120	23	2.5	76	110	1.5	4480	3470	5000	6300	0.98
214	70	125	24	2.5	81	115	1.5	4870	3810	4800	6000	1.04
215	75	130	25	2.5	85	120	1.5	5190	4190	4500	5600	1.18
216	80	140	26	3	91	129	2	5690	4540	4300	5300	1.38

续表 2

轴承型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D ₁	D ₃	r _g			脂润滑	油润滑	

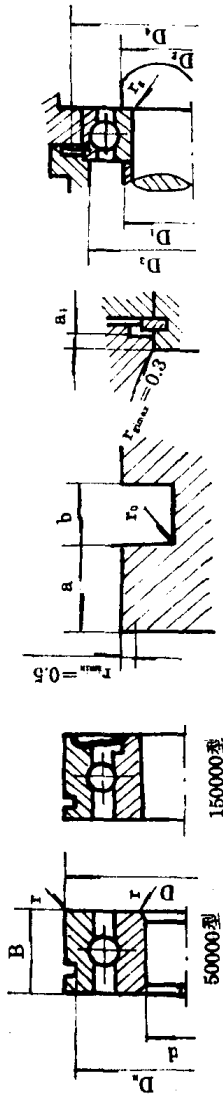
中 (3) 窄系列

300	10	35	11	1	14	31	0.6	635	385	18000	24000	0.05
301	12	37	12	1.5	17	32	1	765	475	17000	22000	0.06
302	15	42	13	1.5	20	37	1	890	550	16000	20000	0.08
303	17	47	14	1.5	22	42	1	1090	680	15000	19000	0.11
304	20	52	15	2	27	45	1	1250	795	13000	17000	0.14
305	25	62	17	2	32	55	1	1760	1160	10000	14000	0.22
306	30	72	19	2	38	65	1	2210	1510	9000	12000	0.35
307	35	80	21	2.5	44	71	1.5	2620	1790	8000	10000	0.42
308	40	90	23	2.5	49	80	1.5	3200	2270	7000	9000	0.63
309	45	100	25	2.5	55	90	1.5	3780	2670	6300	8000	0.83
310	50	110	27	3	61	99	2	4840	3630	6000	7500	1.08
311	55	120	29	3	63	108	2	5600	4260	5300	6700	1.37
312	60	130	31	3.5	73	118	2	6410	4940	5000	6300	1.71
313	65	140	33	3.5	78	127	2	7260	5670	4500	5600	2.09
314	70	150	35	3.5	84	136	2	8160	6450	4300	5300	2.6
315	75	160	37	3.5	90	148	2	8890	7280	4000	5000	3.1
316	80	170	39	3.5	95	154	2	9640	8160	3800	4800	3.6

重 (4) 窄系列

403	17	62	17	2	25	54	1	1790	1210	11000	15000	0.3
404	20	72	19	2	29	62	1	2410	1710	9500	13000	0.41
405	25	80	21	2.5	35	70	1.5	2920	2080	8500	11000	0.51
406	30	90	23	2.5	41	79	1.5	3720	2720	8000	10000	0.72
407	35	100	25	2.5	46	80	1.5	4350	3190	6700	8500	0.82
408	40	110	27	3	53	98	2	5030	3710	6300	8000	1.16
409	45	120	29	3	58	107	2	6040	4640	5600	7000	1.55
410	50	130	31	3.5	66	116	2	7180	5640	5300	6700	1.91
411	55	140	33	3.5	70	125	2	7870	6370	4800	6000	2.3
412	60	150	35	3.5	76	134	2	8560	7140	4500	5600	2.8
413	65	160	37	3.5	81	145	2	9260	7960	4300	5300	3.4

外圈有止动槽的单列向心球轴承 (GB277-82, GB274-82)



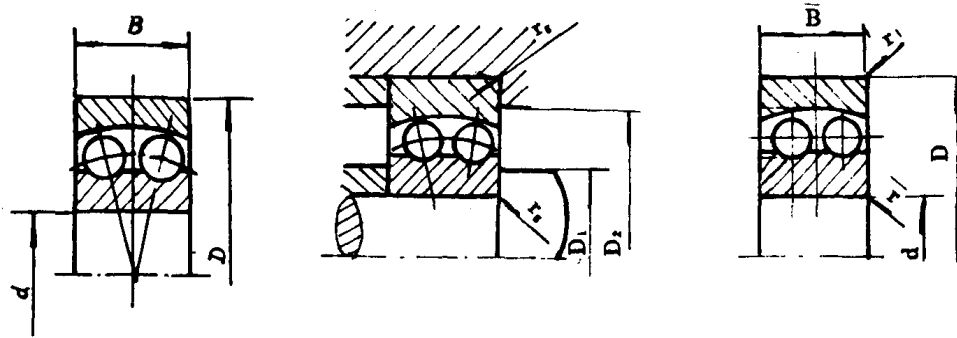
轴承型号	尺寸 (mm)										安装尺寸 (mm)					额定 动负荷 (C, daN)	额定 静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D _n	a	b	r ₀	D ₁	D ₂ max	D ₃	D ₄	a ₁	r _g	脂润滑			油润滑		
	轻 (2) 窄系列																			
50200	10	30	9	1	28.2	2.05	1.3	0.4	14	14	14	26	36	1.6	0.6	470	270	19000	26000	0.03
50201	12	32	10	1	30.2	2.05	1.3	0.4	16	16	16	28	38	1.6	0.6	480	270	18000	24000	0.037
50202	15	35	11	1	33.2	2.05	1.3	0.4	19	19	19	31	41	1.6	0.6	600	355	17000	22000	0.04
50203	17	40	12	1	38.1	2.05	1.3	0.4	21	21	21	36	46	1.6	1	750	450	16000	20000	0.06
50204	20	47	14	1.5	44.6	2.45	1.3	0.4	25	25	25	42	54	2.0	1	1000	630	14000	18000	0.10
50205	25	52	15	1.5	49.7	2.45	1.3	0.4	30	30	30	47	59	2.0	1	1100	710	12000	16000	0.12
50206	30	62	16	1.5	59.6	3.25	1.9	0.6	36	36	36	56	69	2.6	1	1520	1020	9500	13000	0.19
50207	35	72	17	2	68.8	3.25	1.9	0.6	42	42	42	65	80	2.6	1	2010	1390	8500	11000	0.27
50208	40	80	18	2	76.8	3.25	1.9	0.6	48	48	48	73	88	2.6	1	2560	1810	8000	10000	0.37
50209	45	85	19	2	81.8	3.25	1.9	0.6	52	52	52	78	93	2.6	1	2560	1810	7000	9000	0.42
50210	50	90	20	2	86.8	3.25	2.7	0.6	58	58	58	83	98	2.6	1	2750	2020	6700	8500	0.47
50211	55	100	21	2.5	96.8	3.25	2.7	0.6	64	64	64	91	108	2.6	1.5	3390	2550	6000	7500	0.58
50212	60	110	22	2.5	106.8	3.25	2.7	0.6	70	70	70	101	118	2.6	1.5	4100	3150	5600	7000	0.77
50213	65	120	23	2.5	115.2	3.25	3.1	0.6	76	76	76	110	131	3.2	1.5	4480	3470	5000	6300	0.98
50214	70	125	24	2.5	120.2	4.05	3.1	0.6	81	81	81	115	136	3.2	1.5	4870	3810	4800	6000	1.04
50215	75	130	25	2.5	125.2	4.25	3.1	0.6	85	85	85	120	141	3.2	1.5	5190	4190	4500	5600	1.18
50216	80	140	26	3	135.2	4.9	3.1	0.6	91	91	91	129	151	3.9	2	5690	4540	4300	5300	1.38

续表 1

轴承型号	尺寸 (mm)										安装尺寸 (mm)					额定动负荷 (C _r , daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D _n	a	b	r ₀	D ₁	D ₂ _{max}	D ₃	D ₄	a ₁	r _g	脂润滑			油润滑		
	中(3)窄系列																			
50303	17	47	14	1.5	44.6	2.45	1.3	0.4	22	22	42	54	2.0	1	1090	680	15000	19000	0.11	
50304	20	52	15	2	49.7	2.45	1.3	0.4	27	27	45	59	2.0	1	1250	795	13000	17000	0.14	
50305	25	62	17	2	59.6	3.25	1.9	0.6	32	32	55	69	2.6	1	1760	1160	10000	14000	0.22	
50306	30	72	19	2	68.8	3.25	1.9	0.6	38	38	65	80	2.6	1	2210	1510	9000	12000	0.35	
50307	35	80	21	2.5	76.8	3.25	1.9	0.6	44	44	71	88	2.6	1.5	2620	1790	8000	10000	0.42	
50308	40	90	23	2.5	86.8	3.25	2.7	0.6	49	49	80	98	2.6	1.5	3200	2270	7000	9000	0.63	
50309	45	100	25	2.5	96.8	3.25	2.7	0.6	55	55	91	108	2.6	1.5	3780	2670	6300	8000	0.83	
50310	50	110	27	3	106.8	3.25	2.7	0.6	60	61	100	113	2.6	2	4840	3630	6000	7500	1.08	
50311	55	120	29	3	115.2	4.05	3.1	0.6	66	67	110	131	3.2	2	5600	4260	5300	6700	1.37	
50312	60	130	31	3.5	125.2	4.05	3.1	0.6	73	73	118	141	3.2	2	6410	4940	5000	6300	1.71	
50313	65	140	33	3.5	135.2	4.9	3.1	0.6	78	78	128	151	3.9	2	7260	5670	4500	5600	2.09	
50314	70	150	35	3.5	145.2	4.9	3.1	0.6	84	84	137	161	3.9	2	8160	6450	4300	5300	2.6	
50319	95	200	45	4	193.6	5.7	3.5	0.6	113	113	182	214	4.6	2.5	12000	11100	3200	4000	5.7	
重(4)窄系列																				
50405	25	80	21	2.5	76.8	3.25	1.9	0.6	35	35	70	88	2.6	1.5	2920	2100	8500	11000	0.51	
50406	30	90	23	2.5	86.8	3.25	2.7	0.6	41	41	79.5	98	2.6	1.5	3720	2720	8000	10000	0.72	
50407	35	100	25	2.5	96.8	3.25	2.7	0.6	46	46	89	108	2.6	1.5	4350	3190	6700	8500	0.82	
50408	40	110	27	3	106.8	3.25	2.7	0.6	53	53	98	118	2.6	2	5030	3710	6300	8000	1.16	
50409	45	120	29	3	115.2	4.05	3.1	0.6	58	58	107	131	3.6	2	6040	4640	5600	7000	1.55	
50410	50	130	31	3.5	125.2	4.05	3.1	0.6	66	66	116	141	3.6	2	7180	5640	5300	6700	1.91	
50411	55	140	33	3.5	135.2	4.9	3.1	0.6	70	70	125	151	3.9	2	7870	6370	4800	6000	2.3	
50412	60	150	35	3.5	145.2	4.9	3.1	0.6	76	76	134	161	3.9	2	8560	7140	4500	5600	2.8	

表 10—47

双列向心球面球轴承 (GB281—84)



轴承型号		尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额 定 动负荷 (C,daN)	额 定 静负荷 (C ₀ ,daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
111000 型	1000 型	d	D	B	r	D ₁	D ₂	r _s			脂润滑	油润滑	
轻 (2) 窄系列													
111200 ⁺	1200	10	30	9	1	14	26	0.6	430	135	15000	19000	0.035
111201 ⁺	1201	12	32	10	1	16	28	0.6	435	150	14000	18000	0.042
111202 ⁺	1202	15	35	11	1	19	31	0.6	585	205	13000	17000	0.051
111203	1203	17	40	12	1	22	35	0.6	620	245	12000	16000	0.076
111204	1204	20	47	14	1.5	26	41	1	780	325	10000	14000	0.12
111205	1205	25	52	15	1.5	30	47	1	950	410	9000	12000	0.14
111206	1206	30	62	16	1.5	36	56	1	1230	590	7500	9500	0.23
111207	1207	35	72	17	2	42	65	1	1240	675	6700	8500	0.32
111208	1208	40	80	18	2	48	72	1	1500	870	6300	8000	0.41
111209	1209	45	85	19	2	52	78	1	1710	975	5600	7000	0.49
111210	1210	50	90	20	2	58	82	1	1780	1000	5300	6700	0.54
111211	1211	55	100	21	2.5	64	91	1.5	2100	1350	4800	6000	0.72
111212	1212	60	110	22	2.5	70	101	1.5	2360	1590	4500	5600	0.90
111213	1213	65	120	23	2.5	76	110	1.5	2430	1750	4000	5000	0.92
111214	1214	70	125	24	2.5	81	115	1.5	2710	1910	3800	4800	1.29
111215	1215	75	130	25	2.5	85	120	1.5	3050	2180	3600	4500	1.35
111216	1216	80	140	26	3	91	129	2	3120	2400	3400	4300	1.65

续表 1

轴承型号		尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额 定 动负荷 (C,daN)	额 定 静负荷 (C ₀ ,daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
111000 型	1000 型	d	D	B	r	D ₁	D ₂	r _s			脂润滑	油润滑	
中 (3) 窄系列													
111300 ⁺	1300	10	35	11	1	15	30	0.6	565	185	14000	18000	0.06
111301 ⁺	1301	12	37	12	1.5	17	32	0.9	740	240	13000	17000	0.07
111302 ⁺	1302	15	42	13	1.5	21	36	1	745	270	12000	16000	0.10
111303 ⁺	1303	17	47	14	1.5	23	41	1	980	375	11000	15000	0.14
111304	1304	20	52	15	2	27	45	1	980	410	9500	13000	0.17
111305	1305	25	62	17	2	33	55	1	1410	610	8000	10000	0.26
111306	1306	30	72	19	2	38	65	1	1670	790	7000	9000	0.40
111307	1307	35	80	21	2.5	44	71	1.5	1970	1000	6300	8000	0.54
111308	1308	40	90	23	2.5	49	80	1.5	2320	1240	5600	7000	0.71
111309	1309	45	100	25	2.5	55	90	1.5	2990	1620	5000	6300	0.96
111310	1310	50	110	27	3	61	99	2	3399	1780	4800	6000	1.21
111311	1311	55	120	29	3	67	108	2	4030	2290	4300	5300	1.58
111312	1312	60	130	31	3.5	73	118	2	4490	2710	4000	5000	1.96
111313	1313	65	140	33	3.5	78	127	2	4860	2990	3600	4500	2.39
111314	1314	70	150	35	3.5	84	136	2	5830	3590	3400	4300	3.0
111315	1315	75	160	37	3.5	90	145	2	6210	3910	3200	4000	3.6
111316	1316	80	170	39	3.5	95	158	2	6940	4300	3000	3800	4.2
轻宽 (5) 系列													
111500 ⁺	1500	10	30	14	1	14	26	0.6	560	175	15000	19000	0.05
111502 ⁺	1502	15	35	14	1	19	31	0.6	600	220	13000	17000	0.06
111503 ⁺	1503	17	40	16	1	21	35	1	765	280	12000	16000	0.09
111504	1504	20	47	18	1.5	25	42	1	980	396	10000	14000	0.15
111505	1505	25	52	18	1.5	30	47	1	980	435	9000	12000	0.19
111506	1506	30	62	20	1.5	36	56	1	1200	580	7500	9500	0.26
111507	1507	35	72	23	2	42	65	1	1700	840	6700	8500	0.44
111508	1508	40	80	23	2	48	72	1	1760	965	6300	8000	0.53

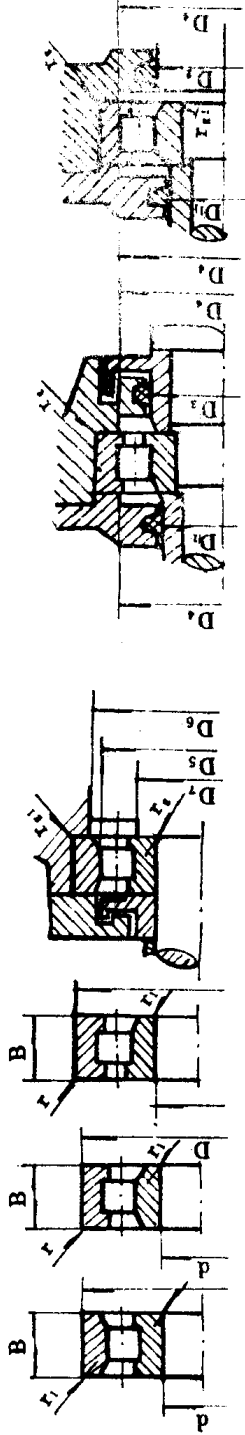
续表 2

轴承型号		尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额 定 动负荷 (C, daN)	额 定 静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
111000 型	1000 型	d	D	B	r	D ₁	D ₂	r _K			脂润滑	油润滑	
轻宽 (5) 系列													
111509	1509	45	85	23	2	53	77	1	1820	1090	5600	7000	0.55
111510	1510	50	90	23	2	58	82	1	1820	1150	5300	6700	0.68
111511	1511	55	100	25	2.5	64	91	1.5	2100	1350	4800	6000	0.81
111512	1512	60	110	28	2.5	70	100	1.5	2680	1700	4500	5600	1.1
111513	1513	65	120	31	2.5	76	110	1.5	3420	2190	4000	5000	1.5
111514	1514	70	125	31	2.5	81	115	1.5	3440	2320	3800	4800	1.62
111515	1515	75	130	31	2.5	85	120	1.5	3470	2440	3600	4500	1.72
111516	1516	80	140	33	3	91	129	2	3820	2740	3400	4300	2.19
中宽 (6) 系列													
111600	1600	10	35	17	1	14	30	0.6	865	255	14000	18000	0.09
111602 ⁺	1602	15	42	17	1.5	20	37	1	940	330	12000	16000	0.11
111603 ⁺	1603	17	47	19	1.5	23	41	1	1130	410	11000	15000	0.17
111604	1604	20	52	21	2	27	45	1	1420	540	9500	13000	0.22
111605 ⁺	1605	25	62	24	2	32	55	1	1920	760	8000	10000	0.35
111606	1606	30	72	27	2	38	65	1	2460	1020	7000	9000	0.50
111607	1607	35	80	31	2.5	44	72	1.5	3090	1300	6300	8000	0.68
111608	1608	40	90	33	2.5	49	80	1.5	3510	1600	5600	7000	0.93
111609	1609	45	100	36	2.5	55	90	1.5	4240	1980	5000	6300	1.25
111610	1610	50	110	40	3	61	99	2	5040	2390	4800	6000	1.64
111611	1611	55	120	43	3	67	108	2	5910	2860	4300	5300	2.1
111612	1612	60	130	46	3.5	73	118	2	6830	3360	4000	5000	2.6
111613	1613	65	140	48	3.5	78	127	2	7520	3930	3600	4500	3.2

注: 有“+”者目前尚未生产, 但可因需要安排生产试制。

表 10—48

单列向心短圆柱滚子轴承 (GB283—81)



轴承型号	尺寸 (mm)										安装尺寸 (mm)							额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	r ₈	r ₉	脂润滑	油润滑						
	2204	20	47	14	1.5	1	25	29	32	41	42	43.2	26.3	1	0.6	12000	16000	0.11				
32204	42204	20	47	14	1.5	1	25	29	32	41	42	43.2	26.3	1	0.6	675	12000	0.11				
2205	25	52	15	1.5	1	30	34	36.8	46	47	48	30	1	0.6	10000	14000	0.16					
32205	42205	25	52	15	1.5	1	30	34	46	47	48	30	1	0.6	800	10000	0.16					
2206	30	62	16	1.5	1	37	40.5	44	54	55	57	37	1	0.6	8500	11000	0.2					
32206	42206	30	62	16	1.5	1	37	40.5	54	55	57	37	1	0.6	1140	8500	0.2					
2207	35	72	17	2	1	42	46	49	64	64	67	42	1	0.6	7500	9500	0.3					
32207	42207	35	72	17	2	1	42	46	64	64	67	42	1	0.6	1750	7500	0.3					
2208	40	80	18	2	2	48	52	56.2	73	72	74	46	1	1	7000	9000	0.4					
32208	42208	40	80	18	2	2	48	52	73	72	74	46	1	1	2400	7000	0.4					
2209	45	85	19	2	2	53	57	66	79	77	79	53	1	1	6300	8000	0.5					
32209	42209	45	85	19	2	2	53	57	79	77	79	53	1	1	2570	6300	0.5					
2210	50	90	20	2	2	58	62	66	83	82	84	58	1	1	6000	7500	0.6					
32210	42210	50	90	20	2	2	58	62	83	82	84	58	1	1	2920	6000	0.6					
2211	55	100	21	2.5	2	64	68	73	91	90	93	64	1.5	1	5300	6700	0.7					
32211	42211	55	100	21	2.5	2	64	68	91	90	93	64	1.5	1	3620	5300	0.7					
2212	60	110	22	2.5	2.5	71	75	79	99	99	110	71	1.5	1.5	5000	6300	0.9					
32212	42212	60	110	22	2.5	2.5	71	75	99	99	110	71	1.5	1.5	4400	5000	0.9					
2213	65	120	23	2.5	2.5	77	81	86	110	107.6	111	77	1.5	1.5	4500	5600	1.1					
32213	42213	65	120	23	2.5	2.5	77	81	110	107.6	111	77	1.5	1.5	5250	4500	1.1					

轻 (2) 窄系列

续表 1

轴承型号	尺寸 (mm)						安装尺寸 (mm)							额定 动负荷 (C _d , daN)	额定 静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	r _g			r _{gl}	脂润滑		油润滑
	2304	20	52	15	2	1	26	30.5	33.8	46	46	48	26.7	1	0.5	11000	15000	0.17
32304	42304	20	52	15	2	1	26	30.5	33.8	46	46	48	26.7	1	0.5	11000	15000	0.17
2305	25	62	17	2	2	33	37	41	54	55	57	32	1	1	9000	12000	0.2	
32305	42305	25	62	17	2	2	33	37	41	54	55	32	1	1	9000	12000	0.2	
2306	30	72	19	2	2	40	44	48	64	64	66	37	1	1	8000	10000	0.3	
32306	42306	30	72	19	2	2	40	44	64	64	66	37	1	1	8000	10000	0.3	
2307	35	80	21	2.5	2	44	48	53	73	70	73	45	1.5	1	7000	9000	0.56	
32307	42307	35	80	21	2.5	2	44	48	73	70	73	45	1.5	1	7000	9000	0.56	
2308	40	90	23	2.5	2.5	51	56	59	82	80	82	51	1.5	1.5	6300	8000	0.7	
32308	42308	40	90	23	2.5	2.5	51	56	82	80	82	51	1.5	1.5	6300	8000	0.7	
2309	45	100	25	2.5	2.5	56	61	66	92	89	92	53	1.5	1.5	5600	7000	0.9	
32309	42309	45	100	25	2.5	2.5	56	61	92	89	92	53	1.5	1.5	5600	7000	0.9	
2310	50	110	27	3	3	63	67	72	101	97	101	63	2	2	5300	6700	1.2	
32310	42310	50	110	27	3	3	63	67	101	97	101	63	2	2	5300	6700	1.2	
2311	55	120	29	3	3	68	73	78	107	106	111	68	2	2	4800	6000	1.7	
32311	42311	55	120	29	3	3	68	73	107	106	111	68	2	2	4800	6000	1.7	
2312	60	130	31	3.5	3.5	74	79	85	120	115	120	70	2	2	4500	5600	2.0	
32312	42312	60	130	31	3.5	3.5	74	79	120	115	120	70	2	2	4500	5600	2.0	
2313	65	140	33	3.5	3.5	81	86	92	129	123	129	76	2	2	4000	5000	2.5	
32313	42313	65	140	33	3.5	3.5	81	86	129	123	129	76	2	2	4000	5000	2.5	

中 (3) 脊系列

续表 2

轴承型号	尺寸 (mm)					安装尺寸 (mm)							额定 动负荷 (C _d ,daN)	额定 静负荷 (C ₀ ,daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇			r ₈	r ₉		脂润滑	油润滑
	2406	30	90	23	2.5	2.5	43	47	53	76	75	80	42	1.5	1.5	7000	9000	0.73
2407	35	100	25	2.5	2.5	51	55	61	86	85	91	45	1.5	1.5	6000	7500	0.94
2408	40	110	27	3	3	56	60	67	95	94	99	51	2	2	5600	7000	1.25
2409	45	120	29	3	3	63	67	74	109	102	109	61	2	2	5000	6300	1.8
2410	50	130	31	3.5	3.5	68	73	81	120	113	119	62	2	2	4800	6000	2.3
2411	55	140	33	3.5	3.5	75	79	86	128	119	128	67	2	2	4300	5300	2.8
2412	60	150	35	3.5	3.5	80	85	92	138	129	138	72	2	2	4000	5000	3.4
2413	65	160	37	3.5	3.5	87	92	99	147	137	147	79	2	2	3800	4800	4.0

重 (4) 窄系列

续表 3

轴承型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)							额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆			D ₇	r _g		r_{gl}	油脂滑	润滑油

轻宽 (5) 系列

2506	32506 ⁺	42506	30	62	20	1.5	1	36	41	44	55	56	58	37	1	0.5	1890	8500	11000	0.29
2507 ⁺	32507 ⁺	42507	35	72	23	2	1	42	46	50	64				1	0.5	3040	7500	9500	0.45
2508	32508	42508	40	80	23	2	2	48	52	56	72	72	74	46	1	1	3630	7000	9000	0.53
2509 ⁺	32509	42509	45	85	23	2	2	54	57	66	76				1	1	3890	6300	8000	0.59
2510	32510	42510 ⁺	50	90	23	2	2	58	63	66	81				1	1	4150	6000	7500	0.65
2511	32511	42511 ⁺	55	100	25	2.5	2	64	69	80	89	90	93	65	1.5	1	5270	5300	6700	0.86
2512	32512	42512	60	110	28	2.5	2.5	71	75	80	100				1.5	1.5	7090	5000	6300	1.25
2513	32513	42513 ⁺	65	120	31	2.5	2.5	77	82		110				1.5	1.5	8650	4500	5600	1.65

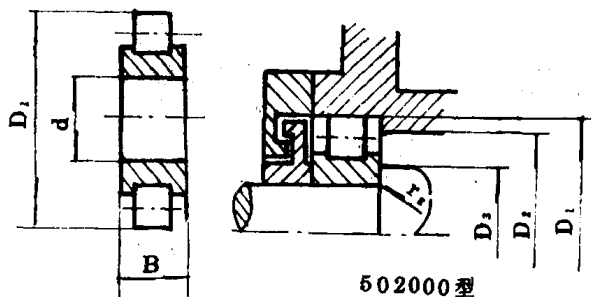
中宽 (6) 系列

2605 ⁺	32605 ⁺	42605	25	62	24	2	2	33	37	41	54				1	1	3770	9000	12000	0.4
2606 ⁺	32606	42606 ⁺	30	72	27	2	2	40	44	53	63				1	1	4510	8000	10000	0.6
2607 ⁺	32607	42607	35	80	31	2.5	2.5	43	48	53	70				1.5	1	5330	7000	9000	0.85
2608	32608	42608	40	90	33	2.5	2.5	51	56	60	80	80	82	52	1.5	1.5	6890	6300	8000	1.1
2609	32609	42609	45	100	36	2.5	2.5	55	61	66	88	88	92	56	1.5	1.5	8910	5600	7000	1.5
2610	32610	42610	50	110	40	3	3	62	67	73	96	97	101	64	2	2	11100	5300	6700	1.85
2611 ⁺	32611	42611	55	120	43	3	3	67	73	78	107				2	2	12500	4800	6000	2.4
2612	32612	42612	60	130	46	3.5	3.5	73	79	86	115	120	120	75	2	2	15200	4500	5600	3.6
2613 ⁺	32613	42613	65	140	48	3.5	3.5	79	85	93	126				2	2	17200	4000	5000	4.0

注: 1. 有“+”者, 目前尚未生产, 但可依需安排生产试制。2. 表中 C 值对非修正线接触时, 应乘以 0.77 倍。

表 10—49

单列向心短圆柱滚子轴承 (GB284—81)

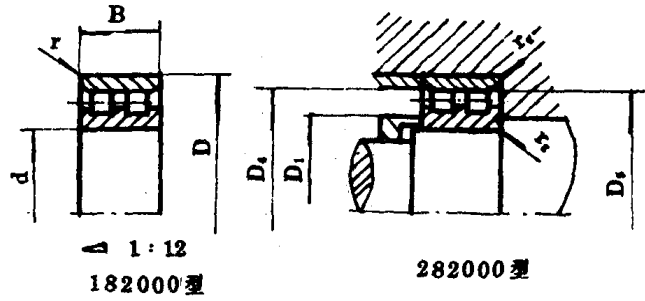


轴承型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额定 动负荷 (C, daN)	额定 静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D ₁	B	r	D ₂	D ₃	r _g			脂润滑	油润滑	
502204	20	40	14	1.5	38	26	1	1210	675	12000	16000	0.078
502206	30	53.5	16	1.5	51	37	1	1880	1140	8500	11000	0.14
502207	35	61.8	17	2	60	42	1.2	2780	1750	7500	9500	0.196
502208	40	70	18	2	68	46	1.2	3660	2400	7000	9000	0.278
502218	90	143	30	3	141	103	2	13800	10600	3400	4300	1.7

注: 表中 C 值系根据“修正线接触”给出, 如所选轴承为非修正线接触时, 应将表中 C 值乘以 0.77 倍。

表 10—50

双列向心短圆柱滚子轴承 (GB285—81)

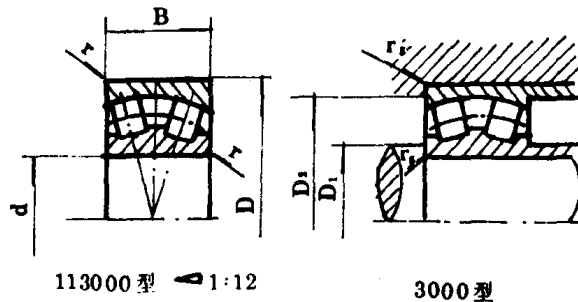


轴承型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)				额定 动负荷 (C, daN)	额定 静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D ₁	D ₄	D ₅	r _g			脂润滑	油润滑	
特轻 (1) 特宽系列													
3182106	30	55	19	1.5	37	50	50	1	2650	1980	9000	12000	0.20
3182107	35	62	20	1.5	41	57	57	1	2960	2320	8000	10000	0.25
3182108	40	68	21	1.5	47	63	63	1	3630	2940	7500	9500	0.31
3182109	45	75	23	1.5	53	76	70	1	4210	3490	7000	9000	0.4
3182110	50	80	23	1.5	57	75	75	1	4230	3660	6300	8000	0.43
3182111	55	90	26	2	64	83	83	1	5890	5170	5600	7000	0.65
3182112	60	95	26	2	68	89	89	1	6040	5410	5300	6700	0.69
3182113	65	100	26	2	73	93	93	1	6130	5630	5000	6300	0.74
3182114	70	110	30	2	80	103	103	1	7660	7130	4800	6000	1.1

注: 表中 C 值系根据“修正线接触”给出, 如所选轴承为非修正线接触时, 应将表中 C 值乘以 0.77 倍。

表 10—51

双列向心球面滚子轴承 (GB286—84)



轴承型号	尺寸 (mm)				安装尺寸 (mm)			额定 动负荷 (C, daN)	e	额定 静负荷 (C ₀ , daN)	Y ₀	极限转速(r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	r	D ₁	D ₂	r _g					脂润滑	油润滑	

轻宽 (5) 系列

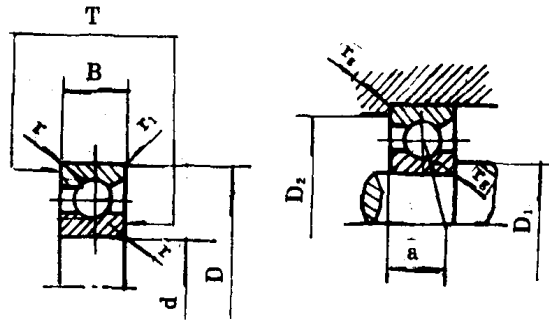
113506"	3506	30	62	20	1.5	36	56	1	2790	0.35	2220	1.9	5300	6700	0.5
113507	3507	35	72	23	2	42	65	1	4130	0.36	3470	1.8	4800	6110	0.43
113508"	3508	40	80	23	2	48	72	1	4530	0.36	3990	2.1	4500	5600	0.55
113509"	3509	45	85	23	2	53	77	1	4750	0.30	4250	2.2	4000	5000	0.59
113510"	3510	50	90	23	2	58	82	1	4750	0.30	4260	2.4	3800	4800	0.87
113511"	3511	65	100	25	2.5	64	91	1.5	5450	0.28	5090	2.4	3400	4300	
113512	3512	60	110	28	2.5	70	101	1.5	7450	0.28	7160	2.4	3200	4000	1.22
113513"	3513	65	120	31	2.5	76	110	1.5	8040	0.28	7500	2.4	2800	3600	1.63
113514	3514	70	125	31	2.5	81	115	1.5	8560	0.27	8320	2.4	2600	3400	1.66
113515	3515	75	130	31	2.5	85	120	1.5	8560	0.26	8320	2.6	2400	3200	1.75
113516	3516	80	140	33	3	91	129	2	10400	0.25	10300	2.6	2200	3000	2.2

中宽 (6) 系列

113608	3608	40	90	33	2.5	49	80	1.5	6690	0.42	5650	1.6	4000	5000	1.03
113609	3609	45	100	36	2.5	55	90	1.5	9680	0.41	8760	1.6	3600	4500	1.4
113610	3610	50	110	40	3	61	99	2	11600	0.41	10800	1.6	3400	4300	1.9
113611	3611	55	120	43	3	67	108	2	14000	0.39	12600	1.7	3000	3800	2.4
113612	3612	60	130	46	3.5	73	117	2	15200	0.40	14100	1.6	2800	3600	3.0
113613	3613	65	140	48	3.5	78	127	2	17300	0.39	15900	1.7	2400	3200	3.6
113614	3614	70	150	51	3.5	84	136	2	20800	0.37	19800	1.8	2200	3000	4.4
113615	3615	75	160	55	3.5	90	144	2	24000	0.36	24300	1.7	2000	2800	5.4

表 10—52

单列向心推力轴承 (GB292—83)



轴承 型号	尺 寸 (mm)								安 装 尺 寸 (mm)			额 定 动 负 荷 (C, daN)	额 定 静 负 荷 (C ₀ , daN)	极 限 转 速 (r / min)		质 量 (kg)
	d	D	B	T _{max}	T _{min}	r	r ₁	a	D ₁	D ₂	r _e			脂 润 滑	油 润 滑	

特 轻 (1) 系 列

36100	10	26	8	8	7.7	0.5	0.3	5.9	12.5	23.5	0.3	420	250	19000	28000	0.018
36101	12	28	8	8	7.7	0.5	0.3	6.2	14.5	25.5	0.3	460	280	18000	26000	0.02
36102	15	32	9	9	8.7	0.5	0.3	7.0	17.5	29	0.3	465	280	17000	24000	0.029
36103	17	35	10	10	9.7	0.5	0.3	7.8	20	32	0.3	525	335	16000	22000	0.034
36106	30	55	13	13	12.7	1.5	0.5	11.0	36	49	1	1200	870	9500	14000	0.11
36107	35	62	14	14	13.7	1.5	0.5	12.2	40	56	1	1450	1080	8500	12000	0.14
36108	40	68	15	15	14.7	1.5	0.5	13.2	46	62	1	1570	1230	8000	11000	0.19

轻 (2) 窄 系 列

36200	10	30	9	9	8.7	1	0.3	6.6	14	26	0.6	515	305	18000	26000	0.029
36201	12	32	10	10	9.7	1	0.3	7.6	16	28	0.6	560	340	17000	24000	0.036
36202	15	35	11	11	10.7	1	0.3	8.2	19	31	0.6	685	435	16000	22000	0.043
36203	17	40	12	12	11.7	1	0.5	9.1	21	36	0.6	945	625	15000	20000	0.063
36204	20	47	14	14	13.7	1.5	0.5	10.6	25	42	1	1230	850	13000	18000	0.10
36205	25	52	15	15	14.7	1.5	0.5	11.6	30	47	1	1310	925	11000	16000	0.12
36206	30	62	16	16	15.7	1.5	0.5	12.9	36	56	1	1820	1330	9000	13000	0.20
36207	35	72	17	17	16.7	2	1	14.2	42	65	1	2540	1960	8000	11000	0.31
36208	40	80	18	18	17.7	2	1	15.4	48	72	1	3060	2370	7500	10000	0.36

轴承型号	尺寸 (mm)								安装尺寸 (mm)			额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	D	B	T _{max}	T _{min}	r	r ₁	a	D ₁	D ₂	r _f			脂润滑	油润滑	

轻 (2) 窄系列

36209	45	85	19	19	18.7	2	1	16.4	52	78	1	3230	2560	6700	9000	0.41
36210	50	90	20	20	19.7	2	1	17.4	57	83	1	3390	2760	6300	8500	0.45
36211	55	100	21	21	20.6	2.5	1.2	18.7	63	92	1.5	4190	3490	5600	7500	0.60
36212	60	110	22	22	21.6	2.5	1.2	20	70	101	1.5	5070	4310	5300	7000	0.80
36213	65	120	23	23	22.6	2.5	1.2	21.3	76	110	1.5	5790	5100	4800	6300	1.01
36214	70	125	24	24	23.6	2.5	1.2	22.4	81	115	1.5	6290	5590	4500	6000	1.10
36215	75	130	25	25	24.6	2.5	1.2	23.4	85	120	1.5	6550	5960	4300	5600	1.29
36216	80	140	26	26	25.6	3	1.5	24.7	91	129	2	7350	6650	4000	5300	1.43

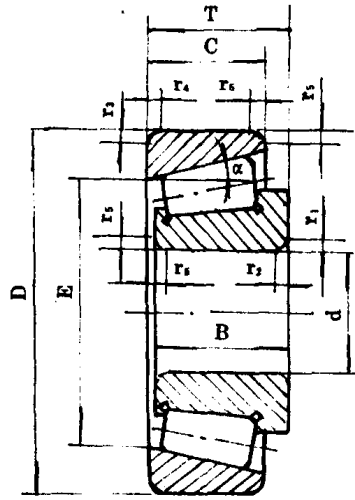
中 (3) 窄系列

46304	20	52	15	15	14.6	2	1	16.3	27	45	1	1400	920	12000	17000	0.15
46305	25	62	17	17	16.6	2	1	19.1	32	55	1	2110	1490	9500	14000	0.23
46306	30	72	19	19	18.6	2	1	22.2	38	65	1	2560	1870	8500	12000	0.35
46307	35	80	21	21	20.6	2.5	1.2	24.5	44	71	1.5	3340	2520	7500	10000	0.47
46308	40	90	23	23	22.6	2.5	1.2	27.5	49	80	1.5	3920	3070	6700	9000	0.66
46309	45	100	25	25	24.6	2.5	1.2	30.2	55	90	1.5	4810	3770	6000	8000	0.86
46310	50	110	27	27	26.6	3	1.5	33.0	61	99	2	5620	4490	5600	7500	1.32
46312	60	130	31	31	30.5	3.5	2	38.7	73	117	2	7880	6660	4800	6300	2.06
46313	65	140	33	33	32.5	3.5	2	41.5	78	127	2	8920	7650	4300	5600	2.57
46314	70	150	35	35	34.5	3.5	2	44.3	84	136	2	10000	8700	4000	5300	3.06
46315	75	160	37	37	36.5	3.5	2	47.2	90	148	2	10900	9820	3800	5000	3.56
46316	80	170	39	39	38.5	3.5	2	50.0	95	154	2	11800	11000	3600	4800	3.59

表 10—53

单列圆锥滚子轴承 (GB297—84)

(mm)



d	D	T	B	r_{1smin} r_{2smin}	C	r_{3smin} r_{4smin}	α	E	我国型号	ISO 系列代号
15	42	14.25	13.0	1.0	11.0	1.0	$10^{\circ} 45' 29''$	33.272	7302E	2FB
17	40	13.25	12.0	1.0	11.0	1.0	$12^{\circ} 57' 10''$	31.408	7203E	2DB
	47	15.25	14.0	1.0	12.0	1.0	$10^{\circ} 45' 29''$	37.420	7303E	2FB
20	37	12.00	12.0	0.3	9.0	0.3	12°	29.621	2007904E	2BD
	42	15.00	15.0	0.6	12.0	0.6	14°	32.781	2007104E	3CC
	47	15.2	14.0	1.0	12.0	1.0	$12^{\circ} 57' 10''$	37.304	7204E	2DB
	52	16.25	15.0	1.5	13.0	1.5	$11^{\circ} 18' 36''$	41.318	7304E	2FB
22	40	12.00	12.0	0.3	9.0	0.3	12°	32.665	20079 / 22E	2BC
	44	15.00	15.0	0.6	11.5	0.6	$14^{\circ} 50'$	34.708	20071 / 22E	3CC
25	42	12.00	12.0	0.3	9.0	0.3	12°	34.608	2007905E	2BD
	47	15.00	15.0	0.6	11.5	0.6	16°	37.393	2007105E	4CC
	52	16.25	15.0	1.0	13.0	1.0	$14^{\circ} 02' 10''$	41.135	7205E	3CC
	52	19.25	18.0	1.0	16.0	1.0	$13^{\circ} 30'$	41.331	7505E	2CD
	62	18.25	17.0	1.5	15.0	1.5	$11^{\circ} 18' 36''$	50.637	7305E	2FB
	62	18.25	17.0	1.5	13.0	1.5	$28^{\circ} 48' 39''$	44.130	27305E	7FB
28	45	12.00	12.0	0.3	9.0	0.3	12°	37.639	20079 / 28E	2BD
	52	16.00	16.0	1.0	12.0	1.0	16°	41.991	20071 / 28E	4CC
	58	24.00	24.0	1.0	19.0	1.0	$12^{\circ} 45'$	45.846	30072 / 28	2DE

续表 1

d	D	T	B	$r_{1\text{min}}$ $r_{2\text{min}}$	C	$r_{3\text{min}}$ $r_{4\text{min}}$	a	E	我国型号	ISO 系列代号
30	47	12.00	12.0	0.3	9.0	0.3	12°	39.617	2007906E	2BD
	55	17.00	17.0	1.0	13.0	1.0	16°	44.438	2007106E	4CC
	62	17.25	16.0	1.0	14.0	1.0	14° 02' 10"	49.990	7206E	3DB
	62	25.00	25.0	1.0	19.5	1.0	12° 50'	49.524	3007206	2DE
	72	20.75	19.0	1.5	16.0	1.5	11° 51' 35"	58.287	7306E	2FB
	72	20.75	19.0	1.5	14.0	1.5	28° 48' 39"	51.771	27306E	7FB
32	52	14.00	15.0	0.6	10.0	0.6	12°	44.261	20079 / 32E	2BD
	58	17.00	17.0	1.0	13.0	1.0	16° 50'	46.708	20071 / 32E	4CC
	65	18.25	17.0	1.0	15.0	1.0	14°	52.500	72 / 32E	3DB
35	55	14.00	14.0	0.6	11.5	0.6	11°	47.220	2007907E	2BD
	62	18.00	18.0	1.0	14.0	1.0	16° 50'	50.510	2007107E	4CC
	72	18.25	17.0	1.5	15.0	1.5	14° 02' 10"	58.844	7207E	3DB
	72	24.25	23.0	1.5	19.0	1.5	14° 02' 10"	57.087	7507E	3DC
	80	22.75	21.0	2.0	18.0	1.5	11° 51' 35"	65.769	7307E	2FB
	80	22.75	21.0	2.0	15.0	1.5	28° 48' 39"	58.861	27307E	7FB
40	62	15.00	15.0	0.6	12.0	0.6	10° 55'	53.388	2007908E	2BC
	68	19.00	19.0	1.0	14.5	1.0	14° 10'	56.897	2007108E	3CD
	75	26.00	26.0	1.5	20.5	1.5	13° 20'	61.169	3007708	2CE
	80	19.75	18.0	1.5	16.0	1.5	14° 02' 10"	65.730	7208E	3DB
	80	24.75	23.0	1.5	19.0	1.5	14° 02' 10"	64.715	7508E	3DC
	90	25.25	23.0	2.0	20.0	1.5	12° 57' 10"	72.703	7308E	2FB
	90	25.25	23.0	2.0	17.0	1.5	28° 48' 39"	66.984	27308E	7FB
45	68	15.00	15.0	0.6	12.0	0.6	12°	58.852	2007909E	2BC
	75	20.00	20.0	1.0	15.5	1.0	14° 40'	63.248	2007109E	3CC
	80	26.00	26.0	1.5	20.5	1.5	14° 20'	65.700	3007709	3CE
	85	20.75	19.0	1.5	16.0	1.5	15° 06' 34"	70.440	7209E	3DB
	85	24.75	23.0	1.5	19.0	1.5	15° 06' 34"	69.610	7509E	3DC
	100	27.25	25.0	2.0	22.0	1.5	12° 57' 10"	81.780	7309E	2FB
	100	27.25	25.0	2.0	18.0	1.5	28° 48' 39"	75.107	27309E	7FB

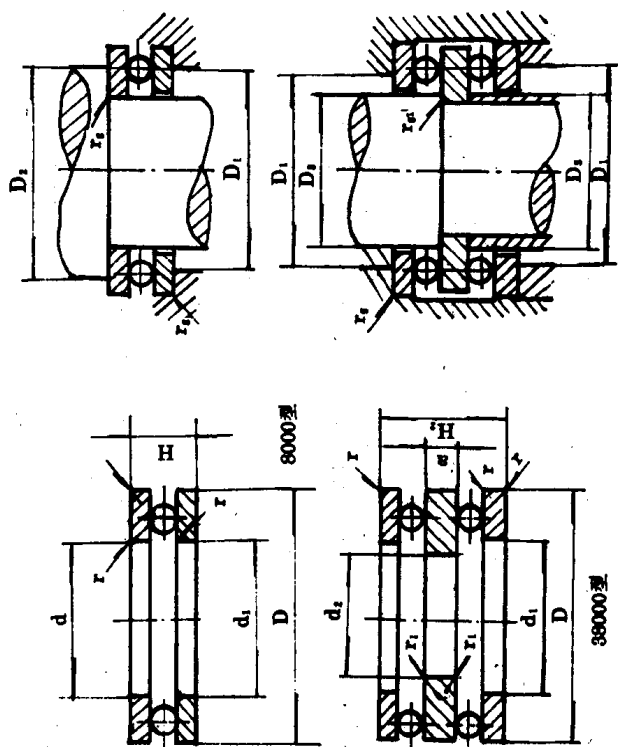
续表 2

d	D	T	B	r_{1smin} r_{2smin}	C	r_{3smin} r_{4smin}	α	E	我国型号	ISO 系列代号
50	72	15.00	15.0	0.6	12.0	0.6	12° 50'	62.748	2007910E	2BC
	80	20.00	20.0	1.0	15.5	1.0	15° 45'	67.841	2007110E	3CC
	85	26.00	26.0	1.5	20.0	1.5	15° 20'	70.214	3007710	3CE
	90	21.75	20.0	1.5	17.0	1.5	15° 38' 32"	75.078	7210E	3DB
	90	24.75	23.0	1.5	19.0	1.5	15° 38' 32"	74.226	7510E	3DC
	110	29.25	27.0	2.5	23.0	2.0	12° 57' 10"	90.633	7310E	2FB
	110	29.25	27.0	2.5	19.0	2.0	28° 48' 39"	82.747	27310E	7FB
55	80	17.00	17.0	1.0	14.0	1.0	11° 39'	69.503	2007911E	2BC
	90	23.00	23.0	1.5	17.5	1.5	15° 10'	76.505	2007111E	3CC
	95	30.00	30.0	1.5	23.0	1.5	14°	78.893	3007711	3CE
	100	22.75	21.0	2.0	18.0	1.5	15° 06' 34"	84.197	7211E	3DB
	100	26.75	25.0	2.0	21.0	1.5	15° 06' 34"	82.837	7511E	3DC
	120	31.50	29.0	2.5	25.0	2.0	12° 57' 10"	99.146	7311E	2FB
	120	31.50	29.0	2.5	21.0	2.0	28° 48' 39"	89.563	27311E	7FB
60	85	17.00	17.0	1.0	14.0	1.0	12° 27'	74.185	2007912E	2BC
	95	23.00	23.0	1.5	17.5	1.5	16°	80.634	2007112E	4CC
	100	30.00	30.0	1.5	23.0	1.5	14° 50'	83.522	3007712	3CE
	110	23.75	22.0	2.0	19.0	1.5	15° 06' 34"	91.876	7212E	3EB
	111	29.75	28.0	2.0	24.0	1.5	15° 06' 34"	90.236	7512E	3EC
	130	33.50	31.0	3.0	26.0	2.5	12° 57' 10"	107.769	7312E	2FB
	130	33.50	31.0	3.0	22.0	2.5	28° 48' 39"	98.236	27312E	7FB
65	90	17.00	17.0	1.0	14.0	1.0	13° 15'	78.849	2007913E	2BC
	100	23.00	23.0	1.5	17.5	1.5	17°	85.567	2007113E	4CC
	110	34.00	34.0	1.5	26.5	1.5	14° 30'	91.653	3007713	3DE
	120	24.75	23.0	2.0	20.0	1.5	15° 06' 34"	101.934	7213E	3EB
	140	36.00	33.0	3.0	28.0	2.5	12° 57' 10"	116.846	7313E	2GB
	140	36.00	33.0	3.0	23.0	2.5	28° 48' 39"	106.359	27313E	7GB

注：我国型号的“E”表示轴承公称接触角 α 和外滚道小端公称直径E符合本标准，以与目前尚在生产的旧产品相区别。不带“E”为新系列产品。

表 10-54

单、双向推力球轴承 (GB301—84, GB302—64)



轴承型号	尺寸 (mm)															安装尺寸 (mm)		额定动负荷 (C, daN) (C ₀ , daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	最小负荷常数 A	极限转速 (r/min)		质量 (kg)
	d	d ₁	d ₂	D	H	H ₂	a	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	r _g	r _{g1}	脂润滑	油润滑	8000型				38000型		
8000型 GB301—84	10	10.2	—	26	11	—	—	1	—	17	19	—	0.6	—	995	1390	1.95	5600	8000	0.030			
—	12	12.2	—	28	11	—	—	1	—	19	21	—	0.6	—	1040	1540	2.4	5300	7500	0.035			
8202	15	15.2	10	32	12	22	5	1	0.5	22	25	15	0.6	0.3	1230	1980	3.9	4800	6700	0.045	0.032		

轻 (2) 系列

续表 2

轴承型号		尺寸 (mm)										安装尺寸 (mm)				额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	最小负荷常数 A	极限转速 (r/min)		质量 (kg)	
		d	d ₁	d ₂	D	H	H ₂	a	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	r _g	r _{gl}				脂润滑	油润滑	8000 型	38000 型
8304	—	20	20.2	—	47	18	—	—	1.5	—	31	36	—	—	2750	4540	21	3600	4500	—	—	
8305	38305	25	25.2	20	52	18	34	8	1.5	0.5	36	41	25	1	2800	4990	25	3000	4300	0.18	0.33	
8306	38306	30	30.2	25	60	21	38	9	1.5	0.5	42	48	30	1	3700	6790	46	2400	3600	0.27	0.49	
8307	38307	35	35.2	30	68	24	44	10	1.5	0.5	48	55	35	1	4350	8510	72.5	2000	3200	0.39	0.71	
8308	38308	40	40.2	30	78	26	49	12	1.5	1	55	63	40	1	5440	10900	120	1900	3000	0.55	1.06	
8309	38309	45	45.2	35	85	28	52	12	1.5	1	60	70	45	1	5950	12250	150	1700	2600	0.69	1.29	
8310	38310	50	50.2	40	95	31	58	14	2	1	67	78	50	1	7580	16400	270	1600	2400	1	1.86	
8311	38311	55	55.2	45	105	35	64	15	2	1	76	86	55	1	9350	20000	400	1500	2200	1.34	2.50	
8312	38312	60	60.2	50	110	35	64	15	2	1	79	91	60	1	9690	21700	470	1400	2000	1.43	2.70	
8313	38313	65	65.2	55	115	36	65	15	2	1	83	97	65	1	12000	25400	650	1300	1900	1.57	2.90	
8314	38314	70	70.2	55	125	40	72	16	2	1.5	90	105	70	1	12000	27700	770	1200	1800	2.10	3.90	

中 (3) 系列

续表 3

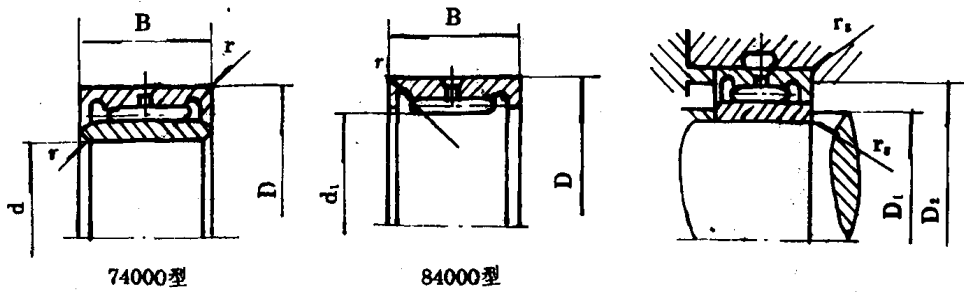
轴承型号	尺寸 (mm)											安装尺寸 (mm)		额定动负荷 (C, daN)	额定静负荷 (C ₀ , daN)	最小负荷常数 A	极限转速 (r/min)		质量 (kg)	
	d	d ₁	d ₂	D	H	H ₂	a	r	r ₁	D ₁	D ₂	D ₃	r _g				r _{g1}	脂润滑	油润滑	8000 型

重 (4) 系列

8405	25	25.2	15	60	24	45	11	1.5	1	40	45	25	1	0.6	4360	7260	53	2200	3400	0.34	0.64
8406	30	30.2	20	70	28	52	12	1.5	1	47	54	30	1	0.6	5320	9190	85	1900	3000	0.53	0.97
8407	35	35.2	25	80	32	59	14	2	1	53	62	35	1	0.6	7050	12500	160	1700	2600	0.82	1.44
8408	40	40.2	30	90	36	65	15	2	1	60	70	40	1	0.6	8840	16700	280	1500	2200	1.18	2.09
8409	45	45.2	35	100	39	72	17	2	1	67	78	45	1	0.6	11100	21300	450	1400	2000	1.64	2.56
8410	50	50.2	40	110	43	78	18	2.5	1	74	86	50	1.5	0.6	12600	24700	600	1300	1900	1.99	3.43
8411	55	55.2	45	120	48	87	20	2.5	1	81	94	55	1.5	0.6	15100	29000	850	1100	1700	2.6	4.64
8412	60	60.2	50	130	51	93	21	2.5	1	88	102	60	1.5	0.6	17500	36400	1350	1000	1600	3.3	5.88
8413	65	65.2	50	140	56	101	29	3	1.5	95	110	65	2	1	17900	38600	1500	900	1400	4.2	7.49

表 10—55

单列无保持架滚针轴承 (GB289—64)



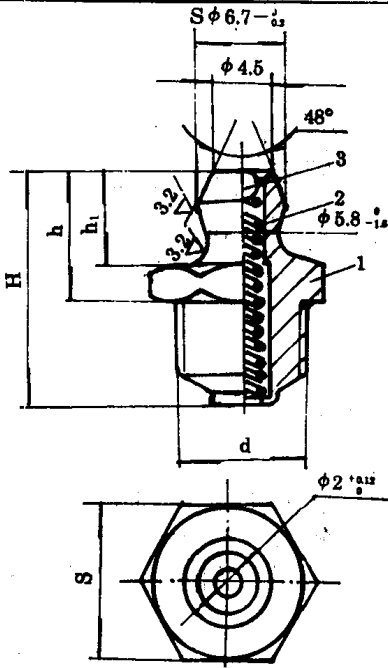
轴承型号	尺寸(mm)					安装尺寸(mm)			额定 静负荷 (C_0 , daN)	极限转速(r/min)		质量(kg)		
	d	d_1	D	B	r	D_1	D_2	r_g		脂润滑	油润滑	74000型	84000型	
超轻 (9) 特宽系列														
4074918	4084918	90	105	125	35	2	99	114	1	16300	900	1300	1.55	0.93
4074920	4084920	100	117.7	140	40	2	110	128	1	23100	750	1000	2.24	1.34
4074922	4084922	110	127	150	40	2	120	137	1	24600	700	950	2.45	1.46
特轻 (1) 特宽系列														
4074103	4084103	17	24.3	35	18	0.5	21	29	0.3	1770	3400	4500	0.093	0.065
4074104	4084104	20	28.7	42	22	1	25	35	0.6	2960	3000	4000	0.177	0.12
4074105	4084105	25	33.5	47	22	1	30	40	0.6	3460	2600	3600	0.201	0.13
4074106	4084106	30	40.1	55	25	1.5	36	47	1	4690	2000	3000	0.311	0.20
4074107	4084107	35	45.9	62	27	1.5	41	53	1	5990	1800	2600	0.416	0.27
4074108	4084108	40	51.6	68	28	1.5	46	58	1	6700	1700	2400	0.491	0.31
4074109	4084109	45	57.4	75	30	1.5	51	65	1	7400	1500	2000	0.638	0.40
4074110	4084110	50	62.1	80	30	1.5	56	70	1	8890	1400	1900	0.708	0.44
4074111	4084111	55	69.8	90	35	2	63	80	1	10900	1300	1800	1.033	0.6
4074112	4084112	60	74.6	95	35	2	68	84	1	11600	1200	1600	1.126	0.7
4074113	4084113	65	80.3	100	35	2	74	89	1	12500	1000	1500	1.198	0.72
4074114	4084114	70	88	110	40	2	80	98	1	15500	950	1400	1.702	1
4074115	4084115	75	92.7	115	40	2	84	103	1	16400	900	1300	1.812	1.065
4074116	4084116	80	100.3	125	45	2	90	112	1	19700	850	1200	2.465	1.44
4074117	4084117	85	104.8	130	45	2	95	116	1	19700	800	1100	2.586	1.54

10·2·3 油杯

表 10—56

直通式压注油杯 (GB1152—79)

(mm)



标记示例:

细牙普通螺纹 M10×1 直通式压注油杯
油杯 M10×1 GB1152—79

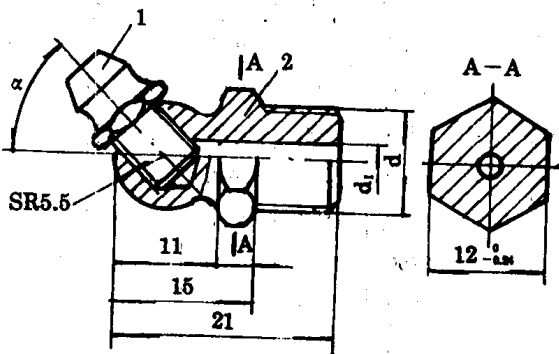
d	H	h	h ₁	S		球直径 (按 GB 308—77)	材 料
				公称尺寸	偏差		
M6	13	8	6	8	0 -0.20	3	1—Q235(铝合金、黄铜) 2—弹簧钢丝 3—GCr6
M8×1	16	9	6.5	10	0 -0.20		
M10×1	18	10	7	12	0 -0.24		

注: 有色金属非特殊用途尽量不采用。

表 10—57

接头式压注油杯 (GB1153—79)

(mm)



标记示例:

细牙普通螺纹 M10×1, α 为 45° 接头式压注油杯
油杯 45° M10×1 GB1153—79

d	d ₁	α	材 料
M6	3	45°, 60°, 90°	1—Q235 (铝合金、黄铜)
M8×1	4		
M10×1	5		2—Q235 (铝合金、黄铜)

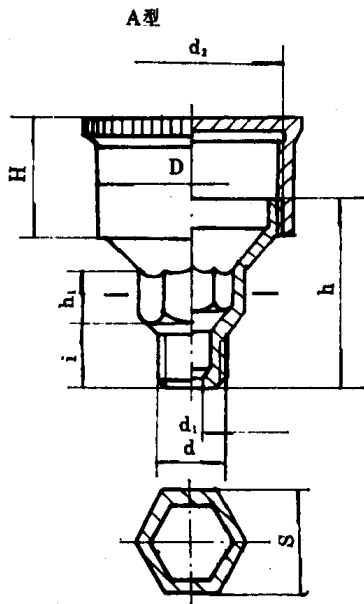
注: 有色金属非特殊用途尽量不采用。

表 10—58

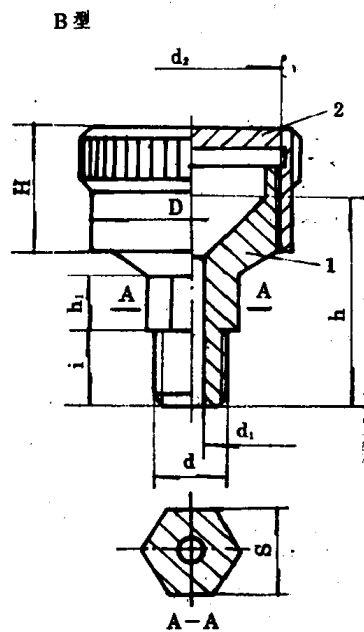
旋盖式油杯 (GB1154—79)

(mm)

标记示例: 容量 25cm³ 旋盖式油杯 (A 或 B 型)
油杯 A-25 (B-25) GB1154—79



A 型											
最小容量 cm ³	d	l	H	h	h ₁	d ₁	D	d ₂	S		
									公称尺寸	偏差	
1.5	M10×1	8	14	22	8	3	16	M14×1.25	12	0 -0.24	
3			15	23			20	M18×1.25	14		
6			17	26			26	M24×1.25			
12	M14×1.5	10	20	30	10	4	32	M30×1.25	17		
18			22	32			36	M34×1.25			
25			24	34			41	M39×1.25	19		
50	M16×1.5	12	30	44	12	5	51	M48×1.5	22	0 -0.28	
100			38	50			63	M60×1.5	24		



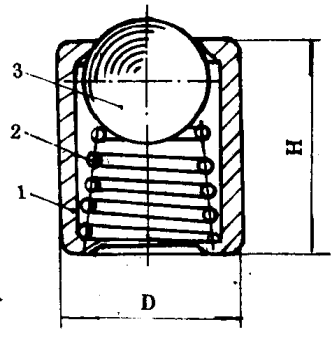
B 型											
最小容量 cm ³	d	l	H	h	h ₁	d ₁	D	d ₂	S		
									公称尺寸	偏差	
1.5	M10×1	8	14	22	8	3	18	M14×1.5	12	0 -0.24	
3			15	23			22	M18×1.5			
6			17	26			28	M24×1.5			
12	M14×1.5	12	20	32	10	5	35	M30×1.5			17
18			22	35			41	M36×1.5			
25			24	38			45	M39×1.5			
50	M16×1.5	12	30	44	12	5	55	M48×1.5	19	0 -0.28	
100			38	52			68	M60×2			

注: 1. 有色金属非特殊用途尽量不采用
2. 1、2 号件均为 Q235 粉末冶金 (铝合金、工程塑料)

表 10—59

压配式压注油杯 (GB1155—79)

(mm)



标记示例:
直径 $D=6$ 压配式压注油杯:
油杯 6GB1155—79

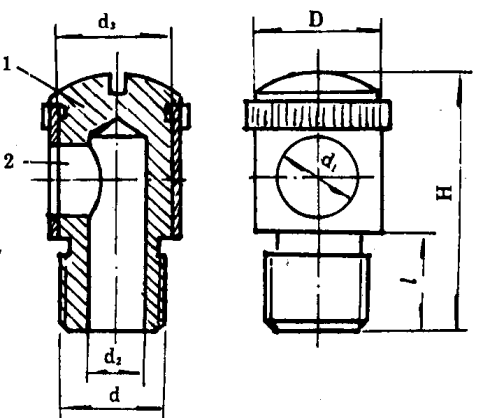
D (公差为 $\times 9$)	H	球直径 (GB308—77)	材 料
6	6	4	1—Q235 (黄铜) 2—弹簧钢丝 3—GCr6
8	10	5	
10	12	6	
16	20	11	
25	30	18	

注: 允许制造带肩的油杯。

表 10—60

旋套式注油杯 (GB1156—79)

(mm)



标记示例:
细牙普通螺纹 $M8 \times 1$ 旋套式注油杯: 油杯 $M8 \times 1$
GB1156× 79

d	H	D	l	d_1	d_2	$d_3 \frac{H_9}{n_9}$	材 料
$M6 \times 1$	20	12	6	5	3	10	1—Q235 (粉末冶金; 黄铜) 2—塑料 (粉末冶金, Q235, 黄铜)
$M10 \times 1$ $M12 \times 1.25$	25 30	14 16	8 10	6 8	4 6	12 14	
$M16 \times 1.5$	40	20	15	12	10	18	

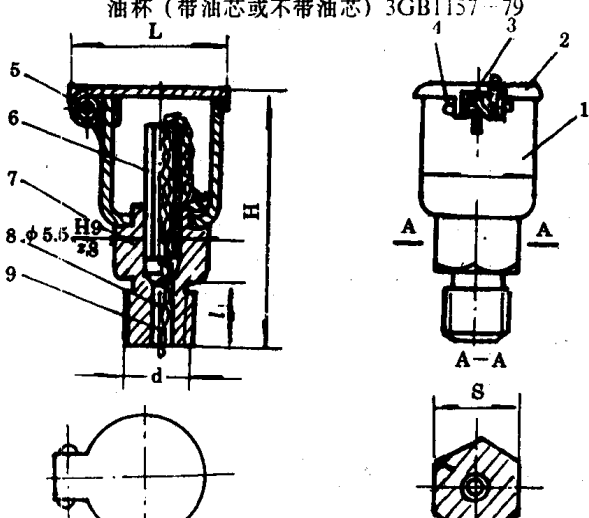
注: 有色金属非特殊用途尽量不采用。

表 10—61

弹簧盖油杯 (GB1157—79)

(mm)

标记示例: 容量 3cm^3 弹簧盖油杯:
油杯 (带油芯或不带油芯) 3GB1157—79



容量 cm^3	螺纹 d	H	D	L	l	S	材 料
		不大于		\approx			
1	$M 10 \times 1$	38	16	21	10	$14_{-0.24}^0$	1、2、4、5—Q235 3—弹簧钢丝 6—铝管 7—Q235 (铝合金) 8—毛线 9—镀锌铁丝
2		40	18	24	10		
3		42	20	26	10		
6		45	25	31	10		
12	$M 14 \times 1.5$	55	30	38	12	$17_{-0.024}^0$	
18		60	32	40	12		
25		65	35	43	12		
50		68	45	53	12		

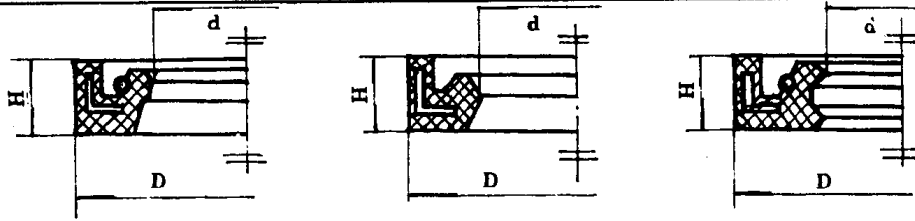
注: 允许制造不带油芯的油杯。

10·2·4 油封

表 10-62

骨架式橡胶油封的规格

(mm)



(a) 普通型油封

(b) 无弹簧型油封

(c) 双口型油封

标记示例: $d=20\text{mm}$, $D=40\text{mm}$, $H=10\text{mm}$ 低速普通型油封 油封 PD20×40·10 HG4-692-67

普通型和双口型						无弹簧型								
d	D	H	d	D	H	d	D	H	d	D	H			
6	19	8	35	60	12	90	125	12	12	22	5			
6	22		35	62		90	125		+0.6	12		25	+0.25	
8	22		35	65		95	120		+0.5	15		27		+0.1
10	22		+0.25	38		56	95		120	+0.25		15	30	
10	25		+0.10	38		58	95		125	+0.6		17	30	+0.30
12	25		+0.3	40		62	95		130			+0.3	17		35	+0.15
12	32			40		65	100		125	20			35	
14	30		+0.15	40		70	100		130	+0.6		25	40	+0.4
14	35			42		62	100		140			30	45		+0.2
15	30		+0.25	42		75	105		130	+0.7		35	50	+0.4
15	35		+0.10	45		62	105		145			+0.4	40		52	+0.2
15	35		+0.3	45		65	110		140	+0.3			45	60	7
16	30		+0.15	45		70	110		150			+0.6	50	72		+0.4
16	35		+0.25	45		72	115		140	+0.3			60	80	±0.5
16	35	+0.30	45	75	115	160	+0.4							
16	35	+0.15	50	70	120	150		+0.7						
17	30	+0.10	50	72	120	160	+0.4							
17	30	+0.25	50	80	125	150		+0.3						
17	35	+0.30	52	72	125	160	+0.7							
17	35	+0.15	55	75	130	160		+0.4						
17	40	+0.30	55	80	130	165	+0.3							
17	40	+0.15	55	85	140	170		+0.7						
18	30	+0.25	55	85	140	175	+0.4							
18	30	+0.10	60	80	150	180		+0.3						
18	35	10	60	80	150	180	+0.7							
18	40		60	85	160	190		+0.4						
20	35		60	90	160	200	+0.3							
20	40		65	90	170	200		+0.7						
20	45		65	95	170	210	+0.4							
22	38		70	90	180	220		+0.3						
22	40		70	95	190	240	+0.7							
22	45		70	100	190	240		+0.4						
22	45		+0.30	75	95	200	250		+0.3					
22	48		+0.15	75	100	200	260	+0.7						
25	40		±0.5	75	105	220	260		+0.4					
25	42			80	100	240	280	+0.3						
25	45			80	105	240	300		+0.7					
25	50			80	110	250	290	+0.4						
28	50	80		110	260	300	+0.3							
30	45	85		110	260	320		+0.7						
30	50	85		115	280	320	+0.4							
30	50	90		110	280	350		+0.3						
30	52	90		115	300	340	+0.7							
30	55	+0.4		90	120	300		380	+0.4					
32	52	+0.2						±0.5						
35	56													

注: 1. 油封外径公差暂由制造厂控制, 不作验收项目, 但应保证正常装配使用。
2. 油封用胶料的物理机械性能, 应符合下表规定:

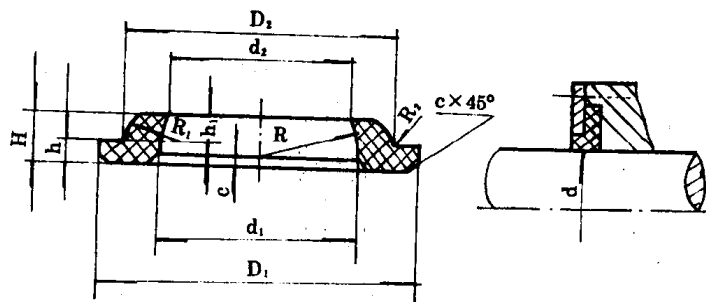
性能项目	扯断力 MPa	扯断伸 长率 %	扯断永 久变形 %	硬度 (邵尔 A 型)	脆性 温度 ℃ <	老化系数 70±2℃ ×72h	磨耗减量 cm ³ / 1.61km	耐油重量变化率, %	
								25号变压器油 70±2℃×24h	120号汽油(75份)+苯 (25份)20±5℃×24h
指标	>12	>250	<25	70~80	-30	>0.75	<0.7	< ⁺⁵ ₋₃	<+20

表 10—63

J型防尘密封圈规格

(mm)

材料: 橡胶 I 组



标记示例: 活塞杆直径 $d=50\text{mm}$ 用的 J 型防尘密封圈: J 型防尘密封圈 50.

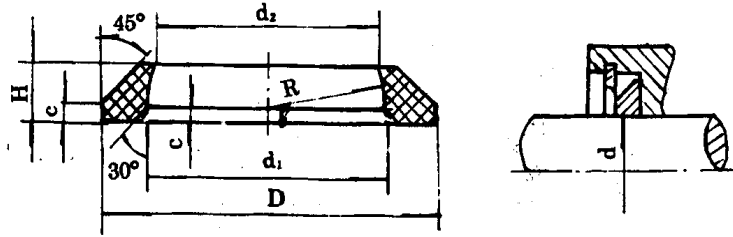
d	d_1	d_2	D_1	d_1, d_2, D_1 公差	D_2	c	H		h		h_1	R	R_1	R_2	
18	18.6	16.2	31.8	±0.4	24	1	6	0 -0.3	3	0 -0.2	3.8	15	4.5	1.5	
20	21	17	43	±0.5	30	1.5	10	0 -0.5	5	0 -0.3	6.4	25	7	2.5	
25	26	22	48		35										
30	31	27	53		40										
40	41	37	63		50										
50	51	47	73	±0.6	60	1.5	10	0 -0.5	5	0 -0.3	6.4	25	7	2.5	
55	56	52	78		65										
60	61	57	83		70										
70	71	67	93		80										
80	81	77	103		90										

表 10—64

三角形防尘密封圈结构尺寸

(mm)

材料:橡胶I组



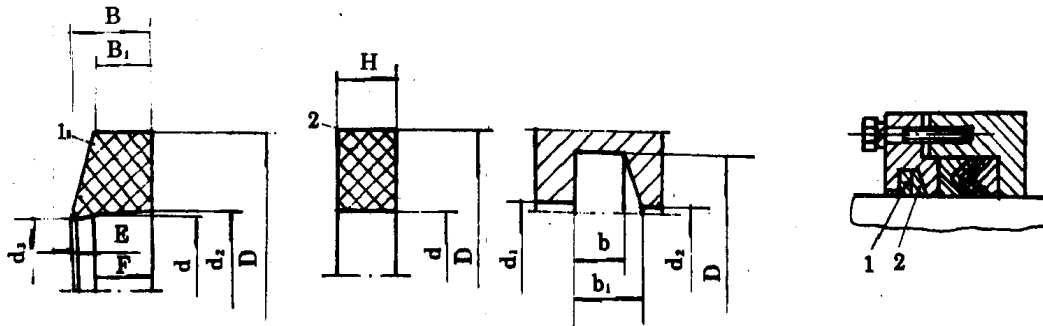
标记示例:活塞杆直径 $d=50\text{mm}$ 用的三角形防尘密封圈:三角形防尘密封圈 50.

d	d_1	d_2	D	d_1, d_2, D 公差			H	R	c	d	d_1	d_2	D	d_1, d_2, D 公差			H	R	c
20	21	17	39	± 0.5	10	0	-0.5	25	1.5	50	51	47	69	± 0.6	10	0	-0.5	25	1.5
25	26	22	44							60	61	57	79						
30	31	27	49							70	71	67	89						
35	36	32	51							80	81	77	99						
40	41	37	59							100	101.5	95.5	128.5						
														± 0.8	15	0	-0.7	37.5	2.3

表 10—65

组合防尘圈结构尺寸

(mm)



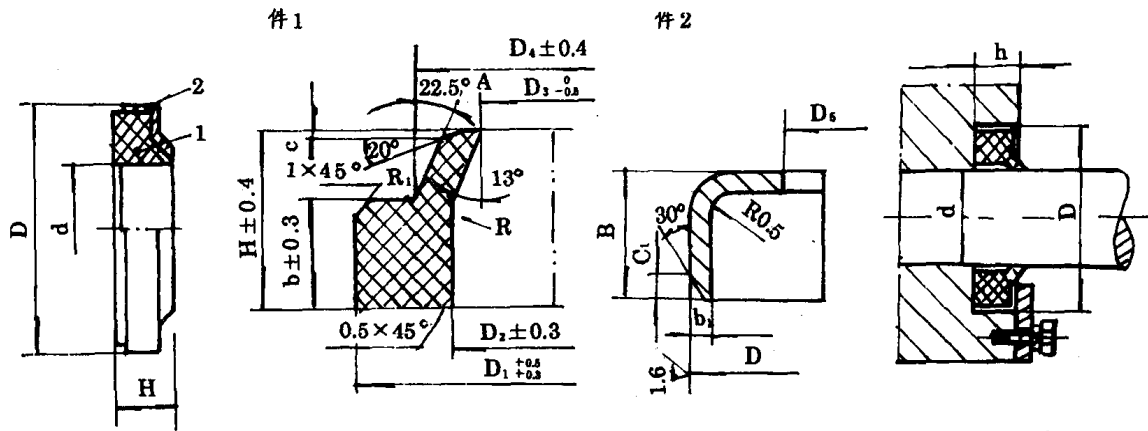
d	D	d_1	d_2	d_3	B	B_1	b	b_1	E	F	H
18	25	20	19	17	3	2	4	4.5	0.2	2	2.5
20	28	22	21	19	3	2	4.5	5	0.2	2	3
25	33	27	26	24	3.5	2.5	5.5	6.5	0.2	2.5	4
35	45	38	36	34	4	2.5	6.5	7.5	0.2	2.5	5
45	58	48	46	44	5	3	7	8	0.2	3	5
55	72	58	57	53	6	3.5	8	9.5	0.3	3.5	6
65	82	69	67	63	7	4.5	9	10.5	0.4	4.5	6
70	89	74	72	68	8	5	10	12	0.4	5	7
80	99	85	82	78	9	5.5	10	12.5	0.5	5.5	7
100	125	105	102	98	10	6	12.5	15	0.5	6	9

注: 1. 组合防尘圈是由橡胶刮尘圈和毡圈组成的。
2. 刮尘圈(零件1)材料为橡胶I—3, 毡圈(零件2)材料为毛毡。

表 10—66

骨架式防尘密封圈规格尺寸(DKI型)

(mm)



标记示例: $d=50\text{mm}$, $D=62\text{mm}$ 的骨架式防尘密封圈防尘圈 DK1-50×62

d	D	h	零 件 1								零 件 2					
			D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	b	c	H	R	D	D ₅	B	b ₁	c ₁	
14	24	5	22.5	15	13.4	18	4	0.3	7	20	24	+0.16 +0.1	19	5	1	0.5
18	30	6	28.5	19	17.4	22	5		9		30		23			
20	32		30.5	21	19.4	24					32		25			
22	34		32.5	23	21.4	26					34		27			
25	37		35.5	26	24.4	29					37		30			
28	40		38.5	29	27.4	32					40		33			
32	44		7	42.5	33	31		37		6	10	44	7	38	1.1	
35	47	45.5		36	34	40	47	41								
40	52	50.5		41	39	45	52	46								
45	57	55.5		46	44	50	57	51								
50	62	60.5		51	49	55	62	56								
55	69	67.5		56	53.5	60	69	61								
60	74	8	72.5	61	58.5	65	7	11	74	+0.22 +0.13	66	8	1			
63	77		75.5	64	61.5	68			77		69					
65	79		77.5	66	63.5	70			79		71					
70	84		82.5	71	68.5	75			84		76					
75	89		87.5	76	73.5	80			89		81					
80	94		92.5	81	78.5	85			94		86					
85	99	9	97.5	86	83.5	90	8	1	99	+0.25 +0.15	91	9	1.2			
90	104		102.5	91	88.3	95			104		96					
100	114		112.5	101	98.3	105			114		106					
105	121		119.5	106	103.3	111			121		112					
110	126		124.5	111	108.3	116			126		117					
125	141		139.5	126	123.3	131			141		132					
140	160	10	158.5	141	138.3	146	9	14	160	147	10					

11

农业机械技术资料与标准

11.1 常用农业机械技术数据

11.1.1 农用内燃机

农用内燃机按燃料分,有柴油机,汽油机;按工作过程分为二冲程、四冲程内燃机;按汽缸数量分为单缸机、双缸机、多缸机。内燃机工作过程有关参数见表 11—1。常用的农用柴油机、汽油机见表 11—2、11—3。

表 11—1 内燃机工作过程有关参数

参数名称	符号	单位	柴 油 机	汽 油 机
进气终点压力	Pa	KPa	(0.80—0.95) P_0	(0.75—0.90) P_0
进气终点温度	Ta	K	310—340	370—400
压缩终点压力	Pc	KPa	2940—4900	834—1960
压缩终点温度	Tc	K	750—950	600—700
最高爆发压力	Pz	KPa	5880—8830	2940—4900
最高爆发温度	Tz	K	1800—2200	2200—2800
膨胀终点压力	Pb	KPa	196—392	294—490
膨胀终点温度	Tb	K	1000—1400	1500—1700
排气终点压力	Pr	KPa	(1.05—1.2) P_0	(1.05—1.2) P_0
排气终点温度	Tr	k	700—900	850—1200
充量系数	η_v		四冲程 0.75—0.90(增压 1.0),二冲程 0.75—0.85	
平均指示压力	Pi	KPa	686—981	784—1180
指示燃料消耗率	gi	g/kW.h	170—200	230—340
指示热效率	η_i		0.43—0.5	0.25—0.4
平均有效压力	Pe	KPa	588—883	588—981
升 功 率	Pe	kW/l	11.0—26.0(汽车) 9.0—15(拖拉机)	22—55
比 重 量	Ge	kg/kW	4.0—9.0 5.5—16(拖拉机)	1.5—4.0
有效燃料消耗率	ge	g/kW.h	218—285	285—380
有效热效率	η_e		0.3—0.4	0.2—0.3
机械效率			0.7—0.85	0.7—0.9

表 11-2

农用汽油机技术参数

项目	型号	1E40F (1E40FP)	1E50F	1E52F	1101	HD0301	165F	165F-1	165F-3	170F
型式	单缸、立式、二行程	单缸、立式、二行程	单缸、立式、二行程	单缸、立式、二行程	单缸、立式、二行程	单缸、立式、四行程	单缸、立式、四行程	单缸、立式、四行程	单缸、立式、四行程	单缸、立式、四行程
缸径×行程(mm×mm)	40×40	50×50	52×42	56×58	61.5×67	65×55	65×65	65×65	65×65	70×65
活塞排量(L)	0.0500	0.0983	0.0890	0.1430	0.199	0.182	0.216	0.216	0.216	0.250
压缩比	7.63	6-6.5	6-6.5	6.4	5.4	6	6	6	6	6
额定功率(kW)	1.18 / 5000	2.20 / 4000	2.20 / 5000	2.58 / 3000	2.20 / 3000	2.20 / 1500	2.94 / 1500	2.94 / 3000	2.94 / 3000	3.68 / 3000
相应转速(r/min)										
燃油消耗率(g/kWh)	不大于 611.4		611.4	611.4	448.3	不大于 407.6	407.6	407.6	407.6	407.6
机油消耗率(g/kW)	38		35.3	38	13.59	不大于 12.23	8.15	8.15	8.15	16.3
汽化器型号	PZ ₁₁	P ₂₁ (SFQ ₆₅₁)	53	53	SFQ ₅₅₄	P ₂₁	SFQ ₆₅₁	SFQ ₆₅₁	SFQ ₆₅₁	P ₂₁
磁电机型号	CL ₂₁ (CWD-2) 或 KCL-2 可控硅磁电机	CL ₂₁ (FC50)	CL ₂₁ (CWD-2)	FC ₄	HD0301	CL ₄₁	CL ₄₂	CL ₄₂	CL ₄₂	CL ₄₃
火花塞型号	418(4Z9)	4Z6	4Z6	4Z5	4Z4(14-14-1)	4Z4	4Z6(14-11-1)	4Z6(14-11-1)	4Z6(14-11-1)	4Z5
动力输出型式	曲轴输出	曲轴输出	曲轴输出	曲轴输出	曲轴输出	凸轴输出	凸轴输出	凸轴输出	凸轴输出	凸轴输出
汽油机油混合比	最初运转 50 小时内 15:1, 以后为 20:1		最初运转 50 小时内 15:1, 以后为 20:1	20:1						
冷却方式	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷	强制风冷
润滑方式	油雾	油雾	油雾	油雾	油雾	油雾	油雾	油雾	油雾	油雾
启动方式	油拉	油拉	油拉	油手	油手	油拉	油拉	油拉	油拉	油拉
外形尺寸	长 (mm)	320	265	300	359	431	329	329	329	350
	宽 (mm)	230	347	390	403	332	457	457	457	609
	高 (mm)	280	290	500	467	427	482	482	482	480
质量(kg)	6	8.5	19	28	20.5	25	25	25	26.5	

表 11-3

农用柴油机技术参数

项目	型 号	165	165F	170	175	175-II	185F	190F	190-I	190W-I
型 式		单缸、卧	单缸、卧	单缸、卧	单缸、卧	单缸、卧	单缸、立	单缸、立	单缸、立	单缸、卧
缸径×行程(mm×mm)		65×75	65×70	70×75	75×90	75×90	85×100	90×100	90×110	90×100
活 塞 总 排 量(L)		0.248	0.232	0.288	0.398	0.398	0.567	0.63	0.699	0.636
压 缩 比		22	20	22	19.5	18	19.5	18	18	18±1.5
额定功率(kW)		2.20 / 2000	2.20 / 2600	2.94 / 2000	3.68 / 2000	4.42 / 2000	5.89 / 2200	7.36 / 2200	7.36 / 2000	7.36 / 2000
相应转速(r/min)		2.20 / 2000	2.20 / 2600	2.94 / 2000	3.68 / 2000	4.42 / 2000	5.89 / 2200	7.36 / 2200	7.36 / 2000	7.36 / 2000
燃油消耗率(g/kWh)		不大于 380.4	不大于 298.9	不大于 305.7	不大于 305.7	不大于 292.1	不大于 264.9	不大于 271.7	不大于 264.9	136±251.3
机油消耗率(g/kWh)		不大于 8.15	不大于 6.79	不大于 8.15	不大于 8.15	不大于 8.15	不大于 8.15	不大于 6.79	不大于 6.79	不大于 6.79
工作顺序		—	—	—	—	—	—	—	—	—
燃烧室型式		预燃室式	涡流室式	预燃室式	预燃室式	涡流室式	涡流室式	球型	球型	球型
喷油泵型式		单体柱塞泵	单体柱塞泵	单体柱塞泵	单体柱塞泵	单体柱塞泵	单体柱塞泵	I 系列单体泵	—	单体柱塞泵
喷油器型式		轴针式	轴针式	轴针式	轴针式	轴针式	轴针式	长型双孔或单孔式	—	长型双孔或单孔式
机油泵型式		齿轮泵	—	齿轮泵	齿轮泵	—	—	内啮合转子式	—	—
润滑方式		压力、飞溅	飞溅式	压力、飞溅	压力、飞溅	飞溅式	压力、飞溅	压力、飞溅	内啮合转子式	飞溅式
冷却方式		水冷	风冷	水冷	水冷	水冷	风冷	风冷	水冷	水冷
起动方式		手摇	手摇	手摇	手摇	手摇	手摇、纸点火	手摇	手摇	手摇
外形尺寸	长 (mm)	575	501	570	648	660	510	428.5	520	730
	宽 (mm)	355	289	353	420	432	440	507	520	450
	高 (mm)	510	413	461	610	597	645	792	810	500
质量 (kg)	60	39	60	92	92	135	115	115	130	115

11.1.2 拖拉机、农用运输车

①常用手扶拖拉机技术性能

表 11—4

手扶拖拉机一般技术数据

型 号		工农-3	工农-5	工农-10	工农-11	工农-13	
型 式		牵引、驱动兼用型手扶式					
发动机额定功率(kW)		2.2	3.68	7.36	7.36	8.8	
额定牵引力(N)		1569	1451(148kgf)	2452(250kgf)	2452(250kgf)	2452(250kgf)	
质量 (kg)	结构质量	140(带旋耕机)	194	340	485 (带旋耕机和乘座) 465 (带双铧犁和乘座)	540(带旋耕机) 329(带牵引框)	
	最小使用质量		204	450(带旋耕机) 550(带 犁)	590 (带旋耕机和乘座) 560 (带双铧犁和乘座)	585(带旋耕机) 366(带牵引框)	
重心座标 (mm) (带旋耕机/带犁)		a	62(偏前)		-(10~20)/45	283.8/281.1	300(偏后)
		e	17(偏左)		<10/<10	1.7(左)/2.3(右)	0.6(偏右)
		h	494		<530/<530	550.3/608.7	572
外形尺寸 (mm)		L	1980	2060	2273	2700~3000	2950
		B	760	867	822	990	980
		H	1100	1160	1125	1120	1240
轮 距 b (mm)	胶 轮	560-740	600-720	520 570 610 620 660 670 710 760	598 658 698 758 818	570 630 690 750 810	
	铁 轮	585 645 675		620 670 710 720 760 770 810 860	1035	870 930 990 1050 1110	
离地间隙(mm)		232 (最终传动壳底)	196	247 (最终传动壳底) 315 (变速箱壳底)	200 (最终传动壳底) 235 (变速箱壳底)	200 (最终传动壳底) 285 (变速箱壳底)	
转向半径(m)		相当于轮距 (外轮辙)		相当于轮距 (外轮辙)	0.9 不分离牙 嵌、不坐人、 (外轮辙)	0.82	

续表 1

型 号		工农-3	工农-5	工农-10	工农-11	工农-13
计算速度 (kM/n) (带胶轮)	I 档	3.14	1.80	1.43	1.72	1.55
	II 档	4.40	2.58	2.13	2.23	2.76
	III 档	12.40	3.88	4.21	3.81	4.64
	IV 档		7.87	5.42	4.96	5.75
	V 档		11.26	8.07	6.49	10.2
	VI 档		16.96	15.7	14.36	17.1
	倒I 档	2.35	1.35	1.1	2.15	1.23
	倒II 档		5.90	4.21	4.76	4.59
总传动比	I 档	68.37	66.81	206.36	111.74	163.15
	II 档	48.44	46.71	138.51	86.14	91.94
	III 档	14.40	31.02	70.75	50.47	54.7
	IV 档		15.31	54.42	38.78	44.12
	V 档		10.71	36.53	29.6	24.83
	VI 档		7.11	18.66	13.36	14.79
	倒I 档	91.15	89.07	265.31	89.54	206.67
	倒II 档		20.42	69.97	40.40	55.88
挂钩牵引力 (N) (发动机额定 功率,在中等 温度茬地上)	I 档	1344			3158	2167
	II 档	1344			3158	2167
	III 档				3158	2167
	IV 档				3158	2167
	V 档				2817	2069
	VI 档				972	1000

注: 1. 工农-11拖拉机是在工农-7的基础上改进设计的, 有不少零部件可以通用, 其技术性能比工农-7有所提高。
2. 重心座标 a 值, 当重心在驱动轮中心线前时, 为负值。
3. 表中工农7-1型拖拉机的计算速度、总传动比和挂钩牵引力有两个数值, 括号里面是高档的, 括号外面是低档的。

表 11—5

手扶拖拉机发动机技术数据

拖拉机型号		工农-3	工农-5	工农-10	工农-11	工农-12
发动机型号		170F	2175-1	190	195-2	S195
发动机型式		单缸、卧式、四冲程柴油机		单缸、立式、水冷(风冷)、四冲程柴油机	单缸、卧式、水冷、四冲程柴油机	
额定功率(kW)		2.2	3.68	7.36	7.36	8.8
额定转速(r/min)		2000	2600	2000(水冷)	1700	2000
最大扭矩(N·m)		19		41	42	48
净质量(kg)		40	49	120	150	115
压缩比		22	21	18±1.5	22	20
燃油消耗率(g/kWh)		<285	<272	<258	<253	251
机油消耗率(g/kWh)		<4.8	<4	<6.8	<6.8	<4
配气定时(度)	进气门开启:上止点前	16°	16°	13°	5°	17°
	进气门关闭:下止点后	36°	36°	43°	40°	43°
	排气门开启:下止点前	52°	52°	46°	40°	43°
	排气门关闭:上止点后	14°	14°	10°	5°	17°
气门间隙(冷车)(mm)	进气门			0.2	0.35~0.45	0.2
	排气门			0.25		
供油提前角(度)		20°~24°	20°~24°	35°~38°	18°~20°	16°~20°
喷油压力(N/mm ²)		12.7	12.7	17.2	11.8	12.3
燃油喷油泵		波许拨叉式		柱 塞 式		
喷油器		单孔,轴针式	单孔,轴针式	两孔,闭式	451型 轴针式	单孔,轴针式
调速器		全 程 机 械 离 心 式				
机油泵		齿 轮 式		内啮合转子式		内啮合转子式
机油压力(N/mm ²)		0.05	0.2	0.25		0.5
机油温度(℃)		84.5°		95°	90°	<100°
冷却水温度(℃)				80°~98°		<100°
柴油滤清器		纸质滤芯	纸质滤芯	纸 质 滤 芯		
机油滤清器		纸质滤芯	铜丝滤网	纸质滤芯		纸质滤芯
空气滤清器			纸质滤芯	惯性油浴式		纸质滤芯
起动方式		手 摇 起 动				
外廓尺寸(mm)	长	518	530	470	800	814
	宽	321	326	700	595	551
	高	423	445	470	725	620

注: 工农-10、工农-12的发动机有水冷和风冷两种, 本表为水冷型。

表 11-6

手扶拖拉机底盘技术数据

拖拉机型号		工农-3	工农-5	工农-10	工农-11	工农-12
传动系统	主离合器	皮带张紧轮式	双片、常结合、干式	单片、常结合、干式	双片、常结合、干式	双片、常结合、干式
	传动三角皮带(传动比)				B2159 型三根(1.48)	B2032 型三根(1.48)
	链传动(传动比)					1/2" 双排套筒滚子链(1.357) 3/4" 双排套筒滚子链(1.077)
	变速箱	直齿圆柱齿轮(3+1)×2 横轴组成式	(3+1)×2 组成式	齿轮传动组成式		直齿圆柱齿轮(3+1)×2 组成式
	中央传动(传动比)			螺旋齿圆锥齿轮(5.374) 或直齿圆锥齿轮(5.4)	直齿圆柱齿轮(1.948)	直齿圆柱齿轮(2.312)
	最终传动(传动比)	两级直齿圆柱齿轮(3.214)	二级减速直齿圆柱齿轮(9.99)	一级直齿圆柱齿轮(3.857)	二级直齿圆柱齿轮(8.412)	整体式(8.413)
	转向机构	牙嵌式	牙嵌式转向离合器	牙嵌式转向离合器	牙嵌式转向离合器	牙嵌式转向离合器
	制动器	盘式	环状内胀式	盘式		
车架型式		半架式				
行走装置	轮胎规格	5.00-12	5.00-12	6.00-16	6.00-16	6.00-12
	铁轮规格(mm)	双曲线型 直径 660		人字型直径 800	水田叶轮	SF68-1 直径 780×200
	尾轮规格				4.00-8	3.50-5(实芯)
犁刀轴转速(r/min)				I 167,254 II 145,217	206,309	I 269,185 II 232,215
旋耕机耕作宽度(cm)					60	60
双铧犁耕作宽度(cm)					2×20	

②常用轮式拖拉机技术性能

表 11-7

轮式拖拉机一般技术数据

拖拉机型号	东方红-12	东方红-20	丰收-27	东方红-28	东方红-30	丰收-35	丰收-37	东方红-40	东风-50	铁牛-55	铁牛-60	新曙光 80-II
发动机额定功率(kW)	7.36	14.7	19.87	20.61	22.08	25.76	27.23	29.44	36.8	40.48	44.16	58.84
牵引力(N)	3187	5639	6865	9807	7355	10787	9807	9807	10787	13729	13729	
重量 (kg)	结构重量	610	1400	2200	1532(有棚)	1630	1730	1630	1860	2900	2400	4700
	最小使用重量	885	1100	2400	2070	1730	1920	1740	2060	3300	3050	
重量分配 (kg)	前轮	300	506	840	721	710	700	720	860	1100	966	2820
	后轮	585	594	1260	1349	1020	1220	1020	1200	2200	1934	1880
重心座标 $a \times e \times h$ (mm)	$427 \times 7 \times 437$		$h = 678$	$a = 697$ $h = 788$	$620 \times 1.9 \times 721$	$740 \times 4 \times 572$	$670 \times 14 \times 736$	737×5.6 (左) $\times 742$	$813 \times 0 \times 780$	780×13 (右) $\times 801$		
外形尺寸 长 \times 宽 \times 高(mm)		2100×1170 $\times 1800(H_1)$	2920×2090 $\times 1950(H_1)$	3550×2080 $\times 2560(H_1)$	3000×1550 $\times 2090(H_2)$	3157×1610 $\times 1448(H)$	3140×1760 $\times 2060(H_1)$	2592×1662 $\times 1460(H)$	3250×1660 $\times 1650(H)$	4108×1934 $\times 2520(H_1)$	3790×1750 $\times 2300(H_2)$	5000×2100 $\times 2500(H_2)$
	前轮 b	820	$950 \sim 1350$	$1220 \sim 1900$	$1250 \sim 1770$ (5级)	$1250 \sim 1550$ (间隔100)	$1203 \sim 1907$ (8级)	$1220 \sim 2020$ (间隔100)	$1230 \sim 2040$ (6级)	$1250 \sim 1650$ (间隔100)	$1200 \sim 1800$ (间隔100)	$1400 \sim 1840$ (间隔100)
后轮 h_1	850	$1000 \sim 1400$	$1220 \sim 1900$	$1200 \sim 1800$ (间隔100)	$1200 \sim 1600$ (间隔100)	$1216 \sim 1924$ (8级)	$1220 \sim 2120$ (间隔100)	$1100 \sim 2000$ (8级)	$1250 \sim 1750$ (间隔100)	$1200 \sim 1800$ (无级调节)	$1400 \sim 1800$ (间隔100)	
轴距 L (mm)	1200	1500	1780	2034	1780	1940	$1700 \sim 1840$	1842	1950	2493	2220	2600
离地间隙 h_1 (mm)		250 (后桥下)	330 (油底壳下)	650 (前桥下)	380 (前轴下)	400	390	366	380 (后桥下)	450 (后桥下)	470 (前轴下)	500
	单边制动 (外轮毂)	2.060 (外轮毂)	1.20	2.60	$1.50 \sim 2.20$	1.45	2.585 (外轮毂)	1.70	2.96 (外轮毂)	3.70	3~3.2	
最小转弯半径 (m)		2.550 (外轮毂)	2.90	$2.50 \sim 3.00$	2.05	3.45 (外轮毂)	2.825 (外轮毂)	2.20	3.24 (外轮毂)	5.75		5
	不制动 (外轮毂)											

续表 1

拖拉机型号		东方红-12	东方红-20	丰收-27	东方红-28	东方红-30	丰收-35	丰收-37	东方红-40	东风-50	铁牛-55	铁牛-60	新曙光 80-II
配重 (kg)	前轮	44		47×2	46×2	50	80	93	62	72			
	后轮	146	300		120×2 (充水)	320	240	300	206	500	150(重块) 210(充水)		
I 档	速度	1.89	1.66	5.4	3.63	1.69	1.99	2.09	0.838 (3.02)	2.12	1.37 (6.32)	4.05 (7.34)	4.6
	传动比	159.4	227	78.6	104.33	253	222	231.47	532 (147.6)		296.89 (64.37)		
II 档	速度	3.58	2.09	7.5	5.02	2.08	3.00	3.13	1.49 (5.37)	3.19	1.69 (7.76)	4.87 (8.82)	8.9
	传动比	83.5	180	57	75.72	205.5	148	154.31	298 (82.7)		241.29 (52.31)		
III 档	速度	5.46	3.40	12.4	6.29	3.88	5.53	5.61	2.19 (7.9)	5.20	2.15 (9.90)	5.95 (10.78)	14.6
	传动比	54.6	110	34.5	60.41	110	80.6	86.23	202 (56.2)		189.96 (41.18)		
IV 档	速度	7.03	5.40	21.2	8.68	5.97	7.96	8.35	2.54 (9.15)	7.02	3.52 (16.20)	16.36 (29.63)	21.4
	传动比	42.5	70	19.4	43.76	71.5	55.5	57.87	175 (48.5)		115.54 (25.05)		
V 档	速度	13.56	6.49		18.15	6.82	12.00	12.53	4.5 (16.25)	8.48	4.82 (22.30)		
	传动比	22.03	58.04		20.92	62.5	37	38.58	98.4 (27.3)		84.41 (18.3)		
VI 档	速度	20.72	8.20		25.10	8.41	22.10	22.40	6.63 (23.9)	12.76	6.32		45.84
	传动比	14.40	45.97		15.15	50.8	20.2	21.5	66.2 (18.5)				
VII 档	速度		13.34			15.72				20.08	7.76		
	传动比		28.23			27.16							

各档行走速度 (km/h) 及总传动比

续表 2

拖拉机型号	东方红-12	东方红-20	丰收-27	东方红-28	东方红-30	丰收-35	丰收-37	东方红-40	东风-50	铁牛-55	铁牛-60	新曙光 80-II
	速度		21.20			24.20				28.08	9.9 16.20 22.30	
传动比		17.81			17.64							
例 I 档	速度	1.89	1.55	5.7	4.63	2.72	2.80	1.14 (4.11)	2.79	1.03 (4.74)	4.80 (8.75)	
	传动比	159.4	244	73.8	81.98	248.5	172.82	391 (108.5)		295.88 (85.89)		
例 II 档	速度	7.03	6.06		6.30	10.90	11.19	3.45 (12.45)	11.16	4.74		
	传动比	42.5	62.2		59.40	61.4	43.2	128 (35.6)				
挂勾牵引力 (发动机 为额定 功率) (N)	I 档	3138	4903—5884	7061	14709	7845	10787	9806.6		(11473)		47758
	II 档	3138	4903—5884	6472	9806.6	7845	10787	9806.6		(8727.9)		24320
	III 档	3138	4903—5884	3726	7355	7845	10787	9806.6		(6227)		14317
	IV 档	3138	4903—5884	1569	4903	7845	7649	8139		(4128)		10100
	V 档	1373	4903—5884			7845	4335	5001		13729		
	VI 档	529.6	3923—4903			6668	1275	1961				3873
	VII 档		1961—2452			3628						
	VIII 档		980.6—1471			2550						

注: 1. 铁牛-55和铁牛-45拖拉机, 除发动机额定功率不同外, 其他结构参数和使用保养等完全相同。
 2. 铁牛-55拖拉机结构重量, 不包括驾驶室、水, 在驾驶员座上再加60kg, 其中不包括驾驶室和配重; 东方红-28拖拉机结构重量, 不包括配重; 东方红-30拖拉机使用重量指带驾驶室, 加配重, 加满油、水; 上海-45拖拉机结构重量, 使用重量均不包括配重及驾驶室。
 3. 表中所给之挂勾牵引力数值系在旱地测得。计算拖拉机之挂勾牵引力; 推荐用附着系数 $\phi = 0.6$ (轮式) $\phi = 0.8$ (水田铁轮) 滚动阻力系数 $f = 0.1$ (轮式), $f = 0.2$ (水田铁轮)。当发动机功率不能完全发挥时, 可加配重, 按其轮胎最大允许负荷计算。
 4. 表中各档的速度、传动比及挂勾牵引力给两个数值, 括号内为高档 (东方红-40为标淮挡) 的, 括号外为低挡 (东方红-40为带减速器挡) 的。

表 11-8

轮式拖拉机发动机技术数据

拖拉机型号	东方红-12	东方红-20	丰收 27	东方红-28	东方红-30	丰收-35	丰收-37	东方红-40	东风-50	铁牛-55	铁牛-60	新曙光 80-II
发动机型号	190	290	481	2125	390	.485	485	490	495	4115T	4100	4120F
发动机型式	单排、立式、水冷、四冲程柴油机											
额定功率(kW)	7.36	14.7	19.87	20.6	22.08	23.55	27.23	29.44	36.8	40.48	44.16	58.88
额定转速(r/min)	2200	2000	2000	1400	2000	2000	2000	2000	2000	1500	2000	1800
最大扭矩(N·m)/相应发动机转速(r/min)	40.4/1730	76.5/1600	104.9/1400~1600	181.4/900	117.7/	135/1600	156.1/	157.5/1790		245.2/	224.6/	353/1300
净重(kg)	120	230	300	435	280	310	315	340	320	650	338	620
压缩比	18	18	17	14.5	18	20	20	18	19	16.5	16	
燃油消耗率(g/kWh)	244.6	258.2	312.5	278.5	265.0	285.3	285.3	251.4	258.2	265.0	244.6	258.2
机油消耗率(g/kWh)	6.79	5.43	8.15	6.79	5.03	4.08	5.43	6.79		8.15	4.07	
气缸工作顺序	1-2 1-2-4-3 1-2 1-2-3 1-3-4-2											
配气定时(度)	进气门开启:上止点前	13°	5°	8°	13°	10.5°±5°	10.5°	13°	17°	10°		14.5°
	进气门关闭:下止点后	43°	25°	22°	43°	37.5°	37.5°	43°	43°	46°		41.5°
	排气门开启:下止点前	46°	45°	46°	46°	45.5°	45.5°	46°	43°	56°		43.5°
	排气门关闭:上止点后	10°	5°	14°	14°	10°	10.5°±5°	10.5°	10°	17°	10°		14.5°
气门间隙(冷车)(mm)	进气门	0.2	0.3	0.3	0.25	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30		0.15
	排气门	0.25	0.25	0.35	0.35	0.20	0.20	0.20	0.25	0.35		0.25
供油提前角(度)	35°~39°	38°~40°	34°	16°~20°	38°~43°	19°±3°	19°	25°~29°		15°±3°		35°±1°

续表 1

拖拉机型号		东方红-12	东方红-20	丰收-27	东方红-28	东方红-30	丰收-35	丰收-37	东方红-40	东风-50	铁牛-55	铁牛-60	新曙光 80—II
燃油压力(kg/cm ²)(MPa)		175±5 17.16	170±5 16.67	125 12.26	125 12.26	175±5 17.16	135 13.24	130 12.75	175 17.16	120 11.77	125±5 12.26	175+5 17.16	180 17.65
燃油泵	喷油泵	柱塞式											
	输油泵	膜片式											
喷油器	柱塞式	双孔、针阀、闭式											
调速器	全程机械离心式	全程真空 气动式											
机油泵	内啮合转子式	齿轮式											
机油压力(kg/cm ²)(KPa)	2~3 196~294	1.5~3 147~294	2.8~4.2 275~412	2.5~3.5 245~343	2~3 196~294	4 392	2.8~4.2 275~412	2.8~4.2 275~412	1.8~4.2 177~412	2~4 196~392	1.5~2.75 147~270		
机油温度(C)	<95°	<90°	45°~95°	70°~90°		97°	<95°	80°					
冷却水温度(C)	<98°					75°~85°	90°	70°~100°					
柴油滤清器	C0304A型 纸质滤芯	C0506A型 纸质滤芯	纸质滤芯	铜网(粗) 棉纱滤芯 (精)	C0506 纸质滤芯	纸质滤芯 (二级)	纸质滤芯 (二级)	纸质滤芯 (二级)	纸质滤芯 (二级)	纸质滤芯	铜网(粗) 粗棉线滤芯 (精)	纸质 C0708	纸质滤芯 C0810
机油滤清器	刮片式	J0708C型 纸质滤芯	纸质滤芯	金属网 (粗) 纸质滤芯 (精)	J0810C 纸质滤芯	全流压力式 纸质滤芯	全流式,具有 筒式可换滤 芯	纸质滤芯 (二级)	纸质滤芯	纸质滤芯	缝隙式(粗) 离心式(精)	缝隙式(粗) 离心式(精)	网片式(粗) 离心式(精)
空气滤清器	惯性油浴式	K1112B 纸质滤芯	惯性油浴式	惯性油浴式	K1317C 纸质滤芯	惯性油浴式	纸质滤芯	纸质滤芯	纸质、惯性 油浴式	纸质滤芯	旋风式	旋风式	惯性油浴式
起 动 方 式	手摇	电启动(有 电子热塞)	电启动(有 热、减压)	电启动(有 热、减压)	电启动(有 电子热塞)	电启动(有 电子热塞)	电启动(有 电子热塞)	电启动(有 电子热塞)	电启动	电启动	汽油机	电启动	电启动
	长	479.5	590	714	897	700	785	800	842	821	1362	836	1064
	宽	479	590	665	595	796	490	430	514	610	899	560	710
外廓尺寸 (mm)	高	735.5	730	825	960	531	765	775	764	792	1973	800	1170

表 11—9

轮式拖拉机底盘技术数据

拖拉机型号		东方红-12	东方红-20	丰收-27	东方红-28	东方红-30	丰收-35	丰收-37	东方红-40	东风-50	铁牛-55	铁牛-60	新曙光 80—II
行走规格	机架型式	无架式	无架式	无架式	半架式	无架式	无架式	无架式	无架式	无架式	半架式	无架式	铰接式
	导向轮	4.00-12	4.00-16	4.00-19	6.50-16	5.00-16	6.00-16	4.00-19	6.00-16	6.00-16	6.50-20	6.00-19	12.4-38
轮胎气压 (kg/cm ²)	驱动轮	6.50-16	9.5-24	10-28	11-38	10-28	10-28	11-32	12.4-28	11-32	12-38	14-28	
	导向轮	1.8~2.0	1.8~2.0	1.8~2.0	2.5~3.1	2.0~2.5	1.8~2.0	2.5~3.1	1.8~2.0	2.0~3.0	1.8		1.4~1.8
导向轮定位	驱动轮	1.2~1.4	0.8~1.2	0.8~1.0	0.85~1.2	0.8~1.2	0.8~1.2	0.8~1.0	0.85~1.0	0.8~1.2	1.0		
	前束(mm)	5~10	3~11	3	10~12	4~10	3~5	0~3	5~8	5~8	8~12		
前轴型式	外倾(度)	3	2	2	4.5	2	2	4.2	2	3	4		
	主销内倾(度)	8	8	9	7.5	8	9	6.8	6	8	7		
转向器	主销后倾(度)	3	0	5	5.5	0	5	7.77	4	0	5		
	型式	管式	可伸缩管式	可伸缩板梁式	可伸缩管式	可伸缩管式	可伸缩板梁式	可伸缩板梁式	可伸缩管式	可伸缩管式	可伸缩管式	可伸缩管式	与后桥相同
离合器	型式	圆柱蜗杆蜗杆式	球面蜗杆滚轮式	螺旋圆锥齿轮和扇形齿轮	蜗轮蜗杆式	球面蜗杆滚轮式	环流滚珠螺母式	环流滚珠螺母和扇形齿式	环流滚珠螺母式	环流滚珠螺母式	球面蜗杆滚轮式	球面蜗杆滚轮式	液力转向
	传动比	13.5	18.2	8	18	20.5	10	13.18	10	13.18			
变速箱	型式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	单片常接合干式	双片常接合干式
	储备系数	2.13	2.54				2.77	2.35	2.5				
差速器	型式	橡胶弹性	橡胶弹性	斜齿轮常啮合三轴式	半组成式	组成式	组成式	组成式	组成式	组成式	组成式	组成式	组成式
	挡数	(3+1)×2	(4+1)×2	(4+1)	(3+1)×2	(4+1)×2	(3+1)×2	(3+1)×2	(3+1)×2	(4+1)×2	(5+1)×2	(4+1)×2	(4+1)×2
最终传动	型式	直齿圆锥齿轮	螺旋圆锥齿轮	螺旋圆锥齿轮	直齿圆锥齿轮	螺旋圆锥齿轮	圆锥螺旋齿轮	等高齿外摆线圆锥齿轮	圆锥螺旋齿轮	圆锥螺旋齿轮	零度圆锥螺旋齿轮	圆锥螺旋齿轮	圆锥螺旋齿轮
	传动比	4.15	3.786	6.67	4.62	4.876	4.63	3.462	4.87	4.875	4.07	2.54	2.54
制动器	型式	开式双行星圆锥齿轮	闭式双行星圆锥齿轮	闭式四行星圆锥齿轮	开式双行星圆锥齿轮	闭式双行星圆锥齿轮	闭式四行星圆锥齿轮	闭式四行星圆锥齿轮	闭式直行星圆锥齿轮	闭式双行星圆锥齿轮	开式双行星圆锥齿轮	开式直行星圆锥齿轮	开式直行星圆锥齿轮
	型式	单级直齿圆锥齿轮	直齿圆锥齿轮		直齿圆锥齿轮	直齿圆锥齿轮	单级直齿圆锥齿轮	直齿圆锥行星齿轮减速器	直齿圆锥行星齿轮减速器	直齿圆锥行星齿轮	直齿圆锥行星齿轮	直齿圆锥行星齿轮	行星齿轮
制动力器	传动比	3.86	5.923		4.54	5.571	2.47	3.142	6	4.615	5.14	4.8	4.8
	型式	蹄式	蹄式	蹄式	带式	盘式	盘式	盘式	盘式	盘式	盘式	盘式	盘式

注: 1. (3+1)×2 表示组成式变速箱的前进挡数为 3×2, 例挡数为 1×2, 其余同。 2. 铁牛-55, 铁牛-60 拖拉机还可配 9-42 型轮胎, 用于中耕作业。

③ 常用履带式拖拉机技术性能

表 11—10 履带式拖拉机一般技术数据

拖拉机型号		集材-50	东方红-54	东方红-75	红旗-100	
型 式		集材用履带式	一般用途履带式		履 带 式	
发动机额定功率(kW)		36.8	39.74	55.2	66.2	
额定牵引力(KN)			27.949	35.304	88.259	
重 量 (kg)	结 构 重 量	6500+5%	5100+2%	5360+2% (带悬挂机构)	11550	
	最小使用重量		5400+2%	5730+2% (带悬挂机构)	12000	
重心坐标 (mm)		<i>a</i>	1304.5		1180	
		<i>e</i>	14		37(左侧)	
		<i>h</i>	660		765	
外形尺寸 (mm)		<i>L</i> ₁	4500	3670,4190(带悬挂机构)		4260
		<i>B</i>	2014	1870		2460
		<i>H</i>	2480	2250		2992
轨距 <i>b</i> (mm)		1480	1435		1880	
轴距 <i>L</i> (mm)		2040	1622		≈ 2370	
最小离地间隙 <i>h</i> ₁ (mm)		540	260		386	
最小转向半径(m)			2± 0.4		3.075	
行 走 速 度 (km/h) 各挡总传动比 (发动机额定转速, 不计打滑时)		I 档	2.35 / 59.9	3.59 /	4.49 / 40.3	2.36 / 70.3
		II 档	3.19 / 44.51	4.65 /	5.66 / 31.9	3.78 / 44.0
		III 档	4.17 / 34.11	5.43 /	6.54 / 27.6	4.51 / 36.8
		IV 档	6.43 / 22.04	6.28 /	7.82 / 23.1	6.45 / 27.6
		V 档	10.5 / 13.52	7.90 /	10.31 / 17.5	10.13 / 16.4
		倒I 档	2.16 / 64.4	2.40 /	2.77 / 65.3	2.79 / 59.5
		倒II 档				4.46 / 37.2
		倒III 档				5.33 / 31.1
挂钩牵引力 (KN)		I 档	41.68	27.95	35.30	88.25
		II 档	27.65	20.59	26.97	52.95
		III 档	21.08	17.16	22.75	43.15
		IV 档	11.67	14.22	18.24	26.48
		V 档	5.39	9.81	12.16	14.71
接地压力(kg/cm ²)(kPa)		0.45	0.41	0.41		
		4.4	4	4.02		

注: 计算履带拖拉机牵引力时,推荐附着系数 $\phi=0.9$,滚动阻力系数 $f=0.08$ 。

表 11—11

履带式拖拉机发动机技术数据

拖 拉 机 型 号		集材-50	东方红-54	东方红-75	红旗-100
发 动 机 型 号		4115T ₁ 型	4125A 型		4146T 型
发 动 机 型 式		单排、立式、四冲程、水冷柴油机			
额 定 功 率 (kW)		36.8	39.74	55.2	66.24
额 定 转 速 (r/min)		1600	1300	1500	1050
最 大 扭 矩 (N·m)		294	>333	>392	>735
净 重 (kg)			1240(不计水箱)	1200	1850
压 缩 比		17	16		15.8
燃 油 消 耗 率(g/kwh)		<271	278	<271	285
机 油 消 耗 率(g/kwh)		<8.15	<8.15		<5.44
气 缸 工 作 顺 序		1—3—4—2			
配 气 定 时 (度)	进 气 门 开 启:上 止 点 前		10°	8°	14°
	进 气 门 关 闭:下 止 点 后		46°	22°	32°
	排 气 门 开 启:下 止 点 前		56°	46°	54°
	排 气 门 关 闭:上 止 点 后		10°	14°	26°
气 门 间 隙 (冷 车)(mm)	进 气 门		0.3	0.3	0.3~0.35
	排 气 门		0.35	0.35	0.3~0.35
供 油 提 前 角(度)			18° ± 3°	15° ~ 19°	15° ± 3°
喷 油 压 力(kg/cm ²)(MPa)			125± 5 (12.26)	125± 5 (12.26)	130 (12.74)
燃 油 系	喷 油 泵	A4CB-8.5× 10 型 左位四柱塞式	A4CB-8.5× 10 型 四柱塞式	A4CB-8.5× 10- 75 型四柱塞式	单体柱塞式
	输 油 泵	柱塞式			齿轮式
喷 油 器		APZ-1.5× 15 型单孔圆锥针阀闭式			闭式、单孔(φ0.8)
调 速 器		全程机械离心式			
机 油 泵		齿轮式			
机 油 压 力(kg/cm ²)(kPa)		1.5~ 2.75 14.7—27.0	2~ 4 19.6—39.2		1.8~ 3 17.7—29.4
机 油 温 度(C)		70° ~ 95°	70° ~ 90°		60° ~ 80°
冷 却 水 温 度(C)			75° ~ 95°		90°
柴 油 滤 清 器		铜网(粗)	金属狭缝式(粗)		棉纱滤芯式
		粗棉线滤芯(精)	棉线圈滤芯式(精)		
机 油 滤 清 器		缝隙式(粗)	金属狭缝式(粗)		铜丝网(粗)
		离心式(精)	反作用离心式(精)		棉纱滤芯(精)
空 气 滤 清 器		惯性油浴式			
起 动 机		AK-10-1 型 二冲程汽油机	AK-10 型二冲程汽油机		292 型四冲 程汽油机
外 廓 尺 寸 (mm)	长		1535		1810
	宽		902		1100
	高		1888(至排气管顶)		1700

表 11—12

履带式拖拉机底盘技术数据

拖拉机型号	集材-50	东方红-54	东方红-75	红旗-100	
主 离 合 器	双片、常接合、干式	单片、常接合、干式		单片、非经常接合、干式	
联 轴 节	橡胶挠性	橡胶衬套弹性		片式挠性联接	
变 速 箱 型 式	机械式、双轴、齿轮传动			机械式、三轴、齿轮传动	
变速箱各挡传动比	I 档	2.88	3.5	2.65	2.55
	II 档	2.14	2.71	2.10	1.59
	III 档	1.64	2.32	1.82	1.33
	IV 档	1.06	2.00	1.52	0.93
	V 档	0.65	1.59	0.867	0.59
	倒 I 档	3.096	5.25	4.30	2.15
	倒 II 档				1.35
	倒 III 档				1.13
倒 IV 档				0.79	
中 央 传 动 (传动比)	直齿圆锥齿轮 (4)	直齿圆锥齿轮	螺旋圆锥齿轮 (3.14)	螺旋圆锥齿轮 (2.78)	
转 向 离 合 器	多片、常接合、干式			多片、常接合、干式油压增力	
最 终 传 动 (传动比)	直齿圆柱齿轮 (5.2)	直齿圆柱齿轮 (4.85)		二级直齿圆柱齿轮 (9.94)	
制 动 器	带 式	双作用带式			
机 架	焊接金属结构	全 架 式		半架式	
履 带 板 型 式	整 体 式			组 成 式	
履带宽度×节距(mm)	340×120	390×174		500×203	
履带板履刺高度(mm)		53		60	
履带板数(一边)	72	41		36	
履带与驱动轮啮合型式		节 销 式			
驱 动 轮	12 齿 φ470	齿 轮 式			
导 向 轮	单轮缘 φ430	双 轮 共 轭		φ646	
支 重 轮	每边 4 个 φ650	每 边 4 对		φ220 每边 5 个	
托 轮		每 边 2 对		φ170 每边 2 个	
履带张紧装置	曲柄轴,带弹簧减震器			滑块式	
悬 架	带板弹簧平衡式 弹性悬架	带圆柱弹簧杠杆平衡式		半刚性	

④常用农用运输车技术性能

表 11—13

四种常见农用运输车的性能及技术参数

项 目	车 型	HT—2515	FL—120	CY—120	ZQ—120
整机参数:驱动型式		4× 2 后轮驱动	同左	同左	同左
外型尺寸:长× 宽× 高(mm)		4150× 1640× 1960	4362× 1721× 2005	4250× 1700× 1830	4100× 1650× 1950
额定载重(kg)		1500	1000	1000	1000
运输车自重(kg)		1668	1700	1410	1600
轴距(mm)		2200	2532	2540	2300
轮距(mm)		1360	前轮 1300 后轮 1304	1320	1310
离地距离(mm)		210	前轮 230 后桥 185	前轴 230 后桥 185	前轴 180 后桥 190
最大爬坡度(干硬路面)		25%	28%	25%	20%
最高车速(km/h)		47	56	53	50
最低稳定车速(km/h)		18	12.5	12	
制动距离(m)		<7	同左	同左	同左
最小转弯半径(m)		<5.5	<5.72	<7	<7
耗油量(L/吨百公里)		2.6	2.4	3	3.6
发动机:型号 型式		295Q 立式双缸水冷 四冲程柴油机	290QI 立式直列四冲 程水冷球型燃 烧室柴油机	290QI 立式直列四 冲程水冷球 型燃烧室柴 油机	290Q 立式直列四 冲程水冷式 柴油机
缸径× 行程(mm)		95× 115	90× 110	90× 110	90× 110
压缩比 工作顺序		18~20 1缸~2缸(曲轴 转角间隔 180°)	17~18 同左	17~18 同左	17~18 同左
标定转速(r/min)		2000			
最大功率/转速(kW/r/min)			18.4/2200	18.4/2200	
最大扭矩/转速(Nm/r/min)		96.04 1400~1600	78.48 1600	78.48 1600	78 1600
燃油消耗率(g/kWh)		258.5			
燃油消耗率(g/kWh)		2.72			
柴油机自重(kg)		260	240	240	
起动方式		电起动	同左	同左	同左
冷却方式		闭式强制水循环式	同左	同左	同左
润滑方式		压力飞溅复合式	同左	同左	同左
底盘: 离合器		单片、干式 固定轴, 有级 齿轮式	同左	同左	同左
变速箱		四个前进档, 一个倒档	同左	同左	同左

续表 1

项 目	车 型	HT—2515	FL—420	CY—120	ZQ—120
速比 I 档		6.48:1	3.4:1	6.4:1	6.09:1
II 档		3.26:1	3.09:1	3.09:1	3.09:1
III 档		1.77:1	1.69:1	1.69:1	1.71:1
VI 档		1:1	1:1	1:1	1:1
R 档		6.48:1	7.82:1	7.82:1	4.95:1
传动轴		管状开式	同左	同左	同左
后桥		同 BL—130 型	同左	同左	
主减速器		单级、准双曲面螺旋圆锥齿轮	单级、圆锥螺旋齿轮	单级圆锥螺旋齿轮	单级螺旋双曲线圆锥齿轮
速比		5.83:1	6.67:1	5.83:1	5.83:1
差速器		对称式四个圆锥行星齿轮	同左	同左	同左
半轴		全浮式	同左	同左	同左
前轴		左右端锻件与钢管焊接	无缝钢管两端套式	左右端锻件与钢管焊接	左右端锻件与钢管焊接
前轮定位					
主销内倾		7° 30'	6°	7° 30'	7° 30'
主销后倾		1° 30'	2° 30'	1° 30'	1° 30'
前轮外倾		1°	1°	1°	1°
前束(mm)		3~5	1.5~3	1.5~3	1.5~3
轮胎型号		6.50—16	同左	同左	同左
充气压力(MPa)					
前轮		(8 层)0.44	0.31	0.31	(8 层尼纶丝)
后轮		(10 层)0.52			0.41
转向器		球面蜗杆滚轮式	循环球式	循环球式	循环滚珠齿条齿扇式
脚制动器		液压操纵蹄式后轮制动	同左	同左	同左
手制动器		中央制动,双蹄内张增力式	机械圆盘式	机械圆盘式	中央制动,双蹄凸轮内张式
电器:发电机:型号		JFOIC	F29B	F29B	F29B
电压(V)		12	12	12	12
功率(W)		180	150	150	150
起动机:型号		QD—12	QD95	QD95	QD95
电压(V)		12	12	12	12
功率(W)		1.47	1.47	1.47	1.47
调节器:型号		FT111 或 FT70	FT81D— B/12—ZN/1	FT81D— B/12—ZN/1	FT61—F
电压(V)		14	12	12	12
蓄电池:型号		6—Q—135	6—Q—140	6—Q—140	
电压(V)		12	12	12	
喇叭		DL—38—12	DL41DS	DL41DS	

11·1·3 耕整机械、农田建设机械

①水田耕整机技术性能

表 11—14

水田耕整机技术性能

规格		机型	1LBP—4.5 型	1LB—3 型	湘益—3T 型	金铎—3 型	
额定功率可配柴油机型号			175F、165F	165F	170F、165F	170F、165F	
外形尺寸(cm) (长×宽×高)			237×150×123	240×186.5×130	218×193×124	214×197×125	
机重(kg) (含犁、不含动力)			116	115	125	130	
驱 动 轮			独轮	独轮	独轮	独轮	
驱动轮直径(cm)			72	73	70	72	
离合器型式			推移发动机松 紧传动带式	推移发动机松 紧传动带式	锥形常压式 摩擦离合器	推移发动机松 紧传动带式	
最小转弯半径(m)			1.98	1.86	1.8	2.08	
配用三角皮带轮型号			B 型 1250 一根	B 型	B 型 1250 一根	B 型 1300 一根	
工作速度 (km/h)	快速慢速		5.37 3.89	4.90 3.78	5.47 3.89	5.78 4.23	
		犁	铧数	1	1	1	1
配套农具	犁	犁型	铧式犁	铧式犁	铧式犁	机引畜力犁	
		耙型	1B—140 型 滚耙(双节)	①老式钉齿耙 ②单节蒲滚	1500 型星齿耙 (双节)	1BS—11b 型 耙滚(双节)	
	耙	耙幅	1.4 米	①1.2 米 ②1.0 米	1.5 米	1.64 米	
		平田器	型号	1P—250 型	无	无	无
	生产率 (亩/h)	犁田		2—2.5	1—1.5	1.2—1.5	1.8—2.4
		耙田		4—6	2—3	3—5	5—7
平田			7—8	—	—	—	
柴油消耗 (kg/亩)	犁田		0.3~0.4	0.4~0.5	0.4~0.5	0.3~0.4	
	耙田		0.2	0.2	0.1~0.2	0.15~0.2	
	平田		0.12~0.15	—	—	—	
犁耕工作阻力(N)			598	711.5	1221	613.5	
犁耕比阻(kg/cm)			0.130	0.180	0.194	0.340	

注:上表数据属生产厂提供,实际应用上中均可与 165F、170F、175F 等三种机型配套。

②水田犁技术性能表 11—15

东方红系列悬挂水田犁主要技术规格

项 目 \ 型 号	1LX 三铧犁 滚 20 窜 20 滚 25	1LX 四铧犁 滚 20 窜 20 滚 25	1LX 五铧犁 滚 20 窜 20 滚 25	1LX 六铧犁 滚 20 窜 20
犁体数	3 3 3	4 4 4	5 5 5	6 6
单铧耕幅(cm)	20 20 25	20 20 25	20 20 25	20 20
总耕幅(cm)	56 56 69 64 64 81	74 74 91 86 86 109	92 92 113 108 108 125	110 110 125 125
重耕量(cm)±	2 2 2	3 3 2	2 2 2	2 2
耕深(cm)	18 18 20	18 18 20	18 18 20	18 18
铲尖纵向距离(mm)	400 400 500	400 400 500	400 400 500	400 400
铲尖横向距离(mm)	200 200 250	200 200 250	200 200 250	200 200
主梁底面至犁体支持面 距离(mm)	485	485	485	485
主梁断面(mm)(宽×高 ×厚)	60×80×4	60×80×4	60×80×4	60×80×4
主梁斜度(度)	26° 34'	26° 34'	26° 34'	26° 34'
总重(kg)	95 90 110	120 115 140	150 145 170	180 175
外形尺寸	1450×872×1010	1815×1100×1130	2268×1278×1147	2556×1445×1137
(mm) (长×宽×高)	1450×794×1016 1770×1020×1130	1815×1020×1130 2450×1323×1147	2268×1200×1147 2704×1465×1137	2704×1465×1137
配套动力(kw)	14.7 14.7 22.1	22.1 22.1 29.4	29.4 29.4 33.1	33.1 36.8
备 注	同用一个犁架	同用一个犁架	同用一个犁架	同用一个犁架

表 11—16

衡阳水田犁、宁波 LX 系列悬挂水田犁主要技术规格

项 目 \ 型 号	1LX-3-32 (宁 波)	LX-4-25 (宁 波)	LX-5-25 (宁 波)	LXS-4-25 (衡 阳)	LXS-5-25 (衡 阳)
犁体数	3	4	5		
单铧耕幅(cm)	21	21+1	21+1	24	24
总耕幅(cm)	可调整 66-71	96	121	99	124
重耕量(cm)	1.5-4.0	4	4		
耕深(cm)	18	10-17	10-17	18	18
铲尖纵向距离(mm)	450-500	520	520		
铲尖横向距离(mm)	225-250	250	250	500	500
主梁底面至犁体支持面的 距离(mm)	500	513	513	510	510
主梁断面(mm) (宽×高×厚)	60×80×4	60×80×4	60×80×4	60×80×4	60×80×4
主梁斜度(度)	26° 30'	25° 30'	25° 30'	26° 34'	26° 34'
总重(kg)	110	240	300	180	250
单位耕宽重量 (kg/cm)		2.5	2.5		
外形尺寸(mm) (长×宽×高)	1780×850 ×1260	2310×1300 ×1500	2690×1460 ×1510	2690×1460 ×1510	
配套动力(kW)	14.7-22.1	25.7	25.7-33.1	20-22.1	>25.7

③水田耙技术性能
表 11-17

水田齿耙(系列)参数标准

水田耙型号	IBS-1.6	IBS-1.8	IBS-2.0	
动力级(kW)	14.7~18.4	18.4~22.1(14.7、20、22.1)	20~22.1	
工作幅宽(m)	1.6	1.8	2.0	
最大耙深(cm)	10-14			
工作部件组合形式	第一列	星形耙组	星形耙组	星形耙组
	第二列	星形耙组	实心直轧片轧滚	星形耙组
	第三列	轧滚	轧滚	轧滚
耙片外径(mm)	400			
曲率半径(mm)	R210(双心偏 60)			
耙片间距(mm)	130-150			
耙片总数(片)	前: 10 后: 12	前: 12 后: 14	前: 12 后: 14	12
耙组偏度(度)	前: 5°、10° 后: 5°	前: 5°、10° 后: 5°	前: 5°、10° 后: 5°	前: 5°、10° 后: 5°、10°
耙片材料	65Mn 或 Q215(渗碳淬火)厚 4mm			
安装孔				
轧滚	外形	轧滚	轧滚	实心直轧片轧滚
	外径	φ240	φ240	φ360
	轧片高度(mm)	70	70	120
	轧片数(圆周方向)	4段6片	6段6片	6段8片	6段7片 7段8片
轴 承	三列耙及二列耙的轧滚轴承均为整体式,内孔为 φ30 二列耙的耙组轴承对开式材料均为橡胶轴承			
型 式	三列耙采用框架式低耙架,二列耙采用梯形高耙架			
材 料	1. 矩形管 41×41×4 40×60×3.5 50×70×4 2. 圆管 φ40×4 φ54×4 φ68×4(单位:mm)			

续表 1

水田耙型号		IBS-2.2		IBS-2.5		IBS-3.0	
动力级(kW)		22.1~29.4		29.4~36.8		40~55.2	
工作幅宽(m)		2.2		2.5		3.0	
最大耙深(m)		10~14					
工作 部件 组合 形式	第一列	星形耙片	星形耙片	星形耙组	星形耙组	星形耙组	星形耙组
	第二列	星形耙片	空心直轧滚	星形耙组	星形耙组	星形耙组	空心轧滚
	第三列	轧滚	轧滚	轧滚	轧滚	轧滚	
耙片外径(mm)		400		φ400		φ450	
曲率半径(mm)		R210(双心偏 60)		R210(双心偏 60)		R255(双心偏 60)	
耙片间距(mm)		130~150					
耙 组	耙片总数(片)	前: 14 后: 16	16°	前: 16 后: 18	前: 20 后: 22	前: 20 后: 22	20
	耙组偏角(度)	前: 5° 后: 5°	5°、10°	前: 5°、10° 后: 5°	前: 5°、10° 后: 5°	前: 5°、10° 后: 5°	5°、10°
	耙片材料	65Mn 或 Q215(渗碳淬火)厚 4mm					
安装孔							
轧 滚	形式	轧滚	空心轧滚	实心直轧滚	空心轧滚	空心轧滚	空心轧滚
	外径 (mm)	φ240	φ340	φ360	φ340	φ340	φ360
	轧片高度(mm)	70					
	轧片数(片)	6 段 6 片	7 片	7 片	7 片	7 片	7 片
轴 承		三列耙及二列耙的轧滚轴承均为整体式,内孔为 φ30 二列耙耙组轴承为对开式,材料均为橡胶轴承					
型 式		三列耙采用框架式低耙架,二列耙采用梯形高耙架					
材 料		1. 矩形管 41×41×4 40×60×3.5 50×70×4 2. 圆形管 φ40×4 φ54×4 φ68×4(单位:mm)					

表 11—18

湖南水田星齿耙主要技术性能

外形尺寸(mm)		机 型	湘—3.0	湘—2.5	湘—2.2	湘—2.0
外型尺寸(mm)			1505× 3700× 980	1378× 2636× 1000	1355× 2340× 960	1345× 2040× 945
质量(kg)				279.5	248	
工 作 部 件	第 一 、 二 列	型式	星齿	星齿	星齿	星齿
		耙片数	10× 2	8× 2	7× 2	6× 2
		间距(mm)	150	150	150	150
		耙片直径(mm)	400	400	400	400
		球面深度(mm)	53	53	53	53
		球面曲率半径(mm)	210(双心)	210(双心)	210(双心)	210(双心)
	第 三 列	型式	直叶片蒲滚	直叶片蒲滚	直叶片蒲滚	直叶片蒲滚
		外径(mm)	340	340	340	340
		叶片数	3段7片	3段7片	3段7片	3段7片
		叶片宽度(mm)	70	70	70	70
悬 挂 点 位 置	上下悬挂点垂直距离(mm)		570	585	555	535
	上下悬挂点水平距离(mm)		100	65(第一孔) 95(第二孔)	80	80
	两下悬挂点水平距离(mm)		750	700	650	600
挺 进 角 调 节 机 构	型式		滑槽档销	滑槽档销	滑槽档销	滑槽档销
	范 围	第一列	8° ,30°	5° ,3°	5° ,3°	8° ,5°
		第二列	6° ,3°	5° ,2°	5° ,3°	5° ,3°
技 术 性 能	工作幅宽(m)		2.97	2.48	2.18	1.88
	工作阻力(N)		3920	3136	2744	2450
	耙深(cm)		9—12	9—12	9—12	9—12
	生产率(亩/h)		15—20	10—15	8—10	7—9
	耗油率(kg/亩)		0.4~0.5	0.4~0.6	0.45~0.6	0.5~0.7

注: 燃油消耗率及生产率是一种基本情况下的查定数据。实际工作中, 耗油率、生产率与田块大小及形状, 耕作区连片和调车路线及机手技术水平, 机车型号及技术状况有很大关系, 所以只供参考。

④旋耕机技术性能

表 11—19

中型拖拉机配套旋耕机

项 目 \ 型 号	1GN—200 悬挂旋耕机	1GN—175 悬挂旋耕机	1G—175 悬挂旋耕机	1G—150 悬挂旋耕机	1GL—150 悬挂旋耕机
用 途	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土
耕幅(m)	2	1.75	1.75	1.5	1.5
最大耕深(cm)					
水 耕	18	18	18	18	18
旱 耕	16	16	16	16	16
刀片型式	左、右弯刀	左、右弯刀	左、右弯刀	左、右弯刀	左、右弯刀
刀片数量(把)	58:左 29 右 29	50:左 25 右 25	52:左 26 右 26	46:左 23 右 23	46:左 23 右 23
刀轴转速(r/min)	200	200—291	198—275	198—275	198—275
动力输出轴转速 (r/min)	540	540—1000	540—1000	540—1000	540—1000
外形尺寸(长×宽×高) (mm)	1040×2256×1200	1040×2056×1152	1360×2045×1280	1360×1790×1280	1360×1790×1280
重量(kg)	394	358	380	352	335
生产率(亩/min)	6.5—7	5.5—6.6	6	4—5	4—5
配套拖拉机	铁牛—55 东方红—54/75	东风—50 铁牛—55	东风—50 铁牛—55	丰收—35 东方红—40	丰收—35 东方红—40

项 目 \ 型 号	1G—125 悬挂旋耕机	1GL—125 悬挂旋耕机	1G—100 悬挂旋耕机	1GL—100 悬挂旋耕机	1GZ—100 悬挂旋耕机
用 途	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土	水、旱地耕作、碎土
耕幅(m)	1.25	1.25	1	1	1
最大耕深(cm)					
水 耕	18	18	18	18	18
旱 耕	16	16	15	15	15
刀片型式	左、右弯刀	左、右弯刀	左、右弯刀	左、右弯刀	左、右弯刀
刀片数量(把)	36:左 18 右 18	36:左 18 右 18	28:左 14 右 14	28:左 14 右 14	28:左 14 右 14
刀轴转速(r/min)	198—275	198—275	222	222	222
动力输出轴转速 (r/min)	540—1000	540—1000	536	536	536
外形尺寸(长×宽×高) (mm)	1360×540×1280	1360×1790×1280	1012×1245×1026	1032×1238×1015	1334×1052×675
重量(kg)	330	300	196	155	240
生产率(亩/h)	3.5—4.5	3.5—4.5	2.5—5	2.5—5	2.5—5
配套拖拉机	东方红—28、东方 红—30、丰收—35	东方红—28、东方 红—30、丰收—35	东方红—20	东方红—20	东方红—20

表 11—20

手扶拖拉机配套旋耕机

型 号	动力 (kW)	连接 方式	刀 辊 传 动 型 号	工作 宽 幅 (cm)	耕 深 (cm)		刀 辊 转 速 (r / min)	刀 片 数 量 (把)	整 机 重 量 (kg)
					旱 耕	水 耕			
东风—12	8.8	直接	侧边链传动	60	8—12	8—16	188 / 256	18	120
工农—12	8.8	直接	侧边链传动	60	8—12	8—16	185 / 232	16	54
工农—10	8.8	直接	侧边链传动	70	8—12	8—16	184 / 279	16	73
峨帽—7	5	直接	侧边链传动	60	12—15	12—16	240 / 191	20	49.1
南泥湾—12B	8.8	直接	侧边链传动	90	8—12	8—16	188 / 256	26	115
金牛—12—IG900	8.8	直接	侧边链传动	90	8—14	8—16	186 / 295	19	125

⑤推土机技术性能

表 11—21

推土机技术性能

型 号	YT—2.2A	东方红—54 / 75	东方红—60	东方红—20
项 目	单缸液压推土铲	双缸液压推土铲	推 土 机	推 土 机
用 途	推 土	推 土	推 土	推 土
铲刀高度(mm)	140	780	788	500
铲刀宽度(mm)	2280	2280	2280	1400
提升高度(mm)	320	625	625	500
切土深度(cm)	15	29	29	23 铲刀
外形尺寸(长×宽×高) (mm)	2600×2280×810	4214×2280×2300	4214×2280×2300	520×1400(宽×高)
重量(kg)	760	1200	1200	280
生产率(m ³ /h)	35—40(运距 30m)	35—40(运距 30m)	55—70(运距 30m)	6—8(运距 10—15m)
配套拖拉机	东方红—54 / 75	东方红—54 / 75		东方红—20(履)

⑥平地机技术性能

表 11-22

平地机技术性能

项 目 \ 型 号	PDY-3 牵引液压平地机	SPX-1800 悬挂松土地平地机	SPX-2200 悬挂松土地平地机	SPX-2400 悬挂松土地平地机	1.8 悬挂松土地平地机
用 途	平整土地	推土、平地	推土、平地	推土、平地	推土、平地
铲刀高度(mm)	500	400	400	400	500
铲刀宽度(mm)	3000	1800	2200	2400	1800
提升高度(mm)	450				
切土深度(cm)	20	5-8	5-8	5-8	15
水平回转角	0-80°	0-340°	0-340°	0-340°	0-60°
侧向倾斜角	0-20°	± 25°	± 25°	± 25°	
外形尺寸:(长×宽×高)(mm)	6970×3000×2200	1280×1812×1250	1430×2212×1350	1580×2412×1400	1220×1820×1170
质 量(kg)	2000	208	242	258	
生产率(亩/h)	8-10				3-4
配套拖拉机	东方红-54/75	东方红-28	丰收-35	铁牛-55	丰收-27

⑦铲运机技术性能

表 11-23

铲运机技术性能

项 目 \ 型 号	C4-3A 牵引液压铲运机	1C-2.0 悬挂铲运机	1CX-1.8 悬挂铲运机	1CX-1.4 悬挂铲运机
用 途	起土、装土、运土、卸土	起土、装土、运土、卸土	起土、装土、运土、卸土	起土、装土、运土、卸土
工作幅宽(mm)	1900	2000	1800	1400
铲土深度(cm)	15	3-7	3-7	3-7
铲斗容量(m ³)	2.5	1.1	1.0	0.7
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)	5500×2440×2400	1420×2400×1350	1430×2240×1030	1354×1790×995
质 量(kg)	1979	610	500	400
生产率(m ³ /h)	22-28(运距 100m)	25(运距 100m)	20(运距 100m)	14(运距 100m)
配套拖拉机	东方红-54/75	东方红-54/75	铁牛-55	东方红-28

续表 1

型 号	1C-1.2	1CX-1.2	XC-1	1CX-1.1
项 目	悬挂铲运机	悬挂铲运机	悬挂平地铲运机	悬挂铲运机
用 途	起土、装土、运土、卸土	起土、装土、运土、卸土	铲运、平沟埂	起土、装土、运土、卸土
工作幅宽(mm)	1200	1170	2200	1080
铲土深度(cm)	3-4	3-5		3-5
铲斗容量(m ³)	0.55	0.61	1.0	0.56
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)	1354×1560×995	1300×1520×1015	2600×3200×1365	1300×1430×1010
质 量(kg)	307	325	1126	300
生产率(m ³ /h)	30(运距 100m)	11.5-23(运距 30-150m)	25(运距 50m)	10-20(运距 30-150m)
配套拖拉机	东方红-30	丰收-35	东方红-54/75	丰收-27

11.1.4 运输机械

表 11-24

农 用 拖 车

型 号	工农-11	7CB-1 型 工农-2 型 手扶拖车	东风-1 型 翻斗拖车	东方红-20 型 农用拖车	丰收-27 型 农用拖车
项 目	手扶拖拉机拖车	手扶拖车	翻斗拖车	农用拖车	农用拖车
额定载重量(t)	0.75	1	1	1.5	1.5
车厢尺寸 (长×宽×高)(mm)	1860×974×414	1935×1250×330	1800×1000×400	2300×1340×450	2600×1800×500
承载面高度(mm)		780			
轮胎规格	4.50-16	6.00-16	6.00-16	6.50-16	7.50-20
轮 数	2	2	2	2	2
轮 距(mm)	1160	1060	1260	1100	2000
轴承型号和数量		7506 2个 7508 2个			
制动器型式	蹄 式	蹄 式	蹄 式	机械制动	无
翻斗型式			机械、后卸		
最大倾翻角度(度)			40		
自 重(kg)	250	420	350	500	550
配套拖拉机	工农-11	工农-12	东风-12	东方红-20	丰收-27

续表 1

项 目 \ 型 号	7CBH-2 型 2 吨后卸 农用半挂车	7T-2 型 2 吨农用拖车	2.5 吨 拖 车	3 吨 双轴挂车	43-2 型 翻斗挂车
额定载重量(t)	2	2	2.5	3	3
车厢尺寸 (长×宽×高)(mm)	2810×1580×400	2820×1520×450	3000×1700×390	3946×1806×500	3916×1776×383
承载面高度(mm)	872	910		1178	1150
轮胎规格	7.50-16		6.50-16	7.50-20	7.50-20
轮 数	2	4	4	4	4
轮 距(mm)	1330	1300	1380	1500	1410
轴承型号和数量	7510 2 个 7511 2 个	7207 4 个 7209 4 个		7608 4 个 7611 4 个	7607 4 个 7610 4 个
制动器型式	自动增力式 φ310×64 液压制动	惯性机械蹄式	机械双蹄式装于 后轮	液压制动	鼓式、双蹄片 (装于后轮)
最大牵引速度(km/h)		25			20-30
翻斗型式	油压、后卸 与拖拉机的液压系统				油压式两侧翻斗
油泵型号	相连,油缸为 3TGB80				手动 130 型往复泵
最大倾翻角度(°)	52				37
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)	4025×1684×1972			5713×1976×1678	5465×1930×2150
自 重(kg)	750	880	1050	1430	1560
配套拖拉机	东方红-20	15-22kW 轮式拖拉机	15-22kW 轮式拖拉机	中型轮式拖拉机	中型轮式拖拉机

项 目 \ 型 号	64-2 型 农牧用 3.5 吨挂车	55-2 型 5 吨挂车	TC-5 型 农用挂车	5 吨 双轴挂车
额定载重量(t)	3.5	5	5	5
车厢尺寸 (长×宽×高)(mm)	3440×1965×500	3916×1816×500	4500×2250×500	4026×2010×520
承载面高度(m)	1130	1230	1240	1170
轮胎规格	7.50-20	9.00-20	7.50-20	7.50-20
轮 数	4	4	4	8
轮 距(mm)	1519	1550	1800	1630
轴承型号和数量	3984 4 个 462 级高速 4 个	7610 4 个 7613 4 个	3984 4 个 462 4 个	7611 4 个 7614 4 个
制动器型式	手刹机械式	惯性机械式	气刹、鼓式双蹄片	惯性液压制动
最大牵引速度(km/h)	20-25	20-30	20-30	
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)	5230×2050×1630	5600×1970×2370	6238×2280×2290	5715×2184×1690
自 重(kg)	1200	2000	2150	2000
配套拖拉机	中型轮式拖拉机	中型轮式拖拉机	高拖把带气泵的 轮式拖拉机	中型轮式拖拉机

11.1.5 水泵

①水泵的分类、性能参数及计算公式，常见的水泵种类如下，其性能参数及计算公式见表 11-25。

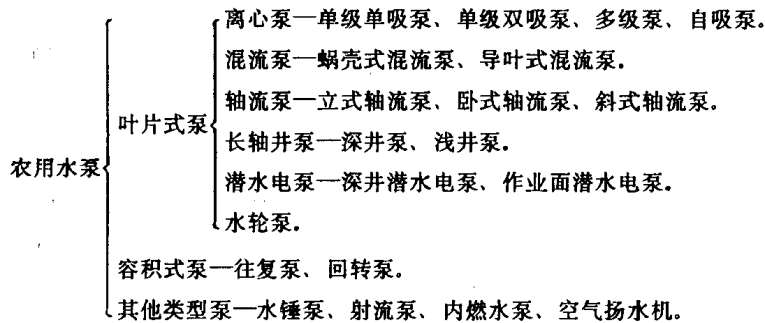


表 11-25 水泵性能参数及计算公式

参 数	单 位	计 算 公 式	备 注
流 量	L/s	Q	m ³ /s
扬 程	m	$H = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$	
功 率	有效功率	$N_{\text{效}} = \frac{\gamma Q H}{102}$	z ₁ : 真空表测点至泵轴线的距离, m z ₂ : 压力表零位至泵轴线的距离, m p ₁ 、p ₂ : 进、出口断面绝对压力值, Pa. γ—水的容重, kg/L v ₁ 、v ₂ : 进出口断面流速, m/s g: 重力加速度 m/s ² N _轴 : 即额定功率 N _{机损} : 机械损失功率 η: 65~85% H _s : 允许吸上真空高度 m
	轴功率	$N_{\text{轴}} = \frac{\gamma Q H}{102\eta}$	
	配套功率	N _配	
	水功率	$N_{\text{水}} = N_{\text{轴}} - N_{\text{机损}}$	
效 率	总效率	$\eta = \frac{N_{\text{效}}}{N_{\text{轴}}} \times 100\% = \eta_{\text{容}} \cdot \eta_{\text{水}} \cdot \eta_{\text{机}}$	
	水力损失	$\eta_{\text{水}} = \frac{H}{H_{\text{总}}} \times 100\%$	
	容积损失	$\eta_{\text{容}} = \frac{Q}{Q+q} = \frac{Q}{Q_{\text{总}}} \times 100\%$	
	机械损失	$\eta_{\text{机}} = \frac{N_{\text{水}}}{N_{\text{轴}}}$	
气 蚀 余 量	m	H _s	
转 速	r/h	n	

②常用水泵的技术参数

表 11-26

BA 型离心泵性能表

泵型号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
2BA-6	10	2.8	34.5	2900	1.87	4	JO ₂ 32-2	50.6	8.7	162	35
	20	5.56	30.8		2.62			64	7.2		
	30	8.3	24		3.07			63.5	5.7		
2BA-9	11	3.06	21	2900	1.12	2.2	JO ₂ 22-2	56	8	127	36
	20	5.56	18.5		1.48			68	6.8		
	25	6.94	16		1.65			66	6		
3BA-6	30	8.3	62	2900	9.93	17	JO ₂ 61-2	54.4	7.7	218	116
	45	12.5	57		11.0			63.5	6.7		
	60	16.7	50		12.3			66.3	5.6		
	70	19.5	44.5		13.3			64	4.7		
3BA-6A	30	8.3	45	2900	6.65	13	JO ₂ 52-2	55	7.5	192	116
	40	11.1	41.5		7.30			62	7.1		
	50	13.9	37.5		7.98			64	6.4		
	62	17.2	30		8.6			59	5.3		
3BA-9	30	8.3	35.5	2900	4.66	7.5	JO ₂ 42-2	62.5	7	168	50
	45	12.5	32.6		5.56			71.1	5		
	55	15.3	28.8		6.34			68.2	3		
3BA-9A	25	6.94	26.2	2900	2.81	5.5		63.7	7	145	50
	35	9.7	25		3.35			70.8	6.4		
	45	12.5	22.5		3.87			71.2	5		

续表 1

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
3BA-13	32.4	9	21.5	2900	2.5	4	JO ₂ 42-2	76	6.5	132	41
	45	12.5	18.8		2.88			80	5.5		
	52.2	14.5	15.6		2.96			75	5		
3BA-13A	29.5	8.2	17.4	2900	1.86	3	JO ₂ 32-2	75	6	120	41
	39.6	11	15		2.02			80	5		
	48.6	13.5	12.5		2.15			74	4.5		
3BA-13B	27.0	7.9	13.5	2900	1.57	2.2		63	5.5	110	41
	34.2	9.5	12		1.72			65	5		
	41.5	11.5	9.5		1.73			62	4		
4BA-6	65	18	98	2900	27.6	55	JO ₂ 91-2	63	7.1	272	138
	90	25	91		32.8			68	6.2		
	115	32	81		37.1			68.5	5.1		
	135	37.5	72.5		40.4			66	4		
4BA-6A	65	18	82	2900	22.9	40	JO ₂ 82-2	63.2	7.1	250	138
	85	23.6	76		26.1			67.5	6.4		
	105	29.2	69.5		29.1			68.5	5.5		
	125	34.7	61.6		31.8			66	4.6		
4BA-8	70	19.4	59	2900	17.5	30	JO ₂ 72-2	64.5	5	218	116
	90	25	54.2		19.3			69	4.5		
	109	30.4	47.8		20.6			69	3.6		
	120	33.4	43		21.4			66	3.5		

续表 2

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
4BA-8A	70	19.4	48	2900	13.6	22	JO ₂ 71-2	67	5	200	116
	90	25	43		15.6			69	4.5		
	109	30.4	36.8		16.8			65	3.8		
4BA-12	65	18	37.7	2900	9.25	17	JO ₂ 61-2	72	6.7	174	108
	90	25	34.6		10.8			78	5.8		
	120	33.3	28		12.3			74.5	5.3		
4BA-18	65	18	22.6	2900	5.32	10	JO ₂ 51-2	75	5	143	59
	90	25	20		6.28			78			
	110	30.6	17.1		6.93			74			
4BA-25	54	15	17.6	2900	3.69	5.5	JO ₂ 41-2	70	5	126	44
	79	22	14.8		4.10			78			
	99	27.5	10		4.02			67			
6BA-8	110	30.6	36.5	1450	15.6	30	JO ₂ 72-2	70	6.6	328	166
	140	38.8	35.9		18.3			75	6.3		
	170	47.2	32.5		19.7			76.5	5.9		
	200	55.6	29.2		21.4			74.5	5.2		
6BA-8A	110	30.6	30.5	1450	12.7	22	JO ₂ 71-2	72	6.6	300	166
	140	38.8	28.6		14.8			73	6.3		
	170	47.2	25.8		15.7			76	5.9		
	200	55.6	21.3		16.7			69.5	5.2		

续表 3

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
6BA-12	110	30.6	22.7	1450	8.96	17	JO ₂ 62-4	76	8.5	268	146
	160	44.5	20.1		10.8			81	7.9		
	200	55.6	17.1		11.8			79	7.0		
6BA-18	126	35	14.3	1450	6.3	7.5	JO ₂ 51-4	78	6.0	222	134
	162	45	12.5		6.56			84	5.5		
	187	52	9.6		6.62			74	5.0		
8BA-12	220	61.1	32	1450	24	40	JO ₂ 82-4	80	6.5	315	191
	280	77.8	29.1		26.9			82.5	5.6		
	340	94.5	25.4		29.4			80	4.7		
8BA-12A	200	55.6	26	1450	17.7	30	JO ₂ 72-4	79.9	6.7	290	191
	250	69.5	24		20.1			81.3	6.1		
	290	80.5	21.8		21.2			81	5.5		
8BA-18	220	61	20	1450	14.9	22	JO ₂ 71-4	80.3	6.2	268	180
	285	79.1	18		16.6			83.7	5.5		
	360	100	14		17.5			78.6	5		
8BA-25	216	60	14.5	1450	10.6	17	JO ₂ 62-4	80	5.5	229	143
	270	75	12.7		11.3			83	5.0		
	324	90	11		11.8			82	4.5		

表 11—27

湘农型系列（部份）水泵性能表

泵 型 号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功率 (kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
50-31	10	2.8	34.9	2950	1.81	4	53	7	156	24
	20	5.5	31.9		2.56		67	7.2		
	30	8.3	26.8		3.16		69	6.2		
80-33	28.8	8	37	2950	4.26	7.5	68	7.9	166	35
	46.8	13	33		5.61		75	7.5		
	57.6	16	30		6.18		76	7		
80-57	36	10	64	2950	9.4	17	67	7.8	207	50
	54	15	59		12		72.5	7.5		
	64.8	18	54		13.5		70.5	7		
80-16	23.4	6.5	18	2950	1.57	2.2	73	7.0	118	21
	32.4	9.0	16.6		1.84		80	6.5		
	46.8	13.0	12.5		2.09		76	6.0		
80-13Z	28.8	8	15.5	2950	1.74	2.2	70	7	118	38
	39.6	11	13.2		1.93		74	6.5		
	46.8	13.5	10.8		2.02		71	6		
100-12Z	54	15	13.7	2950	3.01	4	66.8	6.5	120	42
	74	20.5	12.3		3.27		75.6	6		
	93.5	26	9.2		3.55		70	5		
100-20	64.8	18	23.4	2950	5.31	7.5	76.4	7	140	38
	90	25	20.4		6.1		82	6.5		
	110	30.6	17.3		6.57		79.2	6		
100-36	72	20	40.2	2950	10.4	17	76	7.1	178	45
	99	27.5	36.4		12.3		80	6.8		
	115	32	32.5		12.95		79	6.2		

续表 1

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功率 (kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
100-60	75.6	21	68	2950	19.7	30	71.2	6.6	224	72
	111.5	31	64		24.2		80	6		
	137	38	58		27.2		79.5	5.5		
150-13	108	30	15.2	2400	6.03	7.36	74.2	6.5	150	54
	144	40	13.6		6.37		84	6		
	187	52	10		6.48		78.8	5		
150-20	137	38	22.7	2950	11.25	13	75	6.4	150	54
	180	50	20.5		12.04		83.5	6		
	223	62	15.9		12.06		80	5		
150-33	126	35	35.5	2900	16.46	22	74	6.6	182	58
	170	47.2	32.5		18.82		80	6		
	216	60	26.4		19.64		79	5.2		
150-33A	150	41.6	26	2900	13.2	7				53
200-11	198	55	12.5	1450	8.8	10	77	6	224	106
	270	75	11		9.5		85	5.5		
	333	92.5	8.5		9.5		81	5		
200-18	216	60	21	1450	16.3	22	76	6.5	265	140
	302	84	19		18.6		84	6		
	360	100	16.2		19.6		81	5.5		
200-29	223	62	33	2950	25.4	30	78			
	281	78	29		26.1		85			
	338	94	23		26.2		81			

表 11—28

Sh 型、S 型、SA 型中开式离心泵性能表

泵 型 号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
6Sh-6	126	35	84	2950	40	55	JO ₂ 91-2	72	5	251	150
	162	45	78		46.5			74			
	198	55	70		52.4			72			
6Sh-6A	111.6	31	67	2950	30	40	JO ₂ 82-2	68	5	223	150
	144	40	62		33.8			72			
	180	50	55		38.5			70			
6Sh-9	130	36.2	52	2950	25	40	JO ₂ 82-2	73.9	5	205	145
	170	47.2	47.6		27.6			79.8			
	220	61.2	35		31.3			67			
6Sh-9A	111.6	31	43.8	2950	18.5	30	JO ₂ 72-2	72	5	191	145
	144	40	40		20.9			75			
	180	50	35		24.5			70			
8Sh-6	180	50	100	2950	71	100	JO ₂ 93-2	69	4.5	282	309
	234	65	93.5		81.1			73.5			
	288	80	82.5		89.8			75			
8Sh-9	216	60	69	2950	55	75	JO ₂ 92-2	74	5.3	238	265
	288	80	62.5		61.6			79.5	4.5		
	351	97.5	50		67.8			70.5	3		
8Sh-9A	180	50	54.5	2950	41	55	JO ₂ 91-2	65	5.5	218	265
	270	75	46		48.3			70	5		
	324	90	37.5		51			65	3.8		

续表 1

泵型号	流量		扬程 (m)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型号				
8Sh-13	216	60	48	2950	35.7	55	JO ₂ 91-2	79	5	204	219
	288	80	41.3		39.5			82	3.6		
	342	95	35		42.3			77	1.8		
8Sh-13A	198	55	43	2950	30.5	40	JO ₂ 82-2	76	5.2	193	219
	270	75	36		33.1			80	4.2		
	310	86	31		34.4			76	3		
10Sh-6	360	100	71	1470	99.4	135	JS115-4 或 JR115-4	70	5.5	460	598
	486	135	65.1		112.6			76.5			
	612	170	56		126			74			
10Sh-6A	342	95	61	1470	83	115	JS114-4 或 JR114-4	70	6	430	598
	468	130	54		91.8			75			
	540	150	50		101			73			
10Sh-9	360	100	42.5	1470	55.5	75	JO ₂ 92-4	75	6	367	428
	486	135	38.5		62.9			81			
	612	170	32.5		67.7			80			
10Sh-9A	324	90	35.5	1470	42.3	55	JO ₂ 91-4	74	6	338	428
	468	130	30.5		48.6			80			
	576	160	25		50.9			77			
10Sh-13	360	100	27	1470	33.1	55	JO ₂ 91-4	80	6	296	420
	486	135	23.5		36.2			86			
	576	160	19		36.4			82			

续表 2

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
10Sh-13A	342	95	22.2	1470	25.8	40	JO ₂ 82-4	80	6	270	420
	414	115	20.3		27.6			83			
	482	134	17.4		28.6			80			
10Sh-19	360	100	17.5	1470	21.7	30	JO ₂ 72-4	79	6	244	405
	486	135	14		22.6			82			
	576	160	11		22.7			76			
10Sh-19A	320	89	13.7	1470	15.4	22	JO ₂ 71-4	78	6	224	405
	432	120	11		15.8			82			
	504	140	8.6		15.8			75			
12Sh-6	590	164	98	1470	213	300	JR136-4	74	5.4	540	847
	792	220	90		250		或	77.5	4.5		
	936	260	82		279		JS136-4	75	3.5		
12Sh-6A	576	160	86	1470	190	260	JR127-4	71	5.5	510	845
	756	210	78		217		或	74	4.7		
	918	255	70		246		JS127-4	71	3.6		
12Sh-6B	540	150	72	1470	151	230	JR127-4	70	5.6	475	845
	720	200	67		180		或	73	4.9		
	900	250	57		200		JS127-4	70	3.8		
12Sh-9	576	160	65	1470	127.5	190	JR126-4	80	4.5	435	809
	792	220	58		150		或	83.5			
	972	270	50		167.5		JS126-4	79			

续表 3

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
12Sh-9A	529	147	55	1470	99.2	155	JR116-4	80	4.5	402	809
	720	200	49		或		83				
	893	248	42		JS116-4		78				
12Sh-9B	504	140	47.2	1470	82.5	135	JR115-4	79	4.5	378	809
	684	190	43		或		82				
	835	232	37		JS115-4		78				
12Sh-13	612	170	36.4	1470	75.8	100	JO ₂ 93-4	80	4.5	352	709
	792	220	32.2		83.5						
	900	250	29.5		82.2						
12Sh-13A	551	153	30	1470	56.7	75	JO ₂ 92-4	79.3	4.5	322	709
	720	200	26		82.5						
	810	225	24		80.5						
12Sh-19	612	170	23	1470	47.9	55	JO ₂ 91-4	80	4.5	290	660
	792	220	19.4		51			82			
	935	260	14		47.6			75			
12Sh-19A	504	140	20	1470	34.8	40	JO ₂ 82-4	79	4.5	265	660
	720	200	16		38.3			82			
	900	250	11.5		37.6			75			
12Sh-28	612	170	14.5	1470	30.2	40	JO ₂ 82-4	80	4.5	248	660
	792	220	12		32			81			
	900	250	10		33.1			74			

续表 4

泵型号	流量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	轴功率 (kW)	配用电动机		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)				功率 (kW)	型 号				
12Sh-28A	522	145	11.8	1470	23.3	30	JO ₂ 72-4	72	4.5	225	660
	684	190	10		24.3			77			
	792	220	8.7		25.4			74			
14Sh-6	850	236	140	1470	462	680	JRQ1410-4	70	3.5	655	1580
	1250	347	125		545		或	78			
	1660	461	100		623		JRQ158-4	72.5			
14Sh-19	972	270	32	1470	99.7	125	JR116-4	85	3.5	350	878
	1260	350	26		102		或	88			
	1440	400	22		105		JS116-4	82			
14Sh-19A	864	240	26	1470	76.5	100	JO ₂ 93-4	80	3.5	326	878
	1116	310	21.5		77			85			
	1296	360	16.5		80			73			
14Sh-28	972	270	20	1470	66.2	75	JO ₂ 92-4	80	3.5	290	760
	1260	350	16.2		68.5			81			
	1440	400	13.4		71			74			
14Sh-28A	864	240	16	1490	50.8	55	JO ₂ 91-4	74	3.5	265	760
	1044	290	13.4		48.8			78			
	1260	350	10		49			70			

续表 5

泵型号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
150S-50	144	40.00	56	2950	28.0	40	80	6.5	205	110
	187	51.94	51		32.0		84	6.0		
	216	60.00	47		35.0		81	5.5		
150S-50A	108	30.00	46	2950	18.5	30	76.5	7.0	185	110
	144	40.00	44		22.0		81.0	6.5		
	180	50.00	38		24.5		79.5	6.0		
150S-50B	108	30.00	38	2950	16.0	22	72.5	7.0	170	110
	144	40.00	35		18.5		78.0	6.5		
	180	50.00	28		20.0		74.0	6.0		
150S-97	150	41.67	102	2950	54.0	75	78.0	6.8	270	150
	180	50.00	97		59.5		80.0	6.4		
150S-97A	128	35.56	91.0	2950	43.40	75	72	7.0	255	150
	150	41.67	88.0		47.70		76	6.8		
	180	50.00	83.0		51.50		79	6.4		
150S-97B	90	25.00	22.5	1450	7.45	13	74	7.2	270	150
	108	30.00	20.0		8.30		71	7.0		
	216	60.00	69.0				75	7.0		

续表 6

泵型号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
200S-63	280	77.78	63.0	2950	61.00	75	81	6.0	235	235
	351	97.50	52.0		67.00	76	5.0			
200S-63A	198	55.00	57.0	2950	43.00	55	73	7.2	217	235
	258	71.94	52.0		47.00		79	6.3		
	324	90.00	41.0		51.00		72	5.3		
200S-63B	180	50.00	48	2950	33.0	55	72	7.3	200	235
	238	66.11	44		37.0		78	6.5		
	280	77.78	38		40.0		75	6.0		
200S-95	280	77.78	95	2950	91.0	125	80	5.4	272	215
200S-95A	262	72.78	83	2950	76.1	100	78		255	215
200S-95B	247	68.61	73	2950	64.5	75	76		240	

续表 7

泵型号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
10SA-6	720	200	89	1450	215.5	260	81	1.4	530	600
	540	150	94		177.2		78	4.0		
10SA-6A	720	200	76	1450	186.3	220	80	1.4	500	600
	540	150	84		154.5		80	4.0		
10SA-6B	720	200	67	1450	164.3	180	80	1.4	470	600
	540	150	74		137.8		79	4.0		
10SA-6C	600	166.67	35	960	72.5	95	79	3.8	530	600
	500	138.89	39		65.6		81	5.5		
10SA-6D	500	138.89	33	960	56.2	75	80	5.5	500	600
	400	111.11	36		49.7		79	6.5		
10SA-6E	500	138.89	28	960	48.3	55	79	5.5	470	600
	400	111.11	32		44.1		79	6.5		
14SA-10	1260	350.00	64	1450	250.0	300	88	3.6	466	1210
	1080	300.00	68		230.0		87	4.8		
	900	250.00	70		206.5		83	5.0		
14SA-10A	1260	350.00	54	1450	213.0	260	87	3.6	440	1210
	1080	300.00	58		196.0		87	4.8		
	900	250.00	60		175.0		84	5.0		

续表 8

泵型号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)	
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率					
14SA-10B	1260	350.00	44	1450	179.7	225	84	3.6	425	1210	
	1080	300.00	48		162.2		87	4.8			
	900	250.00	51		149.0		84	5.0			
14SA-10C	1000	277.78	24	960	77.0	95	85	5.0	466	1210	
	800	222.22	28		70.2		87	6.0			
	650	180.56	30		63.2		84	6.0			
14SA-10D	900	250.00	22	960	62.7	75	86	6.0	440	1210	
	720	200.00	25		56.4		87				6.0
	600	166.67	27		52.5		84				6.0
14SA-10E	900	250.00	18	960	53.2	75	83	6.0	425	1210	
	720	200.00	21		47.4		87				6.0
	600	166.67	23		44.3		85				6.0
16SA-9	1620	450.00	88	1450	457.0	500	85	2.5	535	1910	
	1260	350.00	96		412.0		80	4.3			
16SA-9A	1620	450.00	83	1450	421.0	500	87	2.5	510	1910	
	1260	350.00	86		360.0		82	4.3			
16SA-9B	1620	450.00	68	1450	349.0	440	86	2.5	480	1910	
	1260	350.00	76		318.0		82	4.3			
	1080	300.00	78		306.0		75	5.0			
16SA-9C	1260	350.00	38	960	153.5	185	85	5.0	535	1910	
	1080	300.00	41		143.6		84				5.0
	900	250.00	43		132.0		80				5.0

续表 9

泵型号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)		效率 (%)	允许吸上真空高度 (m)	叶轮直径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
16SA-9D	1260	350.00	32	960	132.4	155	83	5.0	510	1910
	1080	300.00	35		125.6		82			
	900	250.00	37		114.7		79			
16SA-9E	1080	300.00	30	960	102.5	115	86	5.0	480	1910
	900	250.00	32		95.0		83			
	800	222.22	33		89.0		80			
20SA-22	1980	550.00	20	960	127.0	155	85	5.0	466	1610
20SA-22A	1800	500.00	16	960	92.4	115	85	5.2	425	1610
20SA-22B	1450	402.78	14	730	66.6	95	83	6.0	466	
20SA-22C	1300	361.11	9.5	730	39.6	55	85	6.5	425	

表 11-29

单吸多级分段式离心泵性能表

泵 型 号	级数	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功率(kW)		效率 (%)	允许吸上真空高度 (m)	叶轮直径 (mm)	质量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
D80-30× 3	43	11.94	11.94	90	2950	15.1	17	70	6.5	162	135
D80-30× 4				120		20.1	22				150
D80-30× 5				150		25.8	30				165
D80-30× 6				180		30.1	40				175
D80-30× 7				210		35.2	55				190
D80-30× 8				240		40.2					205
D80-30× 9				270		45.3	220				
D80-30× 10				300		50.2	235				
125D25× 3	43	11.94	11.94	76.8	2950	21.3	30	70.5	6	156	260
				64.5		22.8	30	77.5			
				52.5		22.95	74	74			
125D25× 4	43	11.94	11.94	102.4	2950	28.4	40	70.5	6	156	290
				86		30.4		77.5			
				70		30.6		74			
125D25× 5	43	11.94	11.94	128	2950	35.5	55	70.5	6	156	350
				107.5		38		77.5			
				87		38.3		74			

续表 1

泵型号	级数	流量		扬程 (m)	转速 (r/min)	功率(kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
DA1-100型	2	36	10	38.8	2940	6.59	10	58	7		
		54	15	35.4		7.2		71.5			
		72	20	28.4		7.65		73.5			
	3	36	10	58.2		9.88	13	58			
		54	15	52.8		10.8		71.5			
		72	20	42.6		11.45		73.5			
	4	36	10	77.6		13.18	17	58			
		54	15	70.4		14.4		71.5			
		72	20	56.8		15.28		73.5			
	5	36	10	97		16.47	22	58			
		54	15	88		18		71.5			
		72	20	71		19.1		73.5			
	6	36	10	116.4		19.7	30	58			
		54	15	105.6		21.6		71.5			
		72	20	85.2		22.9		73.5			
	7	36	10	135.8		23.06	40	58			
		54	15	123.2		25.2		71.5			
		72	20	99.4		26.7		73.5			
	8	36	10	155.2		26.36	40	58			
		54	15	140.8		28.8		71.5			
		72	20	113.6		30.5		73.5			
	9	36	10	174.6		29.65	40	58			
		54	15	158.4		32.4		71.5			
		72	20	127.8		34.4		73.5			
	10	36	10	194		32.95	55	58			
		54	15	176		36		71.5			
		72	20	142		38.2		73.5			
	11	36	10	213.4		36.24	55	58			
		54	15	193.6		39.6		71.5			
		72	20	156.2		43.7		73.5			

续表 2

泵 型 号	级数	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功率(kW)		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	叶轮 直径 (mm)	质量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
DA1-125 型	2	90	25	46	2950	15.2	22	75	6.7		
		108	30	40		15.6		76	6.3		
		126	35	30		15.4		73	5		
	3	90	25	69		22.8	30	75	6.7		
		108	30	60		23.4		76	6.3		
		126	35	45		23.1		73	5		
	4	90	25	92		30.4	40	75	6.7		
		108	30	80		31.2		76	6.3		
		126	35	62		30.8		73	5		
	5	90	25	115		38	55	75	6.7		
		108	30	100		39		76	6.3		
		126	35	75		38.5		73	5		
	6	90	25	138		45.6	55	75	6.7		
		108	30	120		46.8		76	6.3		
		126	35	90		46.2		73	5		
	7	90	25	161		53.2	75	75	6.7		
		108	30	140		54.6		76	6.3		
		126	35	105		53.9		73	5		
	8	90	25	184		60.8	75	75	6.7		
		108	30	160		62.4		76	6.3		
		126	35	120		61.6		73	5		
	9	90	25	207		68.4	100	75	6.7		
		108	30	180		70.2		76	6.3		
		126	35	135		69.3		73	5		
	10	90	25	230		76	100	75	6.7		
		108	30	200		78		76	6.3		
		126	35	150		77		73	5		
	11	90	25	253		83.6	100	75	6.7		
		108	30	220		85.8		76	6.3		
		126	35	165		84.7		73	5		

表 11—30

混流泵(部分)性能表

泵 型 号	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功 率		效率 (%)	允许吸上 真空高度 (m)	进 出 水 口 直 径 (mm)	质量 (kg)
	(m ³ /h)	(L/s)			轴功率 (kW)	配套功率 (kW)				
6HB-30	156	43.4	5.45	1450	3.25	4.5	71	3.5	150	64
	132	36.6	6.6		3.1		76			
	100	27.8	7.9		3		71			
8HB-30	335	93.1	4.92	1250	6.2	7.5	73	3.5	200	122
	290	80.6	6.15		6.22		78			
	230	64.0	7.1		6.18		72			
10HB-30	490	136	5	980	8.54	10	78	3.5	250	165
	392	109	6.43		8.47		81			
	294	81.6	7.77		8.54		73			
12HBC-40	910	252.5	5	980	16.1	22	77	6	300	190
	780	216.5	6.9		17.48		84			
	680	189	8		18.33		81			
14HB-40	1100	306	6.75	980	24.8	30	81.5	5	360	330
	1000	278	8.1		26		85.5			
	900	250	9.4		26.5		85			
16HB-40	1325	368	5.5	730	24.8	30	80	5.5	400	550
	1150	320	7		25.8		85.5			
	935	260	8.5		26.4		82			
20HB-40	2180	606	5.3	580	39.2	55	80.4	5	500	1700
	1980	550	6.2		39		86			
	1690	469	7.6		42		83.4			
10HB-50	495	137.5	3.6	970	6.3	7.5	78	3	250	165
12HB-50	72	200	4.63	970	11.6	13	78.5	4	300	190
14HB-50	900	250	3.7	730	11.3	13	80	3.5	360	330
16HB-50	1150	320	4.36	730	17	22	80.5	3.7	400	550
20HB-50	1800	500	4.33	580	26.1	30	81.5	3.7	500	1700

表 11—31

轴流泵(部分)性能表

泵型号	叶片 安装 角度	流 量		扬程 (m)	转 速 (r / min)	功率(kW)		效率 (%)	叶轮直径 (mm)	配套电动 机型号	质量 (kg)
		(m ³ /h)	(L / s)			轴功率	配套功率				
14ZLB-70	+4°	900	250	7.24	1450	25.3	30	70.1	296	JO ₂ L ₃ 72 -4-30	396
		1062	295	5.43		20.5		76.5			
		1180	328	3.63		16.95		68.8			
	+2°	828	230	7.2		22.5	72.2				
		972	270	5.5		18.72	77.7				
		1087	302	3.68		15.3	71.2				
	0°	775	215	6.96		19.85	22	73.9			
		883	245	5.5		17		77.5			
		990	275	3.68		13.63		72.2			
	-2°	648	180	7.35		18.18	17	71.3			
		792	220	5.38		15.15		76.5			
		900	250	3.5		12.19		70.3			
-4°	588	155	7.32	15.82	17	70.3					
	702	195	5.38	13.64		75.5					
	803	223	3.57	11.21		69.6					
20ZLB-70	-4°	1020	282	5.32	730	20.8	28	68.2	450	JO ₂ L ₃ 30kW8极 立式电机	720
		1310	364	3.95		17.4		78.4			
		1530	426	2.45		12.9		77.2			
	-2°	1175	326	5.16		21.8	73				
		1500	416	3.62		18.2	78.8				
		1675	465	2.76		16.8	71.9				
	0°	1480	410	4.16		21.2	17	77.8			
		1610	447	3.56		18.9		80.1			
		1870	520	2.16		14.3		75.6			
	+2°	1710	475	3.95		22.2	17	80.4			
		1910	530	3.10		19.3		80.9			
		1990	552	2.63		17.2		80.4			

续表 1

泵型号	叶片 安装 角度	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功率(kW)		效率 (%)	叶轮直径 (mm)	配套电动 机型号	质量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
20ZLB-70	+4°	1640	454	4.44	980	26	55	75.4	450	JO ₂ L ₃ 91 -6-55 立式电机	720
		1960	545	3.52		22.2		82			
		2100	582	2.82		19.2		81.5			
	-4°	1370	380	9.44		50.4		70			
		1760	489	7.0		42.2		79.6			
		2060	571	4.35		31.1		78.5			
	-2°	1720	479	8.2		51.9		74.5			
		2010	559	6.43		44		80			
		2250	625	4.9		40.6		73.5			
	0°	2099	583	7.0		50.0		79.9			
		2160	600	6.3		45.5		81.2			
		2510	696	3.9		34.6		77			
	+2°	2340	650	6.6		52.2		81.5			
		2560	711	5.5		46.7		82			
		2660	741	4.67		41.6		81.5			
	+4°	2700	750	5.6		49.5		83			
		2858	794	4.4		43.4		79			
	28ZLB-70	-4°	2430	675		6.9		580				63.5	80	72	650	JSL 型立 式 80kW 10 极 380 V	1500
3125			869	5.12	54	80.9					
3640			1013	3.18	39.6	79.8					
-2°		2795	776	6.7	67	76.1					
		3570	993	4.7	56.4	81.3					
		4000	1110	3.58	51.8	75.2					
0°		3520	976	5.5	65.6	80.3					
		3830	1064	4.6	58.3	82.4					
		4440	1235	2.85	44.2	78.4					

续表 2

泵型号	叶片 安装 角度	流 量		扬程 (m)	转 速 (r/min)	功率(kW)		效率 (%)	叶轮直径 (mm)	配套电动 机型号	质量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	配套功率				
28ZLB-70	+2°	4100	1130	5.12	580	68.6	80	82.7	650	JSL 型立 式 80kW 10 极 380 V	1500
		4540	1260	4.02		60		83.1			
		4740	1316	3.41		53.4		82.7			
	+4°	4660	1296	4.55		69		84.1			
		5000	1389	3.65		59.6		83.6			
	-4°	3060	850	10.9		730		124				155	73.2
		3940	1094	8.11	106		81.7				
		4590	1270	5.04	78.2		80.7				
	-2°	3520	977	10.6	131.5		77.1				
		4500	1250	7.46	110.5		82.7				
		5040	1400	5.68	102		76.2				
	0°	4430	1230	8.72	129		81.2				
		4860	1350	7.3	115		83.1				
		5580	1550	4.53	868		79.4				
+2°	5110	1420	8.11	136	83.5						
	5710	1585	6.39	118	83.8						
	5960	1657	5.41	105	83.5						
+4°	5870	1630	7.25	137	84.8						
	6280	1744	5.8	108	84.3						
904 (14" 轴流)		1043	297	1.77	890	9.12	17	56		17kW 电 动机或 14.7kW 柴油机	650
		982	272	2.35		10.16		61			
		905	251	2.94		11.33		64			
		890	227	3.5		12.19		64			
		644	178	4.11		10.47		65			
10" 轴流		574		6	1240	11	13	61			275
8" 轴流		27.6		2.5	1450	2.05	3	72			110

表 11—32

水 轮 泵 性 能 表

型 号				AT10-6		
水 头 H (m)	流 量 Q (L/s)	转 速 n (r/min)	功 率 (kW)	出 水 量 q (L/s)	扬 程 h (m)	效 率 η (%)
0.5	14.8	1340	0.05	0.81	3	32.8
1	21	1900	0.13	1.15	6	32.8
1.5	25	2330	0.24	1.41	9	32.8
2	29.7	2690	0.37	1.63	12	32.8
2.5	33.3	3010	0.52	1.82	15	32.8
3	36.4	3290	0.67	1.99	18	32.8
3.5	39.3	3560	0.86	2.15	21	32.8
4	42	3800	1.05	2.3	24	32.8

泵 型 号				AT20-4			AT20-6		
水 头 H (m)	流 量 Q (L/s)	转 速 n (r/min)	功 率 (kW)	出 水 量 q (L/s)	扬 程 h (m)	效 率 η (%)	出 水 量 q (L/s)	扬 程 h (m)	效 率 η (%)
0.5	59.3	670	0.2	7.8	2	52.4	4.24	3	42.8
1	84	950	0.57	11	4	52.4	6.0	6	42.8
1.5	103	1164	1.03	13.5	6	52.4	7.35	9	42.8
2	108.8	1343	1.60	15.5	8	52.4	8.5	12	42.8
2.5	132.8	1500	2.25	17.4	10	52.4	9.5	15	42.8
3	145.7	1650	2.94	19	12	52.4	10.4	18	42.8
3.5	157.5	1780	3.72	20.6	14	52.4	11.2	21	42.8
4	168	1900	4.54	22	16	52.4	12	24	42.8

续表 1

泵 型 号				AT30-2.5			AT30-4			AT30-6		
水头 H (m)	流量 Q (L/s)	转速 n (r/min)	功率 (kW)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)
0.5	133.8	448	0.47	29.8	1.25	56	18	2	54.4	11.3	3	50.6
1	189	633	1.32	42.2	2.5	56	25.7	4	54.4	16	6	50.6
1.5	231.5	725	2.42	51.7	3.75	56	31.5	6	54.4	19.6	9	50.6
2	267.5	895	3.72	59.7	5	56	36.4	8	54.4	22.6	12	50.6
2.5	299	1000	5.21	66.8	6.25	56	40.7	10	54.4	25.3	15	50.6
3	327.5	1098	6.83	73	7.5	56	44.5	12	54.4	27.7	18	50.6
3.5	354	1186	8.61	79	8.75	56	48.1	14	54.4	30	21	50.6
4	378	1266	10.5	84.4	10	56	51.4	16	54.4	32	24	50.6

泵 型 号				AT40-4			AT40-6		
水头 H (m)	流量 Q (L/s)	转速 n (r/min)	功率 (kW)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)
0.5	238	336	0.87	33.2	2	55.7	20.9	3	52.8
1	336	475	2.44	47	4	55.7	29.6	6	52.8
1.5	412	482	4.49	57.6	6	55.7	36.4	9	52.8
2	475	672	6.9	66.5	8	55.7	41.9	12	52.8
2.5	532	752	9.57	74.3	10	55.7	46.8	15	52.8
3	582	823	12.5	81.3	12	55.7	51.4	18	52.8
3.5	630	890	16	88	14	55.7	55.5	21	52.8
4	672	950	20	94	16	55.7	59.2	24	52.8

续表 2

泵 型 号				AT60-4			AT60-6		
水头 H (m)	流量 Q (L/s)	转速 n (r/min)	功率 (kW)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)
0.5	535	224	2.0	77.8	2	58	48.7	3	54.7
1	756	317	5.6	110	4	58	69	6	54.7
1.5	927	388	10.3	134.8	6	58	84.5	9	54.7
2	1017	448	15.9	156.7	8	58	97.6	12	54.7
2.5	1196	502	22.23	174	10	58	109	15	54.7
3	1311	548	29	190.4	12	58	119.5	18	54.7
3.5	1416	593	36.8	206	14	58	129	21	54.7
4	1512	634	45	220	16	58	138	24	54.7

泵 型 号				BS80-8		
水头 H (m)	流量 Q (L/s)	转速 n (r/min)	功率 (kW)	出水量 q (L/s)	扬程 h (m)	效率 η (%)
1	1865	234	12.8	119	8	51.1
2	2640	331	36.3	168	16	51.1
3	3230	406	66.5	206	24	51.1
4	3730	468	102.5	238	32	51.1
5	4170	523	143.2	266	40	51.1

11.1.6 植保机械

表 11-33

手动喷雾器技术性能

项 目	型 号	长江-10型 背负式喷雾器	联合-14型 背负式喷雾器	工农-16型 背负式喷雾器	群英-17型 背负式喷雾器	552-丙型 压缩式喷雾器
药液箱容积(L)		10	14	16	17	7
压力泵型式		直立活塞式液泵	直立活塞式液泵	直立活塞式液泵	直立活塞式液泵	气泵
常用工作压力(kg/cm ²)		3-4	3-4	3-4	4-5	4(最大)
喷头体型式		切向离心单喷头	切向离心单喷头	切向离心单喷头	切向离心单喷头	切向离心单喷头
喷头片孔径(mm)		0.9、1.3、1.6	1、1.3、1.6	1.3	1	1.3、1.6
喷雾量(L/min)		0.53-0.63	0.5-1.0	0.69-0.81	0.6-1	
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)		520×390×550	330×190×430		350×200×450	190×190×528
质量(kg)		不大于5	不大于5	5	5	4.5

表 11-34

手摇喷粉器技术性能

项 目	型 号	丰收-5型 手摇喷粉器	联合-5型 手摇喷粉器	新丰-7型 手摇喷粉器	支农-8型 背负喷粉器	丰收-10型 背负喷粉器
粉箱有效容积(L)		5.5	5	7	8	10
手摇转数(r/min)		36	52	50	52	52
最大喷粉量(L/min)		0.25kg/min (以陶土粉为标准)	0.45	0.5	0.45	不小于0.45
喷粉头型式		勺匙型 有大、小两种		勺匙型	勺匙型	勺匙型
喷粉头数量(个)		1(大)2(小)	1	1	1	1
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)		1000×630×285	255×405×340	340×250×360	380×260×75	650×510×450
质量(kg)		5.25	5	5	不大于6	6

表 11—35

机动喷粉弥雾机技术性能

项 目		型 号	东方红-18AC 背负式机动 弥雾喷粉机	红旗-15 背负式机动 喷粉喷雾机	红旗-3-1型 背负式高射 喷粉弥雾机	3MF-3型 背负式植保 多用机	3WF-2 喷雾喷粉机	辽宁-1型 悬挂式弥雾 喷粉机
药箱容积(L)			11	15	14	13	11	350
风机转速(r/min)			5000	5000	6000	6000	6000	3000
水平射程 (m)	喷 粉		30	35	30	30-35	25	30
	弥 雾		10	12	15	12-13	14	15
垂直射程 (m)	喷 粉		16	18	18-20	17-20	15	
	弥 雾		7	11	10	9-10	9	
喷药量 (L/min)	喷 粉		0-4	0-4		0-4		0-16
	弥 雾		0-1.7	0-3		0-1kg/min		0-12
生产率 (亩/h)	喷 粉		10-30	喷水稻 20-25			10-35	200-250
	弥 雾		6-9	喷水稻 10-15			7-10	100
外形尺寸 (长×宽×高)(mm)			380×555×680	380×530×645	580×380×725	320×560×625	400×355×640	2060×1410 ×1800
质量(kg)			13.8	12	17.5	14	10	400
配套动力			1E40F 汽油机	1E40F 汽油机	1E50F-1 汽油机	1E50F-1 汽油机	1.61kW	东方红-28 拖拉机

表 11-36

机动喷雾机技术性能

项目	型号	山城-30型 机动喷雾机	工农-36型 机动喷雾机	工农-40型 机动喷雾机	3WL-1.6型 离心泵喷雾机	解放-18型 远程喷雾机	联合-20型 远程喷雾机	解放-22型 远程喷雾机
泵	型式 转速(r/min) 排量(L/min)	卧式三缸活塞泵 820 30	泵 36型三缸活塞泵 700-800 36-40	3×40 三缸活塞泵 40	离心式水泵	离心式水泵	单级、自吸、高压离心泵 4200	单级、自吸、高压离心泵 5000
喷头	型式 喷孔直径(mm) 工作压力(kg/cm ²) 喷雾量(L/min)	四头喷头 2支 6	切向离心式 1.3、1.6 10-15 2.2-4.8	2; 2.5 10-15 7.2	扇形、圆锥 5-5.5 30-35	窄缝喷头 4.7 16.5	四头喷头 2支 1.5	二头喷头、四头喷头 1.3 1.5-1.7
喷枪	型式 工作压力(kg/cm ²) 喷雾量(L/min) 最大射程(m)	枪-15型 2支 远程喷枪 1支 14.5 28 13 18	枪-22型可调式喷枪 15-25 8-18.5 15	15-25 40 18		圆孔喷嘴和窄缝喷嘴 组合 4.7 67 22	φ5.5孔喷枪 38 20	远程喷枪 55 22
	混药器型式 喷雾胶管: 内径(mm)×长(m)-根数		混药 4型射流式 8×30-2 13×20-1	内径: 8 根数: 2 13 1				
	传动皮带		A型 1016 三根或 A 型 1118 三根					
	生产率		用于水稻: 7-8 人 150-200 亩/天 用于棉花: 7-8 人 120-140 亩/天	水田: 4-5 人 10 亩 /小时				
	外形尺寸 (长×宽×高)(mm)	1020×330×530	配用 165 汽油机: 1420×490×490 配用 HD0301 汽油 机: 1420×490×510	1320×480×590	448×299×430	814×534×588	1425×500×595	715×550×605
	质量 (kg)	40	配 165 汽油机: 46 配 HD0301 汽油机: 52	42	小于 15	56	80	43
	配套动力	165F 汽油机或 HD0301 汽油机	165F 汽油机或 DH0301 汽油机	1101 汽油机	1E40F 汽油机	HD0301 汽油机	165F 柴油机	1E52F 汽油机

11.1.7 收获机械

表 11-37

中小型水稻联合收割机技术性能

型 号	配套动力	功率 (kW)	收割方式	机具型式	割台型式	割幅 (mm)	喂入量 (kg/s)	质量 (kg)	生产率 (亩/h)	前进速度 (km/h)	割台损失率 (%)	总损失率 (%)
4LB-120	S1100	11	半喂入	自走式	立式	1200	1	1400	2-3	6.6	0.95	<2.5
珠江-1.5	290	16	全喂入	自走式	卧式	1500	1.5	1500	2-3	1-10	<1	<2
4L-2.5B		37	全喂入	悬挂式	卧式	2200	2.5	1150	4.8	1.6-20	<1	<3
4L-1.0		18	全喂入	悬挂式	卧式	1650	1	800	2-5	1.6-21	<1	<3
4L-50	175F	3.31	擦穗	自走式	圆盘	500	0.3	198	0.8-1.2	1.4-1.8	1	<2
湘汉 4L-0.3	175F	4.4	擦穗		悬挂式	800	0.3	362	1.91	0.4	0.44	<1.26
4L-3.0	上海 50 拖拉机	37	全喂入	悬挂式	升降式	2200	3	970	3-8	2-6		<2
4L-050		7.5-13.5	全喂入	卧式	I	1300	0.4-0.6	1780	2-3	0.48		<2
上海-90	上海-50	37	全喂入	悬挂式		2200	2	1300	4	2.15	0.2	
4LGZ-135	1105	11.2	全喂入	背负式	液压升降	1350	0.5	1700	2-3	1.4	0.31	0.78
4L-160	神牛-25	18.38	全喂入	悬挂式	卧式	1660	1	800	3-5	1.6-3.4	<0.4	<3.5
4LD-150		13.2-18.4	全喂入	背负式	卧式	1500	1.5	620	3-4	1.59	<1	<2
4LB-1.2A	S1110	13.2	联合收割	半喂入	立式	1200	1.2	1350	2-2.5	1.8	0.25	<2.5
湖州-100E	S1100	11	半喂入	自走式	卧式	1000	0.8-1.1	1040	1.5-2	7.75	0.5	<3
4LB-0.9	东风-12	8.82	全喂入	组合式	立式	914	0.8	780	1.2	1.4-2.5	0.76	<2.5
丰收乐-5	R175	3.67	半喂入	悬挂式	立式	900	0.7-0.9	420	1-1.5	1.5-1.7		<3

11.1.8 加工机械

表 11—38

铁筋砂辊碾米机主要技术参数

型 号	配套动力 (kW)	生产率(kg/h)		出 米 率 (%)	碎 米 率 (%)
		稻 出 白	碾 糙 米		
6NJ-8.9	5.5	500	600	69-73	
6NJ-12	10.0	900	1000	>70	<30
6NJ-13.5	13.0	1300		70	17
4号双筛	7.5	750	850	>70	<30

表 11—39

分离式铁辊碾米机主要技术参数

型 号	配套动力(kW)	生产率 (kg/h)	出米率 (%)	碎米率 (%)
6NF-5	0.55	60	64-71	27-45
6NF-6.3	1.0	200-300	65-70	40-45
6NF-9	7.5	400-500	67-71	<42
6NF-13.2	10.0	900-1200	65-70	<42
6NF9-360	7.5	400-500	67-70	35-41
广西 6N-8.5	5.5	500-600	>69	<35
广西 6N-13	10.0	950-1050	>69	<35
广西 6N-9	7.5	700	>69	<50 (早籼) <35 (晚籼)
6NL-9.0	5.5	400	67	35

表 11—40

喷风碾米机主要技术参数

型 号	配套动力 (kW)	生 产 率 (kg/h)	出米率 (%)		碎 米 率 (%)
			籼 稻	粳 稻	
6NF-8.5P	7.5	400-600	66-69	68-71	30-42
6NF-6.5P	3.0	225-325	67-69	69-71	30-42
N50	5.5	400-600	> 70		
N120	10.0	1100-1200	> 70		

表 11—41

杂粮碾米机主要技术参数

型 号	配套动力 (kW)	高 粱		谷 子	
		生产率(kg/h)	出米率(%)	生产率(kg/h)	出米率(%)
6NSL-33 型立式砂 辊碾米机	7.5	350-400	83.2	400-500	77.5
X-330 型立式砂辊 碾米机	7.0	400	77.6	350	71.4
6NF-24 型磨粉碾 米两用机	7.5	450	78.0	400	75.2
6NS-33 型碾米机	7.5	350-400	86.2	400-450	75.0
6NSL-33 型立式砂 辊碾米机	7.5	440	88.8	236	65.0
D330-1 型多用碾 米机	7.0	300-350	76.6	200-300	69.0
D220-1 型多用碾 米机	3.0		98.5		72.0-81.0
D330 型多用碾米机	7.0		99.0		76.0-80.0
NL12-7 型碾米机	7.0	350-450	80.0	200-300	75.0
6NS-20 型立式砂 辊碾米机	2.8	300-350	73.0-78.0	160	77.0-80.0

表 11—42

碾磨组合米机主要技术参数

型 号	配套动力 (kW)	生产率 (kg/h)	出米率 (%)
N2J-10/8.5	10.0	700-1000	72-74
6NJ-10/8.9	7.5	700-800	
LNF-10/8.5	7.5	700-800	
SB-100	7.5	500-900	72-74

表 11—43

饲料粉碎机主要技术性能

机 型 名 称	9F-28 型锤片 式饲料粉碎机	湘农-32 型 饲料粉碎机	湘农-44 型 干饲料粉碎机
外形尺寸 (mm)	510× 480× 975	730× 570× 1075	880× 730× 1132
质量 (kg)	49	64	106
主轴转速 (r/min)	5100	4800	3400
转子工作直径 (mm)	280	320	438
筛片包角 (度)	360	360	126
锤片与筛片间隙 (mm)	10	12	10±1
筛孔直径 (mm)	1.2, 1.5	1.2, 2	1.2
配 套 动 力	165F 柴油机或 2.2kW 电动机	3-5.5kW 柴油机或电动机	7.5kW 电动机 或 190 柴油机
台时产量 (kg/h)	玉米	110-150	135-200
	二卡谷	65-80	75-125
	稻草	20-25	23-55
	红薯藤	31-44	38-60

表 11—44

磨粉、磨浆机主要技术性能

型 号	动力 (kW)	质量 (kg)	生产率 (kg/h)
6FZ-24A 磨粉机	7.5	126	小麦 180-200 玉米 310-350
6JSL-15 磨浆机	1.1	50	干豆 40-50
6FZ-12 磨粉机	0.75	26	小麦 25 玉米 45
6FN-24 碾米磨粉机	7.5	190	小麦 90 水稻 350-400

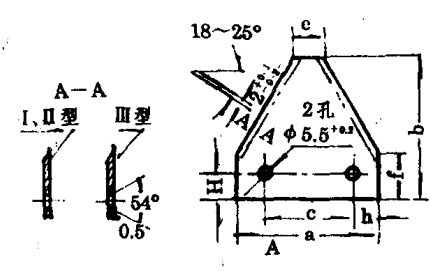
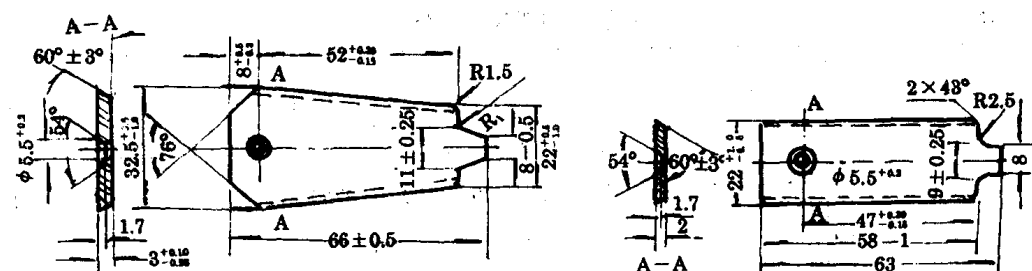
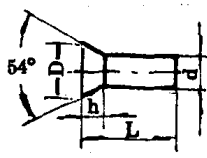
表 11—45

粮油机主要技术性能

型 号		6YL-68	6YL-95	200A-3	ZWY-100
外形尺寸 (mm)		1000×538×1050	1800×670×1320	2760×2547×3270	2300×1600×800
单机质量 (kg)		140	650	5000	438
棉 籽	日处理量 (kg)	1200-1400	2400-2800	10000	
	出油率 (%)	71.62	80.85	81.85	
菜 籽	日处理量 (kg)	70	4000-5000	15000	
	出油率 (%)	85.52	85.52	85	
大 豆	日处理量 (kg)	660-780	4000-4500	13000	
	出油率 (%)	61.28	73.36	74	
花 生 仁	日处理量 (kg)	660-720	3200-3400	11000	
	出油率 (%)	81.91	82	81.5	
总压力 (t)					100

11.2 农业机械工作零件技术性能及标准

表 11-46 动刀片、定刀片、刀杆 (NJ10-63) 及专用沉头铆钉(NJ8-63)(mm)

动刀片		动刀片型式	尺 寸																																		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>H</i>	<i>h</i>																												
I	76 _{-1.0}	80±0.5	51±0.15	16 ₋₃	25 ₋₃	15.5±0.5	12.5 ^{+0.1} _{-0.2}																														
II	76 _{-1.0}	75±0.5	51±0.15	16 ₋₃	21 ₋₃	9±0.5	12.5 ^{+0.3} _{-0.3}																														
III	101 _{-1.0}	70±0.5	70±0.15	16 ₋₂	22 ₋₃	11±0.5	15.5 _{-0.3}																														
<p>I 型——适用于割草机、畜力收割机及韧皮作物收割机 II 型——适用于机力收割机和谷物联合收获机 III 型——适用于牵引式谷物联合收获机 (在新设计的机器上不得采用)</p>																																					
定刀片			<p>I 型定刀片——适用于割草机、畜力收割机及韧皮作物收割机</p> <p>II 型定刀片——适用于机力收割机和谷物联合收获机</p>																																		
	刀杆型式	尺 寸																																			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>K</i>	<i>H</i>																																
I	5.5±0.15	20±0.25	51±0.15	25.2±0.15	10±0.5																																
II	6±0.15	25±0.25	70±0.15	31.6±0.15	12.5±0.5																																
<p>I 型——适用于割草机、收获机和谷物联合收获机 II 型——适用于牵引式谷物联合收获机, 在新设计的机器上不得采用 I 型刀杆</p>																																					
专用沉头铆钉			<table border="1"> <tr> <td><i>d</i></td> <td><i>D</i></td> <td><i>h</i></td> <td colspan="10"><i>L</i></td> </tr> <tr> <td>5^{+0.2}_{-0.1}</td> <td>7</td> <td>2±0.3</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>22</td> <td>24</td> <td>26</td> <td>28</td> <td>30</td> <td>32</td> </tr> </table> <p>铆钉应用 GB700-65 规定的 Q235 钢制造</p>							<i>d</i>	<i>D</i>	<i>h</i>	<i>L</i>										5 ^{+0.2} _{-0.1}	7	2±0.3	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
<i>d</i>	<i>D</i>	<i>h</i>	<i>L</i>																																		
5 ^{+0.2} _{-0.1}	7	2±0.3	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32																							

注: 标记示例: 动刀片 I 型 NJ10-63; 定刀片 I 型 NJ10-63; 刀杆 I 型 NJ10-63; 铆钉 5×L×54 NJ8-63.

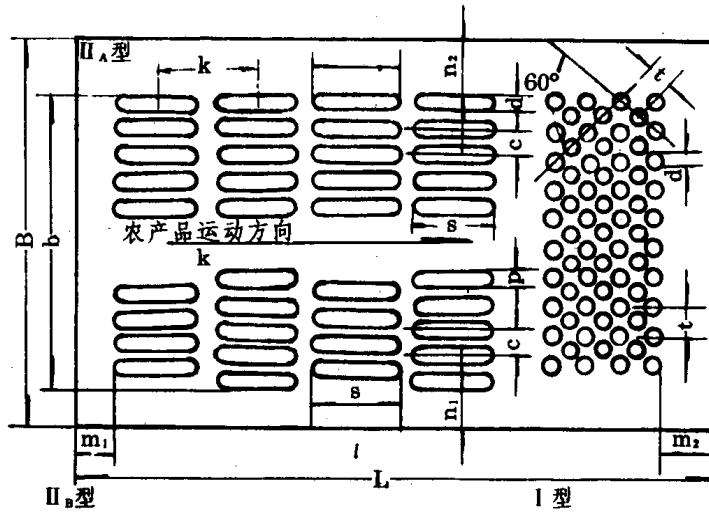


图 11-1

表 11-47

I 型 筛 片

筛片号	筛孔公称尺寸 d	筛孔公称尺寸平均值的极限偏差	筛孔公称尺寸的极限偏差 (不超过孔的 7%)	孔距平均值 t 从~到	筛片号	筛孔公称尺寸 d	筛孔公称尺寸平均值的极限偏差	筛孔公称尺寸的极限偏差 (不超过孔的 7%)	孔距平均值 t 从~到		
8	0.8	± 0.03	± 0.05	1.60~1.87	52.5	5.25	± 0.08	± 0.15	7.31~7.77		
9	0.9			1.75~2.04	55	5.5			7.61~8.07		
10	1.0			1.90~2.20	60	6.0	± 0.10	± 0.20	8.20~8.70		
11	1.1	± 0.035	± 0.06	2.04~2.36	65	6.5			8.79~9.31		
12	1.2			2.18~2.51	70	7.0			9.38~9.91		
13	1.3			± 0.07	± 0.07	2.33~2.67			75	7.5	9.96~10.52
14	1.4					2.46~2.82			80	8.0	10.54~11.11
15	1.5					2.60~2.97			85	8.5	11.12~11.70
16	1.6	± 0.08	± 0.08	2.74~3.12	90	9.0			± 0.15	± 0.30	11.70~12.30
17	1.7			2.87~3.26	95	9.5					12.27~12.89
18	1.8			3.01~3.41	100	10.0					12.85~13.48
19	1.9			3.14~3.55	105	10.5					13.42~14.06
20	2.0			3.27~3.70	110	11.0	13.99~14.65				
21	2.1			3.40~3.84	120	12.0	15.11~15.81				
22.5	2.25	± 0.05	± 0.10	3.60~3.90	130	13.0	± 0.15	± 0.30	16.24~16.97		
25	2.5			3.92~4.24	140	14.0			17.37~18.12		
26	2.6			4.06~4.40	150	15.0			18.49~19.26		
27.5	2.75			4.24~4.58	160	16.0			19.60~20.40		
30	3.0	± 0.07	± 0.15	4.56~4.91	180	18.0	± 0.20	± 0.40	21.82~22.67		
32.5	3.25			4.87~5.32	200	20.0			24.02~24.92		
35	3.5			5.18~5.56	220	22.0			26.22~27.16		
37.5	3.75			5.50~5.88	240	24.0			28.41~29.39		
40	4.0			5.80~6.20	260	26.0			30.59~31.61		
42.5	4.25	± 0.08	± 0.15	6.10~6.52	280	28.0	± 0.25	± 0.50	32.76~33.82		
45	4.5			6.41~6.84	300	30.0			34.93~36.03		
47.5	4.75			6.71~7.15	350	35.0			40.33~41.51		
50	5.0			7.01~7.46	400	40.0			45.69~46.95		

表 11-48

II_A 与 II_B 型 筛 片

(mm)

筛片号	筛孔公称尺寸 <i>d</i>	筛孔公称尺寸平均值的 极限偏差	筛孔公称尺寸 的极限偏差 (不超过孔的 7%)	筛 孔 长 度		孔 距 平 均 值	
				公称尺寸 <i>S</i>	极限偏差	横距 <i>C</i>	纵距 <i>K</i>
5	0.5	± 0.03	± 0.04	10	± 0.4	1.67~1.97	13~14
6	0.6					1.81~2.12	
7	0.7		1.94~2.26				
8	0.8		2.08~2.41				
9	0.9		2.21~2.55				
10	1.0						
11	1.1	± 0.035	± 0.06	20	± 0.6	2.35~2.70	24~25
12	1.2					2.48~2.84	
13	1.3		2.62~3.00				
14	1.4		2.75~3.13				
15	1.5		2.89~3.28				
16	1.6		3.02~3.42				
17	1.7	± 0.08				3.16~3.57	
18	1.8					3.29~3.72	
19	1.9					3.43~3.86	
20	2.0	± 0.05	± 0.10	25		3.56~4.00	29~30
22	2.2					3.70~4.15	
24	2.4					3.97~4.44	
26	2.6					4.24~4.73	
28	2.8					4.51~5.02	
						4.78~5.31	
30	3.0	± 0.07		30	± 0.8	5.05~5.60	34~35
32.5	3.25					5.39~5.96	
35	3.5					5.72~6.32	
37.5	3.75					6.06~6.69	
40	4.0	± 0.08	± 0.15	35		6.40~7.05	39~40
42.5	4.25					6.74~7.41	
45	4.5					7.07~7.77	
47.5	4.75					7.41~8.14	
50	5.0					7.75~8.50	
52.5	5.25					8.09~8.86	
55	5.5	± 0.10	± 0.20	40	± 1.0	8.43~9.22	45~46
57.5	5.75					8.76~9.59	
60	6.0					9.10~9.95	
65	6.5					9.77~10.67	
70	7.0	± 0.15	± 0.30	45		10.45~11.40	51~52
75	7.5					11.12~12.12	
80	8.0					11.80~12.85	
90	9.0					13.15~14.30	
100	10.0			50		14.50~15.75	57~58

注：每块筛片都必须注明筛片号，标注办法规定如下：I 型 20 号筛片其代号；筛片 I-20 NJ7-62；II_A 型 10 号筛片其代号；筛片 II_A-10 NJ7-62；II_B 型 10 号筛片其代号；筛片 II_B-10 NJ7-62。

表 11-49

筛 片 的 弯 曲

筛片面积 (m ²)	弯曲高度 (mm) 不大于	弯 曲 数 量
0.25 以下	3	不多于一处
从 0.25~0.5	4	不多于一处
从 0.5~1.0	6	不多于二处
1.0 以上	8	不多于二处

表 11-50

耙片的规格尺寸

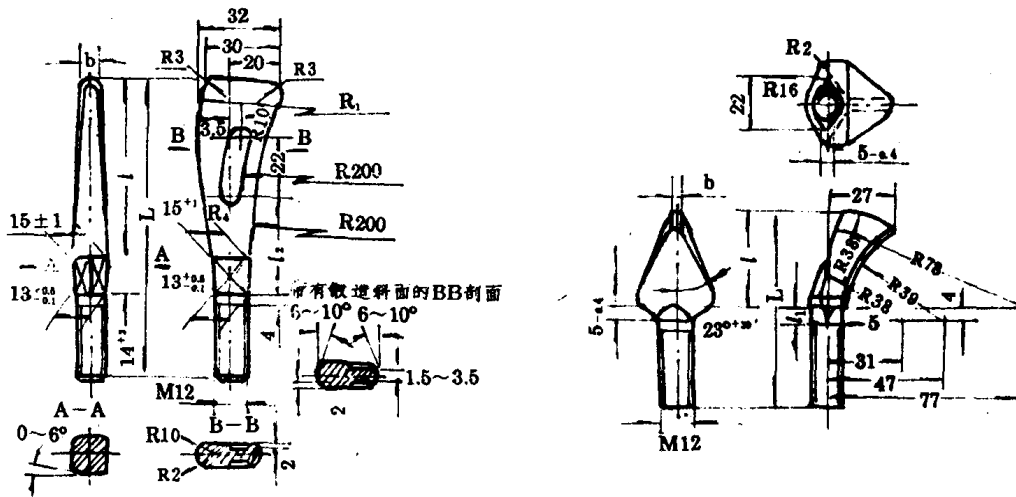
(mm)

尺寸名称	尺寸代号	I 型—平面圆盘				II 型—球面圆盘								
		双面磨刃				平底球面			球面				缺口	
		单面磨刃	300±2 2.5±0.23	400±2 (390±2) 4±0.5	550±3 8±0.5	800±4 8±0.5	350±2 (340±2) 2.5±0.23	450±3 (445±3) 4±0.5	400±3 (420±3) 4±0.5	350±2 (340±2) 2.5±0.23	400±3 (420±3) 4±0.5	500±3 (510±3) 4±0.5		600±4 (610±4) 5±0.5	650±4 (660±4) 6±0.5	800±4 (810±4) 7±0.5
圆盘直径	D	350±2	400±2 (390±2)	550±3	800±4	350±2 (340±2)	450±3 (445±3)	400±3 (420±3)	350±2 (340±2)	400±3 (420±3)	500±3 (510±3)	600±4 (610±4)	650±4 (660±4)	800±4 (810±4)
圆盘厚度	t	2.5±0.23	4±0.5	8±0.5	8±0.5	2.5±0.23	4±0.5	4±0.5	2.5±0.23	4±0.5	4±0.5	5±0.5	6±0.5	7±0.5
中心孔直径	d	60 ^{+0.74}	60 ^{+0.74}	101 ^{+0.87}	105 ^{+0.87}	60 ^{+0.74}	29±0.5	3±0.23	55 ^{+0.74}	3±0.23	29±0.5	110 ^{+0.87}	110 ^{+0.87}	110 ^{+0.87}
圆盘中心方孔边长	a	85±0.25	85±0.25	125±0.25	150±0.25	85±0.25	29±0.5	90±0.5	90±0.5	90±0.5	230±0.5	230±0.5	230±0.5	230±0.5
铆钉孔或螺孔形成圆的直径	d_1	70±0.25	85±0.25	125±0.25	150±0.25	85±0.25	29±0.5	90±0.5	90±0.5	90±0.5	230±0.5	230±0.5	230±0.5	230±0.5
铆钉孔或螺孔直径	n	4	4	4	6	4	29±0.5	3	3	3	6	6	6	6
沉头螺柱用的方孔边长	d_2	6.5	8.5	11 ^{+0.43}	15	6.5	29±0.5	11	11	11	11	11	11	11
铆钉孔或螺孔直径	a_1	60±0.2	60.1±0.2	88.1±0.2	75±0.2	60.1±0.2	29±0.5	77.9±0.2	77.9±0.2	77.9±0.2	115±0.2	115±0.2	115±0.2	162.6±0.2
平底球面圆盘	l	60±0.2	60.1±0.2	88.1±0.2	75±0.2	60.1±0.2	120	120	120	120	115±0.2	115±0.2	115±0.2	162.6±0.2
平底部分直径	d_3	60±0.2	60.1±0.2	88.1±0.2	75±0.2	60.1±0.2	120	120	120	120	115±0.2	115±0.2	115±0.2	162.6±0.2
球面圆盘的回曲率半径	R	600	600	520	600	600	520	520	520	520	600	580	580	730
球面圆盘的回曲率半径	h	28±1	28±1	47±1	48±2.5	28±1	47±1	47±1	31±1.5	44±1.5	61±1.5	92±2	109±2	130±2
圆盘刃口角	i	20°±2°	20°±2°	30°±2°	30°±2°	17°32'	15°11'	15°11'	14°55'	15°11'	16°15'	15°17'	15°19'	16°18'
平底球面及球面圆盘的圆心半角	$\frac{\alpha}{2}$	20°±2°	20°±2°	30°±2°	30°±2°	16°28'	23°49'	23°49'	19°05'	23°49'	25°09'	31°43'	34°41'	33°42'
圆盘刃口角	α	40°±4°	40°±4°	60°±4°	60°±4°	34°±2°	30°±2°	30°±2°	38°±2°	47°±2°	50°±2°	50°±2°	50°±2°	70°±4°
平底球面及球面圆盘的圆心半角	$\frac{\alpha}{2}$	20°±2°	20°±2°	30°±2°	30°±2°	16°28'	23°49'	23°49'	19°05'	23°49'	25°09'	31°43'	34°41'	33°42'
球面圆盘磨刃平面与其弦长的夹角	$\omega = \arcsin \frac{a}{2R}$	34°±2°	39°±2°	39°±2°	37°±2°	34°±2°	39°±2°	39°±2°	34°±2°	39°±2°	42°±2°	47°±2°	50°±2°	45°±2°

注: 1. 平底球面和球面圆盘角 α 和 $\frac{\alpha}{2}$, 为制造工具时所需要, 圆盘成品验收时, 此角不检查。
 2. 圆盘许可做成内磨刃的, 此时 $\omega=i$ 。
 3. 括号中尺寸在新设计中不推荐。

表 11-51

脱粒滚筒钉齿



I 型—刀型钉齿

II 型—楔型钉齿

(mm)

尺寸的名称	钉齿的类型				
	I 型			II 型	
	标准型	长尾型	短型	标准型	长尾型
钉齿长度 L	113^{+4}_{-2}	125^{+4}_{-2}	130^{+4}_{-2}	77 ± 1	117 ± 1
钉齿工作部分长度 l	69^{+1}_{-2}	69^{+1}_{-2}	59^{+1}_{-2}	37^{-1}	37^{-1}
正面曲率半径 R_1	170	170	127		
钉齿顶部厚度 b				8 ± 1	40 ± 1
尾部无螺纹部分长度 l_1	6.5^{+1}	6.5^{+1}	7.6^{+1}	$4^{+0.4}$	$4^{+0.4}$
钉齿方颈下部到凹穴弯曲处中心的距离 l_2	38	38	34		

技术条件:

- I 型钉齿应用45号钢制造, 进行淬火和回火, 淬火区的位置应符合图上规定
- I 型钉齿的硬度: 在第1点为HRC49~59; 在第2点为HRC46~59; 第3点为HBS166~303. 点1处钉齿横断面上淬火时应淬透, 在点2处的断面上正面带的淬火深度不得少于4mm
- I 型钉齿工作侧面及紧固部分的不对称性, 不应超过1mm. 其方形根应该正确
- II 型钉齿应当用Q275钢制造. 固定凸缘中心线对支承部分侧边的偏移不应超过0.5mm. 其支承面的弯曲度(向齿顶方向弯曲)不应超过1mm. 钉齿支承面对于钉齿尾部中线的垂直度偏差不应超过2°
- II 型钉齿固定凸缘中线对支承面后侧面的不平行度不应超过1mm
- 钉齿表面应光洁, 无疵疤、气孔、裂缝、分层和毛刺

钉齿热处理位置尺寸图

表 11—52

拖拉机驱动轮胎(包括联合收割机)

轮胎规格	基本参数			主要尺寸			
	层 级	标准轮胎	允许轮胎	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸	
				断面宽度	外直径 R-1 型花纹	断面宽度	外直径 R-1 型花纹
				(mm)			
普通断面斜交轮胎							
4.00-10	4	3.00D	2.50C	112	485	121	500
4.00-12					535		550
5.00-12		4.00E	3.50D	145	590	157	607
6.00-12	4 6	4.50E	5.00F	165	640	178	660
6.00-14					690		710
6.00-16					745		765
6.50-16	6	5.00F	4.50E, 5.50F	180	765	194	786
7.50-16		5.50F	5.00F, 6LB	205	810	221	834
7.50-20			5.00F, 6.00F		910		934
8.30-20	4 6	W7	W6	210	895	227	918
8.30-24					995		1018
8.3-26					1045		1068
9.50-20	4 6	W8	W7, W8H	240	950	259	976
9.50-24					1050		1076
9.50-32					1250		1276
11.2-20	4 6	W10	W9, W10H	285	1005	308	1035
11.2-24					1105		1135
11.2-28					1205		1235

续表 1

轮胎规格	基本参数			主要尺寸				
	层 级	标准轮辋	允许轮辋	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸		
				断面宽度	外直径 R-1 型花纹	断面宽度	外直径 R-1 型花纹	
				(mm)				
12.4-24	4 6 8	W11	W10, W10H	315	1160	340	1193	
12.4-26					1210		1243	
12.4-28					1260		1293	
12.4-32					W10		1360	1393
12.4-36					W10, DW11		1465	1498
12.5-38					W10, DW10, DW11		1515	1548
13.6-24		W12	W11, DW12	345	1210	373	1246	
13.6-28					W11		1310	1346
13.6-32					W11, DW11, DW12		1410	1446
13.6-36					W11		1515	1551
13.6-38	W11, DW11, DW12				1565		1601	
14.9-24	6 8 10				W13		378	1265	408	1304
14.9-26		W12, DW12	1315	1354				
14.9-28		W12	1365	1404				
14.9-30		W12, DW12	1415	1454				
14.9-38			1615	1654				
15.5-38	6, 8	W14L	DW14	395	1570	426	1606	

续表 2

轮胎规格	基本参数			主要尺寸			
	层 级	标准轮辋	允许轮辋	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸	
				断面宽度	外直径 R-1 型花纹	断面宽度	外直径 R-1 型花纹
				(mm)			
16.9-24	6 8 10	W15L	DW14, W14L	430	1335	464	1378
16.9-26					1385		1428
16.9-28					1435		1478
16.9-30					1485		1528
16.9-34					1585		1628
16.9-38					1685		1728
18.4-26	6 8 10 12	DW16	W15L	467	1450	504	1497
18.4-30		W16L	W15L, DW16		1550		1597
18.4-34					1655		1702
18.4-38					W15L		1755	1802
20.8-34	8 10	W18L	-	528	1735	570	1787
20.8-38					1835		1887
23.1-26	8 10 12	DW20	-	587	1605	634	1662
23.1-30					1705		1762
23.1-34					1810		1867
24.5-32	10, 12	DW21	DW20	622	1805	672	1864
低断面斜交轮胎							
28L-26	10 12 14	DW25	-	715	1615	772	1672

续表 3

轮胎规格	基本参数			主要尺寸			
	层 级	标准轮辋	允许轮辋	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸	
				断面宽度	外直径 R-1 型花纹	断面宽度	外直径 R-1 型花纹
				(mm)			
30.5L-32	10 12 16	DW27	-	775	1820	837	1880

普通断面子午线轮胎

8.3R24	4 6	W7	W6	210	985	227	1000
9.5R24		W8	W7, W8H	240	1040	259	1057
9.5R32					1245		1262
9.5R36					1345		1362
11.2R24		W10	W9, W10H	285	1095	308	1114
11.2R28					1200		1220
12.4R24	4 6 8	W11	W10, W10H	315	1145	340	1166
12.4R28					1250		1271
12.4R32					1350		1371
12.4R36					1450		1471
12.4R38					1500		1521
13.6R24		W12	DW12, W11	345	1190	373	1213
13.6R28					1295		1318
13.6R32					1340		1361
13.6R36					1500		1575
13.6R38					1550		1625

续表 4

轮胎规格	基本参数			主要尺寸			
	层 级	标准轮辋	允许轮辋	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸	
				断面宽度	外直径 R-1 型花纹	断面宽度	外直径 R-1 型花纹
				(mm)			
14.9R24	6 8 10	W13	*W12, DW12	378	1245	408	1270
14.9R26					1295		1320
14.9R28			W12		1350		1376
14.9R30			W12, DW12		1400		1426
15.5R38	6 8	W14L	DW14	395	1565	427	1589
16.9R24	6 8 10	W15L	W14L, DW14	430	1320	464	1348
16.9R26					1370		1398
16.9R28					1420		1448
16.9R30					1475		1503
16.9R34					1575		1603
16.9R38					1675		1703
18.4R26	6 8 10 12	DW16	W15L	467	1440	504	1471
18.4R30		W16L	W15L, DW16		1545		1576
18.4R34					1645		1676
18.4R38					W15L		1750	1781
20.8R34	8 10	W18L	-	525	1735	570	1770
20.8R38					1835		1870
低断面子午线轮胎							
30.5LR32	10 12 16	DW27	-	775	1820	837	1860

注: ①新胎断面宽度偏差±4%; 新胎外直径偏差±1%。

②轮胎最大使用尺寸为使用参考数据。

表 11—53

拖 拉 机 导 向 轮 胎

轮胎规格	基本参数			主要尺寸				
	层 级	标准轮辋	允许轮辋	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸		
				断面宽度	外直径 F-2型花纹	断面宽度	外直径 F-2型花纹	
				(mm)				
4.00-8	4	3.00D	2.50C	110	425	120	443	
4.00-12					535		554	
4.00-14					590		609	
4.00-15					610		629	
4.00-16					640		659	
4.00-19					720		739	
5.00-15		4J	4.00E、3.00D	140	665	152	688	
5.50-16	4 6	4.00E	4.50E	150	710	164	734	
6.00-16			4.50E、5.00F、5K	160	740	174	767	
6.50-16			4.50E	4.00E、5.00F、5K	175	760	191	788
7.00-20			5.00F	4.50E、5.50F	180	860	196	888
7.50-16	4 6 8	5.50F	5.00F、5K、6.00F、6LB	205	810	233	842	
7.50-18			-		860		892	
7.50-20			5.00F		910		942	

续表 1

轮胎规格	基本参数			主要尺寸			
	层 级	标准轮辋	允许轮辋	新胎充气后		轮胎最大使用尺寸	
				断面宽度	外直径 F-2型花纹	断面宽度	外直径 F-2型花纹
				(mm)			
9.00-16	6 8 10	6LB	6.00F	235	860	256	892
10.00-16		W8L	8LB、W8	275	910	300	934
11.00-16	6 8 10 12	W10L	10LB	315	970	343	1015

低断面斜交轮胎

7.5L-15	6 8	6LB	5KB、5K、 5 1/2J、5 1/2K	208	745	227	774
9.5L-15			-	240	780	261	812
11L-15	6 8 10	8LB	W8L	280	810	305	844
11L-16					838		873
14L-16.1	6 8 10	16.1× W11C	-	355	985	387	1031
16.5L-16.1	8	16.1× 14LB	16.1× W14C	420	1070	458	1123

表 11-54

农业机械常用风扇的技术参数

序号	风扇用途	压力级别	进气形式	壳体种类	D_2 (mm)	相当于 D_2 尺寸的百分数										叶片形状	叶片数 Z	α_1	α_2	转速 n (r/min)
						D_1	D_0	A	a	$D_{\%}$	S	B	b	c	d						$e$
1	8-18-1型(TH9-59) 高压离心通风机	高压	单面	螺线	400~1000	34	30	20	5		25	25	12						120	
2	4-62-1型(TH11-59) 中低压离心通风机	中低压	单面	螺线	300~1200	70	65	50	12.5		70	60	22.4						80	
3	6-46-1型(TH14-59) 中低压离心通风机	中压	单面	螺线	300~1200	70	70	50	12		60	60	40						60	
4	排尘离心式通风机	低压	单面	螺线	500	56	56	36	9		60	36	32	0			0	0	1440	
5	TF-1100 大型脱粒机 碎草颧糠输送装置风扇 清粮机清粮	低压	双面	螺线	300~800	70	70	20	5		33	125	120	15	0	15	0	0	300~800	
6	清粮机清粮	低压	双面	螺线	600	40	75	16	4		46.5	150	143	30	46	12.5	0	0	525	
7	清粮机清粮	低压	双面	圆筒	700	37	79				57.5	157	150	33	52	5.7	10	10	450	
8	TF-1100 大型脱粒机 第一清洁室清粮	低压	双面	圆筒	520	35	63				38.5	192	187	33	18	14.5	30	10	690	
9	GT-4.9 牵引联合收获机 第一清洁室清粮	低压	双面	圆筒	600	36	83				55	152	146	32.5	45	8.5	20	8	550	
10	中型自走联合收获机 清粮	低压	双面	圆筒	570	37	68				49	145	140	31.5	46	16	0	0	720	
11	东风自走联合收获机 清粮	低压	双面	圆筒	570	37	66				47.5	168	158	31.5	43	17.5	0	0	715	
12	小型直流联合收获机 清粮	低压	双面	圆筒	530	36	68				41.5	157	151	32	47	16	0	0	725	
13	大型牵引联合收获机 清粮	低压	双面	螺线	630	38	80	8.8	2.2		50	203	195	32	46	10	20	8	635	

注: 1. $\beta=90^\circ+\alpha$.

2. 8-18-1型高压离心通风机可用于谷粒气流输送装置, 一般采用叶轮直径 $D_2=500\sim 600\text{mm}$.

3. 4-46-1型排尘通风机适于输送含尘浓度大的空气, 其性能也适用于清粮机械吸送杂质和吹送茎秸、干草等物料的气流输送装置, 一般采用叶轮直径 $D_2=600\text{mm}$.

4. 4-62-1型中压离心通风机可用于茎秸、干草气流输送装置及清粮机械, 一般采用叶轮直径 $D_2=600\text{mm}$.

5. 序号5的农用型风扇当直径为 $300(n=800), 400(n=700), 500(n=600), 600(n=500), 700(n=400), 800(n=300)$ 时, 空气流量相应为 $600, 1200, 1600, 2400, 3800, 4000\text{m}^3/\text{h}$; $D_2=762\text{cm}$, 叶片数 $4; D_2$ 值系切角后叶轮端部内径.

6. 表中 n 栏 (r/min) 的 120, 80, 60 三值为叶轮最大圆周速度.

11.3 农机一般技术标准

11.3.1 农机具产品编号规则

① 产品牌号及名称

产品牌号主要供识别产品用。产品牌号可用地名、物名等其它有意义的名词或主参数共同组成，列于产品名称之前，但主参数应与产品型号中的主参数一致（见表 11-33）。名词和主参数之间应用一横线隔开。如：

工农—16 背负式喷雾器

(牌号) (主参数) (产品名称)

产品的名称应能表示出产品的功用或特点，一般由基本名称和附加名称组成。例如：“重型五铧犁”，其中“重型五铧”为附加名称，“犁”为基本名称。对于一种机具能完成二项以上作业的，可冠以“联合”字样，如“联合播种机”；具有多种用途的可冠以“通用”字样。

② 产品的型号

产品型号依次由类别代号、特征代号（见表 11-55）和主参数组成。特征代号与主参数之间用横线隔开，如“悬挂水田三铧犁”的型号为：ILS—320。

改进产品的型号在原型号后加注“A”，如“2B—16A”；再次改进可在 A 后加阿拉伯数字 2。变型产品在原型号后面加“B”，如“4LZ—3B”。

11.3.2 农林拖拉机型号编制规则

① 主题内容与适用范围

本标准规定了农林拖拉机型号的组成和编制方法，适用于农林拖拉机型号的编制。

② 型号的组成

A. 拖拉机型号一般由系列代号、功率代号、型式代号、功能代号和区别标志组成，其排列顺序如下：



B. 系列代号用不多于两个大写汉语拼音字母表示(后一个字母不得用 I 和 O)，用以区别不同系列或不同设计的机型。如无必要，系列代号可省略。

C. 功率代号用发动机标定功率值附近的圆整数表示，功率的计量单位为 kW。

D. 型式代号采用下列数字符号：

0 后轮驱动四轮式	5 自走底盘式
1 手扶式(单轴式)	6
2 履带式	7
3 三轮式或并置前轮式	8
4 四轮驱动式	9 船形

E. 功能代号采用下列字母符号：

(空白)一般农业用	P 坡地用
G 果园用	S 水田用
H 高地隙中耕用	T 运输用
J 集材用	Y 园艺用
L 营林用	Z 沼泽地用

F. 结构经重大改进后，可加注区别标志，区别标志用阿拉伯数字表示。

续表 1

机具类别和名称	代号字母	代表字	机具型号中的数字意义	计量单位	机具类别和名称	代号字母	代表字	机具型号中的数字意义	计量单位
(例) (1) 压缩喷雾器 (2) 手动背负式喷雾器	3WS 3WB	缩背	药箱容积 药箱容积	L L	马铃薯收获机 甜菜收获机(挖掘机)	4U 4T	薯甜	数 数	行 行
(3) 离心泵喷雾机 (4) 活塞泵喷雾机 (5) 柱塞泵喷雾机	3WL 3WH 3WZ	离活柱	射程 排放量 排放量	m L/min L/min	棉花收获机 (例) (1) 采棉机 (2) 拔棉柴机	4M 4MC	棉棉柴	数 数	行 行
喷粉机 (例) 手摇喷粉器	3F 3F	粉粉	药液容积 药液容积	L L	采茶机 花生收获机 牧草收获机	4C 4H 4A	茶花草		
弥雾机 (例) 弥雾喷粉机	3M 3MF	弥粉			谷物脱粒清选和烘干机械	5			
烟雾机(喷烟机)	3Y	烟	生产率	t/h	脱粒机 (例) (1) 脱粒机(纹杆式) (2) 脱粒机(钉齿式) (3) 脱粒机(弓齿式) (4) 玉米脱粒机 (5) 切脱机	5T 5T 5TD 5TG 5TY 5TQ	脱脱钉弓玉切选扬烘	脱粒部件工作长度 脱粒部件工作长度 脱粒部件工作长度 生产率 生产率 生产率 生产率 生产率	cm cm cm t/h t/h t/h t/h t/h
消毒机 收获机械 收割机 (例) (1) 谷物收割机 (2) 甘蔗收割机 (3) 亚麻收割机	3D 4 4G 4G 4GZ 4GM	毒割割蔗麻晒联联	工作幅宽 工作幅宽	m m	清选机 扬场机 烘干机 农副产品加工机械	5X 5Y 5H 6			
割晒机 谷物联合收获(割)机 (例) (1) 谷物联合收获机(全喂入式) (2) 谷物联合收获机(半喂入式)	4S 4L 4L 4LB	联联半	喂入量 割幅	kg/s m	碾米机 (例) (1) 铁辊碾米机 (2) 铁筋砂辊碾米机 (3) 螺旋铁辊碾米机 (4) 立式砂辊碾米机 砻谷机 (例) (1) 胶辊砻谷机 (2) 砂盘砻谷机 磨粉机	6N 6N 6NJ 6NL 6NS 6L 6L 6LS 6F	碾碾筋螺砂砻砻砂粉	铁辊筒直径 铁筋砂辊筒直径 螺旋碾筒直径 砂辊筒筒直径 磨辊长度 砂盘直径	cm cm cm cm cm cm cm
玉米收获机 (例) (1) 玉米收获机(立式摘穗) (2) 玉米收获机(卧式摘穗)	4Y 4Y 4YW	玉玉卧	行数 行数 行数	行 行 行					

续表 2

机具类别和名称	代号字母	代表字	机具型号中的数字意义	计量单位	机具类别和名称	代号字母	代表字	机具型号中的数字意义	计量单位
(例) (1)辊式磨粉机	6F	粉	磨辊直径-长度	cm	草绳机	6H	绳	草绳直径	mm
(2)锥式磨粉机	6FZ	锥	动磨头大端直径	cm	装卸运输机械	7			
(3)片式磨粉机	6FP	片	磨盘直径	cm	胶轮车	J	胶		
榨油机	6Y	油	柱塞直径	mm	(例) (1)手推胶轮车	7J	胶	最大载重量	kg
(例) (1)液压榨油机	6Y	油	榨螺外径	mm	(2)畜力胶轮车	JX	畜	最大载重量	kg
(2)螺旋榨油机	6YL	螺	滚筒数量	mm	挂车	7C	车	额定载重量	t
棉花加工机械	6M	棉			(例) (1)半挂式挂车	7CB	半	额定载重量	t
(例) (1)苘棉清理机	6MQ	清			(2)自卸式挂车				
(清花机)					后卸式-	7CH	后	额定载重量	t
(2)轧花机	6MY	轧	皮辊长度	cm	侧卸式-	7CC	侧	额定载重量	t
皮辊轧花机	6MY	轧	锯片数	片	三向卸式-	7CS	三	额定载重量	t
锯齿轧花机	6MYJ	锯	生产率	片/h	装载机	7Z	载	额定载重量	t
(3)清籽机(棉籽清理机)	6MZ	籽	锯片数	片	农业运输车	7Y	运		
(4)剥绒机	6MR	绒	生产率	kg/h	船用挂车	7G	挂	挂车额定马力	kW
(5)清绒机(短绒清理机)	6MD	短			排灌机械	8			
(6)不孕籽提净机	6MJ	净	生产率	kg/h	水车	8C	车		
(7)棉花打包机	6MB	包	总压力	t	(例) (1)钢管水车	8CG	钢	提水量	t/h
(8)弹花机	6MT	弹	刺辊长度	cm	(2)水轮车	8CL	轮	叶轮直径	cm
切片机	6P	片	刀盘直径	cm	打井机	8J	井	井深	m
切丝机	6Q	切	刀盘直径	cm	(例) (1)蜗锥打井机	8J	井	井深	m
磨碎机	6S	碎	磨轮直径	cm	(2)冲击式打井机	8JC	冲	井深	m
榨蔗机	6Z	蔗			降雨机	8Y	雨	水的消耗量	L/s
剥壳机	6B	剥	撮桶直径	cm	畜牧机械	9			
茶叶加工机械	6C	茶	总摊叶面积	m ²	割草机	9G	割	工作幅宽	m
(例) (1)茶叶揉捻机	6CR	揉	固定刀片直径	cm	搂草机	9L	搂	工作幅度	m
(2)茶叶烘干机	6CH	烘			集草机	9C	集		
(3)圆片切茶机	6CQ	切			垛草机	9D	垛		
					压捆机	9Y	压		
					铡草机	9C	铡	生产率	t/h

③型号的编制

系列代号的字母符号由工厂选定。

型式代号和功能代号各选一项填写。

如果必须选用其它数字作型式代号或其它字母作功能代号，应经行业标准归口部门批准。

示例：91：9kW 左右的手扶拖拉机；

110-1：11kW 左右的轮式拖拉机，第一次改进；

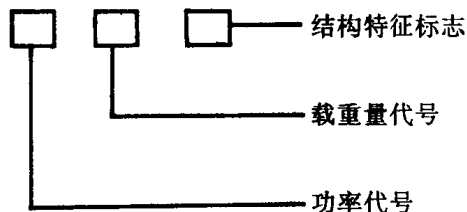
362J-2：36kW 左右的履带式集材拖拉机，第二次改进；

B104G：B 系列（或 B 机型）10kW 左右的四轮驱动果园用拖拉机。

11.3.3 农用运输车 型号编制规则 ZBT60003—87

①本标准适用于各种农用运输车，作为产品型号的统一规定。

农用运输车的型号由功率代号、载重量代号和结构特征标志三段组成：



②功率代号

用发动机标定功率瓦数附近的整数表示。

③载重量代号

用额定载重量百公斤数附近的整数表示；小于 950kg 的载重量代号前用“0”占据空位。

④结构特征标志

用 1~3 个大写拼音字母表示。字母的含意规定如下：

A——三轮车式；

D——单排座自卸式；

S——四轮驱动型；

W——双排座非自卸式；

Z——折腰转向式；

M——双排座非自卸式。

注：无特征标志的为单排座非自卸式。

⑤结构经重大改进后的新机型，在原型号后加罗马数字。凡无特征标志的，在罗马数字前加一短横线。

⑥型号示例

805A：功率约为 8kW、载重量约为 500kg 的三轮农用运输车。

910：功率约为 9kW、载重量约为 1,000kg 的单排座非自卸式农用运输车。

1530SZM：功率约 15kW、载重量约为 3,000kg 的四轮驱动折腰转向、双排座自卸式农用运输车。

1530-I：1530 的第一次改进型。

1530WII：1530W 的第二次改进型。

11.3.4 内燃机产品名称和型号编制规则 GB 725—82

本标准适用于往复式内燃机（以下简称内燃机），作为命名产品名称和型号的统一规定。特种用途内燃机可在本标准的基础上，另作补充规定，但必须经主管部门批准后实施。

①内燃机产品名称均按所采用的燃料命名，例如柴油机、汽油机、煤气机、沼气机。双（多种）燃料发动机等。

②内燃机型号由阿拉伯数码（以下简称数码）和汉语拼音字母（以下简称字母）或象形字*组成。

③内燃机型号依次分为四部分：

首部: 为产品系列符号和(或)换代标志符号, 由制造厂根据需要自选相应字母表示(非系列设计产品可不标示系列符号), 但需主管部或由部主管标准化机构核准。

中部: 由缸数符号、冲程符号、气缸排列形式符号和缸径符号组成。

用数码表示气缸数、气缸直径或行程。冲程和气缸排列形式符号按第4条规定。

必要时, 如同一缸径系列产品有两种行程, 可用缸径/行程表示, 以资区分。

产品经扩缸或同时又改变行程的, 若仍为同一系列产品, 缸径可用扩缸后的缸径表示, 但其系列符号不变。

后部: 结构特征和用途特征符号, 以字母表示, 其符号按本标准第4条规定。必要时, 其它结构及用途符号允许制造厂自选, 由主管部或由部主管标准化机构另行补充规定, 但不得与第4条规定的字母相重复。结构特征符号可重叠使用, 但应按第4条规定的字母次序, 顺次重叠表示。

尾部: 区分符号。同系列产品因改进等原因需要区分时, 按第2条规定, 由制造厂选用适当符号表示。

④型号的排列顺序及符号应符合附录A(补充件)的规定。

⑤内燃机的型号应简明, 除第3.2及3.3条规定的符号必须表示外, 首部及尾部可根据具体情况允许不表出。

⑥同一产品的型号应一致, 不得因转产等原因而随意更改。

型号编制示例:

柴油机:

165F——表示单缸、四冲程、缸径65mm、风冷。

R175——表示单缸、四冲程、缸径75mm、水冷、通用型(这里取R表示175的换代标志符号)。

R175ND——表示单缸、四冲程、缸径75mm、凝气冷却、发电用(R含义同上)。

X4105——表示四缸、四冲程、缸径105mm、水冷(这里取X表示系列代号)。

495T——表示四缸、四冲程、缸径95mm、水冷、拖拉机用。

12V135ZG——表示12缸、V型、四冲程、缸径135mm、水冷、增压、工程机械用。

6E135C——表示6缸、二冲程、缸径135mm、水冷、船用(或右机)。

12VE230ZC1——表示12缸、V型、二冲程、缸径230mm、水冷、增压、船用主机左机基本型。

6E430SD_Z2C1——表示6缸、二冲程、缸径430mm、水冷、十字头式、可倒转、增压、船用主机左机基本型。

G6300D_ZC——表示G系列、六缸、四冲程、缸径300mm、可倒转、船用(或右机)。

汽油机:

1E65F——表示单缸、二冲程、缸径65mm、风冷、通用型。

4100Q——表示四缸、四冲程、缸径100mm、水冷、车用。

附加说明:

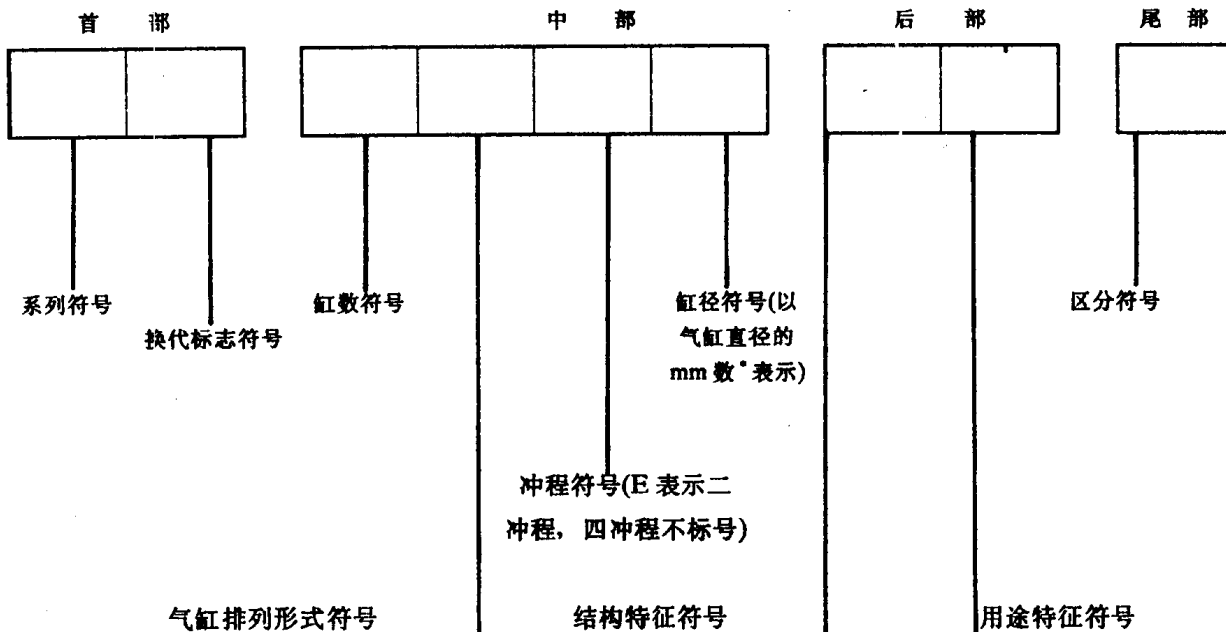
本标准由中华人民共和国机械工业部提出, 由上海内燃机研究所归口。

本标准由上海内燃机研究所、七院十一所共同负责起草。

本标准于1965年首次发布, 于1982年7月重审确认。

*可按GB 1883-80《往复式内燃机名词、术语》的规定。

附录 A
(补充件)



气缸排列形式符号

符号	含义
无符号	直列及单缸卧式
V	V形
P	平卧形

结构特征符号

符号	结构特征
无符号	水冷
F	风冷
N	凝气冷却
S	十字头式
D _Z	可倒转(直接换向)
Z	增压

用途特征符号

符号	用途
无符号	通用型
T	拖拉机
M	摩托车
G	工程机械
Q	车用
J	铁路机车
D	发电机组
C	船用主机、右机基本型
Cl	船用主机左机基本型

* 气缸直径的 mm 数取整数。

11.3.5 水泵型号编制规则

表 11—56

水 泵 型 号 编 制

水 泵 种 类			型 号 举 例	型 号 的 意 义	型 号 中 数 字 的 意 义	
离 心 泵	单级单吸	原型号	BX型	BX150-20A	BX: 湘农型单级单吸悬臂式离心泵	150——泵吸入口径为 150mm 20——泵扬程为 20m A——泵的叶轮直径已小过(若是 B、C 则表示车小得更多些)
		新型号	IS	IS80-65-160	IS: 单级单吸悬臂式离心泵	80——泵吸入口径为 80mm 65——泵出口直径为 65mm 160——叶轮公称直径为 160mm
				IQ100-125	IQ: 轻小型单级单吸悬臂式离心泵	100——泵吸入口径为 100mm 125——叶轮公称直径为 125mm
	单级双吸	原型号	Sh型	10Sh-19	Sh: 单级双吸卧式离心泵	10——泵吸入口径为 250mm 19——比转数为 190
		新型号	S型	150S50	S: 单级双吸卧式离心泵	150——泵吸入口径为 150mm 50——扬程为 50m
	混 流 泵	蜗壳式	HB型	10HB-30	HB: 蜗壳式混流泵	10——泵吸入口、出水口径为 250mm 30——比转数为 300
丰产牌			16" 丰 50	丰: 丰产牌混流泵	16——泵吸入口、出水口径为 400mm 50——比转数为 500	
HW型			200HW-5	HW: 蜗壳式混流泵	200——泵吸入口、出水口径为 200mm 5——扬程为 5m	
导叶式		HD型	500HD-10	HD: 导叶式混流泵	500——泵吸入口、出水口径为 500mm 10——扬程为 10m	
立式		HL型	20HL-50	HL: 混流农排泵	20——泵吸入口、出水口径为 500mm 50——比转数为 500	
轴 流 泵	Z型	斜式	14ZXB-70	ZXB: 斜式半调节叶片轴流泵	14——泵出水口径为 350mm 70——比转数为 700	
		卧式	14ZWB-70	ZWB: 卧式半调节叶片轴流泵	14——泵出水口径为 350mm 70——比转数为 700	
		立式	14ZLB-70	ZLB: 立式半调节叶片轴流泵	14——泵出水口径为 350mm 70——比转数为 700	
			40ZLQ-50	ZLQ: 立式全调节叶片轴流泵	40——泵出水口径为 1000mm 50——比转数为 500	
	ZL型	700ZLQ-6	ZL: 立式全调整叶片轴流泵	700——泵进、出水口径为 700mm 6——扬程为 6m		
	CJ型	2.8CJ-70	CJ: 长江牌	2.8——叶轮直径为 2.8m 70——比转数为 700		

主要参考书目

- [1]《机械工程手册》机械工程手册、电机工程手册编辑委员会编，机械工业出版社，1979。
- [2]《机械设计手册》徐灏主编，机械工业出版社，1991.9。
- [3]《机械设计手册》冶金工业部有色冶金设计院主编，化学工业出版社，1982.10。
- [4]《机械设计师手册》刘仁家、陶性华主编，机械工业出版社，1986.12。
- [5]《机械零件设计手册》杨黎明、黄凯主编，国防工业出版社，1986.12。
- [6]《机械设计师手册》机械设计师手册编写组编，机械工业出版社，1990.12。
- [7]《汽车、拖拉机内燃机原理》武汉工学院、河北工学院合编，中国农业机械出版社，1981。
- [8]《农业机械设计手册》第一机械工业部、机械研究院农业机械研究所编，机械工业出版社，1973。
- [9]《农业机械设计手册》中国农业机械化科学研究院编，机械工业出版社，1988.4。
- [10]《农机使用手册》农林部农业机械化局编，农业出版社，1979。
- [11]《抽水机与抽水站》扬州水利学校编，水利出版社，1982。
- [12]《流体力学、泵与风机》周漠仁编，中国建筑工业出版社，1981。
- [13]《农机商品通论》湖南省农业机械公司编。
- [14]《建筑电气设备手册》建筑电气设备编写组编，中国建筑工业出版社，1986.12。
- [15]《农电手册》农电手册编写组编，水利电力出版社，1989.7。
- [16]《电工手册》电工手册编写组编，石油工业出版社，1985.6。
- [17]《简明电工手册》周文森、郑景山、陆业桃编，机械工业出版社，1985.9。
- [18]《实用低压电气》吴肇基编，水利电力出版社，1988.10。
- [19]《电力工程设计手册》水利电力部西北设计院、东北设计院编，上海科学技术出版社，1983.11。
- [20]《机械加工技术手册》机械加工技术手册编写组编，北京出版社，1989.6。
- [21]《机械零件设计手册》李恩至、陈仕贤编，国防工业出版社，1986.12。
- [22]《常用金属材料标准选用》张启芳、韩克筠合编，江苏省金工研究会编，1991.5。
- [23]《机械工程材料》胡昭如主编，中南工业大学出版社，1991.3。
- [24]《工程材料》郑明新主编，清华大学出版社，1984.1。
- [25]《金属材料及热处理》史美堂主编，上海科学技术出版社，1990.7。
- [26]《金属材料及热处理》王运炎主编，机械工业出版社，1984.6。
- [27]《金属材料及热处理》北京农业机械化学院主编，农业出版社，1980.2。
- [28]《机械工程材料工艺学》郭炯凡主编，高等教育出版社，1989.10。
- [29]《机械工程材料工艺学》罗会昌主编，高等教育出版社，1990.10。
- [30]《汽车拖拉机非金属材料》夏雅平编，人民交通出版社，1986.1。
- [31]《金属切削原理与刀具》丁振明、彭通安、李斯鉴编，国防工业出版社，1985.12。
- [32]《金属切削原理与刀具》陆剑中、孙家宁主编，机械工业出版社，1989.11。
- [33]《机床与夹具》湖南大学机制教研室编，湖南人民出版社，1977.7。
- [34]《夹具设计》傅承基、杨桂珍、桑立卫、簿洪章编，湖南科学技术出版社，1977.7。
- [35]《机械设计与制造工艺简明手册》许毓潮、何柞蓿编，水力电力出版社，1988.4。
- [36]《简明钣金冷作工手册》简明钣金冷作工手册编写组编，机械工业出版社，1992.10。
- [37]《冷冲压模具设计》王树立编，中国轻工业出版社，1992.9。