

电工书架

陈家斌 陈 晋 主编

Electrician shelves

电工快速入门图解



河南科学技术出版社

编委名单

主 编	陈家斌	陈 蕾		
副主编	李志学	高 建	雷 鸣	姜竣峰
	马 雁	朱秀文	雷 明	季 宏
	常 建	张成模		
编 委	(以姓氏笔画为序)			
	王 璞	王云浩	王德龙	牛新平
	方 富	闫志刚	刘宏伟	李 琦
	李 楠	李文霞	李明明	李强友
	杨 光	杨 巍	杨大冬	吴 建
	吴 起	陈文利	张永刚	张光明
	张建乡	张建村	沈 磊	罗碧华
	周 勇	周卫民	段志勇	孟凡钟
	孟建峰	殷俊河	郭 锐	郭宝明
	郭琳琳	韩洪生		



随着国民经济的迅速发展,电能已广泛而深入的应用在现代社会的各个领域,因而在社会上已形成了庞大的电工队伍。

为适应社会发展的需要,确保电力供应的安全、可靠、经济、科学,就需要有一支本领过硬的电工队伍。为了普及电工技术知识,帮助广大电工特别是初学电工快速入门,我们特组织从事多年电力生产一线的有着极其丰富经验的专家编写《电工快速入门图解》一书,供广大电工学习提高参考。

本书内容丰富,系统全面,严格按照国家现行标准、规程、规范进行编写,内容简明扼要、通俗易懂,便于自学,以实用性、启发性、技术性、知识性来激发电工们的学习兴趣和灵感,以深入浅出、图文并茂的新颖形式,使读者易于记忆掌握,可达到速成的教学目的。读者能够快速掌握岗位实用技能知识,尤其是对初学者起到“一学就会、拿来就用、立竿见影”的效果。

本书编写过程中得到广大电力系统专家学者的大力支持和帮助,参考了同行的有关著作及提供的宝贵资料。在此表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限,衷心希望广大电气方面的专家、学者对本书不妥之处给予指正。

编 者
2007 年 12 月



第一章 电工应具备的条件	(1)
第一节 电力生产常识	(1)
一、电力生产过程	(1)
二、电能质量与负荷率	(2)
三、电力生产主要经济指标	(5)
第二节 安全用电与防护技术	(5)
一、安全用电的重要性	(5)
二、安全用电的措施	(6)
三、电力生产安全组织、技术措施	(6)
四、电力设施保护措施	(7)
五、电工工作防护用具	(8)
六、电气生产安全作业规定	(8)
七、防止供电事故	(9)
八、预防电气事故的措施	(10)
第三节 电工应具备条件	(11)
一、电工应具备的职业道德	(11)
二、电工应具备的基本条件	(11)
第二章 电工工具及使用	(18)
第一节 电工常用工具及使用方法	(18)
一、低压验电笔	(18)

二、高压验电器	(19)
三、螺丝刀	(19)
四、钳类工具	(21)
五、电工刀	(23)
六、电动工具类	(23)
七、鑿子	(24)
八、拉具	(25)
九、喷灯	(26)
十、电烙铁	(26)
第二节 常用量具及使用方法	(28)
一、游标卡尺	(28)
二、千分尺	(29)
第三节 交流电焊机的使用维修技术	(30)
一、交流电焊机的构造	(30)
二、交流电焊机的维修技术	(32)
第三章 电气常用导线的选择与连接技术	(34)
第一节 常用导线的选择	(34)
一、导电材料	(34)
二、常用导线	(34)
三、熔丝	(40)
第二节 导线连接技术	(41)
一、导线的剖削方法	(41)
二、导线的连接方法	(43)
三、铜(导线)、铝(导线)之间的连接方法	(46)
四、导线与接线端子(接线桩)的连接方法	(47)
五、绝缘导线绝缘层的恢复方法	(50)
第四章 常用低压电器及其安装维修技术	(52)
第一节 低压电器的类别与型号	(52)
一、低压电器的分类	(52)

二、低压电器的基本型号	(53)
第二节 低压开关及其使用维护技术	(54)
一、刀开关	(54)
二、铁壳开关	(56)
三、组合开关	(57)
四、按钮	(59)
五、低压断路器	(60)
六、旋转式开关	(64)
七、行程开关	(66)
第三节 控制电器及其使用维护技术	(67)
一、交流接触器	(67)
二、热继电器	(70)
三、中间继电器	(72)
第四节 熔断器及其选用	(73)
一、熔断器的作用及结构组成	(73)
二、螺旋式熔断器	(73)
三、NT 系列熔断器	(76)
四、瓷插入式熔断器	(77)
第五节 其他低压电器的应用技术	(78)
一、低压线路绝缘子	(78)
二、漏电保护器的选择及安装维修技术	(79)
三、并联电容器的结构原理与安装维护技术	(83)
四、电力无功补偿技术	(89)
第五章 电气图识读	(98)
第一节 电气图形符号和文字符号	(98)
一、电路图中常用的图形符号和文字符号	(98)
二、常用电气仪表文字符号	(104)
三、常用字母及其读音	(105)
第二节 电气设备接线端子和特定导线的标记	(107)

一、标记代号	(107)
二、颜色标记的代号	(109)
三、电气图的类型及特点	(110)
第三节 识读电气线路图要领	(113)
一、识读电气线路图的基本方法	(113)
二、识读电气图的基本步骤	(114)
三、变电所、配电系统线路图识读	(116)
第六章 电工常用仪表与测量技术	(120)
第一节 电工仪表的基本知识	(120)
一、电工测量仪表的分类	(120)
二、仪表的误差与表示法	(122)
三、常用电工仪表的符号	(123)
第二节 电气参数测量技术	(126)
一、电流表及其测量	(126)
二、电压表及其测量	(128)
第三节 互感器及其应用技术	(129)
一、电压互感器	(129)
二、电流互感器	(130)
第四节 电能表及计量技术	(133)
一、感应式电能表	(133)
二、电子式电能表	(138)
三、大宗用户有功、无功电能表的接线方法	(139)
四、电能计算	(139)
第五节 电工常用工具仪表及其使用技术	(141)
一、万用表	(141)
二、数字万用表	(143)
三、兆欧表	(144)
四、直流单臂电桥	(146)
五、钳形表	(147)

六、接地电阻测量仪	(148)
第七章 电力配电变压器及其安装维护技术	(151)
第一节 变压器的结构及工作原理	(151)
一、变压器的作用及分类	(151)
二、变压器的结构组成	(154)
三、变压器的工作原理	(161)
第二节 变压器的选择原则	(162)
一、变压器的阻抗电压	(162)
二、变压器的接线组别	(162)
三、变压器的变损	(163)
四、选用变压器的基本原则	(163)
五、变压器容量的选择	(164)
第三节 变压器的安装与接线技术	(164)
一、配电变压器的安装方式	(164)
二、配电变压器熔丝的选用	(170)
三、变压器的接线	(171)
四、配电变压器的接地	(173)
第四节 配电变压器的运行维护技术	(174)
一、运行系统	(174)
二、运行维护技术	(174)
三、变压器运行中常见故障处理技术	(179)
第八章 低压配电装置及其安装维护技术	(181)
第一节 配电装置的组成及选用	(181)
一、配电装置的组成	(181)
二、配电装置的安全要求	(181)
三、低压成套配电装置的分类与型号	(183)
四、配电屏的选择	(184)
第二节 配电屏的安装及维护技术	(185)
一、配电屏的安装要求	(185)

二、配电屏的组成	(187)
三、配电箱的安装与配制	(189)
四、低压配电屏的安装技术	(190)
五、配电装置的运行与维护	(191)
第三节 电能计量装置安装技术	(192)
一、电能计量装置组成及安装方法	(192)
二、电能表的安装方法	(195)
第九章 低压配电线路及其安装维修技术	(200)
第一节 电力线路设计原则	(200)
一、设计原则	(200)
二、低压架空线路电压损失的估算	(201)
三、线路电杆的选择	(203)
四、送电距离	(203)
五、导线质量的估算	(204)
六、架空导线载流量的估算选择	(205)
第二节 架空电力线路安装维修技术	(207)
一、架空线路的结构	(207)
二、架空线路的架设技术	(213)
三、架空线路的运行维护技术	(228)
第三节 电力电缆线路及施工维修技术	(229)
一、电缆的结构、种类及选用	(230)
二、电缆的敷设技术	(231)
三、电缆终端头和中间接头的制作安装技术	(234)
四、电缆线路的运行维护技术	(237)
第四节 地埋电力线路施工维修技术	(238)
一、地埋线的敷设路径和选择	(238)
二、地埋线的施工技术	(239)
三、地埋线的日常维护	(239)
第五节 接户线与进户线架设技术	(240)

一、接户线的一般要求	(240)
二、接户线的安装方法	(241)
三、进户线的进户点选择及安装技术	(241)
四、室外沿墙布线技术	(243)
第十章 室内配线技术	(244)
第一节 室内配线	(244)
一、室内配线方式及要求	(244)
二、低压供电方式	(246)
三、室内线路的基本组成和配线方式	(247)
第二节 明敷和暗敷配线技术	(249)
一、护套线配线技术	(249)
二、槽板配线技术	(252)
三、绝缘子配线技术	(257)
四、线管配线技术	(261)
第三节 墙上固定件的安装技术	(269)
一、穿墙保护管的安装技术	(269)
二、木樨的安装技术	(270)
三、膨胀螺栓的安装技术	(272)
第十一章 电气照明装置及其安装维修技术	(275)
第一节 照明装置的组成	(275)
一、照明的分类	(275)
二、电灯的分类	(276)
三、照明灯具与附件种类	(277)
四、照明灯的控制电路	(278)
第二节 照明灯的安装技术	(279)
一、白炽灯的安装技术	(279)
二、日光灯的安装技术	(289)
三、照明装置的接线图	(294)
四、常用新电光源灯的安装技术	(296)

第三节 开关和插座的安装技术	(301)
一、开关的安装方法	(301)
二、插座的安装方法	(305)
第四节 照明装置的故障检修技术	(314)
一、照明灯及线路的故障检修程序及方法	(314)
二、线路常见的故障检修技术	(317)
三、灯头和开关常见的故障检修技术	(322)
四、白炽灯的故障检修技术	(323)
五、日光灯常见故障检修技术	(326)
六、碘钨灯常见故障检修技术	(331)
七、高压汞灯常见故障检修技术	(331)
八、高压钠灯和金属卤化物灯常见故障检修技 术	(332)
第十二章 电动机及其安装维修技术	(333)
第一节 电动机的结构及选用	(333)
一、电动机的分类	(333)
二、电动机的性能	(334)
三、电动机的铭牌及额定值	(335)
四、电动机的结构组成及原理	(335)
五、电动机运行绝缘与温度关系	(337)
六、电动机效率	(339)
七、电动机的绕组	(339)
八、绕组首尾的判定与正确连接	(340)
九、电动机的接线	(341)
十、电动机按功率配线估算	(342)
十一、电动机开关的选择	(344)
十二、电动机拖动与皮带轮匹配	(345)
第二节 电动机的控制技术	(346)
一、电动机点动控制线路	(346)

二、机床控制线路图的识读要领	(347)
三、用接触器自锁的控制线路	(348)
四、用接触器联锁的正反转控制线路	(350)
五、用继电器—接触器控制电路	(353)
六、电动机的启动	(353)
七、电动机的制动	(355)
八、电动机调速	(356)
九、电动机的保护	(356)
十、电动机控制保护定值配置	(358)
第三节 三相交流异步电动机的检修技术	(359)
一、电动机的检修程序	(359)
二、三相异步电动机的拆装与检修技术	(360)
三、三相异步电动机的常见故障及修理技术	(364)
四、小型三相异步电动机定子绕组的重绕技术	(366)
第四节 单相异步电动机的拆装与检修技术	(370)
一、单相异步电动机的分类	(370)
二、单相异步电动机的检修技术	(371)
第五节 直流电动机的使用与维修技术	(378)
一、直流电动机的结构	(378)
二、直流电动机的检修技术	(379)
三、直流电动机的使用与维护技术	(380)
第十三章 家用电器及其安装维修技术	(383)
第一节 家用电器线路导线的选择	(383)
一、家用电负荷计算	(383)
二、导线的选择	(386)
三、电线的选购	(390)
第二节 电风扇的安装及维修技术	(392)

一、吊扇的安装要求	(392)
二、吊钩的安装技术	(392)
三、吊扇的接线	(394)
四、换气扇的安装技术	(395)
五、电风扇常见故障及修理技术	(397)
第三节 洗衣机及维修技术	(403)
一、搅拌式洗衣机	(403)
二、滚筒式洗衣机	(404)
三、喷流式洗衣机	(404)
四、波轮式洗衣机	(405)
五、洗衣机常见故障及修理技术	(408)
第四节 其他电器的安全使用	(410)
一、电冰箱	(410)
二、电饭煲、电炒锅	(411)
三、吸油烟机的安装技术	(412)
第五节 空调器的安装技术	(414)
一、安装位置选择	(414)
二、室内机的安装技术	(414)
三、室外机的安装技术	(418)
第六节 电视机及天线的安装技术	(419)
一、电视天线的结构组成	(420)
二、馈线配接技术	(425)
三、天线安装技术	(426)
四、电视机的保养技术	(427)
五、闭路电视线路的安装技术	(429)
第十四章 电气安全技术	(432)
第一节 电气接地和接零	(432)
一、电气接地的意义及类型	(432)
二、工作接地	(432)

三、保护接地	(433)
四、保护接零	(434)
五、重复接地	(435)
六、低压电网、电气设备的接地或接零的范围	(437)
第二节 电气接地装置安装技术	(437)
一、接地系统的安装程序	(438)
二、接地体的制作及安装技术	(439)
三、接地线的安装技术	(447)
四、装设接地装置应注意的事项	(454)
第三节 防雷保护技术	(455)
一、防止直接雷击的措施	(455)
二、防止雷电感应的措施	(456)
三、避雷针	(456)
四、间隙避雷装置	(458)
五、避雷器	(458)
六、防雷常识	(466)
第四节 电气防火技术	(467)
一、灭火常识	(467)
二、常用灭火器的使用方法	(468)

第一章 电工应具备的条件

第一节 电力生产常识

一、电力生产过程

目前电源主要是由火电、水电、核电汇集起来的,新的发展趋势可以用太阳能、风力、潮汐能、地热等能源发电。火电是利用煤、石油、天然气为燃料,加热水蒸气推动汽轮机转动,带动发电机发电(图 1-1);水电是利用水的落差冲动水轮机带动发电机发电(图 1-2),如装机 21 台/271.5 万 kW 的葛洲坝,以及 26 台/1 820 万 kW 的三峡水电站。核电与火电原理相仿,只是原料用铀(U),即-235 钚(PU)在核反应堆里聚变加热水蒸气而发电(图 1-3)。由于电是二次能源,受生产条件的限制,电厂大都建在离用电点较远的地方,为了减少电能的损失,一般要把各发电厂的输出电压(6.3 kV、10.5 kV、13.8 kV、15.75 kV、18 kV)经过 35 kV、110 kV、220 kV、500 kV 升压、降压几个环节,由电力线路把电送到用电点(小发电机组的输出电压为 400 V,一般只供给附近用户用电)。然而电是不能大量储存的,生产与消耗是同时完成的,并且随时保持平衡。电能的生产(电源)、输送(电网)、转换(变压)和分配是在电气上连接的一个整体,由此形成的管理体系称电力系统(图 1-4)。

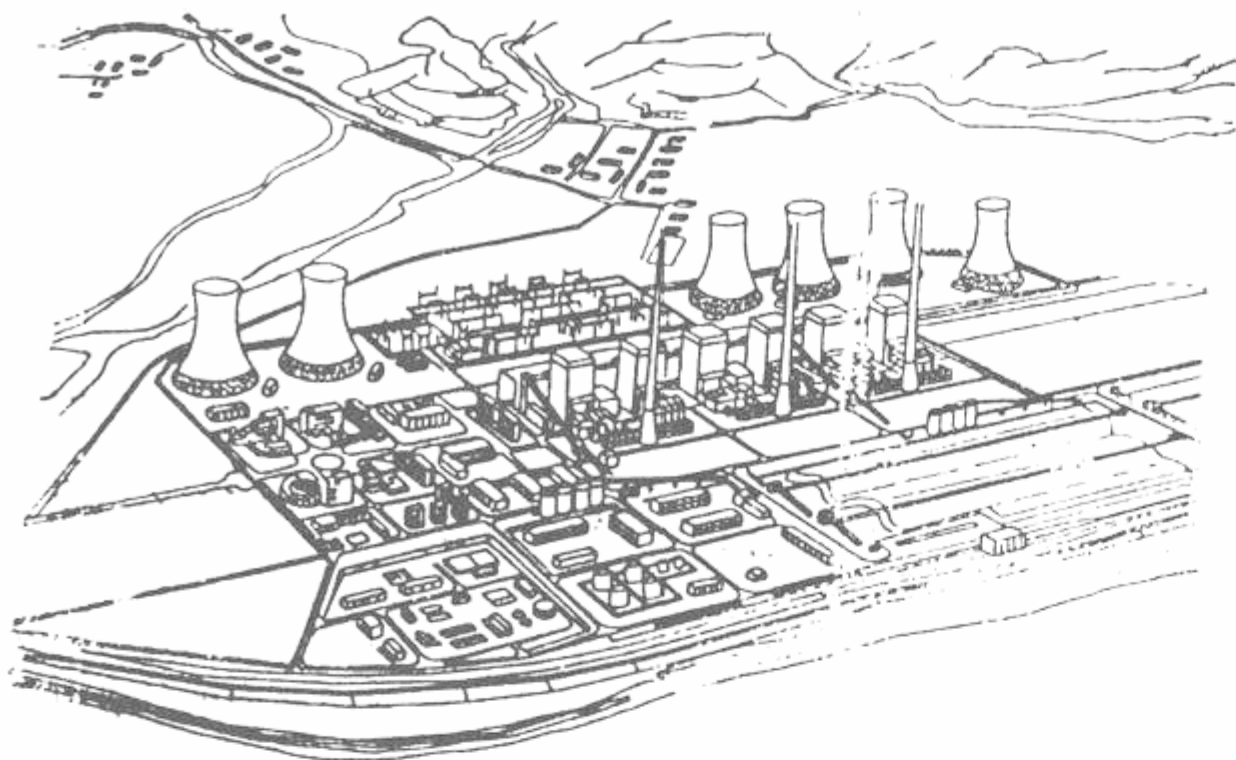


图 1-1 火力发电厂布置

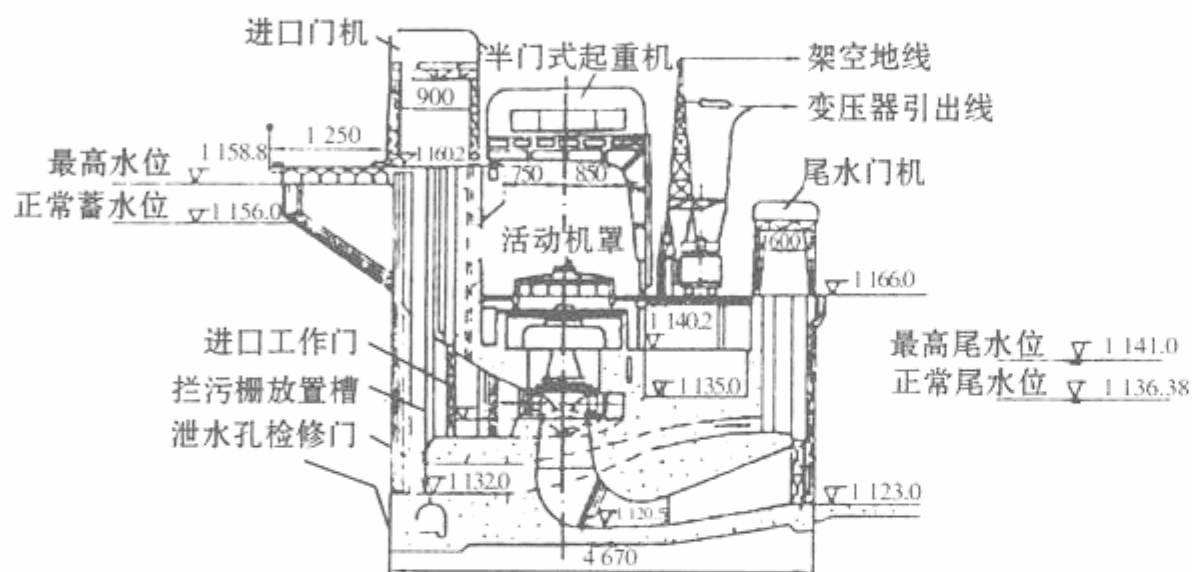


图 1-2 露天式水电站厂房部分(剖面图)(cm)

二、电能质量与负荷率

电能的质量是保证供给用户额定合格的电压频率和正弦波

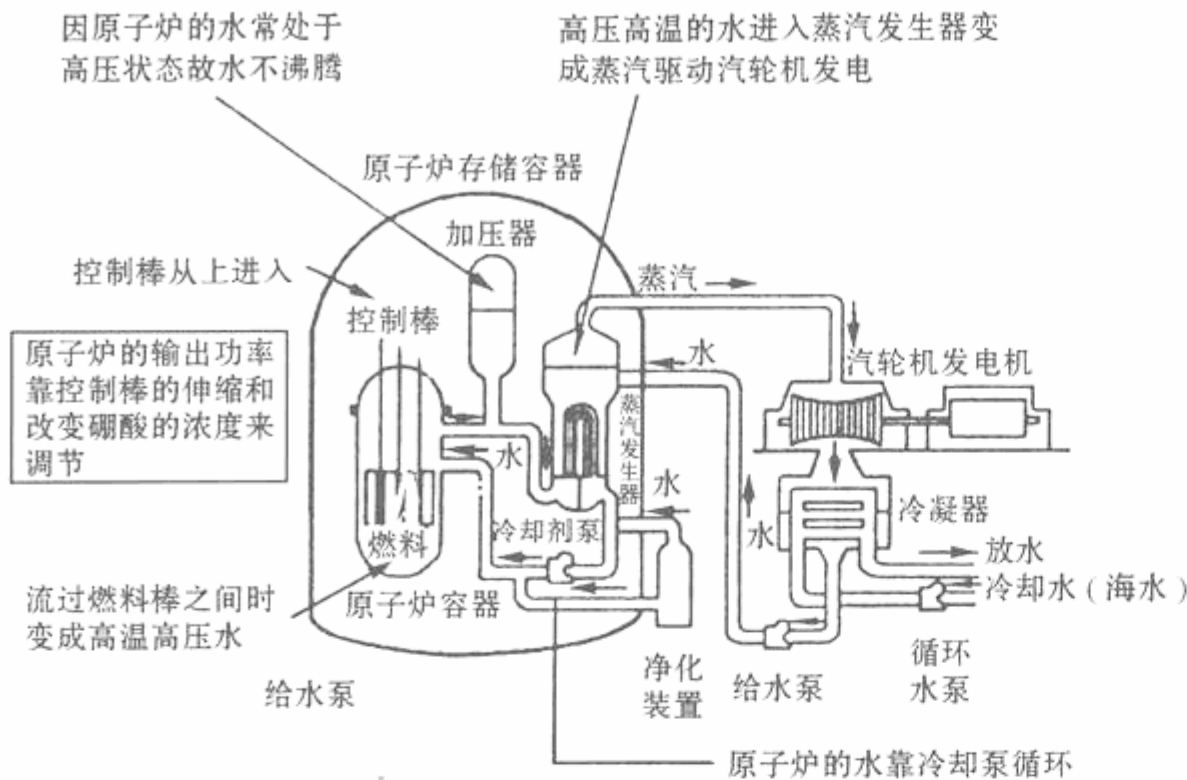


图 1-3 压水型核电站工作原理

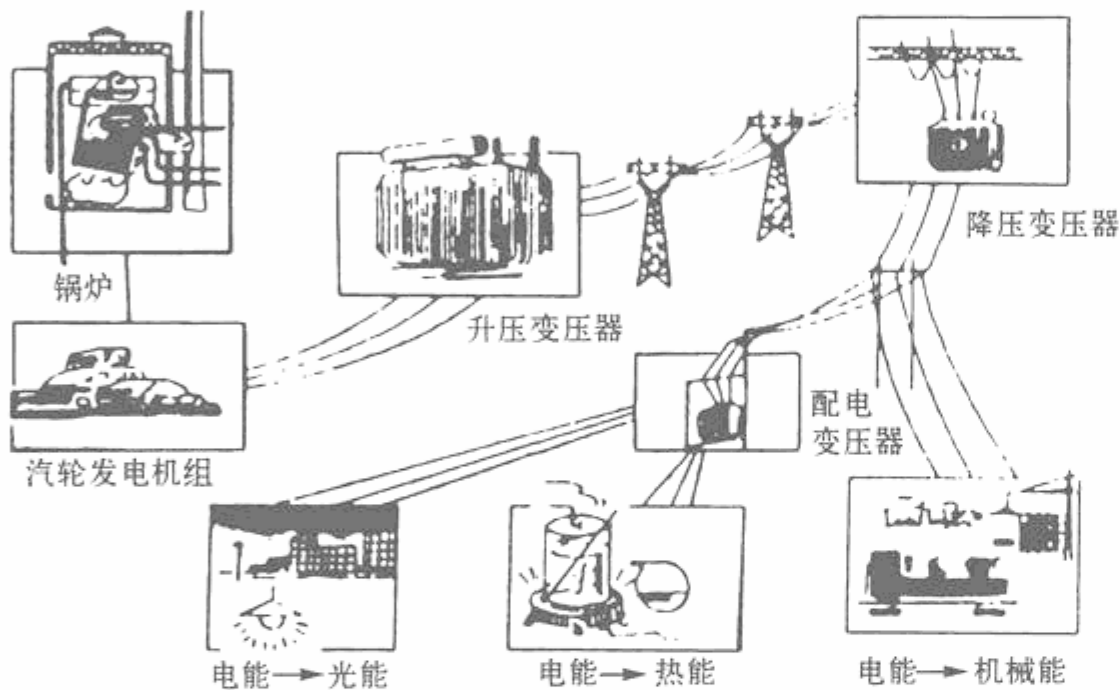


图 1-4 电力系统结构流程

形,如 35 kV 电压允许波动 $\pm 15\%$,10 kV 电压允许波动 $\pm 7\%$ (波

动范围 9 300 ~ 10 700 V), 低压用户允许电压波动 +5%、-10%。频率额定值为 50 Hz, 允许范围为 $\pm 0.20\%$ 。电压波形为正弦波, 其畸变率极限值不得超过表 1-1 规定的数值。

表 1-1 电网电压正弦波形畸变率极限值

用户供电电压 (kV)	总电电压正弦波形畸 变率 DFV 极限值(%)	各奇、偶次谐波电压正弦波形畸变率 DFV _n 极限值(%)	
		奇次	偶次
0.38	5	4	2
6 或 10	4	3	1.75
35 或 63	3	2	1
110	1.5	1	0.5

表 1-1 中第几次谐波正弦波形畸变率 DFV_n 为第几次谐波电压有效值 U_n 与基波电压有效值 U_1 的百分比, 即

$$\text{DFV}_n = \frac{U_n}{U_1} \times 100\%$$

假如电能质量不合格, 会影响电机转速, 造成造纸厚薄不均、音响失真、精密测量不准、自控程序打乱等, 不能正常生产, 容易导致设备损坏。

电能负荷率是由调度控制、用户掌握的。电力网遍及全国城乡, 形成东北、华北、华东、华中、西北、内蒙古、宁夏、新疆、西藏、山东、广西、华南以及香港与澳门、台湾等大电网。这些大电网, 统一由国调、网调、中调、地调及县调五级分配调度负荷。

负荷率是指在规定时间(日、月、年)内的平均负荷与最大负荷之比的百分数, 即

$$K_f = \frac{P_{av}}{P_{max}} \times 100\%$$

式中 K_f ——负荷率;

P_{av} ——平均负荷(kW);

$P_{\max}$ ——最大负荷(kW)。

三、电力生产主要经济指标

单位电工是用电业务的代表,应掌握本单位的装机数量、月用电量、电力单耗、力率等基本情况,对计划用电、节约用电、均衡用电提出核定目标。因为提高力率达到规定指标,不仅多用低谷低价电,还可调减电费支出,同时享受优惠电价。

$$\text{线损率}(\Delta P) = \frac{\text{购入电量} - \text{售出电量}}{\text{购入电量}} \times 100\%$$

$$\text{设备利用率} = \frac{\text{实用综合最高负荷}}{\text{设备额定容量之和}} \times 100\%$$

$$\text{负荷率}(K_f) = \frac{\text{报告期平均负荷}}{\text{报告期最高负荷}} \times 100\%$$

$$\text{力率}(\lambda) = \frac{\text{有功电量}}{\sqrt{\text{有功电量}^2 + \text{无功电量}^2}}$$

用电单耗一般指万元产值耗电量,或某一产品的耗电量,例如:农电排灌,亩/(kW·h);企业生产,万元/(kW·h)等。

第二节 安全用电与防护技术

一、安全用电的重要性

1. 安全用电的重要性 作为电工来讲,除了常规的扎、压、碰、摔、擦外,其更主要的还有触电伤害。因为电是看不见摸不得的,因此国家劳动和社会保障部把电工列为特殊工种之首,凡从事与电有关的工作人员,必须特别注意安全,不能拿生命、财产当儿戏,不能图省事蛮干,要固守生命防线。以防为主,安全第一,居安思危,防微杜渐,警钟长鸣,提醒别人同样也要警告自己。安全是关系到集体和个人根本利益的大事,因此,安全问题忽视不得,马虎不得,对电工行业人员进行安全知识教育,是一堂不可缺少的必修课。

2. 评定一个单位或个人安全用电的四项标准

- (1) 无人身触电伤亡事故;
- (2) 无倒杆断线和越级跳闸事故;
- (3) 无电力设备被盗窃毁坏事故;
- (4) 无漏电失火事故。

二、安全用电的措施

严格执行现行的低压电力技术规程:《低压电气安全工作规程 安全用电规程》。用电要申请,加强安全意识,如安装修理找电工,因为“安全用电,人人有责”,确保人身安全。无论是线路架设,还是电气安装都要遵守规章,做到验收合格。

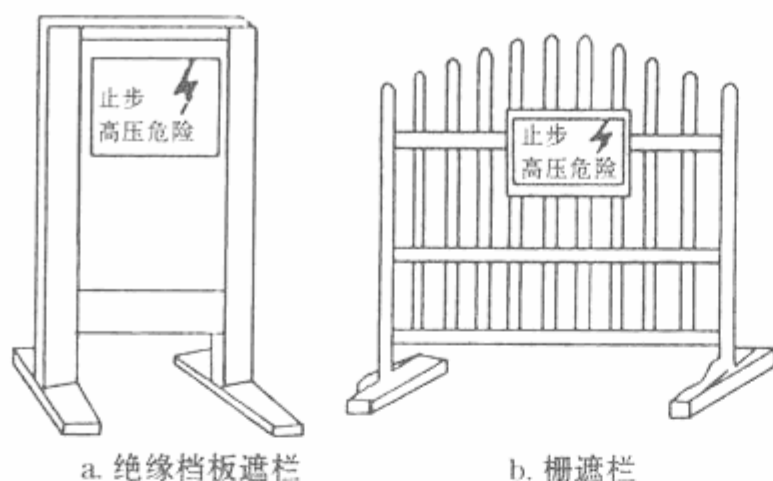
三、电力生产安全组织、技术措施

1. 电力生产安全组织措施 电力生产工作中安全组织措施有六项制度:

- (1) 工作票制度;
- (2) 安全措施制度;
- (3) 工作许可制度;
- (4) 工作监护和现场看守制度;
- (5) 工作间断和转移制度;
- (6) 工作终结、验收和恢复送电制度。

2. 电力生产安全技术措施 电力生产工作中安全技术措施有四项:

- (1) 停电(断开电源);
- (2) 验电;
- (3) 挂接地线;
- (4) 装设遮栏和悬挂标志牌(图 1-5)。目的是防止人身触电事故的发生。



四、电力设施保护措施

遵照“安全用电十大禁令”，即：①禁止私拉乱接；②禁止私设电网；③禁止用电捕鱼或打鸟；④禁止挂钩用电；⑤禁止一线一地照明；⑥禁止使用不合格的导线和设备；⑦禁止带电接火；⑧禁止带电安装检修移动设备；⑨禁止约时送电；⑩禁止在触电现场抢救时打强心针。同时不要在电杆上拴牲口、摇晃电线，不要在电杆附近放风筝或打鸟等，如图 1-6 所示。

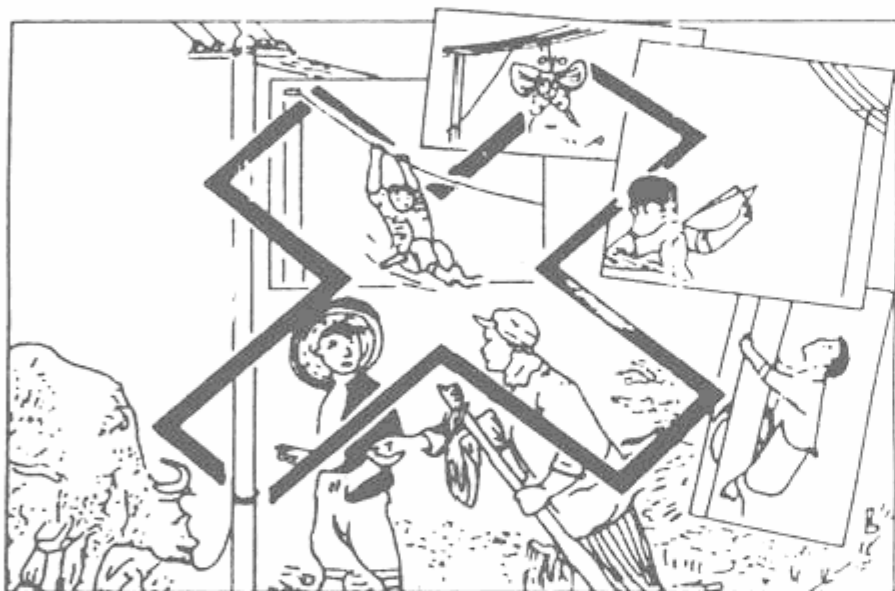


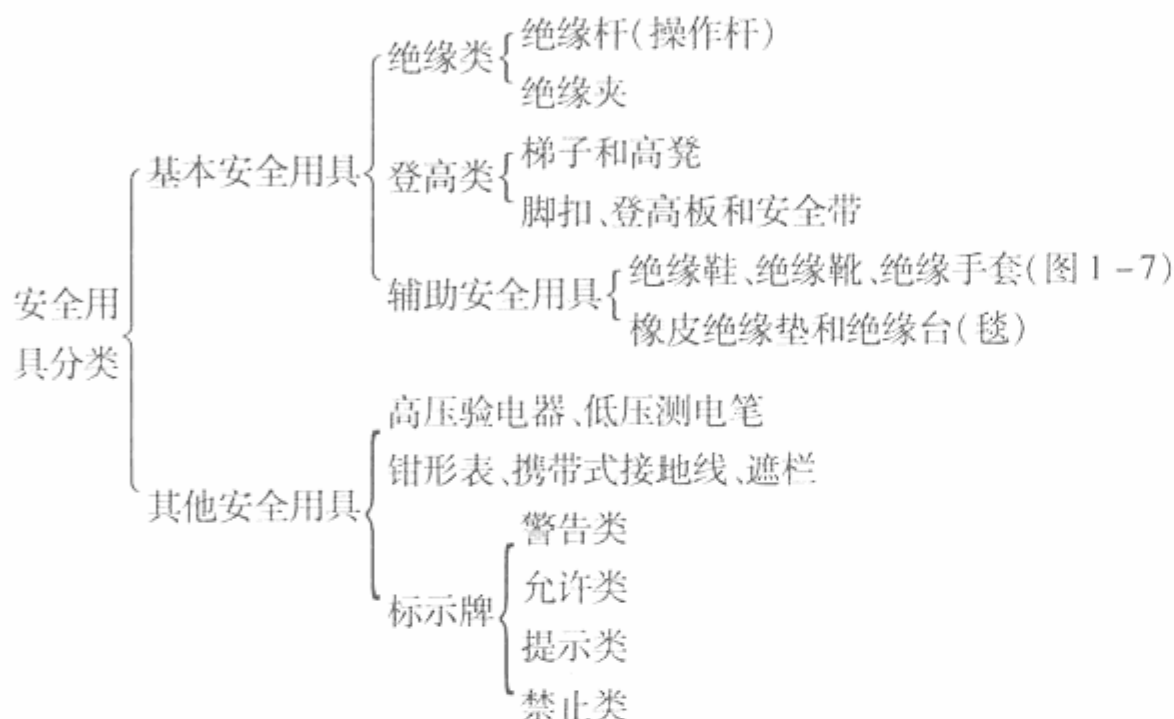
图 1-6 安全用电禁止的行为

五、电工工作防护用具

为了保障从事电气作业人员的安全,防止操作和检修过程中发生触电、灼伤、坠落等事故,电工必须配备所需安全用具。



图 1-7 绝缘手套和绝缘鞋(靴)



六、电气生产安全作业规定

1. 安全作业 安全作业(图 1-8)应遵照防人身伤亡事故“十项纪律”,即:

(1)严格执行工作票制度、工作许可制度、工作监护制度,严禁无票作业;

(2) 工作时要穿工作服、工作鞋,不准穿裙子、凉鞋、拖鞋、高跟鞋;

(3) 停电作业时必须先验电和挂接地线,并按规定装设遮栏和悬挂标示牌;

(4) 停电作业严禁约时停、送电;

(5) 高空作业,必须系安全带和戴安全帽;

(6) 登杆(塔)作业前必须认真核对杆塔和设备编号,检查杆根和拉线是否牢固;

(7) 带电作业,必须使用合格工具,认真监护,严格保持安全距离,在有感应电压的线路上工作时,均须穿均压服、均压裤,戴均压手套;

(8) 一切现场工作人员均须有安全措施,并认真执行;

(9) 严禁酒后作业、酒后开车和无证开车;

(10) 对违反以上纪律者,无论是否构成事故,视情节轻重均应分别给予处罚。

2. 停电与送电安全作业 具体内容可参照现行的低压电气安全工作规程执行。

七、防止供电事故

短路故障是相(火)线与相线、相线与零线、相线与机壳或大地直接碰在一起,没经过用电设备直接构成回路,这种情况危险性最大。其次在三相四线供电中,就怕断零线(图1-9),当一幢楼房三相负荷分布不平衡时,三相电流就会通过负载之间串联起来,使中性线带电,负荷小的一相(阻抗大)电压相应高,有时相电压变成线电压,负荷大的一相(阻抗小)电压很低。当各项负载不平衡时差别越大,阻抗小的一相灯泡会发白甚至烧坏。当然也就会



图1-8 梯上安全作业

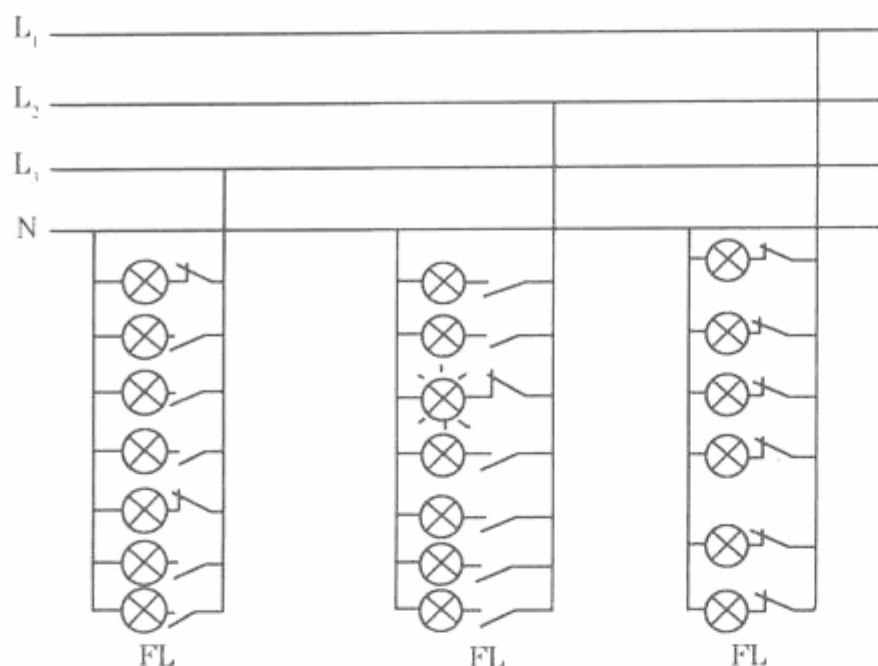


图 1-9 断零线的事故现状图

殃及家用电器,造成更大损失。

另外,在改接火线过程中,一定要防止零线与相线调换接错,造成 380 V 供电;这也是供电事故中最危险的,作业人员一定要认真仔细,防止供电事故。

八、预防电气事故的措施

1. 抓“两方面”、把“三关” 讲安全要抓“两个方面”,一是保设备、保主网,二是保人身安全。具体做法是把“三关”,即:①电器设备质量关;②安装合格关;③维护维修及时关。把住了这“三关”,就能避免倒杆断线和越级跳闸事故的发生。

2. 预防事故的方法 要想把事故消灭在萌芽状态中,必须每年坚持春节、春灌、三夏、雨季及三秋季节的安全大检查。其方法是自查、互查和上级领导检查,检查做到一看、二查、三汇报,即查隐患看安装是否符合规定,汇报安全整改意见,并且每次检查都要有计划、有统计、有分析和有总结。对存在的问题制订出切实可行的整改方案,同时坚持安全活动学习制度,学规章查隐患,学习安

全技术知识,制订防事故措施,分析存在的问题,执行《电业安全操作规程》,做到有计划、有目标、有效果,安全管理坚持常抓不懈。防止电力设施、设备盗窃和毁坏事故,杜绝漏电失火事故。

第三节 电工应具备条件

一、电工应具备的职业道德

进网作业电工是电力部门与用户的纽带,他们在电力部门的业务指导下开展工作,持证上岗,其职责如下:

(1)认真执行《电力法》和各种规章制度及上级指示,按时按质完成上级下达的各项生产任务和安全、经济指标,并定期请示、汇报工作,接受电工管理委员会和用电监察部门的监督检查。

(2)经常进行安全用电的宣传与教育,定期调查用户对安全用电的须知、了解程度,普及触电急救方法,抓好事故的预防,及时消除设备缺陷和隐患,一旦发生设备事故(包括家用电气事故)或人身触电事故能及时抢救,并参与调查并负责上报,协助按“三不放过”原则进行处理。

(3)负责处理本单位或本村的日常用电问题,当好领导的参谋,制定用电发展规划,合理安排对现有各类用电线路与各种用电设备的安装、运行和维护管理工作(包括家用电器的安装、维护、维修等有偿服务)。按时巡视,定期检查,及时维修,消除设备的缺陷,配合电力、公安部门保护好高、低压线路、电力设施,防止盗窃和破坏,确保电力设施设备时刻处于完好状态。

电工职业道德的核心是“人民电业为人民”,献身电业,爱岗敬业,树立全心全意为人民服务的思想。这是做好一切工作的根本。

二、电工应具备的基本条件

1. 电工管理 只有经过推荐选拔、电力部门培训考核并获得

进网作业许可证(电工证)的人,才能从事电工作业工作。此外,还要参加一年一度的年审,学习新技术,强化安全意识,要搞好用电管理,必须重视安全,抓好总保、分保、家保三级保安器的四个100%,即安装率、合格率、投运率、灵敏率达100%。电工应做的主要管理工作有以下两方面:

(1)基础资料管理,掌握本单位或本村的电力设施及用电设备的数量、参数及负荷,以及电压、电量、电价、电费、线损、安全、缺陷及事故的情况。有准确可靠的记录和统计,并及时上报各种报表。按时参加电工年审和电力部门召开的有关会议,研究检查工作,搞好协作配合,积极参加电工学会活动。

(2)计量装置管理,带头装表用电和检查违章用电与反窃电工作,遵守国家财政规定的价格标准,并及时上缴电费,同时还协助本单位搞好用电费成本计算,提高经济效益。电费做到三到位、四到户,月清月结零。农村电工还要按月定点向群众张榜公布电费、维护费的使用情况,并接受群众的监督。电工应熟练掌握电工知识和操作技术技能。

2. 电工应具备的身体条件 凡是从事与电有关的安装、检修、运行、试验的技术工作人员和生产管理人员都叫电工。电工是指持有电工证(即电工进网作业许可证)的人员,是单位用电的法人代表,凭证作业和联系用电业务。

(1)电工分类:电工按照性质可分为有线电工和无线电工,有线电工包括进网电工和广播通信电工;按照属性可分为行业电工和社会电工;按照电压性质可分为高压电工、低压电工和特种电工;按照工作范围可分为企(事)业电工和农村电工;按工作可分为安装电工、运行(值班)电工、试验电工和生产管理电工;按照线路区别可分为内线电工和外线电工;按照场地可分为内勤电工和外勤电工。内勤电工包括发电运行值班工、配电运行值班工,还有继电保护工、电气仪表工、营业抄表工、变电检修工、配电检修工及车间维护工。外勤电工又称架设电工,可分为输电(送电)工、配

电线路工、电缆通信工和巡线维护工,外勤电工部分用品如图 1-10 所示。按照技术等级制可分为初级、中级、高级电工。

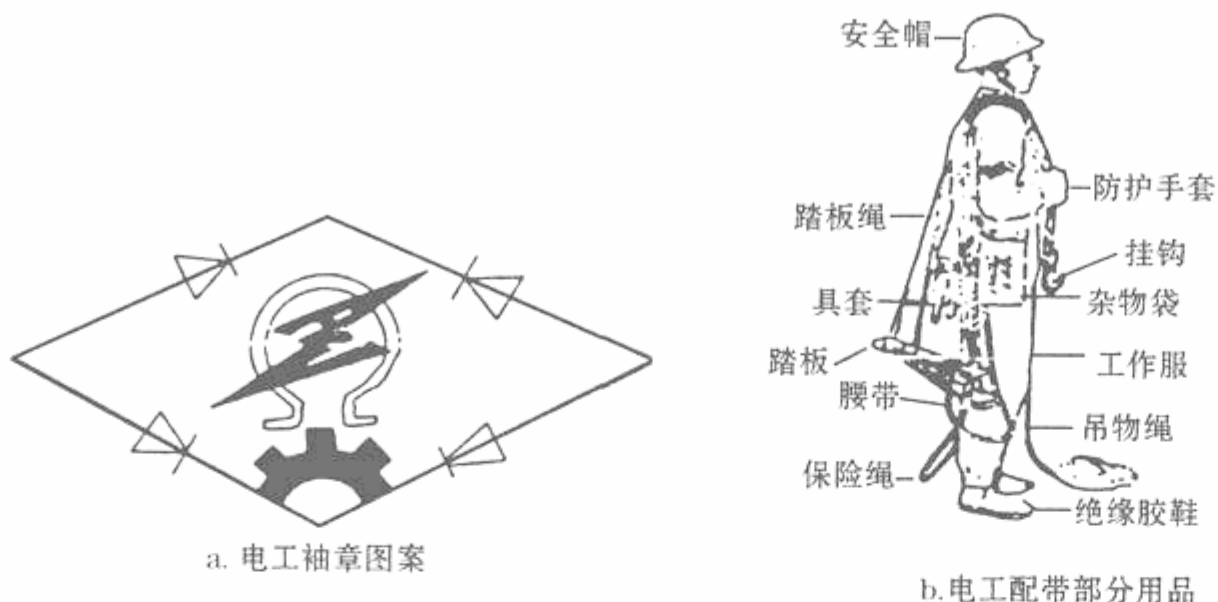


图 1-10 外勤电工部分用品

(2) 电工应具备的条件:

1) 经县级以上医疗机构鉴定,身体健康,无妨碍工作的病症(体检两年一次)。

2) 具备必要的电气知识,熟悉安规及有关技术规程,规定,并经考试合格。

3) 掌握紧急救护法。

4) 电气工作人员中断电气工作连续三个月以上者,必须重新学习安全工作规程,经考试合格后方能恢复工作。

5) 电气工作人员应熟悉所管辖的电气设备。

当电工首先要身体健康,无妨碍工作的生理缺陷和病症(如严重的高血压、心脏病、癫痫症、精神病和关节僵硬及习惯性脱臼症、代偿性肺结核、聋哑、严重色盲和高度近视等)。其次,应具有初中以上的文化程度,熟悉有关电力技术法规,熟练掌握电工操作技能。其三,电工要熟悉电力条例法规,例如《中华人民共和国电力法》、《电力变压器运行规程》、《漏电保护及安全运行规程》、《电业安全工作

规程(发电厂和变电站电气部分、电力线路部分)》,除此之外,还有“一条例一规则”,即《电力线路保护条例》、《供电营业规则》。

3. 电工应具备的基本技术知识

(1) 电工基本理论知识:

- 1) 电流、电压、电阻、电功率的概念及计量单位。
- 2) 电阻的串并联计算,欧姆定律。
- 3) 磁的一般性质。
- 4) 电磁感应原理。
- 5) 直流电、交流电、三相交流电的基本概念。
- 6) 有功功率、无功功率、功率因数的概念和简单的计算。
- 7) 电感、电容的基本概念。
- 8) 二极管、三极管、晶闸管的基本概念。
- 9) 常用的电工图形符号、文字符号。

(2) 配电变压器、避雷器的基本知识:

- 1) 配电变压器的构造和工作原理。
- 2) TT、TN-C 和 IT 配电低压电网系统的特性。
- 3) 配电变压器的安装及其工艺要求。
- 4) 跌落式熔断器的结构原理及安装使用。
- 5) 变压器防雷保护基本原理及避雷器的构造、原理和安装使用方法。

(3) 变压器油的基本知识。

(4) 变压器运行检查内容。

(5) 变压器并列运行的基本知识。

(6) 电工仪表的基本知识:

- 1) 电流表、电压表、万用表、钳形电流表、摇表、电能表的规格型号和安装及使用方法。

(7) 电流表、电压表、电能表的结构及原理。

(8) 电流互感器的构造及原理和使用方法。

(9) 配电盘的基本知识:

- 1) 配电盘上元件名称、规格。
- 2) 配电盘安装工艺标准。
- 3) 熔断器熔丝选择。
- 4) 漏电保护器的基本原理及结构、试验方法。
- 5) 开关、接触器、熔断器的选择以及开关操作规程。
- 6) 配电盘的运行和检修内容等。

(5) 低压配电线路的基本知识:

- 1) 架空线路的基本结构及各构件的作用。
- 2) 低压架空线路简单设计。
- 3) 低压线路的运行、管理、巡视检查和维护检修。
- 4) 低压电网平面图。

(6) 室内照明装置、布线和用电方面的基本知识:

- 1) 进户线、接户线的工艺标准及施工方法。
- 2) 室内布线的简单设计。
- 3) 室内布线所用材料的规格型号。
- 4) 布线的施工方法和工艺标准。
- 5) 日光灯、白炽灯、黑光灯的构造及工作原理。
- 6) 根据家用电器的铭牌选择导线和熔丝。
- 7) 计算电量电费。

(7) 电动机的基本知识:

- 1) 电动机的构造和工作原理。
- 2) 电动机铭牌上各部分的意义。
- 3) 电动机的安装工艺和技术要求。
- 4) 电动机的导线、启动设备和熔断器的选择。
- 5) 常用开关和启动器的构造原理、接线和使用常识。
- 6) 电动机短路保护、过载保护的基本知识。
- 7) 电动机的运行、巡视检查和维护方面的知识。
- 8) 电动机的接线正误和一般故障的判断。

(8) 安全用电基本知识:

- 1) 触电的原因及危害。
- 2) 防止触电的措施(图 1-11)。
- 3) 触电急救方法要领和要点。
- 4) 常用安全工具的构造原理、使用方法。



图 1-11 警告标志牌

- 5) 安全用电常识。
- 6) 接地接零的基本概念。
- 7) 防雷接地的基本概念和要求。
- 8) 用电管理的各项制度,如电工岗位责任制、用电申请制度、停送电制度、设备巡视检查制度、安全用电及电工年审制度。

4. 电工应掌握的基本操作技能

(1) 外线方面:

- 1) 正确使用上杆工具及安全带进行登杆作业。
- 2) 全部掌握低压架空线路的勘测、施工工作。
- 3) 全部掌握地埋线的施工。
- 4) 巡视发现缺陷和处理缺陷。
- 5) 在有关人员的帮助下,安装配电变压器及附属设施。
- 6) 正确操作跌落开关,检修跌落开关。
- 7) 正确拆装避雷器及安装接地装置,并能正确使用兆欧表,知道合格电阻标准参数。
- 8) 一般线路施工图和材料加工图。
- 9) 填写巡视检查,缺陷处理及事故记录。

(2) 内线方面:

- 1) 独立安装简单的动力配电盘和照明配电盘,在有关人员的指导下,装配配电盘。
- 2) 电流表、电压表、电能表、电流互感器的一、二次接线。
- 3) 能安装开关接触器、自动开关和漏电保护器,并会试验、调整保护定值,会正确使用万用表、绝缘兆欧表、钳形电流表。

- 4) 能使用钳工工具,如锉、锯、钻、凿等。
 - 5) 正确阅读照明电路图和一般动力接线图。
 - 6) 安装照明接户线、进户线及室内配电照明装置,并会检修处理照明故障。
 - 7) 安装电动机及交流接触器、自耦降压补偿器,并会整定热继电器和自动开关动作电流。
 - 8) 判定电动机正确启动,能对电动机进行一般性的维护。
 - 9) 判断电机的接线及处理一般性的故障。
 - 10) 选择、安装及维护家用电器。
 - 11) 填写设备档案及设备缺陷,检修记录。
- (3) 用电管理方面:
- 1) 安装单相、三相和三相四线制或带电流互感的有功电能表。
 - 2) 抄电表、计算电费。
 - 3) 检查违章用电。
 - 4) 触电急救。

第二章 电工工具及使用

第一节 电工常用工具及使用方法

一、低压验电笔

验电笔又称为低压验电器,它被比喻为电工的“眼睛”,是用来检测物体是否带电的一种电工专用工具。检测电压范围在 $60 \sim 5\,000\text{ V}$ 之间。常用电笔形式主要有有笔式、螺丝刀式和感应式等(图 2-1)。

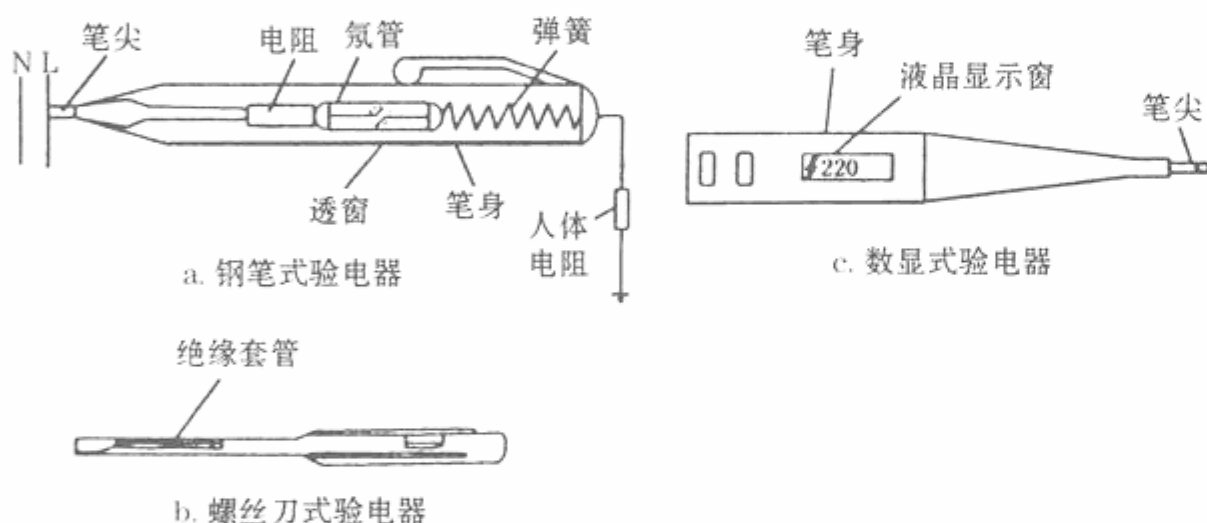


图 2-1 电笔的结构组成

(1) 结构组成,常用的电笔由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成(图2-1)。

(2) 验电原理,用电笔验电时,被测带电体通过电笔、人体与大地之间形成电位差,产生电场,电笔中的氖管在电场作用下便会发出红光。

(3) 电笔握法,在使用电笔时,应采用正确的握法,并使氖管窗口面向自己,便于通过透窗观察(图2-2)。

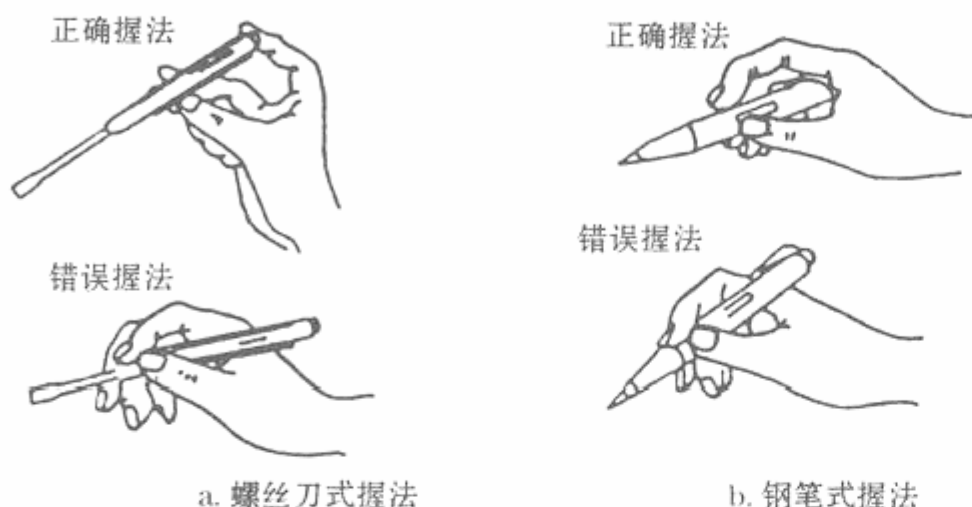


图2-2 电笔握法示意

二、高压验电器

无论高、低压验电器,其构造和原理是一样的,利用氖管(泡)、电阻同人体与地构成泄漏电流回路,使氖管发光显示是否有电。高压验电器有几个电压等级,构造应用的电阻越大,其被测电压相应就越高。在低压上用的叫试(测)电笔,为防感应电测不准,应避光测试。为准确测试低压电,还应配合万用表判断。高压验电器结构如图2-3所示。

三、螺丝刀

螺丝刀又称为旋凿或起子,是用来拆卸、紧固螺钉的工具。

1. 样式 螺丝刀的样式和规格较多,按头部形状分,常用的有一字形、十字形和专用形等多种;按握柄材料分,常用的有木柄、塑柄和胶柄等多种(图 2-4)。

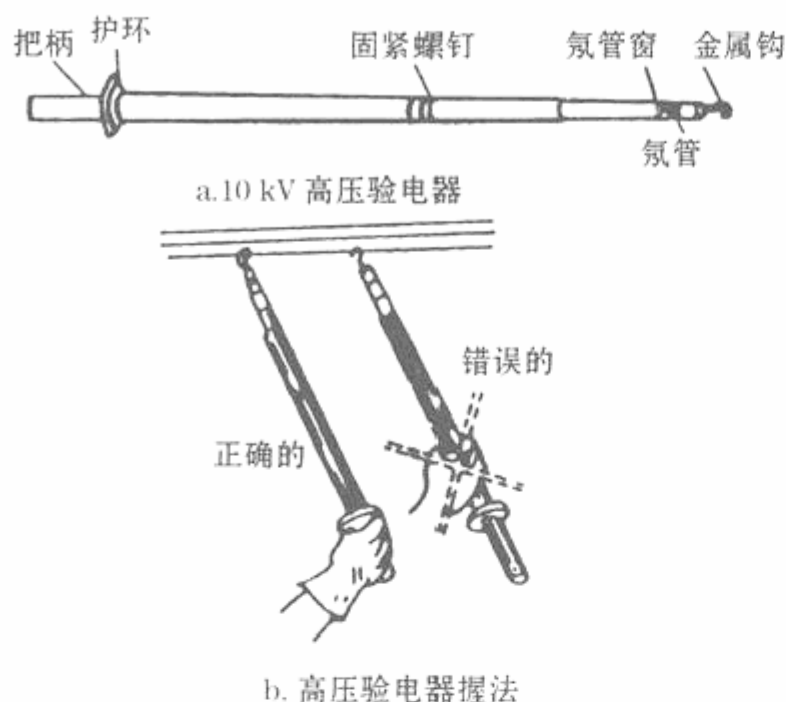


图 2-3 高压验电器的结构和使用方法

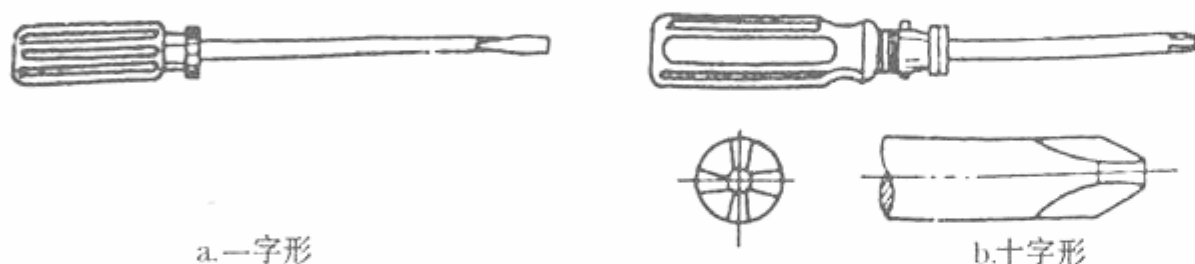


图 2-4 螺丝刀的外形

2. 使用螺丝刀应注意的事项 ①电工作业时绝不可以使用通心螺丝刀,以防触电。②使用螺丝刀松紧带电的螺钉时,手绝不可以接触螺丝刀的铁杆,以免触电。

3. 常用螺丝刀的使用方法 ①短螺丝刀的使用:短螺丝刀多用来松紧电气装置接线桩上的小螺钉,使用时可用大拇指和中指夹住握柄,用食指顶住柄的末端捻旋(图 2-5a)。②长螺丝刀的

使用:长螺丝刀多用来松紧较大的螺钉。使用时,除大拇指、食指和中指要夹住握柄外,手掌还要顶住柄的末端,这样就可以防止旋转时滑脱,用法如图 2-5b 所示。③较长螺丝刀的使用:可用右手压紧并转动手柄,左手握住螺丝刀的中间(不得放在螺钉的周围),以防刀头滑脱将手划伤。

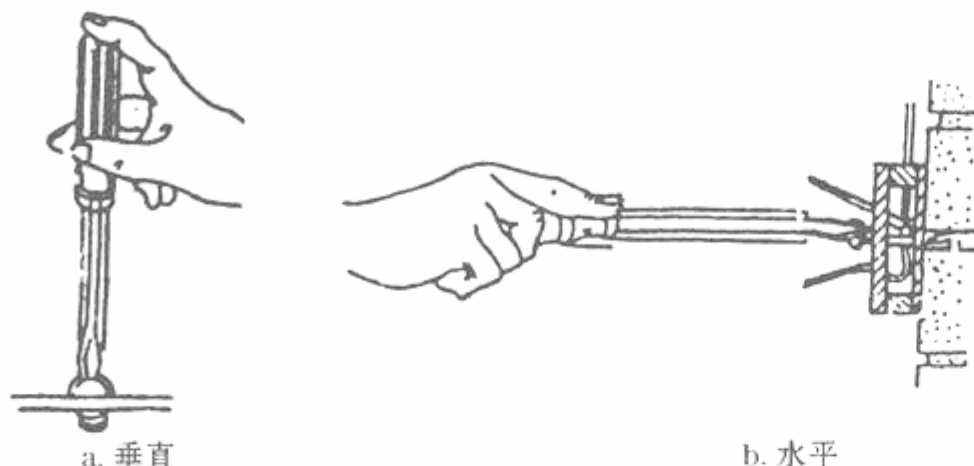


图 2-5 螺丝刀的使用

四、钳类工具

1. 尖嘴钳 尖嘴钳的头部尖细,适用于在狭小的工作空间操作。常用的尖嘴钳多是带刃口的。其常用外形如图 2-6 所示。

尖嘴钳可实现以下用途:①能夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件施工。②带刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。③在装接电气控制线路板时,尖嘴钳能将单根导线弯成一定圆弧的接线鼻。



图 2-6 尖嘴钳

2. 钢丝钳 电工用钢丝钳为绝缘手柄,常用钢丝钳外形如图 2-7 所示。

(1)结构:钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成,钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。钳口用来弯绞或钳夹导线线头;齿口

用来紧固或起松螺母；刀口用来剪切导线或剖削软导线绝缘层；侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铁丝等较硬金属。其结构及用途如图 2-7 所示。

(2) 使用钢丝钳的注意事项：①使用前应检查绝缘柄是否完好，以防带电作业时触电。②当剪切带电导线时，绝不可同时剪切相线和零线，或两根相线，以防发生短路故障。

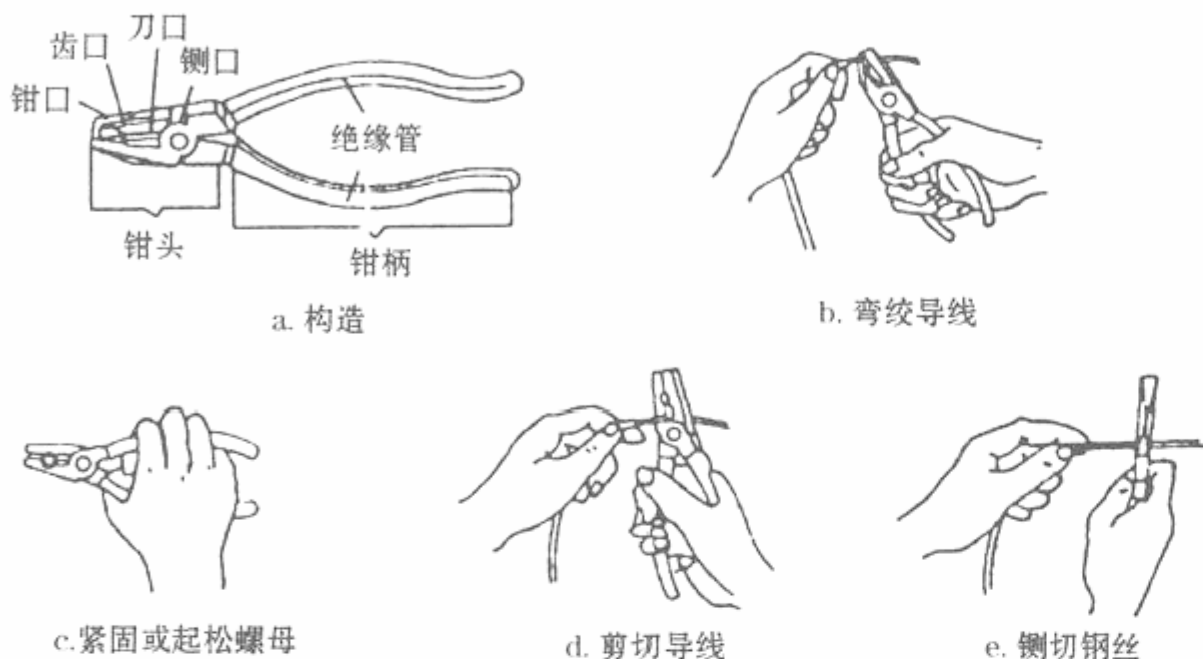


图 2-7 电工钢丝钳的结构及使用示意

3. 断线钳 常用的断线钳钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种形式；绝缘柄断线钳的外形如图 2-8 所示。断线钳专门用于剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等；其中电工常用的绝缘柄断线钳耐压强度为 1 000 V。

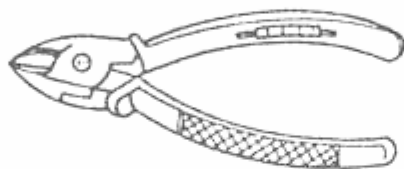


图 2-8 断线钳

4. 剥线钳 用于剥除小直径导线绝缘层的专用工具，其常用外形如图 2-9 所示，耐压强度为 500 V。

使用剥线钳时，先选定好被剥除的导线绝缘层的长度，然后将

导线放入相应的刃口中(比导线直径稍大),用手将钳柄一握,导线的绝缘层即被割破而断开。

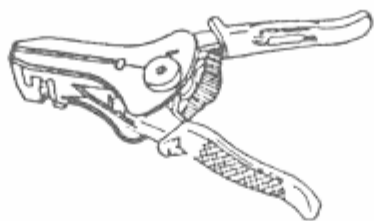


图 2-9 剥线钳

电工刀是用来剖削电线线头,切割圆木、木台缺口,削制木榫的工具,其外形如图 2-10 所示。



图 2-10 电工刀

使用电工刀时,应将刀口朝外剖削,以免伤手;剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤导线;电工刀刀柄是无绝缘保护的;不能在带电导线或器材上剖削,以免触电。

六、电动工具类

1. 电钻 电钻是利用钻头加工孔的常用电动工具。常用的电钻有手枪式和手提式等类型,其外形如图 2-11

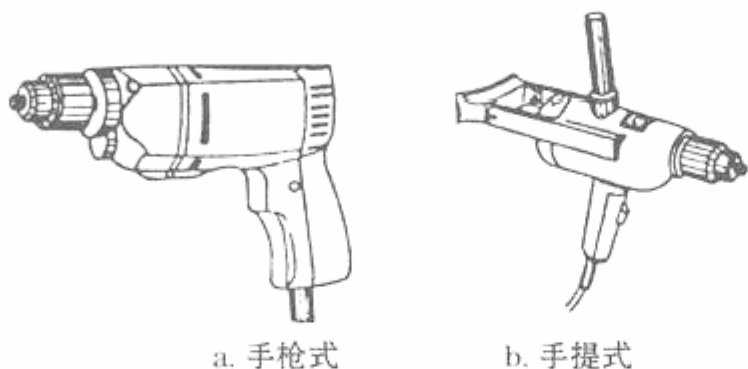


图 2-11 电钻

所示。电钻通常使用 220 V 单相交流电源,在潮湿的环境中多采用安全低电压。

2. 冲击钻 其外形如图 2-12 所示。①作为普通电钻用:用时把调节开关调到标记为“旋转”的位置,即可作为电钻使用。②作为冲击钻用:用时把调节开关调到标记为“冲击”的位置,即可用来冲打砌块和砖墙等建筑材料的木榫孔和导线穿墙孔,通常可冲打直径为 6~16 mm 的圆孔。

3. 电锤 外形和结构如图 2-13 所示。

电锤适用于混凝土、砖石等硬质建筑材料的钻孔。

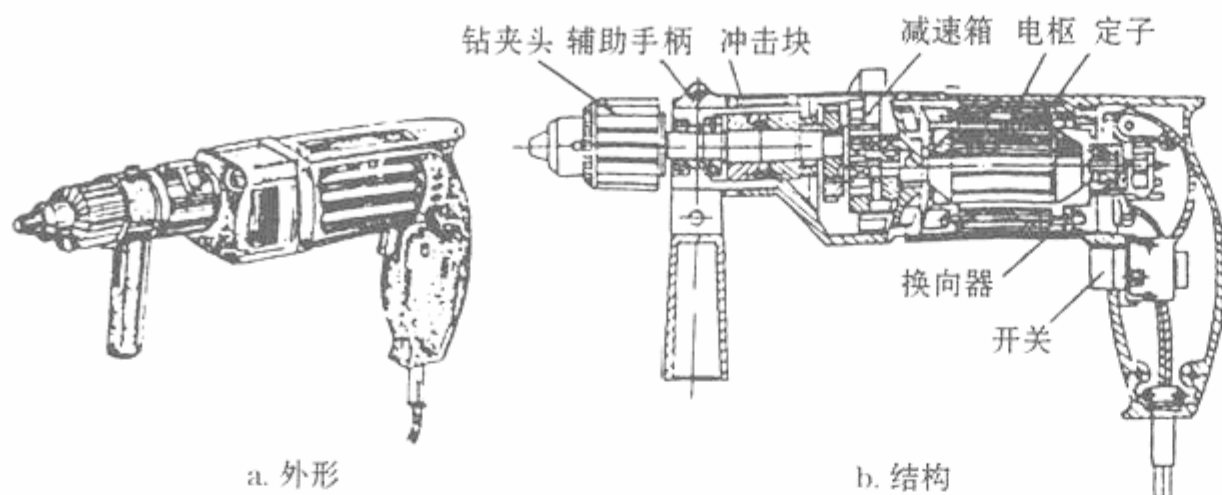


图 2-12 冲击钻的外形和结构

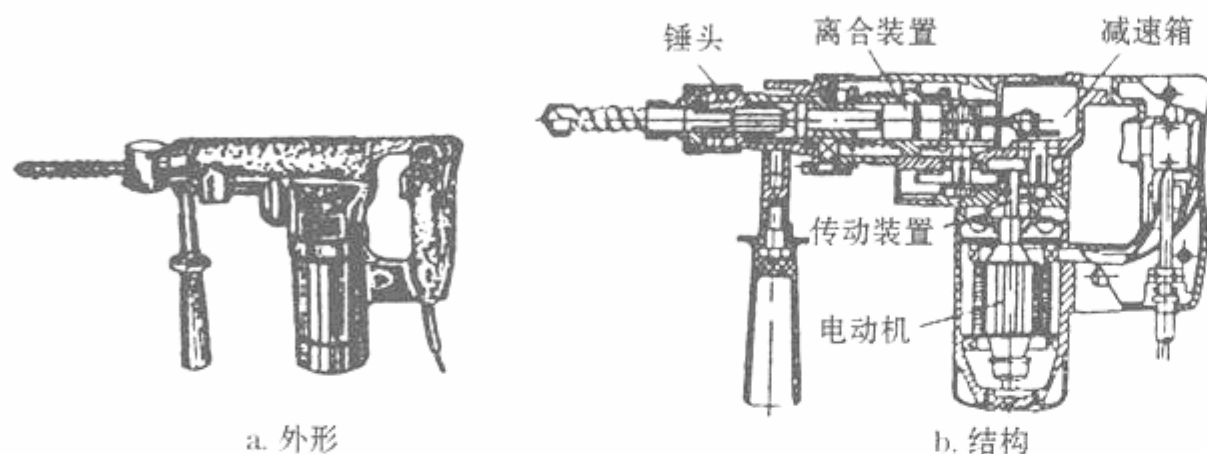


图 2-13 电锤的外形和结构

七、鑿子

鑿子是电工用来消除金属毛刺,或对已生锈的小螺栓进行鑿断消除换新的一种工具,外形如图 2-14 所示。

电工初学者也要掌握一些钳工的基本知识和技能,使用鑿子时要注意以下几点:

(1) 在工作前要检查锤头是

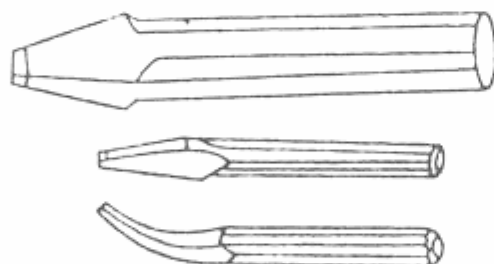


图 2-14 鑿子外形

否装牢,若牢固,用左手握紧錐子,錐子尾部要露出约4 cm,右手握紧锤子用力敲击。

(2) 錐子应经常刃磨,并及时去掉錐子尾部毛刺,以免伤人。

(3) 錐削脆性材料或毛刺时,人体应靠錐子的后面站,以免碎屑飞进伤人。

八、拉具

拉具又称拉马或拉子,是电工拆卸皮带轮、联轴器以及电动机轴承、电动机风叶时不可缺少的一种工具,一般拉具的外形如图2-15所示。

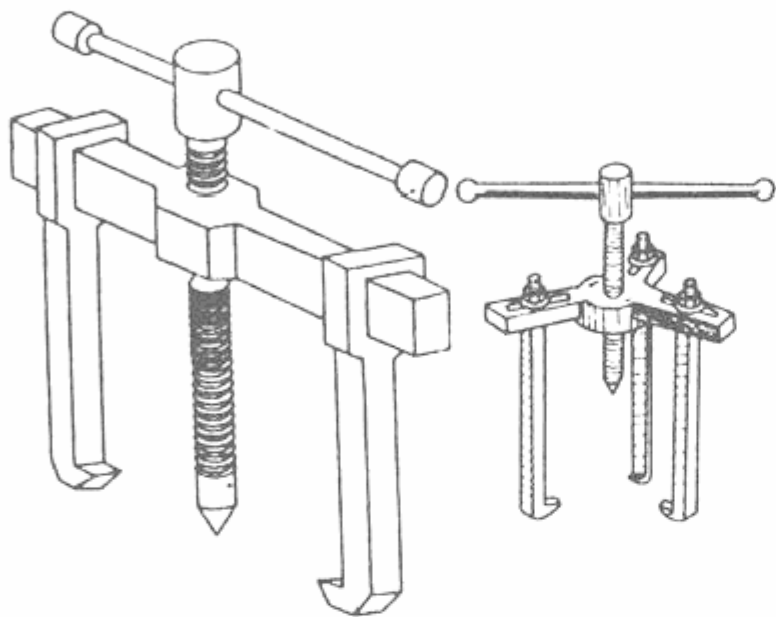


图2-15 拉具外形

使用拉具时要注意以下几点:

(1) 使用拉具拉电动机皮带轮时要把拉具摆正,丝杆要对准机轴中心,然后用扳手上紧拉具的丝杠,用力要均匀。

(2) 在使用拉具时,如果所拉的部件与电动机轴间锈死,要在轴的接缝处浸些汽油或螺栓松动剂,然后用铁锤敲击皮带轮外圆或丝杆顶端,再用力向外拉皮带轮。

(3)必要时可用喷灯将皮带轮的外表加热后,迅速拉下皮带轮。

九、喷灯

喷灯是利用喷灯火焰对工件进行加热的一种工具,火焰温度可达 900°C ,电工常用于锡焊、焊接电缆接地线等。喷灯的外形如图 2-16 所示。

使用喷灯时应注意以下几个问题:

(1)按喷灯要求加燃料油,最多加到容器的 $3/4$ 处,加油后须拧紧螺塞。

(2)使用前要检查一下喷灯各个部位是否漏油,喷嘴是否塞死,是否有漏气现象,检查合格后方能使用。

(3)在修理喷灯或加油、放油时,一定要先灭火,然后再进行各项操作。

(4)点火时,喷灯、喷嘴前切勿站人。

(5)喷灯在工作时,应保持火焰与带电体有足够的安全距离,且在工作场所内不能有易燃、易爆物等危险品。

(6)在点燃喷灯前,应先在火碗内注入燃油并点燃,待喷嘴烧热后,再缓慢打开进油阀,使火从喷嘴处喷出。

(7)给喷灯加压打气前一定要先关闭进油阀。

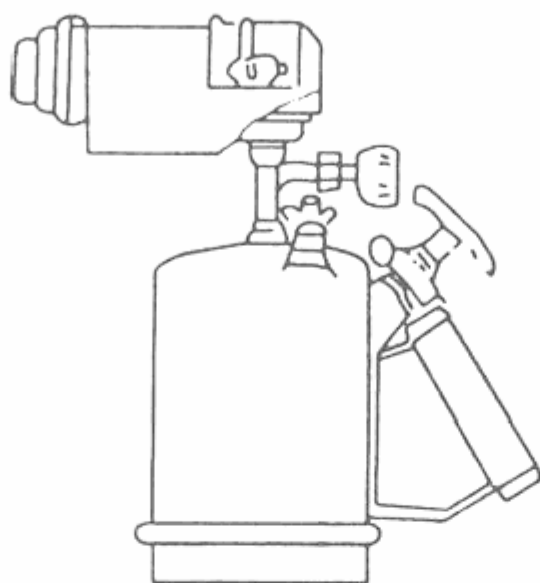


图 2-16 喷灯外形

十、电烙铁

电烙铁是电工常用的焊接工具,它可用来焊接电线接头、电气元件接点等。电烙铁的工作原理是利用电流通过发热体(电热

丝)产生的热量熔化焊锡后进行焊接。电烙铁的外形如图 2-17 所示。电烙铁的形式很多,有外热式电烙铁、内热式电烙铁和感应式电烙铁等多种。外热式电烙铁具有耐震动、机械强度大等优点,适用于

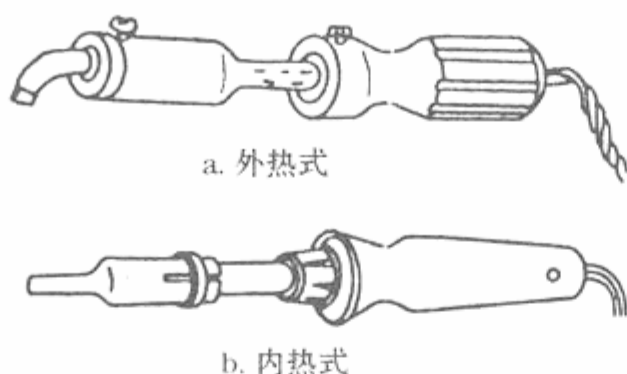


图 2-17 电烙铁外形

于较大体积的电线接头焊接;缺点是预热时间较长,效率较低。近年来生产的内热式电烙铁优点是体积小、重量轻、发热快,适用于在印制电路板上焊接电子元器件,缺点是机械强度差,不耐震动,不适于大面积焊接。电烙铁内部接线端子如图 2-18 所示。电烙铁在使用时要注意以下几点:

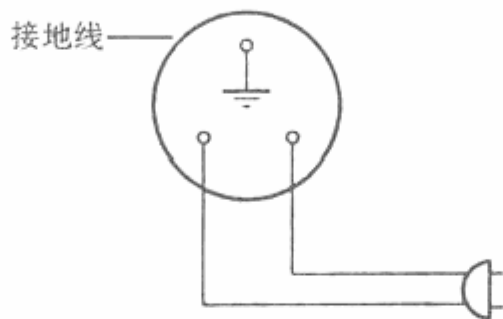


图 2-18 电烙铁内部接线

(1) 使用之前应检查电源电压与电烙铁上的额定电压是否相符,一般为 220 V,检查电源和接地线接头是否接错。

(2) 新烙铁在使用前应先用砂纸把烙铁头打磨干净,然后在焊接时和松香一起在烙铁头上沾上一层锡(称为搪锡)。

(3) 电烙铁不能在易爆场所或腐蚀性气体中使用。

(4) 电烙铁在使用中一般用松香作为焊剂,特别是电线接头、电子元器件的焊接,一定要用松香作焊剂,严禁用含有盐酸等腐蚀性物质的焊锡膏焊接,以免腐蚀印制电路板或使电气线路短路。

(5) 电烙铁在焊接金属铁、锌等物质时,可用焊锡膏焊接。

(6) 如果在焊接中发现紫铜制的烙铁头氧化不易沾锡时,可用锉刀锉去氧化层,在酒精内浸泡后再使用,切勿在酸内浸泡,以免腐蚀烙铁头。

(7) 焊接电子元器件时,最好选用低温焊丝,在烙铁头部涂上

一层薄锡后再焊接。焊接场效应晶体管时,应将电烙铁电源线插头拔下,利用余热去焊接,以免损坏场效应晶体管。

(8)使用外热式电烙铁还要经常将铜头取下,清除氧化层,以免日久造成铜头烧死。

(9)电烙铁通电后不能敲击,以免缩短使用寿命。

(10)电烙铁使用完毕,应拔下插头,待冷却后放置干燥处,以免潮湿漏电。

第三节 常用量具及使用方法

一、游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具。它可以直接测量出工件的内外尺寸和深度尺寸,其测量精度通常有 0.02 mm 和 0.05 mm 两种。

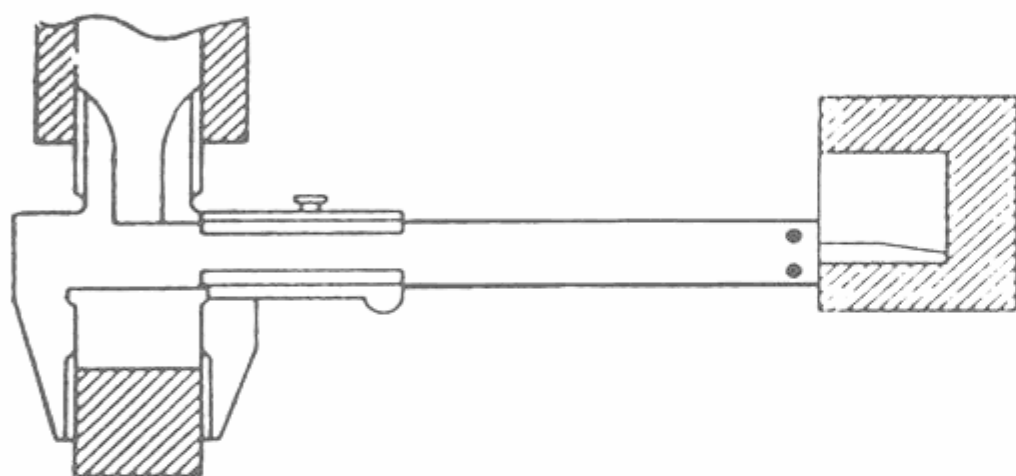


图 2-19 游标卡尺的外形

1. 结构 游标卡尺如图 2-19 所示,内卡爪用来测量孔的尺寸;外卡爪用来测量轴的尺寸;深度尺用来测量孔的深度和台阶高度。

2. 测量和读数方法 使卡爪测量面紧靠工件,并使测量面的连线垂直于被测量面,拧紧制动螺钉,读出所测数值。①读整数,

副尺零线左边主尺的第一条刻线是整数的毫米值。②读小数,在副尺上找出哪一条刻线与主尺刻线对齐,在对齐处从副尺上读出毫米的小数值。③将上述两值相加,即为游标卡尺的测量尺寸,图 2-20 中所示尺寸为 33.70 mm。

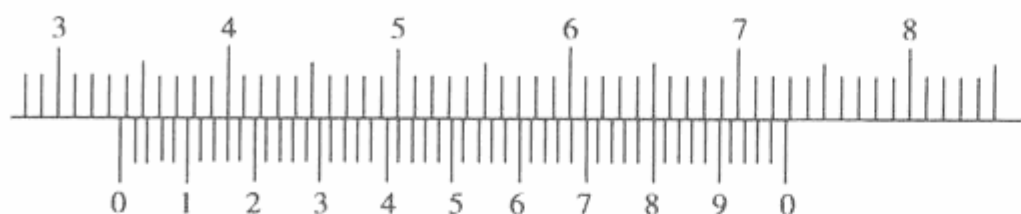


图 2-20 游标卡尺的读数方法

二、千分尺

千分尺是一种精度较高的量具,测量精度为 0.01 mm。有内径千分尺和外径千分尺。

1. 结构 由测量部分和读数部分及手柄、棘轮等组成。

2. 测量方法 ①测量前将千分尺测量面擦净,然后检查零位的准确性。②将工件被测表面擦干净,以保证测量准确。③用单手或双手握千分尺对工件进行测量,一般先转动活动套筒,当千分尺的测量面刚接触到工件表面时改用棘轮,当听到测力控制装置发出嗒嗒声时,停止转动。

3. 读数方法 要先看清内套筒(即固定套筒)上露出的刻线,读出毫米数和半毫米数。然后再看清外套筒(活动套筒)的刻线和内套筒基准线所对齐的数值(每格为 0.01 mm),将两个读数相加,其结果就是测量值。如图 2-21 所示,a、b 中测量结果分别为 10.93 mm、11.57 mm。

使用时要注意不能用千分尺测量粗糙的表面;使用后擦净测量面并加润滑油防锈,放入盒中。

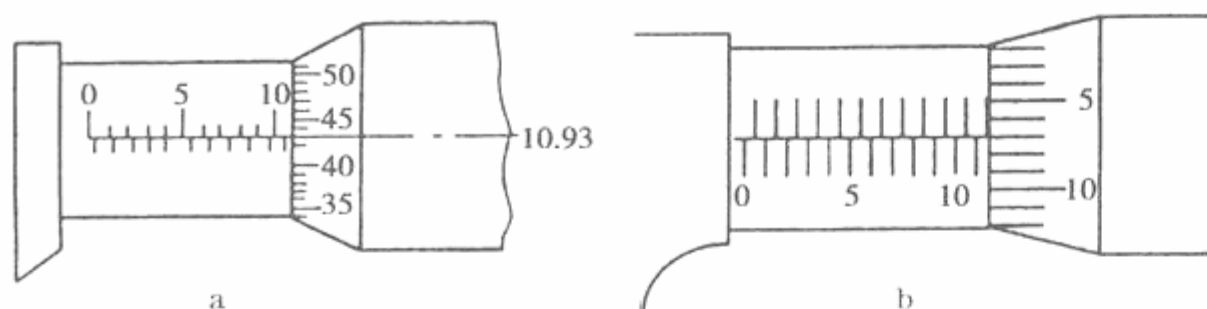


图 2-21 千分尺的读数方法

第三节 交流电焊机的使用维修技术

交流电焊机是利用电能加热金属的待焊接部分使其熔融,以达到原子间的结合,从而实现焊接的一种加工设备。

一、交流电焊机的构造

交流电焊机由变压器、调节和指示装置等组成,它将电网的交流电压变为适合起弧的交流电压,并配以焊钳进行手工电弧焊。其外形和接线如图 2-22 所示。

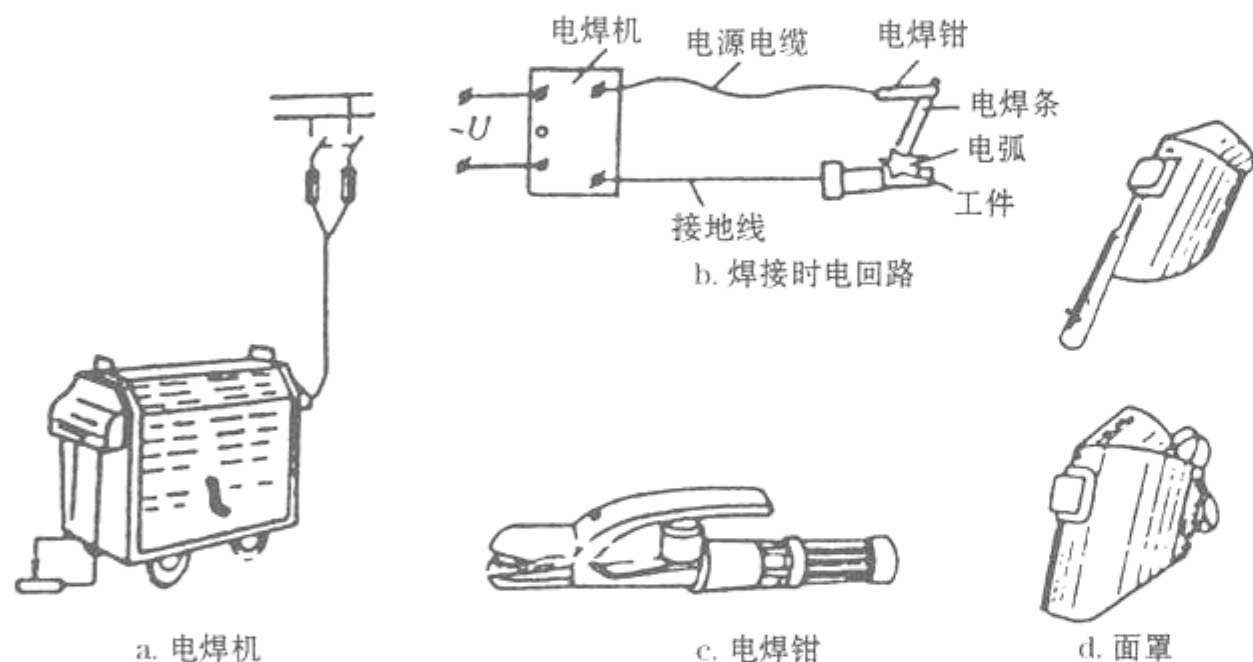


图 2-22 电焊设备和工具

交流电焊机是一种特殊的降压变压器。根据电弧焊接工艺的特点要求,空载时有相当高的引弧电压,为 $55 \sim 80 \text{ V}$ 。正常焊接时,电弧压降为 $30 \sim 40 \text{ V}$,二次电流变化范围大,一般为 $100 \sim 500 \text{ A}$,且能调节焊接电流的大小。图 2-23 所示为交流电焊机原理图。

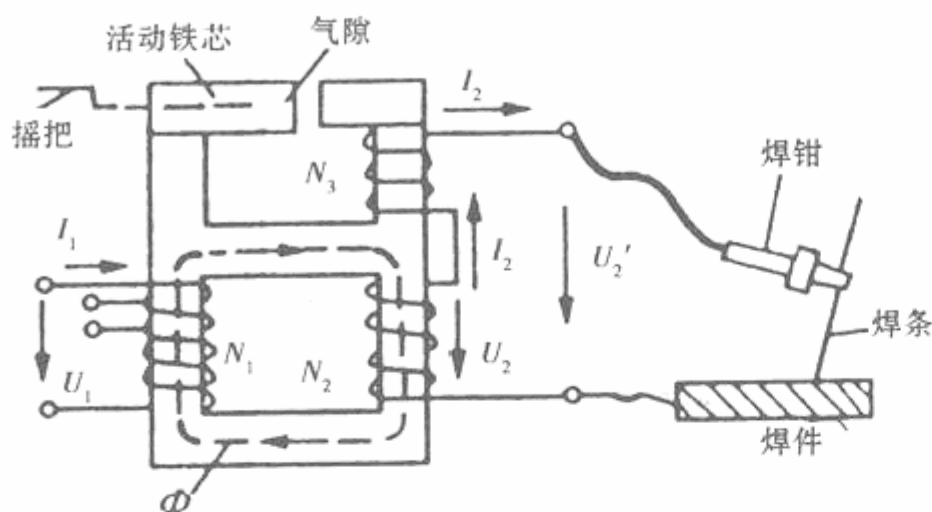


图 2-23 交流电焊机原理

变压器二次绕组 N_2 与铁芯绕组 N_3 (电抗器) 串联,其铁芯有一段是活动的,通过摇把可调节其位置,以改变磁路内气隙的大小。在 I_2 大小不变的情况下,绕组 N_3 的压降大小也会改变,气隙越小,压降越大。因此,通过摇把调节活动铁芯的位置,也就调节了 U'_2 随 I_2 增加而下降的程度。当调节手柄顺时针转动时,焊接电流增大;当逆时针转动时,焊接电流减小。另外,电焊变压器的一次绕组有中间抽头,在不同的抽头上加入 U_1 , U_2 也不同,这样就得到不同的开路电压。

常用的交流电焊机有三种,结构和原理如表 2-1 所示。

表 2-1 常用交流电焊机的结构

系列	结构示意图	电流调节
1. BX1 系列 磁分路动铁式 焊接变压器		转动电焊机中部的手柄,以改变动铁芯位置,即改变漏磁分路的大小,从而获得均匀的电流调节
2. BX2 系列 同体组合电抗 式焊接变压器		移动电抗器铁芯上轭的可动部分以改变气隙距离,从而改变漏抗大小,使电流随之改变
3. BX3 系列 动圈式焊接变 压器		改变一次侧与二次侧两个绕组间的距离,可改变它们之间的漏抗大小,从而改变电流。还可将绕组串联或并联,扩大电流调节范围

二、交流电焊机的维修技术

由于交流电焊机结构简单,使用方便可靠,因此维修比较容易。交流电焊机常见故障及维修方法如表 2-2 所示。

表 2-2 交流电焊机常见故障及处理方法

故障现象	故障可能原因	故障处理方法
1. 焊接过程中电流不稳	(1) 电缆线与焊接件接触不良 (2) 电流调节部分松动 (3) 电网电压不稳定	(1) 紧固不良处 (2) 固定松动部分 (3) 稳定电网电压
2. 焊机过热、响声过大	(1) 焊机过载 (2) 部分绕组短路	(1) 减小焊接电流 (2) 修复短路处
3. 导线接触处过热	(1) 接线处接触电阻过大 (2) 接线处螺钉松动	(1) 清除氧化层, 减少接触电阻 (2) 紧固接线处螺钉
4. 铁芯及连接螺栓过热	绝缘破坏	恢复绝缘
5. 电流过大, 调节器不起作用	电抗器短路	消除短路故障

第三章 电气常用导线的选择 与连接技术

第一节 常用导线的选择

常用的电工材料分为导电材料、绝缘材料、电热材料和磁性材料四大类,在此只介绍常用电线电缆和熔丝(俗称保险丝)。

一、导电材料

导电材料大部分为金属,属于导电材料的金属应具备导电性能好、不易氧化和腐蚀、容易加工和焊接、有一定的机械强度、资源丰富、价格低廉等特点,所以并不是所有的金属都可以用作导电材料。

铜和铝基本符合上述特点,因此它们是最常用的导电材料。比如,架空线要具有较高的机械强度,常选用铝镁硅合金;熔丝要具有易熔断的特点,故选用铅锡合金;电光源灯丝的要求是熔点高,需选用钨丝作导电材料等。

二、常用导线

常用导线按结构特点可分为绝缘电线、裸导线和电缆。由于使用条件和技术特性不同;导线结构差别较大,有些导线只有导电线芯;有些导线由导电线芯和绝缘层组成;还有的导线在绝缘层外面还有保护层。

1. 绝缘电线 是用铜或铝作导电线芯,外层敷以绝缘材料的电线。常用导线的外层材料有聚氯乙烯塑料和橡胶等。目前,常用电线的品种、规格、特性及其用途如表 3-1,常用电线的结构形式如图 3-1 所示。

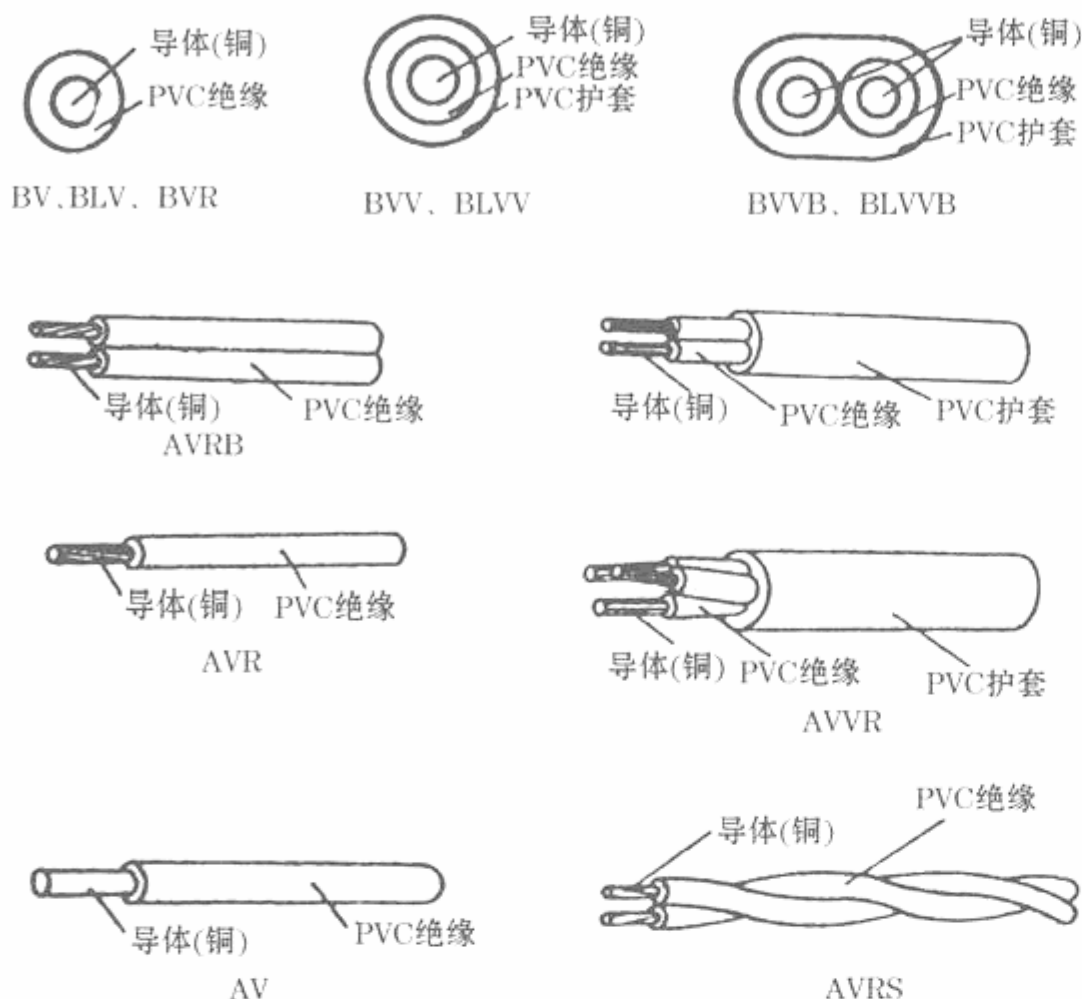


图 3-1 聚氯乙烯绝缘安装电线结构

(1) B 系列塑料、橡皮电线: 该系列的电线结构简单, 质量轻, 价格低廉, 电气和机械性能有较大的裕度, 广泛应用于各种动力、配电和照明线路, 并用于中小型电气设备作安装线。它们的交流工作耐压为 500 V, 直流工作耐压为 1 000 V。

(2) R 系列橡皮、塑料软线: 该系列软线的线芯是用多股细铜线绞合而成, 它除了具备 B 系列电线的特点外, 还比较柔软, 广泛用于家用电器、仪表及照明线路。

(3) Y 系列通用橡套电缆:该系列的电缆适用于一般场合,作为各种电动工具、电气设备、仪器和家用电器的移动电源线,所以又称为移动电缆。

表 3-1 常用的橡皮、塑料绝缘电线

名称	型号		长期最高工作温度(℃)	用途
	铜芯	铝芯		
橡皮绝缘电线	BX	BLX	65	固定敷设于室内(明敷、暗敷或穿管),可用于室外,也可作设备内部安装用线
氯丁橡皮绝缘电线	BXF	BLXF	65	同 BX 型。耐气候性好,适用于室外
橡皮绝缘软线	BXR		65	同 BX 型。仅用于安装时要求柔软的场所
聚氯乙烯绝缘电线	BV	BLV	65	同 BX 型。且耐湿性和耐气候性较好
聚氯乙烯绝缘护套圆形电线	BVV	BLVV	65	同 BX 型。用于潮湿的机械防护要求较高的场合,可明敷、暗敷或直接埋入土壤中
聚氯乙烯绝缘护套圆形软线	RVV		65	同 BV 型。用于潮湿和机械防护要求较高以及经常移动、弯曲的场合
丁腈聚氯乙烯复合物绝缘软线	RFB RFS		70	同 RVB 型、RVS 型。且低温柔软性较好
棉纱编织橡皮绝缘双绞软线、棉纱纺织橡皮绝缘软线	RXS RX		65	室内日用电器、照明电源线
中型橡套电缆	YZ			各种移动电气设备和农用机械电源线
	YZW			各种移动电气设备和农用机械电源线,且具有耐气候和一定的耐油性能

(4) 电线电缆的安全电流,安全电流是电线电缆的一个重要参数,它是指在不超过最高工作温度的条件下,允许长期通过的最

大电流值,所以又称为允许载流量。常见的单根电线在空气中敷设时的载流量(环境温度为 25 ℃)如表 3-2 所示。

表 3-2 长期允许载流量

标称截面积(mm ²)	长期连续负荷允许载流量(A)			
	一股		二股	
	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯
0.75	16	—	12.5	—
1.0	19	—	15	—
1.5	24	—	19	—
2.5	32	25	26	20
4	42	34	36	26
6	55	43	47	33
10	75	59	65	51

2. 裸导线 是只有导体(如铝、铜、钢等)而不带绝缘和护层的导电线材。常见的裸导线有绞线、软接线和型线等。按外观形态可分为单线、绞线和型线(包括型材)三类,导线结构类型如图 3-2 所示,常用铝绞线技术参数见表 3-3 所示。

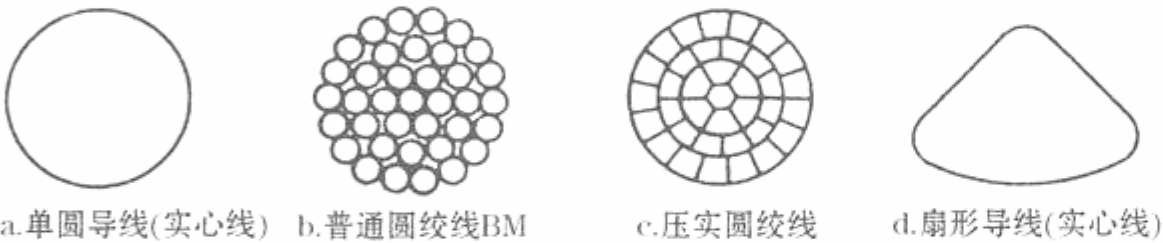


图 3-2 导线结构种类

(1)单线:有圆单线和扁线两种,主要用作各种电线电缆的导电体。

(2)绞线:按其结构可分为四种:①简单绞线,由材质相同线径相等的圆单线同心绞制而成,主要用于强度要求不高的架空导线。②组合绞线,由导电线材和增强线材组合同心绞制而成,主要

用于强度要求较高的架空导线。③复绞线,由材质相同线径相等的束(绞)股线同心绞制而成,可用作仪表或电器设备的软接线。④特种导线,由导电线材料和各不同外形或尺寸的增强线材,用特种组合方式绞制而成,适用于有特种使用要求的架空电力线路。如扩径导线在高压线路上可减少电晕损失和无线电干扰,自阻尼导线可使导线减振,倍容量导线可增大线路的传输容量。

表 3-3 常用 LJ 铝绞线技术参数

标称截面积 (mm ²)	结构尺寸 股数/线径 (mm)	外径 (mm)	20℃ 直流电阻 (Ω/km)	拉断力 (N)	质量 (kg/km)	安全载流量 (A)
16	1/1.70	5.10	1.847	2 519	43.5	93
25	7/2.12	6.36	1.188	3 920	67.6	120
35	7/2.50	7.50	0.854	5 439	94.0	150
50	7/3.00	9.00	0.593	7 350	135	190
70	7/3.55	10.65	0.424	9 702	190	234
95	19/2.50	12.50	0.317	14 798	257	290
95	7/4.14	12.42	0.311	13 132	258	
120	19/2.80	14.00	0.253	17 444	323	330
150	19/3.15	15.75	0.200	22 050	409	388
185	19/3.50	17.50	0.162	27 244	504	440
240	19/3.98	19.90	0.125	33 026	652	
300	37/3.20	22.40	0.099 6	44 296	822	
400	37/3.70	25.90	0.074 5	55 566	1 099	

在供电系统中,最常用的是铝绞线、铜绞线、钢绞线和钢芯铝绞线等。

导线规格级别指的是单位截面积(mm²),而单根导线又是以直径(mm)计量的。导线的设计制造有它的规律,截面 6 mm² 以下导线为 1 股,如 1.5 mm² (1/1.38)、2.5 mm² (1/1.78)、4 mm²

(1/2.25)、 6 mm^2 (1/2.76); $10 \sim 35\text{ mm}^2$ 的导线为 7 股, 如 10 mm^2 (7/1.35)、 16 mm^2 、 25 mm^2 、 35 mm^2 、 50 mm^2 、 95 mm^2 以上为 19 股 (95 mm^2 导线也有 7 股的), 如 95 mm^2 (19/2.50)、 120 mm^2 (19/2.80)、 150 mm^2 (19/3.15)、 185 mm^2 (19/3.50)、 240 mm^2 (19/3.98); 120 mm^2 以上为 37 股, 如 300 mm^2 (37/3.20)、 400 mm^2 (37/3.70)、 500 mm^2 (37/4.14)。 600 mm^2 为 67 股, 而绝缘线 35 mm^2 就有 19 股。

3. 电力电缆 电缆是一种特殊的导线, 它是将一股或数股绝缘导线组合成线芯, 裹上相应的绝缘层 (橡皮、纸或塑料), 外面再包上密闭的护套层 (常为铝、铅或塑料等)。所以, 电缆一般由导电线芯、绝缘层和保护层三个主要部分组成, 其结构如图 3-3、图 3-4 所示。

(1) 导电线芯: 导电线芯是用来输送电流, 必须具有高的导电性、一定的抗拉强度和伸长率、耐腐蚀性好以及便于加工制造等特点。电缆的导电线芯一般由软铜或铝的多股绞线做成。

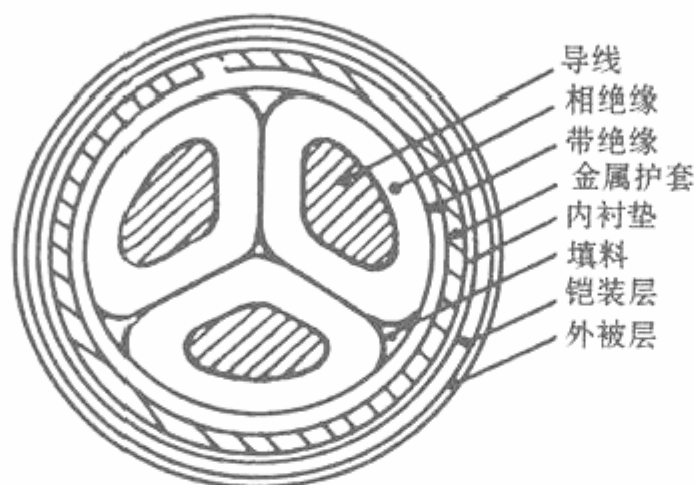


图 3-3 三股统包型电缆结构

(2) 绝缘层: 绝缘层

的作用是将导电线芯与相邻导体以及保护层隔离, 抵抗电压、电流、电场对外界的作用, 保证电流沿线芯方向传输。电缆的绝缘层材料, 有均匀质 (橡胶、沥青、聚乙烯等) 和纤维质 (棉、麻、纸等) 两类。

(3) 保护层: 保护层简称护层, 主要作用是保护电缆在敷设和运行过程中, 免遭机械损伤和各种环境因素 (如水、日光、生物、火灾等) 的破坏, 以保持长期稳定的电气性能。保护层分为两类:

1) 内保护层, 直接包在绝缘层上, 保护绝缘层不与空气、水分

或其他物质接触,所以要包得紧密无缝,并具有一定的机械强度,使其能承受在运输和敷设时的机械力。内保护层有铅包、铝包、橡胶套和聚氯乙烯等。

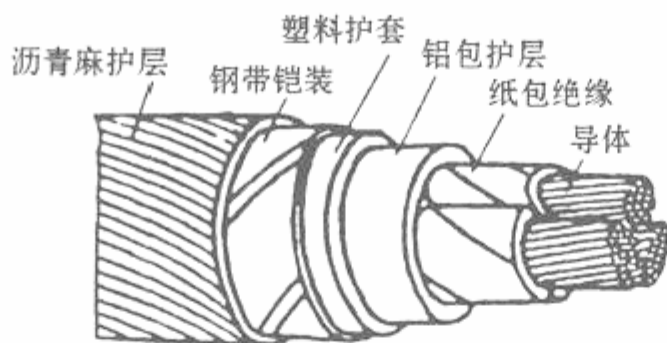


图 3-4 聚乙烯电缆结构

2) 外保护层,是用来保护内保护层的,防止铅包、铝包等不受外界的机械损伤和腐蚀,在电缆的内保护层外面包上浸过沥青混合物的黄麻、钢带或钢丝等。而没有外保护层的电缆,如裸铅包电缆,则用于无机械损伤的场合。

电缆分为电力电缆和电器装备用电缆(如软电缆和控制电缆)。在电力系统中,最常用的电缆有电力电缆和控制电缆两种。电力电缆是指输配电能用的电缆;控制电缆则是用在保护、操作回路中的。

三、熔丝

熔丝俗称保险丝,是在各种线路和电气设备中普遍使用的,具有短路保护作用的一种导电材料。使用时,将熔丝串联在线路中,当电流超过允许值时,熔丝首先被熔断而切断电源。常用的是熔点低的铅锡合金丝。

正确、合理地选择熔丝,对保证线路和电气设备的安全运行关系很大。当电气设备正常短时过电流时(如电动机启动时),熔丝不应熔断。选择熔丝的方法因线路不同而有差异,具体情况如下。

1. 照明及电热设备线路

(1) 在线路上总熔丝的额定电流等于电能表额定电流的 0.9~1 倍。

(2) 在支路上熔丝的额定电流等于支路上所有负载额定电流

之和的1~1.1倍。

2. 交流电动机线路

(1)单台交流电动机线路上熔丝的额定电流等于该电动机额定电流的1.5~2.5倍。

(2)多台电动机线路上的额定电流等于线路上功率最大的一台电动机额定电流的1.5~2.5倍,再加上其电动机额定电流的总和。

第二节 导线连接技术

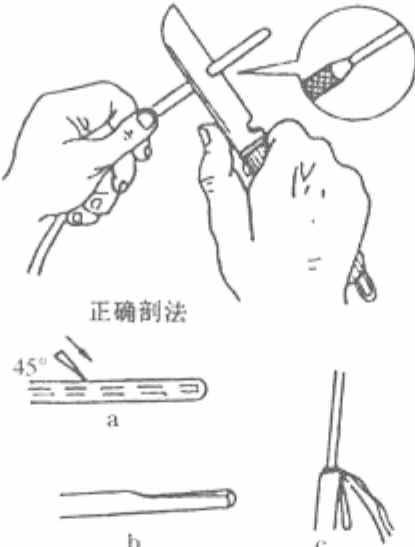
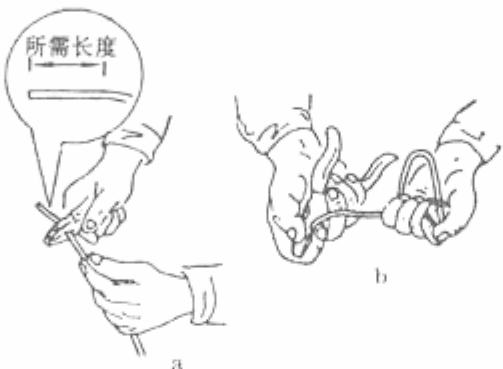
一、导线的剖削方法

电工刀或钢丝钳来剖削常用导线的绝缘层方法见表3-4。

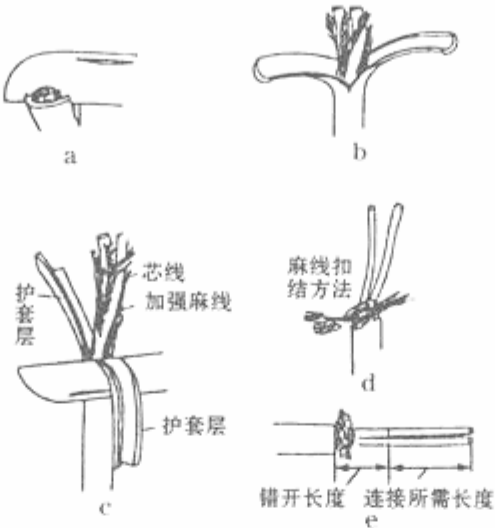
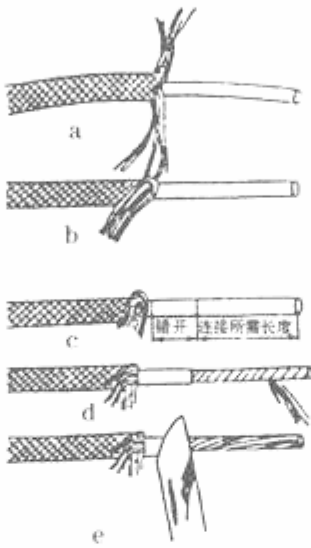
表 3-4 剖削常用导线的方法

名称		剖削步骤	图 示
塑料硬线	芯线截面积4 mm ² 及以下使用钢丝钳剖削	(1)左手捏住电线,根据线头所需长度用钢丝钳刀口环绕啃切绝缘层 (2)右手握住钢丝钳头部用力向外勒去塑料绝缘层 注意:剖削出的芯线应完整无损,如损伤较大应重新剖削	 用钢丝钳剖削塑料硬线绝缘层

续表

名称		剖削步骤	图 示
塑料硬线	芯线截面积大于 4 mm^2 使用电工刀剖削	(1) 根据所需的长度用电工刀以 45° 角倾斜切入塑料绝缘层 (2) 刀面与芯线保持 $15^\circ \sim 25^\circ$ 的角, 用力向前端推削, 直到削完上面一层塑料绝缘 (3) 将下面塑料绝缘层向后扳翻, 用电工刀齐根切去	 正确剖法 45° a b c 用电工刀剖削塑料硬线绝缘层
塑料软线	用剥线钳或钢丝钳剖削	(1) 左手拇、食指先捏住线头, 按连接所需长度, 用钳头刀口轻切绝缘层刀口 注意: 轻切不可用力过大 (2) 左手食指缠绕一圈导线, 右手握住钳头部, 攥拳捏住导线, 两手同时反向用力, 即可把端部绝缘层剥离芯线 注意: 剥离绝缘层时右手用力要大于左手	 所需长度 a b 用钢丝钳剖削塑料软线绝缘层
塑料护套线	用电工刀剖削	(1) 根据所需的长度用电工刀刀尖对准护套线缝隙划开护套层 (2) 向后扳翻护套层, 用刀齐根切去 (3) 在离护套层 $5 \sim 10\text{ mm}$ 处, 用电工刀以 45° 角倾斜切入绝缘层, 剖削方法同塑料硬线	 a b 塑料护套线绝缘层的剖削

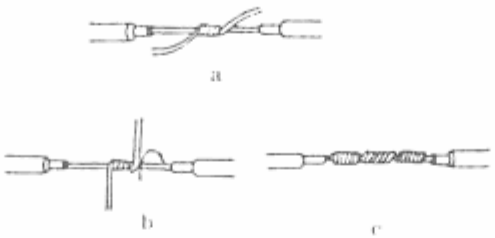
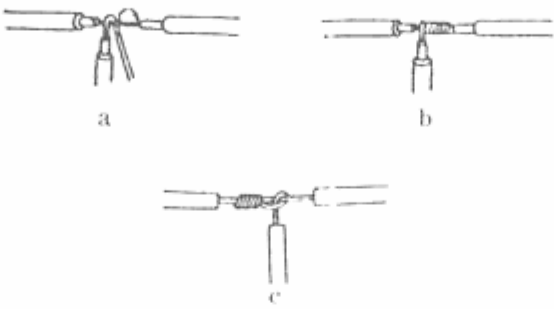
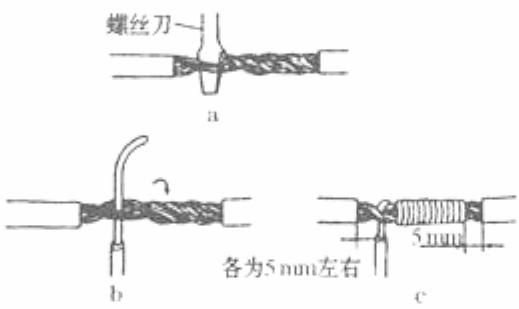
续表

名称	剖削步骤	图 示
橡皮软线	用电工刀和钢丝钳剖削 (1)从导线端头任意两芯线缝隙中割破部分橡皮护套层 (2)把已分开的护套层向外分拉,撕破护套层;当无法撕开护套层时,可用电工刀补割,直到所需长度为止 (3)在根部切断扳翻的护套层 (4)将麻线扣结加固 (5)每根芯线的绝缘层按所需长度用塑料软线的剖削方法进行剖削橡皮软线绝缘层的剖削	 橡皮软线绝缘层的剖削
花线	用电工刀和钢丝钳剖削 (1)从端头处松散编织的棉纱 15 mm 以上 (2)把松散的棉纱分组并捻成线状,然后向后推缩至线头连接所需长度 (3)将推缩的棉纱线进行扣结,紧扎住橡皮绝缘层 (4)用钢丝钳刀口剖削橡胶绝缘层 (5)把棉纱层按包缠方向散开,散到橡胶套切口根部后,拉紧后切断即可	 花线绝缘层的剖削

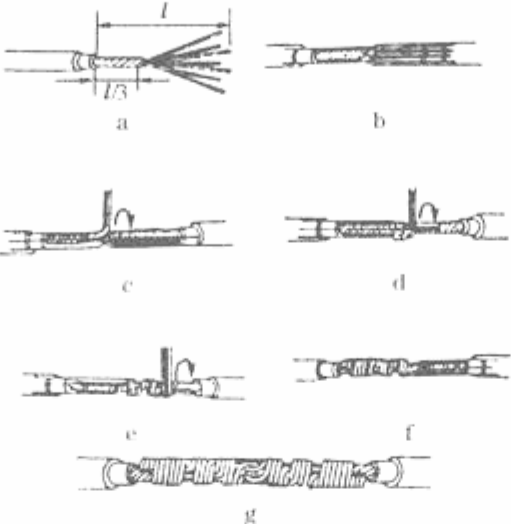
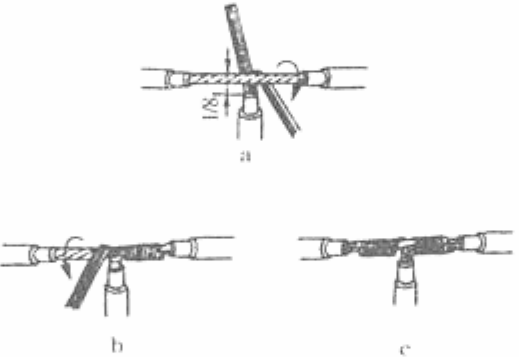
二、导线的连接方法

1. 铜芯导线的连接 常用的导线有单股、七股等多种线芯结构形式,其连接方法也有所不同(表 3-5)。

表 3-5 铜芯导线的连接方法

名称	连接步骤	图 示
单股铜芯导线	直接连接 (1) 将两线头的芯线扭成 X 形交叉后互相绞绕 2~3 圈并扳直两线头 (2) 将两个线头在芯线上紧绕 6~8 圈, 钳去余下的芯线, 并钳平芯线的末端	 单股铜芯导线的直线连接
	T 形分支连接 (1) 将支路芯线的线头与干线芯线十字形相交后按顺时针方向缠绕支路芯线 (2) 缠绕 6~8 圈后, 钳去余下的芯线, 并钳平芯线末端 注意: 较小截面积的芯线, 应先环绕结扣, 再把支路线头扳直, 紧密缠绕 8 圈, 随后剪去多余芯线, 钳平切口毛刺	 单股铜芯导线的分支连接
单股铜芯导线与多股铜芯导线	T 形分支连接 (1) 在距多股导线的左端绝缘层切口 3~5 mm 处的芯线上; 用螺丝刀把多股线芯均分两组 (2) 勒直芯线, 把单股芯线插入多股芯线的两组芯线中间, 但不可到底, 应使绝缘层切口离多股芯线约 5 mm (3) 用钢丝钳把多股芯线的插缝钳平钳紧 (4) 把单股芯线按顺时针方向紧绕在多股芯线上, 缠绕 10 圈, 钳断余端, 并钳平切口毛刺	 单股铜芯导线与多股铜芯导线的 T 形分支连接

续表

名称	连接步骤	图 示
七股铜芯导线	直接连接 (1) 将两芯线头散开并拉直,把靠近绝缘层 $1/3$ 线段的芯线绞紧 (2) 将余下的 $2/3$ 芯线按右图分散成伞状,并拉直每股芯线 (3) 把两组伞状芯线线头隔股对插,并捏平两端芯线,并将其中一端芯线分成三组,将第一组的 2 根芯线扳起,垂直于芯线,并按顺时针方向缠绕 2 圈 (4) 将余下的芯线向右扳直,再把第二组的 2 根芯线扳起垂直于芯线,仍按顺时针方向紧紧压住前 2 股扳直的芯线缠绕 2 圈 (5) 将余下的芯线向右扳直,再把剩余的 3 股芯线扳起,按顺时针方向紧压前 4 股扳直的芯线向右缠绕 3 圈后,切去每组多余的芯线,钳平线端 (6) 用同样的方法缠绕另一端芯线	 七股铜芯导线的直线连接
七股铜芯导线	T 形分支连接 (1) 将分支芯线散开钳直,接着把靠近绝缘层 $1/8$ 线段的芯线绞紧 (2) 将其余线头 $7/8$ 的芯线分成 4 股、3 股两组并排齐,用旋凿把干线的芯线撬分两组,将支线中 4 股芯线的一组插入两组芯线干线中间,而把 3 股芯线的一组支线放在干线芯线的前面 (3) 把右边 3 股芯线的一组在干线一边按顺时针方向紧紧缠绕 3~4 圈,钳平线端,再把左边 4 股芯线的一组芯线按逆时针方向缠绕 4~5 圈后,钳平线端	 七股铜芯导线的 T 形分支连接

2. 铝芯导线的连接

(1) 铝线的特点: 铝表面极易氧化, 形成氧化层。施工时接头氧化层虽被刮净, 但在短期又迅速形成新的氧化层。氧化层的厚度尽管只有 $3 \sim 5 \mu\text{m}$, 却有较高的电阻, 大电流通过时会产生高温, 易引燃可燃性物质。此高电阻增加了回路阻抗, 减小了短路电流, 妨碍了过电流保护电器的快速动作, 增加了起火的危险。

(2) 铝芯导线的连接先将线路连接处表面清除干净, 不应存在氧化层或杂质尘土。连接处应紧密可靠, 导电良好, 不能松动。连接铝线时清除表面后应立即连接, 大截面铝线应用压接、熔焊等连接方法, 压接法是使用压线钳和压接管来完成的, 如图 3-5a、b, 步骤如图 3-5c~e。此外, 铜导线和铝导线之间的连接应采用铜铝过渡接头。

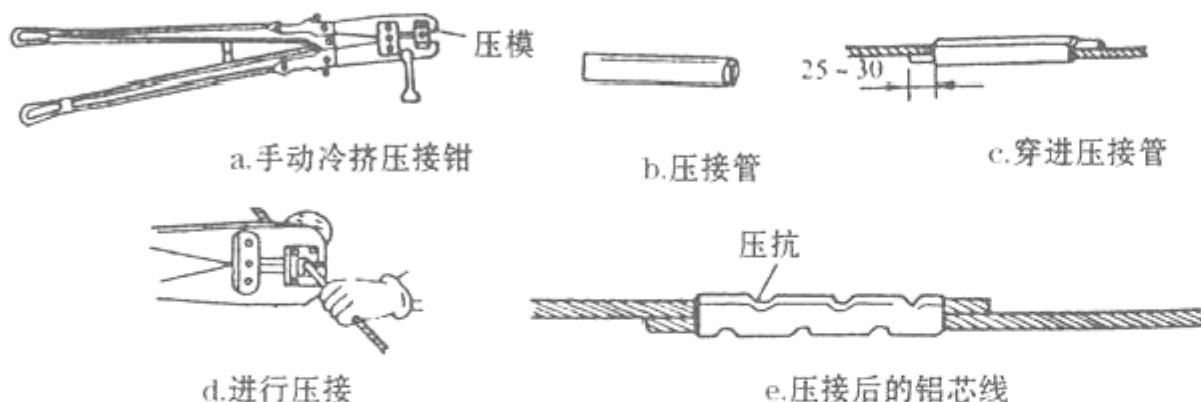


图 3-5 铝线的压接法

三、铜(导线)、铝(导线)之间的连接方法

铜导线与铝导线连接时, 不可忽视电化锈蚀问题。如果简单地用绞接或绑接方法使二者直接连接, 则铜、铝间的电化锈蚀会引起接触电阻增大而造成接头过热。实践表明, 铜、铝导线直接相连的接头, 在电气线路中使用寿命很短。因此, 铜、铝导线连接时, 应采取防电化锈蚀的措施。常见的措施有以下两种:

(1) 采用铜铝过渡接线端子或铜铝过渡连接管。这是一种常

用的防电化锈蚀的方法。铜铝过渡接线端子一端是铝筒,另一端是铜接线板。铝筒与铝导线连接,铜接线板直接与电气设备引出线铜端子相接。

在铝导线上固定铜铝过渡接线端子,常采用焊接法或压接法。采用压接法时,压接前剥掉铝导线端部绝缘层,除掉导线接头表面和端子内部的氧化层,将中性凡士林加热,熔成液体油脂,将其涂在铝筒内壁上,并保持清洁。将导线线芯插入铝筒内,用压接钳进行压接。压接时,先在靠近端子线筒口处压第一个压槽,然后再压第二个压槽。

如果是铜导线与铝导线连接,则采用铜铝过渡连接管,把铜导线插入连接管的铜端,把铝导线插入连接管的铝端,然后用压接钳压接。

(2) 采用镀锌紧固件或夹垫锌片或锡片连接。由于锌和锡与铝的标准电极电位相差较小,因此,在铜、铝之间有一层锌或锡,可以防止电化锈蚀。锌片和锡片的厚度为 1 ~ 2 mm。此外,也可将铜皮镀锡作为衬垫。

四、导线与接线端子(接线桩)的连接方法

1. 线头与针孔接线桩的连接 单股芯线与接线桩连接时,最好按要求的长度将线头折成双股并排插入针孔,使压接螺钉顶紧在双股芯线的中间,如图 3-6a 所示。如果线头较粗,双股芯线插不进针孔,也可将单股芯线直接插入,但芯线在插入针孔前,应朝着针孔上方稍微弯曲,以免压紧螺钉稍有松动线头就脱出,如图 3-6b 所示。

无论是单股芯线还是多股芯线,线头插入针孔时必须插到底,导线绝缘层不得插入孔内,针孔外的裸线头长度不得超过 3 mm。凡是有两个压紧螺钉的,应先拧紧靠近孔口的一个,再拧紧靠近孔底的一个。

2. 线头与螺钉平压式接线桩的连接 单股芯线与螺钉平压式接线桩的连接,是利用半圆头、圆柱头或六角头螺钉加垫圈将线头压紧完成连接的。对载流量较小的单股芯线,先将线头弯成压

接圈(俗称羊眼圈),再用螺钉压紧。为保证线头与接线桩有足够的接触面积,日久不会松动或脱落,压接圈必须弯成圆形。单股芯线压接圈弯法如图3-7所示。

对于横截面不超过 10 mm^2 的 7 股及以下多股芯线,应按图3-8所示方法弯制压接圈。首先把离绝缘层根部约 $1/2$ 长的芯线重新绞紧,越紧越好,如图3-8a所示;

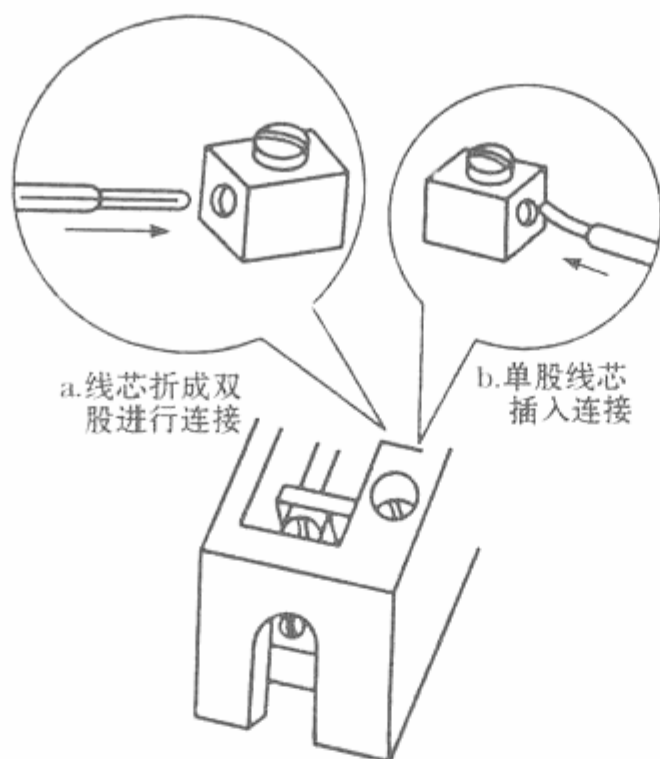


图3-6 单股芯线与针孔接线桩连接

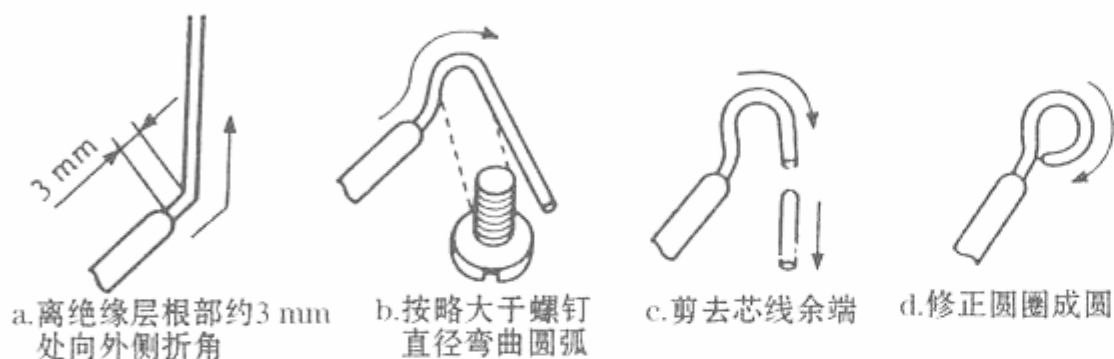


图3-7 单股芯线压接圈弯法

将绞紧部分的芯线,在离绝缘层根部 $1/3$ 处向左外折角,然后弯曲圆弧,如图3-8b所示;当圆弧弯曲得将成圆圈(剩下 $1/4$)时,应将余下的芯线向右外折角,然后使其成圆,捏平余下线端,使两端芯线平行,如图3-8c所示;把散开的芯线按 2 根、2 根、3 根分成三组,将第一组 2 根芯线扳起,垂直于芯线(要留出垫圈边宽,如图3-8d所示);按七股芯线直线对接的自缠法加工,如图3-8e所示。图3-8f是缠成后的七股芯线压接圈。

对于横截面超过 10 mm^2 的七股以上软导线端头,应安装接线耳。

压接圈与接线桩连接的工艺要求是:压接圈和接线耳的弯曲方向与螺钉拧紧方向应一致;连接前应清除压接圈、接线耳和垫圈上的氧化层及污物,然后将压接圈或接线耳放在垫圈下面,用适当的力矩将螺钉拧紧,以保证接触良好。压接时不得将导线绝缘层压入垫圈内。

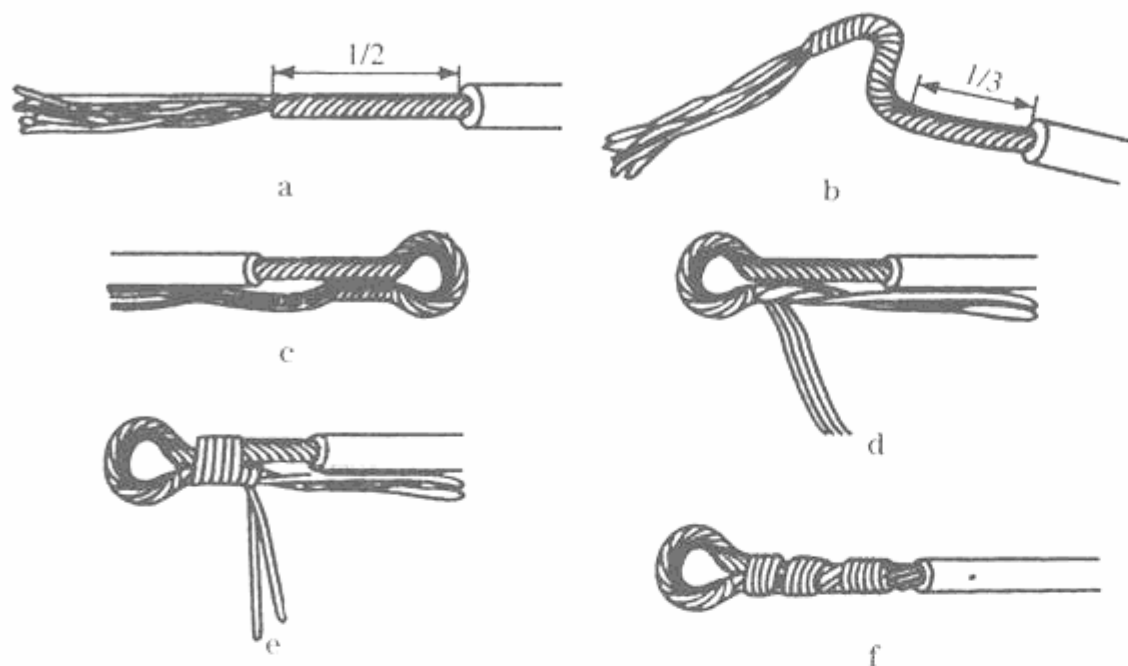


图 3-8 7 股导线压接圈弯法

软导线线头也可用螺钉平压式接线桩连接。软导线线头与压接螺钉之间的绕接方法如图 3-9 所示,其工艺要求与上述多股芯线压接相同。

3. 线头与瓦形接线桩的连接 瓦形接线桩的垫圈为瓦形。为了保证线头不从瓦形接线桩内滑出,压接前应先将已去除氧化层和污物的线头弯成 U 形,如图 3-10a 所示,然后将其卡入瓦形接线桩内进行压接;如果需要把两个线头接入一个瓦形接线桩内,则应使两个弯成 U 形的线头重合,然后将其卡入瓦形垫圈下方进行压接,如图 3-10b 所示。

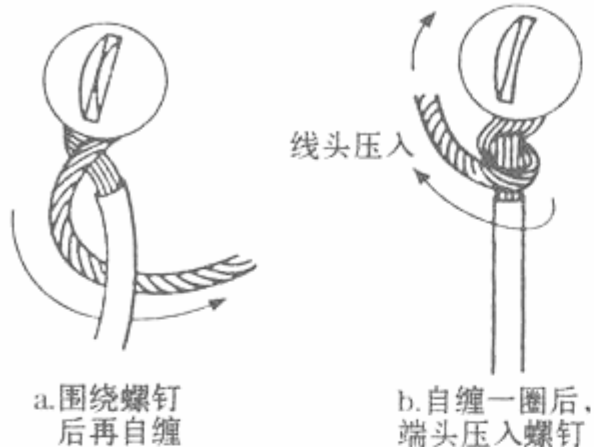


图 3-9 软导线线头用平压式
接线桩的连接

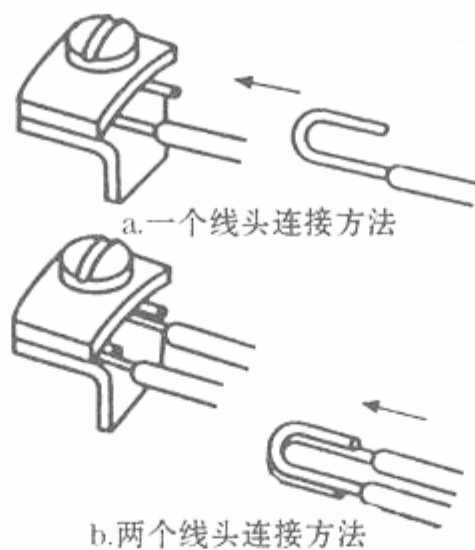


图 3-10 单股芯线与瓦形
接线桩的连接

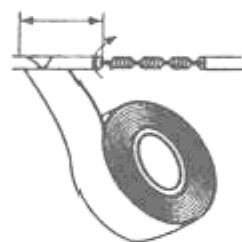
五、绝缘导线绝缘层的恢复方法

导线绝缘层被破坏或导线连接以后,必须恢复其绝缘性能。恢复后绝缘强度不应低于原有绝缘层。通常采用包缠法进行恢复绝缘层,即用绝缘胶带紧扎数层。绝缘材料有黄蜡带、涤纶薄膜带和黑胶布。绝缘带的宽度,一般选用 20 mm 比较适中,包缠也方便。

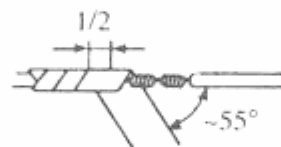
1. 绝缘带的包扎方法

将黄蜡带从导线左边完整的绝缘层处开始包缠,包缠两根带宽后方可进入连接处的芯线部分,如图 3-11a 所示。包缠时,黄蜡带与导线应保持 55° 的倾斜角,每圈压叠带宽的 $1/2$,如图 3-11b 所示。包扎 1 层黄蜡带后,将黑胶布接在黄蜡带的尾端,按另一斜叠方向包扎 1 层黑胶布,

约两根宽带



a. 起始包扎位置



b. 包扎角度



c. 黑胶布包扎方法



d. 黑胶布包扎方法

图 3-11 绝缘层恢复方法

每圈也压叠带宽 $1/2$, 如图 3-11 中 c、d 所示。

2. 压线帽的使用 在现代的电气照明安装及电器接线工作中, 使用专用压线帽来完成导线线头的绝缘恢复已成为快捷的工艺, 通常是借助于压线钳来完成的(图 3-12), 此项工艺只适合于终端线头且较细的导线使用。

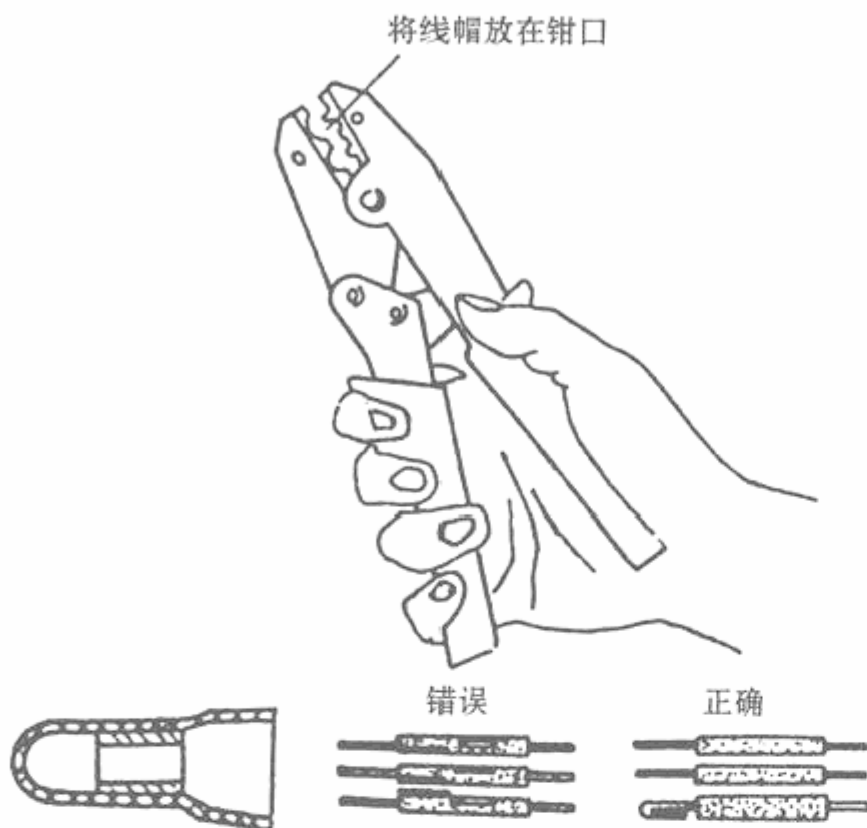


图 3-12 压线帽的使用方法

3. 注意事项

(1) 在 380 V 线路上恢复导线绝缘时, 必须先包扎 1~2 层黄蜡带, 然后再包 1 层黑胶布。

(2) 在 220 V 线路上恢复导线绝缘时, 先包扎 1 层黄蜡带, 然后再包 1 层黑胶布, 或者只包 2 层黑胶布。

(3) 绝缘带包扎时, 各包层之间应紧密相接, 不能稀疏, 更不能露出芯线。

(4) 存放绝缘带时, 不可以放在温度很高的地方, 也不能被油类侵蚀。两端捏住作反方向扭旋(封住端口)。

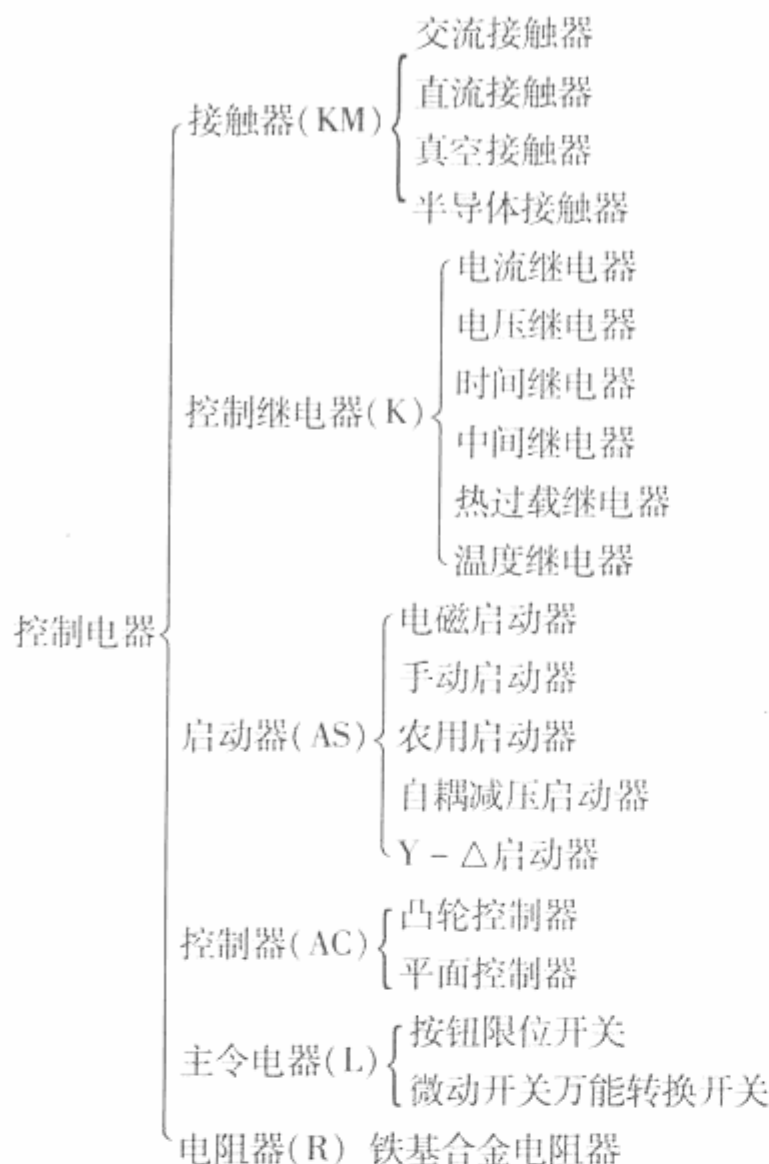
第四章 常用低压电器及其 安装维修技术

第一节 低压电器的类别与型号

一、低压电器的分类

凡接通、断开或调节、控制和保护电路设备的电工器具都称为电器,试验电压在 1 200 V 以下的电器,称为低压电器。低压电器分类如下:





二、低压电器的基本型号

基本型号: 1 2 — 3 4 5 / 6 7

环境产品代号: T 为热带, TH 为湿热, TA 为干热, G 为高原, H 为船用, F 为化工, W 为户外

辅助规格代号, 直接用数字表示, 位数不限

派生代号用汉语拼音字母 (最好一位) 表示, 系列内个别变化的特征, 加注通过派生字母对照

基本规格代号用数字表示, 位数不限

特殊派生代号用汉语拼音字母, 一般用一位表示全系列, 在特殊情况下, 变化的特征一般不予采用

设计代号, 用数字表示, 位数不限, 其中二位及以上的首位数为“9”是船用, 为“8”是防爆用, 为“7”是纺织用, 为“6”是农业用

类组代号用汉语拼音字母表示, 最多三位

第二节 低压开关及其使用维护技术

低压电器一般指工作电压低于 1 000 V 的电器。

机床常用低压电器在机床控制电路中主要起通断、控制、保护、调节等作用。

低压电器分为手动电器和自动电器两类。手动电器是由工作人员手动操作的,这类电器包括刀开关、组合开关、铁壳开关和按钮等。自动电器是按照指令、信号或某个物理量的变化而自动动作的。这类电器有各种继电器、接触器等,还有起保护作用的电器如熔断器等。

开关通常是指用手操纵,对电路进行接通或断开的一种控制电器。

一、刀开关

刀开关是一种应用广泛、结构简单的手动电器。刀极数目有二极和三极两种,如图 4-1a 所示是二极刀开关的结构图及符号。在瓷质底座上装有静插座,安装熔丝的接头和带瓷质手柄的闸刀等。胶盖罩住刀片和静插座,当电源被切断时,它能熄灭刀片和静插座之间产生的电弧,防止电弧烧伤操作人员。

安装刀开关时应将电源线接在静插座上,将用电器接在刀开关的出线端。这样在分闸时,刀片和熔丝不会带电,以保证装换熔丝和维修用电器的人员安全。

刀开关主要用于接通和切断电路或隔离电源。常用的刀开关有 HK₁、HK₂ 系列胶盖瓷底刀开关,主要由刀片,熔丝,进、出线孔部分组成,覆有胶盖作为保护,单相规格有 10 A、15 A、30 A,三相规格有 15 A、30 A、60 A。具体技术数据如表 4-1 所示。

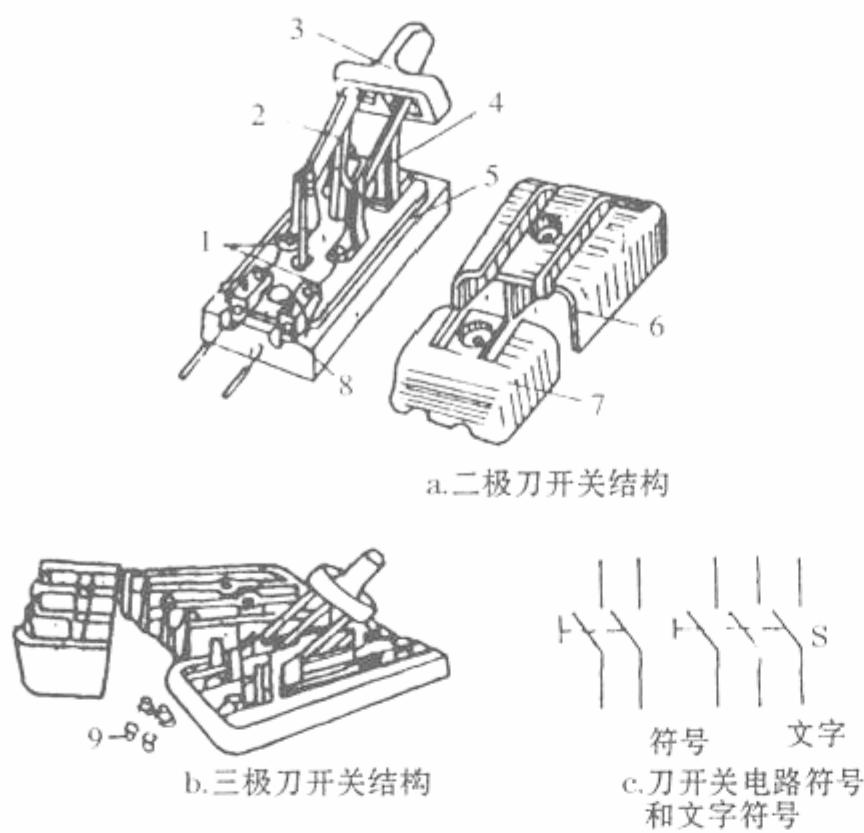


图 4-1 刀开关结构图及符号

- 1. 熔丝 2. 静夹座 3. 磁质手柄 4. 进线座
- 5. 磁底座 6. 上胶盖 7. 下胶盖 8. 出线座
- 9. 胶盖固定螺母

表 4-1 HK 系列开启式负荷开关技术数据

型号	额定电流 (A)	极数	额定电压 (V)	可控制 电动机容 量(kW)	熔丝规格	
					熔丝线径(mm)	熔丝材料
HK ₁	15	2	220	1.5	1.45~1.59	铅熔丝
	30			3.0	2.30~2.52	
	60			4.5	3.36~4.00	
	15	3	380	2.2	1.45~1.59	
	30			4.0	2.3~2.52	
	60			5.5	3.36~4.00	
HK ₂	10	2	250	1.1	0.25	紫铜丝
	15			1.5	0.41	
	30			3.0	0.56	
	10	3	380	2.2	0.45	
	15			4.0	0.71	
	30			5.5	1.12	

长期使用的刀开关,刀口部分易被电弧灼伤,严重灼伤的刀开关应及时更换。应正确使用熔断器,如果出现熔断器连接部分、导线连接部分氧化、烧黑的情况,要进行清理;必要时进行更换。

严禁在没有盖好开关盖的情况下,接通或断开有负载电路。操作刀开关时不能动作迟缓,犹豫不决;动作越慢,越容易出电弧,影响开关使用寿命,容易产生危险。

二、铁壳开关

铁壳开关又叫负荷开关。如图4-2所示,铁壳开关主要由动闸刀、速断弹簧、刀座、操作手柄、熔断器等组成。将这些元件装在一个铁壳内,所以称为铁壳开关。速断弹簧能迅速将动闸刀从刀座拉开,使电弧迅速拉长而熄灭。在操作手柄一侧的铁壳边上有一凸肋,它的作用是当开关接通时,铁壳盖不能打开;而铁壳盖打开时,开关不能合闸,以保证安全。安装时,铁壳应可靠接地,以防意外漏电引起操作者触电。长期使用的铁壳开关应注意触头的使用状况,触头状况不佳,可能导致被控电动机缺相运行,烧坏电动机。

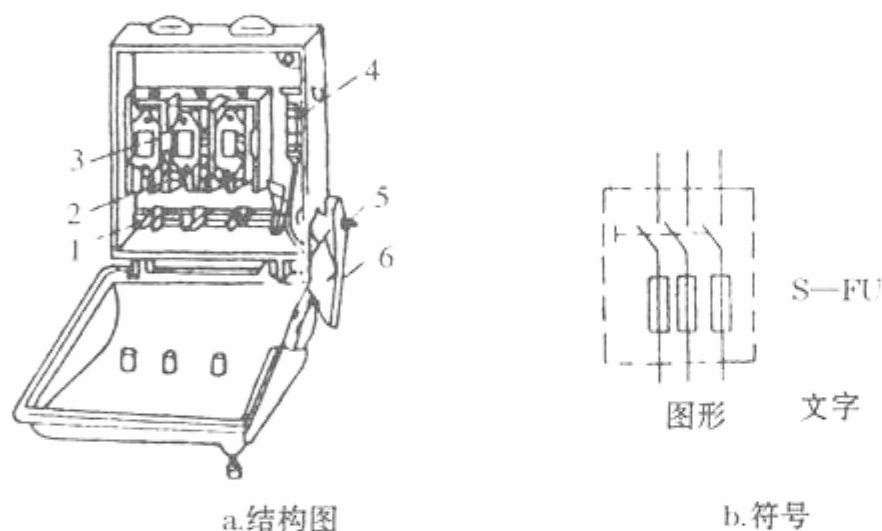


图4-2 铁壳开关的结构及符号

1. 动闸刀 2. 刀座 3. 磁插式熔断器
4. 速断弹簧 5. 转轴 6. 操作手柄

铁壳开关实质上也是刀开关,它可以用 28 kW 以下的电动机直接启动控制,也可用作电源隔离开关或负荷开关。常用的铁壳开关有 HH3 系列,额定电压为交流 440 V,额定电流有 15 A、30 A、60 A、100 A 和 200 A 等几种。

封闭式铁壳开关,多用于工矿企业、农副产品加工、抽水站等的电机控制,型号有 HH3、HH4、HH10、HH11,规格有 15 A、30 A、40 A、60 A、80 A、100 A、120 A、200 ~ 400 A,具体技术数据见表 4-2,需垂直安装,离地 1.2 ~ 1.5 m,铁壳需进行接地。为保证安全,最好不面对开关操作。

表 4-2 HH10 系列铁壳开关基本技术数据

额定电流(A)	触头极限通断能力(A)		熔断器极限分断能力(A)	
	交流440 V, $\cos\varphi = 0.8$	直流500 V, $T = 6 \sim 8 \text{ ms}$	交流 440 V, 直流 550 V ($T = 6 \sim 8 \text{ ms}$)	
			瓷插式, $\cos\varphi = 0.8$	熔管式, $\cos\varphi = 0.35$
10	40	40	500	50 000
20	80	80	1 500	50 000
30	120	120	2 000	50 000
60	240	240	4 000	50 000
100	250	250	4 000	50 000

三、组合开关

组合开关是一种结构紧凑的手动开关,又叫手动转换开关。它的种类很多,如图 4-3 所示是 HZ10—25/3 型三极组合开关。三极组合开关共有六个静触头和三个动触头,静触头的一端固定在胶木边框内,另一端伸出盒外,并附有接线螺钉,以便和电源及用电器相连接。从如图 4-3b、c 所示可见三个动触片装在绝缘垫板上,并套在方轴上,通过手柄可使方轴作 90°正反向转动,从而使动触片与静触片保持接通。

组合开关在机床控制电路中,经常作电源引入开关。它可以用于

直接启动 5.5 kW 以下小功率笼式电动机,或用作正、反转换开关等,也可以控制局部照明线路,常用的 HZ10 系列普通类型组合开关的额定电压为交流 380 V,额定电流有 10 A、25 A、60 A、100 A 四种,极数有 1~4 极四种。HZ10 系列组合开关技术数据见表 4-3 所示。

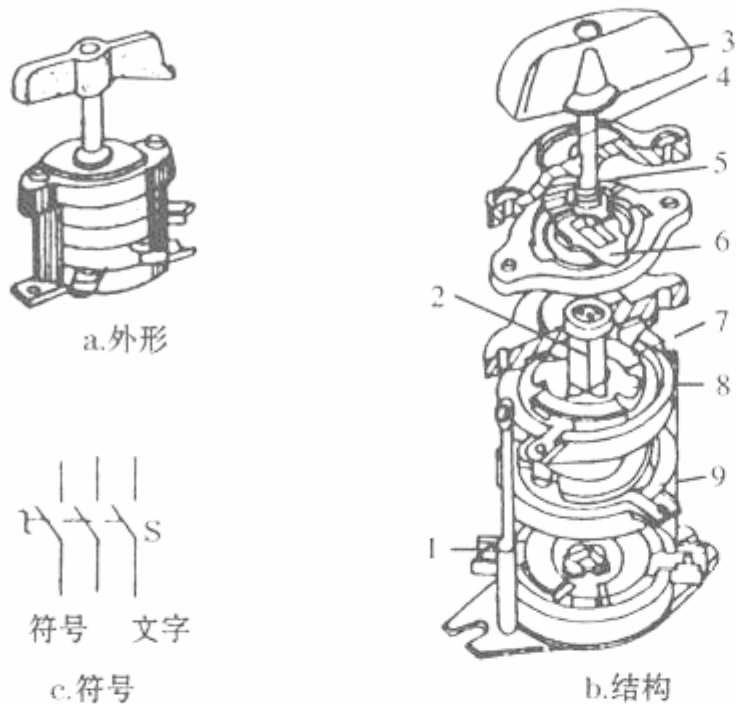


图 4-3 HZ10—25/3 型三极组合开关的结构及符号

1. 接线柱 2. 绝缘杆负载 3. 手柄 4. 转轴 5. 弹簧
6. 凸轮 7. 绝缘垫板 8. 动触片 9. 静触片

表 4-3 HZ10 系列组合开关基本技术数据

型号	额定电压(V)	定电流(A)	极数	极限操作 电流(三极 产品)(A)		可控制电 动机的最大 功率和额定 电流		额定电压和额定电流下的 电寿命次数			
				接通	分断	功率 (kW)	电流 (A)	交流 cosφ		直流时间常 数(s)	
								≥0.8	≥0.3	≤0.002 5	≤0.01
HZ10—10	直流 220、 交流 380	6	1	94	62	3	7	20 000	10 000	20 000	10 000
		10									
HZ10—25		25	2	155	108	5.5	12				
HZ10—60		60	3								
HZ10—100		100						10 000	5 000	10 000	5 000

四、按钮

按钮也是一种手动开关,用于控制电动机或机床控制电路的接通或断开。

按照按钮的用途和触头配置,可把按钮分为常开的启动按钮、常闭的停止按钮和复合按钮三种,如图 4-4 所示。按钮在松手停按后,一般都自动复位。

复合按钮有两对触头,桥式动触头 and 上部两个静触头组成一对常闭触头,又和下部两个静触头组成一对常开触头。按下按钮时,桥式动触头向下移动,先断开常闭触头,然后闭合常开触头,停按后,在弹簧作用下自动复位。复合按钮如果只使用其中一对触头,即成为常开的启动按钮或常闭的停止按钮。常用按钮为 LA19 和 LA10 系列,除单只按钮外,还有双连和三连按钮。按钮的额定电压为交流 380 V,触头额定电流为 5 A。LA19—11 型按钮帽中还装有指示灯,可以用灯亮与不亮来表示电路某种工作状态。LA 系列按钮开关技术数据见表 4-4 所示。

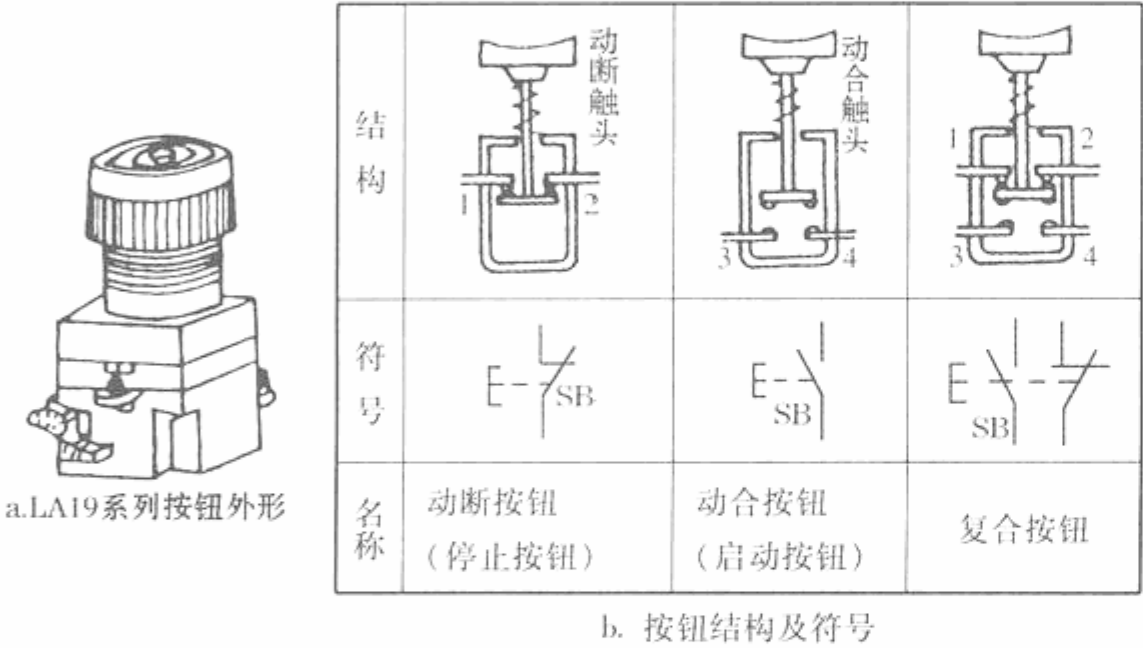


图 4-4 按钮的外形及结构符号

表 4-4 LA 系列按钮开关技术数据

型号	规格	结构形式	触点对数		按 钮	
			常开	常闭	钮数	颜 色
LA2	500 V 5 A	元 件	1	1	1	黑或绿或红
LA10—1		元 件	1	1	1	黑或绿或红
LA10—1K		开启式	1	1	1	黑或绿或红
LA10—2K		开启式	2	2	2	黑或绿或红
LA10—3K		开启式	3	3	3	黑、绿、红
LA10—1H		保护式	1	1	1	黑或绿或红
LA10—2H		保护式	2	2	2	黑红或绿或红
LA10—3H		保护式	3	3	3	黑、绿、红
LA10—1S		防水式	1	1	1	黑或绿或红
LA10—2S		防水式	2	2	2	黑红或绿或红
LA10—3S		防水式	3	3	3	黑、绿、红
LA10—2F		防腐式	2	2	2	黑红或绿或红
LA18—22		元 件	2	2	1	红或绿或黑或白
LA18—44		元 件	4	4	1	红或绿或黑或白
LA18—66		元 件	6	6	1	红或绿或黑或白
LA18—22J		元件(紧急式)	2	2	1	红或绿或黑或白
LA18—44J		元件(紧急式)	4	4	1	红
LA18—66J		元件(紧急式)	6	6	1	红
LA18—22Y		元件(钥匙式)	2	2	1	红
LA18—44Y		元件(钥匙式)	4	4	1	黑
LA18—22X		元件(旋钮式)	2	2	1	黑
LA18—44X		元件(旋钮式)	4	4	1	黑
LA18—66X		元件(旋钮式)	6	6	1	黑

五、低压断路器

1. DZ5—20 型断路器 适用于三相交流 380 V、电流 0.15 ~ 20 A 的电路中,用以保护电动机过载和短路,也可作为电路中的保护总开关和电动机不频繁的启动操作开关。它的外形及符号如图 4-5 所示。

使用 DZ5—20 型断路器时要注意以下几点:

(1) 断路器上桩头应接三相电源线,下面三个接线桩接负载。

(2) 如需调节过载脱扣整定电流值,可用螺丝刀旋转调节同步按钮之间的标度盘;热脱扣器的同步调节螺钉一般在开关出厂

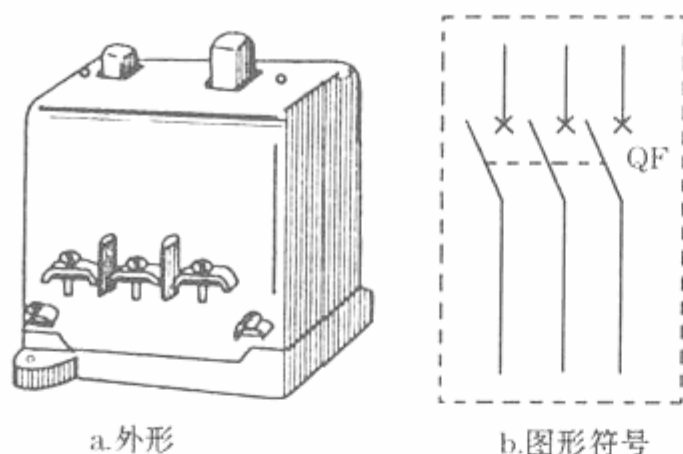


图 4-5 DZ5—20 型断路器的外形与符号

时调好,不必再动。

(3)断路器因过载脱扣时,在排除故障负载后,要经过 1 ~ 3 min 冷却,方可重新合上合闸按钮继续使用。

(4)断路器若经常过载脱扣时,要查找故障原因,若是因为开关容量较小,要及时更换较大容量的断路器,切勿长时间超载使用,以免开关温度过高而损坏。

(5)断路器因短路而脱扣时,需拆检开关触头,检查触头是否烧焊在一起,若焊在一起,应设法把动静触头分开。若触点上下有凹坑时,要用细锉锉平或更换触头。

2. DZ10 系列自动断路器 DZ10 系列自动断路器又称空气开关,它适用于交流 50 Hz、380 V 或直流 220 V 的配电线路中,用来分配电能,对线路及电源设备的过载、欠压和短路进行保护,也适用于 40 ~ 100 kW 的电动机全压启动和过载、短路保护,也可与交流接触器串联使用,用自动断路器起保护作用或修理电器时用以断开配电设备电源起隔离作用,并可作不频繁断开或接通动力、照明电路之用。DZ10 系列断路器的外形及符号如图 4-6 所示。

自动断路器的品种、型号很多,容量也大小不同,其功能大致有以下几个方面:

(1)失压脱扣器用以保证所控制的设备工作电压不低于一定

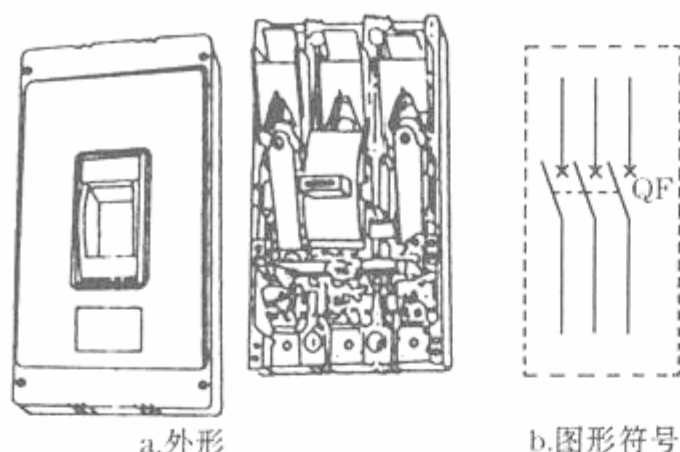


图 4-6 DZ10 系列自动断路器的外形及符号

值,当电压低于一定值时,能迅速断路,切断电源。

(2)分励脱扣器,可用来远距离分断开关。

(3)辅助触头可连接于断路器的控制回路中作信号回路用。

(4)有电动操作机构,可远距离控制自动断路器的闭合与断开。

自动断路器由绝缘基座、盖、灭弧室、触头、操作机构以及脱扣机构等组成,有的具有四联杆式操作机构,操作时是瞬时闭合和瞬时断开。脱扣器分为复式、电磁式、热脱扣和无脱扣四种,极数又可分为二极和三极两种。图 4-7 所示为自动断路器失压脱扣器的接线线路。

使用和维修自动断路器时应注意以下问题:

(1)分断自动断路器时,必须将手柄拉向“分”字处:须闭合时,将手柄推向“合”字处。若自动断路器自动脱扣后须重新闭合时,应先将手柄推向“分”字处,使自动断路器脱扣装置复位,然后将手柄推向“合”字处。

(2)自动断路器应垂直安装,安装前应检查自动断路器铭牌上所示主要技术数据是否与使用要求一致。

(3)电源线应接于自动断路器灭弧室一端的上桩头接线端子上。连接导线所能通过的最大电流值必须大于脱扣器的额定电流

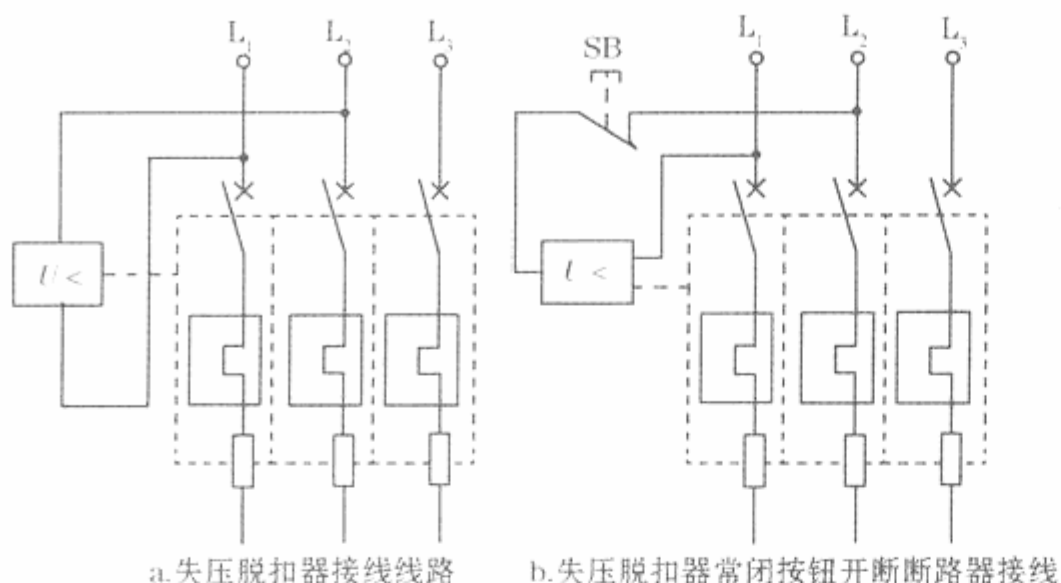


图 4-7 断路器失压脱扣器应用线路

值,否则会因导线过热影响脱扣器性能。

(4) 自动断路器中过电流脱扣器的整定电流在出厂时已调好,一般不必调整。若使用电流与脱扣器额定电流不符时,应更换相符的开关。

(5) 自动断路器的电磁脱扣器上下限可调整,一般厂家都调整在最大值上。

(6) 自动断路器一般在使用数月至一年后,需检查维修一次:转动部位若不灵活,可用钟表油润滑;自动断路器每经一次短路脱扣后,应打开内部检查,观察触头及灭弧室是否良好;检查超额行程磨损程度及螺母、螺钉是否拧紧,触头是否熔焊,如果触头烧毛应用细锉刀锉光;断路器内部若有金属粒子及尘埃应清除擦净。

(7) 定期检查灭弧室的栅片是否有短路处,特别是中间几片,若被金属粒子短路,要用锉刀等工具将其清除,以免再次遇到短路电流时,影响自动断路器的可靠分断。

(8) 定期检查电磁脱扣器的衔铁是否可靠地支撑在铁芯上,若衔铁已滑出支点,应重新放入,并检查是否机构灵活。

(9) 在安装或检修过程中,检查断路器所有螺钉是否松动,如

有松动,应拧紧,以防接触电阻增大,使接触处烧坏。

(10) 自动断路器应安装在无导电尘埃、无腐蚀、无潮湿、无水淋、无震动、无冲击的配电柜中。

六、旋转式开关

1. 旋转式电压换相开关 为了工作的方便,有时应用一只电压表通过电压换相开关分别测得三相线间的电压,以监视三相电压值是否平衡。而旋转式电压换相开关使用起来极为方便,它的外形如图 4-8 所示。

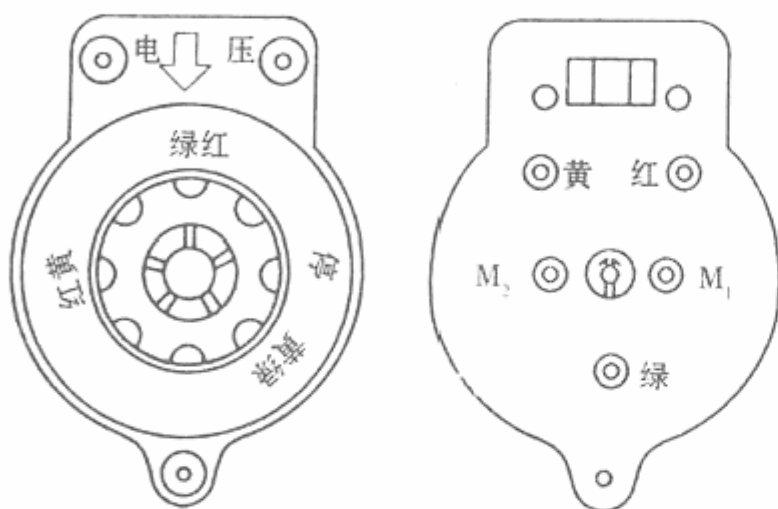


图 4-8 旋转式电压换相开关的外形

旋转式电压换相开关的工作原理很简单:当 M_1 与黄、 M_2 与红接触时,可测得 WU 两线间的电压 U_{WU} ; 当 M_1 与黄、 M_2 与绿接通时,可测量 UV 两线间的电压 U_{UV} ; 当 M_1 与绿、 M_2 与红接通时,可测量 WV 两线间的电压 U_{WV} ,接线线路如图 4-9 所示,使用旋转式电压换相器要注意以下几点:

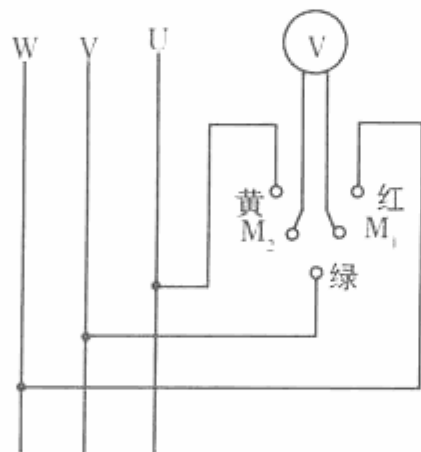


图 4-9 旋转式电压换相开关的接线

(1) 这种换相开关适用于测量 380 V 的三相交流电压,它与 380 V 的交流电压表配套使用,切勿用于直流上。

(2) 旋转式电压换相开关应竖直安装在配电柜操作台上方,以便操作。

2. 旋转式电流换相开关 在配电装置上,常用一只电流表配接两只与电流表配套的电流互感器,再接到旋转式电流换相开关上,便具有能分别测量三相电流的功能,使用起来非常方便,它可监视三相电流是否平衡,特别是对大容量的电动机可用一只电流表监视三相电流。旋转式电流换相开关的外形与电压换相开关相似,如图 4-10 所示。

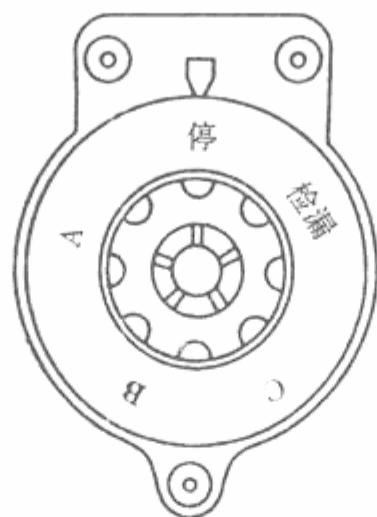


图 4-10 旋转式电流换相开关外形

旋转式电流换相开关的接线一般有两种方式,如图 4-11a、b 所示。图 4-11a 的工作原理是:当旋转开关旋到黄与 M_1 接通、绿与红接通时,测量 U 相电流;当旋转到黄与绿接通、红与 M_1 接通时,测量 W 相电流;当旋转到黄与 M_1 、红共同接通时,测量 V 相电流。图 4-11b 的工作原理是:当开关旋转到红、绿与 N 接通;黄与 M 接通时,测量 U 相的电流;当开关旋转到绿、黄与 N 接通,红与 M 接通时,测量 W 相的电流;当红、黄、M 与 N 互相接通时,测量 V 相的电流;当红、黄、绿与 N 接通时,开关处于空挡位置。

使用旋转式电流换相开关时要注意以下几点:

(1) 旋转式电流换相开关在安装接线时,互感器一端必须可靠接地,以防产生高压。

(2) 利用这种旋转开关,只用两只电流互感器便可测得三相电流。

(3) 在接旋转式电流换相开关时,必须接线可靠,在接线前还应检查换相开关的内部触点,必须接触良好方能接线。

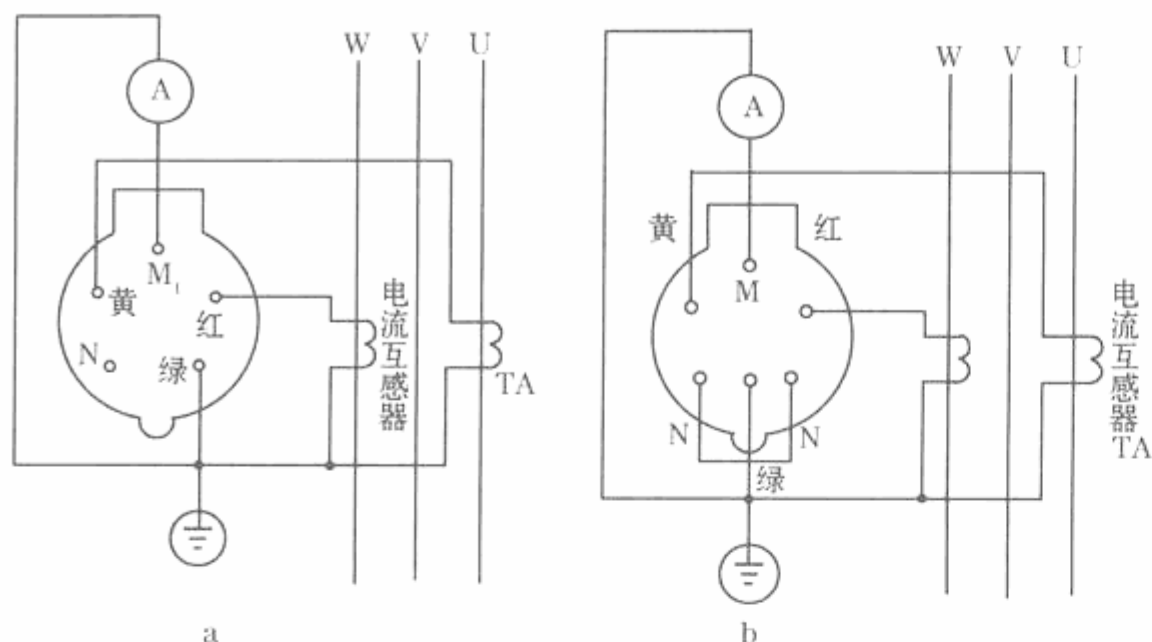


图 4-11 旋转式电流换相开关接线

七、行程开关

行程开关又叫主令开关,它是将机械信号转换为电信号,以便控制运动部件的行程。行程开关的外形及符号如图 4-12 所示。常用的行程开关有滚动式和直接式两种。

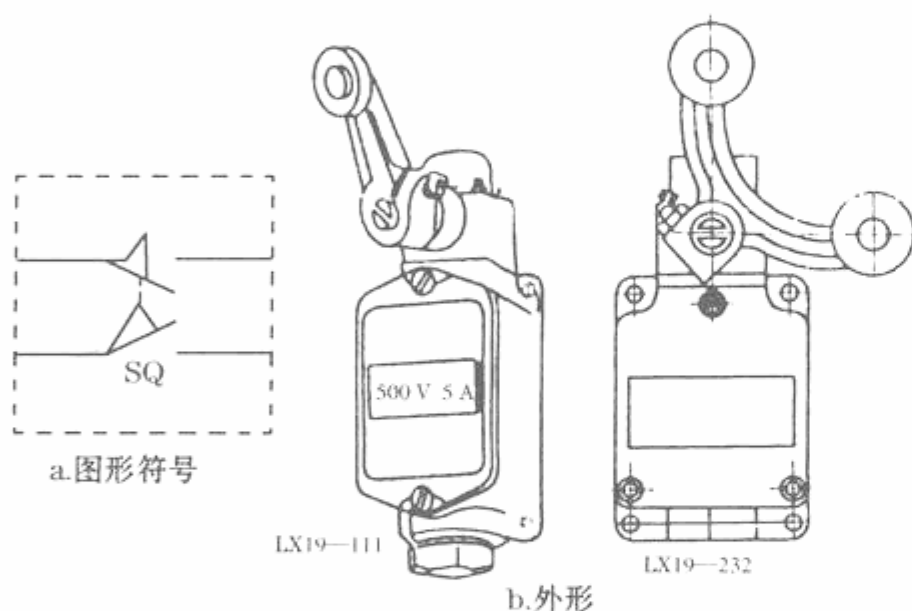


图 4-12 行程开关的外形及符号

1. 滚动式行程开关 内部有两组触点,一组是常开触点,另一组为常闭触点。当运动部件上的挡铁压到行程开关的滚动轮上时,传动杠连同转轴一起转动,压动行程开关里面的调节螺钉,使微动开关动作,常开触点闭合,常闭触点变为开路,运动部件在压动行程开关触点的瞬间,切断控制运动部件的电源,使其停止运动或向反方向再继续运动;当挡铁离开行程开关时,行程开关便自动复位。这种行程开关多用于车间行车的上下、左右限位,也可用于自动往返线路上。

2. 直动式行程开关 其微动开关工作原理与行程开关相同,内部触点原理也相同。

3. 行程开关在使用中应注意的问题

(1)在安装行程开关时,要检查挡铁在行走到位时能否碰撞行程开关头,切不可碰撞在行程开关中间或其他部位。

(2)在安装时或在检查行程开关时,要把它固定牢固,并用手拨动或压动行程开关动作头,仔细听声音,检查是否有“啪”的响声,如果没有,应打开行程开关,调节连接微动开关与动作轴的螺丝。

第三节 控制电器及其使用维护技术

一、交流接触器

远距离控制的电气设备需用接触器来实现,而接触器分电磁接触器、气动接触器与液压接触器,三种根据电压的不同又分交流和直流及半导体几种。常用的多是交流电磁接触器,交流接触器是由电磁线圈,山字形静、动铁芯,动合主触头、动合、动断辅助及灭弧系统触头等主要部件组成。其原理是当铁芯线圈通电后产生吸力,使衔铁(或称动磁铁)吸合,由于触头支持件与衔铁固定在一起,衔铁向铁芯(磁轭)运动时,触头支持件连同装配于其上的触头随着运动,与静触头接触,把电路接通。一旦切断线圈电流、

电压突然消失或显著降低,衔铁在弹簧反弹力下脱离磁轭,与此同时,主、副动触头脱离静触头把电路切断。常用 CJ12 系列技术数据见表 4-5。

表 4-5 CJ12 系列交流接触器的基本技术数据

型号	额定电压 U_N (V)	额定电流 I_N (A)	额定操作 频率 (次/ h)	寿命 (万 次)		接通和分 断能力		热 稳定 性	电 动稳 定性					
				机械	电 ^②	接通	分断							
CJ12—100	380	100	600/2 000 ^①	300	15	12 I_N	10 I_N	7 I_N 10 s	20 I_N					
CJ12—150		150												
CJ12—250		250				10 I_N	8 I_N							
CJ12—400		400	300/1 200 ^①	200	10									
CJ12—600		600												

注:①斜线下方为短时降低容量时的操作频率。

②指 $U = U_N$ 、TD40 时的电寿命。

图 4-13a 是交流接触器的结构图。它主要由电磁铁和触头两部分组成;电磁铁包括静铁芯、线圈和动铁芯等,其中静铁芯与线圈固定不动,动铁芯又称衔铁,可以移动。触头由桥式动触头和静触头组成,桥式动触头和电磁系统的动铁芯通过绝缘支架固定在一起。

图 4-13 是交流接触器的工作原理图。当按下按钮时线圈得电,静铁芯产生电磁力。将动铁芯吸合,带动桥式动触头向下移动,使之与静触头接触。这时电动机与电源接通,电动机启动运转;当松开按钮时线圈断电,电磁力消失,在反向弹簧力作用下,动、静触头分离,自动切断电动机的电源,电动机停转。因此,只要控制线圈的通、断电,就可以使接触器的触头开、闭,从而达到控制主电路的接通或切断。

接触器的触头有主触头和辅助触头两种。通常主触头有 3 对,它的接触面积较大,并有灭弧装置,能通过较大的电流。主触

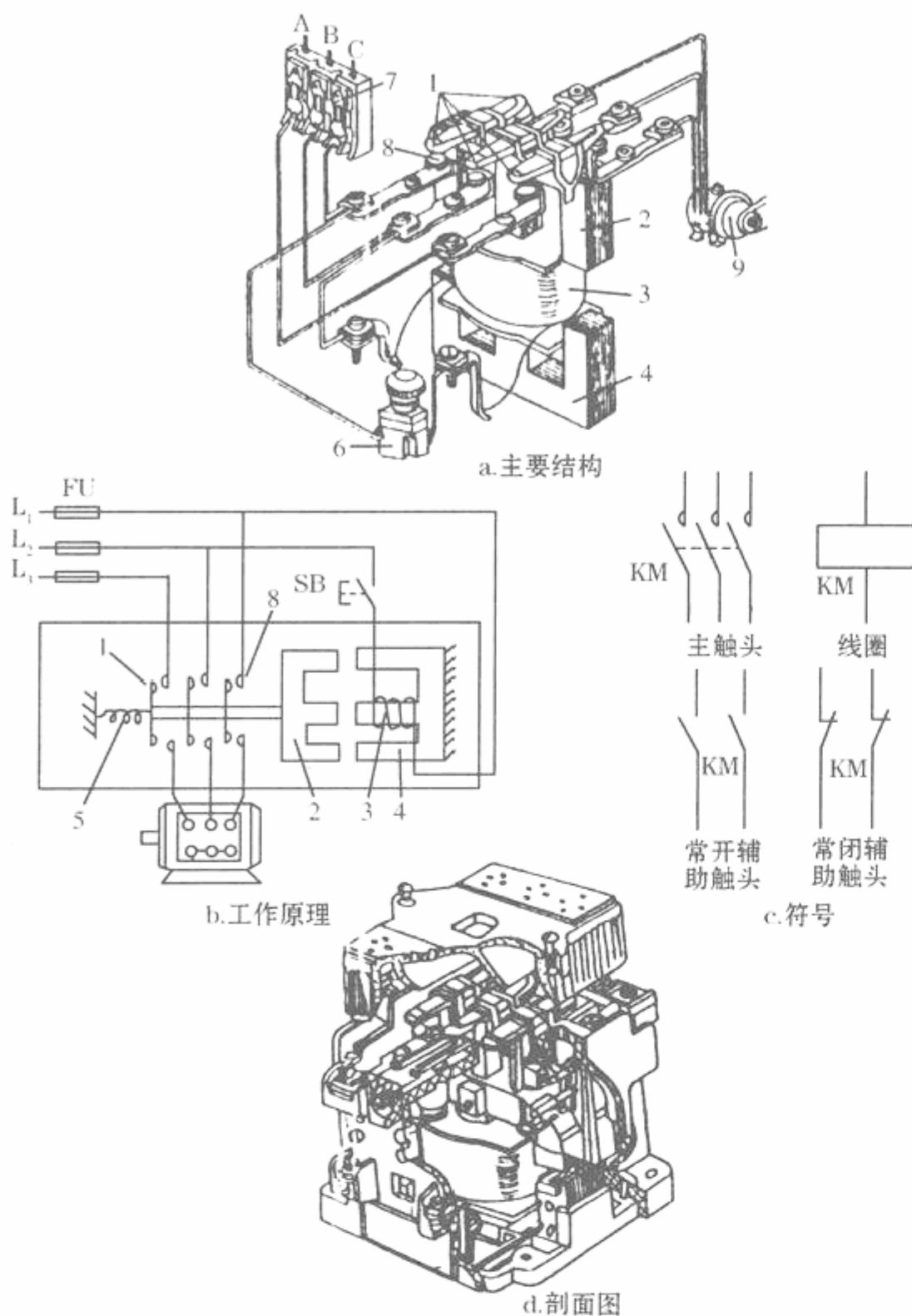


图 4-13 交流接触器结构及符号

1. 桥式动触头 2. 衔铁 3. 线圈 4. 静衔铁 5. 复位弹簧
6. 按钮 7. 熔断器 8. 静触头 9. 电动机

头在电路中,控制用电器的启动与停止。

接触器的常态是线圈没有通电时触头的状态,处于断开的触头称为常开触头,处于闭合的触头称常闭触头。常态时,主触头是常开的,辅助触头有常开与常闭两种形式。

接触器的符号如图4-13c所示。主触头、辅助触头和线圈接在不同电路中,所以在电路图中经常分开画出。辅助触头符号用一般的常开触头和常闭触头符号表示。主触头符号由一般常开触头符号加接触器功能符号组成。

图4-13d是交流接触器的剖面图。

接触器一般直接控制电动机等设备的动力电源电路。主触头受电弧影响,使用寿命较短,应定期检查触头使用情况。避免由于触头问题,导致不能停车;电动机缺相运行等。禁止接触器在没有灭弧罩的情况下负载工作;正常工作的接触器有轻微的振动声,一旦发出连续、较强的振动声,应及时通知专业人员。

二、热继电器

电动机在运行过程中,由于长期负荷过大,频繁启动或者缺相运行等,都可能使电动机定子绕组的电流超过额定值,这种现象叫做过载。此时,熔断器并不熔断,定子绕组将发热,温度升高,使绕组的绝缘材料损坏,严重时烧毁电动机。热继电器就是用来作过载保护的电器。

热继电器是利用电流热效应而制作的继电器。使用热继电器时,应将热元件的电阻丝串接在主电路中,将常闭触头串接在有接触器线圈的控制电路中。图4-14所示是热继电器的工作原理图。热元件1是一段电阻不大的电阻丝,串接在主电路中。双金属片2由膨胀系数不同的两种金属辗压而成,上层金属的膨胀系数小,下层金属的膨胀系数大。当负载电流超过额定值时,双金属片2受热产生足够的膨胀,向上弯曲,使扣板3脱扣,弹簧4拉下扣板,使常闭触头5断开。触头5与接触器线圈串联,所以线圈断

电,主触头断开,负载停止工作。

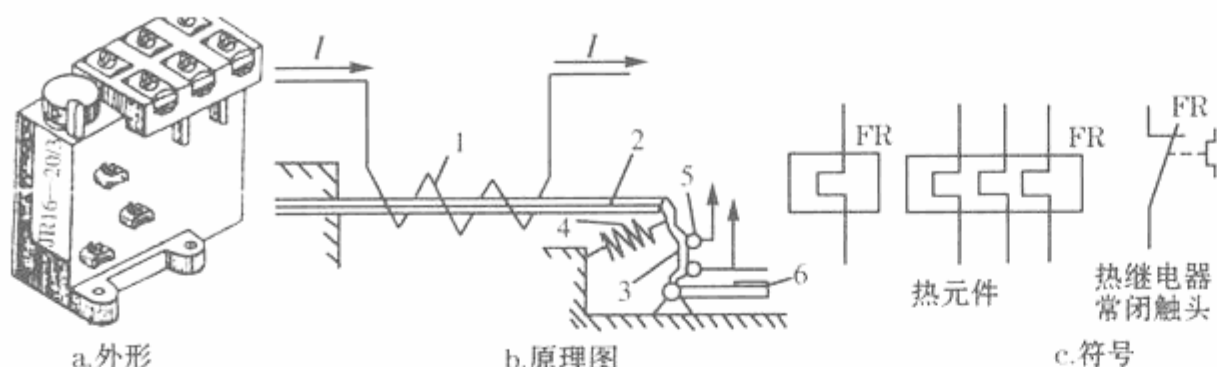


图 4-14 热继电器的结构及符号

由于双金属片有热惯性,因而热继电器不能做短路保护。当出现短路事故时,要求电路立即断开,而热继电器却不能马上动作。但是热继电器的热惯性也有一定好处。例如,电动机启动或者短时过载,热继电器不会立即动作,这样就避免了电动机不必要的停车。热继电器复位时,按下复位键 6 即可。

常用的 JR16 系列热继电器的热元件技术数据见表 4-6。

表 4-6 JR16 系列热继电器的热元件技术数据

热继电器型号	热继电器额定电流(A)	热元件规格			连接导线规格
		编号	额定电流(A)	刻度电流调节范围(A)	
JR16—20	20	1	0.35	0.25 ~ 0.3 ~ 0.35	4 mm ² 单股塑料铜线
		2	0.5	0.32 ~ 0.4 ~ 0.5	
		3	0.72	0.45 ~ 0.6 ~ 0.72	
		4	1.1	0.68 ~ 0.9 ~ 1.1	
		5	1.6	1.0 ~ 1.3 ~ 1.6	
		6	2.4	1.5 ~ 2.0 ~ 2.4	
		7	3.5	2.2 ~ 2.8 ~ 3.5	
		8	5.0	3.2 ~ 4.0 ~ 5.0	
		9	7.2	4.5 ~ 6.0 ~ 7.2	
		10	11.0	6.8 ~ 9.0 ~ 11.0	
		11	16.0	10.0 ~ 13.0 ~ 16.0	
		12	22.0	14.0 ~ 18.0 ~ 22.0	

续表

热继电器型号	热继电器额定电流(A)	热元件规格			连接导线规格
		编号	额定电流(A)	刻度电流调节范围(A)	
JR16—60	60	13	22.0	14.0 ~ 18.0 ~ 22.0	16 mm ² 多股铜芯橡皮软线
		14	32.0	20.0 ~ 26.0 ~ 32.0	
		15	45.0	28.0 ~ 36.0 ~ 45.0	
		16	63.0	40.0 ~ 50.0 ~ 63.0	
JR16—150	150	17	63	40.0 ~ 50.0 ~ 63.0	35 mm ² 多股铜芯橡皮软线
		18	85.0	53.0 ~ 70.0 ~ 85.0	
		19	120.0	75.0 ~ 100.0 ~ 120.0	
		20	160.0	100.0 ~ 130.0 ~ 160.0	

三、中间继电器

中间继电器是一种电磁动作开关。中间继电器由胶木外壳、衔铁和线圈以及动静触点组成。当线圈接通电源时,衔铁动作,带动触点闭合或断开电路,从而达到多组开关同时动作的目的。一般中间继电器在电路中起着小功率信号变换作用,也可控制大容量的触头动作,并能扩大受控电器的触头数量。中间继电器外形及符号如图 4 - 15 所示。

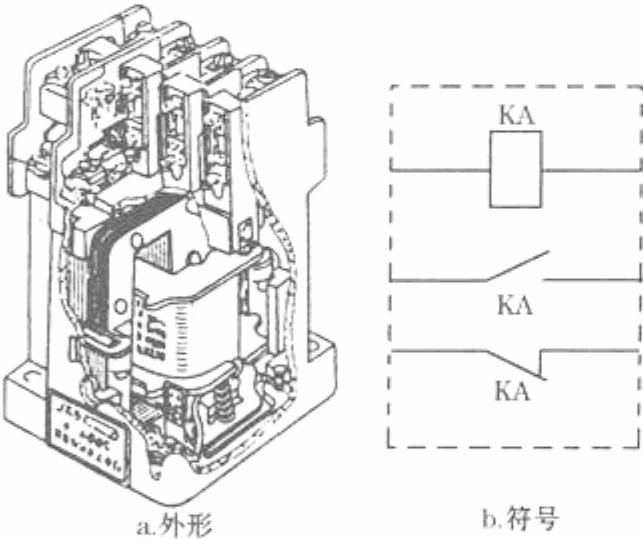


图 4 - 15 中间继电器的外形及符号

使用中间继电器时应注意以下问题:

(1)中间继电器的触头较多,一般有 8 对、6 对等,并分常开触点和常闭触点,但触头的容量较小,没有主、辅触头之分,也没有灭弧装置,因此在应用中间继电器控制电动机启停时,只能用额定电流小于 5 A 的小型电动机,并选用一种最大型号的 JZ7 型中间继电器控制。

(2)中间继电器的工作线圈的额定电压有多种,在应用中一定要使接入中间继电器线圈的工作电压符合中间继电器线圈的额定电压的要求。

第四节 熔断器及其选用

一、熔断器的作用及结构组成

熔断器是一种简单而有效的保护电器,主要用于保护电源免受短路的损害。熔断器串联在被保护的电路中,在正常情况下相当于一根导线。当发生短路或严重过载时,电路电流超过额定值,熔丝或熔片因过热而熔断,自动切断电路。

熔体是熔断器的主要元件,一般用低熔点铅锡合金做成熔丝,大电流电路中使用的熔体是用铜银制成的薄片。在熔体熔断时将会产生强烈的电弧,熔化金属飞溅,会烧伤人身或引起电路事故。因此,熔体要装在外壳里面组成熔断器。

二、螺旋式熔断器

常用的熔断器为螺旋式,它的形状与结构如图 4-16a、b 所示。熔断器的表示符号如图 4-16c 所示。RL1 系列螺旋式熔断器的额定电压为 500 V,额定电流为 2 A、4 A、6 A、 $\cdots$ 、200 A 等。熔丝额定电流、熔断电流与线径有关,具体数值见表 4-7。

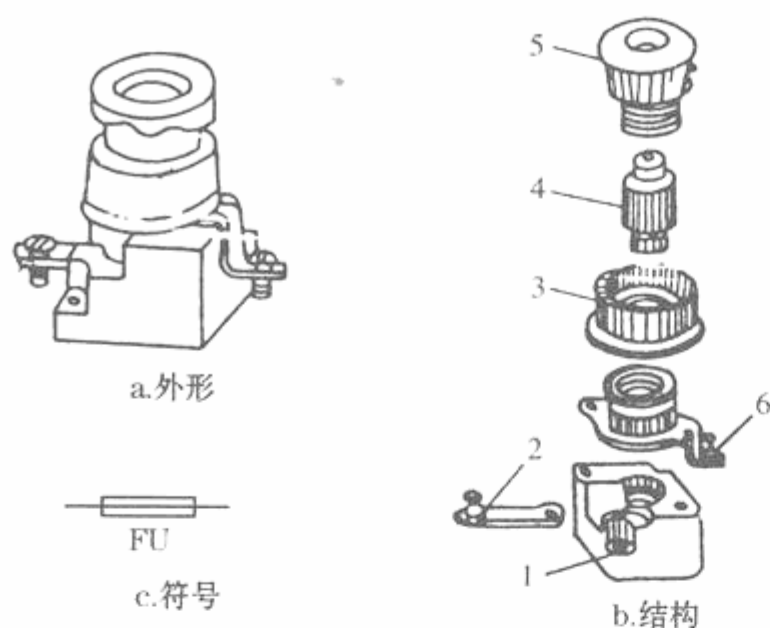


图 4-16 螺旋式熔断器的结构及符号

1. 底座 2. 下接线端 3. 磁套 4. 熔断管
5. 磁帽 6. 上接线端

表 4-7 部分铅锡金(铅 95%, 锡 5%)熔丝的额定电流和熔断电流

直径(mm)	额定电流(A)	熔断电流(A)
0.508	2	3
0.559	2.3	3.5
0.61	2.6	4
0.71	3.3	5
0.813	4.1	6
0.915	4.8	7
1.22	7	10
1.63	11	16
1.83	13	19
2.03	15	22
2.34	18	27
2.65	22	32
2.95	26	37
3.26	30	44

选择熔断器的容量时,应根据电路的工作情况而定。对于工作电流稳定的电路,如照明、电热等电路,熔体额定电流应等于或稍大于负载工作电流。在异步电动机直接启动电路中,启动电流可达到额定电流的4~7倍,此时熔体额定电流应是电动机额定电流的2.5~4倍。

熔断器发生熔断时,尤其是熔丝爆断时,切忌不加分析直接更换熔丝,或更换更大容量的熔丝,马上投入使用。熔丝的熔断主要是电路的故障导致的,应确认排除故障,才可通电继续工作。

RL螺旋式的熔断器;电源接线在底端,更换熔丝较方便,能截断电流200 A。RM闭管无填料(外形如图4-17a所示),RTO型有填料,快速反应作用大,灭弧填料石英沙。

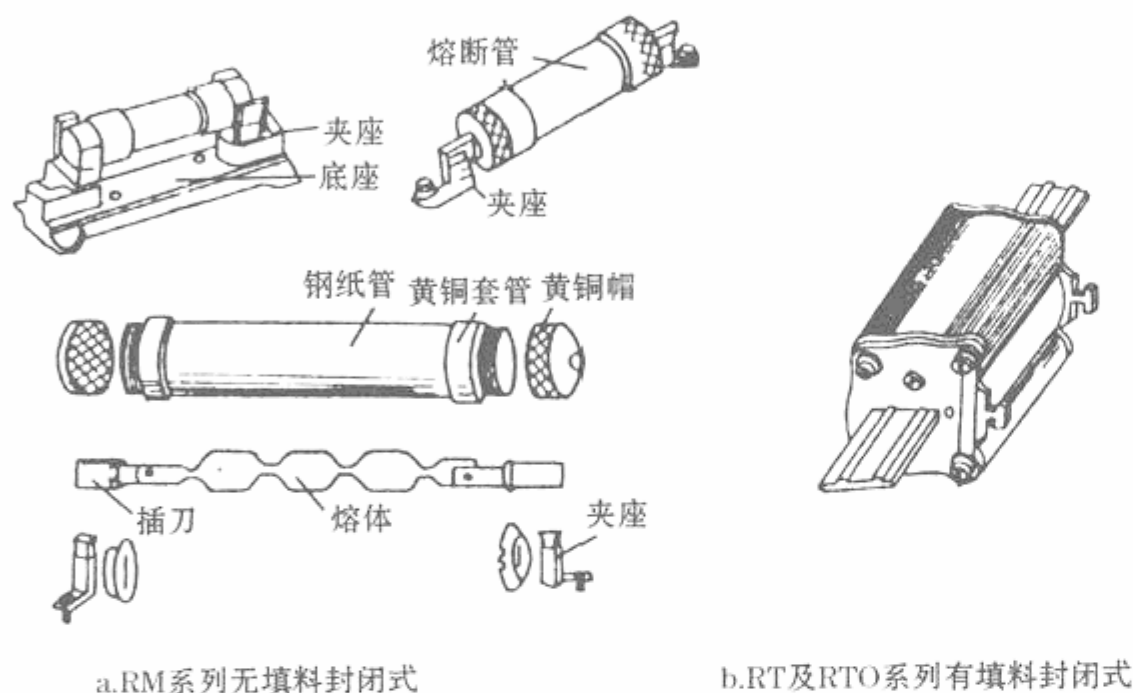


图4-17 几种熔断器的外形

螺旋式熔断器,电源线串接端子在底座下方,可截断电流200 A以上,操作比较安全,熔丝断后有显示标志。RM系列属无填料封闭管式熔断器,其管子用有机纤维材料制成,管内熔片中间有几个蜂腰形窄道,断流时从蜂腰部熔断,设计较为恰当。

RL6、RM10 系列熔断器技术数据见表 4-8、表 4-9。

表 4-8 RL6 系列螺旋式熔断器技术数据

额定电压(V)		500			
额定电 流(A)	支持件	25	63	100	200
	熔断体	2、4、6、10、 16、20、25	35、50、63	80、100	125、160、200
额定分断能力(kA)		50(500 V, $\cos\varphi = 0.1 \sim 0.2$)			

表 4-9 RM10 系列熔断器的主要技术数据

熔断器额定电流(A)	熔体额定电流(A)	分断能力(kA)
15	6、10、15	1.2
60	15、20、25、35、45、60	3.5
100	60、80、100	10
200	100、125、160、200	10
350	200、225、260、300、350	10
600	350、430、500、600	10
1 000	600、700、850、1 000	12

三、NT 系列熔断器

NT 系列(国内型号为 RT16)熔断器,是我国引进德国技术生产的,它具有分断能力强(可达 100 kA)功率损耗小,体积小质量轻,具有较强的限电能力,是目前过载短路保护较理想的元件。NT 系列熔断器有 NT1、NGT 系列两种,有的还与自熔断器串联使用,此熔断器由瓷管、熔体和底座三部分组成,熔管为高强度陶瓷,内装优质石英沙。熔体为优质低熔点合金,能快速可靠地、选择性地分断短路故障。NGT 系列熔断器技术数据见表 4-10。

表 4-10 NGT 系列熔断器技术数据表

型号	额定电压(V)	额定电流(A)	额定分断能力(kA)
NGT00	380、800	25、32、40、63、80、100、125	100
NGT1	380	100、125、160、200、250	
NGT2	660	200、250、280、310、355、400	
NGT3	1 000	350、400、450、500、630	

熔丝一般有铝、锌、铜和铅合金、锡铅合金等金属制成,当通过电流超过规定时间后,以它本身产生热量熔化,从而分断电路,保护用电设备安全。熔断器一般由熔断管、熔体、灭弧填充物、动静触头、绝缘支持物及指示器等组成。

四、瓷插入式熔断器

瓷插入式熔断器,在瓷座中固定装着两静触头并兼接线端,中间空腔与瓷盖组成灭弧室,其中还设垫有石棉编织带起保护作用,瓷盖上固定装着动触头。熔丝则沿突起部分跨接在两个动触头上,当熔丝熔断后,可方便的拔出瓷盖更换熔丝。

RCIA 系列瓷插入式熔断器外形如图 4-18 所示,技术数据见表4-11。

这种熔断器,广泛应用于照明电路及小容量电动机的短路保护,它更换熔丝比较方便安全,只要拔下瓷盖就可以更换,注意对于插座上用的石棉,千万不能扔掉,一定要放在空腔内,它是用来灭弧用的。

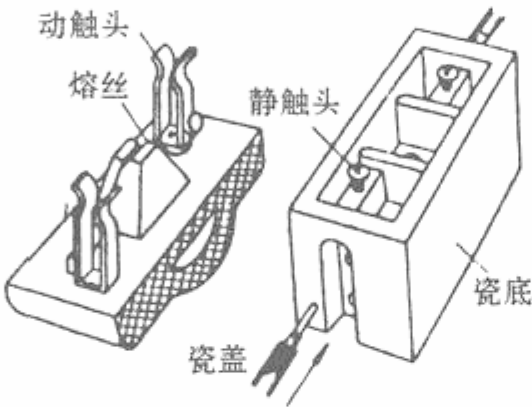


图 4-18 RCIA 系列瓷插入式熔断器外形

表 4-11 RCIA 系列瓷插式熔断器技术数据

熔断器额定电流(A)	熔体额定电流(A)	熔体材料	熔体直径或厚度(mm)	1.1U _N 时的分断能力(A)	分断时的 cosφ
5	2	锡锑合金丝	∅ 0.52	250	0.8
	5		∅ 0.71		
10	2		∅ 0.52	500	
	4		∅ 0.82		
	6		∅ 1.08		
	10		∅ 1.25		
15	15		∅ 1.98		
30	20	铜丝	∅ 0.61	1 500	0.7
	25		∅ 0.71		
	30		∅ 0.80		
60	40		∅ 0.92	3 000	0.6
	50		∅ 1.07		
	60		∅ 1.20		
100	80		∅ 1.55		
	100		∅ 1.80		
200	120	变截面铜片	0.2		
	150		0.4		
	200		0.6		

第五节 其他低压电器的应用技术

一、低压线路绝缘子

绝缘子俗称瓷瓶,常用的有针式户外绝缘子、鼓形户内绝缘子等,它们都用于交流或直流电压在 500 V 以下的架空线路上作固定导线用,其外形如图 4-19 所示。瓷瓶的槽内可固定电线,而瓷瓶自身中间又用螺丝固定在线杆或角铁的支架上。瓷瓶的作用一方面可在架空线路上拉紧固定电线,另一方面可与别的金属导体起隔离绝缘作用。

使用低压绝缘子应注意以下两点:

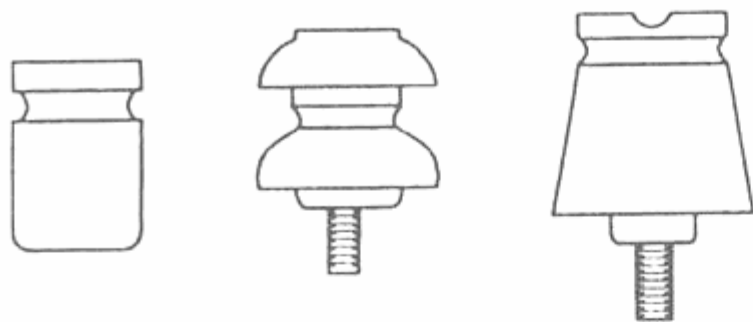


图 4-19 低压绝缘子

(1) 绝缘子是用瓷烧制成的, 安装时, 要小心轻装, 以免碰坏绝缘子。

(2) 安装户外针式绝缘子时, 应使绝缘子帽垂直于地面安装, 以做到防雨绝缘。

二、漏电保护器的选择及安装维修技术

1. 漏电保护器的选用 漏电保护器又叫漏电保安器或漏电开关, 它是一种能有效防止人身触电的保护装置。漏电保护器的原理是利用人在触电时产生的触电电流使漏电保护器感应出信号, 经过电子放大线路或开关电路, 推动脱扣机构, 使电源开关动作, 将电源切断, 从而保证人身安全。漏电保护器对电气设备的漏电电流极为敏感。当人体接触了漏电的用电器时, 产生的漏电电流只要达到 $10 \sim 30 \text{ mA}$, 就能使漏电保护器在极短的时间 (如 0.1 s) 内跳闸, 切断电源, 因此, 漏电保护器在工农业生产以及日常生活用电设备中得到了广泛的应用。漏电保护器的电路如图 4-20 所示。

漏电保护器的选用原则:

(1) 型式的选用: 一般情况下, 应优先选用电流型漏电保护器。

(2) 极数的选用: 单相 220 V 电源供电的电气设备, 应选用二极二线式或单极二线式漏电保护器; 三相三线制 380 V 电源供电的电气设备, 应选用三极式漏电保护器; 三相四线制 380 V 电源供电的电气设备, 或者单相设备与三相设备共用电路, 应选用三极四

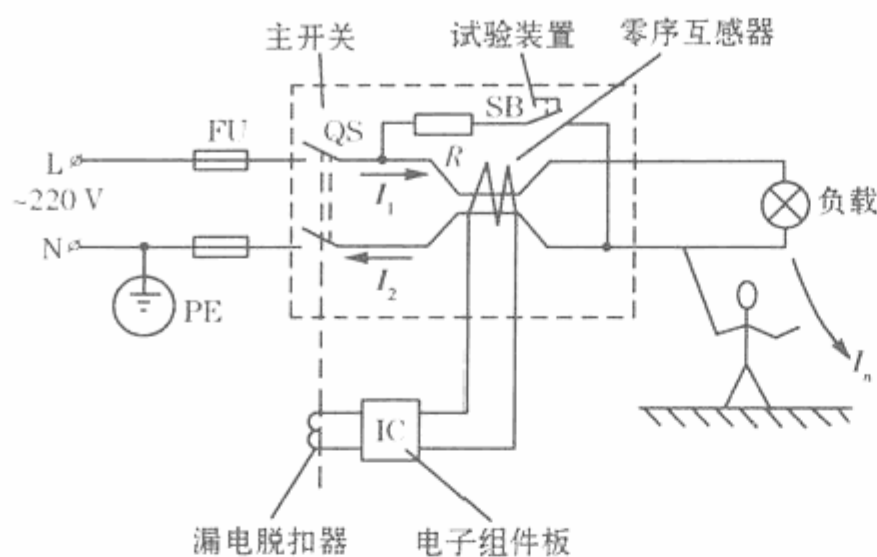


图 4-20 漏电保护器原理电路

线式、漏电保护器。

(3) 额定电流的选用：漏电保护器的额定电流值应不小于实际负载电流。

(4) 可靠性的选用：额定电压在 50 V 以上的 I 类电动工具，应选用动作电流不大于 15 mA 的快速动作型漏电保护器，同时还必须做接地或接零保护；主要用于间接接触保护目的时，单台电气设备可选用额定漏电动作电流为 30 ~ 50 mA 的快速型漏电保护器，大型或多台电气设备可选用额定漏电动作电流为 50 ~ 100 mA 的快速型漏电保护器。合格的漏电保护器动作时间不应大于 0.1 s，否则对人身安全仍有威胁。

常用漏电断路器技术数据见表 4-12。

表 4-12 漏电断路器技术数据

型号	壳架等级 额定电流 (A)	可选定额 定电流(A)	额定通断 能力(kA)	额定漏电 动作电流 (mA)	额定漏电不 动作电流(mA)
DZ15L—40	40	6、10、 16、20、 25、32、40	2.5	30、 50、75	15、25、40

续表

型号	壳架等级 额定电流 (A)	可 选 定 额定电流 (A)	额定通断 能力(kA)	额定漏电 动作电流 (mA)	额定漏电不 动作电流(mA)
DZ15L—60	60	10、16、 20、25、32、 40、50	5.0	30、75、 100	25、40、50
DZ25L—32	32	10、16、 20、25、32	3.0	15、30、50	8、15、25
DZ18L—20	20	6、10、 16、20		30	15
DZ25L—63	63	25、32、 40、50、63	5.0	30、50、 100	15、25、50
DZ25L—100	100	40、50、 63、80、100	6.0	50、100、 200	25、50、100
DZ25L—200	200	100、125、 160、180、 200	10.0	50、100、 200、100、 200、500	25、50、100、 50、100、200

2. 漏电保护器的安装方法 安装漏电保护器注意事项:

(1) 安装前,应仔细阅读使用说明书。

(2) 安装漏电保护器以后,被保护设备的金属外壳仍应进行可靠的保护接地。

(3) 漏电保护器的安装位置应远离电磁场和有腐蚀性气体环境,并注意防潮、防尘、防震。

(4) 安装时必须严格区分中性线和保护线,三极四线式或四极式漏电保护器的中性线应接入漏电保护器。经过漏电保护器的中性线不得作为保护线,不得重复接地或接设备的外露可导电部分;保护线不得接入漏电保护器。

(5) 漏电保护器应垂直安装,倾斜度不得超过 5° 。电源进线必须接在漏电保护器的上方,即标有“电源”的一端;出线应接在下方,即标有“负载”的一端。

(6) 不同动作方式的漏电保护器,其接线也有所不同。

1) 电磁式漏电保护器因不具备过载和短路保护功能,在它前面必须安装熔断器,如图 4-21a 所示。

2) DZL18、DZL33、DLK 型漏电保护器是有控制电源的电子式漏电保护器,因为它不具备过载保护功能,熔断器必须安装在它后面,如图 4-21b 所示。电子式漏电保护器需要辅助电源才能工作,如果把熔丝串联在它前面,一旦发生过载或短路,相线熔丝未断而零线熔断时,漏电保护器不会跳闸。此时,在负载端的人若触及相线就会触电,但电子式漏电保护器不会跳闸,这是因为漏电保护器的辅助电源由于零线断开而无法工作。如果熔丝装在电子式漏电保护器的后面,即便熔丝熔断,辅助电源也不会中断,故仍能起到防止触电的保护作用。

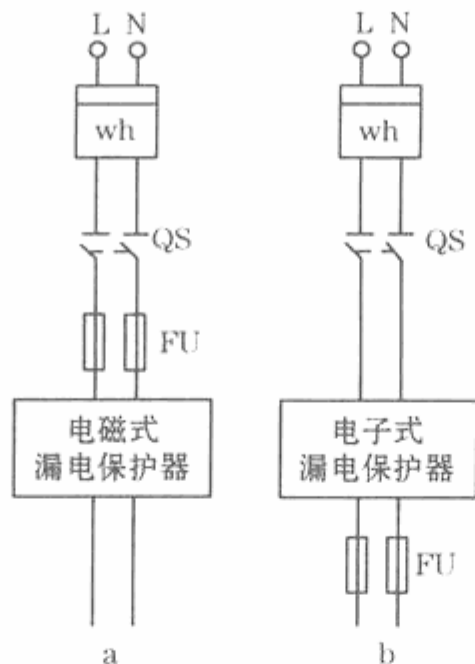


图 4-21 不同动作方式漏电保护器的接线

3) DZIB0、XA10LE、E4EB 等系列漏电保护器兼有过载和短路保护功能,采用这种漏电保护器时,不必再安装总熔断器。

(7) 作为家用漏电保护时,漏电保护器应装在进户电度表或总开关之后如图 4-22 所示。如仅对某用电器具进行保护,则可安装在用电器具本体上作电源开关。如在本体上安装有困难,则可安装在此用电器具的电源上端(如插座),作为保护开关,如图 4-23 所示。

(8) 漏电保护器接线完毕投入使用前,应先做漏电保护动作试验,即按动漏电保护器上的试验按钮,漏电保护器应能瞬时跳闸切断电源。试验 3 次,确定漏电保护器工作稳定,才能投入使用。

(9) 对投入运行的漏电保护器,必须每月进行一次漏电保护动作试验,不能产生正确保护动作的,应及时检修。

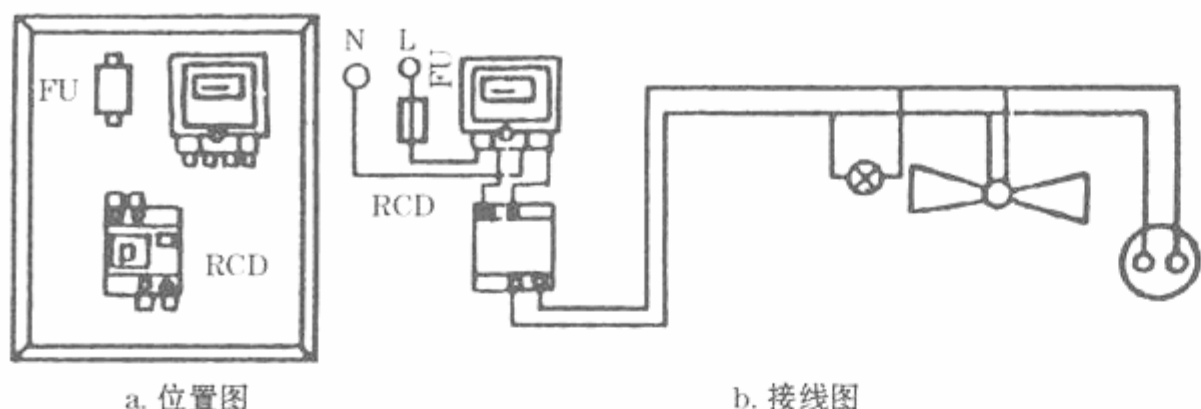


图 4-22 单相家庭用漏电保护器的安装接线

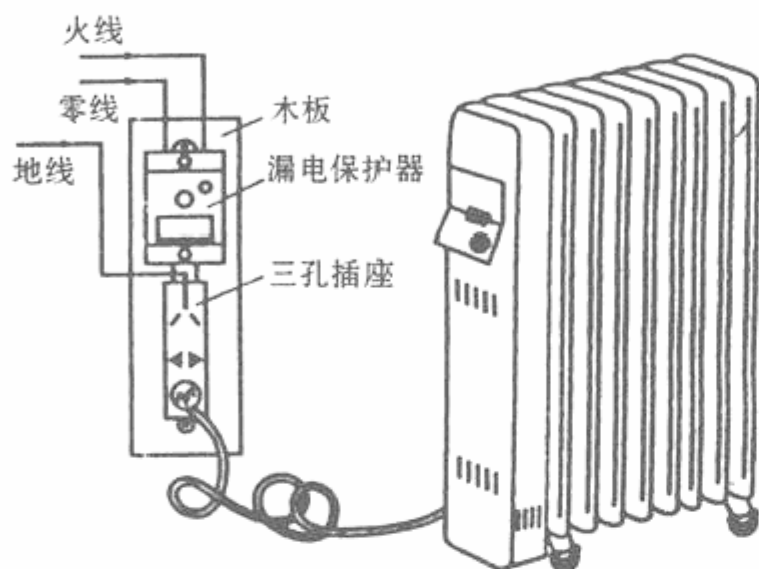


图 4-23 单机专用漏电保护器的安装

三、并联电容器的结构原理与安装维护技术

1. 电容器的型号与结构 移相电容器主要用于交流 50 Hz 的电力网中提高功率因数,作为产生无功功率的电源。

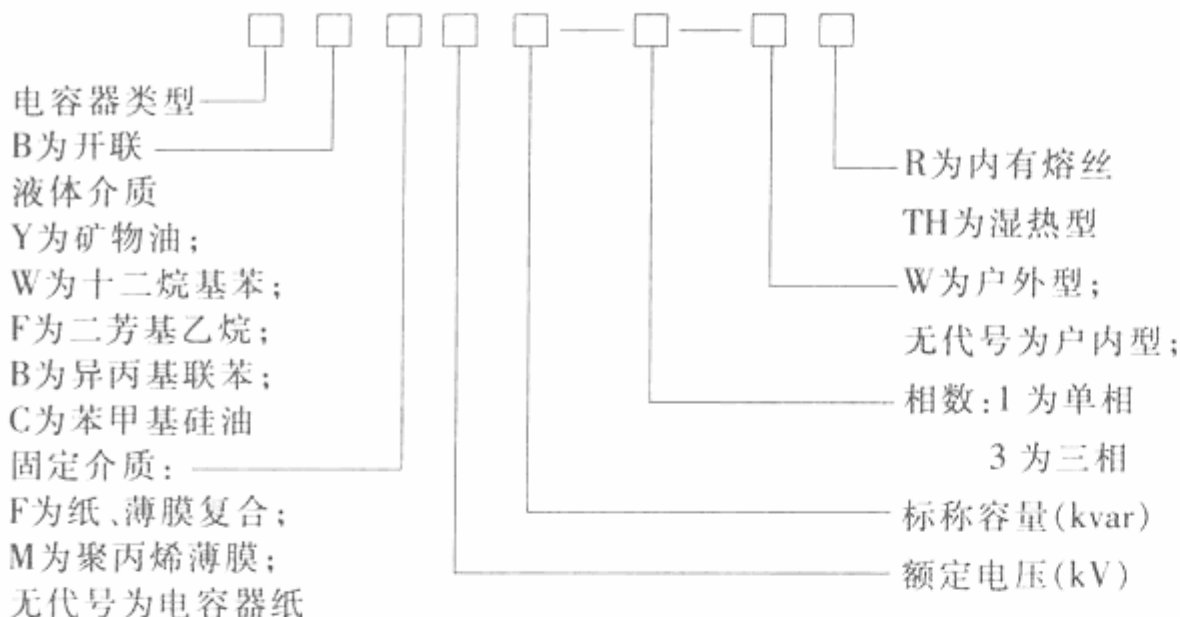
按安装方式分为户内式和户外式。

按相数分为单相和三相电容器。

按额定电压分为高压和低压电容器,高压电容器的额定电压为 10.5 kV、6.3 kV、3.15 kV;低压电容器的额定电压为 0.525 kV、

0.4 kV、0.23 kV。

移相电容器型号含义：



无论是单相还是三相移相电容器，电容元件(芯子)均放在壳(油箱)内，箱盖与外壳焊在一起，其上装有引线套管，套管的引出线通过出线连接片与元件的极板相连接。

箱盖的一侧焊有接地片，作保护接地用。在外壳的两侧焊有两个搬运用的吊环。图4-24是单相移相电容器的内部结构。电容器的元件主要采用卷绕的形式，在电容器纸上铝箔卷绕成圆柱形卷束，然后再压成扁平状元件。

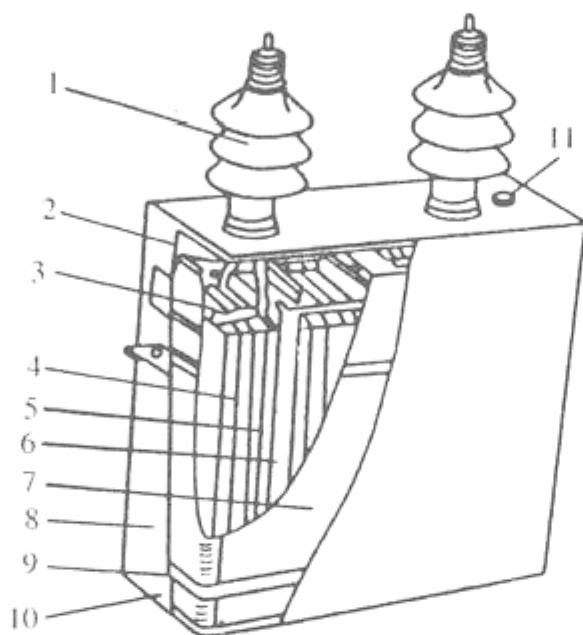


图4-24 单相多相电容器的内部结构组成

1. 出线套管 2. 出线连接片 3. 连接片
4. 元件 5. 出线连接片固定板 6. 组间绝缘
7. 包封件 8. 夹板 9. 穿箍 10. 外壳
11. 封口盖

2. 电容器的安装 并联电容器的安装应选择线路无功负荷比较集中的地方,装在双柱式变压器台上,并用跌落式熔断器或高压柱上开关加跌落式熔断器作为保护和操作设备,避雷器作为防雷保护。

并联静电电容器可以根据电容器的额定电压接成三角形或星形。

(1) 三角形连接:如果电源电压是 10 kV,电容器的额定电压是 10.5 kV,可以把并联静电电容器接成三角形,如图 4-25 所示。

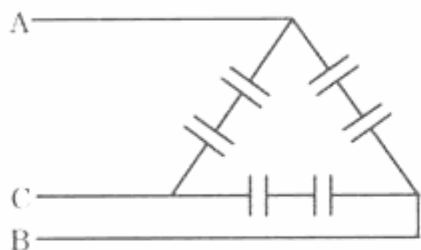


图 4-25 静电电容器三角形连接

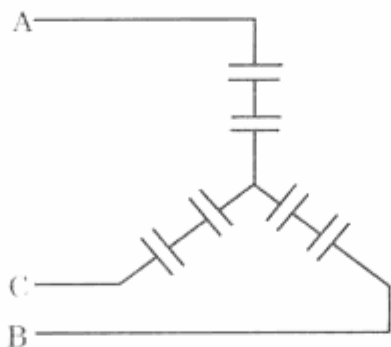


图 4-26 静电电容器星形连接

(2) 星形连接:如果电源电压是 10 kV,而电容器的额定电压是 6.3 V,则可把并联静电电容器接成星形,如图 4-26 所示。

3. 电容器补偿的接线

(1) 线径的选择。连接补偿电容器的接线线径大小必须根据电容器额定电流的大小来选择。电容器的额定电流是

$$I_c = \frac{Q_c}{\sqrt{3}U_N}$$

式中 I_c ——电容器额定电流, A;

Q_c ——电容器额定功率, kvar;

U_N ——电容器额定电压, kV。

电容器的额定电流也可用估算的办法来计算,即 1 kvar 相当于 2 A,这个数比实际电流略大。

(2) 接线办法。对于 10 kvar 以下的小电容器单台接线,可把

线直接接在电容器的接线柱上,而对于 10 kvar 以上的较大容量的电容器,必须采用接线卡连接,因这类电容器的额定电流都在 20 A 以上,导线较粗,特别是采用电缆接线。毛刺较多,电容器的接线柱距离又都很近,往往容易造成放电短路损坏设备。

(3) 并联电容器不能放置在过热、漏雨、滴水、易挤、易压、易砸和妨碍交通的地方,也不能放置得离补偿设备太远的地方,以免造成不必要的损失。

为了安全,电容器从电源断开后,必须放电,而且放电应是自动进行。

当电容器与变压器、电动机共用一组刀闸开关或熔断器时,当隔离开关或熔断器断开后,电容器将通过变压器、电动机的绕组自行放电,这种情况下,电容器不必另行安装放电电阻。

对于额定电压在 1 kV 以上的电容器组可采用互感器的一次绕组作为放电电阻,通常采用两台电压互感器 V 形接线,最好采用三台电压互感器三角形接线。

低压如 400 V 电容器组多采用 220 V 白炽灯泡作放电电阻,一般是用两只灯泡串联后再接成 Y 形。

4. 电容器的运行与维护

(1) 电容器的监视检查:

1) 监视温度、电压、电流。电容器室温不得超过 40°C , 电容器本体温度不得超过 60°C 。设计电容器时的热计算,以绝缘介质的耐热力为依据。对于矿物油浸渍的纸绝缘,最大允许温度为 $65 \sim 70^{\circ}\text{C}$,而采用氯化联苯浸渍时则允许达到 $90 \sim 95^{\circ}\text{C}$ 。电容器的最热点是在元件的中心,但运行中只能以外壳的温度作为监视值,借此间接地监视元件中心的温度。国产电容器允许外壳最高温度,对矿物油浸渍的规定为 60°C ,用氯化联苯浸渍的为 80°C 。前面所提供的本体温度,即指对矿物油浸渍的电容器的外壳最高温度。

关于电压的监视,一般规定,电压高于额定电压的 1.05 倍时电容器可以长期运行,并能在一昼夜中,在最高不超过 1.1 倍于额

定电压(瞬时过电压除外)下运行不超过 6 h。

关于电流的监视,按照制造厂家的规定,电容器应能在 1.3 倍过电流的情况下长期工作,电流过大会引起电容器发热。

2) 巡视时要检查电容器有无外壳膨胀,瓷套管破碎、漏油等现象。还要检查接头是否发热,放电装置是否良好,通风装置是否良好等。

外壳膨胀又称鼓肚。当电容器内部产生电晕、击穿放电等异常时,油纸绝缘处在高电场下,会引起一系列物理、化学、电气效应,使绝缘老化,使油分解。绝缘油分解时产生大量气体,使箱壳内部压力增大,造成箱壁塑性变形继而外鼓。当然,箱壁外鼓是有危险的,因为它使油面下降,散热条件恶化,绝缘强度降低,进一步引起内部击穿而发生爆破。

瓷套管破碎当然使绝缘强度降低,也易酿成事故。漏油将使油面下降,使引线和元件的上端露出油面,也将导致极对箱壳放电或元件击穿。

电容器组应定期停电检查。

对运行时能进室检查的电容器,每年应停电清扫检查两次;对运行时不能进室检查的电容器,每季应进行 1~2 次清扫检查。主要检查各部接点的接触情况(螺丝的松紧),放电回路的完整性,接地线的完好程度等,清扫外壳、绝缘子以及支架的灰尘。还要同时检查断路器和继电保护装置。

当电容器组发生断路器跳闸、保护熔丝熔断时,应立即进行特殊巡视检查。对户外的电容器组,遇有雨、雪、风、雷等天气时,也要进行特殊的巡视检查。除上述提到的之外,必要时还要对电容器进行试验。

(2) 电容器的运行:

1) 电容器的正常投入与退出:根据电力系统的无功功率平衡情况,按调度规程投、切移相电容器。但当环境温度、电压、电流超过允许值时,为了安全必须退出运行。

2) 电容器应立即退出运行的紧急情况: 凡遇到下列情况之一时, 电容器应立即退出运行: ①电容器爆炸。②套管发生严重闪络。③电容喷油。④电容器起火。⑤接头过热熔化。

3) 全所停电后必须将电容器组断开: 当全所事故停电时, 一般出线断路器都断开。如果仅电容器组连在母线上, 一旦来电, 母线电压可能很高, 电容器承受过高电压而威胁其安全。此外, 空载变压器投入时, 可能与电容器引起铁磁谐振, 造成过流或过压。所以, 全部停电时, 电容器组应断开。

4) 测电容器绝缘电阻时的安全技术: 摇测电容器两极对外壳和两极间绝缘电阻时, 额定电压为 1 kV 以下的用 1 000 V 摇表, 1 kV 以上的用 2 500 V 摇表, 摇测应由两人进行。测前应用导线将电容器放电, 测毕读完表后, 在测笔未撤离电容器前, 不得停转摇表, 否则电容器会对停转的摇表放电, 损坏表头。绝缘电阻测完后, 应将电容器上的电荷放尽, 防止人身触电。

5) 电容器断电后的放电安全技术:

A. 电容器从母线上断开后, 一定要通过放电电阻或专门的电压互感放电。

B. 电容器引出线之间, 以及引出线与外壳之间都要进行放电。

C. 电容器放完电后才可接地。

D. 在电容器上进行作业之前, 一定要进行检验性的放电。这种放电是将放电棒搁在电容器的引出线端子上停留一段时间。

E. 即使电容器的两侧都接地了, 为了防备电容器上还有残留电荷, 也还要进行检验性放电, 相互并联的各组电容器都必须进行放电。

F. 对因故障切除的电容器进行检验性放电时更应特别小心。因对损坏的电容器, 总接地装置可能因某部分断开起不到接地放电的作用。

G. 如果电容器装置有联锁装置, 应考虑到只有整个装置都接地以后, 电容器组防护栏栅的小门才能打开。

(3) 电容器的事故处理:

1) 电容器的断路器跳闸后不允许强行试送。跳闸后首先应根据保护动作情况和其他现象进行判断,接着要对电容器、断路器、互感器、电缆、引线进行全面检查,确认无故障,经分析认为是由外部故障造成母线电压波动而跳闸,则可试送。否则,应停下电容器作全面试验检查,查明原因再考虑下一步。

2) 电容器爆炸起火。爆炸的主要原因是内部元件击穿后未能及时切除故障,油分解产生大量气体,箱壳内压力骤增而发生箱壳或瓷套的爆破。一台电容器爆破,可能造成其他电容器的损坏,而且矿物油喷洒很易引起火灾。

电容器装置间必须备有灭火器、沙箱等消防设备。如果发生火灾,必须先将电容器可靠接地,然后才能开始灭火。

3) 电容器的瓷套管闪络。造成闪络的原因,一般是由于运行中缺乏清扫和维护,瓷绝缘表面因污秽所致。在污秽严重地区,遇上雨雪天气,或遇有电力系统谐振以及内、外过电压情况,均可造成瓷套管表面闪络事故。这种事故,会造成断路器跳闸或电容器损坏。防止闪络的主要措施为定期清扫,对污秽严重地区,还应采取适当的措施。

4) 电容器内有异常声音。如果运行中发现“吱吱”声,说明电容器外部或内部有局部放电现象。如有“咕咕”声,说明电容器内部绝缘有崩溃的先兆。在此情况下,应立即将电容器停止运行。

四、电力无功补偿技术

1. 电力负荷的功率因数

(1) 无功功率:接在电网中的许多用电设备是根据电磁感应原理工作的。例如,通过磁场,变压器才能改变电压并且将能量送出去,电动机才能转动并带动机械负荷。磁场所具有的磁场能是由电源供给的,电动机和变压器在能量转换过程中建立交变磁场,在一个周期内吸收的功率和释放的功率相等,这种功率叫做感性

无功功率。电容器在交流电网中接通时,在一个周期内,上半周期的充电功率和下半周期的放电功率相等,不消耗能量,这种充放电功率叫做容性无功功率。

对感性负荷,有功功率、无功功率和视在功率之间的关系如图 4-27 所示,其相互关系为

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

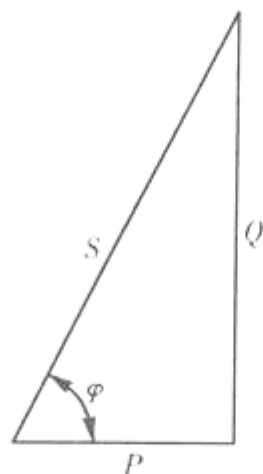


图 4-27 功率三角形关系示意

式中 S ——视在功率, $\text{kV} \cdot \text{A}$;

P ——有功功率, kW ;

Q ——无功功率, kvar 。

φ 角为功率因数角,它的余弦($\cos\varphi$)是有功功率与视在功率之比,称为功率因数,即:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

由功率三角形可以看出,在一定的有功功率下,当用电企业 $\cos\varphi$ 越小,则所需要的无功功率越大,其视在功率也越大。为满足用电的需要,供电线路和变压器的容量也越大。这样,不仅增加供电投资,降低设备利用率,也将增加线路网损。为此,供用电规则规定:无功电力应就地平衡,用户应在提高用电自然功率因数的基础上,设计和装置无功补偿设备,并做到随其负荷和电压变动及时投入或切除,防止无功电力倒送。供用电规则还规定了在电网高峰负荷时,用户的功率因数应达到的标准:高压供电的工业用户和高压供电装有带负荷调整电压装置的电力用户,功率因数为 0.90 以上;其他 $100 \text{ kV} \cdot \text{A} (\text{kW})$ 及以上电力用户和大、中型电力排灌站,功率因数为 0.85 以上;农业用电,功率因数为 0.80 以上,凡功

率因数不能达到上述规定的新用户,供电部门可拒绝供电。因此对无功功率进行补偿,提高企业用电的功率因数具有重要的意义。

(2) 负荷的自然功率因数:负荷的自然功率因数 $\cos\varphi$,是指未进行无功补偿前的功率因数。在多数情况下,用电负荷的功率因数都是滞后的。经过补偿后,用电负荷的功率因数可能是超前的,也可能仍是滞后的。这可以由无功功率流动的方向来判别,通常用无功电能表可以测出来。

电负荷是综合性的用电负荷,包括有各种类型的用电设备,其自然功率因数的高低,主要取决于设备的特性及其负荷率。根据有关统计资料,一般用电设备的自然功率因数,可参照表 4-13 ~ 表 4-15 进行估算。

表 4-13 配电变压器的功率因数

负载情况 功率因数	空 载	25%	50%	75%	满 载
$\cos\varphi$	0.15 以下	0.67	0.73	0.75	0.70

表 4-14 感应电动机在各种负载下的功率因数

负载情况 功率因数	空 载	25%	50%	75%	满 载
$\cos\varphi$	0.2 以下	0.5 ~ 0.55	0.7 ~ 0.75	0.8 ~ 0.85	0.85 ~ 0.9

表 4-15 有关用电设备的自然功率因数

设备名称	$\cos\varphi$	设备名称	$\cos\varphi$
电焊设备	0.35 ~ 0.60	农副加工	0.50 ~ 0.70
金属加工	0.55 ~ 0.65	电力排灌	0.60 ~ 0.80
提升及皮带运输	0.5 ~ 0.75	工业电热设备	0.5 ~ 0.85
锻压设备	0.55 ~ 0.65	整流设备	0.85 ~ 0.95
铸钢(铸铁)	0.65 ~ 0.70	家用电器设备	0.90 ~ 1.00

续表

设备名称	$\cos\varphi$	设备名称	$\cos\varphi$
纺织机械	0.60 ~ 0.75	家用电器	0.50 ~ 0.80
造纸设备	0.70 ~ 0.75	照明电器	0.30 ~ 0.70
泵站及风机	0.70 ~ 0.80	白炽灯	1.00

电力用户在生产车间,可能包含有各种不同的用电设备。由于设备的物性不同,其自然功率因数差别很大。因此,整个车间的功率因数是各种用电设备功率因数的综合平均值。精确地计算,应按加权平均值计。实际上,可采用月平均综合功率因数计算。

不同电力用户的综合自然功率因数,由于系综合性质用电(一般由动力、照明及生活用电等组成),不同行业之间,或者同行业用户之间,差异甚大,所以应通过实测和计算来确定。

(3) 无功功率补偿及其方法:

1) 无功功率补偿的基本原理,把具有容性功率的装置与感性功率负荷并连接在同一电路,当容性负荷释放能量时,感性负荷吸收能量;而感性负荷释放能量时,容性负荷却在吸收能量,能量在两种负荷之间互相交换。这样,感性负荷所吸收的无功功率可由容性负荷输出的无功功率中得到补偿。

2) 无功功率补偿的方法:无功功率补偿的方法很多,采用电力电容器,或采用具有容性负荷的装置进行补偿。

A. 利用过激磁的同步电动机,改善用电的功率因数,但设备复杂,造价高,只适于在具有大功率拖动装置时采用。

B. 利用调相机作为无功功率电源,这种装置调整性能好,在电力系统故障情况下,也能维持系统电压水平,可提高电力系统运行的稳定性,但造价高,投资大,损耗也较高。每千乏无功的损耗约为 1.8% ~ 5.5%,运行维护技术较复杂,宜装设在电力系统的中枢变电所,一般用户很少应用。

C. 异步电动机同步化。这种方法有一定的效果,但自身损耗

大,每千乏无功功率的损耗为 4% ~ 19%,一般都不采用。

D. 电力电容器作为补偿装置,具有安装方便、建筑周期短、造价低、运行维护简便、自身损耗小(每千乏无功功率损耗为 0.3% ~ 0.4% 以上)等优点,是当前国内外广泛采用的补偿方法。这种方法的缺点是电力电容器使用寿命较短;无功出力与运行电压平方成正比,当电力系统运行电压降低,补偿效果降低,而运行电压升高时,对用电设备过补偿,使其端电压过分提高,甚至超出标准规定,容易损坏设备绝缘,造成设备事故。为弥补这一缺点应采取相应措施以防止向电力系统倒送无功功率。

电力电容器作为补偿装置有两种方法:串联补偿和并联补偿。

串联补偿是把电容器直接串联到高压输电线路,以改善输电线路参数,降低电压损失,提高其输送能力,降低线路损耗。这种补偿方法的电容器称作串联电容器,应用于高压远距离输电线路,用电单位很少采用。

并联补偿是把电容器直接与补偿设备并接到同一电路上,以提高功率因数。这种补偿方法所用的电容器称作并联电容器,用电企业都是采用这种补偿方法。

2. 并联电容器补偿无功功率的作用及方法

(1) 并联电容器提高功率因数的原理:在交流电路中,纯电阻电路负载中的电流 $\dot{I}_R$ 与电压 $\dot{U}$ 相位相同,纯电感负载中的电流 $\dot{I}_L$ 滞后电压 90° 。而纯电容的电流 $\dot{I}_C$ 超前于电压 90° ,如图 4-28 所示。可见,电容中的电流与电感中的电流相差 180° ,它们能够互相抵消。

电力系统中的负载大部分是感性的。因此总电流 $\dot{I}$ 将滞后于电压一个角度 φ 。如果将并联电容器与负载并联(补偿原理如图 4-29 所示),则电容器的电流 $\dot{I}_C$ 将抵消一部分电感电流,从而使电感电流 $\dot{I}_L$ 减小到 $\dot{I}'_L$,总电流从 $\dot{I}$ 减小到 $\dot{I}'$,功率因数将由

$\cos\varphi$ 提高到 $\cos\varphi'$, 这就是并联补偿的原理。

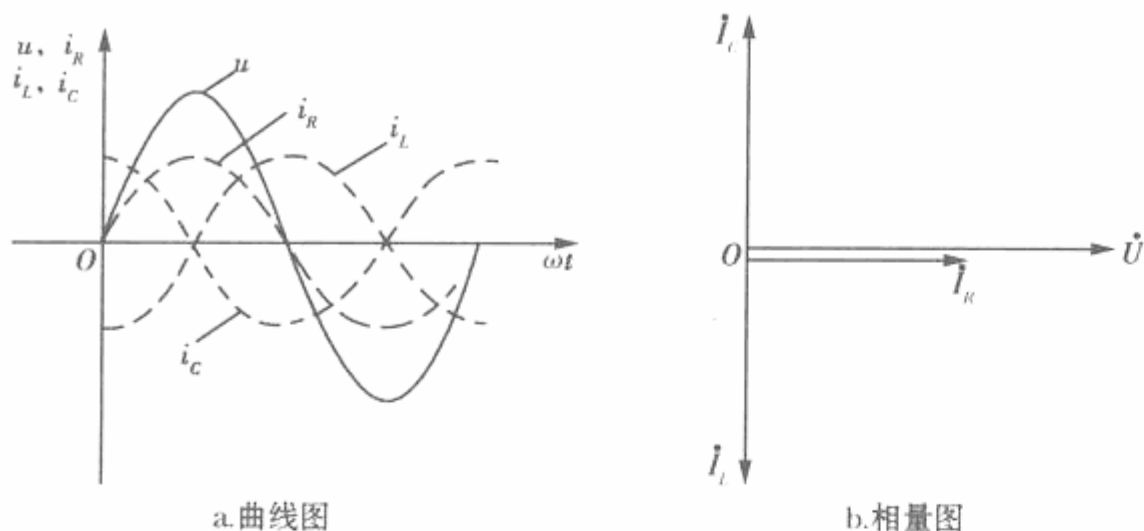


图 4-28 电容补偿电压电流相位关系

(2) 并联电容器在电力系统中的作用:

- 1) 补偿无功功率, 提高功率因数。
- 2) 提高设备出力。由于有功功率 $P = S \cos\varphi$, 当设备的(视在)

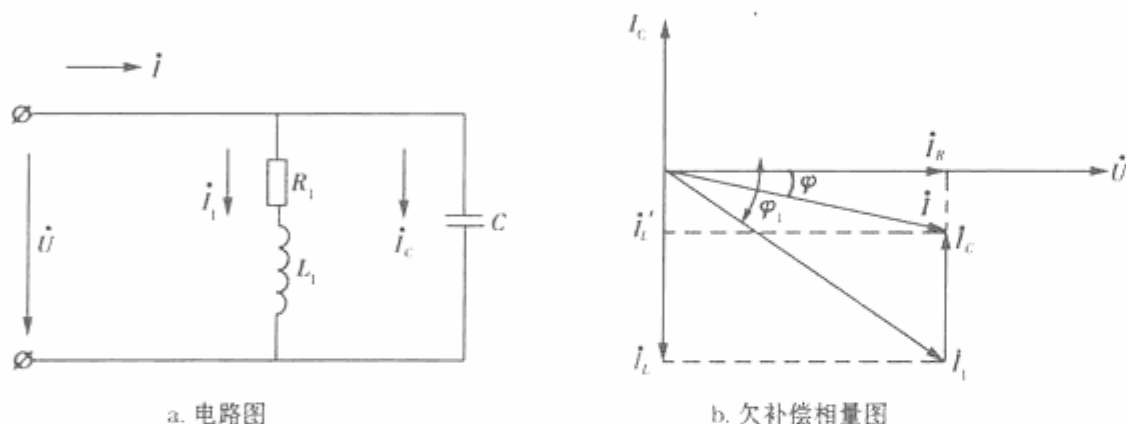


图 4-29 电容补偿无功电路原理

功率 S 一定时, 如果功率因数 $\cos\varphi$ 提高, 上式中的 P 也随之增大, 电气设备的有功出力也就提高了。

3) 降低功率损耗和电能损失。在三相交流电路中, 功率损耗 ΔP 的计算公式如下:

$$\Delta P = 3 \frac{P^2 R}{U^2 (\cos \varphi)^2} \times 10^{-3} (\text{kW})$$

由式可见,当功率因数提高后,将使功率损失大大下降。因此使得每年在线路上和变压器中的电能损失下降。

4)改善电压质量。在线路中电压损失 ΔU 的计算式如下:

$$\Delta U = \frac{PR + QX_L}{U} \times 10^{-3}$$

式中 ΔU ——线路中的电压损失, kV;

P ——有功功率, MW;

Q ——无功功率, Mvar;

U ——额定电压, kV;

R ——线路的总电阻, Ω ;

X_L ——线路感抗, Ω 。

由上式可见,当线路中的无功功率 Q 减少以后,电压损失 ΔU 也就减少了。

(3)并联电容器在电力系统中的补偿方式:

1)并联电容器与电力网的连接,额定电压应相符。在三相供电系统中单相电容器的额定电压与电力网的额定电压相同时,电容器应采用三角形接法,如果按星形接法连接则每相电压是线电压的 $1/\sqrt{3}$ 倍,又因 $Q = U^2/X_c$,所以无功出力减小的三角形接法时的 $1/3$ 倍,显然是不合理的。当单相电容器的额定电压较线路的额定电压低时,应采用星形连接或几个电容器串联以后接成三角形。而三相电容器只要其额定电压等于或高于电网的额定电压即可直接接入使用。

2)并联电容器的补偿,电容器的补偿形式应以无功就地平衡为原则。电网的无功负荷主要是由用电设备和输变电设备引起的。除了在比较密集的供电负荷中心集中装设大、中型电容器组,便于中心电网的电压控制和稳定电网的电压质量之外,还应在距用电无功负荷较近的地点装设中、小型电容器组进行就地补偿。

安装电容器进行无功功率补偿时,可采取集中、分散或个别补偿三种形式。

A. 个别补偿,个别补偿是对单台用电设备所需无功就近补偿的办法,把电容器直接接到单台用电设备的同一个电气回路,用同一台开关控制,同时投运或断开。这种补偿方法的效果最好,电容器靠近用电设备,就地平衡无功电流,可避免无功负荷的过补偿,使电压质量得到保证,如图4-30所示。

个别补偿一般常用于容量较大的高低压电动机等用电设备。但这种方法在用电设备非连续运转时,电容器利用率低,不能充分发挥其补偿效益。

B. 分散补偿,分散补偿是将电容器组分组安装在车间配电室或变电所各分路的出线上,它可与工厂部分负荷的变动同时投入或切除。这种补偿方法效果也较好。

C. 集中补偿,集中补偿是把电容器组集中安装在变电所的一次或二次侧的母线上,如图4-31所示。

这种补偿方法安装简便,运行可靠,利用率较高;但当电气设备不连续运转或轻负荷

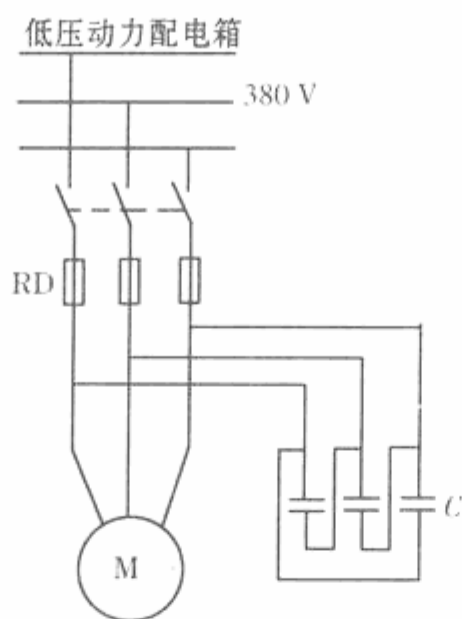


图 4-30 电容器个别补偿接线

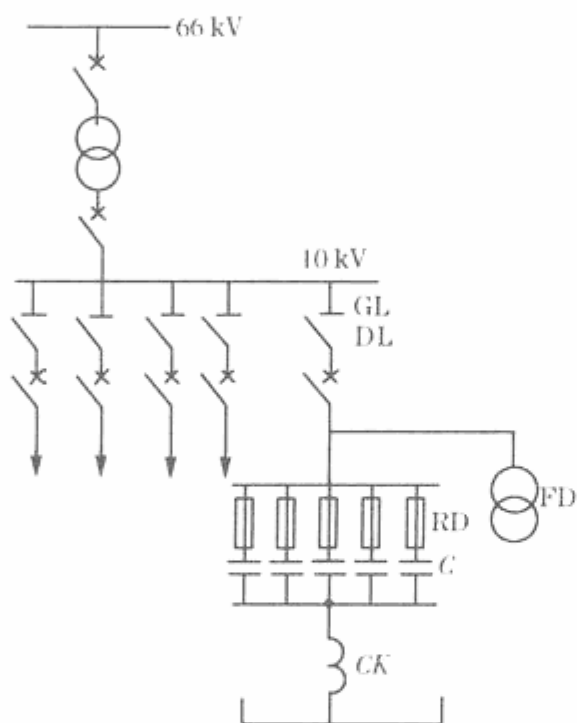


图 4-31 电容器集中补偿接线

时,又无自动控制装置,会造成过补偿,使运行电压抬高,电压质量

变坏。电容器就地补偿的无功功率称为释放功率,其大小与初始功率因数和电容器的安装容量及其安装位置有关。当电容器接到变压器的一次侧时,可使线路损耗降低,变电所一次母线电压升高,而对变压器没有补偿作用;此外变压一次侧电压高,安装费用高,因此尽量不把电容器安装在变压器的一次侧。当电容器安装在变压器的二次侧时,能产生释放功率使变压器相应增加出力,并使二次侧电压有较大幅度的提高,效果显著,同时二次侧电压低,安装费用降低,因此把电容器尽量安装在变压器的二次侧。

第五章 电气图识读

第一节 电气图形符号和文字符号

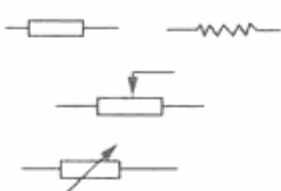
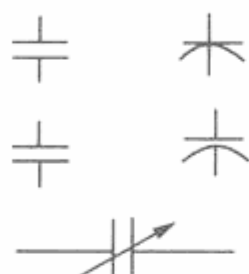
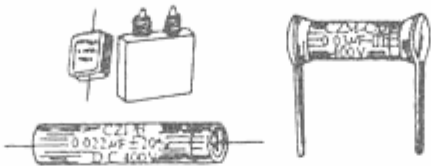
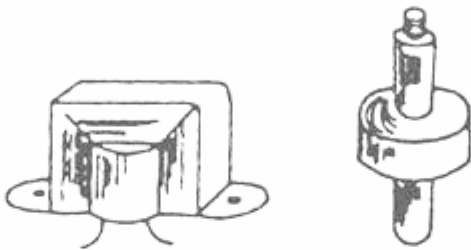
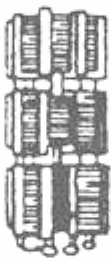
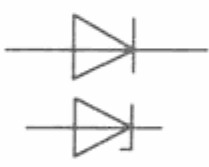
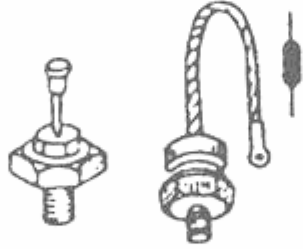
一、电路图中常用的图形符号和文字符号

图纸是工程技术界的共同语言,是传递信息的最好方法,让人们一看就懂,心领神会。我们应用的图标都是按国际电工委员会(IEC)和我国国家标准规定使用的。

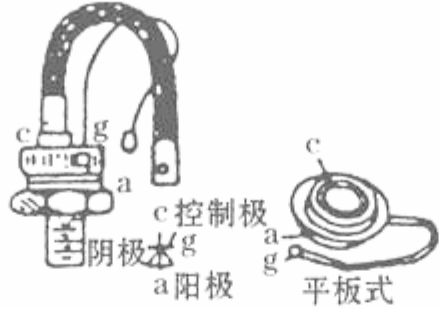
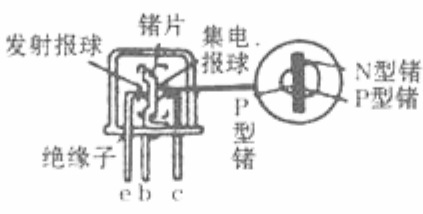
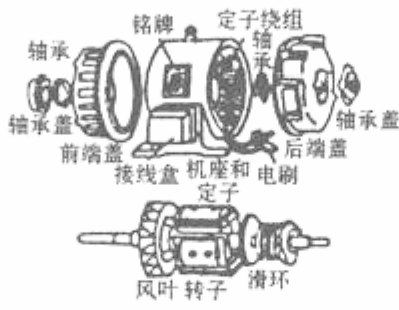
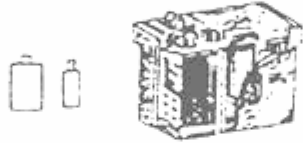
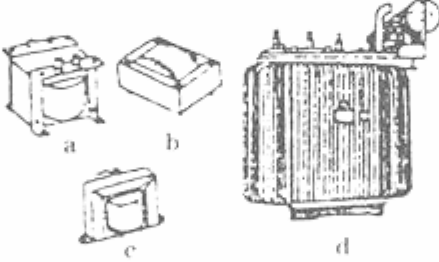
电工学常用符号和单位,常用电气设备的基本文字符号、常用辅助文字符号、电器接线端子的标记、常用电气图形符号及门电路图形符号等可参阅有关书籍。

一般电气符号包括电气图形符号和文字符号两种。这些电气符号是国家统一规定的新图形符号和文字符号,例如电动机用 M 表示,交流接触器用 KM 表示,二极管用 VD 表示,变压器用 T 表示等。为了给初学者提供识图、绘图的便利,现将电气图常用设备、元件图形符号和文字符号列于表 5-1。

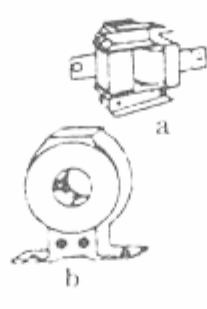
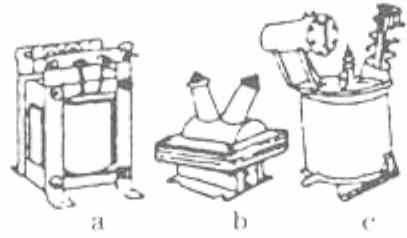
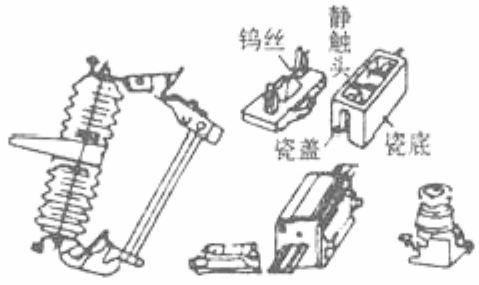
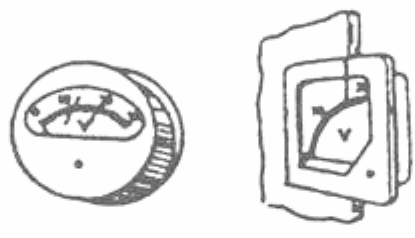
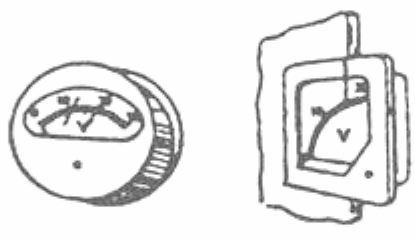
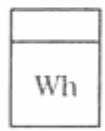
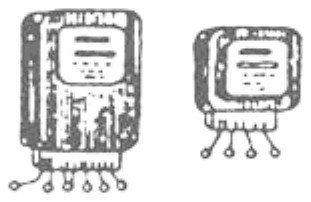
表 5-1 常用电气设备、元件图形符号和文字符号

名 称	图形符号	文字符号	实际图例
1. 电阻		R	 固定电阻 有抽头固定电阻
2. 电容		C	
3. 电感		L	
4. 电抗(X)		X (L)	
5. 半导体 二极管		V (VD)	

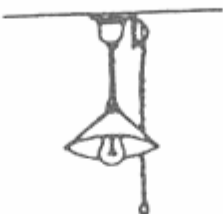
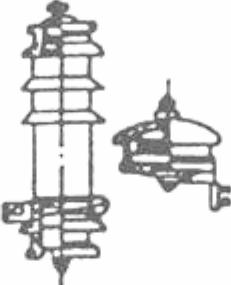
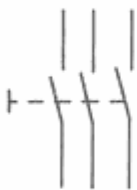
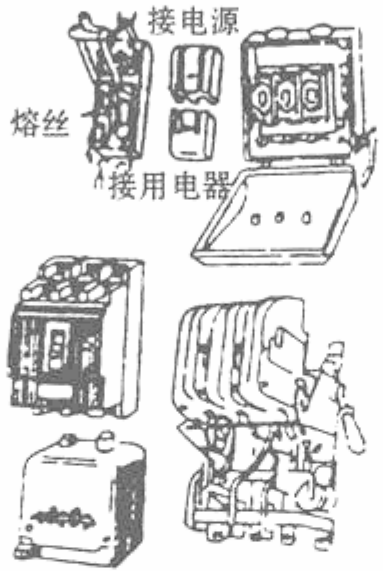
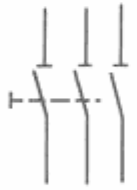
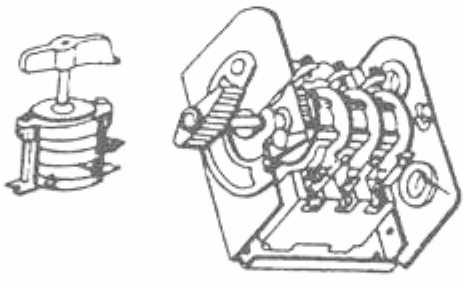
续表

名 称	图形符号	文字符号	实际图例
6. 晶闸管		V (Vs)	 c 控制极 a 阳极 g 阴极 平板式
7. 三极管		(VT)	 发射极球 集电极球 绝缘子 e b c N型锗 P型锗
8. 发电机		G	 铭牌 定子绕组 轴承 轴承盖 前端盖 接线盒 机座和电刷 定子 风叶 转子 滑环 后端盖 轴承盖
9. 电池		GB	
10. 变压器		T	 a b c d

续表

名 称	图形符号	文字符号	实际图例
11. 电流互 感器		TA	
12. 电压互 感器		TV	
13. 熔断器		FU	
14. 电压表		PV	
15. 电流表		PA	
16. 电能表		PJ	

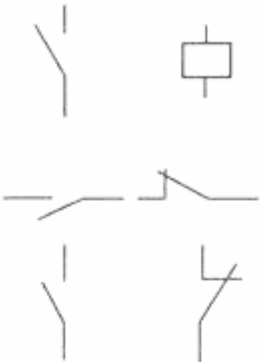
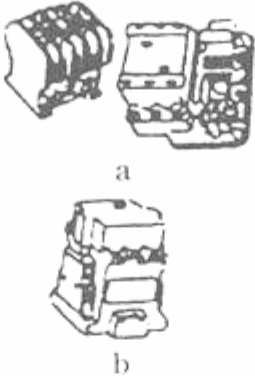
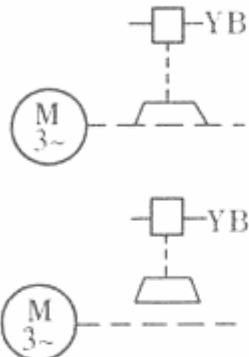
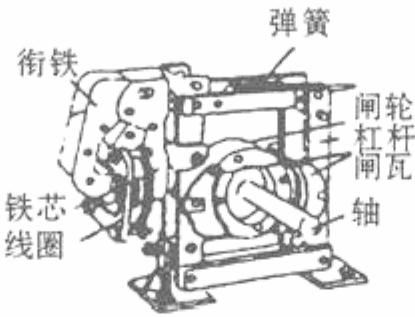
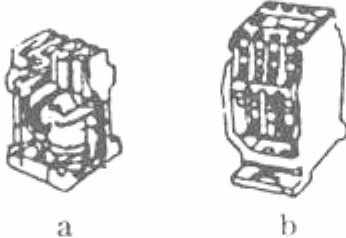
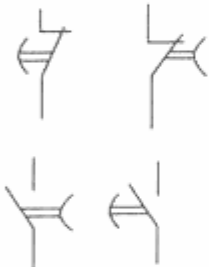
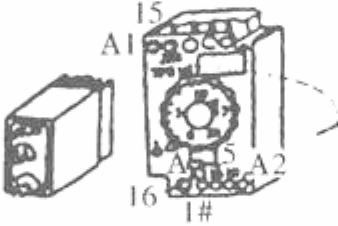
续表

名 称	图形符号	文字符号	实际图例
17. 电动机		M	
18. 电灯		EL	
19. 避雷器		F	
20. 负荷 开关		QL	
21. 隔离 开关		QS	

续表

名 称	图形符号	文字符号	实际图例
22. 按钮		SB	
23. 位置开关		SQ	
24. 万能转换开关		SA	
25. 凸轮控制开关		Q	
26. 热继电器		(KTH)	

续表

名 称	图形符号	文字符号	实际图例
27. 交流接 触器		KM	
28. 电磁 抱闸		YB	
29. 中间接 触器		KA	
30. 时间继 电器		KT	

二、常用电气仪表文字符号

常用电气仪表文字符号见表 5-2。

表 5-2 常用电气仪表文字符号

名称	文字符号	名称	文字符号
安培表	A	乏表	var
毫安表	mA	瓦时表	W·h
微安表	μA	频率表	Hz
千安表	kA	功率因数表	cosφ
伏特表	V	欧姆表	Ω
毫伏表	mV	兆欧表	MΩ
千伏表	kV	相位表	φ
瓦特表	W	转速表	n
千瓦表	kW	温度表	T

三、常用字母及其读音

常用字母及其读音见表 5-3 ~ 表 5-5。

表 5-3 汉语拼音字母及读音

字 母		读音	字 母		读音	字 母		读音
大写	小写		大写	小写		大写	小写	
A	a	啊	J	j	基	S	s	思
B	b	玻	K	k	科	T	t	特
C	c	雌	L	l	勒	U	u	乌
D	d	得	M	m	摸	V	v	维
E	e	鹅	N	n	讷	W	w	蛙
F	f	佛	O	o	喔	X	x	希
G	g	哥	P	p	坡	Y	y	呀
H	h	喝	Q	q	欺	Z	z	资
I	i	衣	R	r	日			

表 5-4 拉丁字母及读音

字 母		读音	字 母		读音	字 母		读音
大写	小写		大写	小写		大写	小写	
A	a	爱	J	j	街	S	s	爱斯
B	b	比	K	k	克	T	t	提
C	c	西	L	l	爱耳	U	u	由
D	d	低	M	m	爱姆	V	v	维衣
E	e	衣	N	n	恩	W	w	打不留
F	f	爱福	O	o	喔	X	x	爱克思
G	g	基	P	p	皮	Y	y	歪
H	h	爱曲	Q	q	克由	Z	z	挤
I	i	哀	R	r	啊耳			

注:拉丁字母与英文字母在字形上完全相同,但读音多不相同。为照顾一般习惯,仍注英文字母的读音。

表 5-5 希腊字母及读音

字 母		读音	字 母		读音	字 母		读音
大写	小写		大写	小写		大写	小写	
A	α	阿尔法	I	ι	约塔	P	ρ	柔
B	β	贝塔	K	κ	卡帕	Σ	σ	西格马
Γ	γ	伽马	Λ	λ	拉姆达	T	τ	陶
Δ	δ	德尔塔	M	μ	谬	Υ	υ	宇普西隆
E	ε	艾普西隆	N	ν	纽	Φ	φ,ϕ	斐
Z	ζ	泽塔	Ξ	ξ	克西	X	χ	希
H	η	伊塔	O	ο	奥米克戎	Ψ	ψ	普西
Θ	θ	西塔	Π	π	派	Ω	ω	奥米伽

第二节 电气设备接线端子和特定导线的标记

标记是表明特征的记号,在电工电气线路图中得到了大量地采用。标记一般较醒目、简单、易识别,比文字说明效果更好,所以应用很广泛。

在电气线路图中,为了易于识别接线、配线、敷线与各个电器元器件与装备之间的相对安装位置,以及它们之间的连接关系,需要对各种导线的连接标记、导线的颜色及接线端子的标记作出统一的规定,以方便设备维护,及时排除故障,确保人身和设备的安全。

一、标记代号

接线端子的标记是指用以连接器件和外部导体的导电件的标记,主要用于基本件(如熔断器、继电器、变压器及旋转电机等)和由这些器件组成设备(如电动机控制设备)的接线端子标记,也适用于执行一定功能的特定导线线端(如电源接地和机壳接地等)的识别。

电工电气线路图中常用电器接线端子和特定导线的标记识别方法如下。

1. 交流系统 交流系统电器接线端子的标记有专门的标记方法:

1 相——标记符号为 U;

2 相——标记符号为 V;

3 相——标记符号为 W;

中性线——标记符号为 N。

2. 交流系统的电源 交流系统电源的特定导线标记方法如下:

1 相——标记符号为“ L_1 ”,有的图纸上用“A”表示;

2 相——标记符号为“ L_2 ”,有的图纸上用“B”表示;

3 相——标记符号为“ L_3 ”,有的图纸上用“C”表示;

中性线——标记符号为“N”。

3. 直流系统的电源 直流系统电源的特定导线标记方法如下:

正极——标记符号为“L₊”,有的图纸上用“+”表示;

负极——标记符号为“L₋”,有的图纸上用“-”表示;

中间线——标记符号为“M”。

4. 保护接地线 保护接地线的电器,其接线端子和特定导线的共同标记通常用“PE”标记符号来表示。其图形符号如图 5-1a 所示。

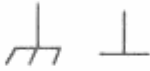
图号	图形符号	
	GB4026	GB4728
a		
b		
c		
d		
e		

图 5-1 电器接线端子和特定导线标记图形符号

5. 接地线 接地线的电器,其接线端子和特定导线的共同标记通常用“E”标记符号来表示,其图形符号如图 5-1b 所示。

6. 无噪声接地线 无噪声接地线的电器,其接线端子和特定导线的共同标记通常用“JE”标记符号来表示,其图形符号如图 5-1c 所示。

7. 接机壳或机架 接机壳或机架的电器,其接线端子的特定导线的共同标记通常用“MM”标记符号来表示,其图形符号如图 5-1d 所示。

8. 等电位 等电位的电器,其接线端子和特定导线的共同标记通常用“CC”标记符号来表示,其图形符号如图 5-1e 所示。

9. 不接地的保护导线 不接地的保护导线,其特定导线的标记用符号“PU”表示。

10. 保护接地线和中性线共用线 保护接地线和中性线共用线特定导线的标记,通常用“EN”标记符号来表示。

二、颜色标记的代号

颜色标记的字母代码一般由该颜色的英文单词缩写表示。

1. 字母代码 电气线路图中常用颜色标记的字母代码见表5-6。

表 5-6 电气线路图中常用颜色标记的字母代码

颜色名称	字母代码	颜色名称	字母代码
黑色	BK	灰色(蓝灰)	GY
棕色	BN	白色	WH
红色	RD	粉红色	PK
橙色	OG	金黄色	GD
黄色	YE	青绿色	TQ
绿色	GN	银白色	SR
蓝色(包括淡蓝)	BU	绿/黄双色	GNYE
紫色(紫红)	VT		

2. 同一部件的颜色组合 在同一部件上,有些用的是颜色组合标注方式,通常是按照表 5-6 中的顺序,将不同颜色的字母代码相连来表示。例如,红/蓝双色部件的颜色代码为 RDBU。

3. 不同部件的不同颜色 对于不同部件上的不同颜色,各颜色标记的字母代码之间是用“+(加号)”隔开的。例如,具有两根黑色、一根棕色、一根蓝色和一根绿/黄双色的五芯电缆的颜色代码为 BK+BK+BN+BU+GNYE。

三、电气图的类型及特点

电气图是电气线路图或电气电路图、电气原理图的简称,是提供信息的一种方式。

1. 线路与电路的基本概念 任何电源向外供电,任何用电设备要使用电能,都必须用导线将发电厂输出的电源与用电设备合理地连接起来(即经过变配电等系统),让电流形成回路,才能使电流在用电设备中做功。在电工学中,将这种电流通过的路径称为电路。而一般的电路都是用导线连接的,故又称其为线路。

2. 电气图的分类 电气图有部分电路(也称局部电路)和系统电路。部分电路即为局部电路,或叫单元电路。电气图的种类较多,常见的有:

(1)概略图,主要是用来表明系统的规模、整体方案、组成情况及主要特性等。

(2)电路图,是一种根据国家或有关部门制定的标准,用规定的图形符号绘制的较简明的电路,用来表示系统、装置的电气作用原理,可作为分析电路特性用图。

(3)接线图,是电气设备之间用导线相互连接的真实反映,它所连接电气设备的安装位置、外形和线路路径与实际情况一致,便于安装和接线及排除故障。

各种类型的电气图除了遵循电气图的一般规律外,还具有各自的特点。

3. 电气图的表达方式 电气图常见的表达方式主要有简图、表图及表格三种。

(1)简图,就是用图形符号、带注释的框或简化的外形,来表示系统或设备中各组成部分之间的相互关系。

简图并不是指内容“简单”,而是指形式的“简化”,它是相对于严格按几何尺寸、绝对位置等而画出的机械或电子电路图。电气图的大多数图,如电气概略图(或称系统图或框图)、功能图、接

线图及电路图均属于简图。

(2) 表图是指用数量较少的专用图形符号和文字说明相结合的方法,来说明两个或两个以上变量之间关系的一种图,如曲线、时序图及功能表图等。

表图不能理解为图表。表图的表达形式主要是用图而不是用表。

(3) 表格,是将数据等内容采用纵横排列的方式将其表述出来,用来表述系统、成套设备中各组成部分的相互关系或连接关系,以及用以提供工作参数。

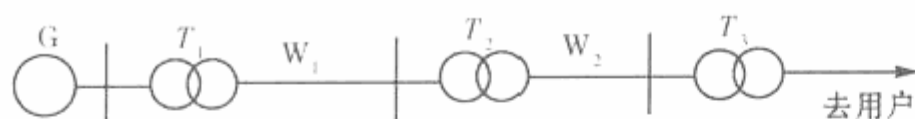
4. 概略图 概略图也称为系统图或框图,是指表示系统、分系统、装置、部件、设备和软件中各项目之间主要关系和连接的相对比较简单的简图,通常采用单线表示法绘制而成。

(1) 概略图的作用:为了从整体上描述设计对象的基本构成和主要部件的相互关系,通常在对系统、分系统、成套装置及设备等进行设计时,都要绘制概略图。为进一步编制详细技术文件及电路图、接线图、平面图等,为进行有关的电气计算、选择导线、开关等设备,拟定配电装置的布置和安装位置等提供主要依据,供电气安装、操作和维修时使用。

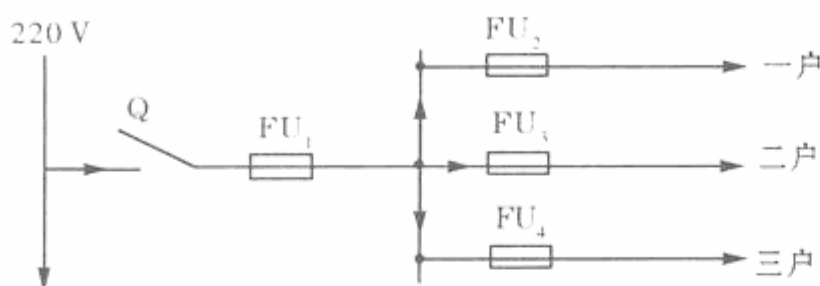
(2) 概略图的基本形式:概略图通常是按功能布局法绘制而成的。在表示控制系统的概略图时,主控系统的功能性组通常是放在被控系统的功能性组的左边或上边,以符合信号流的主要流向从左到右或者从上到下的原则,从而可清晰地表示主控系统和被控系统之间的功能关系。概略图常用的基本形式有综合概略图和一般符号概略图。

图 5-2a 是某供电系统概略图。在该图中,发电机 G 输出的电源,先经 T_1 电力变压器进行升压(由于发电机的绝缘及运行安全的限制,发电机电压不能太高,一般为 3.15 ~ 15.75 kV,为了提高输电效率,减小线路中的损耗,需要用高电压线路送电,故要先将发电机输出的电压进行升压)→高压输电线 W_1 →区域变电所的降压变压器 T_2 降压→高压输电线 W_2 →用户变压器 T_3 (也是降压

变压器)→低压配电线去用户。



a. 供电系统简图



b. 照明配电系统图

图 5-2 供电系统及配电系统接线

图 5-2b 是某处的照明配电系统概略图。在该图中,220 V 交流电源先经电力系统的开关 Q (断路器、刀开关等)→ FU_1 熔断器后,再经 FU_2 、 FU_3 、 FU_4 熔断器分别提供给三户作为照明用电。

5. 电路图 电路图是电路原理图的简称,通常是根据电气线路图简化而来的。电路图的作用是表达电路的工作原理和连接状态,不讲究电气设备的形状、位置和导线走向的实际情况。

电气电路图图中的电气设备均采用图形符号和文字符号,并按工作顺序排列构成的一种简图。这种图对于详细了解电气设备的工作原理或工作过程,分析和计算电路特性,分析判断故障的大概部位很有好处,也为绘制接线图提供了依据。电路图有的是单独绘制的,也有的是与接线图、功能图(表)等画在同一张图上。

6. 安装接线图和接线表 接线图或接线表是表示元器件、器件、组件和装置之间实际连接关系的一种简图或表格,用于进行电气安装接线、线路检查、线路维修及故障排除。

接线图和接线表仅是表述相同内容的两种不同形式,两者的功能完全相同,可以单独使用,也可以组合在一起使用,通常以接

线图为主,接线表进行补充。

第三节 识读电气线路图要领

有些电气线路图虽然不算太复杂,但如果不从电路原理上掌握其连线规律,诊断线路故障就比较困难,所以要顺利修好常用电气设备,就必须读懂和掌握电气线路图,尤其是初学者,更要学会如何识读电气线路图。对于各类电气线路图的识别通常有以下识图要领。

一、识读电气线路图的基本方法

识读电气线路图时,可结合以下几方面的内容去看图。

1. 结合电工、电子技术的基础知识 在各种输变配电、电力拖动、配电检测用仪器仪表、照明、家用电器等的电路或线路连接关系都是依据它们的工作原理,按一定的规律合理地连接在一起的,而这种合理的连接都是建立在电工与电子技术理论基础上的。因此,要想迅速、无误地读懂电气图,具备一定的电工、电子技术的基础知识是十分必要的。例如,电力拖动常用的三相鼠笼式异步电动机的双向控制(即正、反转控制),就是基于电动机的旋转方向是由三相电源的相序来决定的原理,采用两个交流接触器或倒顺开关来实现的,它是通过改变提供给电动机电源的相序,来达到正、反转控制目的的。

2. 结合典型应用电路 典型应用电路是其典型应用时的基础电路,这种电路的最大特点是既可以单独应用,也可以进行扩展后应用。电气线路的许多电路都是由若干个典型应用电路组合而成的,常见的典型应用电路有电动机启动、制动、正反转控制、过载保护、时间控制、顺序控制及行程控制等电路。

因此,熟悉了各种典型应用电路,在识读电气图时,就可以将复杂的电气图划分为一个一个单元的典型应用图,由此就能有效、

迅速地分清主次环节,抓住主要矛盾,从而可以读懂任何复杂的电路图。

3. 结合电气元器件的结构和工作原理 电气线路都是由各种电气元器件和配线组合而成的,如配电电路中的熔断器、断路器、互感器、负荷开关及电能表等;电力拖动电路中常用的各种控制开关、接触器和继电器等在识读电气图时,如果了解了这些电气元器件的性能、结构、工作原理、相互控制关系及其在整个电路中的地位和作用,对于帮助尽快读懂电气图很有帮助。

4. 结合有关图纸说明 图纸说明表述了该电气图的所有电气设备的名称及其数码代号,通过阅读说明可以初步了解该图有哪些电气设备。然后通过电气设备的数码代号在电路图中找出该电气设备,再进一步找出相互连线、控制关系,就可以尽快读懂了该图,同时也可以了解到所识读电路的特点和构成。

5. 结合电气图形符号、标记符号 电气图是利用电气图形符号来表示其构成和工作原理的。因此,结合上面介绍的电气图形符号、标记符号读图,就可以顺利地读懂任何电气图。

二、识读电气图的基本步骤

要想尽快读懂电气图,识读电气图的步骤也很重要。通常可参考以下步骤进行。

1. 先阅读设备说明书 阅读设备说明书是为了了解设备的机械结构、电气传动方式,对电气控制有什么要求;电动机和电器元器件的分布情况及设备的使用操作方法;各种按钮、开关、熔断器等的作用。

2. 认真读几遍图纸说明 识读电气图时,可先读几遍图纸说明,其目的是为了了解设计的内容和施工中有什么具体要求,由此就可以了解图纸的大体情况,以便于抓住读图的重点。电气图纸说明通常包括图纸目录、技术说明、元器件明细表和施工说明等,对它们都要认真仔细地阅读几遍。

3. 读几遍主题栏 在认真读几遍图纸说明的基础上,进一步再读几遍主题栏中的内容,其目的是为了了解该电气图的名称及标题栏中的相关内容,以便于对该电气图的类型、性质及作用等有明确的认识,同时也可以大致了解该电气图的内容。

4. 读几遍概略图(系统图或框图) 在读完几遍图纸说明和主题栏并对该图有了一个大概的认识以后,进一步就要识读概略图了。概略图反映的是电气图整个系统或分系统的概况,也就是它们的基本组成、相互关系及其主要特征。因此,读懂了电气概略图就可为下一步理解系统或分系统的工作原理打下一定的基础,也为下一步理解电路图、接线图做好准备。

5. 识读电路图 电路图是电气图的核心,看图难度较大。但要理解系统或分系统的工作原理,就必须读懂电路图。对于较复杂的电路图,可先看懂相关的逻辑图和功能图,这对迅速读懂电路图很有帮助。

(1)划分各个单元或功能电路:在识读电路图时,首先必须掌握组成电路的各个电器元器件的基本功能和电气特性。在大概掌握整图的基本原理基础上,再把一个个单独的功能电路框出来(或画出来),这样就容易抓住每一部分的主要功能及特性。

在上述识图的基础上,再分清哪些是主电路和控制电路,哪些是交流电路和直流电路。进一步识读图时,按照先看主电路,再看控制电路的顺序进行。

1)看主电路:通常是从下往上看,即从用电设备开始,经控制元器件,顺次往电源看。

2)看控制电路:应自上而下、从左至右识读图纸,即先看电源,再顺次看各条回路,分析各回路元器件的工作状况及其对主电路的控制。

(2)各个分电路的读图:

1)通过对主电路图部分的识读,主要搞清楚用电设备是怎样从电源获得供电的,电源是经过哪些元器件和线路送到负载的。

2)通过对控制部分的识读,一定要弄清楚其控制回路是怎样构成的,各元器件之间的连接关系(如是顺序还是互锁等)、控制关系及在什么情况下回路能够成为通路状态或断路状态,进而就可搞清楚整个系统的控制原理。

6. 识读接线图 接线图是以电路图为依据画得的,因此对照电路图来识读接线图则十分方便。识读接线图时,也是要先识读主电路,再看控制电路。

(1)看接线图时,可以依据端子标记、回路标号,从电源端顺次看下去,主要是搞清楚线路的走向和电路的连接方法,即搞清每个元器件是怎样通过连线构成闭合回路的。

(2)看主电路时,从电源输入端看起,顺次经控制元器件和线路到用电设备,与看电路图有所不同。

(3)看控制电路时,可从电源的一端看起到电源的另一端,可按元器件的顺序对每个回路进行分析。

(4)看连接导线时,由于接线图中的线号是电器元器件间导线连接的标号,通常线号相同的导线原则上都是接在一起的。接线图多采用单线表示,故对导线的走向应注意辨别,对端子板内外电路的连接也要识读清楚。

三、变电所、配电系统线路图识读

1. 小型变电所配电系统线路图识读 图5-3所示是小型变电所配电系统线路图。

(1)识图指导:识读图5-3所示的线路图时,应先根据图形符号认识是什么元器件,为了使读者能清楚地读懂线路图,图5-3中文字标注说明了各主要元器件图形符号所代表的元器件。

(2)原理说明:架空进线电压 $6 \sim 10 \text{ kV}$ 是经高压隔离开关 SA_1 ,高压熔断器 FU 以后进入变电所的。为了防止雷电波沿架空线路侵入变电所,在高压侧还安装了避雷器 F 。当雷电由架空线路进入变电所后,经 QS_1 隔离开关,由避雷器 F 引入地。高压侧还

设置了电压互感器 TV。

从高压熔断器来的高压电进入三相星形连接的电力变压器变压后,从其二次侧输出低压电。为了测量各相负荷电流与测量电能消耗,低压侧装设电流互感器 TA(有的变电所在高压侧也装设了电流互感器,用于测量包括电力变压器在内的有功与无功电能的消耗)。

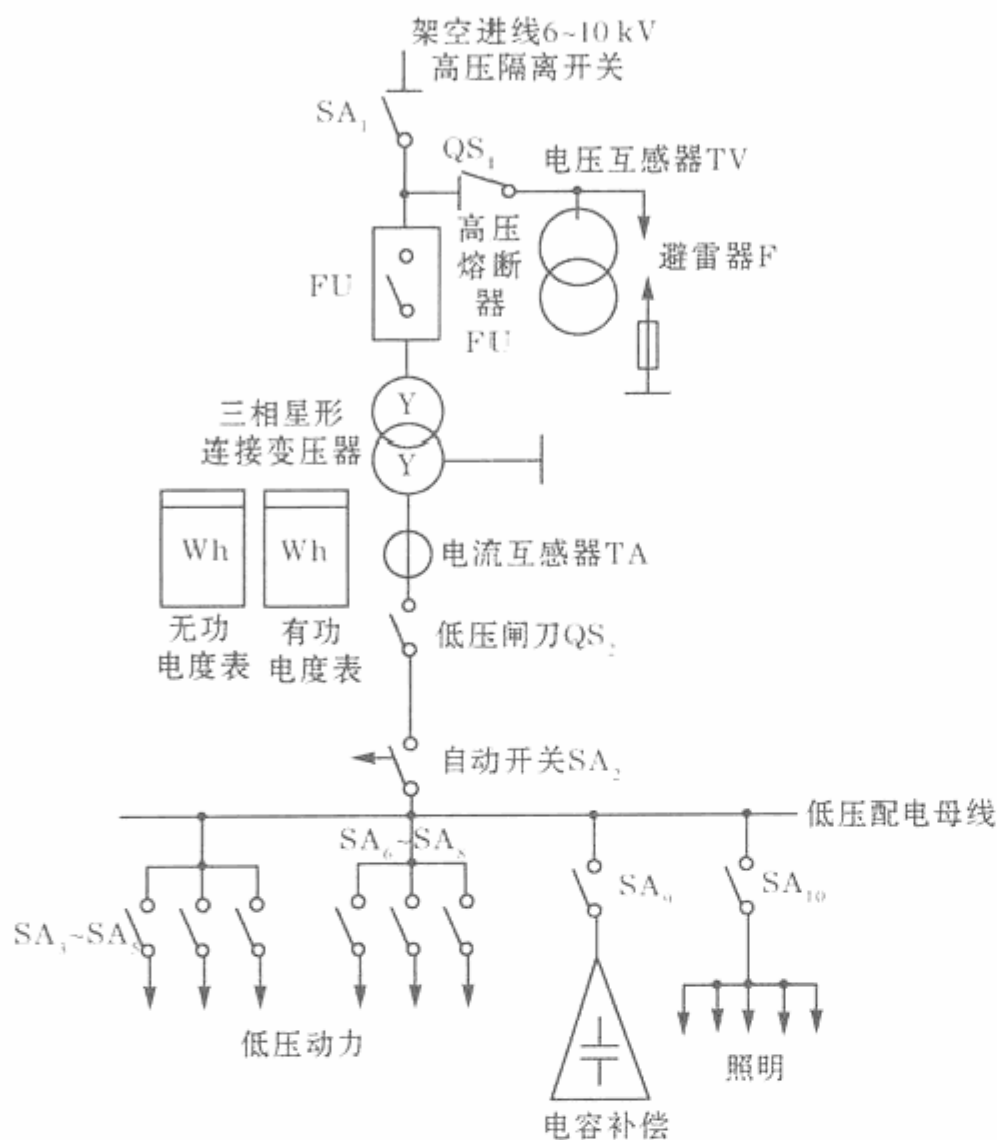


图 5-3 小型变电所配电系统接线

电力变压器输出的低压电经低压隔离开关 QS₂ 后加到自动开关 SA₂ 上。低压侧总开关 SA₂ 一般采用自动开关,能够带负载操

作,而且能在过负荷、失压和短路时自动跳闸,操作灵活方便。我国统一设计的自动开关有 DW_{10} 系列与 DZ_{10} 系列。

低压电通过自动开关 SA_2 加到低压配电母线上,再经过低压开关 $SA_3 \sim SA_{10}$ 和熔断器(未画出),通过架空线或电缆向各用电点输送。

2. 架空线路单回路树干式高压配电系统线路图 图5-4所示是架空线路单回路树干式高压配电供电系统线路图,它适用于三相负荷配电。

(1) 识图指导:
识读图5-4所示的线路图时,先应根据图形符号看懂各图形符号表示的是什么元器件。

在图5-4中, T_1 、 T_2 、 T_3 为三台变压器,呈树干式排列。 $FU_1 \sim FU_3$ 为熔断器(或断路器),起保护作用。

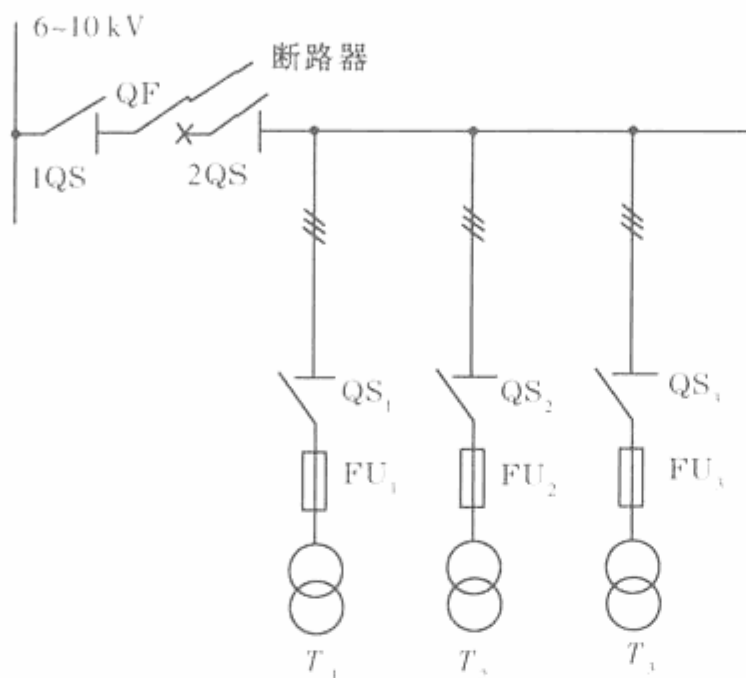


图5-4 单回树干式高压配电供电系统接线

$QS_1 \sim QS_3$ 为隔离

开关,起隔离高压电源的作用,可在检修时保证安全。 $1QS$ 、 $2QS$ 为干线上的隔离开关,其中, $1QS$ 为母线隔离开关,起隔离电源作用,供检修断路器时使用; $2QS$ 为线路隔离开关,隔离用户侧反向送电或防止雷电等过电压通过线路侵入,以保证安全, QF 为断路器,起切断负载电流或故障电流的作用。

知道了以上这些基本知识以后,进一步读懂图5-4线路的工作原理也就不难了。

(2) 工作原理:6~10 kV 的高压电路 $1QS$ 干线隔离开关→断

路器 QF→干线隔离开关 2QS→架空线路后,分三路分别经 $QS_1 \sim QS_3$ 隔离开关→ $FU_1 \sim FU_3$ 熔断器→ $T_1 \sim T_3$ 电力变压器,由电力变压器变压后提供给各用户。

提示:对高压配电系统各开关的操作,停电顺序为:先断断路器,后断隔离开关;合闸送电顺序为:先闭合隔离开关,后闭合断路器。

第六章 电工常用仪表与测量技术

电工测量仪表的作用是测量各种电参量,如电流、电压、频率、电功率、功率因数、电能、电阻、电感、电容等。通过测量这些电参量的值,便可了解电路和电气设备的工作情况,以便进行适当的处理和必要的调整,保证电路的正常工作和设备的安全运行。

第一节 电工仪表的基本知识

一、电工测量仪表的分类

1. 按被测量对象分类

- (1) 电流表:有千安表、安培表、毫安表和微安表。
- (2) 电压表:有千伏表、伏特表、毫伏表、微伏表。
- (3) 电阻表:有兆欧表、欧姆表、电阻电桥。
- (4) 功率表:有千瓦表、瓦特表。
- (5) 电能表:有千瓦时表、百瓦时表、瓦时表。
- (6) 电量表(安时表)。
- (7) 相位表(相位计)。
- (8) 频率表(频率计)。
- (9) 电感表:有亨利计、电感电桥仪。
- (10) 电容表:有法拉计、电容电桥仪等。

2. 按仪表的测量原理分类 按仪表的测量原理不同可分为磁电式、电磁式、电动式、感应式、静电式、振动式、热电式、整流式、电子式等。

3. 按测量方法分类

(1) 直读式:具有读数装置如指针、标尺等,可以直接读出测量数据。

(2) 比较式:把被测量的量值与标准量,如标准电阻、标准电容等相比较,从而测得数据。直读式仪表操作简单,使用方便,应用很广,但灵敏度与准确性较差。比较式仪表灵敏度和准确度较高,但操作麻烦,使用不便,只用于要求测量精确度高的地方。

4. 按工作电流种类分类

(1) 直流仪表:用于直流电路的测量,测量直流电参量。

(2) 交流仪表:用于交流电路的测量,测量交流电参量。

(3) 交直流两用仪表:既可以用于直流电路,又可以用于交流电路,可测量交直流两种电参量。

5. 按仪表的准确度分类 按仪表的准确度分类可分为:0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 七个等级。各等级误差见表 6-1。

表 6-1 仪表等级及误差

等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
误差(%)	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0

6. 按使用方法分类

(1) 开关板式:通常固定在开关板上或某一固定位置上,一般准确度较低,价格便宜。

(2) 便携式:如万用表等,一般准确度较高,价格较贵。

7. 按仪表的使用条件分类 可分为 A、B、C 三组。三组仪表均适用于热带、温带和寒带区。A 组仪表供较温暖的室内使用;B 组仪表供不具备取暖设备的室内使用;C 组仪表供在不固定的室

内外使用,如飞机、舰船等。三组仪表的使用条件见表 6-2。

表 6-2 各组仪表的使用条件

仪表组别	环境条件参数	正常工作条件	最恶劣工作条件
A	温度(℃)	0~40	-40~60
	相对湿度(%)(当时温度)	95(25℃)	95(35℃)
B	温度(℃)	-20~50	-40~60
	相对湿度(%)(当时温度)	95(20℃)	95(35℃)
C	温度(℃)	-40~60	-50~65
	相对湿度(%)(当时温度)	95(35℃)	95(60℃)

二、仪表的误差与表示法

1. 仪表的误差 任何仪表均有误差,它表明仪表的指示值和被测量的实际值之间的差异程度。准确度说明仪表的指示值与被测量值相符合的程度。误差越小,准确度越高,测量结果就越接近真实值。仪表的误差有两种。

(1)基本误差:仪表在规定的正常工作条件下进行测量时所具有的误差。

产生基本误差的原因是仪表的结构和工艺不完善,它是仪表本身所固有的,如仪表的转动部分因摩擦力的变形而引起的误差,仪表上刻度的划分不精密或因标尺移动而引起的误差,仪表内部的弹簧变形引起的误差等。

(2)附加误差:仪表在不正常的工作条件下进行测量时所引起的误差。如环境温度不符合仪表的工作条件的规定引起误差,仪表的工作位置不当引起误差,仪表周围的电磁场的严重干扰而引起误差等。

2. 误差的表示法

(1)绝对误差:测量值与被测量的实际值之差,叫做测量的绝对误差。用符号 Δ 表示,即

$$\Delta = A - A_0$$

式中 A ——测量结果的读数值;

A_0 ——被测量的实际值。

绝对误差可能为正值,也可能为负值,通常将负值叫做补值。

(2) 相对误差:绝对误差与被测量的实际值之比,称为测量的相对误差。通常用百分数 γ 表示,即

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\%$$

由于测量时很难求得实际值 A_0 ,所有通常用测量值 A 来代替,这样可求得相对误差的近似值。即

$$\gamma \approx \frac{\Delta}{A} \times 100\%$$

(3) 引用误差:绝对误差与仪表本身量程的最大读数之比,叫做测量的引用误差,通常用百分数 γ_m 表示,即

$$\gamma_m = \frac{\Delta}{A_m} \times 100\%$$

式中 A_m ——仪表本身量程的最大读数。

仪表的准确等级的百分数,由测量时可能出现的最大绝对误差 Δ_m 及仪表本身量程的最大读数 A_m 确定,即

$$\pm K(\%) = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\%$$

三、常用电工仪表的符号

国家标准对仪表和附件上应具有的标志和符号作了具体规定;以说明仪表的技术性能。标记符号有:

- (1) 测量单位符号,见表 6-3。
- (2) 仪表工作原理符号,见表 6-4。
- (3) 电流种类符号,见表 6-5。
- (4) 标准等级、工作位置及绝缘强度符号,见表 6-6。

表 6-3 测量单位符号

名 称	符 号	名 称	符 号
千安	kA	伏特	V
安培	A	毫伏	mV
微安	mA	微伏	μ V
千伏	kV	兆瓦	MW
瓦特	W	千瓦	kW
兆乏	Mvar	功率因数	$\cos\varphi$
千乏	kvar	无功功率因数	$\sin\varphi$
乏尔	var	库仑	C
兆赫	MHz	毫韦伯	mWb
赫芝	Hz	微法	μ F
千欧	k Ω	皮法	pF
欧姆	Ω	亨	H
毫欧	m Ω	毫亨	mH
微欧	$\mu\Omega$	微亨	μ H
相位角	ϕ	摄氏温度	$^{\circ}\text{C}$

表 6-4 仪表工作原理符号

名 称	符号	名 称	符号
磁电系仪表		铁磁电动系比率表	
磁电系比率表		感应系仪表	
动磁系仪表		感应系比率表	
动磁系比率表		静电系仪表	
电磁系仪表		振簧系仪表	

续表

名 称	符 号	名 称	符 号
电磁系比率表		双金属系仪表	
极化电磁系仪表		整流系仪表(带半导体整流器和磁电系测量机构)	
电动系仪表		热线系仪表	
电动系比率表		热电系仪表(带接触式热变换器和磁电系测量机构)	
铁磁电动系仪表		磁感应系仪表	

表 6-5 电流种类符号

名 称	符 号	名 称	符 号
直流	—	具有单元件的三相平衡负载交流	
交流(单相)	~	具有两元件的三相不平衡负载交流	
直流和交流	⎵	具有三元件的三相四线不平衡负载交流	

表 6-6 标准等级、工作位置及绝缘强度符号

名 称	符 号	名 称	符 号
以标尺量限百分数表示的准确度等级,如 1.5 级		不进行绝缘强度试验	
以标尺长度百分数表示的准确度等级,如 1.5 级		绝缘强度试验电压为 2 kV	
以指标值的百分数表示的准确度等级,如 1.5 级		危险(测量线路与外壳间绝缘强度不符合标准规定,符号为红色)	
标尺位置为垂直		接地端钮	
标尺位置为水平		与外壳连接的端钮	
标尺位置与水平倾斜一角度,如 60°			

第二节 电气参数测量技术

一、电流表及其测量

电流表分交流、直流两大类。电流表在电气设备电路中是串联在被测电路中使用的,为了不影响电路本身的工作,要求电流表的内阻越小越好。电流表外形,如图 6-1 所示。

1. 直流电流表 直流电流表的接线端子分正负极性,串联在电路中时,电流应从电流表的正极流入,再从电流表的负极流出,图 6-2 所示为直接接入式直流电流表线路。电流表直接接入电路中使用,只适用于测量电流不太大的电路。

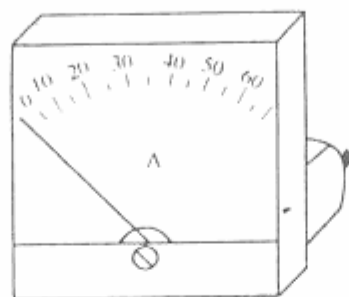


图 6-1 电流表的外形

由于工作的需要,有时需测量数十安

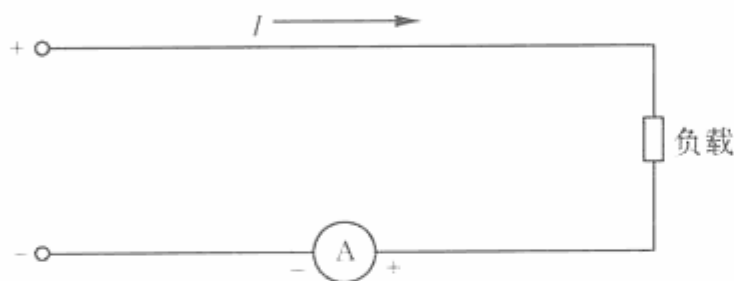


图 6-2 直接接入式直流电流表接线

到数百安的直流电流,由于电流表本身允许通过的电流是有限的,这就需要在电流表接线端子两端并联一只低值电阻,这只能通过很大电流的低值电阻叫分流器。分流器在电路中与负载串联,大部分被测电流通过分流器分流,而电流表并联在分流器两端,按比值只有少量被测电流流入,其接线方法如图 6-3 所示。

测量较大电流的电流表,表盘上一般都标示着配接外附分流器的符号。例如,50 A 电流表上标明 75 mV 的分流器,那么应选

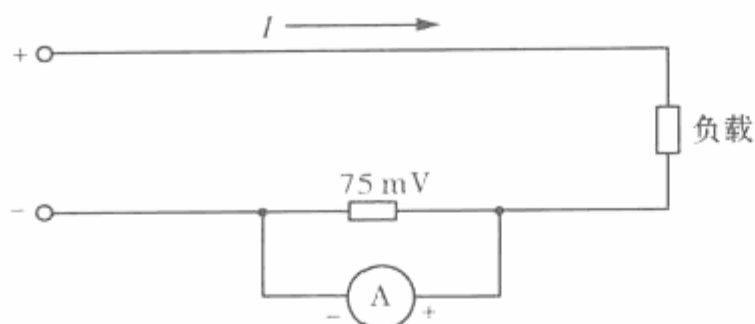


图 6-3 直流电流表接分流器接线

择 50 A、75 mV 的直流分流器。分流器是与电流表配套使用的。另外,在安装时还要注意使分流器与电流表之间的距离尽可能的近一些。一般选用多股铜线做导线连接为好,导线电阻应为 $0.035\ \Omega \pm 0.002\ \Omega$ 。

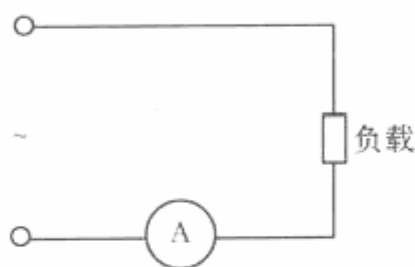


图 6-4 交流电流表直接接入式线路

2. 交流电流表 在测量较小的电流时,交流电流表也是直接与负载串联,其接线线路如图6-4所示。但也有一种较老式的交流电流表,如 IT1—A 型电磁式交流表,其量程大,可串联互感器以后接入电路中,最大能测量

200 A 电流。

一般情况下,交流电流表在低压电路中测量较大电流时,需要配接电流互感器,其接线方法如图 6-5 所示。它是将电流互感器一次绕组与电路中的负载串联,二次绕组接电流表。通常电流互感器的一次绕组通过最大电流值时,二次绕组的电流为 5 A。只要所选用的电流互感器和电

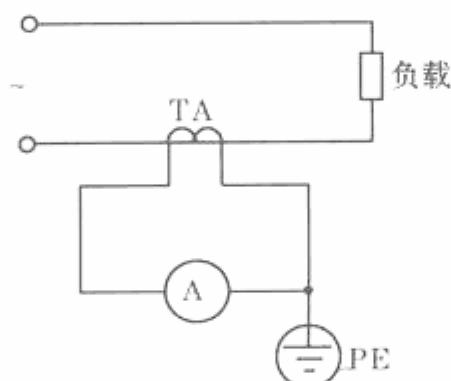


图 6-5 交流电流表互感器的接线

流表上所标的电流比值相同,就可直接从表盘上读出一一次电流值。例如选用 300/5 A 的电流互感器时,可测量最大的电流是 300 A;当

一次绕组通入 300 A 电流时,二次绕组只将 5 A 电流通入电流表,而表盘上指示的是 300 A 的电流。值得一提的是,目前采用的是穿心式互感器,只要将被测线路从电流互感器中心穿过即可测量,十分方便,同时也克服了因一次侧电压高,而电流又较大,电路上有两个大接点,易发生接触不良烧坏互感器的弊病。

二、电压表及其测量

测量电路电压的仪表叫电压表,也称伏特表。电压表一般以伏(V)为单位,也有的以千伏(kV)或者毫伏(mV)为单位。电压

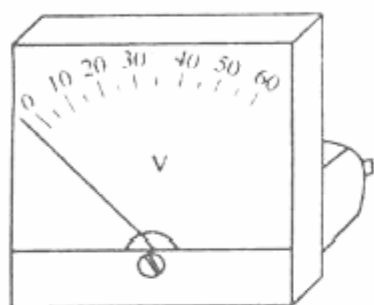


图 6-6 电压表外形

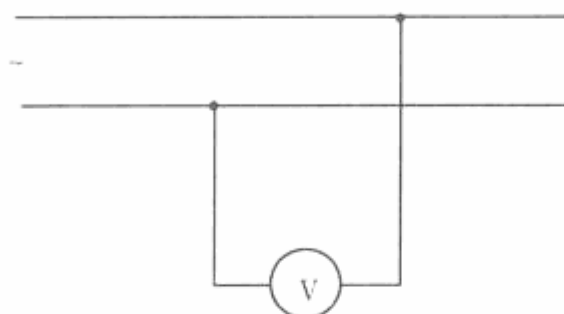


图 6-7 交流电压表接线

表的外形如图 6-6 所示。电压表可分为交流和直流电压表两大类,无论是交流电压表或直流电压表,它均与被测电路并联连接,如图 6-7 所示。为了不影响电路本身的工作状态,电压表一般内阻很大,测量的电压越高,内阻也越大。通常测量较高电压的电压表里都串联着一只电阻,以减小电压表里所通过的电流。有些老式交流电压表表盘上注有“外附电阻”的字样,外附电阻是电压表的附件,必须接上,否则会烧毁电压表。直流电压表的接线与交流电压

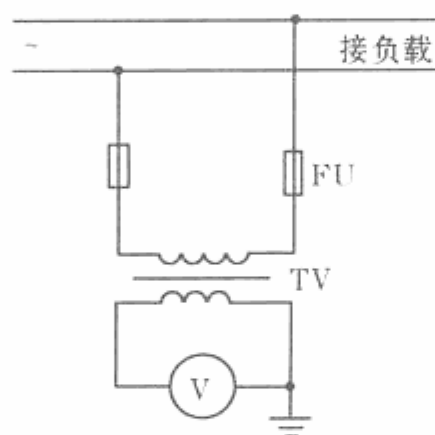


图 6-8 带电压互感器的接线

表基本相同,只是电压表上的正、负极要与电路上的正、负极相对应。在电压较高的电气设备中不能用普通电压表直接测量时,可经电压互感器降压后再接入电压表,如图 6-8 所示。在应用中,电压互感器一次绕组应接到电压较高的线路上,二次绕组接在电压表两个接线柱上,电压互感器大都采用标准的电压比值,例如,3 000/100 V、6 000/100 V、10 000/100 V 等。这样,尽管电气设备上的电压高达 3 000 V,而接入电压表上的电压只有 100 V。

第三节 互感器及其应用技术

一、电压互感器

电压互感器(TV)用于交流高压装置中的测量仪表及保护装置作动力电压电源。电压互感器的一次侧接被测高压,二次侧的电压一般为 100 V,供仪表指示或作为保护动作装置的工作电源。应用电压互感器时可将测量低压电路与高压电路隔离开,以保证人身及电气设备的安全。电压互感器的一般外形如图 6-9 所示。

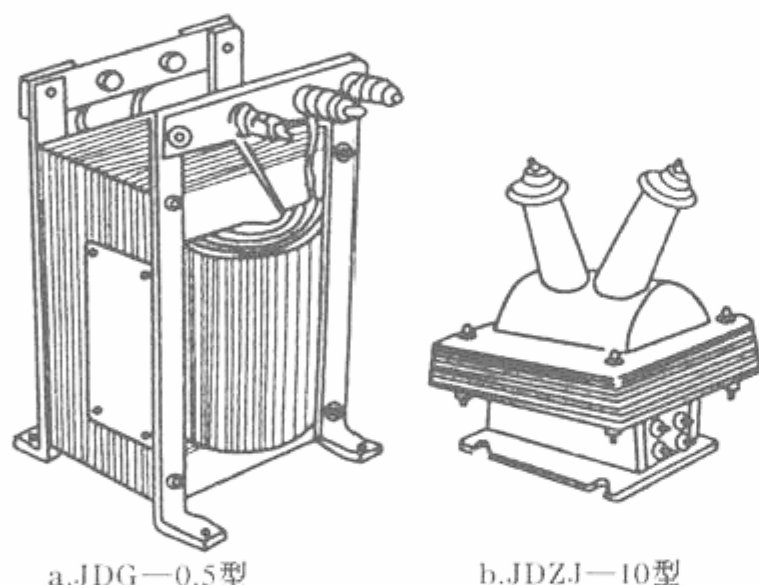


图 6-9 电压互感器的外形

一般电压互感器都用于高压电力线路上,它也是一个小型高压变压器,接线线路如图 6-10 所示。电压互感器分干式和油浸

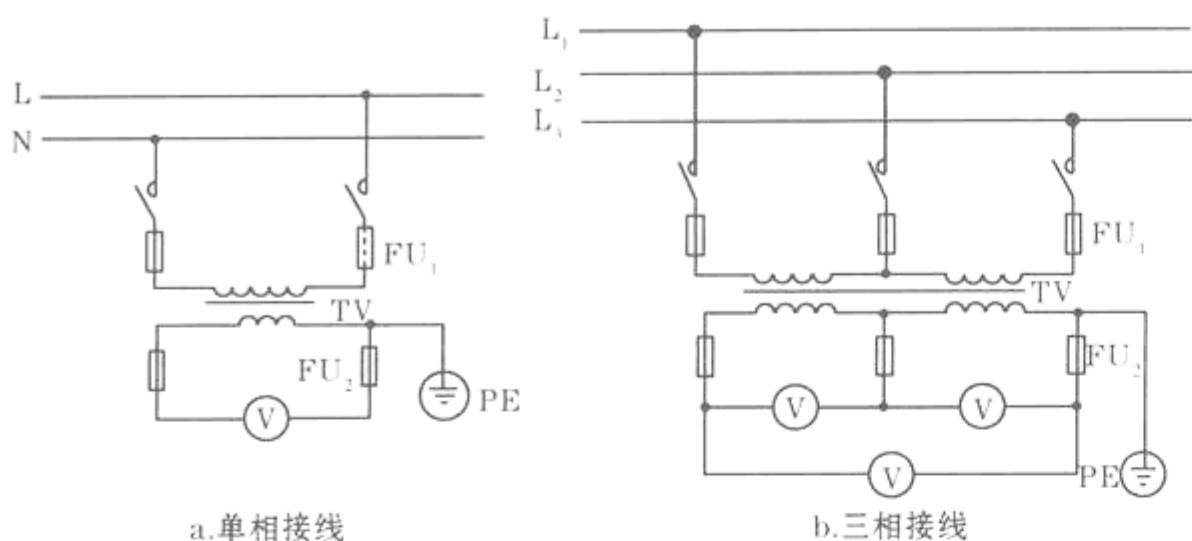


图 6-10 电压互感器接线

式两种,且有单相电压互感器和三相电压互感器之分。使用电压互感器时要注意以下几方面的问题:

(1) 电压互感器在安装完毕后必须经过检查,并经耐压实验合格后,方能投入运行。

(2) 要经常检查电压互感器的瓷套管有无裂纹、损坏等不安全因素。

(3) 检查电压互感器油位指示器是否在标准高度的范围内,有无堵塞渗油。

(4) 搬运电压互感器时其倾斜角度不应超过 15° ,以免损坏内部的绝缘。

(5) 电压互感器的二次侧线路绝不允许短路。

二、电流互感器

电流互感器(TA)在高压电气设备或低压电气设备中应用极为广泛。电流互感器又叫变流器,它是将较大电流变成较小电流

的一种装置,电流互感器外形如图 6-11 所示。电流互感器的一次侧与电源负载串联,其二次侧电流最大为 5 A,它的用途是在配电系统中供测量仪表和继电保护用,其电路原理如图 6-12 所示。

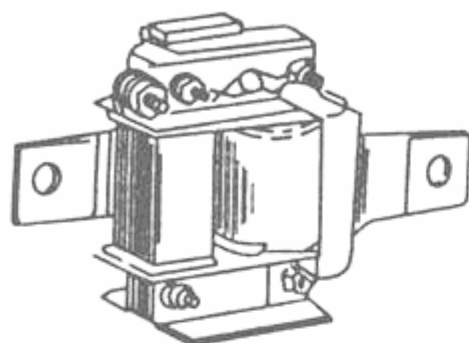


图 6-11 电流互感器的外形

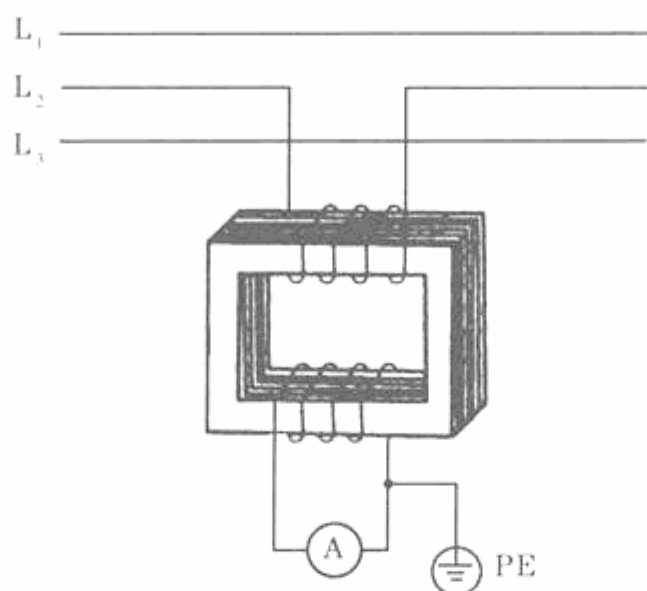


图 6-12 电流互感器原理接线

高压电流互感器一般分空气冷却和油冷却两类。一次侧匝数有单匝和多匝两种,在室内配电装置上使用的电流互感器一般为空气冷却式,如图 6-13 所示。

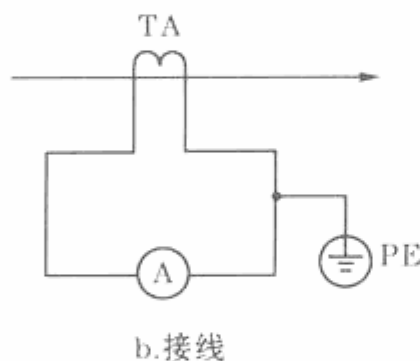
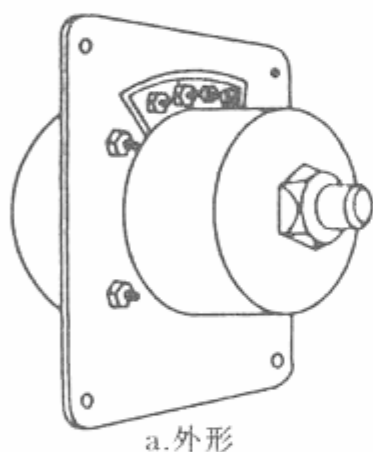


图 6-13 高压电流互感器的外形及接线

目前,在低压 380 V 配电设备上使用的 $\text{LML}_1-0.5$ 型、 $\text{LMKJ}_1-0.5$ 型及 $\text{LM}_2-0.5$ 型(加大容量型)的电流互感器,是一种穿心式电流互感器,如图 6-14 所示。电流互感器的铁芯是由带状硅钢片卷制而成;并经特殊热处理,一次线圈可使电气负荷电线穿过铁芯中间,或沿着铁芯圆周均匀缠绕在上面,外面有防护外壳,器身中间设有一次线的贯穿窗口。它具有体积小、重量轻、绝缘良好、安装使用方便等优点,使用时不必去连接一次带电侧,从而可避免两个较大电流的接线点因接触不良发生发热烧坏的危险。

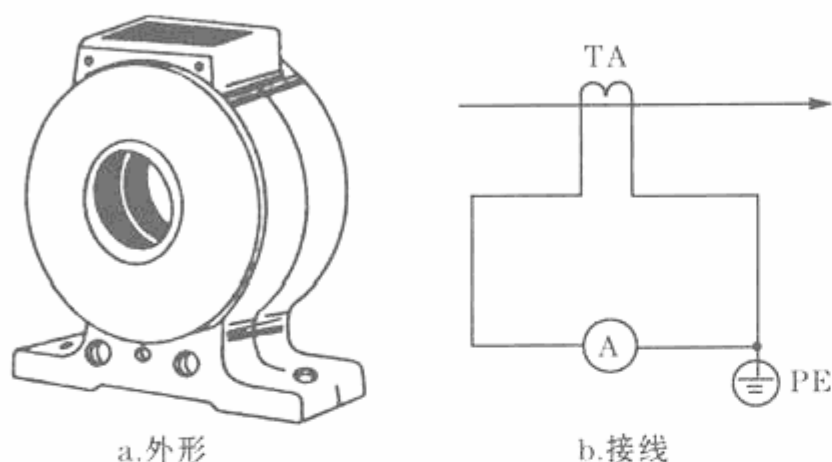


图 6-14 穿心式电流互感器的外形及接线

$\text{LMK}_1-0.5$ 型或 $\text{LMKJ}_1-0.5$ 型的电流互感器还有一个特点,它能使一台做多个变比使用,即将 300/5 A 的电流互感器作为 150/5、100/5、75/5 等十几个变比使用,只需将母线贯穿电力负荷线 2、3、4 匝即可。在安装使用高压和低压电流互感器时,也应注意以下问题:

(1) 高压电流互感器必须经过检查,耐压实验合格后方能投入运行。

(2) 电流互感器应安装在金属构架上,并与其他带电体保持一定的安全距离。

(3) 在运行前要检查高压电流互感器瓷体有无裂纹,法兰盘有无裂纹。

(4) 高压电流互感器和低压运行的电流互感器二次线圈电路不得开路,并且其中一端要接地。如果二次侧开路,又无接地,则会使电流互感器铁芯中的磁通急剧增大,在二次线圈上产生很高的感应电动势,危及人身安全。此外,由于铁芯中磁通增大,会引起铁芯发热,严重时会使电流互感器绝缘损坏,并导致高压侧短路,因此,为了人身和设备的安全,应将电流互感器二次侧的一端接地,并不得开路。在拆换其二次侧线路时,应断电拆换,并且将仪表串联在线路中。如需拆除某些仪表,应将其电流互感器二次侧短接。

第四节 电能表及计量技术

一、感应式电能表

电能表是用来计量电气设备所消耗的电能的仪表。电能表可分为单相电能表和三相电能表,精度一般为 2.0 级,也有 1.0 级的高精度电能表。单相电能表的外形如图 6-15 所示。

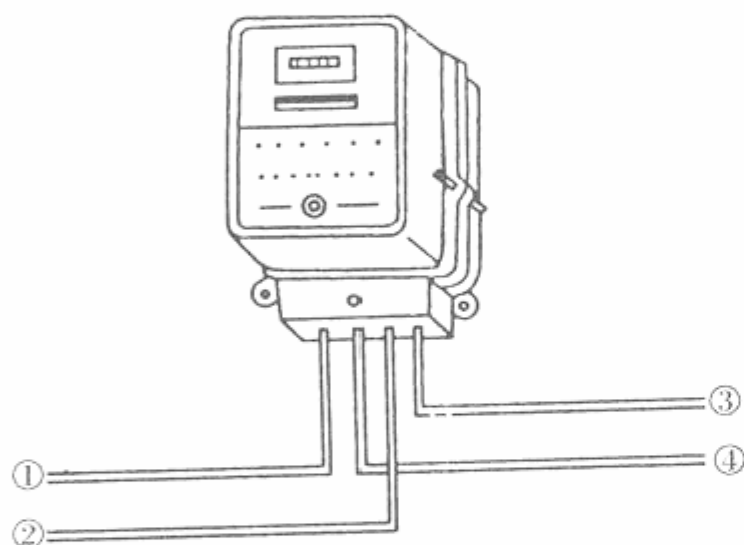


图 6-15 单相电能表的外形

电能表的结构如图 6-16 所示,它是由电流线圈、电压线圈及

铁芯、铝盘、转轴、轴承、数字盘等组成。电流线圈串联于电路中,电压线圈并联于电路中。在用电设备开始消耗电能时,电压线圈和电流线圈产生主磁通穿过铝盘,在铝盘上感应出涡流并产生转矩,使铝盘转动,带动计数器计算耗电的多少。用电量越大,所产生的转矩就越大,计量出用电量的数字就越大。

在实际应用中,应合理选用电能表的规格,如果选用的电度表规格过大,而用电量过小,则会造成计数不准;如果选用的规格过小,则会使电能表过载,严重时有可能烧毁电能表,下面介绍一种

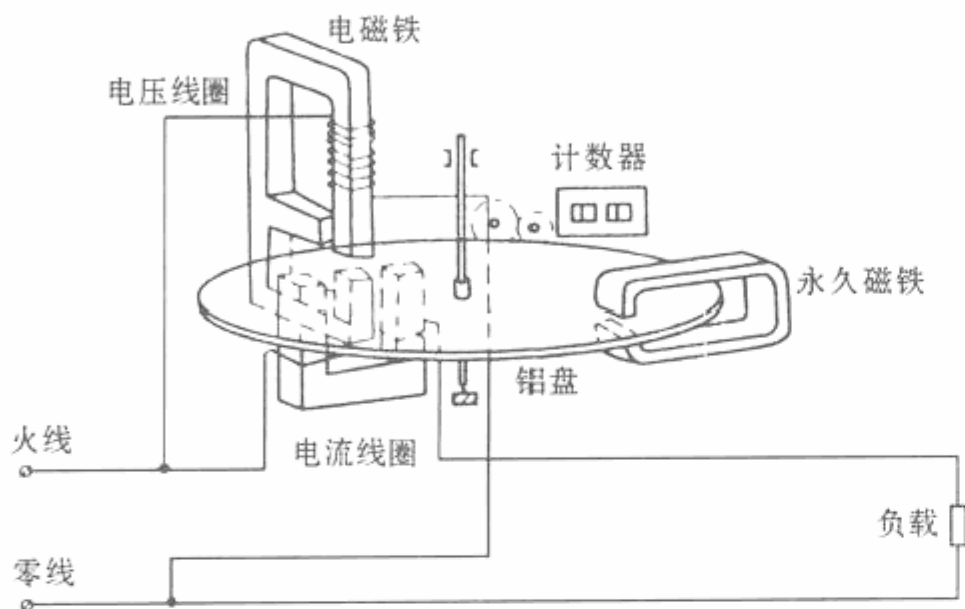


图 6-16 单相电能表的结构原理

选择方法供使用者参考。单相电能表,额定电压为 220 V 时,1 A 电能表的最小负载功率为 11 W,最大负载功率为 440 W;2.5 A 单相电能表的最小使用功率为 27.5 W,最大可达 1 100 W;5 A 单相电能表的最小使用功率为 55 W,最大可达 2 200 W;10 A 单相电能表的最小使用功率为 110 W,最大可达 4 400 W;30 A 单相电能表的最小使用功率为 330 W,最大可达 13 200 W。

当选好单相电能表后,应进行检查安装和接线。根据电能表型号不同,有两种接线方式,如图 6-17 所示。图 a 中的 1、3 为进线,2、4 接负载,接线柱 1 要接相线(即火线);图 b 中的 1、2 为进

线,3、4 为负载线。

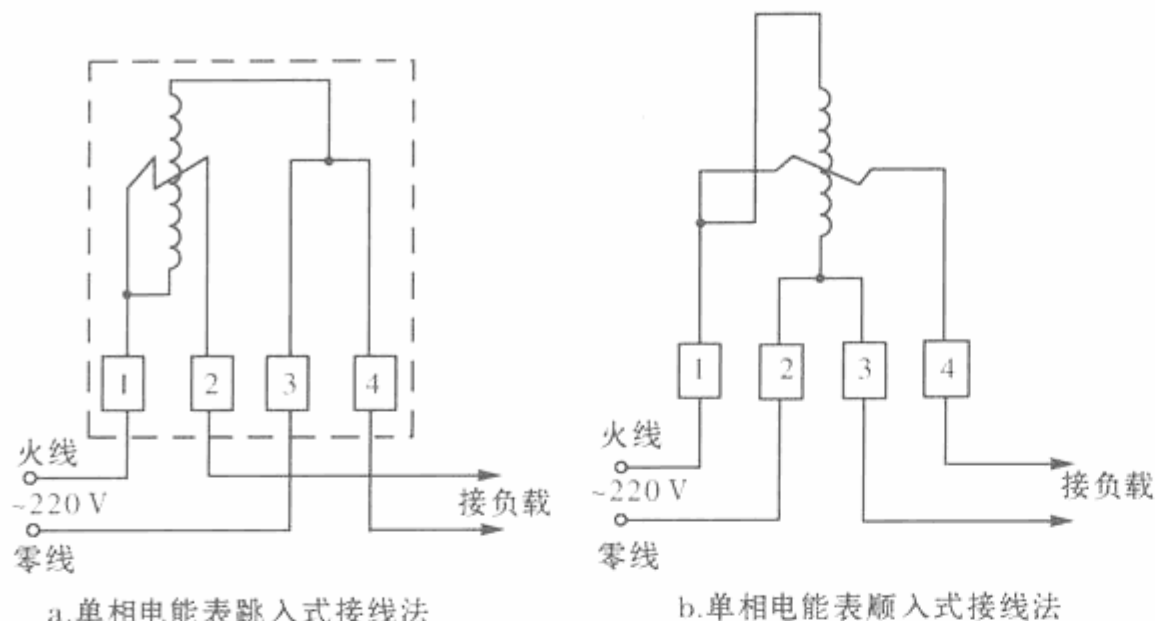


图 6-17 电能表的两种接线方法

安装电能表时应注意以下几个问题:

(1) 检查表罩两个耳朵上所加封的铅印铅封是否完整。

(2) 电能表应安装在干燥、稳固的地方,避免阳光直射,忌湿、热、霉、烟、尘、砂及腐蚀性气体。位置要装得正,如有明显倾斜,容易造成计数不准、停走或空走等问题。电能表安装可挂得高些,但注意要便于抄表。

(3) 必须按接线图接线,同时注意拧紧螺钉和紧固一下接线盒内的小钩子。

使用电能表时需要注意以下几个问题:

(1) 电表装好后,合上开关,开亮电灯,转盘即从左向右转动。

(2) 关灯后,转盘有时还在微微转动,如不超过一整圈,属正常现象。如超过一整圈后继续转动,试拆去 3、4 两根线,若不再连续转动,则说明线路上有漏电现象。如仍转动不停,就说明电度表不正常,需要检修。

(3) 电能表内有交流磁场存在,金属罩壳上产生感应电流是

正常现象,不会耗电,也不影响安全和正确计量。若因其他原因使外壳带电,则应设法排除,以保障安全。

(4)电能表工作时有一些轻微响声,不会损坏机件,不影响使用寿命,也不会妨碍计量的准确性。

(5)电能表每月自身耗电量约 $1\text{ kW}\cdot\text{h}$ (度),因此若作分表使用时,每月应向总表贴补 $1\text{ kW}\cdot\text{h}$ 电费,向总表贴补的电费与分表用电量的多少无关。

(6)用户在低于“最小使用电力”情况下使用电能表时,会造成计数显著不准现象。在低于“启动电力”的情况下使用时,转盘将停止转动。

(7)转盘转动的快慢跟用户用电量的多少成正比,但不同规格的表,尽管用电量相同,转动的快慢也不同;或者,虽然规格相同,用电量相同,但电能表的型号不同,转动的快慢也可能不同。所以,单纯从转盘转动的快慢来证明电能表准不准是不正确的。

三相电能表是交流感应式电能表,供计量 50 Hz 三相电路中有功功率或无功功率用。

安装三相电能表时应注意以下几点:

(1)电能表在出厂前经检验合格,并加封铅印,即可安装使用。如果无铅印或储存期过久的电能表,应请有关部门重新校验后,再安装使用,以确保准确计量用电度数。

(2)电能表应安装在室内,选择干燥通风的地方,安装电能表的底板应安置在坚固耐火、不易受震动的墙上,电度表安装高度建议在 1.8 m 左右,安装后电能表应垂直不倾斜。

(3)在安装电能表时,应按照规定相序(正相序)及正确的接线图进行接线。目前国内使用铝线较多,现在虽然将端钮盒接线孔径放大了,但由于铜铝线接触电位差较大,铝线易氧化,所以在接入端钮盒的引入线时最好用铜线或铜接头引入,避免端钮盒的铜接头因接触不良而烧毁端钮盒。

(4)在雷雨较多的地区使用电能表时,需要在安装处采取避

雷措施,避免因雷击使电能表烧毁。

使用与维护电能表时应注意以下几点:

(1) 电能表使用的负载应在额定负载的 $5\% \sim 150\%$ 之内,例如 80 A 电能表可在 $4 \sim 120$ A 范围内使用。

(2) 电能表运转时转盘从左向右,切断三相负载后,转盘还会微微转动,但不超过一整转,转盘即停止转动。

(3) 电能表的计数器均具有 5 位读数,标牌窗口的形式分一红格、全黑格和全黑格 $\times 10$ 三种,如一红格的计数器指示值为 38 225 时,即表示为 3 822.5 度($\text{kW} \cdot \text{h}$),如是全黑格的表示则为 38 225 度,如果是全黑格 $\times 10$ 的计数器指示为 38 225 时,则表示为 382 250 度。

如图 6-18 所示为常用直接接入式三相交流电能表的接线线路。如图 6-19 所示为常用的附带电流互感器及电压互感器的三相电能表的接线线路,功率测量方法见表 6-7。

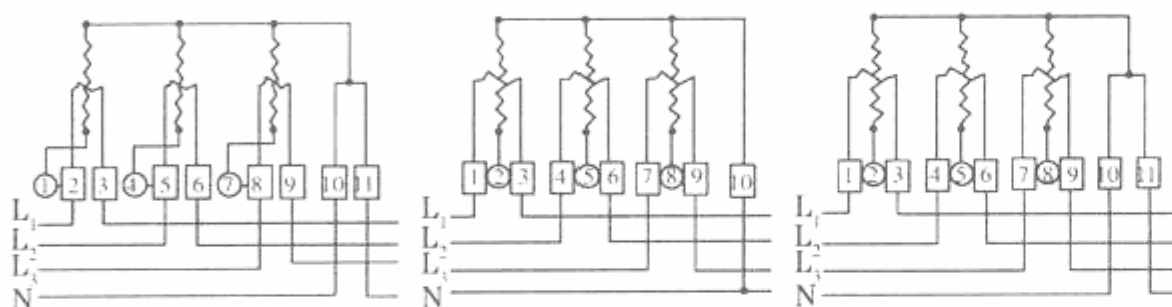


图 6-18 直接接入式三相交流电能表的接线线路

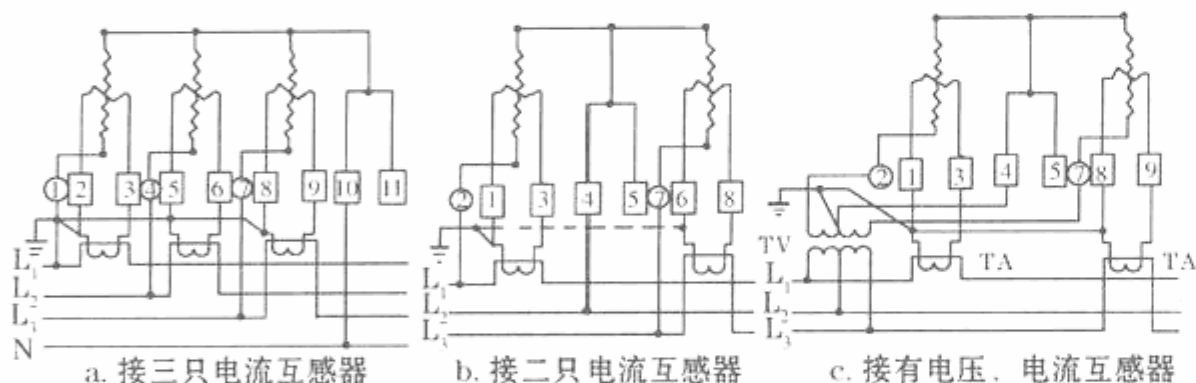


图 6-19 附带电流互感器及电压互感器的三相电能表的接线线路

表 6-7 功率测量的方法

名称	测量接线图	说 明
直流电 路 功 率 测量		图 a、b 为用电 压、电流表测量功 率 $P = I \cdot U$ 图 c 为用功率 表测量功率的接 线方法
单相交 流电路功 率测量		图 a 为直接测 量方法 图 b 为应用电 流互感器和电压 互感器测量功率 的接线方法
三相交 流电路功 率测量		图 a 为三相四 线制功率测量 P $= P_1 + P_2 + P_3$ 图 b 为三相三 线制电路功率的 接线方法 $P = P_1$ $+ P_2$ 图 c 为对称三 相电路的无功功 率的接线

二、电子式电能表

全电子表可以取代现在的机械感应式电能表,是一种性能可靠、精度稳定常规单户用表。还有预付费的预付电子表,它应用了智能卡技术,由电能计量、读卡系统和用电控制三部分构成。用户购电后方可用电,并将所购电量从预购电量中逐步扣除,卡中所购电量扣完即断电。并且还有红外抄表功能,在一定距离内按动按钮可实行电能表和红外抄表机的用电量数据通信,减轻了抄表人员的工作强度。还可以利用 AMR 先进技术,集中抄表。它的表尾有很强的防窃电功能,能提高电力管理水平。三相电子式电能表

工作原理方框图如图 6-20 所示。

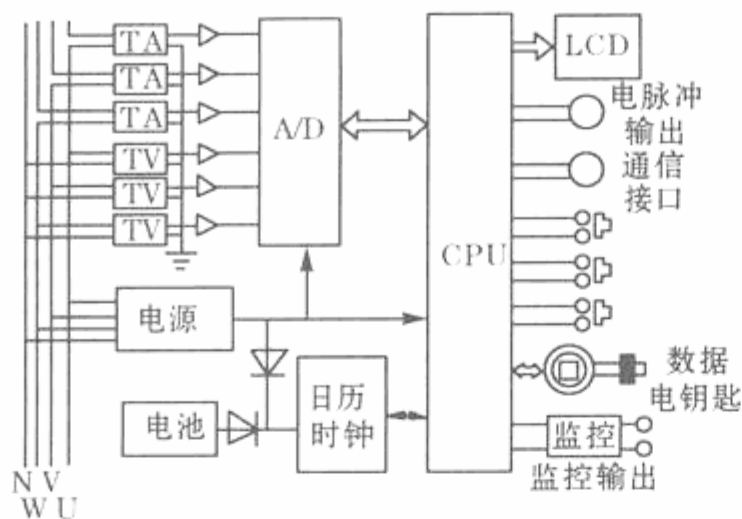


图 6-20 三相电子式电能表工作原理

三、大宗用户有功、无功电能表的接线方法

无论单相电能表,还是两元件的三相电能表,或是三元件三相四线电能表,当额定电流超过 50 A,就得配电流互感器,才能扩大计量,配互感器的电能表一般选 3~6 A 的。

低压三相四线系统中单相有功、无功表的联合接线如图 6-21 所示。

四、电能计算

电功率计算是电流乘电压 ($I \times U$), 对有感性负荷的还要乘 $\cos\varphi$, 把所得积的计量单位化成千瓦 (kW), 有功 $P = UI\cos\varphi \cdot t$ (三相还要乘 $\sqrt{3}$), 则电能量用 A_p 表示, 单位为 kW·h。实用计算时, 就是以电能表数码计量的。有互感器功电量 (A_p) 等于本月止码 (W_2) 减上月底数 (W_1), 即 $A_p = (W_2 - W_1)$ 。对装有电流互感器 (TA) 的还要乘电流变比倍率 (B), 电能有功计量 $A_p = (W_2 - W_1) \times B$, 当实用 TA 倍率 (BL) 的变比 K_1/K_L 与电能表铭牌倍率 (B) 不符时 (如 TA 变动了穿匝、电表 B 不配套), 其计算公式为

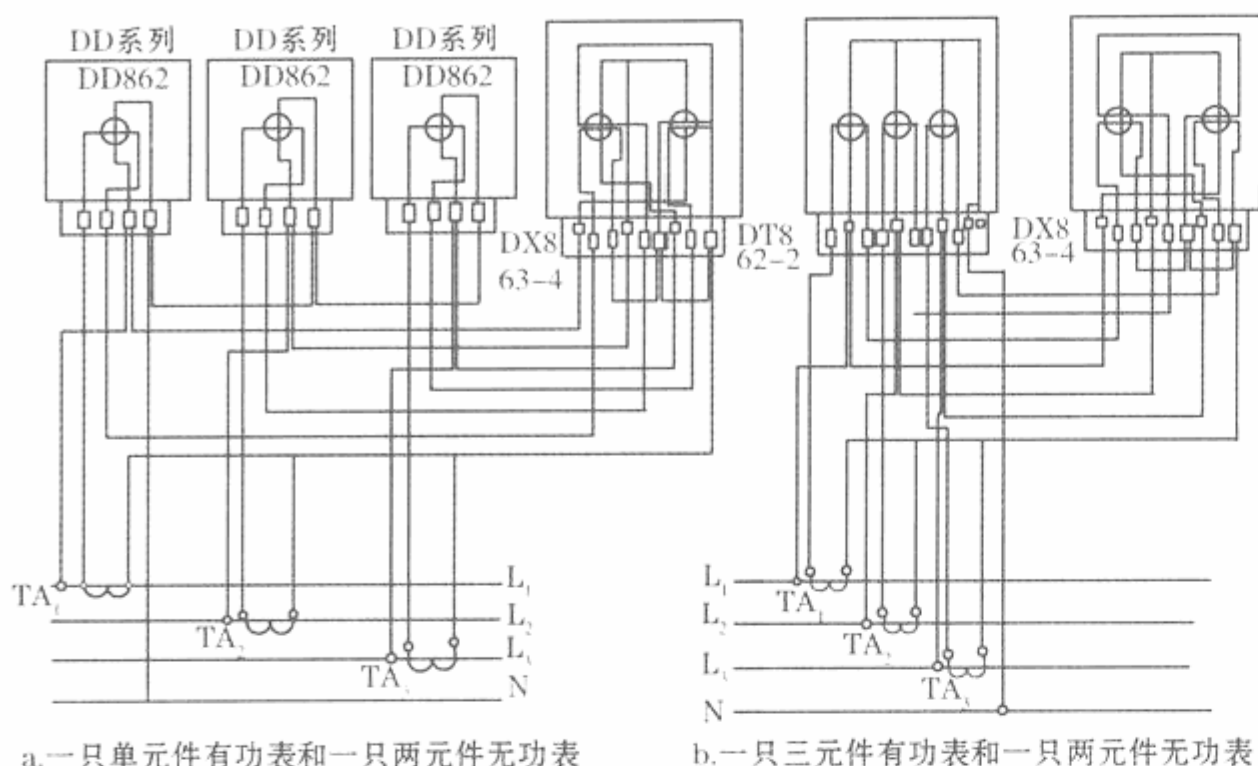


图 6-21 低压三相四线系统中单相有功、无功表的联合接线

$$A_p = (W_2 - W_1) \times B \times K_1 / K_L$$

式中 K_1 ——TA 的实用变比；

K_L ——电能表铭牌变比(或倍率 B)。

对于抄见表码 W_2 小于上月码 W_1 时,可按公式 $A_p = [(10^n + W_2) - W_1]$ 计算。如上月抄见表码 $W_2 = 9\ 946$ 。本月抄见表码 $W_1 = 13$, 则有功电能是 $A_p = [(10^4 + 13) - 9\ 946] = 67\text{kW} \cdot \text{h}$ 。对有变比倍率的还要乘倍率 B 。

在测算电能表的准确性(电表是快是慢)时,可用简单的比较法来判定,先用已知负载和已知转速 r ,求转一圈所需的理论时间 T ,再把时间化为秒,公式为

$$T = 3\ 600 / P \times r$$

式中 P ——所设负荷(kW)；

3 600——小时化为秒；

r ——电表所标转盘常数。

再用秒表(或手表)计时,测实际时间 $t(\text{s})$,校测试时除用稳定负载外,家庭不能有其他任何负荷的情况下进行,最好

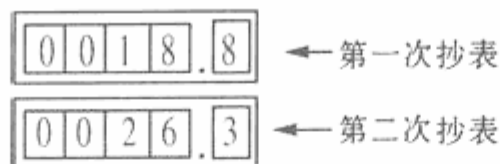


图 6-22 电能表转字式累计器读法

在晚上 10 时,因为这时电压比较稳定,将所测一秒转一圈的时间, t 与 T 相比较,若 $t > T$ 说明电表慢,若 $t < T$ 说明电表快。

电能表转字式累计器读法如图 6-22 所示。

第五节 电工常用工具仪表及其使用技术

一、万用表

万用表是用来测量交、直流电压,交、直流电流和电阻等的常用仪表,有的万用表还可测量电感和电容。万用表的形式有多种,使用方法也有所不同。现以图 6-23 所示的 MF47 型万用表的面板图为例来说明其使用方法。

1. 万用表的使用方法

(1)测量直流电流:直流电流的量程范围有 6 挡。将仪表与被测电路串联,如图 6-23 所示的面板刻度盘,按第 2 条刻度线读数。用 5 A 挡测量时,表笔应插在“5A”和“-”插孔内,量程开关可放在电流量程的任意位置上。

(2)测量直流电压:直流电压的量程范围有 9 挡,仍按第 2 条刻度线读数。用 2 500 V 挡时,量程开关应放在 1 000 V 的量程上;表笔应插在“2 500 V”和“-”插孔内。

(3)测量交流电压:交流电压的量程范围也为 6 挡。测量时,仪表表棒与被测电压并联,按第 2 条刻度线读数。用 2 500 V 挡时,量程开关应放在 1 000 V 的挡位上,表笔应插在“2 500 V”和“-”插孔内。

(4) 测量电阻: 电阻量程分为 $\times 1 \Omega$ 、 $\times 10 \Omega$ 、 $\times 100 \Omega$ 、 $\times 1 \text{ k}\Omega$ 、 $\times 10 \text{ k}\Omega$ 挡。测量电阻值的方法如下: ①将量程开关旋至合适的量程。②调零。将两表棒搭接, 调节欧姆调零电位器, 使指针在第一条欧姆刻度的零位上。③两表笔接入待测电阻, 按第一条刻度读数, 并乘以量程所指示的倍数, 即待测电阻值。指针在刻度线中心阻值附近读数精度较高。若改变量程, 需重新调零。

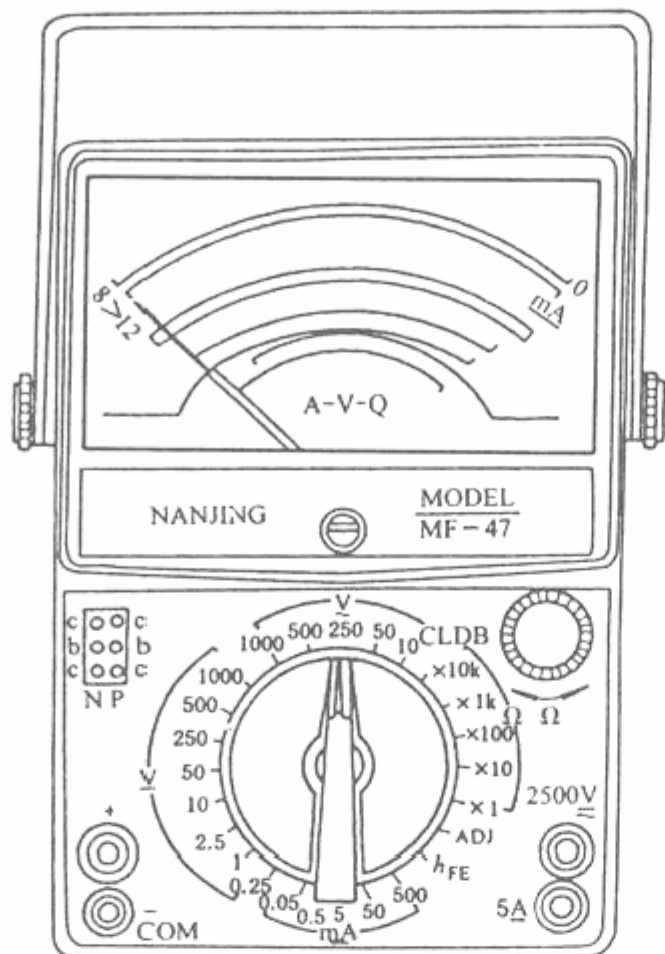


图 6-23 MF47 型万用表外形及面板示意

例如, 将量程开关旋转至 $\times 100 \Omega$, 调零后测得电阻时指针指示在 56 刻度位置, 则被测电阻的阻值为 $56 \times 100 = 5600 \Omega$ 。看将量程开关旋至 $\times 1 \text{ k}\Omega$, 调零后测得指针指示在 5.6 刻度的位置, 则被测电阻的阻值为 $5.6 \times 1 \text{ k}\Omega = 5.6 \text{ k}\Omega$ 。

2. 使用注意事项

(1) 在测量中, 不能转动转换开关, 特别是测量高电压和大电流时, 严禁带电转换量程。

(2) 若不能确定被测量大约数值时, 应先将挡位开关旋转到最大量程上, 然后再按测量值选择适当的挡位, 使表针得到合适的偏转。所选挡位应尽量使指针指示在标尺位置的 $1/2 \sim 2/3$ 的区域(测量电阻时除外)。

(3) 测量电路中的电阻阻值时, 应将被测电路的电源切断, 如

果电路中有电容器,应先将其放电后才能测量。切勿在电路带电的情况下测量电阻。

(4)测量完毕后,最好将转换开关旋至交直流电压最大量程上有空挡的要放在空挡上,防止再次使用时因疏忽未调节测量范围而将仪表烧坏。

二、数字万用表

1. 数字万用表的特点 数字万用表采用液晶显示器作为读数装置,具有测量精度高、使用安全可靠的特点。它的型号品种较多,测量非常简便。

常用 DT890 型(图 6-24)袖珍式数字万用表是一种量程可自动切换的 $3\frac{1}{2}$ 位数字万用表,内部采用了专用集成电路芯片,其结构简单、功耗小、可靠性高。下面以其为例简单介绍数字万用表的使用方法。

2. 数字万用表的使用

(1) 交、直流

电压的测量:将电源开关置于 ON 位置,根据需要将量程开关拨至 DCV(直流)或 ACV(交流)范围内的合适量程,红表笔插入 V/ Ω

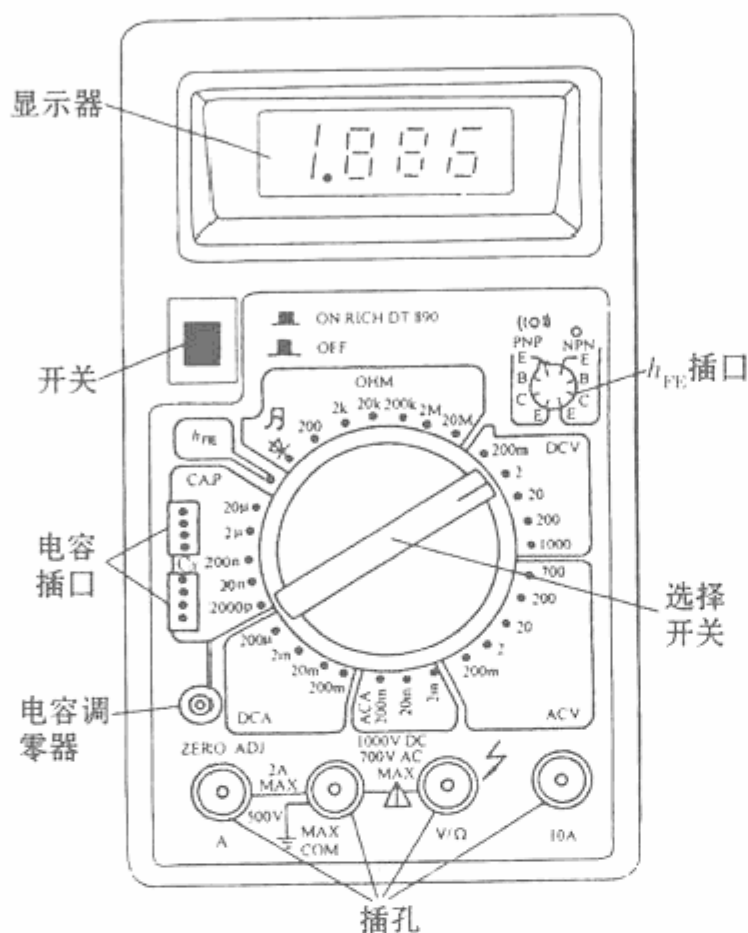


图 6-24 DT890 型数字万用表外形及面板示意

孔,黑表笔插入 COM 孔,然后将两只表笔连接到被测点上,液晶显示器上便直接显示被测点的电压。在测量仪器仪表的交流电压时,应当用黑表笔去接触被测电压的低电位端(如信号发生器的公共接地端或机壳),从而减小测量误差。

(2)交、直流电流的测量:将量程开关拨至 DCA(直流)或 ACA(交流)范围内的合适量程,红表笔插入 A 孔($\leq 200\text{ mA}$)或 10 A 孔($> 200\text{ mA}$),黑表笔插入 COM 孔,通过两只表笔将万用表串联在被测电路中。在测量直流电流时,数字万用表能自动转换或显示极性。

万用表使用完毕,应将红表笔从电流插孔中拔出,再插入电压插孔。

(3)电阻的测量:将量程开关拨至 Ω (OHM) 范围内的合适量程,红表笔(正极)插入 V/ Ω 孔,黑表笔(负极)插入 COM 孔。如果被测电阻超出所选量程的最大值,万用表将显示过量程“1”,这时应选择更高的量程。对大于 $1\text{ M}\Omega$ 的电阻,要等待几秒稳定后再读数。当检查内部线路阻抗时,要保证被测线路电源切断,所有电容放电。

应注意,仪表在电阻挡及检测二极管、检查线路通断时,红表笔插入 V/ Ω 孔,为高电位;黑表笔插入 COM 孔,为低电位。当测量晶体管、电解电容等有极性的电子元件时,必须注意表笔的极性。

(4)电容的测量:将量程开关拨至 CAP 挡相应量程,转动零位调节旋钮,使初始值为 0,然后将电容直接插入电容测试座 3 中,这时显示器上将显示其电容量。测量时两手不得碰触电容的电极引线或表笔的金属端,否则数字万用表将跳数,甚至过载。

三、兆欧表

兆欧表又称摇表,是专门用来测量大电阻和绝缘电阻值的便携式仪表;在电气安装、检修和试验中广泛应用。它的计量单位是兆欧($\text{M}\Omega$)。兆欧表的种类很多,但其作用原理大致相同,常用

ZC25 型兆欧表的外形如图 6-25 所示。

1. 兆欧表的使用方法 兆欧表有三个接线柱,其中两个较大的接线柱上分别标有“接地”(E)和“线路”(L),另一个较小接线柱上标有“保护环”(或“屏蔽”)(G)。使用时各接线柱的接线方法如图 6-26 所示。

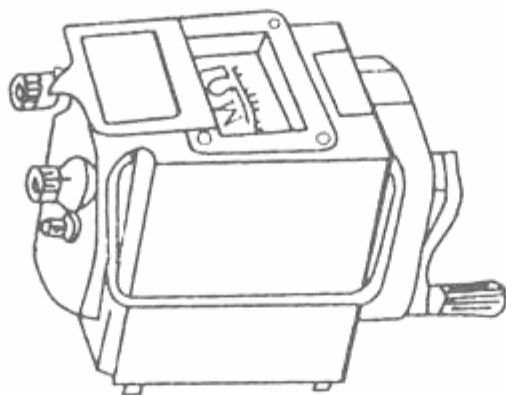


图 6-25 兆欧表外形

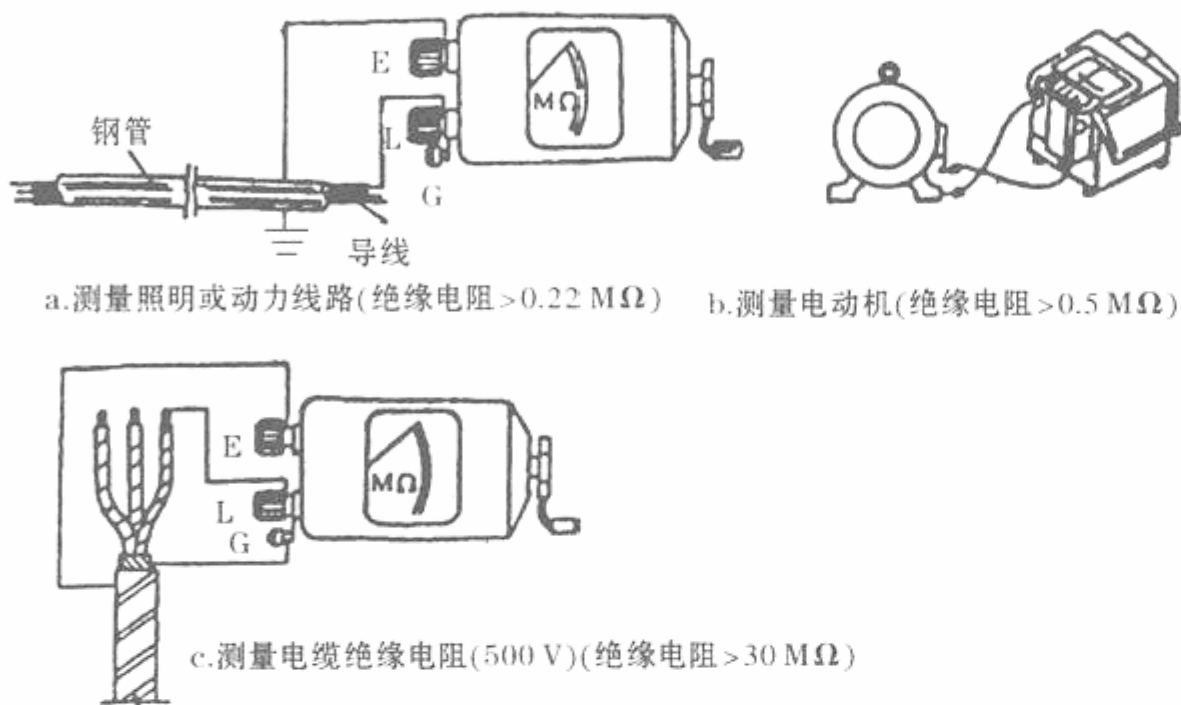


图 6-26 兆欧表的接线方法

2. 使用兆欧表时应注意的事项

(1) 测量电气设备的绝缘电阻时,必须先切断电源,再将设备进行放电,以保证人身安全和测量正确。

(2) 兆欧表测量时应水平放置,未接线前转动兆欧表做开路试验,看指针是否指在“ ∞ ”处,再将(E)和(L)两个接线柱短接,慢慢地转动兆欧表,看指针是否指在“0”处,若指在“0”处,则说明

兆欧表可以使用。测量中的均匀转速为 2 r/s 。

(3) 测量完毕后应使被测物放电, 在兆欧表的摇把未停止转动和被测物未放电前, 不可用手去触及被测物的测量部分或拆除导线, 以防触电。

四、直流单臂电桥

单臂电桥是用来测量 $1 \sim 10^6 \Omega$ 中等电阻的专用仪器, 常用 QJ23 型直流单臂电桥的外形面积如图 6-27 所示, 单臂电桥的比例臂读数盘设在面板左上方。比例臂共有 7 个挡位, 由转换开关换接。比较臂为 4 个挡位可调标准电阻, 分别由面板上的 4 个读数盘控制, 可得到 $0 \sim 9\,999 \Omega$ 范围内的任意电阻值, 最小的步进值为 1Ω 。

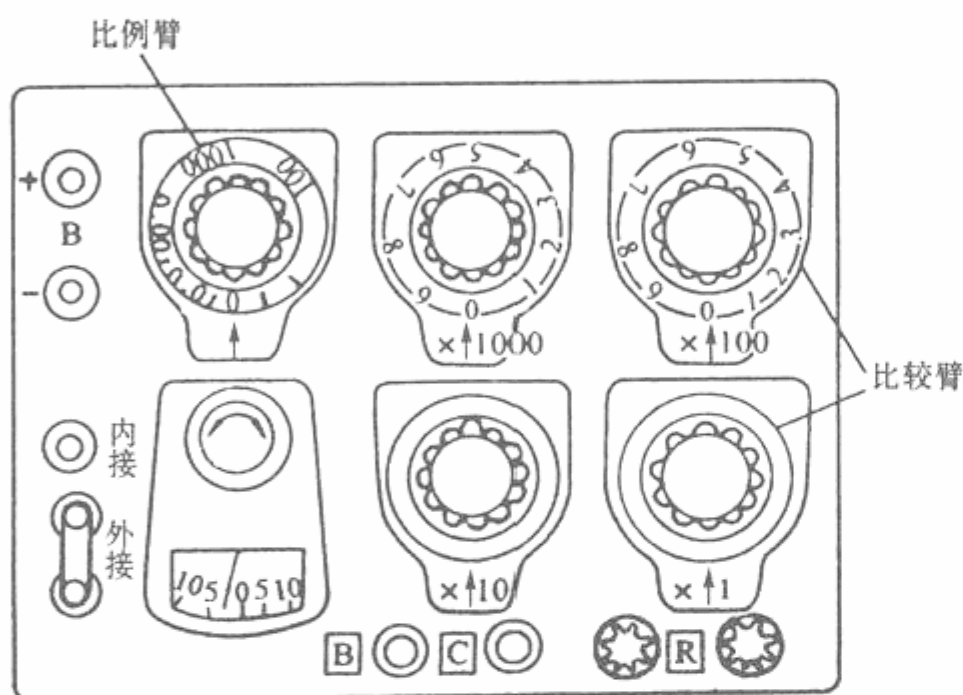


图 6-27 QJ23 型直流单臂电桥面板外形示意

面板上标有“R”的两个端钮用来连接被测电阻。当使用外接电源时, 可从面板左上角标有“B”的两个端钮接入。如需使用外置检流计时, 应使用连接片将内置检流计短路, 再将外置检流计接

在面板左下角标有“外接”的两个端钮上。单臂电桥的使用步骤如下:

(1)使用前先将检流计的锁扣打开,调节调零器使指针指在零位。

(2)接入被测电阻时,应采用较粗较短的导线,并将接头拧紧。

(3)估计被测电阻的大小,选择适当的比例臂,应使比较臂的4个挡位电阻都能被充分利用,从而提高测量准确度。例如,被测电阻及约为几欧时(假定 $5\ \Omega$),应选用 $R \times 0.001$ 的比例臂。当调整到电桥平衡时比较臂读数为5 331,则 $R = 0.001 \times 5\ 331 = 5.331(\Omega)$ 。而此时如果比例臂选择在 $R \times 1$ 挡,则 $R = 1 \times 5 = 5(\Omega)$ 。显然,比例臂选择不正确会产生很大的测量误差,从而失去电桥精确测量的意义。

同理,被测电阻为几十欧时,比例臂应选及 $\times 0.01$ 挡。其余依此类推。

(4)当测量电感绕组(如电机或变压器绕组)的直流电阻时,应先按下电源按钮B,再按下检流计按钮C;测量完毕,应先松开检流计按钮,后松开电源按钮,以免被测绕组产生的自感电动势损坏检流计。

(5)电桥电路接通后,若检流计指针向“+”方向偏转,应增大比较臂电阻;反之,则应减小比较臂电阻。如此反复调节各比较臂电阻,直至检流计指针指“0”为止。此时,被测电阻值 = 比例臂读数 $\times$ 比较臂读数。

(6)电桥使用完毕,应先切断电源,然后拆除被测电阻,最后将检流计锁扣锁上,以防搬动过程中震坏检流计。

五、钳形表

钳形表又称钳形电流表,是一种携带方便、可在不断电时测量电路中电流的仪表,其常用结构如图6-28a所示。另外,目前常用的钳形表多为小型化、组合型结构(图6-28b)。

(1)使用方法使用钳形表时,用手将铁芯开关捏开,利用开口

将被测导线钳入,即可直接读出被测电流的大小。

(2)使用注意事项:

1)钳形表不得去测高压线路的电流,被测线路的电压不能超过钳形表所规定的数值,以防绝缘击穿造成触电。

2)测量前应估计被测电流的大小,选择适当的量程,不可用小量程挡去测量大电流。

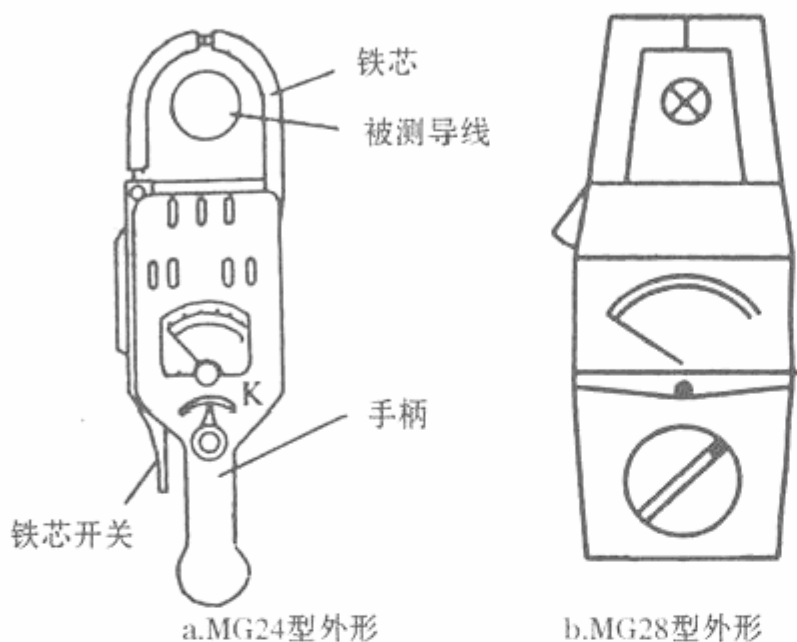


图 6-28 钳形表外形

3)每次测量时只能钳入一根导线,当测量小电流读数困难、误差较大时,可将导线在铁芯上绕几圈。此时读出的电流数值除以圈数,才是电路的实际电流值。

4)不能用于测量裸露导线电流的大小,以防触电。

六、接地电阻测量仪

常用的 ZC—8 型接地电阻测量仪,是一种专门用于测量接地电阻的仪器。其外形及仪器附件如图 6-29 所示。

接地是为了保证人身和电气设备的安全以及设备的正常工

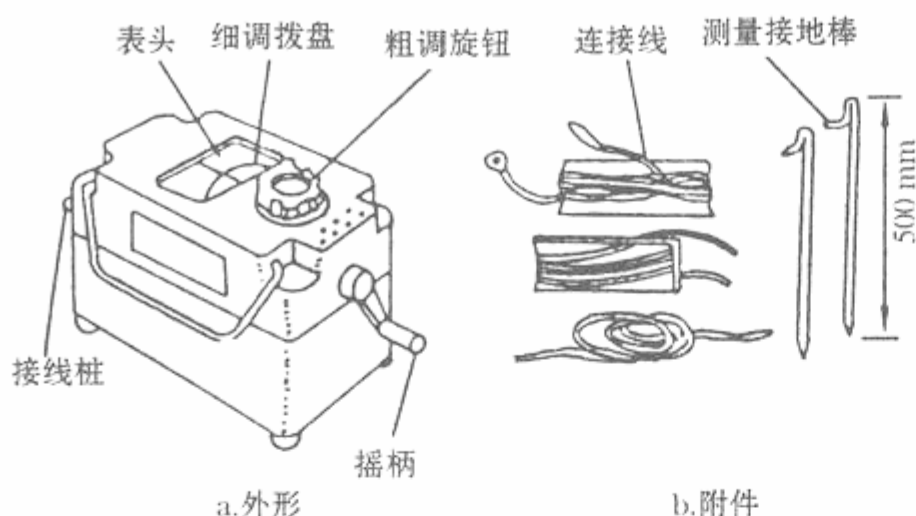


图 6-29 ZC—8 型接地电阻测量仪及附件

作。如果接地不符合要求,人身安全就无法保证,而且会造成严重的事故,如避雷装置的接地、变压器的中性点接地等。所以,定期测量接地装置的接地电阻是安全用电的保障。接地电阻测量仪的使用如下:

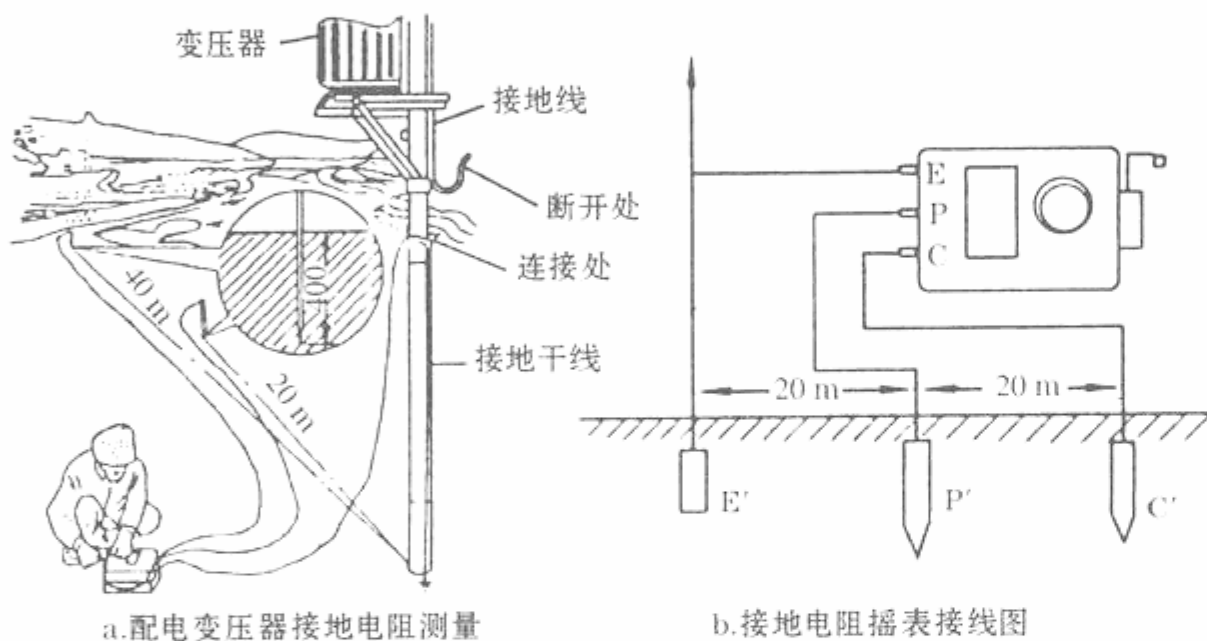


图 6-30 接地电阻摇表测量接地电阻接线

(1) 使用前先将仪器放平,然后调零。

(2) 接地电阻测量仪的接线如图 6-30 所示, 将接地探针 P 插在被测接地极 E 和电流探针 C 之间, 三者之间成一直线且彼此相距 20 m; 再用导线将 E 与仪表端钮 E 相接, P 与端钮 P 相接, C 与端钮 C 相接。

(3) 将倍率开关置于最大倍数上, 缓慢摇动发电机手柄, 同时转动测量标度盘, 使检流计指针处于中心线位置上。当检流计接近平衡时, 要加快摇动手柄, 使转速平均为 120 r/min, 同时调节测量标度盘, 使检流计指针稳定地指在中心线位置。此时读取被测接地电阻 = 倍率 $\times$ 测量标度盘读数。

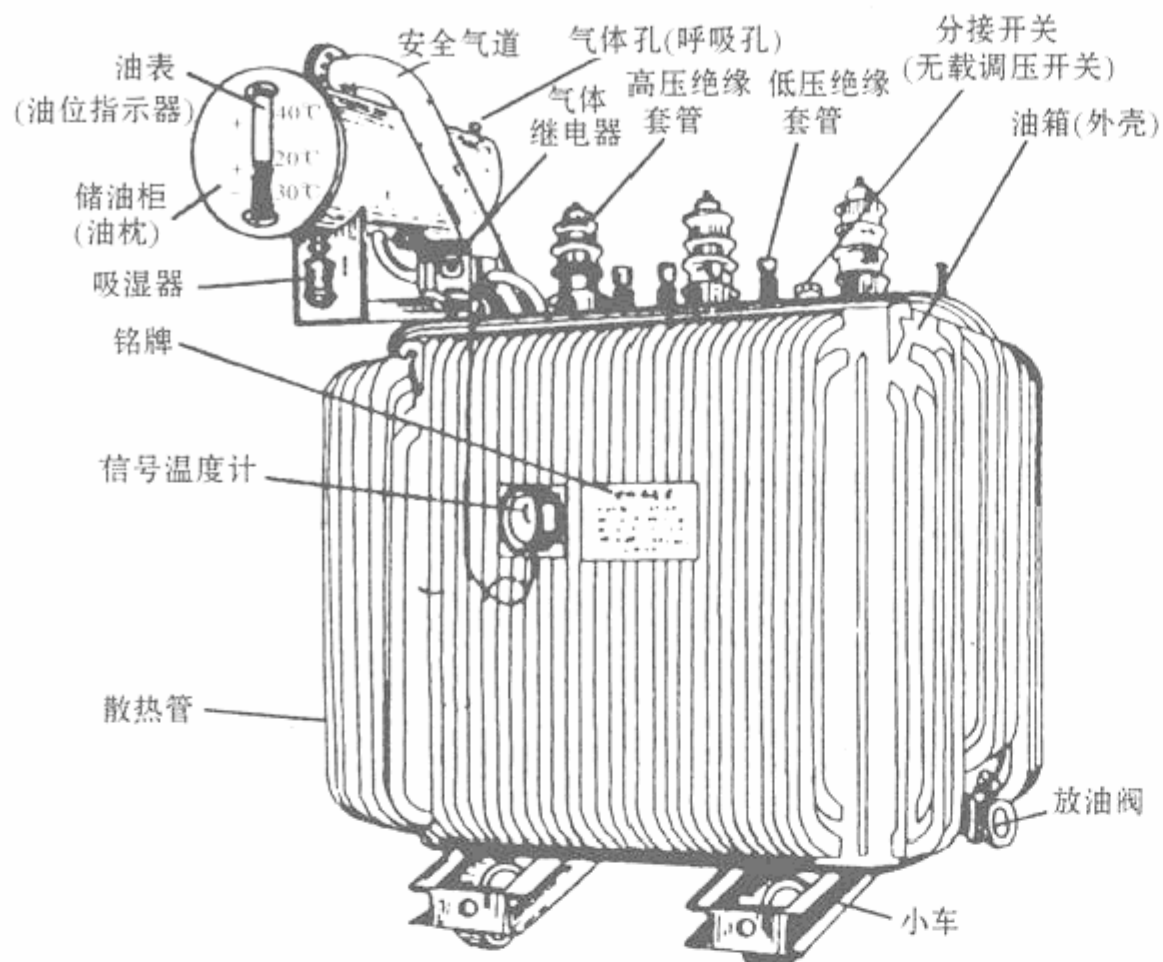
第七章 电力配电变压器及其 安装维护技术

第一节 变压器的结构及工作原理

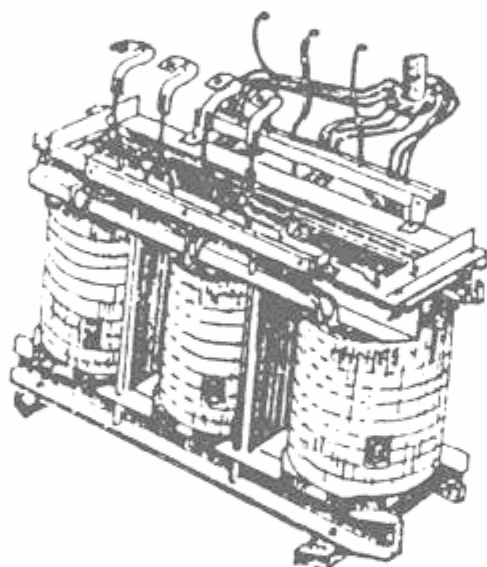
一、变压器的作用及分类

1. 作用 变压器是把某一电压的交流电能转换为同频率的另一电压的交流电能。在整个电力系统的电能输送、分配和使用过程中,变压器是不可缺少的电器设备。在生产和生活中使用的电能是由发电厂的发电机生产的。但是,由于受绝缘水平的限制,发电机发出的电压一般比较低(6.3 kV、10.5 kV 等),往往用电的地方都远离发电厂,而输送一定功率的低电压电能至远方,将会造成很大的电能损失,甚至是不可能的。因此,要把发电厂生产出的电能,升高电压后(至 35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV、750 kV、1 000 kV 等)送到接近负荷的地方。为了方便使用和用电的安全,在用电地区又需要用降压变压器逐级将电压降低。常用的配电变压器为三相油浸自冷式双绕组配电变压器(图 7-1),其作用是把 10 kV 交流电变为 400 V 的交流电,供生活及动力用。

变压器的种类很多,还有一些特殊用途的变压器,如供测量用的电流互感器及电压互感器、供焊接用的焊接变压器和自耦变压器等。各种变压器虽然在结构上各有特点,但是它们的基本原理是相同的。



a. 三相油浸式电力变压器外形



b. 三相配电变压器铁芯与绕组的外形

图 7-1 三相油浸式电力变压器

2. 按结构特点分类

(1) 按相数分,有单相变压器、三相变压器。

(2) 按绕组分,有单绕组变压器(分两级电压的自耦变压器)、双绕组变压器、三绕组变压器。

(3) 按绕组材料分,有铜线变压器、铝线变压器。

(4) 按调压方式分,有无载调压变压器、有载调压变压器。

(5) 按冷却介质和冷却方式分:

1) 油浸式变压器。冷却方式一般为自然冷却、强迫风冷(在散热器上安装风扇)。此外,大型变压器还有采用强迫油循环风冷或强迫油循环水冷却等。

2) 干式变压器。绕组置于气体中(空气或六氟化硫气体)或浇注环氧树脂绝缘。

变压器的分类及代表符号见表 7-1。

表 7-1 电力变压器的分类及其代表符号

分 类	类 别	代表符号
绕组耦合方式	自耦	O
相数	单相 三相	D S
冷却方式	油浸自冷 干式空气自冷 干式浇注绝缘 油浸风冷 油浸水冷 强迫油循环风冷 强迫油循环水冷	—(或 J) G C F S FP SP
绕组数	双绕组 三绕组	— S
绕组导线材质	铜 铝	— L
调压方式	无励磁调压 有载调压	— Z

二、变压器的结构组成

变压器分为磁路系统、电路系统、冷却系统,主要由铁芯、绕组、油箱等部分组成。

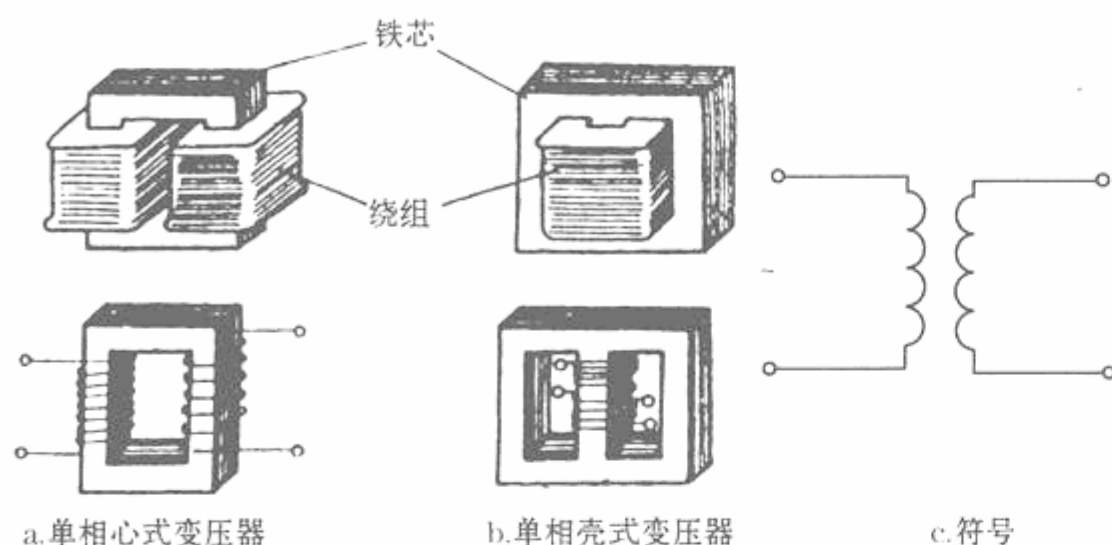


图 7-2 变压器结构及符号

1. 铁芯 铁芯(图 7-2)变压器的磁路部分,绕组套装在铁芯上。铁芯的主要作用是增大磁通量,提高感应电势,为了减少铁芯中的能量损耗,铁芯是用 0.35 ~ 0.50 mm 厚、两面涂有绝缘漆的硅钢片叠成。硅钢片又分冷轧和热轧两种,冷轧硅钢片的导磁性能比热轧硅钢片的导磁性能强得多。铁芯由铁轭和铁柱两部分组成。一般三相变压器的铁芯做成三柱式,直立部分称为铁柱,在铁芯上套有高、低绕组;水平部分称为铁轭,用来构成闭合磁路。铁轭断面的形状可做成矩形、十字形、丁字形、倒丁字形、多级阶梯形。

铁柱可叠装成正方形、矩形、十字形、多级阶梯形以及中间留有油道的多级阶梯形等,如图 7-3 所示。

铁芯的硅钢片采用交叠法,使上层与下层叠片的接缝互相错开。大型变压器铁芯叠好后应放在压力机上(油压机或水压机)压紧,再用螺栓夹紧,螺栓穿入铁芯时则应用绝缘套管,防止在片间形成短路,造成较大的涡流。大型变压器为了冷却好,铁芯中间

还留有油道。

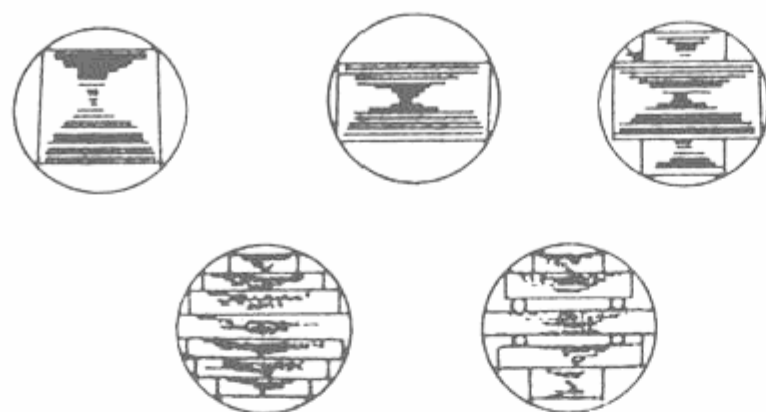


图 7-3 变压器各种铁柱的断面

小容量变压器($1\,000\text{ V}\cdot\text{A}$ 以下)大多将铁芯做成山字形、日字形、F 形,大容量变压器采用渐开线式铁芯等形式。各种不同的铁芯如图 7-4 所示。

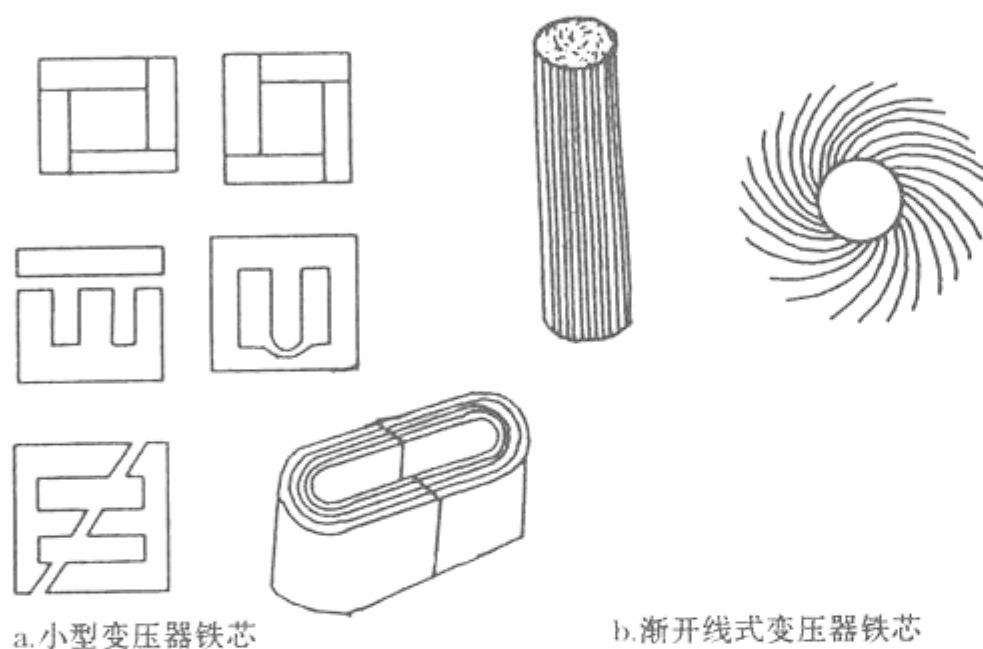


图 7-4 渐开线式变压器铁芯及小型变压器铁芯形状

渐开线式铁芯是一种新形式,具有结构简单、重量轻、体积小、技术经济指标先进等优点。而且为机械化生产,减轻体力劳动,提

高劳动生产率提供了有利条件。例如电压为 10 kV, 容量为 1 000 kV · A 的变压器总重量减少 25% (其中硅钢片减少 14%, 铝线减少 11%), 这种铁芯为圆柱形与多级阶梯形比较, 利用率较高, 磁路的有效截面积较大。

2. 变压器绕组 变压器绕组(图 7-5)又称线圈, 是变压器的电路部分。它是用包有高强度绝缘层的铜线和铝线绕成的, 分为高压绕组和低压绕组。高压绕组的电压高, 电流比较小, 所用的导线较细, 匝数较多。低压绕组的电压低, 所用的导线较粗, 匝数比较少。配电变压器的高、低压绕组多绕成两个直径不同的圆筒形。

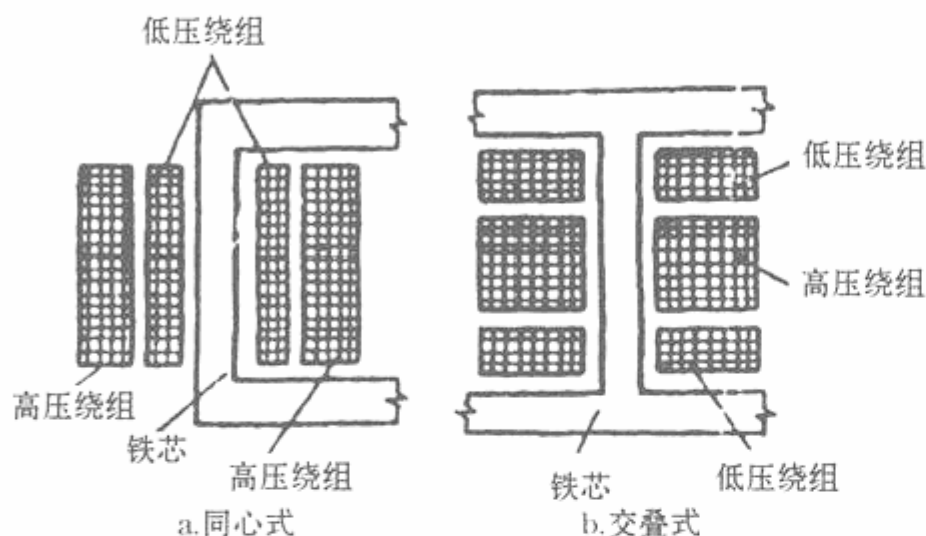


图 7-5 变压器绕组剖面图

为了使绕组和铁芯易于绝缘, 通常把低压绕组套在里面, 把高压绕组套在低压绕组的外面。低压绕组和铁芯之间, 高压绕组和低压绕组之间, 都用由绝缘材料做成的套筒分开, 把它们可靠的绝缘起来。为了便于散热, 在高、低压绕组之间留有一定的间隙作为油道, 使变压器油能够自由流通。

变压器绕组的形式有以下几种:

(1) 同心式绕组。常用的绕组形式, 一、二次绕组套在一个铁芯柱上, 高压在外边。但是在容量的变压器中, 考虑到低压侧因大电流导线粗引出线有困难, 可以将低压绕组放在外面。同心式

绕组结构简单,绕线方便。同心式绕组又分圆筒式(图7-6a)、螺旋式(图7-6b)、连续式和纠结式。

(2)交叠式绕组。高、低压绕组互相交叠放置。为使绝缘性能可靠,将低压绕组放在离铁轭近的一边,高压绕组放在离铁轭远的一边。交叠式绕组漏抗小、机械强度高、引线方便。一般用于低电压、大电流的电炉变压器和电焊变压器。

3. 变压器油箱 油箱(图7-1a)又称外壳,用钢板焊成。铁芯、绕组、变压器油都装在油箱里,油箱还有一定的散热作用。在油箱外面装有散热器和散热管(20 kV·A 及以下的变压器一般不装),以便增大散热面积,并给变压器油在运行中受热后形成的上下对流留下通道,改善散热效果。

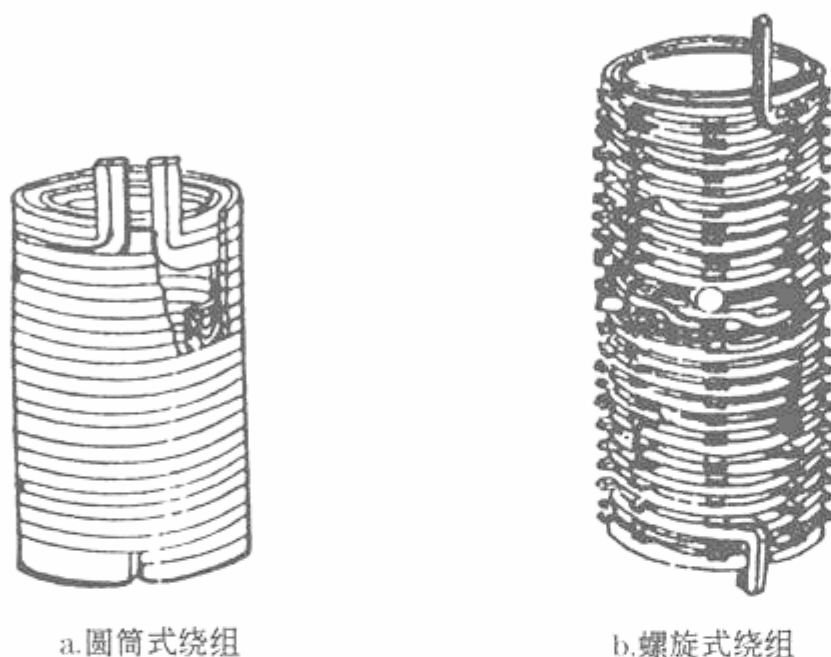


图7-6 变压器绕组形状

4. 变压器油 在油箱里装有大量的变压器油,变压器油主要有以下两种作用:

(1)绝缘作用。变压器油的绝缘能力比空气强,绕组浸在油里可以加强绝缘,并避免与空气接触,预防绕组受潮。

(2)散热作用。变压器运行时,其内部温度不一样,利用热油

上升和冷油下降的作用,把铁芯和绕组产生的热量通过箱壳和散热管散发到外面去。常用的变压器油有 10 号、25 号、45 号三种规格,其标号表示这种油开始凝固时的零下温度,例如 10 号表示这种油在 -10°C 时开始凝固。实际使用时应根据当地的气候条件选用油的规格。变压器新油为淡黄色,长期运行后呈深黄色或浅红色。

5. 变压器油枕 油枕又称储油箱(图 7-1a),装在油箱的顶盖上。

油枕的体积一般为油箱体积的 10% 左右。在油箱和油枕之间有管子相连。油枕有以下两个作用:

(1) 可以减小油面与空气的接触面积,防止变压器油受潮和变质。

(2) 当油箱中油面下降时,油枕中的油可以补充到油箱里面去,不使绕组露出油面以外。同时,油枕还能调节变压器油因温度升高而引起的油面上升。油枕的侧面装有油表(又称油位指示器),在油表上标注有最高、最低温度时的油面线位置,作为装油的标准和运行中监视油量是否充足。另外,在配电变压器油枕的螺丝盖上有一个通气孔,称为呼吸孔,它是油枕上部与大气连接的通道,当螺丝盖拧紧时,通气孔堵塞;当变压器油受热膨胀或变压器内部发生故障时,油枕内部的气体不能释放,致使变压器内部压力很大,会发生油箱变形或损坏事故。所以,变压器运行前要检查螺丝盖的通气孔是否露在油枕丝扣以外,与大气连通。

6. 变压器套管 高、低压绝缘套管(图 7-1a),变压器高、低压绕组分别通过高、低压绝缘套管引到变压器的外边。绝缘套管不仅能将引线与油箱绝缘,还可起到固定引线的作用。高压绝缘套管的外形高大,低压绝缘套管的外形矮而小。通常可以由套管的大小来识别一台变压器的高、低压侧。安装中在拧卸高低压套管上的螺丝时,一定要注意不要使螺栓转动,以免引起变压器内部引线短路,造成事故。

7. 变压器分接开关 电压分接开关分有载调压和无载调压两种类型。

无载调压开关(图7-1a),是变压器不带负荷(无载)时调整电压比值(高、低压电压数值之比)的装置。一般配电变压器的电压分接开关有三个分接头位置,即高于、等于、低于额定电压3个位置,分别以1、2、3三个数字进行标注。电源电压为额定电压时,开关应在2的位置上,它与高压绕组的中间一个抽头连接,在低压侧可以得到额定电压;当电源电压高于额定电压时,分接开关应放在位置1上(1挡为额定电压高5%),实际低压输出电压可比调整前(2挡)降低电压5%;当电源电压低于额定电压时,分接开关应调在位置3上(3挡为额定电压低5%),它的接头应与高压绕组的第三个接头连接,这样低压输出电压可比调整前(2挡上)升高5%。电压分接开关必须在变压器从电网上切除后才能进行调整,或者说,调压一定要在变压器停电后进行。

变压器分接头,通常安排在绕组的中部或一端,为的是引线和调压方便,如图7-7所示。

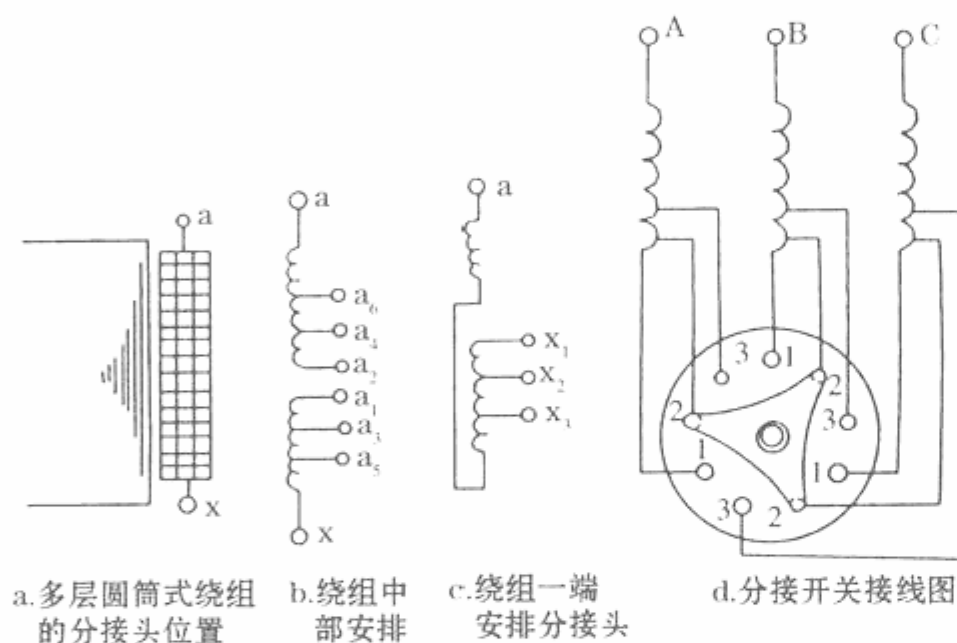


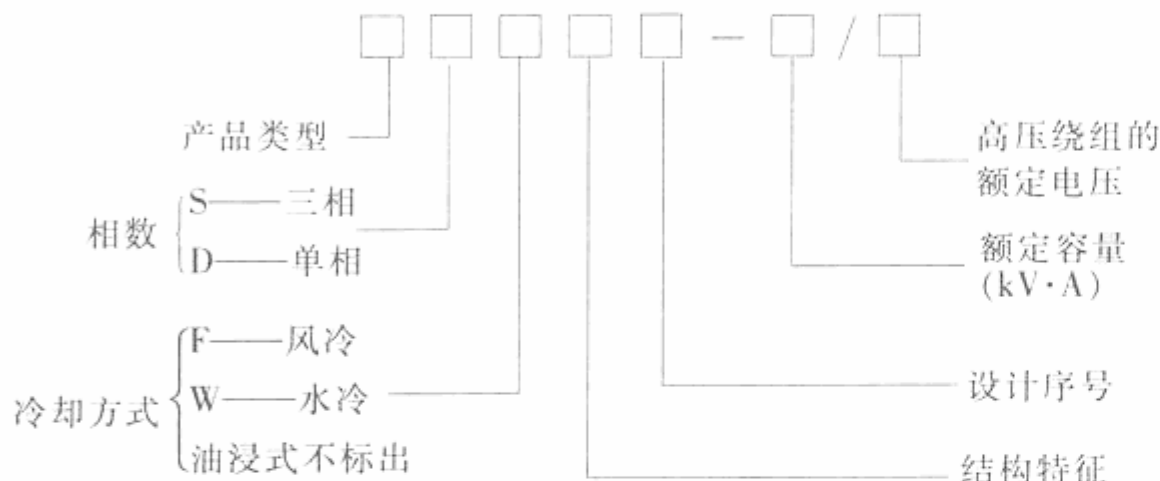
图7-7 变压器的分接开关接头

有载调压分接开关,是变压器带负荷时调整开关挡位来改变变压器的输出电压。目前配电变压器有载调压开关已有应用。

8. 变压器气体继电器 气体继电器(图7-1a)又称瓦斯继电器,由浮筒、挡板各带动一个水银开关组成。当变压器内部过热,有气体放出,强烈的气体冲击着挡板,使挡板带动水银开关接通跳闸回路,切断电源,控制故障不再扩大。在正常情况下,继电器内充满油,浮筒浮起,挡板垂直安放,水银开关为断开位置。一旦油面下降时,浮筒下沉,从而带动水银开关,发出报警信号。

9. 变压器的铭牌 变压器铭牌上标注有变压器的型号、额定值、绕组连接图、向量图、分接电压等技术参数,以及运行条,相当于使用说明书。

(1) 型号。变压器型号、规格意义如下:



(2) 额定容量。额定容量是变压器正常运行时所传递的最大输出功率,单位是伏安($V \cdot A$)或千伏安($kV \cdot A$)。对于三相变压器,额定容量为三相容量之和。在实际应用中,负荷应为额定容量的75%~90%。

(3) 额定电压。额定电压 U_{1N} 是一次绕组的输入额定电压,是根据变压器的绝缘等级和发热条件规定的。二次绕组输出的额定电压 U_{2N} 是在一次绕组上加额定电压且在空载运行情况下,二次绕组输出的电压。额定电压的数值为有效值。

(4) 额定电流。额定电流是变压器正常运行时,发热量不超过允许值的满载电流值,可以根据额定容量和额定电压计算出额

定电流。额定电流的数值为有效值。

$$\text{单相变压器: } I_{1N} = \frac{S_N}{U_{1N}} \quad I_{2N} = \frac{S_N}{U_{2N}}$$

$$\text{三相变压器: } I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} \quad I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{2N}}$$

此外,铭牌上还标有允许温度、空载电流、空载损耗、短路损耗、油重和总重量等。

三、变压器的工作原理

变压器是通过电磁感应原理制成的。它的一次绕组所接电源提供的电能通过铁芯中主磁通这个“桥梁”传递到二次绕组,这就是变压器的工作原理(图7-8)。因此,变压器是一种传递电能的电器设备,它只能传递电能,而不能产生电能。由于一、二次绕组的匝数不同,会在一、二次绕组中产生不同的感应电势,它们之间的关系为

$$\frac{\text{一次绕组的感应电势 } E_1}{\text{二次绕组的感应电势 } E_2} = \frac{\text{一次绕组的匝数 } N_1}{\text{二次绕组的匝数 } N_2}$$

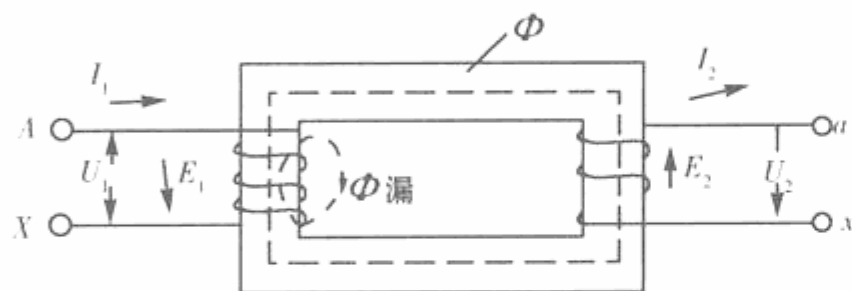


图7-8 变压器原理

由于绕组本身有阻抗,当电流通过时,在绕组上会有一个电压降,所以一次绕组的感应电势与一次绕组的电压降加起来才等于电源提供的电压 U_1 。但是一般来说,绕组本身的阻抗很小,可以忽略不计,因此可近似的认为 E_1 和 U_1 相等。同样道理,可以近似的认为 E_2 和二次输出电压 U_2 相等,这样可以近似的认为

$$U_1/U_2 = N_1/N_2$$

变压器一次绕组的匝数与二次绕组的匝数之比,称为变压器的变比,常用 K 表示,即

$$K = U_1/U_2 = I_2/I_1 = N_1/N_2$$

若将变压器工作中发热等一些能量损失忽略不计,可以改变电压,即匝数多的绕组一边电压高,匝数少的绕组一边电压低。同时,变压器也可以改变线路电流,匝数多的一边电流小,匝数少的一边电流大。

第二节 变压器的选择原则

一、变压器的阻抗电压

阻抗电压也叫短路电压,它的含义是,将变压器的二次绕组短路,一次绕组侧加入适当电压,当二次绕组侧产生的短路电流等于二次绕组侧额定电流时,一次绕组侧所加的电压就称为阻抗电压百分数,即

$$\text{阻抗电压}(\%) = (\text{阻抗电压} / \text{一次绕组额定电压}) \times 100\%$$

阻抗电压百分数表示变压器内部阻抗的大小,它是变压器的一个重要技术参数,这个数值小,对输出电压受负载变化的影响就小,有利于变压器的运行。阻抗电压百分数也是计算短路电流、选择保护装置和确定变压器并列运行所需要的数据。阻抗电压百分数通常用 $U_K(\%)$ 表示,一般在 $4.5\% \sim 6\%$ 。

二、变压器的接线组别

接线组别标号指三相变压器中每一相中两个(一、二次)绕组的接线方式,常用的配电变压器的高、低压绕组一般都接成星形,组别标号为 Y, y_{n0} 。型号 Y, y_{n0} 中, Y 表示一次绕组 A、B、C 三相绕组接成星形,即绕组三个头引出,三个尾连接在一起, y 表示二次

绕组 a、b、c 也接成星形; n 表示有中性线引出;0 表示一、二次绕组对应线电压是同相位,是确定变压器并列运行的重要条件。

三、变压器的变损

变压器在运行中总要损失一部分电能,损失的这一部分电能简称为变损。变压器的变损,虽然不直接标在变压器的铭牌上,但它是反映变压器质量好坏的一个重要技术参数,对于变压器的运行具有十分重要的意义。变损主要有两部分组成,即铁损和铜损。铁芯中的磁通交变时,会在铁芯中产生磁滞损耗和涡流损耗,总称为铁损。它与变压器二次绕组负荷的大小无关,只与一次绕组所加电压的平方呈正比。由于一次侧的额定电压是固定的,所以每台变压器的铁损也是固定的。变压器的一、二次绕组都有一定的电阻,当电流流过时,会产生功率损耗,这个损耗称为铜损。铜损主要决定于负荷的大小。

由于变压器的铁损基本上不随负荷变化,因此相对负荷小时效率低;但是,铜损又与负荷电流的平方成正比,负荷增大,会使效率降低。理论和实践都证明,当变压器运行在铜损等于铁损时,变压器的总损耗最小,效率最高。一般来说,变压器的负载率为 0.5 ~ 0.7 时(变压器任意负载下的电流与二次额定电流的比值,叫变压器的负载率),其效率最高。

四、选用变压器的基本原则

用户新装配电变压器必须选用节能产品,如选用 S9 ~ S13 系列低损耗变压器。在选择变压器的容量和台数时,应本着“小容量、密布点、短半径”的原则。要尽量采用多台分布的小容量,避免单台大容量,不要宁大不小,以免引起供电范围过大,低压用电线路过长,增加线路建设投资,造成电压质量差、低压线损大,导致电价长期偏高。为减小损失,排灌等专用变压器不应接入其他负荷,以便在非排灌季节及时停运。若接入其他负载,则易选用母子变

压器。如有可能,也可选用 STr 型低损耗调容量变压器,以便在非排灌季节通过调容量分接开关将变压器容量调小。

五、变压器容量的选择

变压器容量选择是用电建设中的一件大事。选择好配电变压器的容量,对变压器的安全经济运行、生产的发展都是很重要的。在选择变压器的容量时可按下式计算:

变压器的容量($\text{kV} \cdot \text{A}$):所供容量之和/ $0.7 \sim 0.75$

在实际工作中为了方便,也可以直接把所供容量之和乘以1.2倍选择变压器的容量。为了不使低压电网供电范围过大,应把低压供电半径限制在 500 m 之内,以减少低压电网的投资和损耗。为了兼顾负荷的发展和运行的经济性,在选择配电变压器容量时,应考虑下列要求:

- (1) 低用电负荷(或平均负荷率)不应低于变压器额定负荷值的 30%。
- (2) 常年负荷应尽可能处在额定值的 40% ~ 70%。
- (3) 变压器的额定值不应小于实际可能出现的最大负荷。

第三节 变压器的安装与接线技术

一般来说,配电变压器的安装应尽量靠近负荷中心,供电半径不宜超过 500 m。低压电力网的布局应与发展计划相结合,一般采用放射形单相供电,即以配电变压器为负荷中心,向四周作放射形的单电源供电。同时,配电变压器的安装位置应尽量避免易燃、易爆、污秽严重及地势低洼地带,应做到高压进线、低压出线方便,同时应便于施工、运行维护。

一、配电变压器的安装方式

配电变压器的安装方式主要有两种:一种是户外式安装,主要

有单杆台架式、双杆台架式、落地式和地台式四种。另一种是户内式安装,变压器室一般有两种形式:一是配电变压器与低压配电装置安放在一间房内,中间用栅栏隔开(适用于 $50\text{ kV}\cdot\text{A}$ 及以下的变压器);二是将变压器与低压配电装置分开,分别建成变压器室和低压配电室,这种配电室适用于容量 $80\text{ kV}\cdot\text{A}$ 及以上的变压器。配电变压器安装大体根据变压器容量大小、装设地点、吊运方便与否等条件考虑,一般采用下列五种安装方式。

1. 单杆台架式变台 单杆台架式变台适应 $20\sim 50\text{ kV}\cdot\text{A}$ 的小容量变压器,其他附件都装在同一根杆上,如图7-9所示。

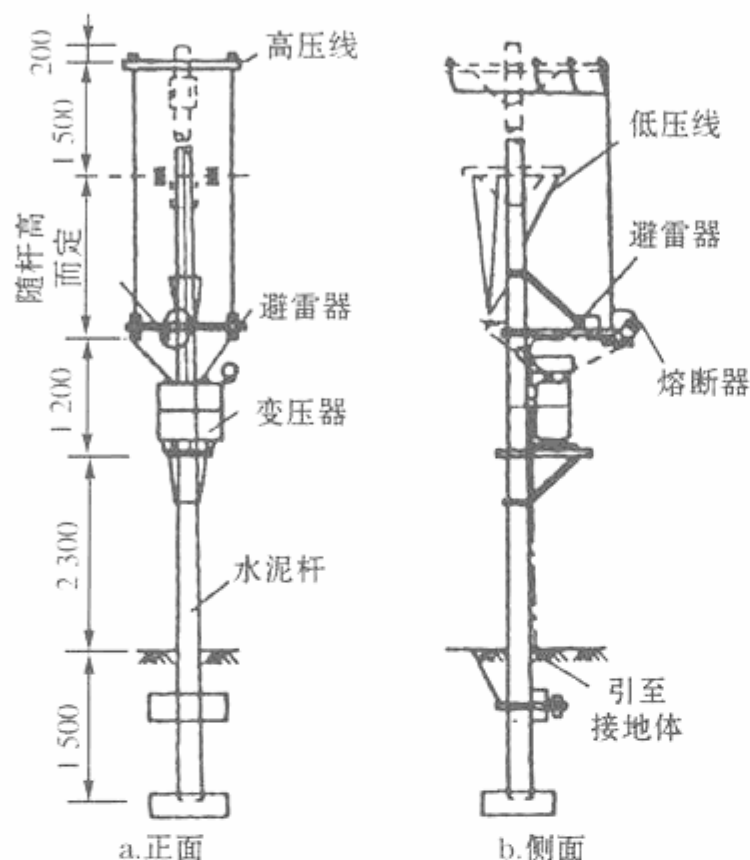


图7-9 单杆台架式变台安装示意(mm)

这种方式的优点是结构简单、组装方便、占地少、用材料少、安全。台架应高于 2.3 m ,以免伤人,引线要采用多股皮线。引线下端对地距离不得小于 3.5 m ,熔断器对地不低于 4.5 m ,相间不小于 0.5 m 。

2. 双杆台架式变台 如图 7-10 所示,这种变台是在距离高压杆 2 m 远处再立 1 根约 7.5 m 的电杆。在离地面 2~2.5 m 高处用两根槽钢或角铁搭成安放变压器的架子。杆上还装有两层铁制或木制的横担,以便安装户外高压跌落式熔断器、高压避雷器和高、低压引线。这种变台比单杆变台坚固,一般用来安装 50~180 kV·A 的配电变压器。但是用料较多,造价比较高。

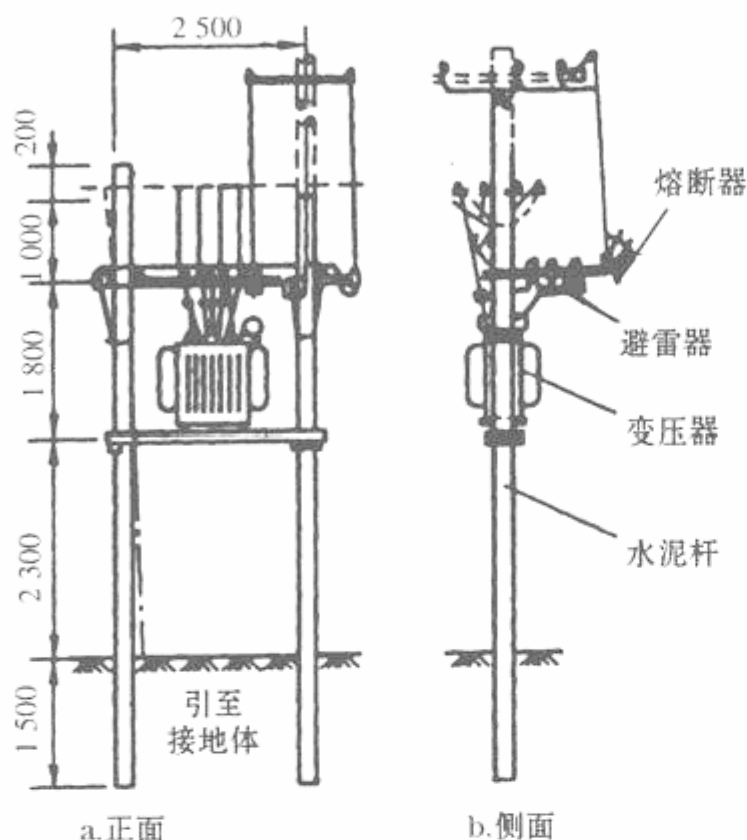


图 7-10 双杆台架式变台安装示意(mm)

3. 地台式变台 用砖或石块砌成,如图 7-11 所示。高压线路的终端杆可以兼作低压线路的始端杆。地台高 1.7~2 m。地台顶部的面积应根据变压器的大小决定,每边应大出变压器外壳 0.3 m,一般长 1.5~2.5 m、宽 1~1.5 m。这种变台结构简单,基础牢固,造价低廉,不少地方使用。地台式变台有带配电间和不带配电间两种,如图 7-11 所示。

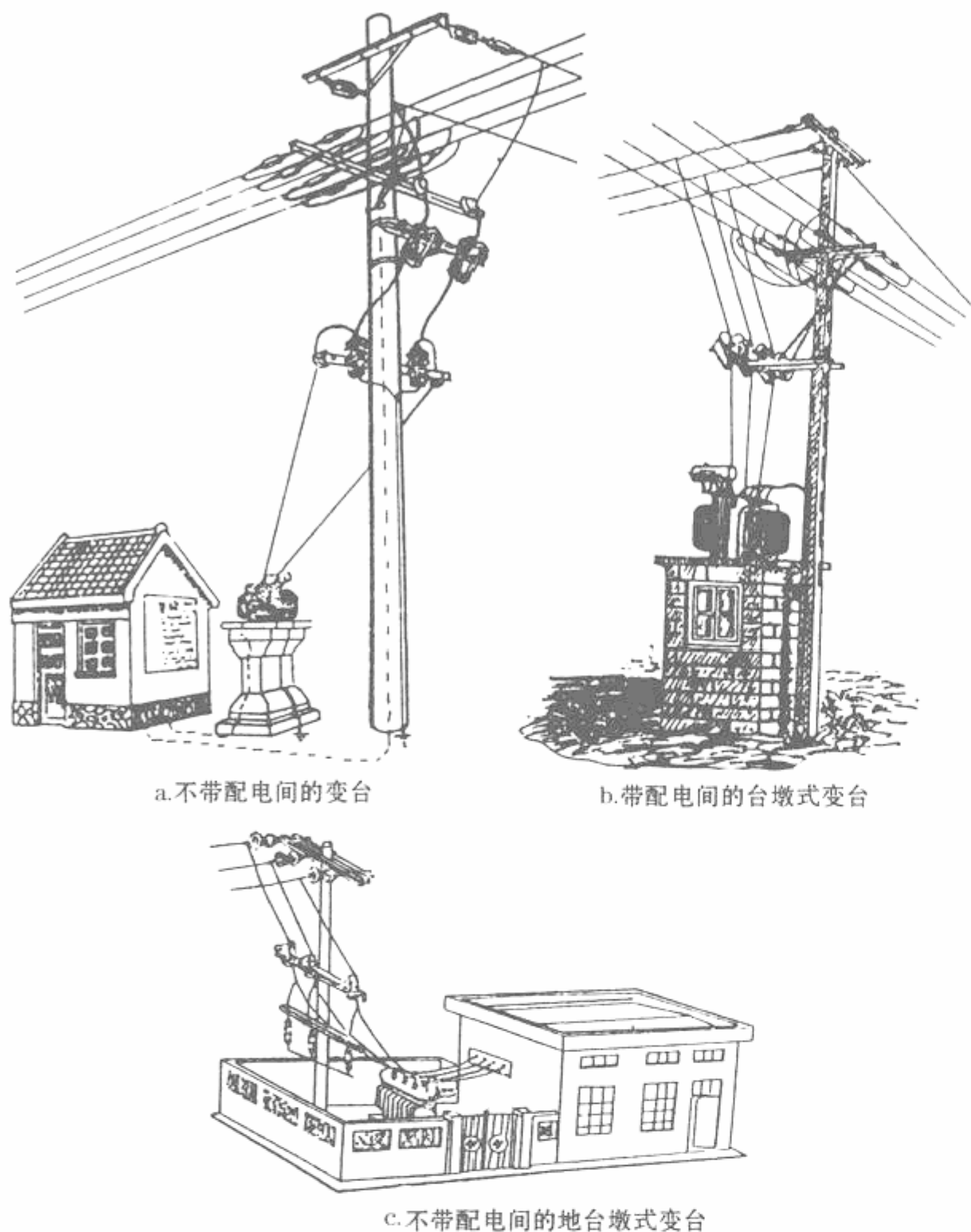


图 7-11 地台式变台的形式

采用带配电间的地台,可以少盖一间房子,但是里面不能住

人。究竟采取那种样式好,要根据当地条件决定。地台式变压器周围最好设围栏,在围栏外应挂“高压危险”的警告牌,防止人、畜接近触电。

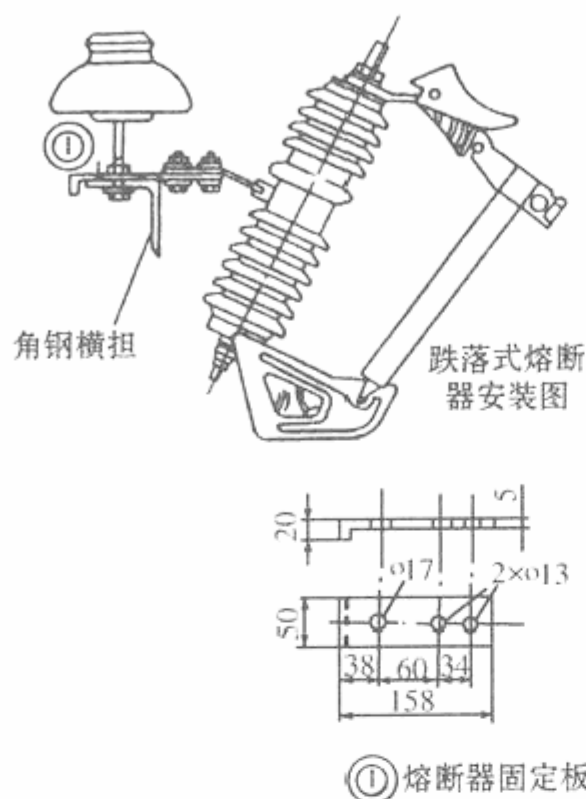


图 7-12 熔断器的安装方法 (mm)

4. 落地式变台 落地式变台就是把配电变压器放在地面的矮台上,矮台主要是防止变压器受水浸。高度应根据当地条件决定,一般为 0.8 m 以上,为防止人、畜接近带电部分,必须在变台周围安放较大的围栏,围栏高度一般在 1.7 m 以上,并和变压器相距 1.5 ~ 2 m。引下线杆应在围栏内,这种变台占地较多,但是拆装变压器较为方便,主要适用于大容量的配电变压器(如排灌站)。

(1) 变压器支架的安装。支架用槽钢制成,用 U 形抱箍与杆连接,一般钢架应有斜支撑并使变压器油枕侧偏高 1% ~ 1.5%。

(2) 跌落式熔断器的安装。跌落式熔断器要安装在高压侧的横担上,用针式绝缘子的螺杆固定(图 7-12)。

(3) 避雷器的安装。避雷器应安装在距变压器高压侧最近的

横担上,可以用直瓶螺钉或单独固定(图 7-13)。

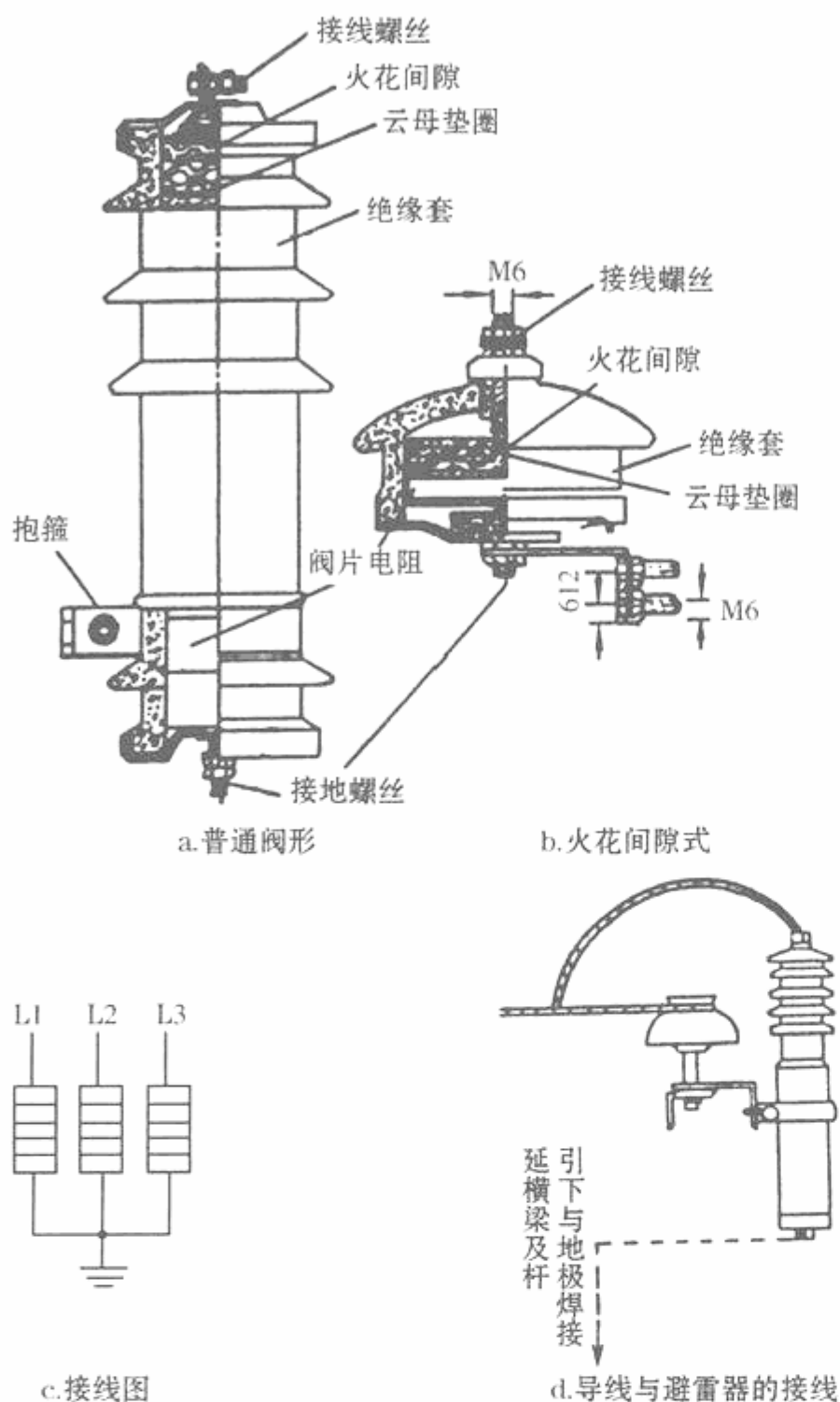


图 7-13 避雷器安装示意 (mm)

(4) 低压隔离开关的安装。低压隔离开关要装在变压器低压侧最近的横担上,可单独安装。

(5) 变压器的安装。变压器的安装一般常用人字抱杆吊装(图 7-14)。

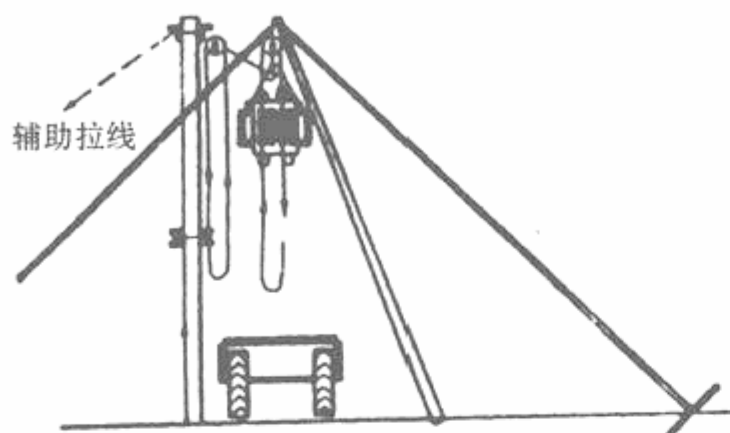


图 7-14 变压器吊装示意

二、配电变压器熔丝的选用

变压器高压侧额定电流 I_N 的计算,以容量千伏安为依据,新式可放大一些,按千伏安的 7%,老式(S9 ~ S11 型)按 6%,即高压额定电流 $I_{1N} = [\text{kV} \cdot \text{A}] \times 0.06$;低压侧额定电流 I_{2N} 按容量千伏安一倍半计算,即 $I_{2N} = 1.5 \times [\text{kV} \cdot \text{A}]$;高压熔丝的熔断电流 I_{2R} ,按容量数 $[\text{kV} \cdot \text{A}]$ 把小数点向前移一位,即是熔丝(FU)电流;低压侧熔丝熔断电流 I_{2R} ,按变压器容量 $[\text{kV} \cdot \text{A}]$ 数翻一番计算,即 $I_{2R} = 2 \times [\text{kV} \cdot \text{A}]$ 。变压器的短路保护重点放在低压侧(因低压线圈被套在高压线圈内面),因此一定要注意低压熔丝的选择,按熔丝近似规格选用。

变压器额定电流(I_{1N} 、 I_{2N})与熔断丝电流(I_{1R} 、 I_{2R}),还可按“配电高压求电流,容量折半再除九;低压电流怎么求,容量折半乘上 2.9。高压熔丝电流值,容量除以千伏数;低压熔丝熔断流,容量折半乘 3.6”方法粗略计算。变压器一次侧常表熔丝额定电流见表 7-2。

表 7-2 常用变压器一次侧短路保护选用熔丝额定电流表

变压器容量 (kV·A)	10 000 V		6 000 V		400 V	
	额定电流 (A)	熔丝容量 (A)	额定电流 (A)	熔丝容量 (A)	额定电流 (A)	熔丝容量 (A)
30	1.74	3 ~ 5	2.9	10 ~ 15	43.3	60 ~ 80
50	2.87	5 ~ 10	4.83	10 ~ 15	72.2	80 ~ 100
75	4.33	7.5 ~ 15	7.24	15 ~ 20	108	120 ~ 180
100	5.78	10 ~ 20	9.66	20 ~ 25	144	160 ~ 200
180	10.4	15 ~ 25	17.4	25 ~ 30	260	250 ~ 300
320	18.5	25 ~ 30	30.9	50 ~ 60	462	450 ~ 500

三、变压器的接线

1. 接线要求

(1) 接线要短直,并保证线间及对地的安全距离,跨接弓子线要注意最大风摆安全距离。

(2) 导线和绝缘子、电器的连接要紧密,使用螺栓时要加装平垫和弹簧垫。

(3) 导线与变压器、高压跌落式熔断器、低压隔离开关连接时,必须压接线鼻子过渡连接,与母线连接时要用 T 形线夹,与避雷器连接可直接压接。

(4) 连接若采用绑扎法,则绑扎长度要大于 200 mm。

(5) 避雷器接地的连接线若使用铜线则上引线线径截面积不小于 16 mm^2 ,下引线线径截面积不小于 25 mm^2 ,接地线线径截面积为 25 mm^2 。

2. 接线方法

(1) 导线绑扎在直瓶上(图 7-15),采用终端式绑扎法。

(2) 导线与熔断器的接线如图 7-16 所示,导线从直瓶绑扎下端压接线鼻子引线至熔断器上闸口接线柱。

(3) 过渡接线如图 7-17 所示,绑扎方法见图 7-15。

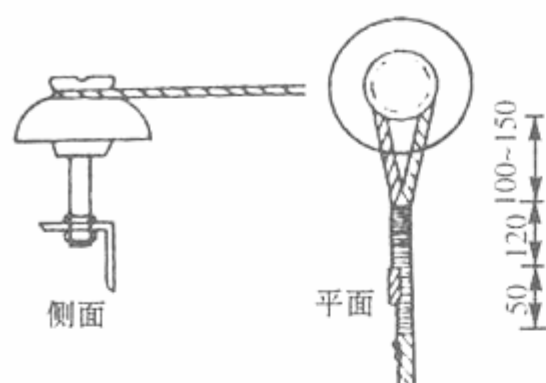


图 7-15 导线在直瓶上的
绑扎示意 (mm)



图 7-16 导线与跌落式熔断器的
接线示意

(4) 导线与避雷器的接线如图 7-13d 所示。

(5) 高压侧的接线, 先按相序用 T 形线夹与母线连接后, 另一端直接引至高压套管处, 撑紧后按相序与接线柱接好。

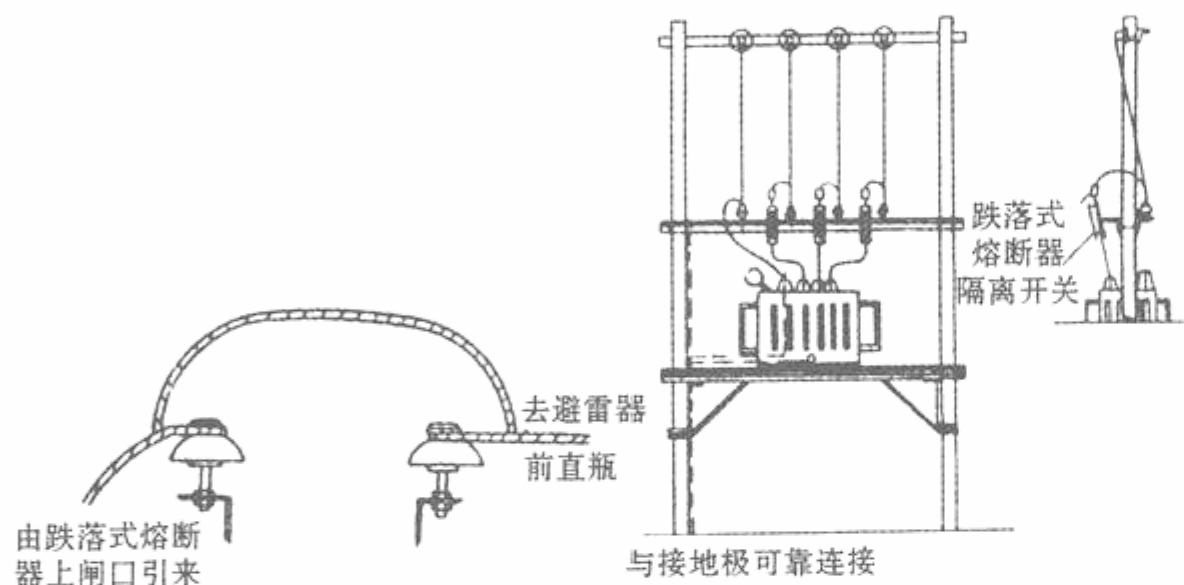


图 7-17 导线的过渡连接示意 图 7-18 变压器低压侧的接线示意

(6) 低压侧的接线如图 7-18 所示, 将低压侧三相线直接引至隔离开关的下闸口, 然后将线路中相线 and 中性线经上部的直瓶直接引至隔离开关上方横担的直瓶上, 再进行压紧连接。

四、配电变压器的接地

配电变压器多采用中性点直接接地的运行方式(即 TT 或 TN—C 系统)。对于中性点直接接地的配电变压器,应将避雷器、变压器外壳、变压器低压侧中性点三点连在一起后共同接地。接地极可设为一组,但接地线必须单独设置。这样当避雷器放电时,作用在变压器一、二次绕组以及外壳之间的过电压只是避雷器的残压(避雷器放电时两端的电压)。若是三点分开接地,那么变压器绝缘介质上受到的过电压除避雷器残压外,还要加上雷电流通过接地装置电阻时引起的电压,增加了绝缘击穿的危险性。

配电变压器防雷接地要求:一般埋设在地下用 2.5 m 深,5 mm × 50 mm 角钢 8 支,环闭式的间距 5 m,用 25 mm 角钢连起来,这样基本满足 100 kV · A 以上变压器接地电阻 4 Ω 的要求。对 100 kV · A 以下的变压器,埋设接地极不少于 3 ~ 5 支,这样才能满足 10 Ω 以下接地电阻要求,这是基本做法。当实测接地电阻不合格时,还要采取降阻措施处理。

接地网各接地体间的连接如图 7-19 所示。

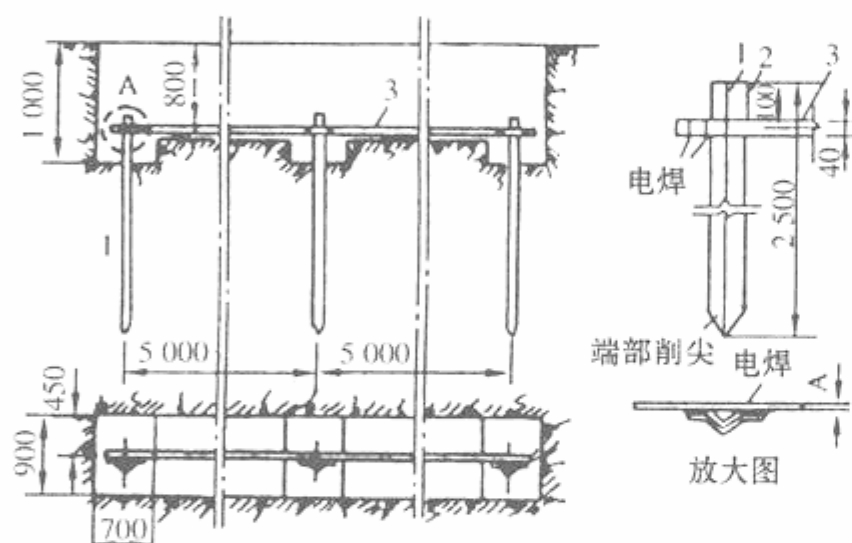


图 7-19 接地网各接地体间的连接方法(mm)

1. 角钢接地体 2. 长板 3. 连接角钢

第四节 配电变压器的运行维护技术

一、运行系统

无论是系统中性点还是电气设备机壳及避雷针等,只有接了地才安全。因为大地是零电位。配电系统保护接地形式,有 TN、TT 及 IT 三种。在 TN 系统中又分 TN—S、TN—C 和 TT 等,接地方式如图 7-20 所示。第一个 T 表示变压器中性点接地(另一个 T 表示用电设备机壳的某一点接地);I 表示绝缘不接地或经高阻抗接地;N 表示保护侧外壳牢固接到系统接地点或称接零;S 表示中性线和保护导线分别接地;C 表示中性线和保护导线共同接地(PEN 导线)。目前主要接地系统有 TT、TN—C、IT(在一个接地系统中不得有与其他接地系统混用)。

二、运行维护技术

充分掌握变压器的性能,正确操作和维护变压器,可以使变压器长期可靠地供电,减少和避免临时性检修,延长使用寿命。新的或大修后的配电变压器投入运行前,除外观检查应合格外,还应有出厂实

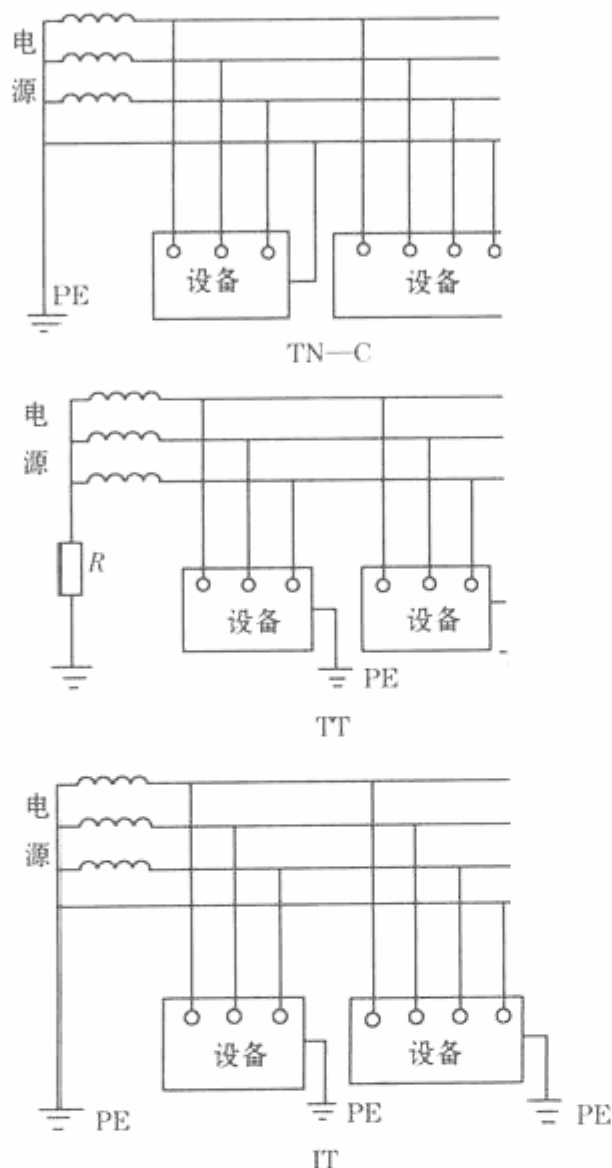


图 7-20 配电变压器接地系统形式

现场对下列项目进行检查:外壳接地是否良好,接
 路,用接地摇表测量接地电阻是否合格;油面是否正
 见象,高、低压套管及引线是否完整,螺丝是否松动;
 孔是否畅通;无载调压开关的位置是否正确;高、低
 合适。用 1 000 ~ 2 500 V 兆欧表,测量变压器的一次
 二次和二次对地的绝缘电阻是否在允许值以内。应
 压器停运满 1 个月者,在恢复送电前应测量绝缘电阻,
 投入运行。变压器线圈绝缘电阻值可参考表 7 - 3

表 7 - 3 变压器线圈绝缘电阻的允许值

kV	变压器的工作 状态	线圈在以下温度(℃)时的绝缘电阻值(MΩ)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
3 ~ 10	新装或检修后	900	450	225	120	64	36	19	12	8	5
	运行中的	600	300	150	80	48	24	13	8	5	4

为了保障变压器的安全运行和操作者的安全,在操作高、低压
 熔断器和刀开关时要严格按照安全规程进行,其操作的顺序一定
 不要颠倒。为了防止引起弧光短路及电弧烧伤事故,不允许带负
 荷拉合高压跌落式熔断器开关。合跌落开关时,不可用力太猛,当
 保险管与鸭嘴距离为 80 ~ 110 mm 时,再适当用力合上。雷电时严
 禁进行操作,雷雨过后还要进行检查。

1. 配电变压器电压分接开关的切换 在用电当中如发现用
 电电压偏高或偏低,都要调整电压,通常是靠调节配电变压器分接
 开关的位置,来保证变压器的输出电压在合理范围内。操作分接
 开关时必须先停电,并采取安全措施,确定变压器无电后进行。先
 旋出风雨罩上的固定螺丝,取下风雨罩。切换调整分接头前,应看
 清分接头的位置标志,分清挡位。一般配电变压器有 3 个挡位:2
 挡代表配电变压器的额定电压;1 挡代表较额定电压增加 5%;3
 挡代表较额定电压降低 5%。如果想使配电变压器的输出电压升

高,则将变压器的分接开关有 2 挡调至 3 挡;否则,调至 1 挡。因分接开关长期在油中,触头易产生氧化膜或有油污堆积,造成电压分接开关换挡后接触不良,导致局部发热;严重时烧毁变压器。因此,在调整电压分接开关挡位时应分别向正、反方向各转动 1 周,以消除动、静触头上的氧化膜和油污。然后把分接头固定在所需要的位置,确定位置正确后锁紧定位销。

电压分接开关每次换挡调整以后,为了检查内部接触情况;必须用电桥或欧姆表测量直流电阻。因为分接开关的接触部分在运行中可能被烧伤,长期不用的分接头也可能产生油泥、氧化膜,弹簧也可能因年久失去弹力及在调整时形成空挡等,从而使电阻增大,运行中发生放电、分接头发热等故障损坏变压器。

测量配电变压器绕组直流电阻时,应依次测量分接开关在各个挡位时主相绕组的直流电阻,并作好记录,应将测得的直流电阻与前一次测量值进行比较,还应与历次的测量数据进行校核,差别应不大于 2%。

判断配变绕组直流电阻是否正常的标准是,各相绕组中的电阻相互间的差别不应大于三相平均值的 4%,三相线间直流电阻的差别一般不大于三个绕组线间平均值的 2%。若测量中超出范围,应进行检查和处理,及时发现和排除分接开关的故障。

2. 配电变压器电压的运行方式

(1)空载运行:是指变压器一次侧接通电源,二次侧开路,没有负荷电流。空载时一次侧的电流叫空载电流,一般为额定电流的 3%~8%。空载运行的变压器,相当于一个带铁芯的电感绕组。一次侧的空载电流主要用来产生磁场,它需要电网供给的主要是无功功率。

例如,1 台 10 kV、SL7 系列 100 kV·A 的配电变压器,空载时每天约消耗电 8 kW·h。另外,空载时的无功损耗是有功损耗的 10 倍,约占总容量的 5%。无功功率损耗大还会造成线路的功率因数降低,使线路损耗增大。因此,空载时最好把变压器停掉,以

节约电能。

(2) 负载运行: 变压器一次侧接通电源、二次侧接上用电设备等负载运行叫做负载运行。变压器在额定负载下运行, 不超过允许的温升, 使用年限在 20 年以上。一般情况下, 要调整好用电时间, 尽量避免变压器的过载运行。特殊情况下, 运行中变压器在几个小时内的较短时间里, 允许过载 15% 左右, 但不要超过 30%。

变压器在负载运行中, 还应注意三相用电负荷的平衡情况。当变压器的三相负荷分配不平衡时, 在较大的一相中, 变压器的绕组会产生局部过热现象, 致使该相的绝缘损坏。同时, 三相电流不平衡还会引起电压的不平衡, 在三相电压中会出现高于或低于额定电压的现象, 影响用电设备的正常工作。

(3) 并列运行: 如果 1 台变压器的容量不能满足用电负荷的需要, 可以将 2 台变压器并联使用。当负荷小时停用 1 台变压器, 以减少用电损耗, 节约运行费用。所谓并列运行, 就是将 2 台或数台变压器的一次侧接到共同的电源上, 二次侧均接到共同的母线上一起向负载供电, 如图 7-21 所示。

为保证变压器并列运行的安全、经济, 在空载时各变压器间不应有环流, 当带上负载后又能按各变压器容量的大小分配负荷, 配电变压器并列运行应符合下列条件:

1) 变比相同: 并列运行的变压器, 其一次侧的额定电压和二次侧的额定电压分别相等。如果变比不等, 相应的二次电压就会产生一个电位差, 从而在绕组中产生环流, 严重者将烧毁变压器绕组。但要使并联运行的变压器的变比完全相同也是比较困难的, 所以现行规程规定变比允许相差 0.5% (指电压分接开关置于同一挡位的情况), 即在变压器二次侧允许有 2 V 的误差。应当特别注意的是, 应将并列运行的配电变压器电压分接开关置于相同的挡位上。

2) 接线组别必须相同: 如果接线组别不同; 两台变压器二次侧的电压相位就不同。相差一个相别就会产生一个 30° 的相位差

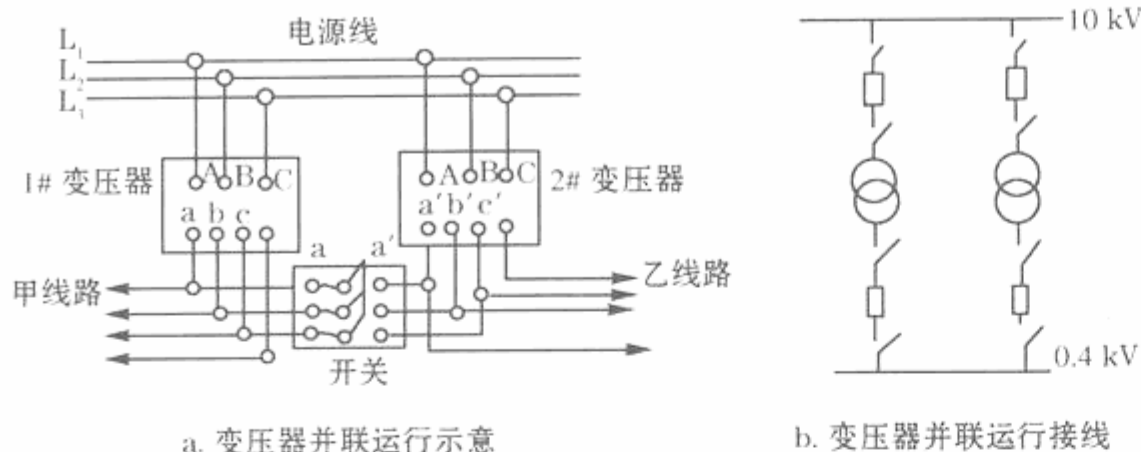


图 7-21 变压器并联运行接线图

(图7-22),这就使两台变压器的二次侧间产生电位差(电压),由于这个电位差的存在,使两台变压器的相应绕组中产生较大的环流,以致把变压器烧毁。

3) 阻抗电压相差不得超过 10% : 当阻抗电压不同时,虽然变压器二次回路不会有环流,但会影响变压器的负荷分配。因为阻抗电压的大小与负荷分配成正比,即阻抗电压小的变压器分配的负荷大,而阻抗电压大的变压器分配的负荷小,这样往往造成并列运行的变压器一台过载,另一台欠载的情况,所以变压器并列运行时,要求其阻抗电压之差不超过 10% 。

4) 容量比不得超过 3:1 阻抗电压的大小与变压器的容量有关,一般容量大的变压器阻抗电压大,容量小的阻抗电压小。又因并列运行的变压器其负荷分配与阻抗电压成反比,从而使容量小的变压器带的负荷大,造成一台过载,另一台欠载,容量相差越大,后果越严重。所以,两台不同容量的变压器并列运行时,变压器的容量之比不得超过 3:1 。

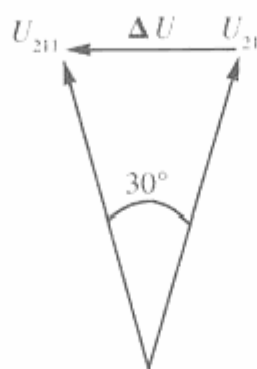


图 7-22 不同组别两台变压器副边电压相位差

5) 变压器并列前的核相实验: 变压器并列前应作核相实验, 其目的是检查变压器低压侧的相序和极性是否一致 (不要认为低压侧出线标志与实验完全相符), 以确保并列运行安全。

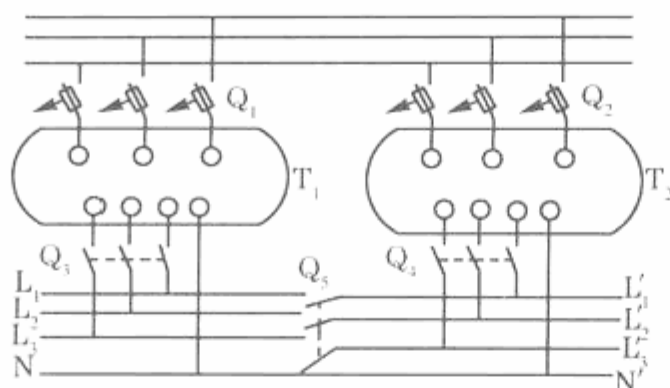


图 7-23 变压器并列运行连接示意

实验方法是, 先按图 7-23 所示接线, 各开关 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 都置于断开位置, 检查无问题可以接相线送电后, 按下列步骤进行核相实验: 先合上 T_1 和 T_2 的 Q_1 、 Q_2 开关, 若变压器无问题, 再合上 Q_3 、 Q_4 开关, 用交流 500 V 电压表 (或万用表交流电压挡) 测量各变压器低压侧的相电压和线电压, 如无问题, 三相电压对称, 再测量 Q_5 两端 $L_1-L'_1$ 、 $L_2-L'_2$ 、 $L_3-L'_3$ 间的电压。当这些电压为零或极小 (2 V 左右) 时, 说明相位一致, 方可将 Q_5 开关合上, 实行并列运行。若测得 Q_5 两端间电压很大, 说明接线相序不对, 相位不同, 这两台变压器不能并列。应检查处理后再核相实验, 直至达到要求后才能并列运行。

三、变压器运行中常见故障处理技术

1. 注意变压器的声音 变压器在正常运行中, 由于交变磁通的影响, 硅钢片会发出均匀的“嗡嗡”声, 它与电压和电流的大小、三相负载是否平衡等有着直接的关系。一旦变压器出现故障, 声音就会变大; 并且伴有噪声。因此, 可以根据变压器运行的声音来判断运行的情况。

2. 油位的高低和油色的检查 变压器的正常油位, 应在油枕的上、下油位线之间波动。油位过高或过低, 都不是正常现象。变压器过载时, 油会受热膨胀, 使油位升高, 这时应检查电流过大的原因; 变压器漏油时, 油位下降, 当下降到箱盖以下时, 会加速油的

老化或其受潮。当绕组露出油面时,会使绝缘性能降低,容易造成相间或对地击穿漏电。当油位低于散热管的上口时,油就停止流动,不能散热,使温度升高,以致烧毁绕组。变压器运行后,变压器油正常的颜色呈浅红色或深黄色,如果油质劣化,颜色就会变暗,并有不同的颜色。如油色发黑,则说明油炭化严重,不宜继续使用。变压器油的油质检验应每隔3年1次。

3. 温度的监视 变压器正常运行时的上层油温不应超过 95°C ,平时不要超过 85°C ,温升不得超过 55°C ;变压器温度太高的原因,除制造不良外,还可能是变压器过负荷、散热不良或内部故障所引起;对于没有温度计的变压器,可以用水银温度计贴在变压器外壳上测量温度;一般不能超过 75°C 。变压器在运行中超过了额定电流就是处于过负荷运行。变压器长期过负荷运行会使温度升高,绝缘性能变差,减少变压器的使用寿命。

4. 高压熔丝是否正常

(1) 变压器低压熔丝熔断的可能原因是:①地埋线、低压架空线短路;②变压器过负荷;③用电设备的绝缘损坏或短路;④熔丝选择过小、熔体本身质量不好、熔丝安装不当等。

(2) 变压器高压熔丝熔断的可能原因是:①变压器绝缘击穿等内部故障;②低压设备发生故障,但低压熔丝未熔断;③如果避雷器装在户外跌落熔断器和变压器之间,落雷后也可能把高压熔丝熔断;④熔丝选择过小、熔体本身质量不好、熔丝安装不当等发现熔丝熔断。应根据事故现象查明原因,排除故障后,才可以把熔丝换好重新投入运行。

第八章 低压配电装置及其 安装维护技术

第一节 配电装置的组成及选用

一、配电装置的组成

由变压器、配电盘等组成的装置称为配电装置(图8-1)。

大电网的电是通过输电线路经几级降压,以10 kV高压配电进变电台区,变为用户所需的电压(220/380 V)进入配电盘(或配电屏),再经继电保护、监视仪表和计量仪表及串联的控制开关,由配电线路(架空或地埋线)把电能分配送到末端用电点,如企业加工、机井抽水、农副产品加工、千家万户的照明及家用电器等。

二、配电装置的安全要求

接收和分配电能的装置叫做配电装置。配电装置中的某些设备,如开关、测量仪表等根据需要而组装在一个铁制柜中,构成成套配电装置,这叫配电盘或开关柜。配电设备较少时,常做成配电箱。在配电变压器的低压侧应设置专用配电室;小容量的配电变压器可设置配电箱;排灌专用配电变压器不专设配电室,可将配电装置安装在机泵房中。

对低压配电室及配电装置的要求:

(1)配电室净高:采用架空进线为3.5 m,采用电缆进线为

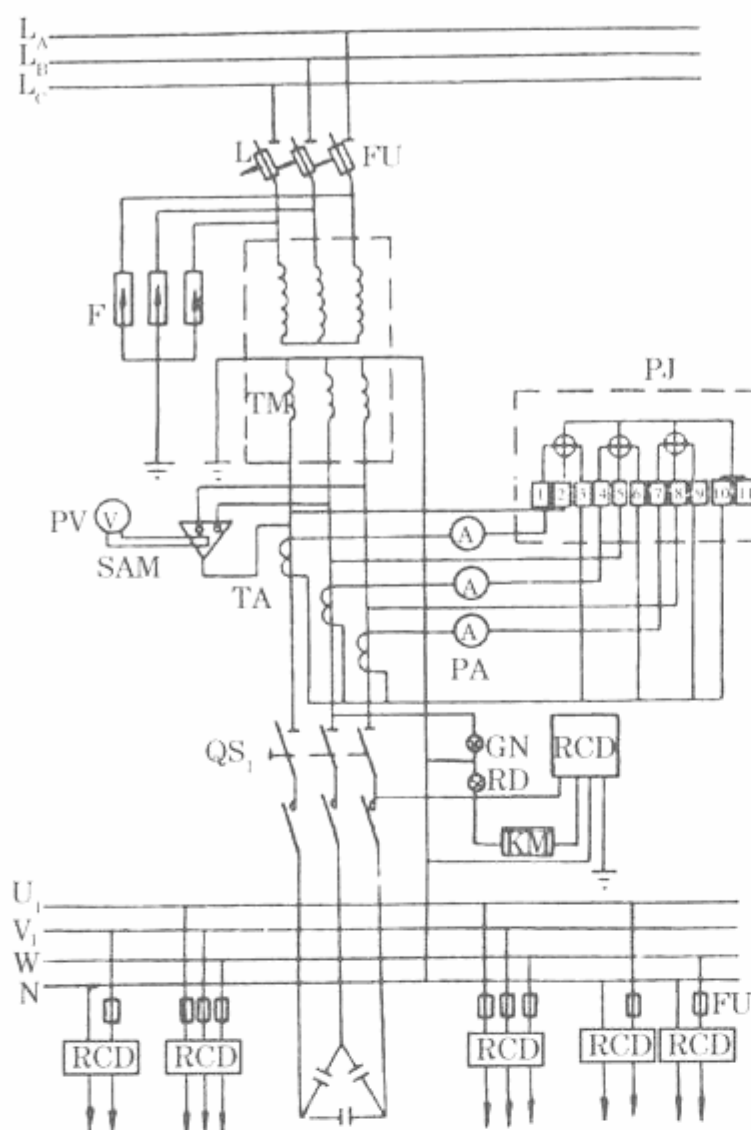


图 8-1 配电变压器及配电装置接线

3 m。门向外开,宽度不小于 1 m。

(2) 低压配电盘的正面的操作通道宽度:单列布置为 1.5 m;双列布置为 2 m。盘后维护通道的宽度不小于 0.8 m。盘的侧面到墙作为维护通道,也不应小于 0.8 m。

(3) 对配电室的引线要求为:

- 1) 引入线与引出线宜采用电力电缆线或地埋线。
- 2) 架空线采用绝缘导线,对地距离不小于 2.5 m。
- 3) 导线穿墙部分应套绝缘管。

4) 导线支架可用 $60\text{ mm} \times 60\text{ mm}$ 的方木或 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 的角钢。

5) 导线的截面积应按允许载流量进行选择,进线负荷电流按变压器额定电流的 1.3 倍计算,引出线负荷按分路最大工作电流计算。

6) 配电盘上裸母导线对地面的距离不小于 1.9 m ,不同带电部分之间的距离不小于 50 mm 。

三、低压成套配电装置的分类与型号

一般说来,低压成套配电装置可分为配电屏(盘、柜)和配电箱两类,具体地说,按其控制层次可分为配电总盘、分盘和动力、照明配电箱。总盘上装有总控制开关和总保护器;分盘上装有分路开关和分路保护电器;动力、照明配电箱内装有所控制动力或照明设备的控制保护电器。总盘和分盘一般装在低压配电室内;动力、照明配电箱通常装设在动力或照明用户内(如车间、泵站、住宅楼)。

低压配电屏的结构是敞开式的,它由薄钢板和角钢制成。盘顶放置低压母线,盘内装有低压开关、闸刀、熔丝及有关表计。常用配电屏的型号有 BDL(靠墙式)、BSL(独立式)、BFC 型(防尘抽屉式)。型号字母的含义是:B 为低压配电屏;S 为双面维护;L 为动力;D 为单面维护,F 为防尘式;C 为抽屉式。字母后面的数字表示产品设计序号。

低压配电箱相当于小型的封闭式配电盘(屏),它一般供 $1 \sim 2$ 间房屋或户外的动力和照明配电用。内部装有开关、刀闸、熔丝等部件,其尺寸大小不同,视内装部件的多少而定。

低压配电装置的电气性能:

(1) 额定电压: $380/220\text{ V}$ 。

(2) 动稳定电流: 15 kA , 30 kA 。

(3) 工频试验电压: $2\ 500\text{ V}$ 。

(4) 低压侧总保护设过流及速断保护。低压出线自动空气开关

的过流保护及短路速断保护装置是发生短路故障的第一级保护。

(5) 过负荷保护:各出线负荷过载时,自动空气开关的热元件保护动作。

(6) 装有电压表、电流表、功率因数表。在低压计量箱内装有有功电能表和无功电能表及电接点压力式温度计。

(7) 为防止变压器温升过高,箱变增设了仪表排风扇,其控制元件为一电接点压力式温度计 WYZ—288,能根据室内温度,自动开闭电风扇。

(8) 无功功率自动补偿:箱变内装有无功功率自动补偿柜。由于箱变容量不同,以及用户对功率因数补偿要求数值不同,电容器安装容量不同。选用的电容器为塑料金属化膜电力电容器,适用于三相、单相交流、低压电力系统,作为补偿感性无功消耗之用。电容的投入与切除由无功功率自动补偿控制器控制。控制器可根据负载的功率因数自动投切。还可自动控制在电网电压高于额定值的切除电容器和在低负荷的拒绝投入电容器。

四、配电屏的选择

低压配电屏的选择主要包括配电屏型号的选择、电路方案的选择和电气设备型号和容量的选择。为使配电屏选择的合理或自行制造出合适的配电屏,必须根据实际需要做好配电装置的设计工作。

配电装置的设计,一般按以下步骤进行:

1. 确定配电屏出线的控制保护方案 首先要摸清本配电区的用电情况。根据负荷分布情况及近期发展规划,确定三相三线或三相四线等供电方式。

各路出线确定后,可根据各路出线所带的负荷的大小、线路的长短和对供电可靠性的要求等情况,确定各路出线的控制、保护方案,线路较长、负荷较大的分路,一般装设分路隔离开关和分路自动开关;线路较短、负荷较小的分路,可用负荷开关(带灭弧罩的开

关)和熔断器作分路的控制和保护。

2. 确定配电屏进线的控制与保护方案 在配电屏出线及其控制、保护方案确定后,便可根据出线路数的多少、各出线的控制、保护方式和配电变压器容量的大小,确定配电屏的进线及其控制、保护方案。

分路较多、变压器容量较大时,应装设总隔离开关和总自动开关;分路较少、变压器容量较少时,可用隔离开关和熔断器作总开关和总保护。

配电变压器容量较少、低压线路较短、分路较少且未装设漏电开关保护时,应装设带有或配有漏电保护的总自动开关。

第二节 配电屏的安装及维护技术

一、配电屏的安装要求

1. 配电屏的屏面 配电屏的屏面应光滑并进行涂漆处理,框架应牢固。屏面上的设备应安排合理,配线应整齐美观。仪表和指示灯应安装在配电盘的上部,以利于监视及避免损坏;开关应设置在中部,以利于操作;较重的电气设备设置在下部,以使配电盘稳定;其他设备放置在接线较短处。在配电屏屏顶上固定的裸铝母线,应涂以黄、绿、红、黑等颜色作分相标志,各设备间的距离应符合安全要求,见表 8-1。

表 8-1 配电屏上设备的排列最小间距(mm)

设 备 名 称	上下间距	左右间距
仪表与仪表	—	60
仪表与线孔	80	—
开关与仪表	—	60

续表

设 备 名 称	上下间距	左右间距
开关与开关	—	50
开关与线孔	30	—
线孔与线孔	40	—
互感器与仪表	80	50
瓷插式熔断器与其他设备	—	30
指示灯、熔断器、小开关之间及其他设备之间	30	30
设备与箱盖	50	50
线孔与箱壁	30	30

2. 配电屏上导线与开关

(1) 导线: 配电屏的引入线和引出线的长度要留有适当的余量, 以便检修。二次回路应采用绝缘导线, 截面积: 铜线不小于 1.5 mm^2 ; 铝线不小于 2.5 mm^2 。配线布置应横平竖直, 整齐美观。配线穿过木盘应套管头, 穿过铁盘应套上橡皮护圈, 以保持绝缘良好。

(2) 开关: 开关应垂直安装, 开关的上端接电源, 下端接负载, 切不可接反, 且相序应一致。各分路应标明分线路名称。交流接触器的可动部分及闸刀开关的刀片不得带电。

3. 配电屏的接地 配电屏的屏面、配电屏上电器的金属外壳及金属构架等, 应做好保护接地, 接地电阻不得大于 4Ω 。中性点直接接地系统中的零线, 应在引入线处进行重复接地, 以达到可靠的保护接零。

4. 配电屏的装设 配电屏的安装高度要适当。一般仪表和指示灯距离地面 $1.5 \sim 2 \text{ m}$, 配电屏明装在墙上, 屏底距离地面为 1.2 m 左右; 配电屏安装在立式铁架上, 屏顶距离地面为 2.1 m 左右。安装位置以安全、便于观察和检修为原则。

5. 对配电箱的要求 对配电箱的要求与配电盘相同。另外,

配电箱应设门,门的大小视配电箱的大小而决定。如果箱子较宽,则可开成对门。木制配电箱根据需要可在盘板前后加包铁皮,以防电火。户外的配电箱应有防雨设施。

二、配电屏的组成

图 8-2 所示的为一配电屏的配电接线图,其屏面的布置如图 8-3 所示。在图 8-2、图 8-3 中,V 为电压表;A 为电流表;PPA 为三相和单相有功电能表; S_1 、 S_2 、 S_3 为指示灯开关,QK 为胶盖闸刀开关,FU 为熔断器; P_1 、 P_2 、 P_3 为指示灯;TV 为电流互感器。

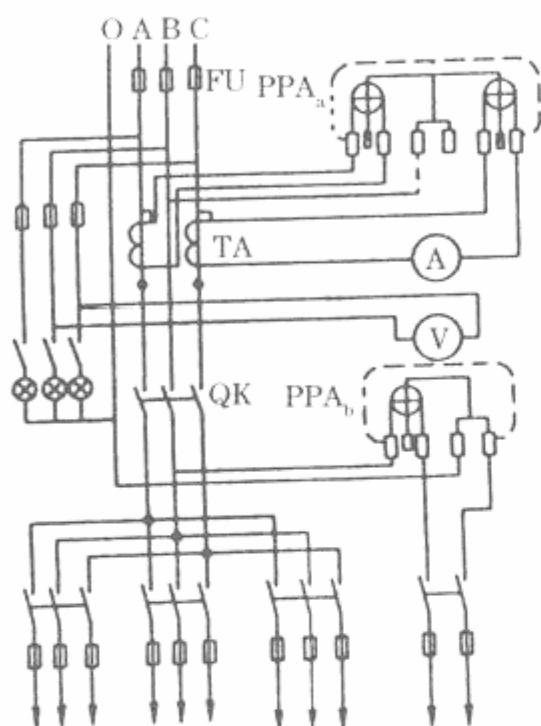


图 8-2 配电屏的接线

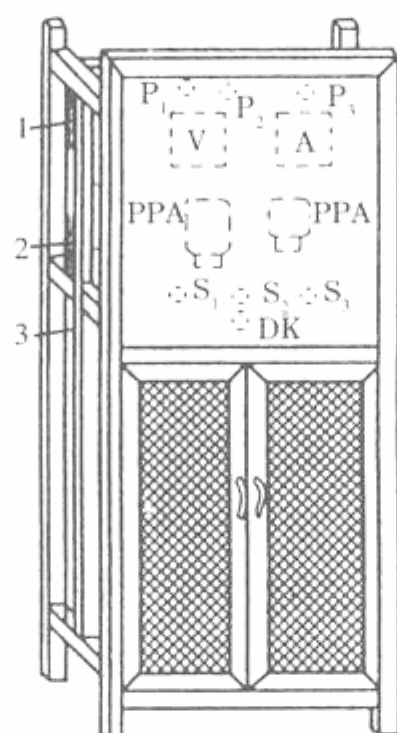


图 8-3 配电屏的结构及外形布置

1. 横板,安装熔断器用 2. 横板,安装电流互感器用 3. 装板,安装闸刀开关用

图 8-4 所示为一照明配电盘板布置图,配电盘共分上下两层,上层安装仪表及开关、指示灯,下层安装熔断器,在配电盘后面的横担安装电流互感器。

图 8-5 所示为一户外配电箱的布置图。图 8-6 所示为变压器台配电箱安装图。

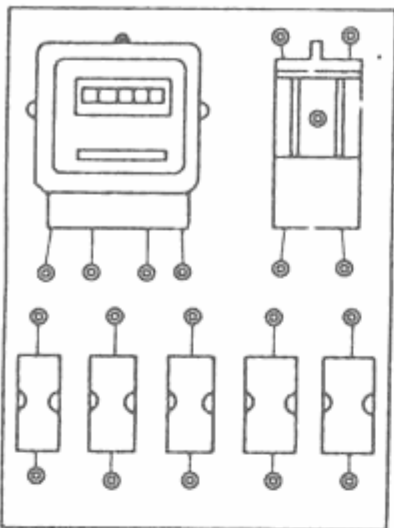


图 8-4 照明配电盘的盘面布置

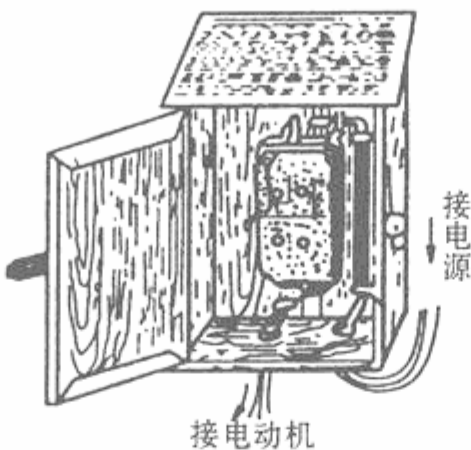


图 8-5 户外配电箱形状

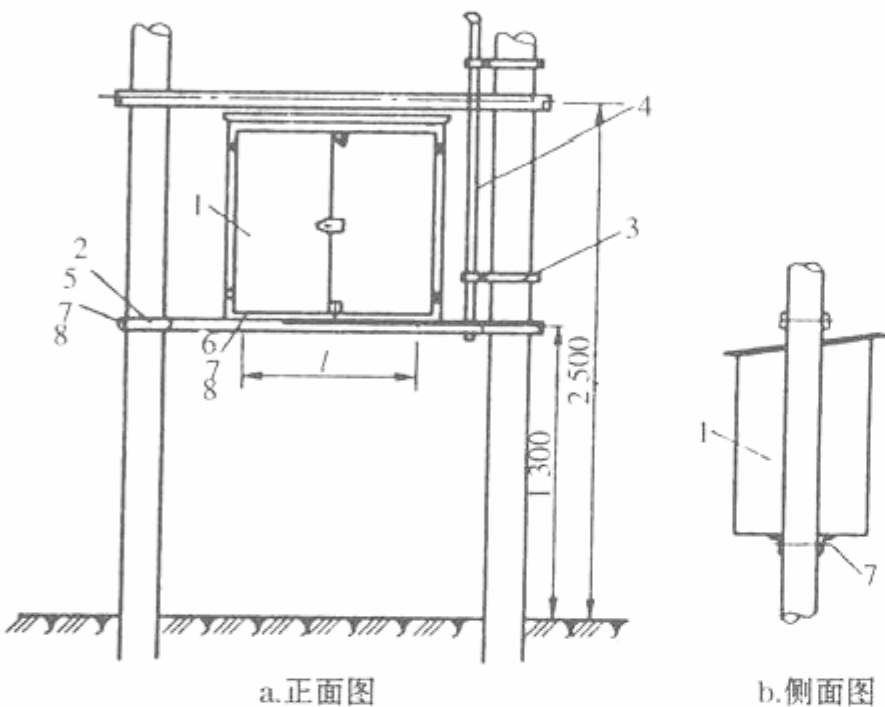


图 8-6 变压器台配电箱安装示意 (mm)

注:图中材料见表 8-2。

表 8-2 图 8-6 中对应的材料

序号	名 称	规 格	单位	数量	备 注
1	配电箱		个	1	由工程设计定
2	配电箱托架担	$<50 \times 5 \times 2865$	根	2	

续表

序号	名 称	规 格	单位	数量	备 注
3	引线管固定抱箍		个	2~3	
4	电线管	带防水弯头	根	1	
5	方头螺栓	$\phi 16 \times 280$	个	4	
6	方头螺栓	$\phi 16 \times 35$	个	4	
7	螺母	$\phi 16$	个	8	
8	垫圈	$\phi 16$	个	8	

三、配电箱的安装与配制

1. 安装配电箱箱体 配电箱分为明装箱和暗装箱两种。明装配电箱是一个封闭的箱体,箱上、箱下留有接线管用的孔。暗装箱分为箱体和前面板两部分,在施工时先装箱体,安装好箱内设备再装前面板。配电箱需按图纸要求预先定制,安装时对号入座。

在施工预埋阶段,先在配电箱位置预留出孔洞并预埋好线管,在内墙抹灰前要完成配电箱箱体安装工作。

配电箱安装时,先按图纸上的安装高度截断预留孔洞中下部的管子,铁管要留出插入箱内部分的长度,PVC管则要短些;要考虑到加装进箱接头的长度。上下贯通的管子下部截断后,再按箱体尺寸,向上截去洞中部分管子,但应注意预留长度。

暗装配电箱上一般没有孔。管子截断后,把箱体放入预留洞中,摆正,测量其高度是否正确,箱口平面要凸出墙面 10 mm,对好后;在箱上、箱下分别画出开孔位置,用手电钻或液压开孔器进行开孔。

把开好孔后的配电箱装入墙上预留的洞中,预埋线管为 PVC 管的用进线盒接头与配电箱连接,线管为钢管的用焊接方法与配电箱焊接好,并焊好跨接地线。用水泥砂浆把配电箱固定好。箱

体一定要放正,侧边线要垂直,箱口平面要与墙面平行,并凸出砖墙 10 mm。

2. 配电箱的配制 在室内电气线路中,通常将照明灯具、电热器、电冰箱、空调器等电器分成几个支路,电源火线接入低压断路器的进线端,断路器的出线端接电器,零线直线接入电器,每个支路单独使用一只断路器,如图 8-7 所示。这样,当某条支路发生故障时,只有该条支路的断路器跳闸,而不影响其他支路的用电。必要时也可单独切断某一支路。安装好后的配电箱外壳需要接地。安装好的配电箱如图 8-8 所示。

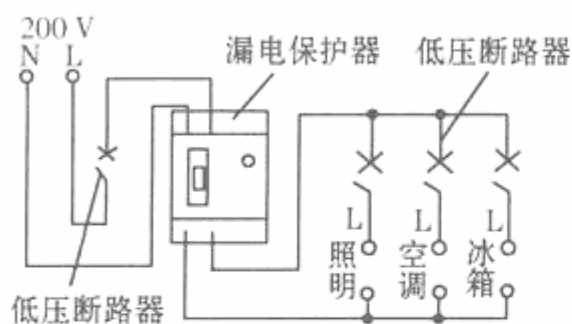


图 8-7 配电箱接线

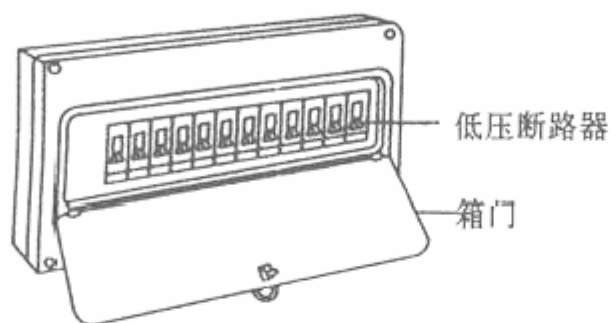


图 8-8 配电箱形状

四、低压配电屏的安装技术

(1) 多台开关柜的排列方式有单列的和双列的两种,如图 8-9 所示。双列的开关柜体操作面以相对排列为原则,但排列方式和排列的方向必须充分考虑到操作通道和维护通道的宽度、母线的合理走向和各路馈线的走向等因素。

(2) 操作通道的净宽分为 1.5 m(装在柜内的除外)和 2 m(双列分布的)两种,单列分布的维护通道净宽应大于 0.8 m,要求通道的净高不低于 1.9 m。

(3) 柜与柜之间应装隔板。配电设备的裸导电体部分对地不应低于 2.40 m,低于 2.40 m 时应加装护网(装在柜内的除外)。

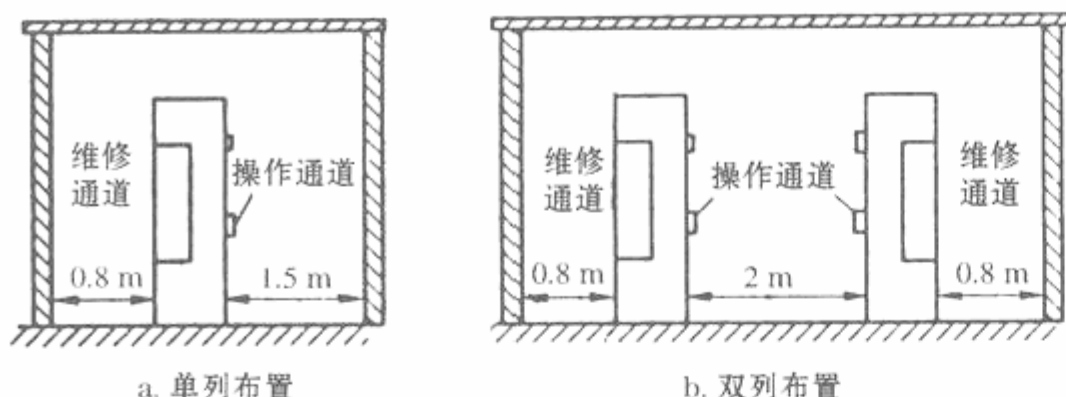


图 8-9 低压配电屏(柜)布置形式

网状遮栏可采用孔不大于 $20\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ 的铁丝网,至裸导电体距离不应小于 225 mm ;无孔板或遮栏可采用铁板或绝缘板,至裸导电体的距离不应小于 155 mm 。配电柜和由金属材料制成的遮栏,必须进行可靠的接地。

(4)如果馈线采用的是电缆,则柜底下的地面应预先开好电缆沟;如果是架空线路馈出的,应预先装好角铁支架,并使支架位置处在便于与柜内馈出线端连接。

五、配电装置的运行与维护

1. 配电装置的巡视检查 对配电盘、户外配电箱也应同架空线路一样进行定期或特殊巡视检查,应做好记录。如果有严重危及人身或设备安全的情况,应立即停电进行检修,修复后再送电。一般问题列入检修计划,在定期维修时加以解决。巡视检查的内容有:

(1)配电盘、配电箱有无损坏,配电箱的门、窗是否完整,配电室、箱是否漏雨。

(2)仪表、开关、指示灯及熔断器有无损坏,仪表指示是否准确,开关接触是否良好。

(3)各接点是否良好,有无松动、发热和烧坏现象。

(4)导线有无损坏。

(5) 剩余电流保护器动作是否灵敏。

(6) 各紧固件有无松动现象等。

2. 配电装置的维修 维修之前应做材料、工具等方面的准备工作。主要维修内容有:

(1) 维修配电室和配电箱的损坏处,如盖、门窗等。

(2) 清除配电室的内配电盘与配电箱的灰尘。

(3) 修理或更换损坏的仪表、熔断器、开关及接线端子等电气设备与零件。

(4) 拧紧松动了的螺钉,更换或上紧各部接线端子。

(5) 修理或更换损坏了的绝缘导线等。

第三节 电能计量装置安装技术

一、电能计量装置组成及安装方法

电能计量装置,是通过电能表等对用户消耗的电能进行计量的一种电气装置。低压用户的计量装置主要有总熔断器盒和电能表两大部分组成。较大容量的,凡任何一相的计算负载电流达 120 A 的,则应加装电流互感器。

1. 总熔断器盒的作用

(1) 在计量装置以后各级的保护装置失效时,能有效切断电源,防止故障扩大而影响其他用户正常用电。

(2) 起限定电流作用,能防止用户扩大用电量而造成过载事故。

(3) 隔离电源,保障维修安全。

2. 进户总熔断器盒的组成及要求

(1) 进户总熔断器盒的组成由熔断器、接线桥和封闭盒等部分组成。分单相和多相,按用电性质和用电量大小选用。铁壳单相式的常用规格见表 8-3,铁盒单相式的常用规格见表 8-4。

表 8-3 铁壳单相式进户总熔断盒规格

规格 (A)	配用木台尺寸(宽×高×厚)(mm)				熔断器盒 实际尺寸 (宽×高)(mm)
	1 个	2 个	3 个	4 个	
200			600×600×20		175×352
100		440×320×20	660×320×20		206×290
60	160×250×20	320×250×20	480×250×20		145×220
30	120×190×20	240×190×20	360×190×20	480×190×20	116×166
10	100×140×20	200×140×20	300×140×20	400×140×20	95×116

表 8-4 铁盒单相式进户总熔断器盒规格

熔断器盒型号	熔断器盒实 际尺寸(宽× 高)(mm)	配用木台尺寸 (宽×高×厚) (mm)	允许安装熔断器数量(个)					
			10A	30A	60A	100A	100A 以上	中性线 接线桥
I	500×500	600×600×20					3	
II	450×330	550×400×20		3		3		1
				12				1
III	290×310	320×360×20				3		1
				1	3			1
				5				1
			8					1
IV	160×190	190×240×20	1	1				1
			3					1

(2)进户总熔断器盒的技术要求:

1)每只电能表要单独安装一组用户进户总熔断器,并封装在规定的熔断器盒内。

2)一个进户点供一个用户使用的总熔断器盒应安装在进户点的户内侧;一个进户点供多个用户使用的,除在进户点户内侧安装总的熔断器盒外,还需安装分户的总熔断器盒(图 8-10)。这种安装形式适用于宿舍楼、公寓和大厦等。

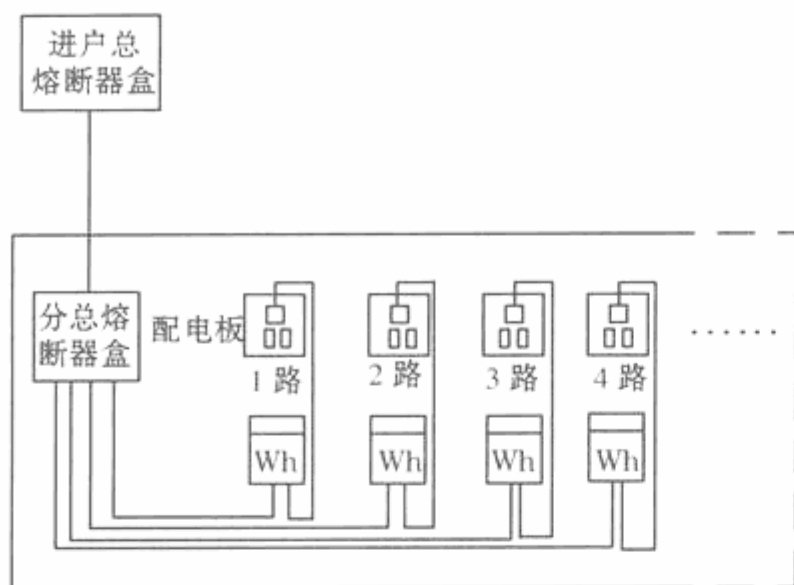


图 8-10 加装分户总熔断器盒的安装布置示意

3) 中性线不允许接在总熔断器盒的熔断器中,应接在接线桥上;每根相线必须分别接进一个熔断器。

3. 进户总熔断器的安装方法

(1) I 型铁盒式的安装方法:进户反口瓷管要置于总熔断器上方离木台 100 ~ 300 mm 处。木台必须用四个 $\varnothing 12$ mm 膨胀螺栓固定在墙上。接线桥另用小木台装于总熔断器盒左侧(图 8-11)。

(2) II 型铁盒式的安装方法:进户瓷管与总熔断器的安装位置如图 8-12 所示,中性线的接线桥安装在总熔断器盒内,木台用四个 $\varnothing 12$ mm 膨胀螺栓固定在墙上。

(3) III 型和 IV 型铁盒式的安装方法:进户管应伸入总熔断器盒内,木台用三个长 50 mm 的木螺钉固定在木樑上,安装方法如图 8-13 所示。

(4) 铁壳式总熔断器盒的安装方法:100 A 以上三相四线进户的安装方法如同 I 型铁盒式;60 A 以下三相四线或单相两线进户的安装方法如同 II 型或 III 型铁盒式。

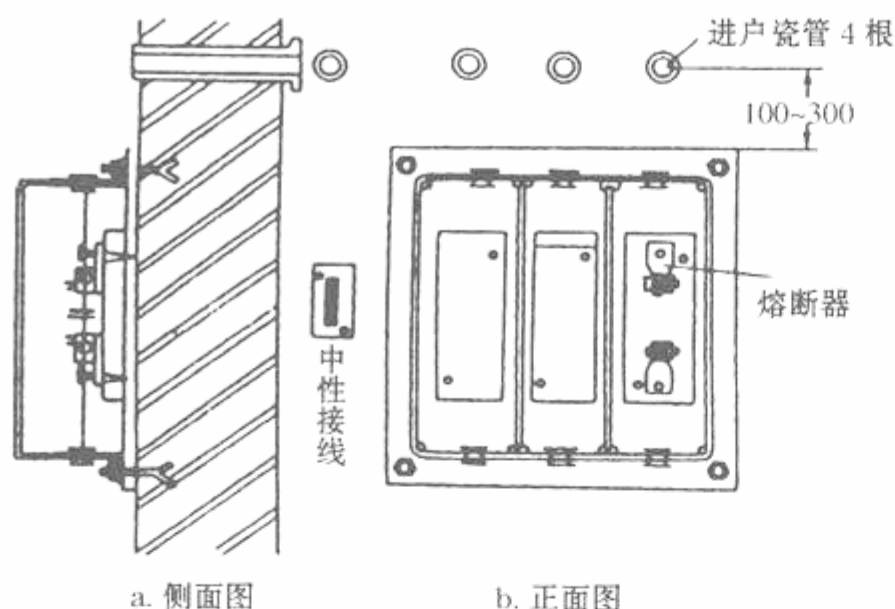


图 8-11 I 型铁盒式总熔断器盒的安装示意 (mm)

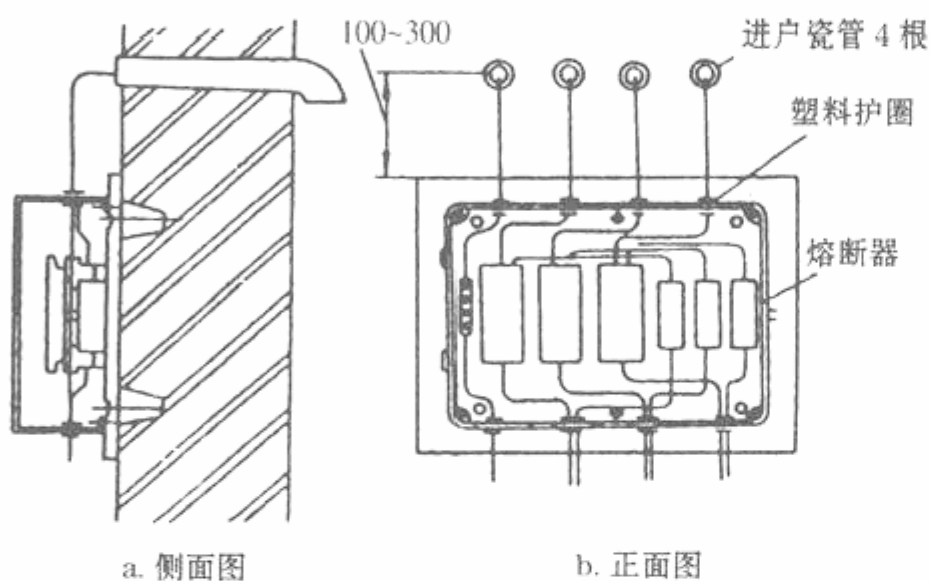


图 8-12 II 型铁盒式总熔断器盒的安装示意

二、电能表的安装方法

最常用的是交流感应式电能表。电能表按用途分为有功电能表和无功电能表两种,分别计量有功功率和无功功率;按结构分有单相表、三相三线表和三相四线表 3 种。用电量(任何一相的计算

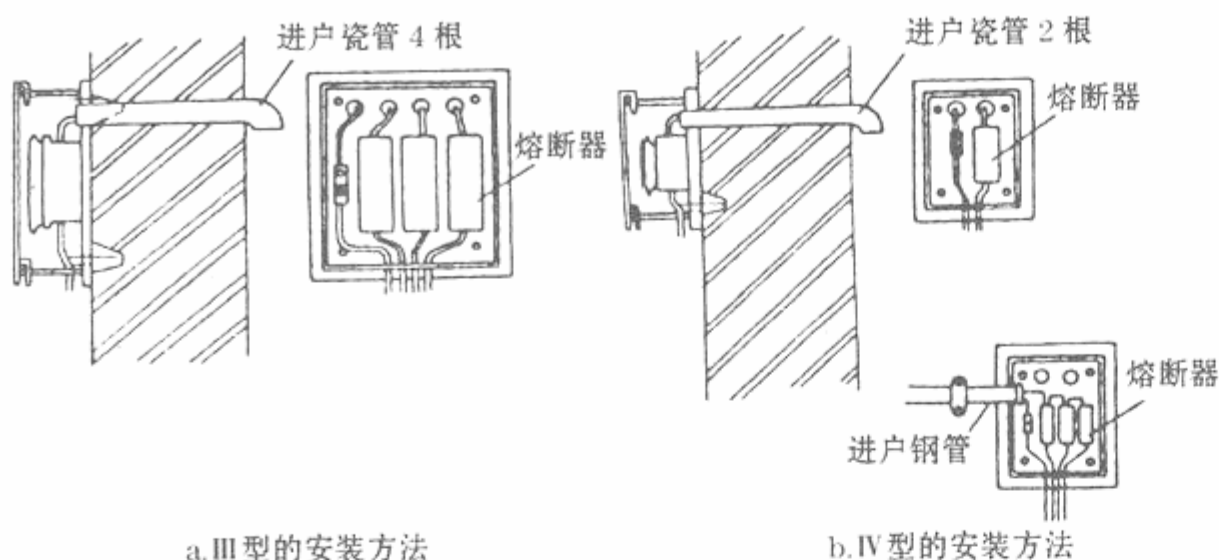


图 8-13 III型和IV型铁盒式总熔断器盒的安装示意

负载电流)超过 120 A 的,必须配装电流互感器;无功电能表的额定电流通常只为 5 A,使用时必须与电流互感器配合,分有三相三线的和三相四线的两种,额定电压分别有 100 V 和 380 V。

1. 电能表的安装要求

(1)电能表应装在配电装置的左方或下方。电能表(中心尺寸)要安装在离地 1.4 ~ 1.8 m 的位置上。并列安装多只电能表时,两表间的中心距离不得小于 200 mm。

(2)不同电价的用电线路应分别装表,同一电价的用电线路应合并装表,除成套设备外,一般不允许使用三相三线电能表。

(3)电能表的表位应尽可能按如图 8-14 所示的排列形式安装。

2. 有功电能表的安装方法

主要是接线方法,常用有功电能表的接线可参看第六章第四节相关内容。

3. 无功电能表的安装

用电量较大又需要进行功率因数补偿的用户,必须安装无功电能表来测量无功功率。无功电能表电压绕组的额定电压如果是 100 V 的,应安装电压互感器,把电网电压变到 100 V 后再接到无功电能表上。常见的无功电能表的接线方法如图 8-15 所示。

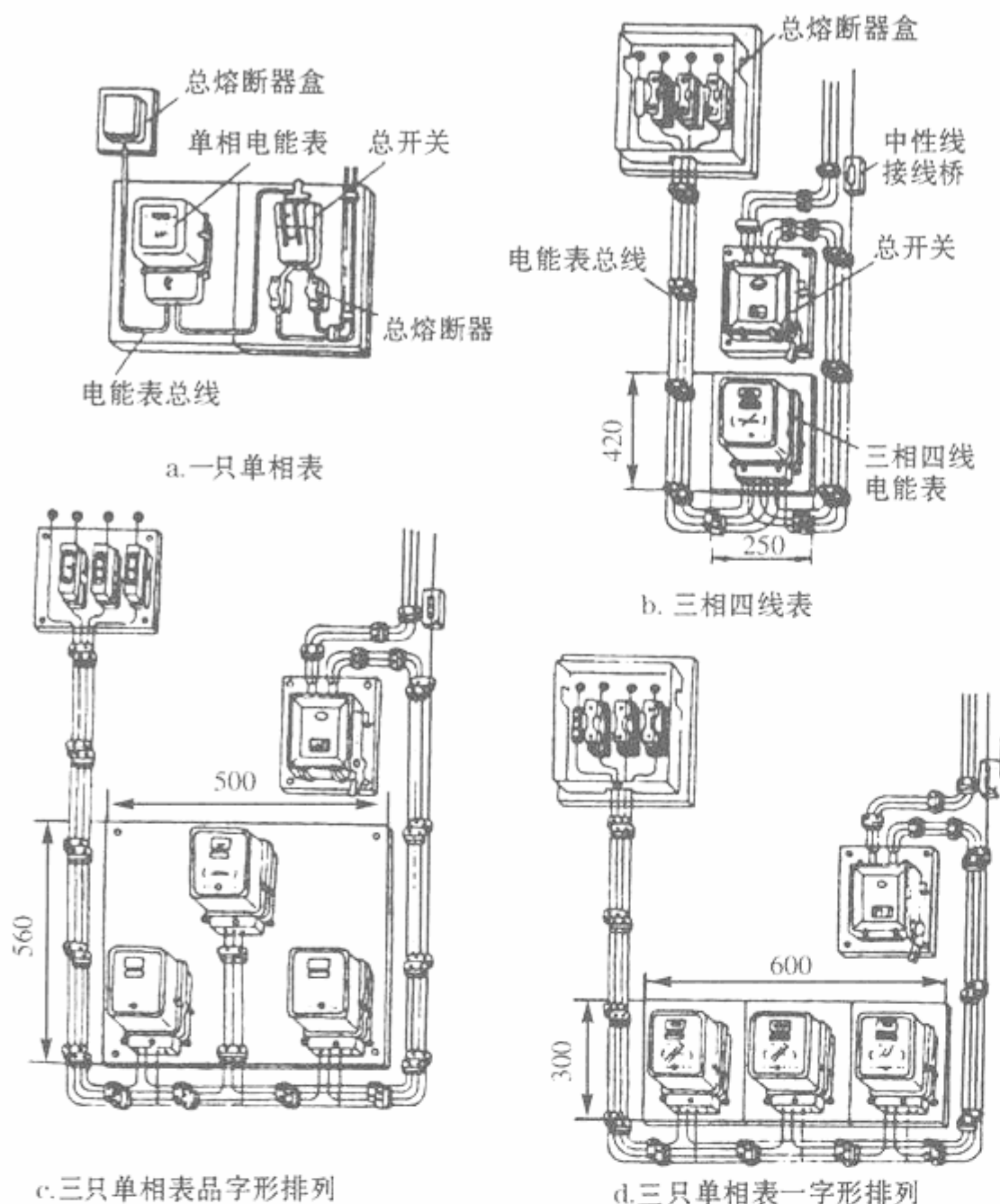


图 8-14 电能表安装表位排列方式

4. 电流互感器的安装 在任何一相计算负载电流超过 120 A 的用户计量装置中,把通过主回路的电流用电流互感器按比例变小,再由电能表进行计量;结算用电量时,把电能表的读数乘以互感器的变流倍数,即为实际耗电量。

下面介绍低压计量装置上电流互感器的安装。

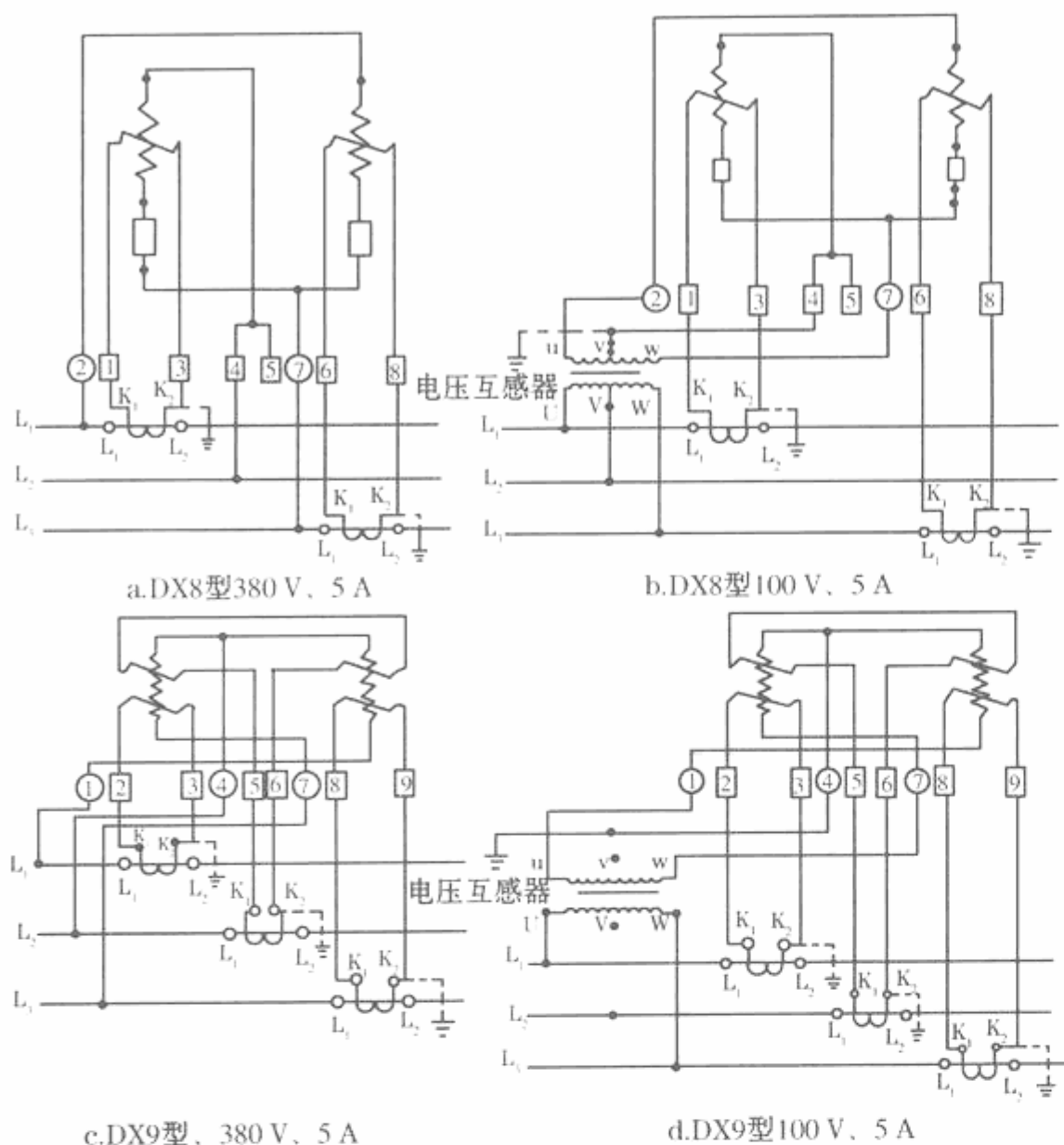


图 8-15 常见无功电能表的接线

(1) 与电流互感器一次侧连接时,可用铝芯导线或铝排;但与二次侧连接时必须用 1.5 mm^2 或 2.5 mm^2 的单股铜芯绝缘线且中间不得有接头,并应把进出线穿入电线管内加以保护。

(2) 电流互感器二次侧标有“ K_1 ”或“+”的接线端子要与电能表电流绕组的进线端子连接;标有“ K_2 ”或“-”的接线端子要与电能表电流绕组的出线端子连接,不可接反(在实际连接时,可先分别把三个电流绕组出线端子、三个 K_2 接线端子进行 Y 形连接,然

后把两 Y 形的中点用一根导线连接在一起)。电流互感器的一次侧接线端子分别标有“ L_1 ”(或“+”)和“ L_2 ”(或“-”),其中 L_1 接主回路的进线, L_2 接出线, 不可接反。

(3) 电流互感器二次侧的“ K_2 ”(或“-”)接线端子、外壳和铁芯接地都必须妥善而可靠。

(4) 电流互感器安装位置的排列如图 8-16 所示。

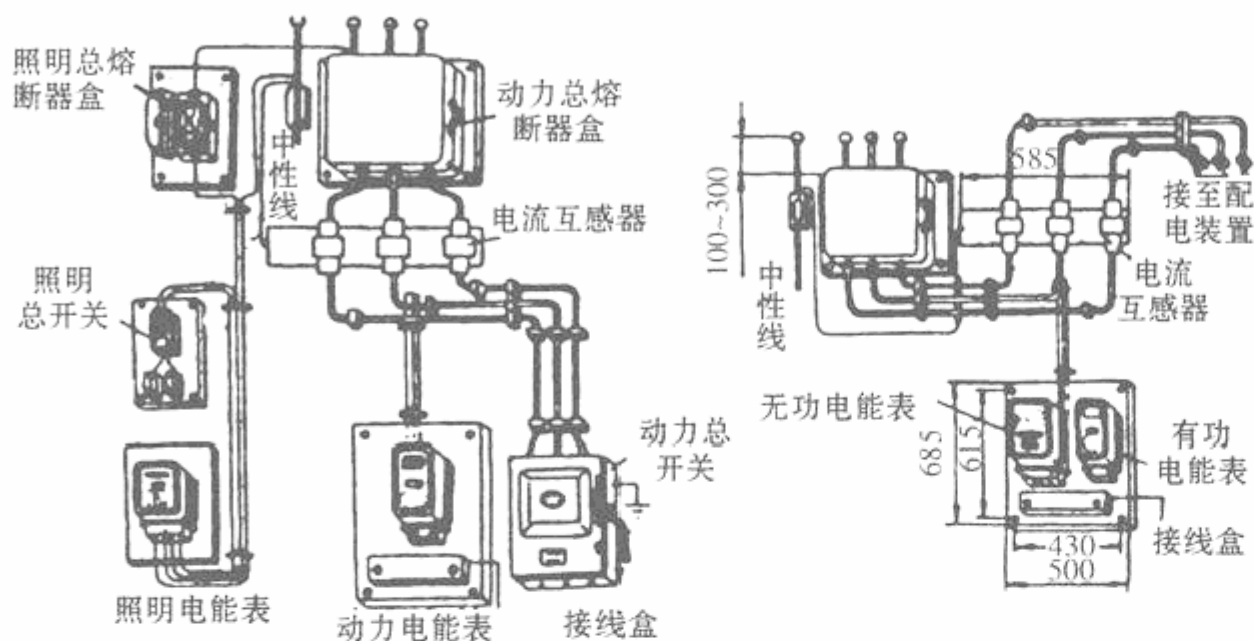


图 8-16 电流互感器安装位置的排列方式 (mm)

第九章 低压配电线路及其 安装维修技术

第一节 电力线路设计原则

电力线路是电流的传输通道。要建设、整改好线路,就得先设计后施工,做到心中有数,打有准备的仗,配合当时的路、林、街道建设,减少损耗以达到安全经济架设。

汽车运输有公路,火车行驶靠铁路,而电的流动路径在绘图中称为电路,在实际输送应用中叫电力线路。电力线路除有交流、直流之分外,按其作用分,110 kV 以上为输送电力线路,35 kV 以下为配电电力线路。按敷设方式分,有架空电力线路和沟槽地埋线路。一般按电压等级为:3 ~ 10 kV 为中压,35 ~ 330 kV 为高压,500 ~ 800 kV 为超高压,1 000 ~ 1 200 kV 为特高压;电压等级越高,输送电能相应也就越大。10 kV 以下的配电线路,为了保证压降小,损耗少,在规划设计时应本着多布点小供电半径的原则,做到安全经济运行。低压电力网如图 9-1 所示。

一、设计原则

线路规划设计时,应本着尽量走直线而且少转角、少占农田的原则。为了便于施工和运行维护,线路尽可能靠近道路,避免与其他线路的交叉跨越,避开洪水冲刷地带及有易燃易爆堆放物的危险场所或果木林段,在安全经济两方面权衡后,从中找出最佳线路

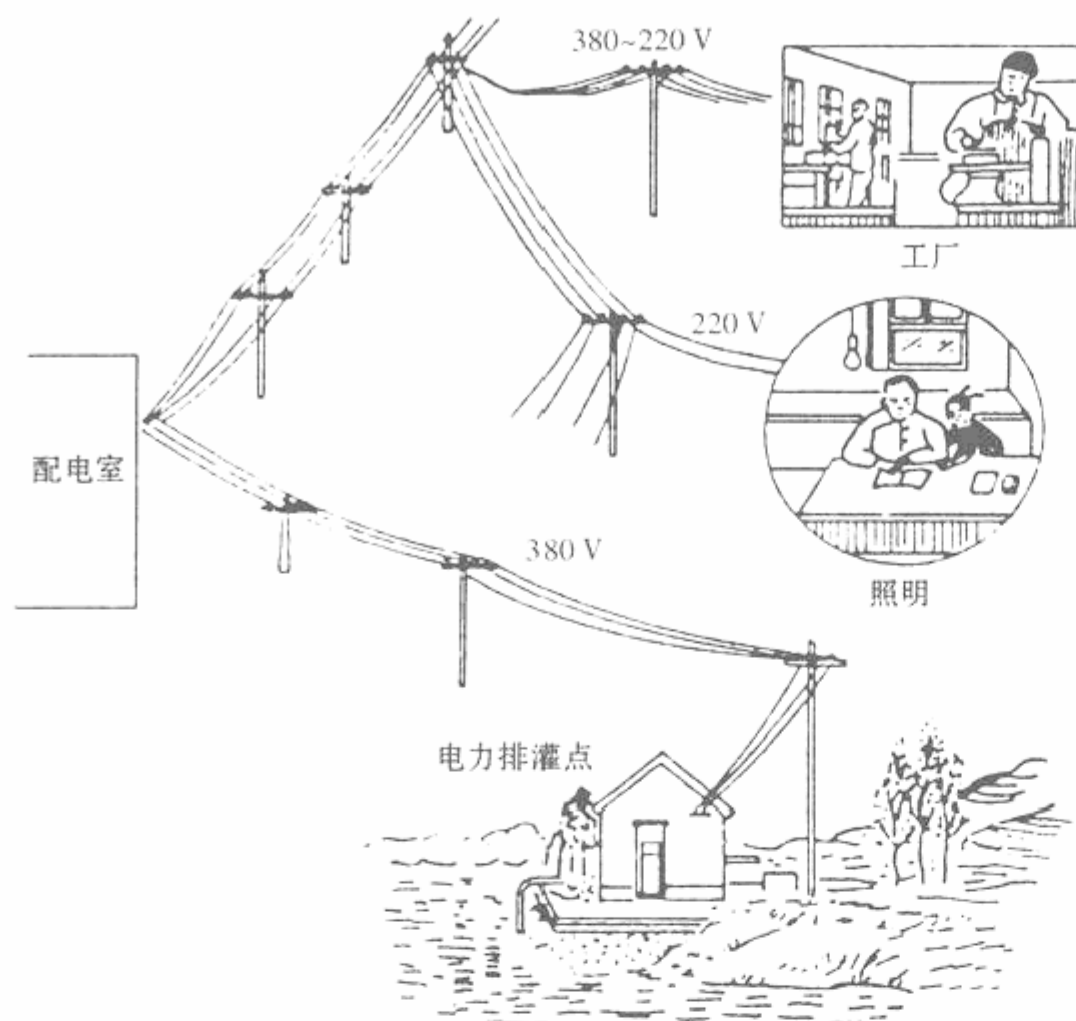


图 9-1 380/220 V 低压电力网

走向路径。并在实地查看的基础上,用经纬仪或标杆测量、定位、定挡距,并绘出线路平面图,再根据第一手资料作出电杆、金具、绝缘子、导线的计划,然后定出科学施工方案。电力线路平面走向图如图 9-2 所示。

二、低压架空线路电压损失的估算

根据公式

$$\Delta U_{3+0}(\%) = \frac{PL}{CS} \times 100\% = \frac{0.6I_m L \times 10^3}{50S} = 12I_m L/S$$

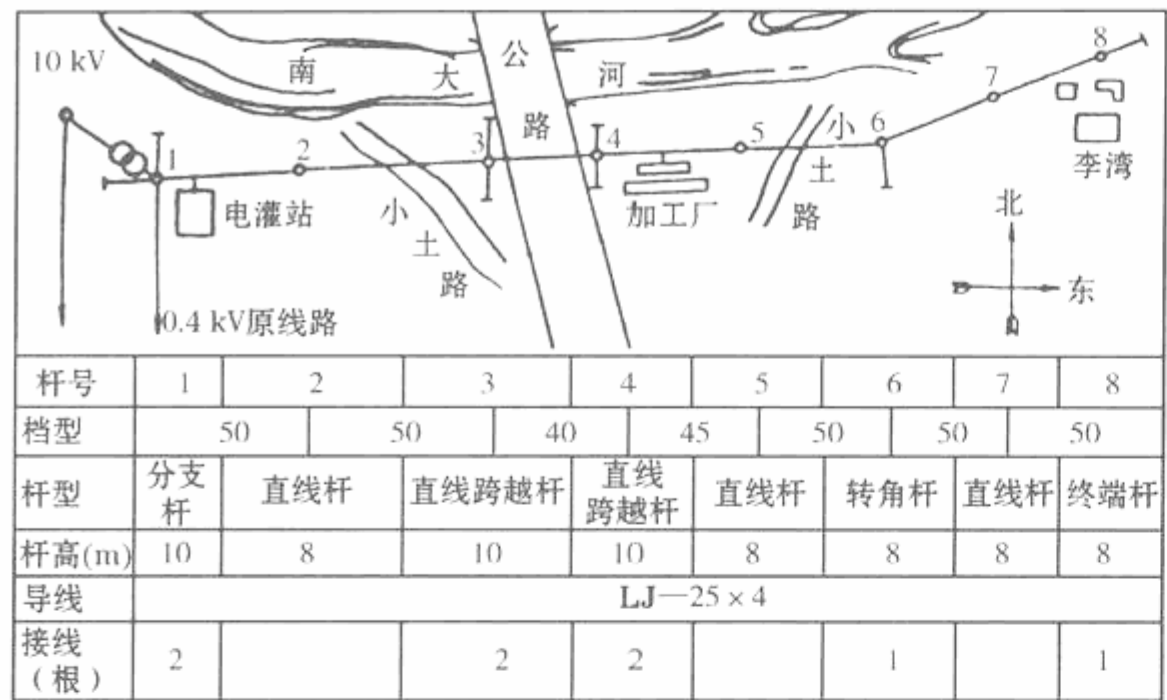


图 9-2 电力线路平面走向图

$$\Delta U_{1+0}(\%) = \frac{PL}{CS} \times 100\% = \frac{0.22I_m L \times 10^3}{8.4S} = 26I_m L/S$$

式中 $\Delta U_{3+0}(\%)$ ——三相四线制 380/220 V 线路电压损失百分数；

$\Delta U_{1+0}(\%)$ ——单相 220 V 线路电压损失百分数；

I_m ——测得相线的电流, A；

L ——线路输电距离, km；

S ——线路导线截面积, mm^2 ；

C ——常数(三相时, 取 50；单相时, 取 8.4)；

P ——线路输送的有功功率, kW。

(1) 对于感性负载, 功率因数小于 1, 电压损失要比电阻性负载大一些, 它与导线截面大小及线间距离有关。对于 10 mm^2 及以下导线影响较小, 可以不再考虑。当 $\cos\varphi = 0.8$ 时, 16 mm^2 及以上导线, 电压损失可按 $\cos\varphi = 1$ 算出后, 再按线号顺序, 两个一组增加 0.2 倍。即 16 mm^2 、 25 mm^2 导线按 $\cos\varphi = 1$ 算出后, 再乘 1.2

倍;35 mm²、50 mm² 导线按 $\cos\varphi = 1$ 算出后,再乘 1.4 倍,依此类推。

(2)当线路采用的导线不是铝线,而是铜线时,压损要小一些。可以用以上计算铝线电压损失的方法算出来,然后再乘以 0.6,即为铜导线的电压损失。线路电压损失允许值见表 9-1。

如测得某低压 220/380 V 供电线路的电流是 35 A,架空铝线路长 500 m,采用 35 mm² 钢芯铝绞线。求算该线路测电流时的电压损失。

$$\text{解: } \Delta U_{3+0} \% = (12 \times 35 \times 0.5) \div 35 = 6.0$$

因此,电压损失为 6%。

表 9-1 线路电压损失允许值

名 称	允许电压损失(%)
从配电变压器二次侧母线算起的低压线路	5
从配电变压器二次侧母线算起的供给有照明负荷的低压线路	3~5
从 110(35)/10(6) kV 变压器二次侧母线算起的 10(6) kV 线路	5

三、线路电杆的选择

高压杆一般选 12~15 m,低压杆一般选 8~12 m,转角终端一般要选 $\varnothing 190$ mm 的杆梢作加强型电杆。

四、送电距离

低压 380/220 V 架空线路送电距离一般为 1~1.5 km,否则增加更大导线截面而不划算,采用裸铝绞线供电时,为保证电压降不低于 5%,三相送电负荷矩(M) 38 kW·km;单相负荷矩(M) 为 6 kW·km。

架空线路导线截面 S (单位为 mm²) 计算选择,三相截面 $S =$

4 M ; 单相截面 $S = 6 M$ 。

如新建一条 380 V 三相架空线, 长 850 m, 输送功率 10 kW, 允许损失电压 5%, 求应用多少截面的导线?

解: $S = 4M = 4 \times 10 \times 0.85 = 34$ (按导线规格选 35 mm^2)。

如某村需架一条 220 V 的单相线路, 照明负荷为 5 kW, 线路长 290 m, 允许电压损失 5%, 求应选截面多少的铝绞线?

解: 根据 $S = 24M = 24 \times 5 \times 0.29 = 34.8$ (选导线规格为 35 mm^2)。

架空线路输送能力见表 9-2。

表 9-2 架空线路的输送能力表

额定电压(kV)	输送功率(kW)	输送距离(km)
0.22	<5	0.15
0.38	<100	0.25
6	<2 000	10~5
10	<3 000	15~8
35	2 000~10 000	50~20
110	10 000~50 000	150~50
220	100 000~150 000	300~200
330	200 000~8 000 000	600~200
500	1 000 000~1 500 000	850~150

五、导线质量的估算

导线重量换算, 如果是铝线则按截面积 $S(\text{mm}^2)$ 乘 2.7, 为每千克/千米。钢芯铝绞线按截面积 $S(\text{mm}^2)$ 乘 4, 为每千克/千米, 钢绞线按截面积 $S(\text{mm}^2)$ 乘 9, 为每千克/千米。如 16mm^2 硬铝绞线, 每千克质量: $16 \times 2.7 = 43.2 \text{ kg/km}$ 。又如 70 mm^2 钢芯铝绞线, 其每千克质量: $70 \times 4 = 280 \text{ kg/km}$ 。

如架一条长 0.8 km 的三相四线供电线路, 采用 LGJ-16 mm^2 导线, 需购多少千克导线?

解： $L=0.8\times4=3.2(\text{km})$

但考虑到弧垂与扎线的需要，需增加 3% 的长度，即总长度为 $3.2+3.2\times3\%=3.296(\text{km})$ ，应购质量为 $3.296\times43.2\approx142.39(\text{kg})$ 的钢芯铝绞线。

六、架空导线载流量的估算选择

架空铝导线规格级别，是按导线的截面积(mm^2)而定的。导线载流计算是以 25 mm^2 ，100 A 为基准，每增加一个规格级别加 50 A，反之减 50 A，如 16 mm^2 为 50 A， 35 mm^2 导线为 150 A， 50 mm^2 为 200 A， 70 mm^2 为 250 A 等，依此类推，农用最大铝线 150 mm^2 时，载流为 400 A。在实际应用时，高压线最关心的是机械强度，低压线注重的是载流量。常用导线截流量及技术参数见表 9-3 ~ 表 9-5。

表 9-3 250 ~ 500 V 聚氯乙烯绝缘软线的护套电线长期允许载流量

导线截面积 (mm^2)	空气敷设长期允许载流量(A)					
	一芯		二芯		三芯	
	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯
0.12	5		4		3	
0.2	7		5.5		4	
0.3	9		7		5	
0.4	11		8.5		6	
0.5	12.5		9.5		7	
0.75	16		12.5		9	
1	19		15		11	
1.5	24		19		14	
2	28		22		17	
2.5	32	25	26	20	20	16
4	42	34	36	26	26	22
6	55	43	47	33	32	25
10	75	59	65	51	52	40

表 9-4 LGJ 型钢芯铝绞线技术参数

标称截 面 积 (mm ²)	结构尺寸 根数/线径(mm)		产品外径 (mm)	20℃ 直流电阻 (Ω/km)	拉断力 (N)	质量 (kg/km)	安全载流 量(A)
	铝	钢芯					
16	6/1.80	1/1.80	5.40	1.926	5 194	61.7	97
25	6/2.20	1/2.20	6.60	1.289	7 742	92.2	124
35	6/2.80	1/2.80	8.40	0.796	11 662	149	150
50	6/3.20	1/3.20	9.60	0.609	15 190	195	195
70	6/3.80	1/3.80	11.40	0.432	20 874	275	242
95	28/2.07	7/1.80	13.68	0.315	34 202	401	295
95	7/4.14	7/1.80	13.68	0.312	32 438	398	295
120	28/2.30	7/2.00	15.20	0.255	42 238	495	335
120	7/4.60	7/2.00	15.20	0.253	40 082	492	335
150	28/2.53	7/2.20	16.72	0.211	49 784	598	393
185	28/2.88	7/2.50	19.02	0.163	64 386	774	450
240	28/3.22	7/2.80	21.28	0.130	77 028	969	540
300	28/3.80	19/2.00	25.20	0.093 5	108 976	1348	
400	28/4.17	19/2.20	27.68	0.077 8	131 614	1626	

表 9-5 铜、铝扁线、带及母线的型号与电气性能

品名	型号	生产范围(mm)	20℃ 电阻率不大于 (μΩ·m)	电阻温度系数 α _{20℃} (1/℃)
硬扁铜线	TBY	厚 0.8 ~ 7.1	0.017 90	0.003 85
软扁铜线	TBR	宽 2.0 ~ 35.5	0.017 48	0.003 95
硬铜带	TDY	厚 1.0 ~ 3.55	0.017 90	0.003 85
软铜带	TDR	宽 9 ~ 100	0.017 48	0.003 95
硬铜母线	TMY	厚 4 ~ 31.5	0.017 90	0.003 85
软铜母线	TMR	宽 16 ~ 125	0.017 48	0.003 95
硬扁铝线	LBY	厚 0.8 ~ 7.1	0.028 3	0.004 10
半硬扁铝线	LBBY	宽 2.0 ~ 35.5	0.029 0	0.004 03
软扁铝线	LBR			
硬铝母线	LMY	厚 4.0 ~ 31.5	0.029 0	0.004 03
软铝母线	LMR	宽 16 ~ 125	0.028 3	0.004 10

第二节 架空电力线路安装维修技术

架空线路是利用绝缘子将导线固定在杆塔上的电力传输线路,一般分为高压架空线路和低压架空线路两大类。高压架空线路为送电线路、低压架空线路为配电线路。

一、架空线路的结构

架空线路主要由基础、电杆、导线、绝缘子、横担、金具、拉线和接地装置等构成(图9-3)。

1. 导线 架空线路的导线多为多股裸导线,为节约成本,普遍采用铝绞线或钢芯铝绞线,现推广使用铝绞合金线。在易受金属勾碰的地方和接户、进户线应采用绝缘导线。

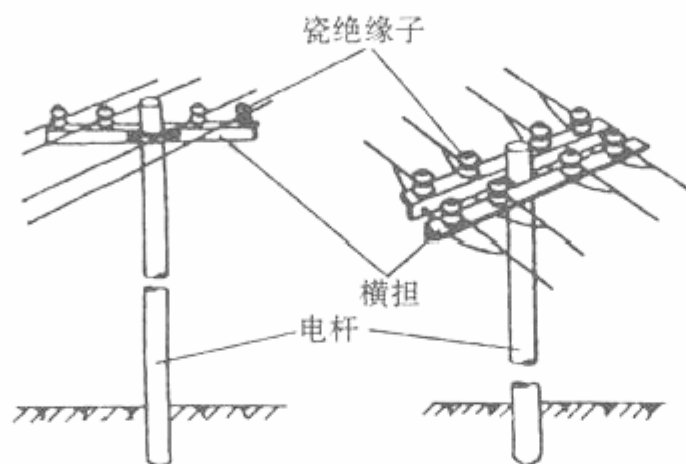


图9-3 架空线路的形式

导线最小截面应按国家标准规定确定,不得小于表9-6中的数值。

表9-6 导线最小截面符号(mm^2)

导线种类	35 kV 线路	3 ~ 10 kV 线路		0.4 kV 线路	接户线
		居民区	非居民区		
铝绞线及铝合金线	35	35	25	16	绝缘铝线 4.0
钢芯铝绞线	35	25	16	16	
铜线	35	16	16	直径 3.2 mm	绝缘铜线 2.5

导线在杆塔上的间距应按表9-7中的数据布设。

表 9-7 低压架空线的线间距离

装置方式	条 件	线间最小距离(mm)
导线的水平排列	档距 40 m 及以下	300
	档距 40 m 以上至 60 m	400
	接近电杆的相邻导线	600
线路多层排列	各层线间的垂直距离	600
合杆架设	导线与上层的 6~10 kV 高压线垂直距离	1 200
	导线与下层的通信、广播线垂直距离	1 500

2. 杆塔 杆塔用来支撑导线,要有足够的机械强度。根据所用材料,可分为木杆、水泥杆和金属杆 3 种。架空线多采用水泥杆,根据其功能作用,可分为直线杆(中间杆)、耐张杆、转角杆、分支杆、跨越杆和终端杆,各种电线杆及应用如图 9-4、图 9-5 所示。

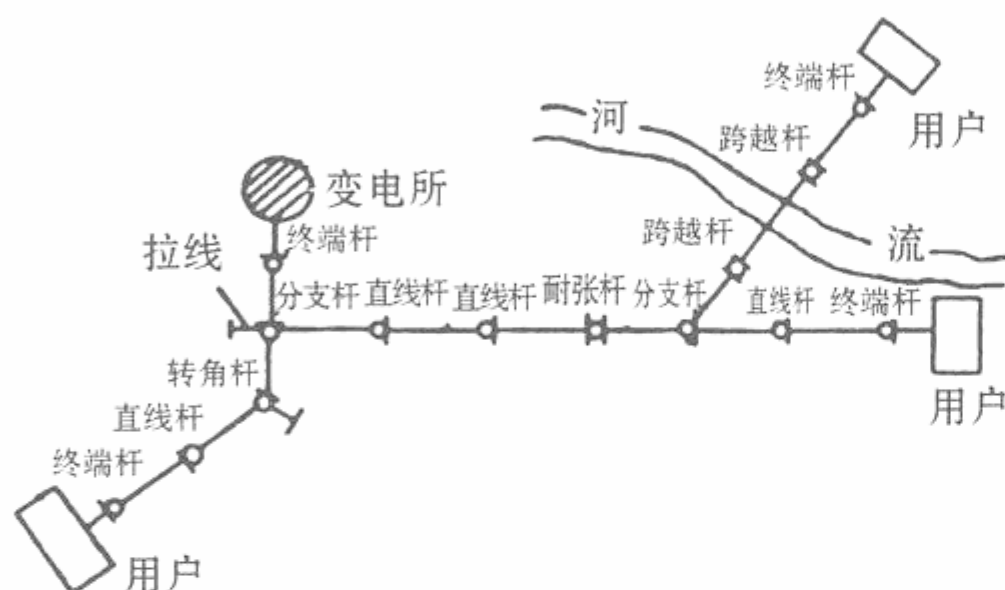


图 9-4 杆型的应用

3. 横担 横担用于支持安装绝缘子、导线、熔断器、开关设备、避雷器等,并使导线保持一定的间距。根据材料可分为木横担、铁横担和瓷横担,最常用的为铁横担。

一般高压线路上常选用 $65\text{ mm} \times 65\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 角钢横担,低

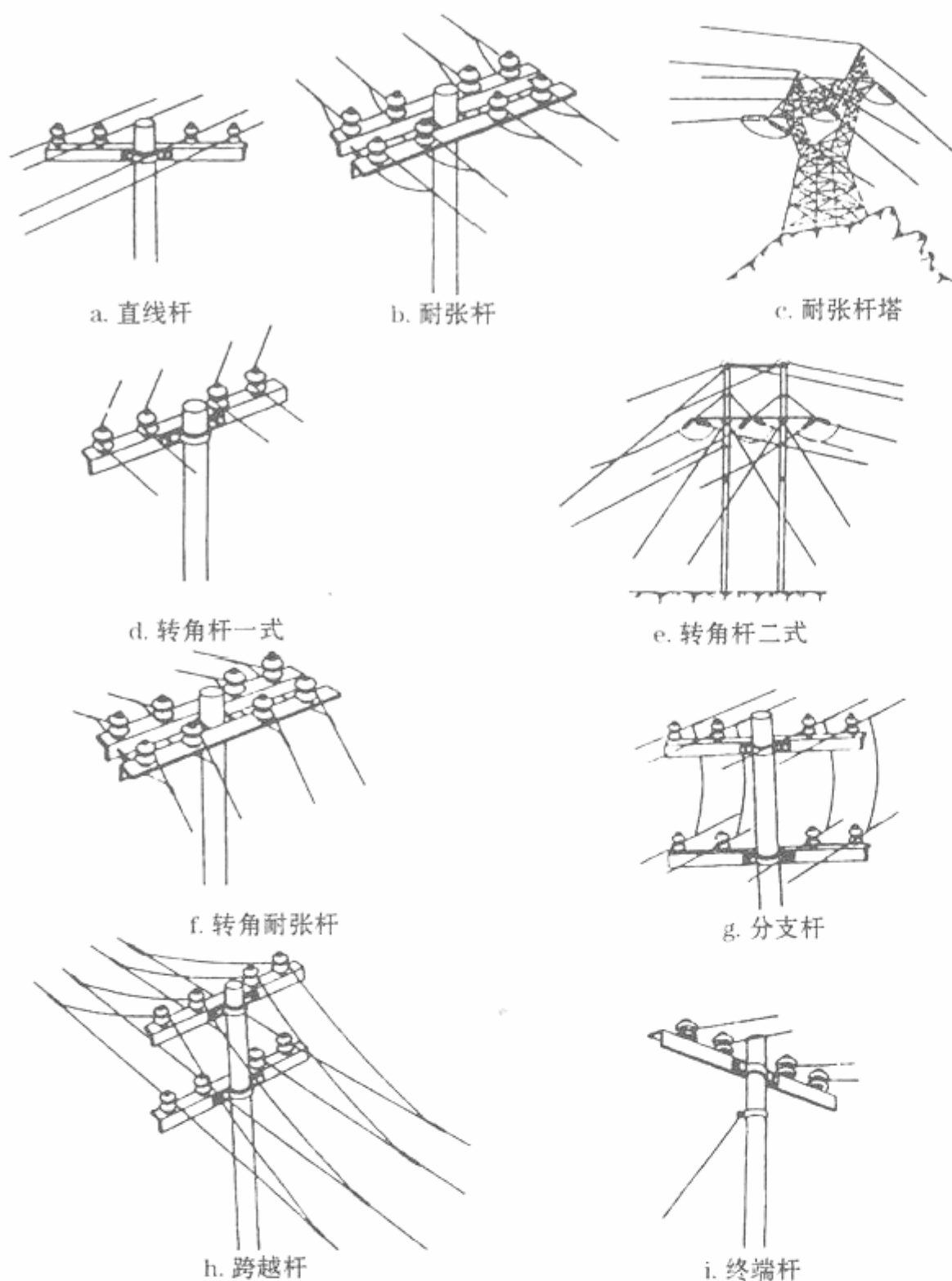


图 9-5 常用电线杆应用类型

压线路上常用 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ 角钢横担, 结构形状如图

9-6所示。

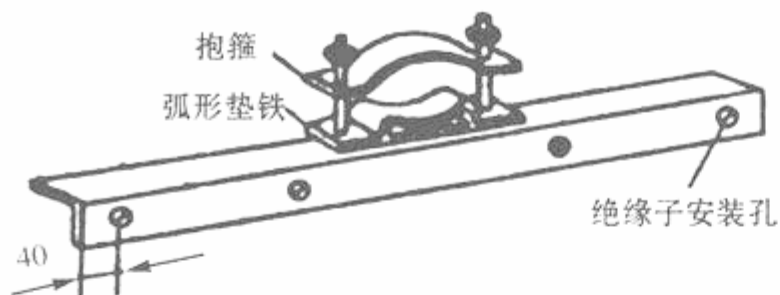


图 9-6 角钢横担形状

4. 绝缘子 俗称瓷瓶,用于固定导线并使导线与杆塔绝缘。架空线路常用的绝缘子有针式、蝶式、悬式、瓷横担等(图9-7)。

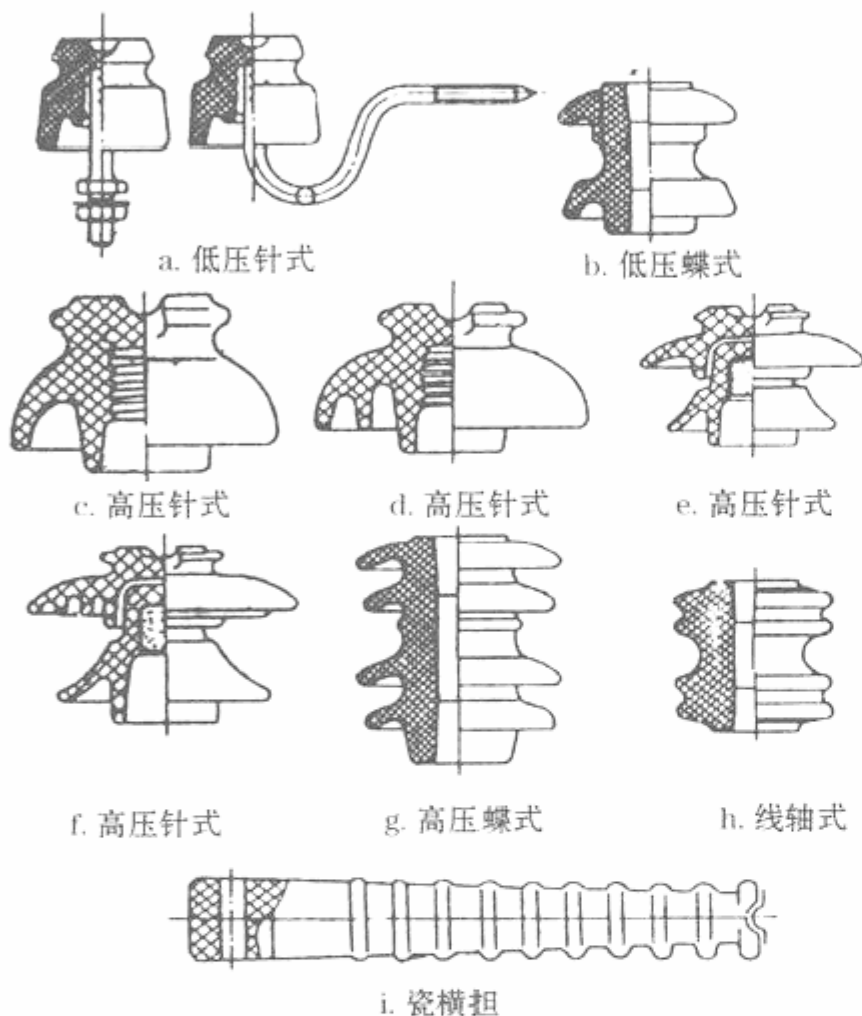


图 9-7 绝缘子类型

耐张杆、转角杆、分支杆和终端杆常用悬式绝缘子和蝶式绝缘子。对于 10 kV 线路,多用一片悬式绝缘子加一个蝶式绝缘子或用两片悬式绝缘子(图 9-8)。

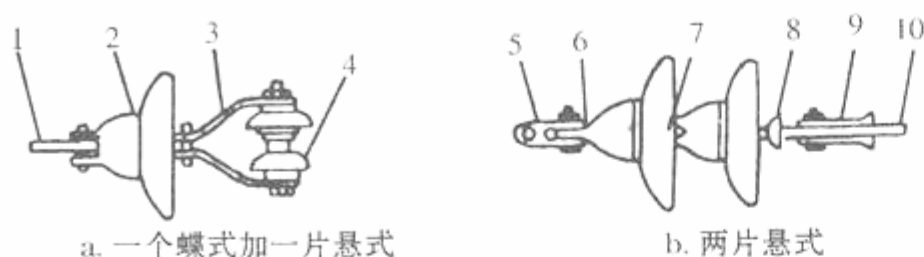


图 9-8 耐张杆用绝缘子的组成

1. 平行挂板 3. 悬式绝缘子 3. 大曲挂板 4. 蝶式绝缘子
5. 直角挂板 6. 球头挂环 7. 悬式绝缘子 8. 碗头挂板
9. 耐张线夹 10. 导线

图 9-8a 由平行挂板 1、悬式绝缘子 2、大曲挂板 3、蝶式绝缘子 4 构成;图 9-8b 由直角挂板 5、球头挂环 6、悬式绝缘子 7、碗头挂板 8、耐张线夹 9、导线 10 组成。

5. 拉线 用于加固电杆,由钢绞线或镀锌铁线制成,拉线一般由拉线抱箍、上拉线、隔离瓷瓶(拉紧绝缘子)、下拉线、紧线装置(花篮螺丝或 UT 形夹)、地锚等几部分组成。

拉线上把、中把、下把的结构形式分别如图 9-9~图 9-11 所示。

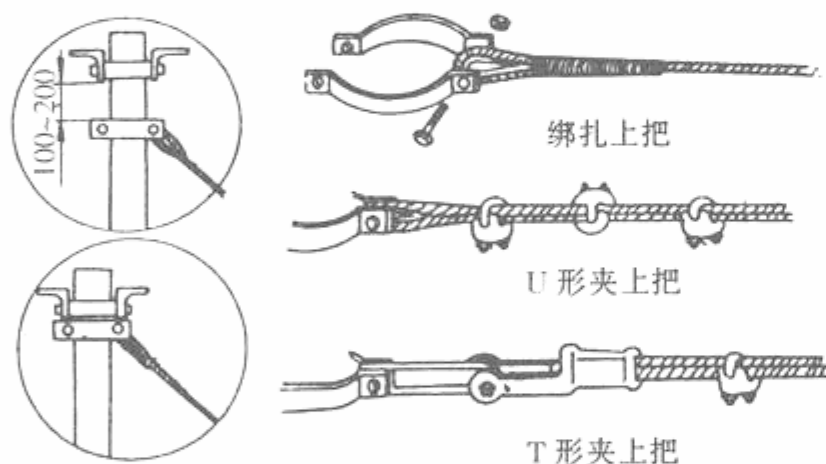


图 9-9 拉线上把的结构形式(mm)

拉线的捆扎方法有自缠法和另缠法,如图9-12所示。

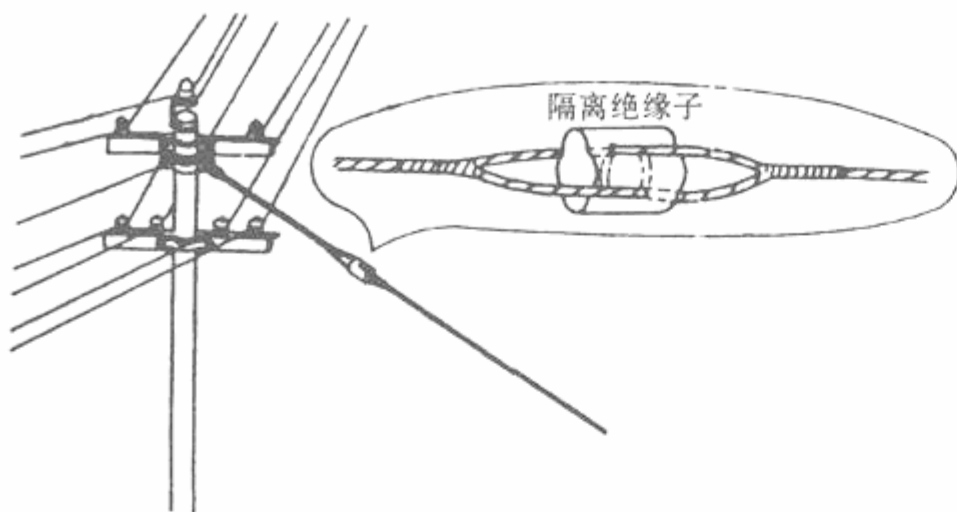
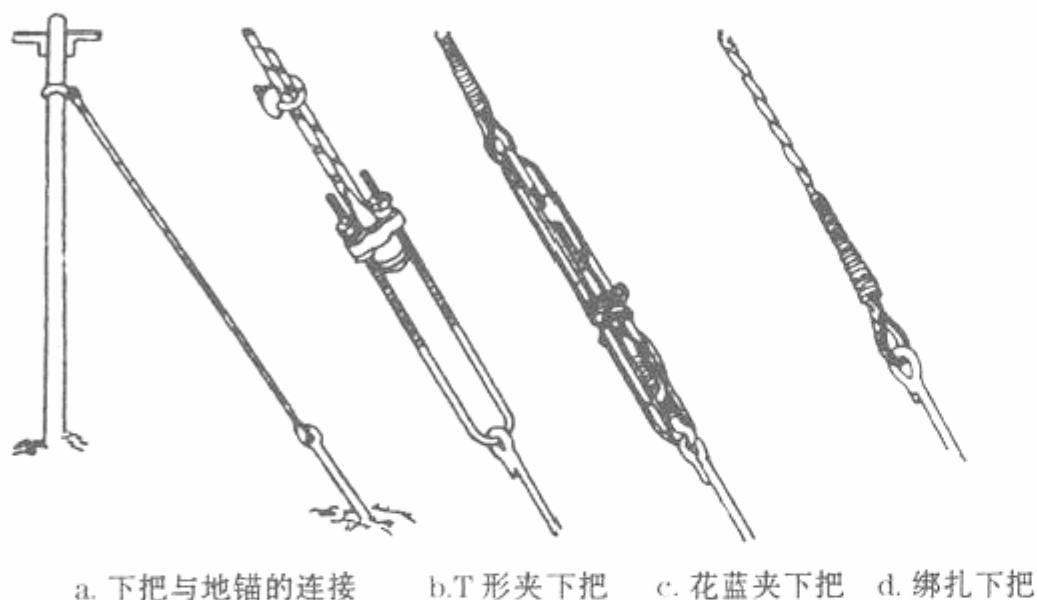


图9-10 拉线中把的结构形式



a. 下把与地锚的连接 b. T形夹下把 c. 花蓝夹下把 d. 绑扎下把

图9-11 拉线下把的结构形式

拉线的结构形式如图9-13所示,有地锚式、拉桩式、拉墙式和弓形式等。

平衡张力装设的拉线一般角度选 45° ,这种垂直等边拉线稳定性好,又省材料,是最佳拉线角度。当地形受限时,可打撑杆、自身

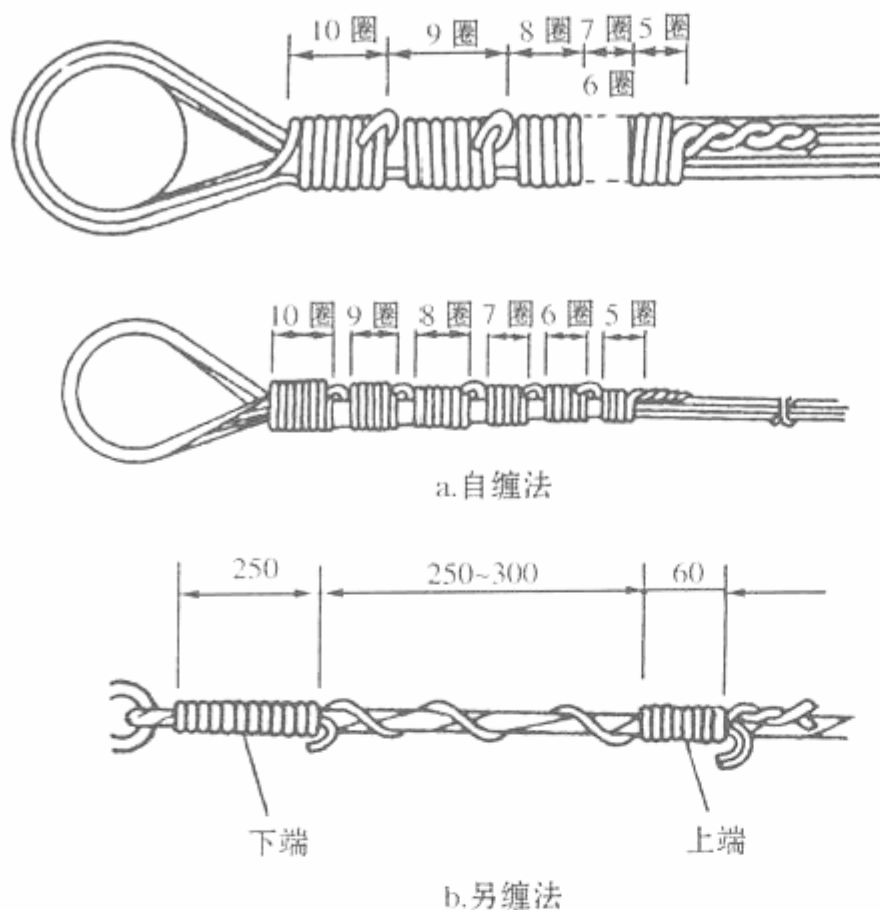


图 9-12 拉线的捆扎方法 (mm)

拉或高桩跨越拉,若能打 30° 拉线,这也是允许的。 30° 拉线放定,计算公式如下: $\angle 30^\circ$ 拉线 $a = b/\sqrt{3}$ (b 为接线包箍至地面距离,由实测可得),拉线长度 $c = 2a$ (a 为杆根至接线坑的距离)。

$\angle 45^\circ$ 拉线 $a = b$, 拉线长度 $c = 1.414 \times a$ 或 b (1.414 近似 1.5 倍)。

6. 金具 金具是连接导线,安装横担、拉线、绝缘子等的镀锌金属附件(图 9-14)。

二、架空线路的架设技术

1. 架空线路的施工程序 架空线路的敷设包括测量和杆位复测、画线和挖坑、排杆、组杆、立杆、架线和紧线等工作程序。

(1) 测量和杆位复测: 测量时尽量选用直线段,避免转角,一

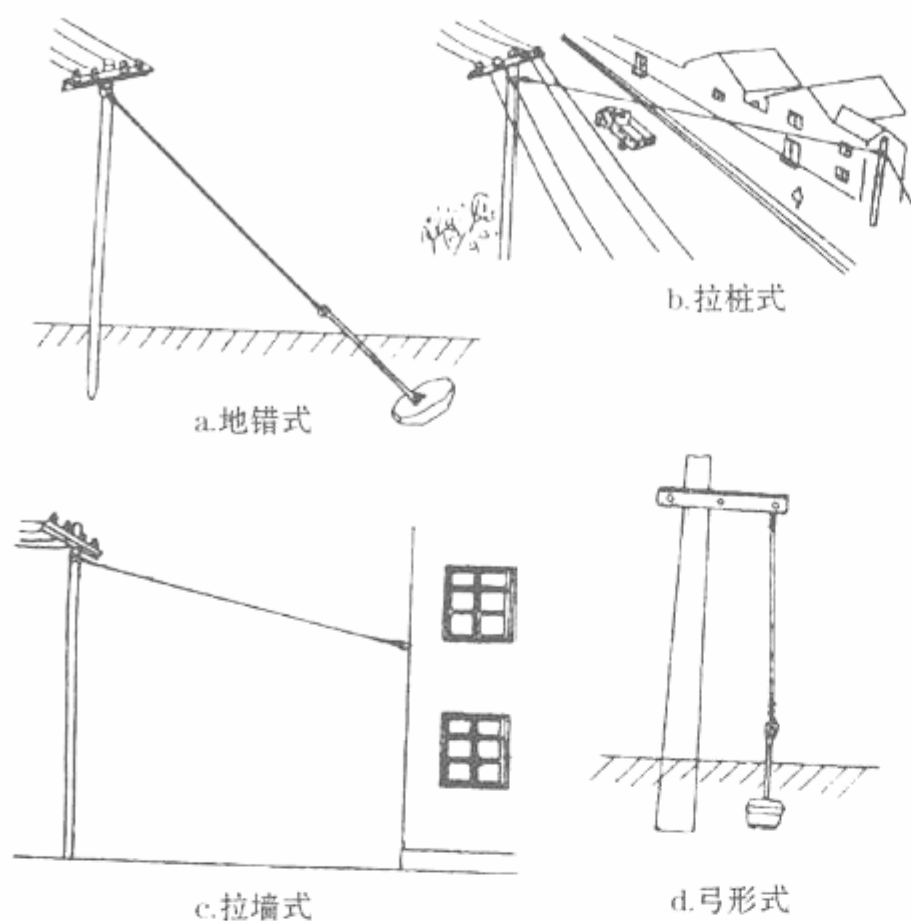


图 9-13 拉线的方式

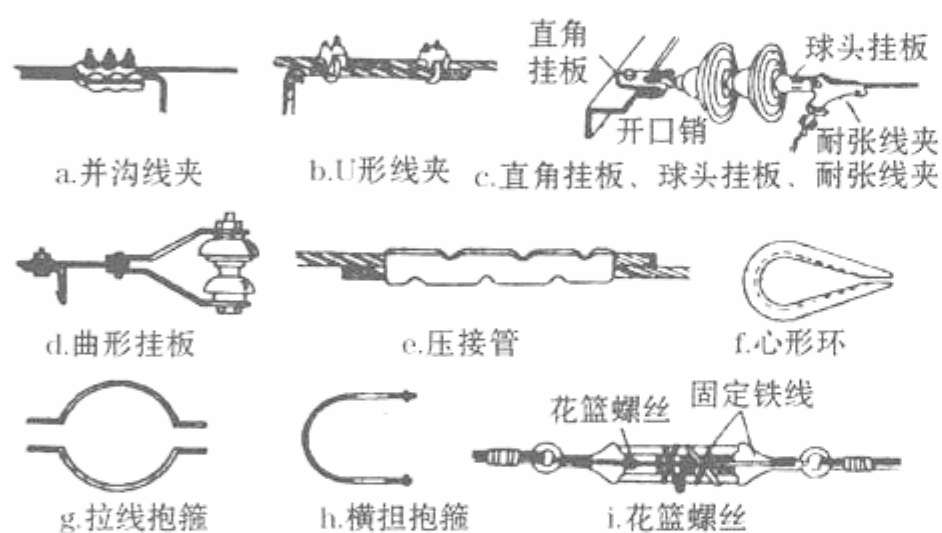


图 9-14 金具类型

般采用目测直线法测量(图9-15)。挡距按有关规定要求执行。

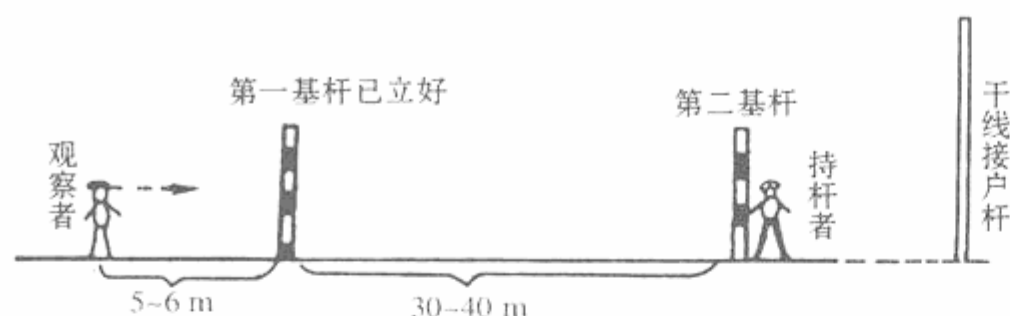


图9-15 目测直线法

杆位复测主要确认主杆坑位标桩、拉线中心桩及其他辅助桩位,特别是要检查转角杆的桩位、角度和距离高差等。

(2) 画线和挖坑:画线又叫分坑,即在有桩位标记的地面上用白石灰画出要挖坑的尺寸。人工立杆法用带马道坑型(图9-16),坑深可按表9-8中所示的数据值进行选择。

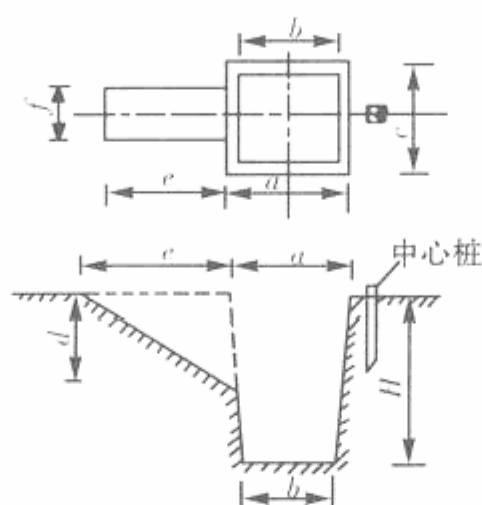


图9-16 带马道一阶杆坑形状

表9-8 电杆埋设深度

杆长(m)	8	9	10	11	12	13	15
埋深(m)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3

(3) 立杆:根据设计要求选定好电杆后再依据电杆的类型及施工地形来选择立杆方案。立杆方案一般有机机械立杆、人工立杆、半机械立杆三种。立杆前,要在杆梢端装上牵绳,以便立杆时校直电杆,安装方法和校直电杆方法分别如图9-17、图9-18所示。

立杆时,常用绳索来进行杠抬、拖拉、吊取电杆工作,绳索要结

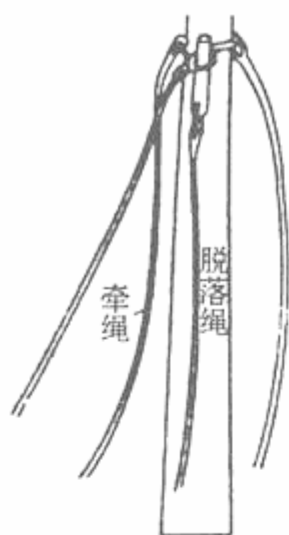


图 9-17 牵引绳的安装方法

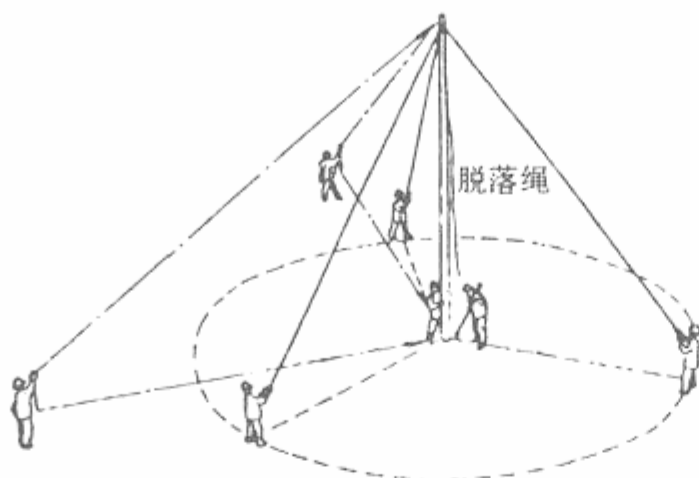


图 9-18 电杆校直方法

成一定形状的绳结来使用,几种电工常用绳结如图 9-19 所示。

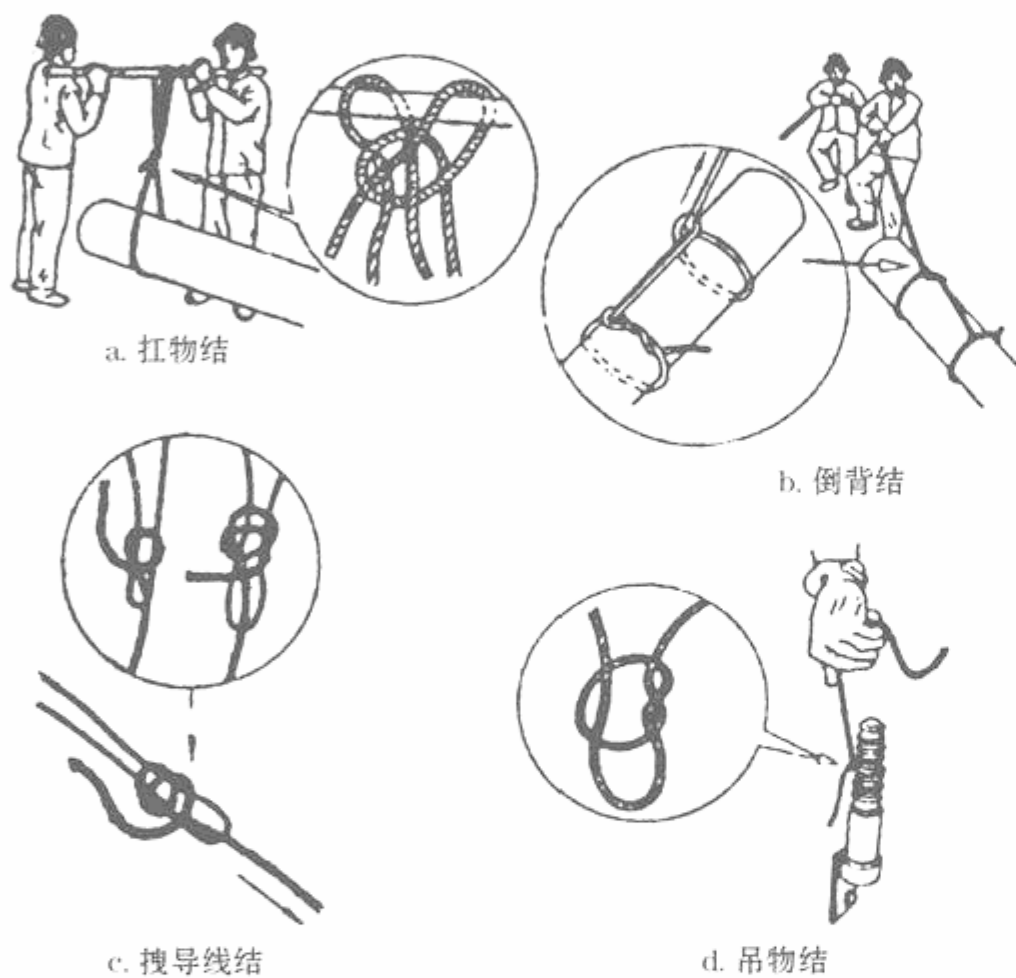




图 9-19 电工常用绳结

1) 机械立杆: 机械立杆是用吊车或滑轮等起重设备完成立杆的方法。立杆过程一般有在坑内放置底盘、起吊立杆、调整杆身、填土夯实、落下吊钩、安装卡盘、再填土夯实等步骤, 杆立起后基础应如图 9-20 所示。

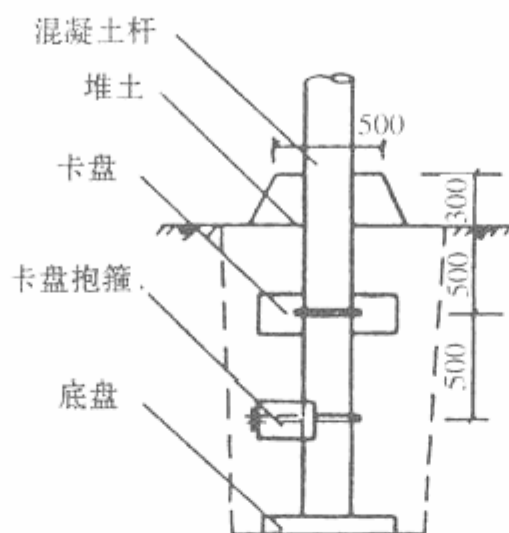


图 9-20 杆立起后基础的组成 (mm)

2) 人工立杆: 人工立杆大多采用架腿立杆法, 即利用撑杆来竖立电杆的方法。立杆所用的架腿可由施工者用杉木杆制作, 大小各 1 副, 形式如图 9-21 所示。

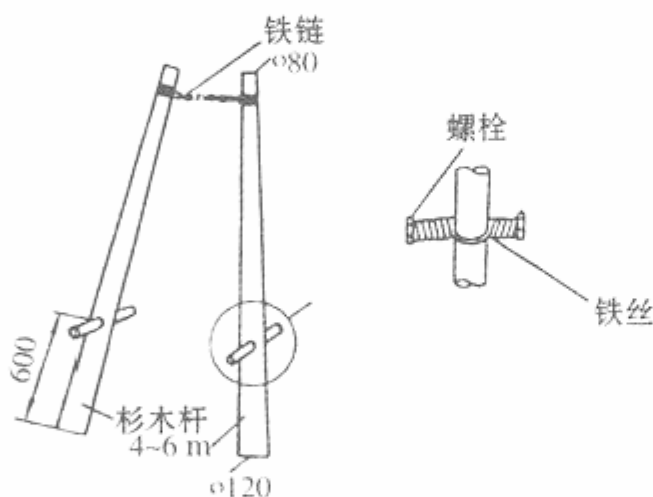


图 9-21 架腿形状 (mm)

架腿的使用及立杆操作方法如图 9-22 所示。

3) 半机械立杆: 半机械立杆多采用人字形抱

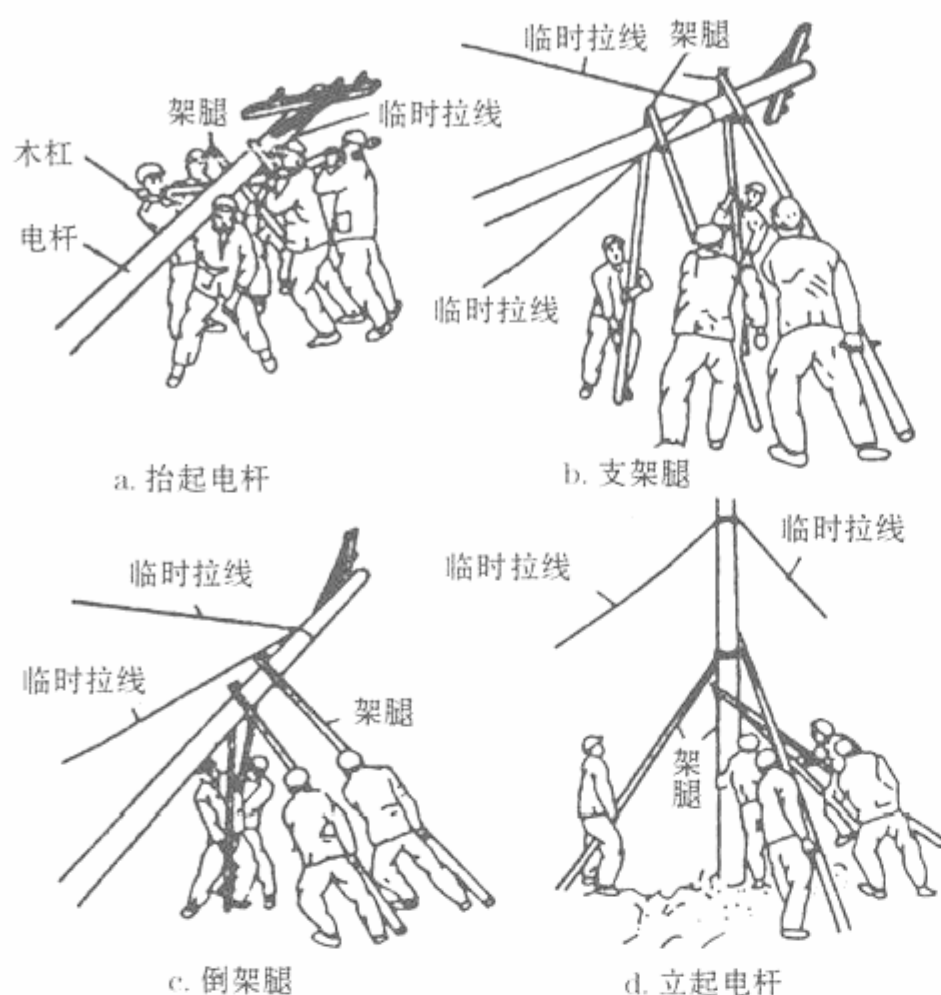


图 9-22 架腿立杆操作方法示意

杆立杆法,利用装在人字形抱杆顶部的滑轮,通过钢丝绳和转向滑轮把钢丝绳引入绞磨或卷扬机吊立电杆(图 9-23)。

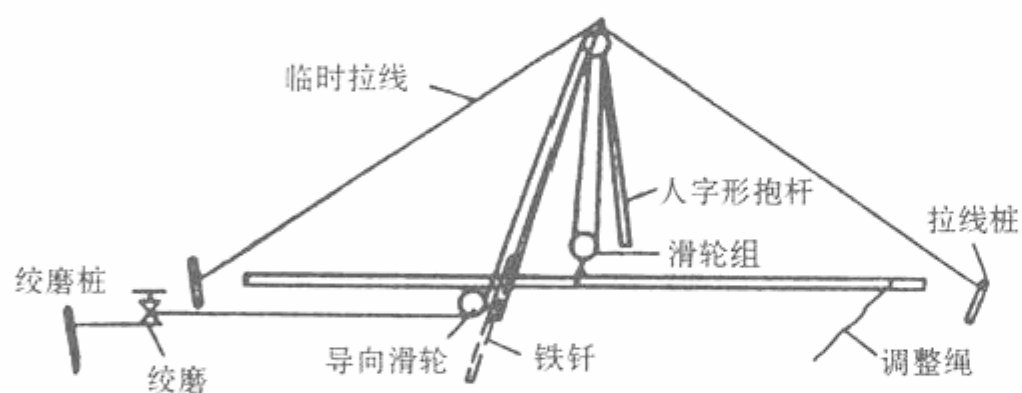


图 9-23 人字形抱杆立杆法示意

2. 登杆方法 登杆方法有脚扣登杆和踏板登杆两种。

(1)脚扣登杆和下杆方法:登杆时,双手抱杆,上身离开电杆并使身体成弓形,两手和两脚协调配合,当左脚向上跨扣时,左手应同时向上扶住电杆,右脚向上跨扣时,右手应同时向上扶住电杆。下杆时,同样使手脚协调配合向下移动即可完成(图9-24)。

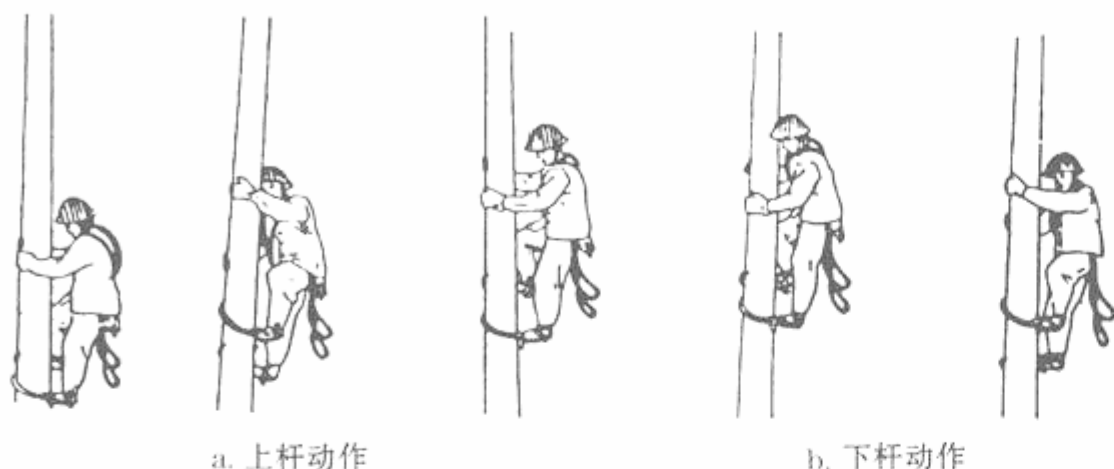


图9-24 脚扣登杆方法示意

(2)踏板登杆和下杆方法:踏板由板和绳两部分组成。板为质地坚韧的木板,绳为直径16 mm的白棕绳。板的规格、绳的长度如图9-25a所示,人在板上的站姿如图9-25b、c。踏板挂钩挂接时必须正勾(图9-26)。

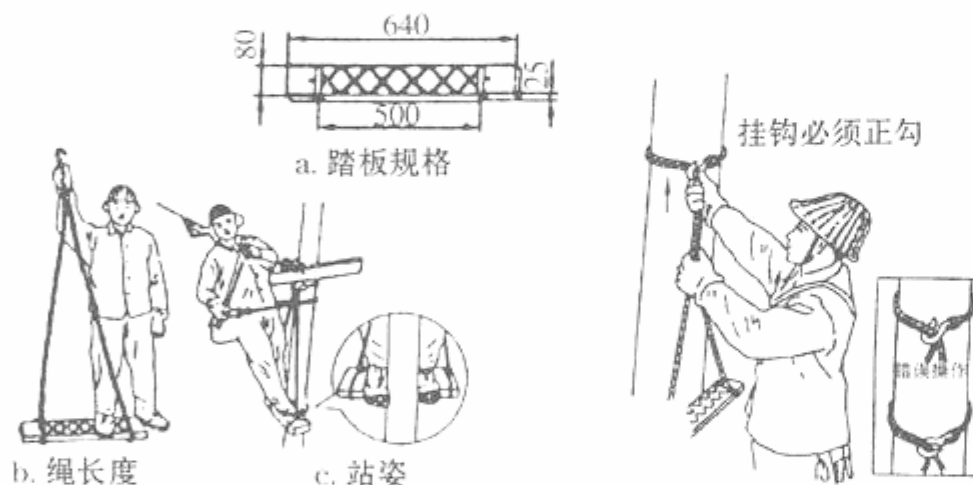


图9-25 踏板的组成及应用

图9-26 踏板的挂钩方法示意

1) 登杆方法: 登杆时需用两块踏板, 一块先挂钩在电杆上, 另一块背挂在肩上, 按图 9-27 所示的顺序进行登杆。

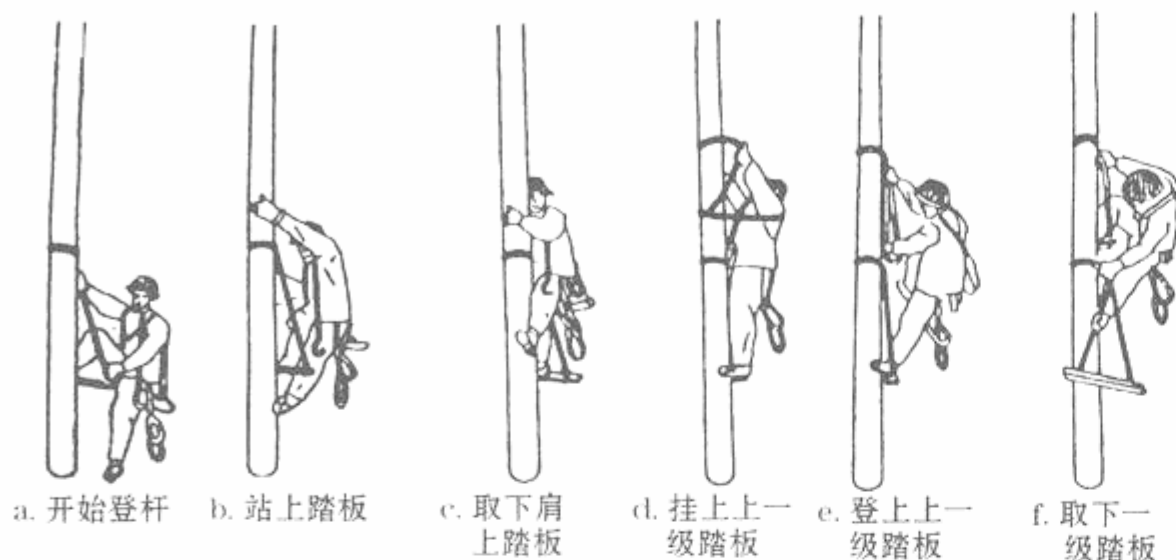


图 9-27 踏板登杆方法示意

2) 下杆方法: 按图 9-28 所示的顺序逐步完成下杆。



图 9-28 踏板下杆方法示意

3. 横担组件的安装 横担组件的安装包括横担、电杆安装和绝缘子、横担安装两部分。

(1) 横担与电杆的安装:

1) 单横担的安装:在架空线路中直线杆、分支杆、转角杆和终端杆均用单横担。安装单横担时,U形抱箍抱过杆身,穿过M形抱铁(横担垫铁)和横担两孔,用螺母紧固(图9-29)。

2) 双横担(和合担)的安装:双横担一般用于耐张杆、重型终端杆和重型转角杆等杆型上,安装方法如图9-30所示。

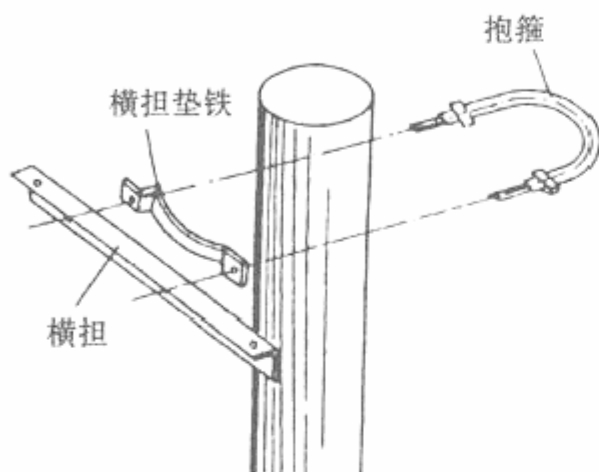


图 9-29 单横担安装

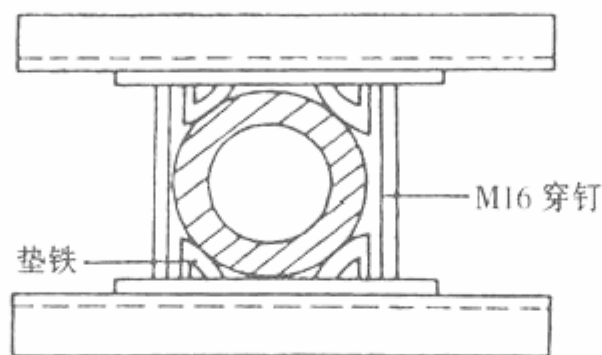


图 9-30 双横担安装

安装横担时应注意横担水平,倾斜度应小于1%。横担的上沿应在电杆顶端下方100 mm处。

(2) 绝缘子与横担的安装:安装绝缘子时应尽可能在绝缘子和角钢横担之间垫上一层薄橡皮,以防紧固螺栓时压崩绝缘子;绝缘子螺栓要由上向下插入,螺母拧在横担下方,并在螺栓两端垫上垫圈。

4. 导线的安装 导线的安装包括放线、接线、架线、紧线和固定导线等几个工序。

(1) 放线:放线有拖放法和展放法两种方法(图9-31)。

放线时,要一条一条地放开,不能使导线磨损和断股,不能有死弯。放线时可在电杆或横担上安装铝滑轮或木滑轮配合进行,

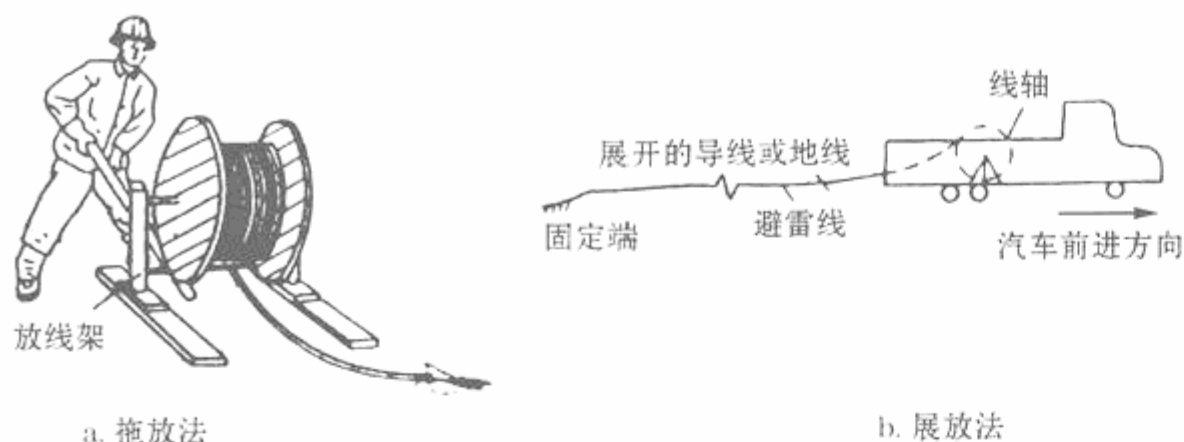


图 9-31 放线示意

可有效避免导线磨损或擦伤。

(2) 接线: 导线的中间接头要在地面进行, 常用的方法有钳压法、插接法和绑接法三种。

1) 钳压法: 钳压法多用于铝绞线和钢芯铝绞线的连接, 把要连接的导线端头穿入压接管中, 用压接钳把导线挤住。压接管有圆形和椭圆形两种, 常用椭圆形压接管(图 9-32)连接有拉力的导线。压接钳钳压法如图 9-33 所示。

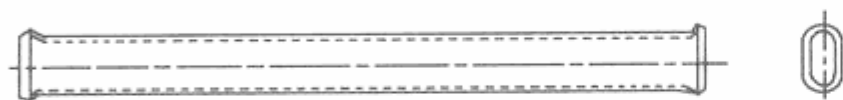


图 9-32 椭圆形压接管形状

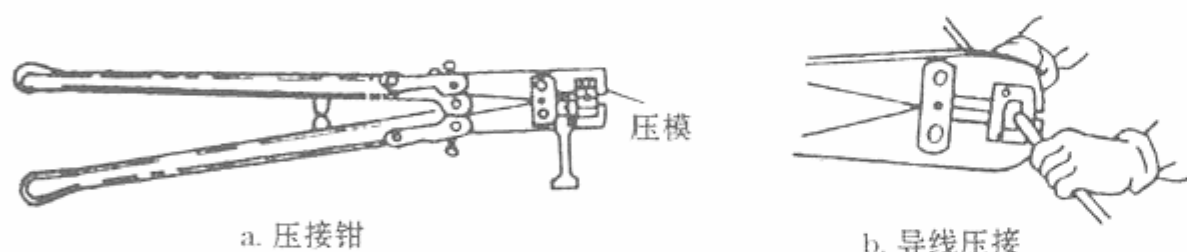


图 9-33 压接钳钳压法

压接导线前要先除去导线表面的氧化膜并涂上中性凡士林油,两根导线要分别从压接管两端穿入并且端头应露出管外 20 ~ 30 mm。压接铝绞线要从一端开始,依次向另一端交错压接(图 9-34a);压接钢芯铝绞线要从中间开始,依次向一端交叉压接,压接完后再压接另一端(图 9-34b)。

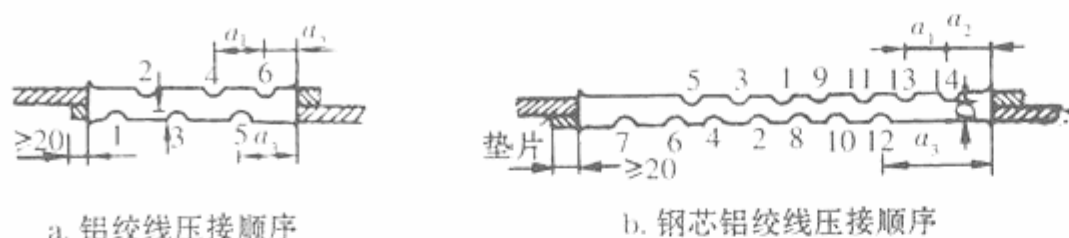


图 9-34 导线的压接顺序 (mm)

2) 插接法:插接法多用于连接多股铜导线,即拧开两根导线端头,交叉在一起,用绑线缠绕住中间约 50 mm 后,再用导线本身的单股或双股线向两端缠绕的方法。

3) 绑接法:多用于单股导线或临时线路的连接。

(3) 架线:架线即向电杆上吊装导线,一般采用绳吊方法,也可在放线过程中使用滑轮直接完成。采用绳吊的方法如图 9-35 所示。

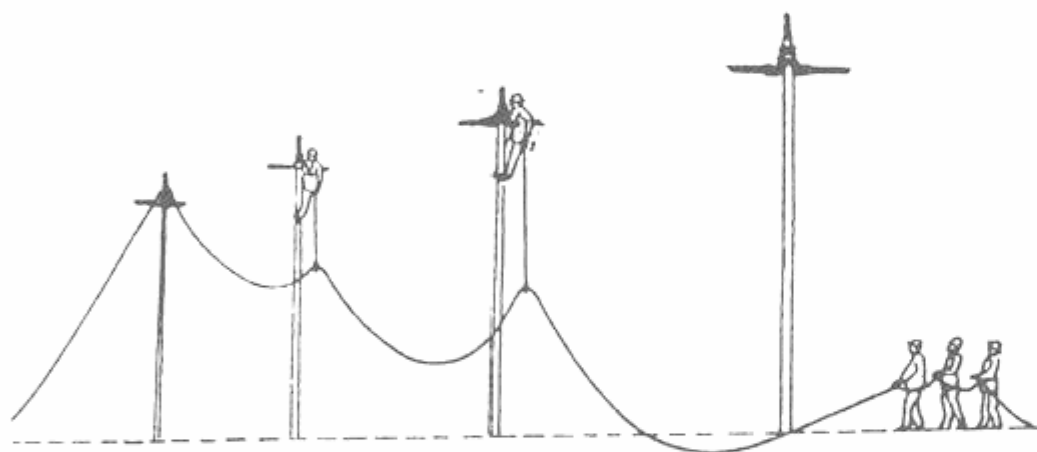


图 9-35 吊线上杆示意

(4) 紧线和测量弧垂:紧线前,要检查导线放置情况,一般应

放置在滑轮或绝缘子顶部沟槽中,禁止将导线放在横担上紧线。

对于中小型铝绞线和钢芯铝绞线,一般使用紧线器紧线,紧线方法如图 9-36 所示。

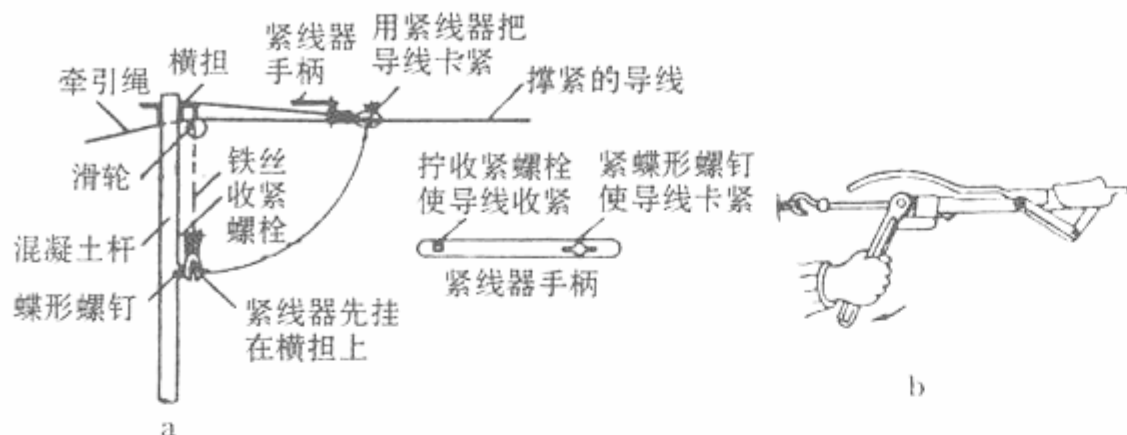


图 9-36 用紧线器紧线示意

紧线的同时要确定导线的弧垂值,弧垂观测方法如图 9-37 所示。

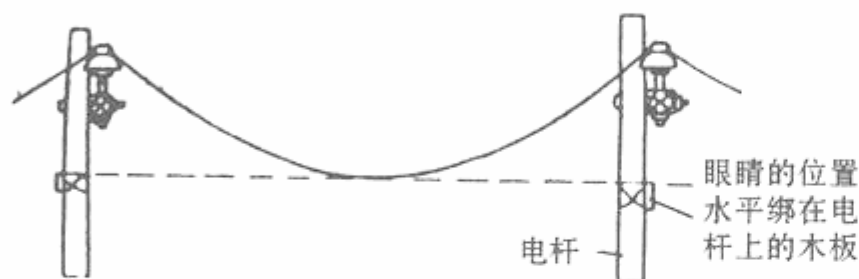


图 9-37 弧垂观测方法

弧垂为导线在一个挡距内自然下垂形成的导线弛度,导线在每个挡距内自垂基本相等,故只需测量一个挡距的弧垂,其他挡距的弧垂参照设置即可。测量弧垂应和紧线配合进行。

(5) 导线的固定:在低压和 10 kV 高压架空线路上,一般采用绑扎法把导线固定在绝缘子上,绑扎方法应根据绝缘子形式和安装地点等因素进行选择,裸铝导线较软,绑扎前一般作保护层处理(图 9-38),用铝带包缠两层,包缠长度要在绑扎处两端各伸出 20 mm。

1) 导线在低压绝缘子上的固定绑扎方法如图 9-39、图 9-40 所示。

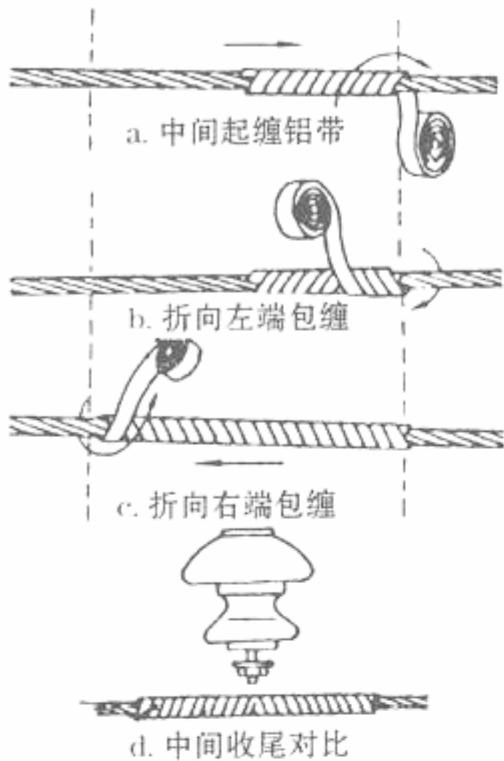


图 9-38 用铝带包缠保护层的方法

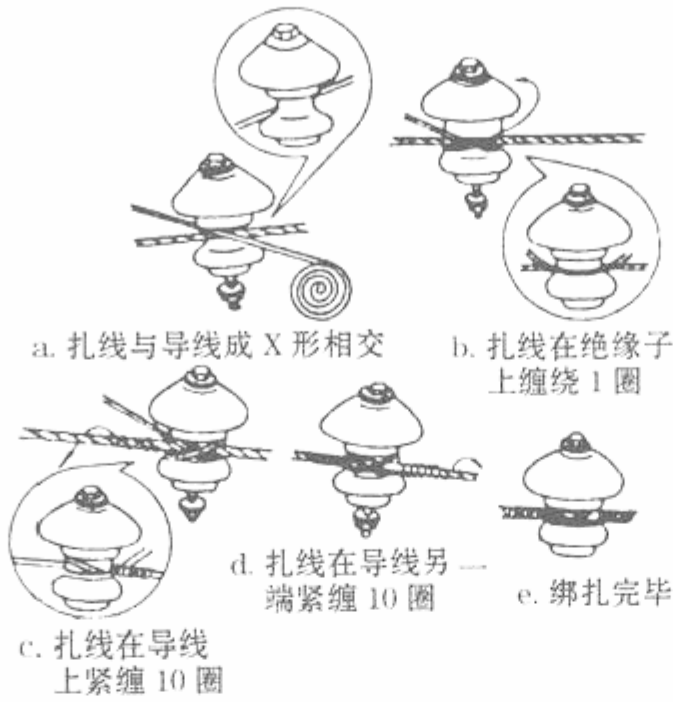


图 9-39 低压绝缘子侧绑顺序

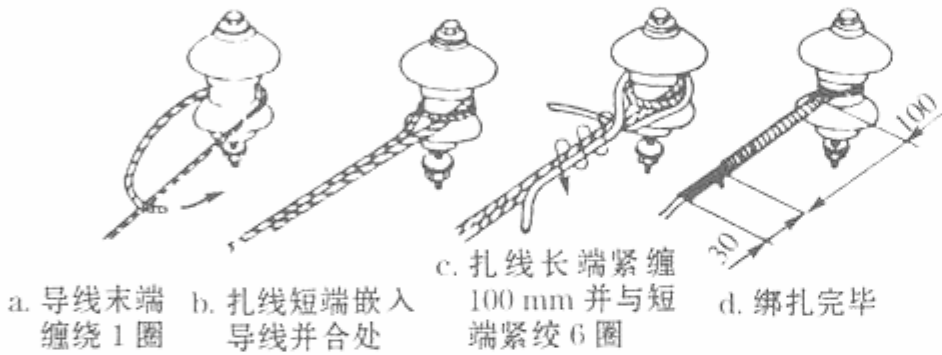


图 9-40 低压绝缘子始、终端绑扎顺序

2) 导线在针式绝缘子上的固定: 在直线杆针式绝缘子上一般采用顶绑法(图 9-41); 在转角杆和 1 kV 以下的直线杆上的针式绝缘子上一般采用侧绑法(图 9-42)。

3) 导线在瓷横担、瓷拉棒上的固定: 导线在瓷横担上的绑扎方

法和针式绝缘子的绑扎法相同,导线与瓷拉棒的绑扎类似于导线在低压绝缘子始末端上的绑扎方法(图9-43)。

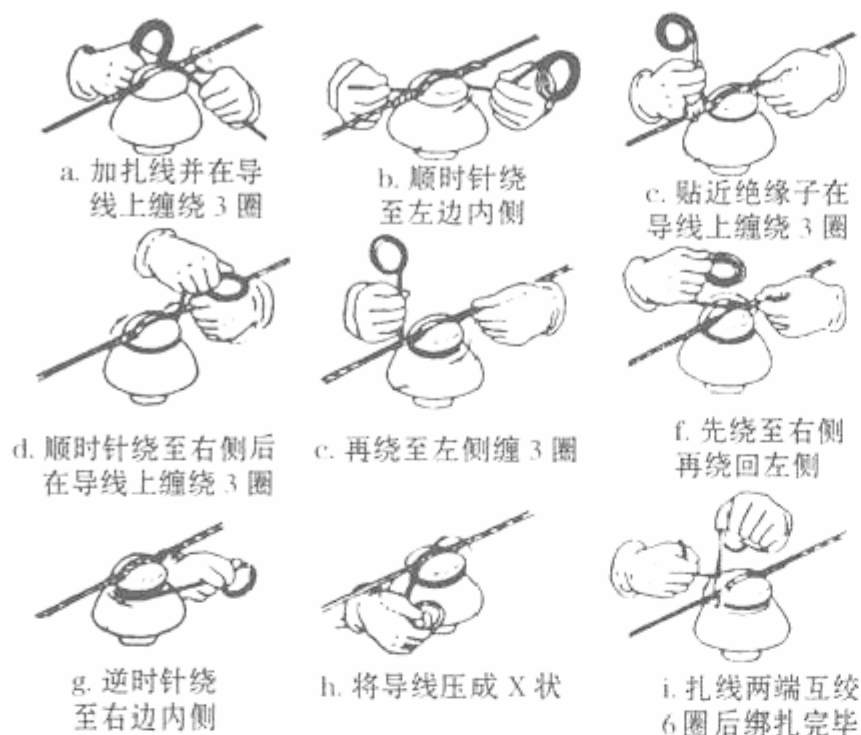


图9-41 针式绝缘子顶绑顺序

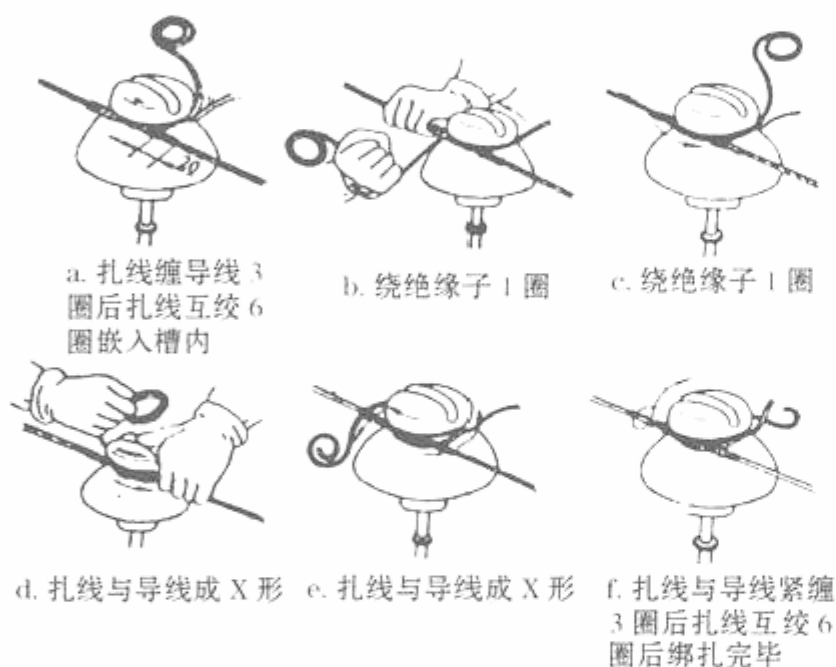


图9-42 针式绝缘子侧绑顺序



图 9-43 瓷拉棒绑扎的方法

4) 导线在蝶形绝缘子上的固定: 蝶形绝缘子一般装设在耐张杆和终端杆上, 导线的绑扎通常使用终端绑扎法, 铜导线在蝶形绝缘子上的终端绑扎方法如图 9-44 所示。把铜扎线绕绝缘子颈部 1 圈后与导线合在一起, 然后把扎线折回 30 mm 并挂在导线上, 在离绝缘子裙边 80 mm 处紧缠导线 5 圈; 把扎线短端拆回压在缠好的 5 圈上面, 再用长端压住短端紧缠 5 圈后离开短端紧缠导线 5 圈, 然后再压住短端紧缠导线 5 圈并把导线末端折回, 再在导线弯头后面用扎线长端压住短端紧缠 5 圈后, 将扎线两端扭绞 2~3 圈即绑扎完毕。

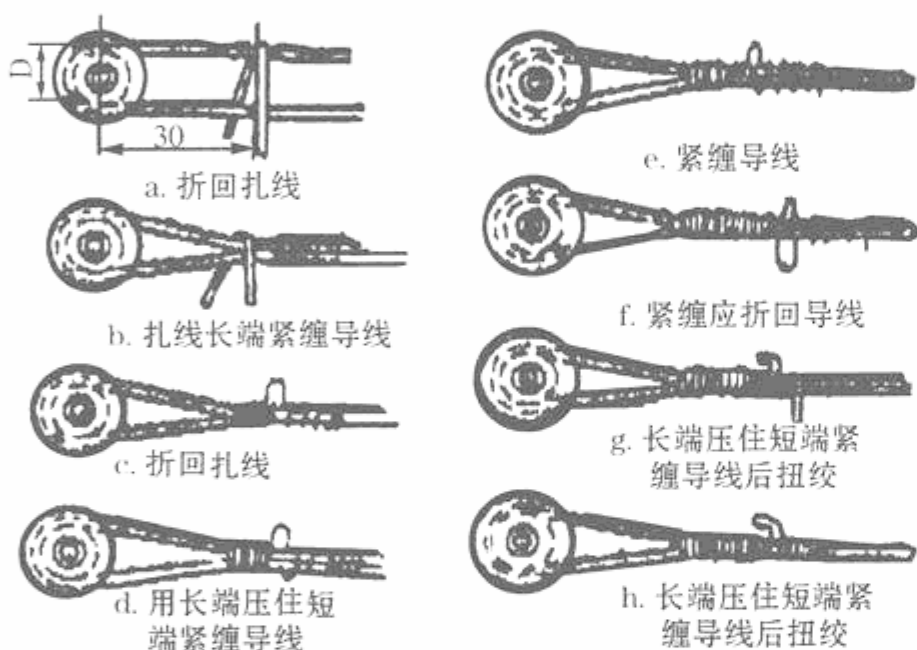


图 9-44 铜导线终端绑扎顺序 (mm)

铝导线在绝缘子上的终端绑扎方法如图 9-45 所示。

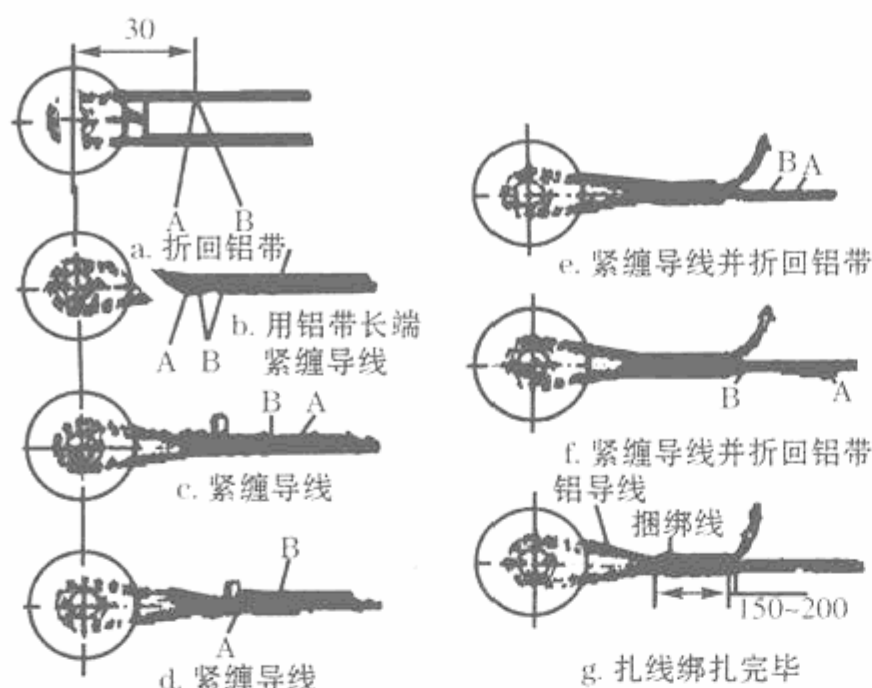


图 9-45 铝导线终端绑扎顺序 (mm)

5) 导线在悬式绝缘子上的固定: 导线在耐张杆和终端杆悬式绝缘子上的固定通常应用耐张线夹固定导线。在导线需安装线夹的部分, 用铝带或同规格的线将导线包缠上, 两端各露出线夹 10 mm, 安装线夹时, 先将 U 形螺栓及压板稍拧紧, 然后按图 9-46 所示的 1、3、2、4 的顺序拧紧复查。

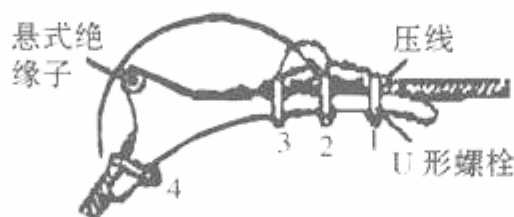


图 9-46 耐张线夹固定顺序

三、架空线路的运行维护技术

1. 巡线类型 架空线路的运行检查和维护又叫巡线, 巡线能及时掌握线路运行情况, 便于发现、消除隐患, 是保证安全运行的重要手段。巡线工作分定期巡线和特殊巡线两种。

(1) 定期巡线: 由专职巡线员做周期性的检查, 掌握线路的运行质量和变化情况, 同时做好护线宣传。1~10 kV 线路一般每月

1 次,1 kV 以下线路一般每 3 个月 1 次。

(2)特殊巡线:在气候恶劣或线路发生故障的情况下,对线路故障易发地段或全线进行检查,并采取相应维护措施的巡线方法。巡线过程中随时记录异常情况和部位,并及时做好维护工作。

2. 巡线内容

(1)杆塔:检查杆塔倾斜度,一般应小于 100 mm;铁塔构件有无异常,水泥杆有无裂纹;基础有无损坏,杆塔周围有无异常等。

(2)横担和金具:检查有无锈蚀、歪斜、变形、断裂、脱落等现象。

(3)绝缘子:检查有无脏污、损坏、放电痕迹等异常情况。

(4)导线:检查有无断股、损伤痕迹、过紧、过松、过热、导线上有无杂物等现象。

(5)防雷装置:检查引线连接、避雷器固定及其他附件有无异常情况。

(6)接地线:检查引线、接头、接地体及其他附件有无异常。

(7)拉线:检查拉线的张力、金具、基础及其他附件有无异常。

3. 线路维护内容

(1)清除导线上的杂物及绝缘子上的污垢。

(2)校正电杆和横担、紧固各种线路构件。

(3)更换已损构件。

4. 线路的大修、抢修

(1)线路大修:大修的内容有更换电杆、横担、绝缘子、导线、拉线等。大修一般在节假日进行。

(2)线路抢修:需进行抢修的故障一般是由外界因素造成的,如电杆倒塌、导线断裂、横担断裂、滑脱离杆等。

第三节 电力电缆线路及施工维修技术

电缆线路是利用电缆传送电能的电力线路,分为电力电缆和控制电缆两种线路,电力电缆线路比较常见。

一、电缆的结构、种类及选用

1. 电缆结构 电缆主要由导线、绝缘层和保护层三部分组成,三股统包电缆的结构如图 9-47 所示。

2. 电缆种类 根据绝缘情况,电缆可分为油浸纸绝缘电缆和塑料电缆。油浸纸绝缘电缆根据结构又可分为统包型和分相铅包型两种。塑料电缆又可分为聚氯乙烯、聚乙烯和交联聚乙烯三种。电缆型号含义见表 9-9 和表 9-10。

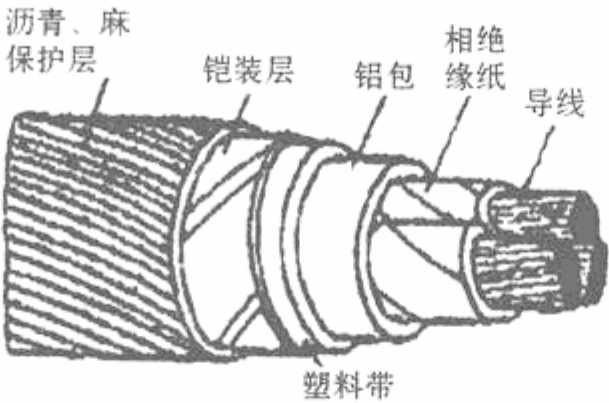


图 9-47 统包电缆结构

表 9-9 电缆型号中各字母的含义

类别	绝缘	导体	内护套	特征
电力电缆(省略不表示)	Z 纸绝缘	T 钢线(一般省略)	Q 铅包	D 不滴流
K 控制电缆	X 天然橡胶	L 铝线	L 铝包	F 分相金属护套
P 信号电缆	(X) D 丁基橡胶		H 橡套	P 屏蔽
B 绝缘电线	(X) E 乙丙橡胶		(HF) 非燃性橡套	
R 绝缘软线	V 聚氯乙烯		V 聚氯乙烯护套	
Y 移动式软电缆	Y 聚乙烯		Y 聚乙烯护套	
H 市内电话电缆	YJ 交联聚乙烯			

表 9-10 外护层代号的含义

第一个数字		第二数字	
代号	铠装层类型	代号	外被层类型
0	无	0	无
1	—	1	纤维绕包
2	双钢带	2	聚氯乙烯护套
3	细圆钢丝	3	聚乙烯护套
4	粗圆钢丝	4	—

如电缆型号 $VV_{22}-3 \times 240 + 1 \times 120-0.6/1-300$ 的含义是聚氯乙烯绝缘、铜芯、聚氯乙烯内护套、双钢带铠装、聚氯乙烯外护套、四芯电缆、主线芯 240 mm^2 、零线 120 mm^2 、相电压 0.6 kV 、线电压 1 kV 、长度为 300 m 。

3. 电缆选择 选用电缆时应主要考虑以下方面:①电缆的额定电压是否大于等于电力系统的额定电压;②电缆的埋设方式,直埋的要选用铠装电缆,沟埋的可选用无铠装电缆;③电缆敷设的环境条件一般,选用塑料绝缘电缆。

二、电缆的敷设技术

电缆的敷设方法有直接埋地敷设、电缆沟敷设、沿墙敷设、电缆隧道、电缆管敷设、电缆桥架敷设等(图 9-48)。

1. 敷设基本要求

(1)直接埋地敷设应选用铠装电缆或加厚塑料电缆,埋设深度不小于 0.7 m ,电缆周围填充 100 mm 的细沙,电缆上方 100 mm 处加盖水泥保护板(图 9-49)。

(2)电缆在安装、敷设中的弯曲半径应大于表 9-11 中所示的数值。

续表

电缆种类	多芯	单芯
聚氯乙烯绝缘电缆	10D	10D
交联聚乙烯绝缘电缆	15D	20D

注: D 为电缆外径。

(3) 油浸纸绝缘电缆两端的最大允许敷设高位差不超过表 9-12 中所示的数值。

表 9-12 油浸纸绝缘电缆的最大允许高位差 (m)

额定电压 (U_0/U)/kV	无铠装电缆	铠装电缆
0.6/1 ~ 3.6/6	20	25
3.6/6 ~ 8.7/15	15	15
21/35 ~ 26/35	5	5

(4) 电缆的铠装带、铅包外皮要接地, 接地电阻应小于 10Ω 。

(5) 电缆同各种设施之间、电缆和电缆之间的最小距离应大于表 9-13 中所示的数值。

表 9-13 电缆装置的最小距离

项 目	最小距离 (m)
直埋电缆的埋设深度	一般情况 0.7 机耕农田 1.0
电缆与各种设施接近与交叉净距	穿越路面 1.0 高建筑物基础 0.6 与排水沟底的交叉 0.5 与热力管道接近 2.0 与热力管道交叉 0.5 与其他管道接近或交叉 0.5
电缆间净距	平行接近时 0.1 交叉接近时 0.5
电缆明装时的支持间距	铅包电缆垂直装置时 1.5 其他类电缆垂直装置时 2.0 各种电缆水平装置时 1.0

2. 电缆的敷设 电缆的敷设方法有人工敷设、机械牵引敷设和输送机敷设 3 种。人工敷设是最常用的方法。

(1) 人工敷设:沿电缆沟每隔 2 ~ 14 m 设 1 人,把电缆盘中的电缆拉出,沿沟敷下,敷设速度约为 10 m/min,并使电缆自然松弛;此法适合于规格较小的电缆。

(2) 机械牵引敷设:在电缆沟底每隔 2 ~ 4 m 放置一个滑轮,在电缆沟一端安设电缆盘放线架,另一端设置卷扬机或绞盘,用钢索连接电缆,以 8 ~ 10 m/min 的速度拉出电缆并敷设的方法。

三、电缆终端头和中间接头的制作安装技术

电缆与电缆连接时要采用中间接头,电缆与其他导线连接时需采用终端头。中间接头和终端头统称为电缆头。

1. 中间接头 电缆和电缆连接时必须采用专用接头盒。常用的电缆中间接头盒有用于纸绝缘电缆的铅套管型、LB 型和用于交联电缆的绕包型、热收缩型、预制型及冷收缩型等,根据所用材料接头盒有铸铁的、铝的、铜的、塑料的和环氧树脂的等,现推广使用的为环氧树脂接头盒。

用于 1 kV 及以下塑料电缆的环氧树脂中间接头盒的安装方法如下:

(1) 确定接头的中心位置:确定接头中心位置时,使两电缆重叠约 200 mm,电缆两端留有适当的直线部分,一端能套入护套管,锯掉多余部分。其尺寸如图 9-50 所示。

(2) 剖削电缆端头:
按图 9-50 所示的尺寸剖削电缆的外护套、钢铠、内护套及填料。锯钢铠时要用钢丝将钢铠绑住后再锯,以免锯散。

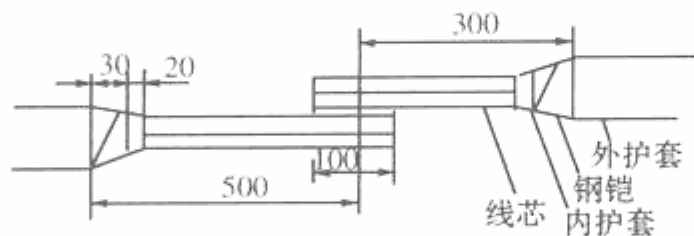


图 9-50 塑料电缆中间接头剖削尺寸

(3) 分开线芯,并在根部用三角木模撑住,然后按连接管长度

的 $1/2$ 加上 5 mm 的长度,剖去每根线芯的绝缘层。

(4) 套上护套管及绝缘管:用砂纸将接头两端外护套密封部位及各线芯末端绝缘部分各打毛 100 mm,擦净电缆,套上护套管,在接头长端线芯上分别套上绝缘管。

(5) 连接线芯:将线芯对应插入连接套管后进行压接连接。

(6) 恢复绝缘层:用自粘带或填充胶将连接套管的孔隙和压坑填平,并在擦净的线芯上包一层密封胶带,然后将绝缘管移至接头中心,从中间向两端加热收缩。包缠密封胶带时可涂上环氧树脂涂料。

(7) 焊上接地线:在接头两端的钢铠上焊上截面积不小于 10 mm^2 的裸铜绞线。

(8) 热缩外护套或装上环氧树脂壳模:并拢线芯后用白布带绑紧,将外护套移到接头中间后加热收缩。若装环氧树脂壳模应使线芯居于壳模中间,并使线芯之间保持一定的距离,然后将环氧树脂不间断浇入模内,30 min 后脱去壳模,抹净接头盒表面硅油。

若为直埋电缆,还应在环氧树脂中间接头盒表面涂一层沥青。

2. 终端头 电缆终端头是电缆始端和终端的接线端头。分户内和户外两种户内的纸绝缘电缆终端头有尼龙头、干包头、环氧树脂头、热收缩头等;户外的主要有鼎足式终端头、倒挂式头、全瓷头、环氧树脂头和热收缩型头等。塑料电缆终端头主要有绕包型、热收缩型、预制型和冷收缩型,应用最广泛的为热收缩型。

户内环氧树脂终端头的制作方法和电缆中间接头的制作方法基本相同,头端用压接方法安装接线鼻子,芯线剖削得要长一些。

下面简单介绍热收缩型户内、外电缆终端头的制作安装方法。

(1) 按图 9-51 所示的尺寸剖削外护套、钢铠、内护套和填料,并按接线鼻子孔深加上 5 mm 的长度剖削线芯端头绝缘层。

(2) 焊接地线:用砂布打毛钢铠,用焊锡焊上截面积不小于 10 mm^2 的裸铜绞线(图 9-52)。

(3) 安装分支手套:擦净并打毛外护套约 70 mm,并缠上密封

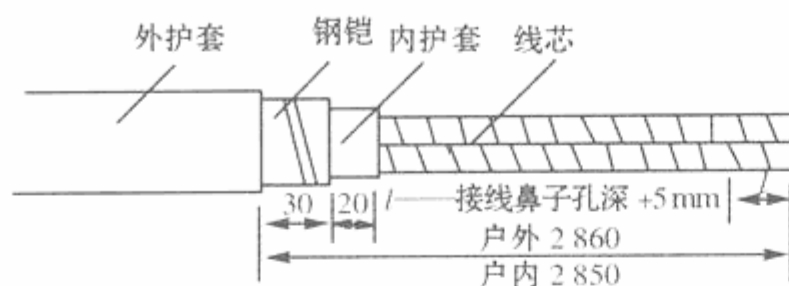


图 9-51 热收缩型终端头剖削尺寸 (mm)

胶带,然后从上面套上分支手套并从中部开始用喷灯热缩手套。

(4)按图 9-53 所标注的尺寸剖削铜屏蔽层和外半导体层。

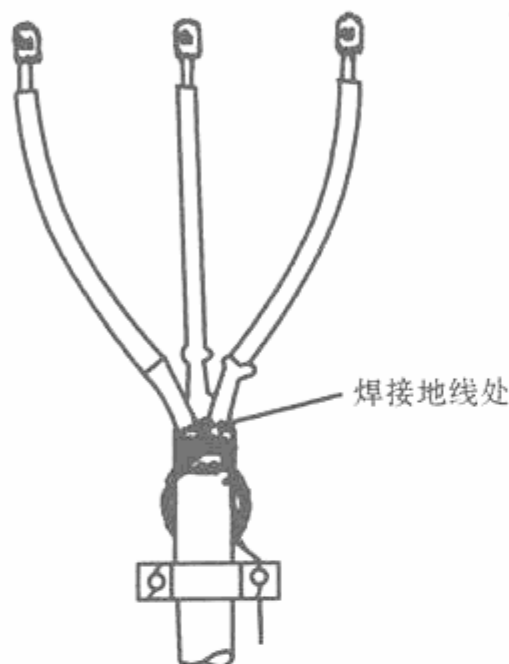


图 9-52 地线焊接

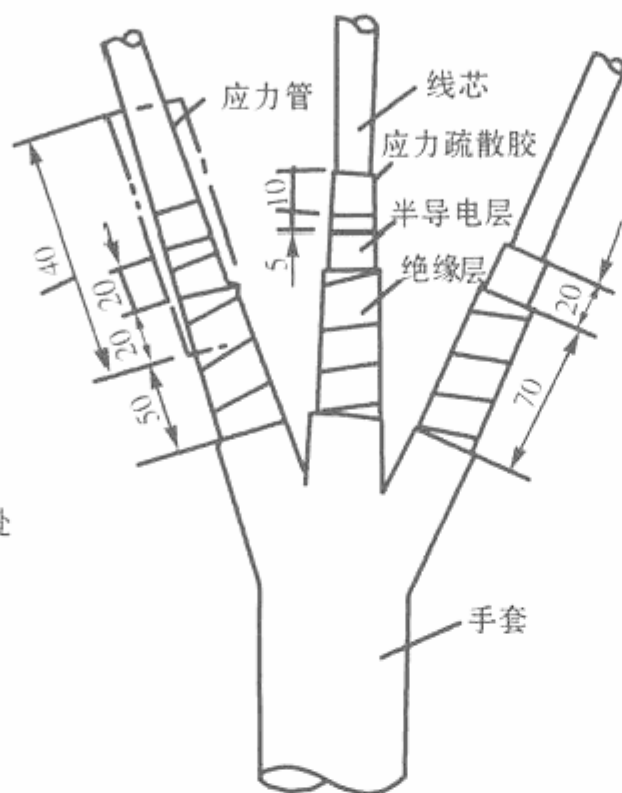


图 9-53 铜屏蔽层、半导体层剖削尺寸 (mm)

(5)安装接线鼻子用压接法安装接线鼻子(图 9-54)。

(6)安装应力管清洁绝缘层后包缠应力胶带填平半导体层断口,涂上硅脂,套上应力管(图 9-53),自下而上缓慢加热收缩。

(7)安装绝缘管用溶剂清洁分支手套手指部、应力管、线芯及

接线鼻子,用密封胶包缠手指部和接线鼻子处,套上绝缘管,自下而上缓慢加热收缩。

(8)标相色将相色管套在接线鼻子下端,加热收缩后按相位标明相色。

(9)户外终端头装雨裙,先装上三孔两裙并加热收缩,并保持一定距离,再套上两个单孔雨裙(图9-55)。

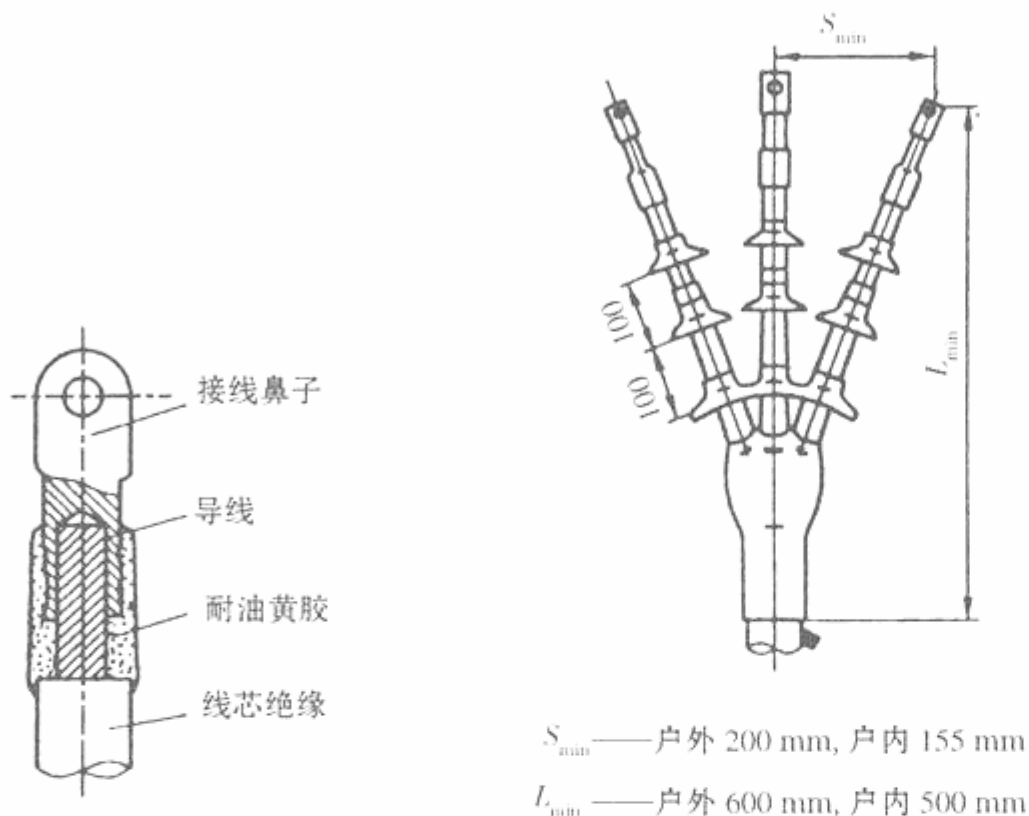


图9-54 压接接线鼻子 图9-55 热收缩型户外终端头(mm)

四、电缆线路的运行维护技术

1. 巡线检查 定期巡视全线情况,一般三个月巡线一次,在恶劣天气情况及线路附近有施工工程时,要做好有目的的特殊巡视。

2. 巡线内容

(1)电缆沿线情况:直埋电缆的路面情况、警告标志,有无施

工工程,电缆外露部分的护层有无异常。

(2)电缆中间接头和终端头:检查有无破损、漏油现象,瓷套管表面、防雷装置、接地装置、导线温度有无异常等。

(3)电缆附属设施:检查各种保护设施、螺栓、支架等有无异常等。

3. 运行检查

(1)电缆运行电压和电流:电压不得超过额定电压的 115%,电流要小于规定值。

(2)电缆的温度:用红外温度计检查线芯温度或直接测量电缆外皮温度,然后加上 15 ~ 20 °C 来估计线芯温度,不得高于额定负荷时最高允许工作温度。

4. 预防性试验 为了了解绝缘性能的变化情况,要定期进行耐压试验;以 4 ~ 5 倍于电缆额定电压的直流电压通电 5 min 测试绝缘情况。对于塑料电缆,耐压试验会损坏绝缘;只能使用兆欧表测量其主绝缘和内外护套的绝缘。

5. 电缆常见故障

(1)短路:一般由外界因素造成相间和对地短路,用安装中间接头的办法排除。

(2)断线:由外界因素造成线芯断裂或整个电缆断裂,同样使用安装中间接头的办法排除。

(3)受潮:由安装时密封不严造成。去除受潮部分后重新安装中间接头或终端头排除。

第四节 地埋电力线路施工维修技术

一、地埋线的敷设路径和选择

地埋电力线路是一种永久性的地下设施,一般不宜拆迁或更换,因此在施工前必须搞好规划。注意用电负荷分布及变压器安

置中心。确定干、支路径前,要先画出路径图。地埋电力线路的导线截面,一般按规划最大负荷并留一定余量来选择,其末端电压损失不应超过 7%,其最小截面不应小于 4 mm^2 。

二、地埋线的施工技术

1. 检查地埋线的质量 地埋线放线前,应进行外表检查,绝缘护套不得有机械损伤砂眼、鼓肚、漏芯、粗细不均等现象。

2. 开沟 沟深应在冻土层以下,其深度不应小于 0.8 m ;沟宽按放线根数而定。

3. 放线 环境温度低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或雨雪天,不宜敷设地埋线。放线时应将地埋线托起,严禁在地面上拖拉。谨防打卷扭折和其他机械损伤。地埋线在沟内应呈水平蛇形敷设,遇有接头、接线箱、转弯穿管处,应做 U 形伸缩弯。

4. 埋土 填土前应核对相序,做好路径接头的标志。回填土应自放线端开始,逐步向终端推移是正确的顺序,不应多处同时进行填土。电线周围应先填细土或细沙,回填 10 cm 后,可放水让其自然下沉或用人工排步踩平,禁用机械夯实。用兆欧表复测绝缘电阻,并与埋设前绝缘电阻相比,若阻值明显下降时,应查明原因并进行处理。

5. 接头处理 地埋线的接线宜采用压接,接头处的绝缘和护套的恢复,可用自捻性塑料绝缘带包扎或用热收缩管的方法。当采用缠绕包扎时,一般缠绕 5 层作为绝缘恢复,再缠 5 层作为护套。包扎长度在接头两端各延伸 100 mm 。严禁用黑胶带(布)包扎接头。

三、地埋线的日常维护

新地埋线路应每季度巡视一次,用绝缘电阻表测一次绝缘电阻。运行一年后每月巡视一次。雷雨过后和农忙抗旱用电高峰季节,要不定期巡视和检查。出现地埋线故障的原因主要有:施工中

碰伤绝缘,长期漏电运行;地势高低悬殊,导线受力不均匀;外力破坏;鼠害;接头处理不好等,在巡视中要重点注意。

第五节 接户线与进户线架设技术

一、接户线的一般要求

从架空配电线路到用户室外(墙外)第一个支持点(电杆)之间的一段线路叫做接户线(图9-56)。接户线的挡距规定很严格,一般不超过25 m,若是超过25 m要加装接户杆。木接户杆的梢径不应小于50 mm。每一接户线所带户数一般不得超过5户。

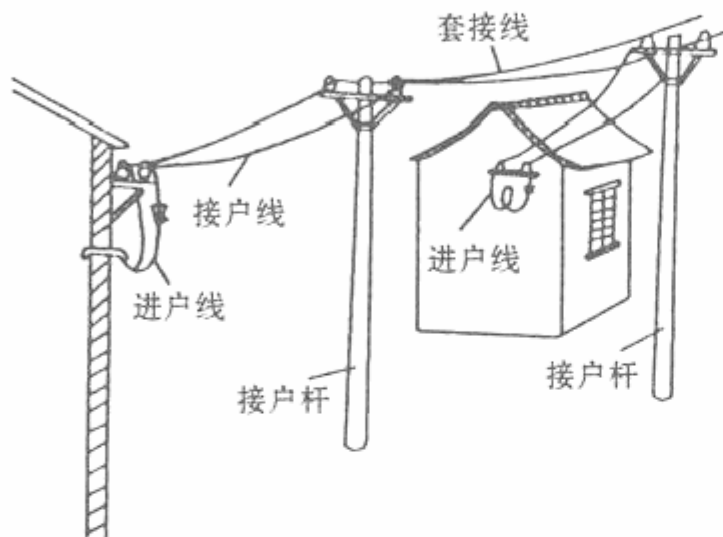


图9-56 接户线及进户线连接

当计算单相负荷电流在30 A及以下时,一般采用单相接户线;超过30 A时,应采用三相四线制接户线。

接户线和套户线应选用耐气候性的绝缘线,电线的截面按允许电流、沿墙敷设的距离、自线杆引下线的挡距长度选择。接户线和套户线的横担长度应能满足线间距离的要求。线间距离从杆上引下不小于150 mm,沿墙敷设为100 mm。为了保证安全,不被偶然碰触,接户线、套户线与道路和建筑物的有关部分应保持足够距离。

在多雷区(年平均雷电,日大于40天的地区),为了防止雷电过电压沿接户线引入屋内,以致造成人身事故,应将接户线绝缘子铁脚接地。

二、接户线的安装方法

接户线的相线和中性线应从同一低压电杆上引下,不允许在挡距中间悬空拉线。接户线引接端和接用户端应根据导线的拉力情况,选择针式或蝶式绝缘子(一般规定导线截面在 16 mm^2 以下时采用针式绝缘子,导线截面在 16 mm^2 以上时采用蝶式绝缘子)。接户线从电杆顶端的引接组装有直接连接、丁字铁架连接、交叉安装横担连接、平行横担连接等几种(图9-57),而这些方式都需要装铁件(横担)。

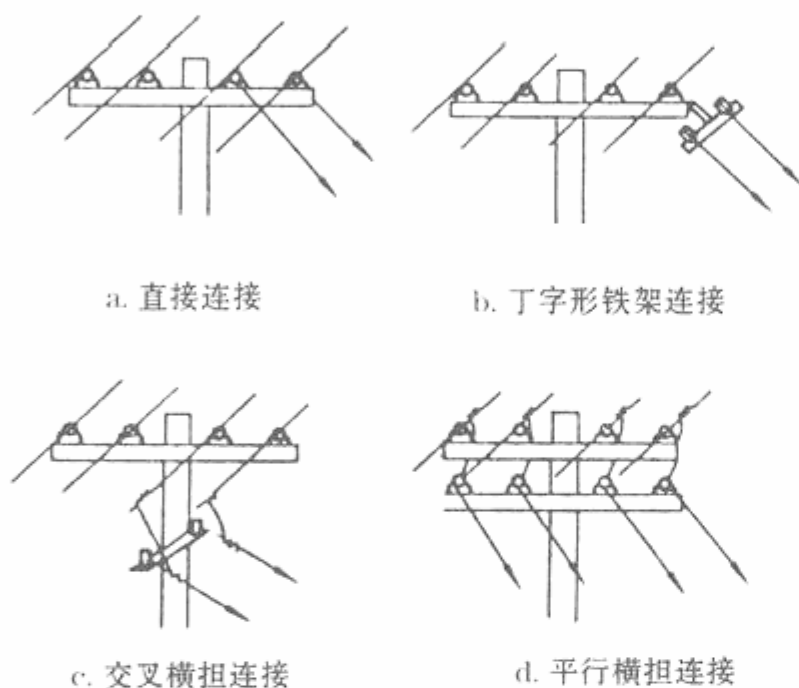


图9-57 接户线与杆塔连接方式

三、进户线的进户点选择及安装技术

进户装置是用户线路和供电线路相连接的部分。一般由进户

线、进户管、进户杆等部分组成,最常见的照明用电进户方式如图 9-58 所示。进户线又称引跳线,是指在户内与供电单位的总熔丝盒接线桩头连接,在户外与接户线搭头相连接的这部分电线,它一头在墙内,另一头在墙外。由于在穿墙处经常与墙壁摩擦,较易损坏,所以必须用进户管专门穿套进户线,起保护电线的作用。

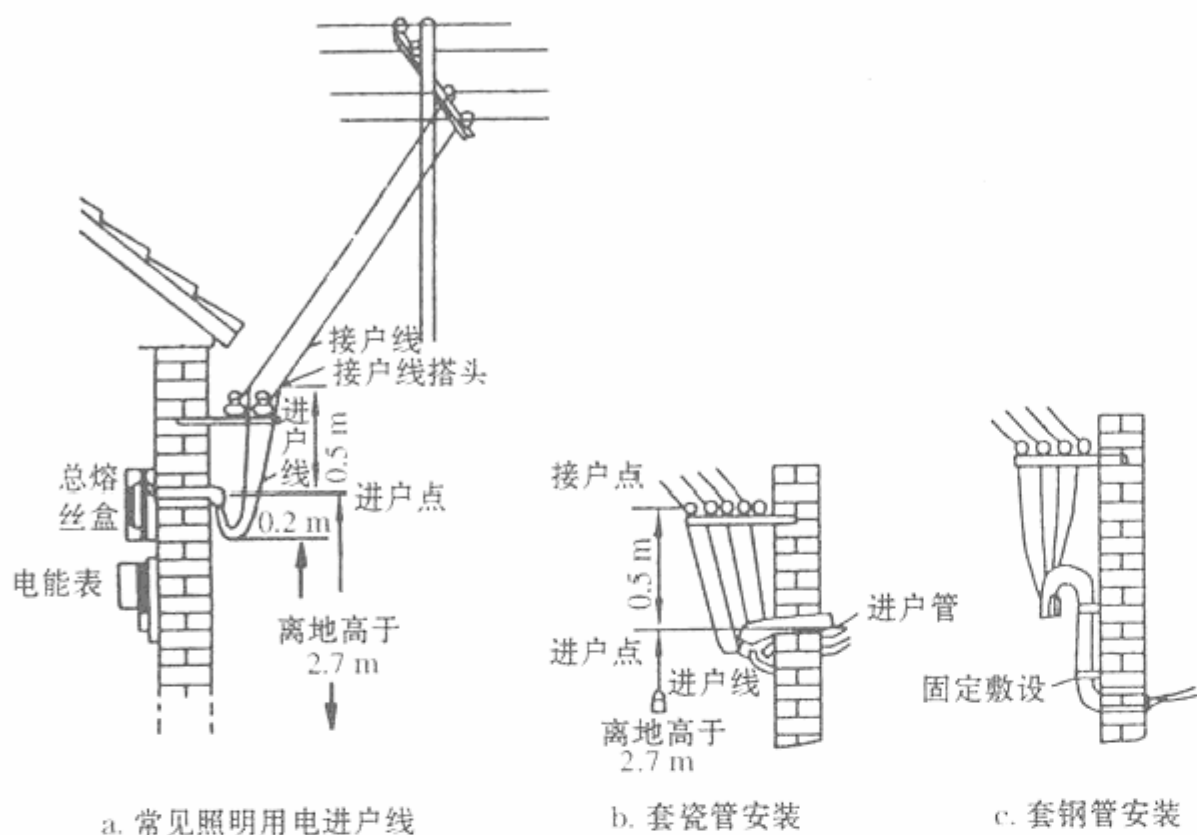


图 9-58 进户线安装示意

安装进户管的位置叫做进户点。选择进户点时,建筑物应牢固、便于维修和施工,并尽可能靠近供电线路和负荷中心。进户点的离地距离不低于 2.7 m,进户线应采用绝缘导线穿瓷管引入户内,进户管与接户线之间的垂直距离应为 0.5 m。如果建筑物本身高度不足使进户点有 2.7 m 以上的对地距离时,应加装进户杆,如图 9-59 所示。进户线应使用耐压为 500 V 的橡胶绝缘电线,其截面按允许电流选择,并留有一定的余量。进户线中间不应有接头。进户线穿墙时,应装硬绝缘管,绝缘管有塑料管、瓷管和钢

管等多种。绝缘管应内高外低,弯头向下,露出墙壁的部分不应小于 10 mm,管口对地距离不应小于 2 m,小于 2 m 时应加绝缘护套。进户线严禁与广播、通信线混装在一起。电能表集装箱应采用镀锌铁皮和塑料箱,安装时应牢固地固定在杆上或墙上,且在顶部设有防雨罩,做到防腐、防雨、防风。表箱的底部和侧面打孔时,孔的数量应根据需要

确定,两孔间距不小于 20 mm,且进、出线全部加装塑料绝缘套管,套管长度不小于 100 mm。

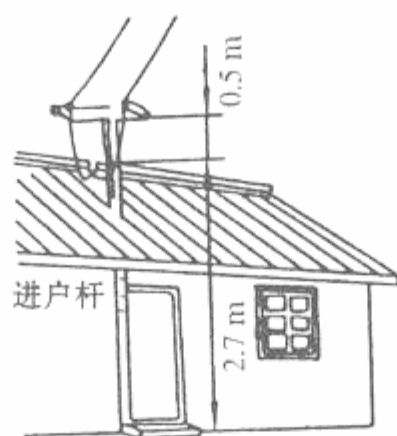


图 9-59 加装进户杆

四、室外沿墙布线技术

室外敷设照明线和动力线,一般都是沿墙或沿房布设的,均可以采用低压瓷瓶来支撑,布线方式多为水平走线和垂直走线两种。当导线水平排列时,零线应靠近墙壁,用角钢和撑铁固定在墙壁上。当导线垂直排列时,零线应在下方,用开口扁铁和长螺栓固定在墙壁上;室外部线通过两座墙的山墙时,可用插墙铁或开口扁铁固定在墙壁上。

沿墙敷设时,应根据导线的受力情况和布线方式选用蝶式绝缘子和针式瓷瓶。绝缘子之间的距离不宜超过 6 m,线间距离不宜超过 10 mm。

第十章 室内配线技术

第一节 室内配线

低压配电线路是指从低压配电室开始到用户的供电线路,包括室内配线和室外配线两部分。

一、室内配线方式及要求

1. 室内配线的类型与方式

(1)室内配线的类型:室内配线是为用电设备敷设供电和控制线路,有明敷和暗敷两种类型。明敷是将导线沿墙壁、天花板、横梁等表面敷设;暗敷是将导线穿管埋设于墙内、地下或顶棚内。一段线路可能包含有两种敷设类型。

(2)室内配线的方式敷设方式:有低压绝缘子明敷、穿管明敷、穿管暗敷、槽板及线槽敷设、电缆桥架敷设、瓷夹敷设、钢索敷设、护套线明敷等,最常用的为穿管敷设和护套线明敷。部分敷设方法如图 10-1 所示。

2. 室内配线的技术要求

(1)室内配线要求布置合理,符合相关规程。

(2)导线的额定电压要大于线路的工作电压。照明线与动力线要分开敷设。导线的截面要满足线路额定电流的要求。一般选

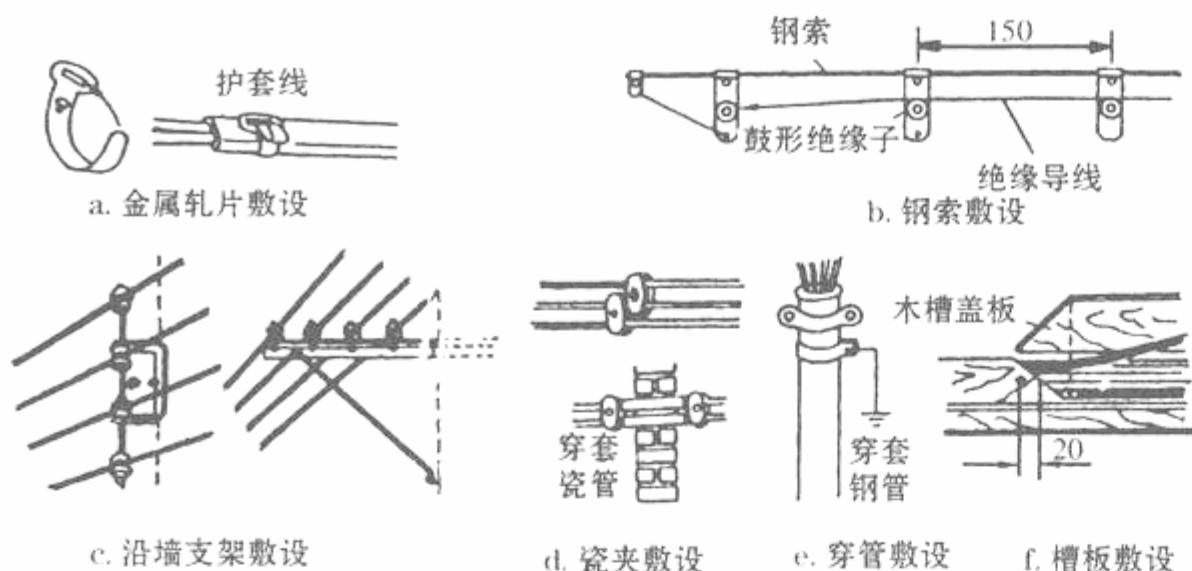


图 10-1 室内线路的敷设方式

用绝缘导线敷设。

(3) 配线线路中避免出现导线接头,穿管敷设不允许有接头。若必须有时,应采用压接或焊接,并把接头放在接线盒内。

(4) 水平敷设导线距地面不低于 2.5 m,垂直敷设导线距地面不低于 1.8 m。

(5) 严禁利用地线作为中性线使用。

(6) 导线穿过楼板时应穿钢管,长度为楼板厚度加上 2 m;穿墙或过墙应穿瓷管或塑料管,瓷管或塑料管在墙外部分应有向下的弯头防止雨水流入。

(7) 导线交叉时,导线在交叉部位应套上塑料管,以免碰线。

(8) 导线敷设时应按规定与其他管线离开一定的距离(0.1~3 m)。

(9) 在线路的分支处或导线截面减小的地方均应安装熔断器。

3. 室内配线工序

(1) 按设计图确定灯具、插座、开关、配电箱等的位置。

(2) 确定导线敷设的路径、穿过墙壁和楼板的位置。

(3) 在室内装修抹灰前,将配线过程中所有的固定点打好孔眼,预埋绕有铁丝的木螺钉、螺钉或木砖。

- (4) 装设绝缘支持物、线夹或线管。
- (5) 敷设导线。
- (6) 导线分支连接并与用电设备连接。

二、低压供电方式

我国 220 V 单相制供电是由一根相线(火线)和一根零线而得到 220 V 电压,如图 10-2 所示。

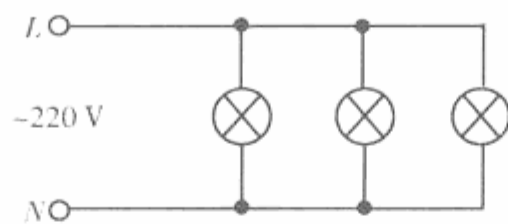


图 10-2 单相供电线路

对于用电容量较大的场所,采用

220/380 V 三相四线制供电,如图 10-3 所示。这种供电方式先将各种单相负荷平均分配,再分别接在每一根相线和中性线之间。当三相负荷平衡时,这种配电线路的中性线上没有电流,所以在设计电路时应尽可能使各相负荷平衡。

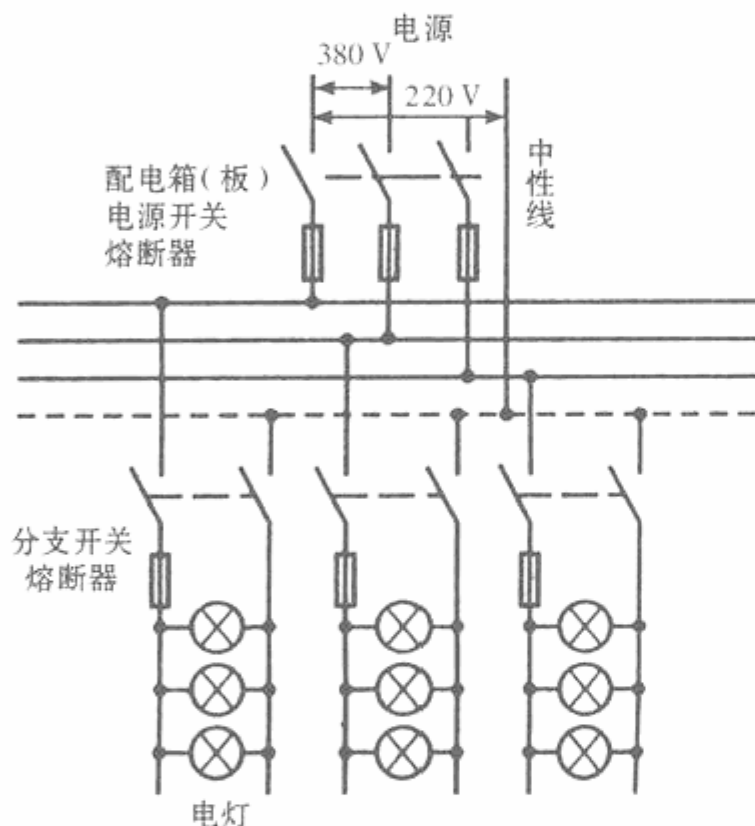


图 10-3 三相四线制供电线路

三、室内线路的基本组成和配线方式

1. 基本组成 照明线路的基本组成,如图 10-4 所示。图中,由室外架空线路电杆上到建筑物外墙支架上的线路称为引下线(即接户

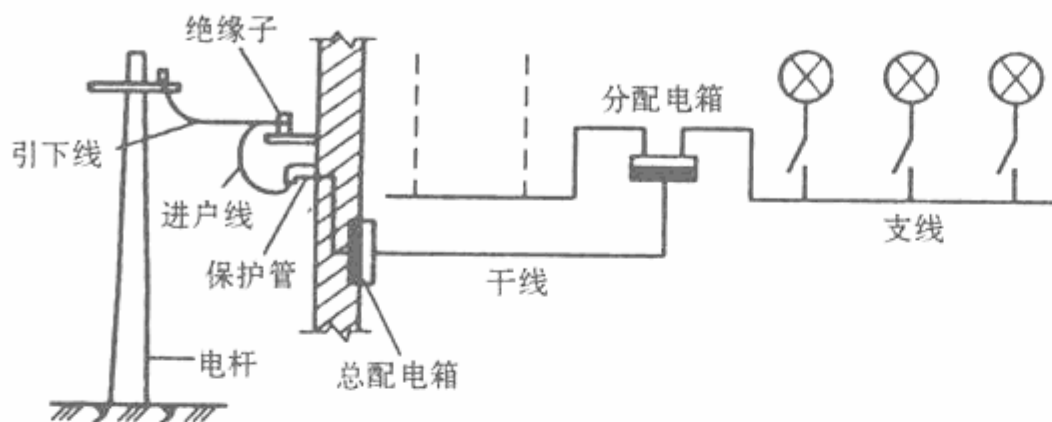


图 10-4 室内外线路的基本组成结构

线),从外墙到总配电箱的线路称为进户线,由总配电箱至分配电箱的线路称为干线,由分配电箱至照明灯具的线路称为支线。

2. 干线配线方式 由总配电箱到分配电箱的干线有放射式、树干式和混合式三种供电方式,如图 10-5 所示。

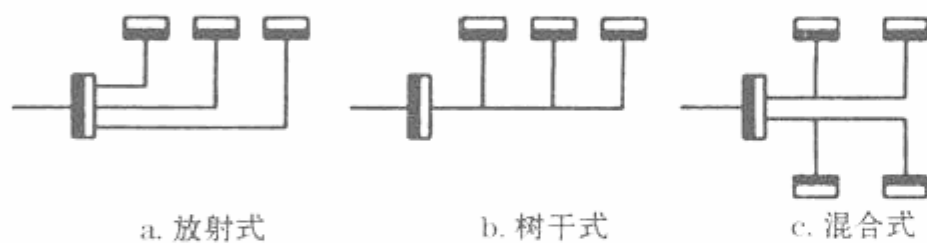


图 10-5 低压线的配线方式

(1)放射式:各分配电箱分别由干线供电(10-5a)。某分配电箱发生故障时,保护开关将其电源切断,不影响其他分配电箱的线路工作。所以放射式供电方式的电源较为可靠,但材料消耗较多。

(2) 树干式:各分配电箱的电源由一条共用干线供电(图 10-5b)。某分配电箱一旦发生故障,将影响其他分配电箱的工作。所以,树干式供电方式的可靠性较差。但这种供电方式节省材料,较为经济。

(3) 混合式:放射式和树干式混合使用(图 10-5c),吸取了放射式和树干式两种供电方式的优点,既减少了材料消耗,又保护了电源,具有一定的可靠性。

3. 支线配线

(1) 电器设置:通常,单相支线长度为 20 ~ 30 m,三相支线长度为 60 ~ 80 m,每相电流不超过 15 A,每一单相支线上所装设的灯具和插座不应超过 20 个。在照明线路中,插座的故障率最高,如果插座安装数量较多,则应专设支线为插座供电,以提高照明线路供电的可靠性。

(2) 导线截面:通常,室内照明支线线路较长,转弯和分支较多,因此,从敷设施工方便考虑,支线截面不宜过大,一般应在 $1 \sim 4 \text{ mm}^2$ 以内,最大不应超过 6 mm^2 。如果单相支线电流大于 15 A 或截面大于 6 mm^2 ,则应采用三相支线或两条单相支线供电。

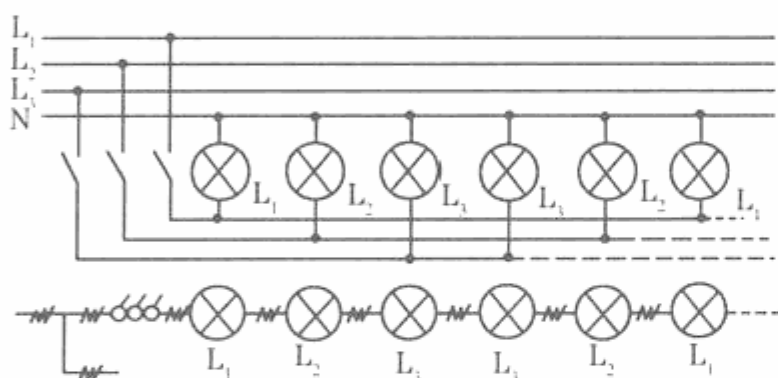


图 10-6 三相支线灯具分配最佳排列方式

(3) 频闪效应的限制措施:为限制交流电源的频闪效应(电光源随交流电的频率交变而发生的明暗变化,称为交流电的频闪效应),三相支线上的灯具可按相序排列(图 10-6),并使三相负载

接近平衡,以保证电压偏移的均衡。

第二节 明敷和暗敷配线技术

一、护套线配线技术

塑料护套线是有塑料外护层的双芯或多芯的绝缘导线,是室内照明常用导线,可敷设在建筑物表面,用铝片线卡或塑料线卡作为护套线的支撑物,在跨度较大的场所也可使用绝缘子支撑;也可穿管暗敷或槽板明敷。护套线配线施工方法,如图 10-7 所示:

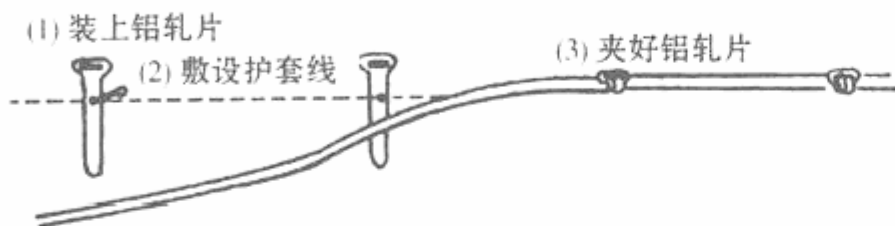


图 10-7 护套线路的安装

1. 定位画线 按照施工图确定灯具、开关、插座等电器的安装位置、导线敷设的位置、导线穿墙和楼板的钻孔位置、导线转角的位置等,然后用粉笔或尺子画线,定出线卡的固定点,一般直线固定点间隔 150 ~ 200 mm,转角两边或距开关、插座、灯具的 50 ~ 100 mm 处需设置固定点(图 10-8)。

2. 放线 按图 10-9 所示的方法,将整圈护套线套入双手中,将线拉出或转动线圈放线,不能搞乱线圈。

3. 线卡的固定 铝片线卡又叫钢精轧头(图 10-10)。根据固定点建筑物结构可分别采用钢钉直接钉牢、预埋木樁、冲击电钻打孔安装木樁、环氧树脂粘贴等方法,为方便施工,现均可使用水泥钢钉直接钉牢的方式固定铝片线卡或塑料线卡。

4. 敷设导线 导线应敷设平直,一般采取勒直和收紧的方法校直导线(图 10-11、图 10-12)。

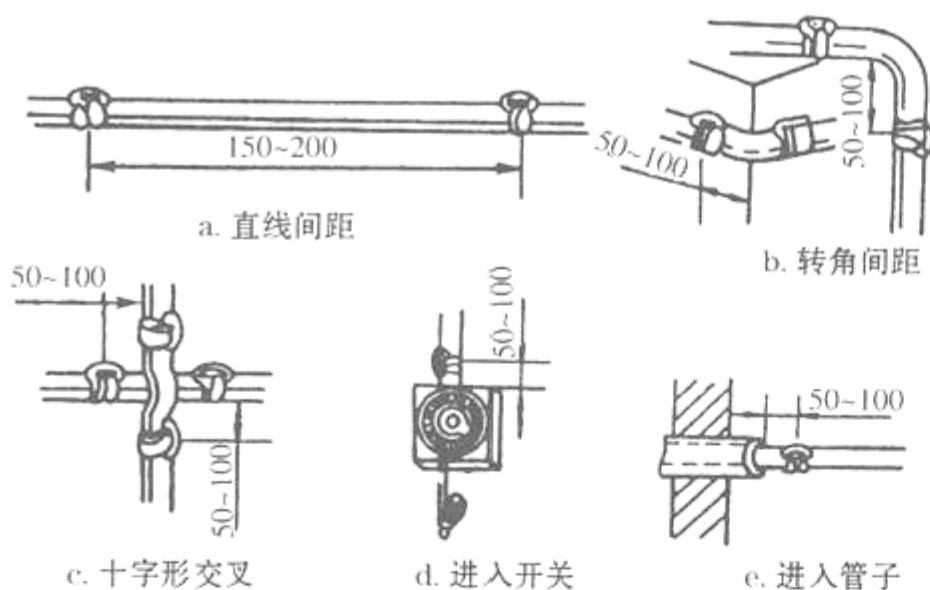


图 10-8 护套线敷设固定点间距 (mm)



图 10-9 放线方法

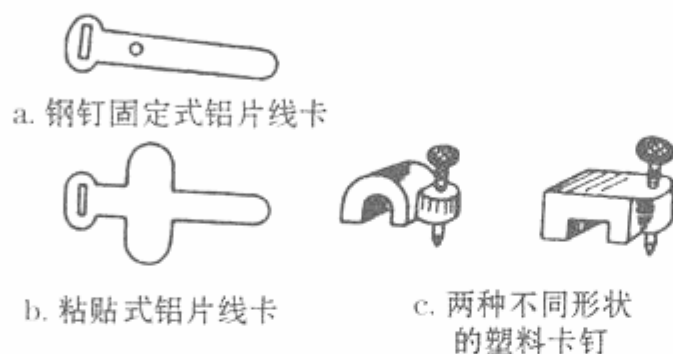


图 10-10 常用线卡形状

5. 铝片线卡的夹持 按图 10-13 所示的步骤将铝片线卡收紧并紧箍护套线。

6. 施工注意事项

(1) 护套线配线时,铜芯线截面积应大于 0.5 mm^2 ,铝芯线截面积应大于 1.5 mm^2 。

(2) 在线路上不可直接进行线与线的连接,应通过瓷接头或其他电器的接线端头完成连接(图 10-14)。

(3) 转角弯弧半径要大于导线外径的 6 倍,转角角度大于 90° 。

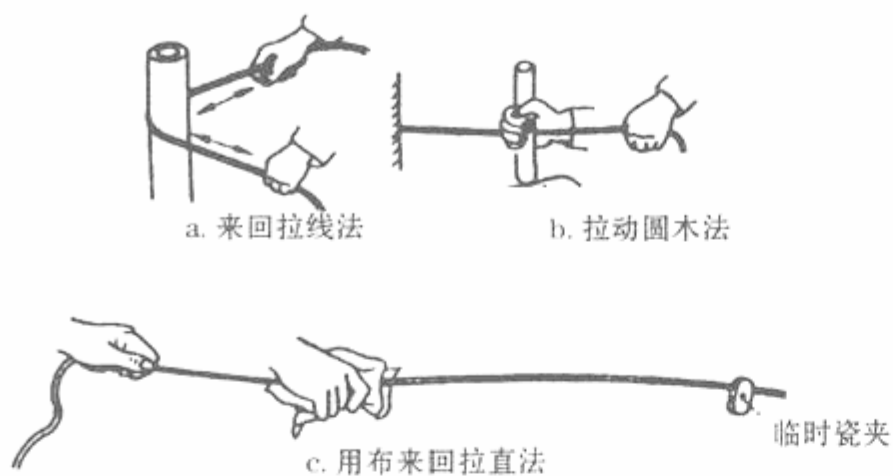


图 10-11 导线理直示意

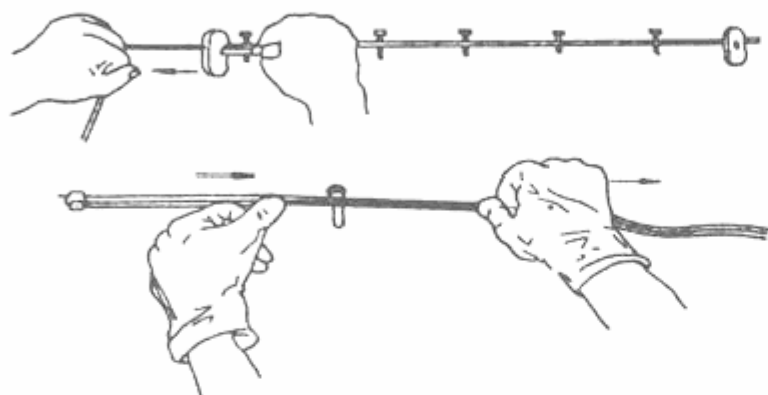


图 10-12 护套线的收紧示意

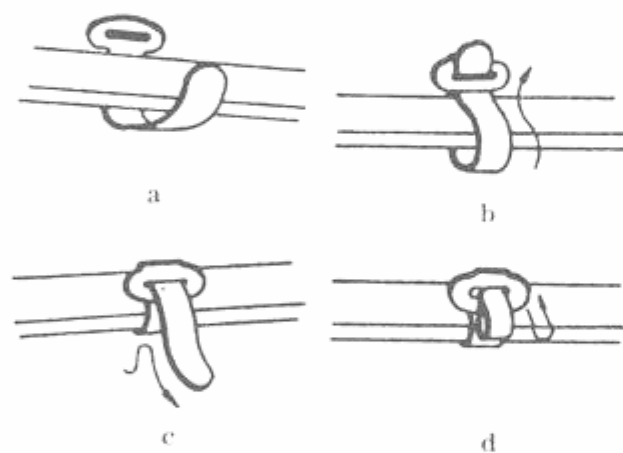


图 10-13 铝片线卡的夹持操作程序示意

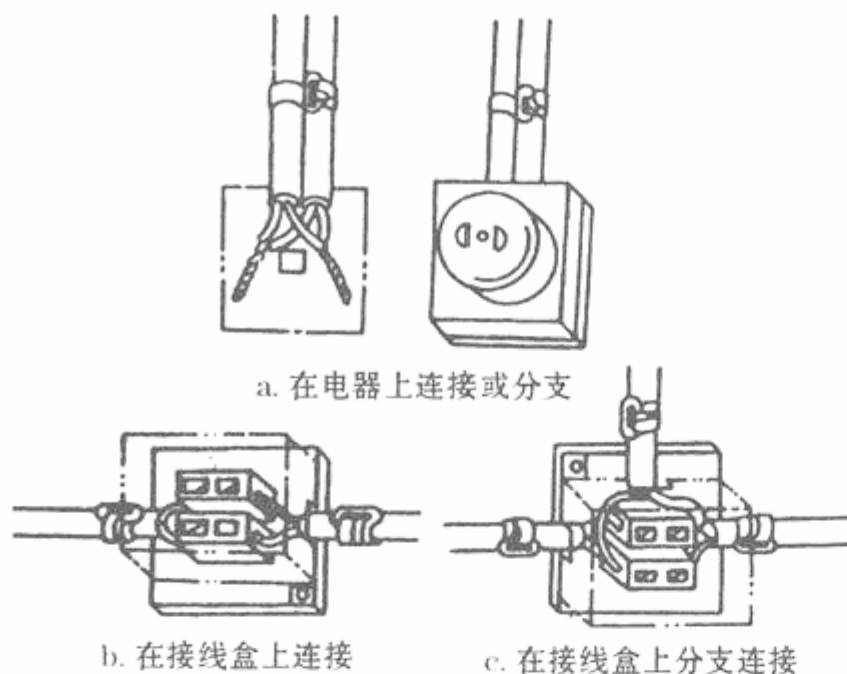


图 10-14 线与线的连接方式

(4) 敷设完毕后要检查导线是否平直。如不平直,要用木制器具进行平直处理。

二、槽板配线技术

槽板有木槽板和塑料槽板两种,由于木槽板较塑料槽板笨重、价格偏高、安全性能低等原因,现已基本被淘汰。槽板由底板和盖板组成,底板有线槽,供固定和放置导线之用,盖板起掩盖和保护作用,如图 10-15 所示。

1. 槽板配线施工方法

(1) 固定底板:在进行定位和画线之后,在每块底板两端 40 mm 处各设置一个固定点,其余固定点可间隔 500 mm 均匀固定(图 10-16)。

固定底板时可直接采用钢钉钉牢,在墙壁特别坚硬的地方可用冲击电钻打孔安装木榫或胀栓进行固定,木榫和胀栓外形如图 10-17 所示。固定时,钢钉要钉在底板中间的槽脊上。

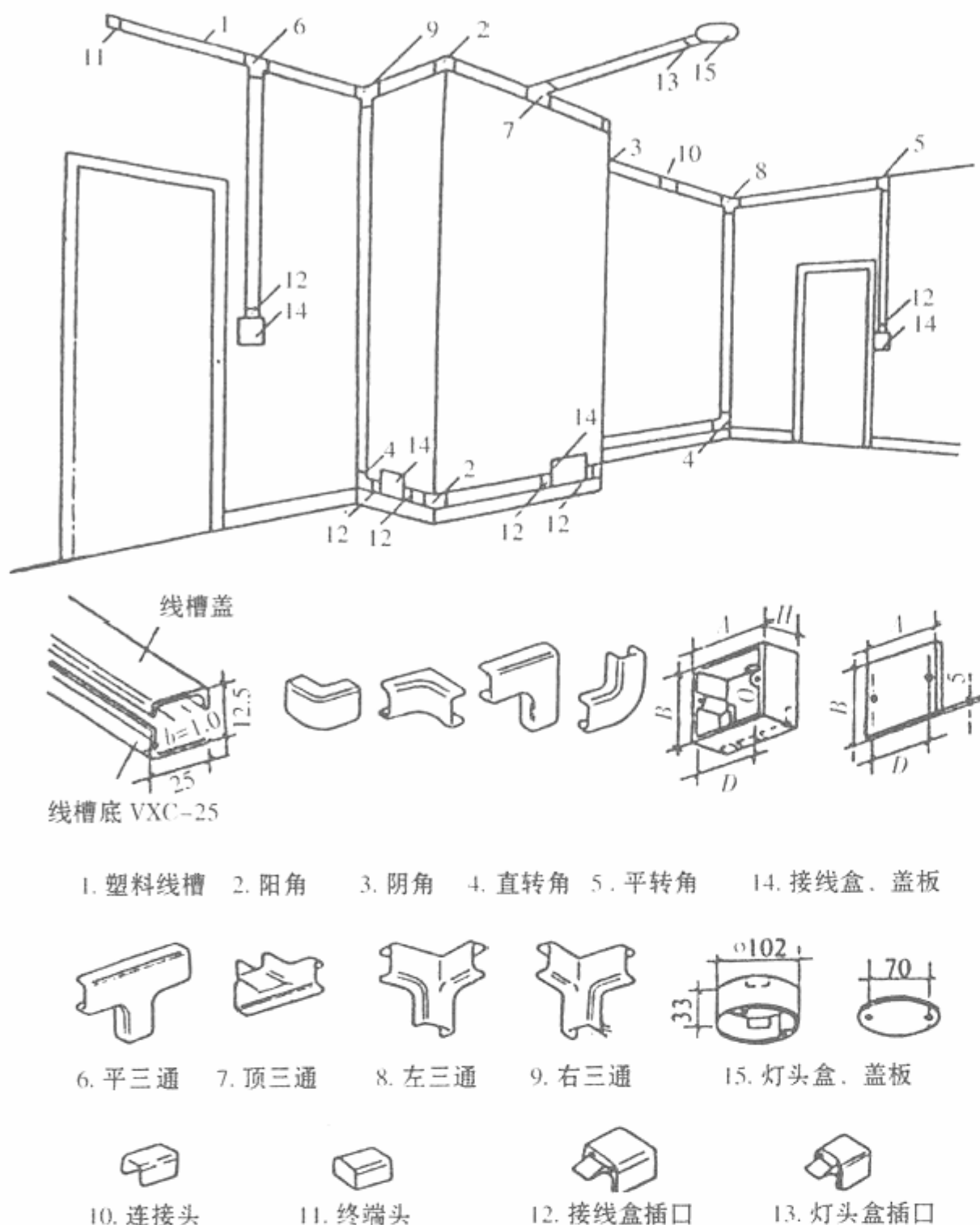


图 10-15 塑料槽板明敷的程序 (mm)

底板对接和盖板对接的方法如图 10-18 所示。

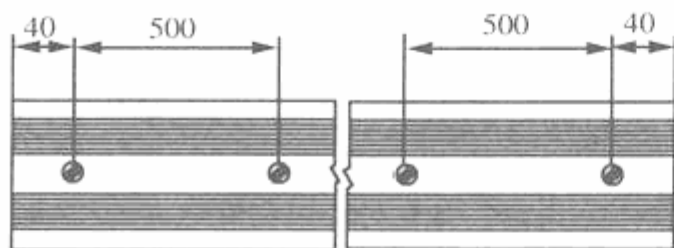


图 10-16 底板的固定方法 (mm)



图 10-17 木楔和胀栓外形

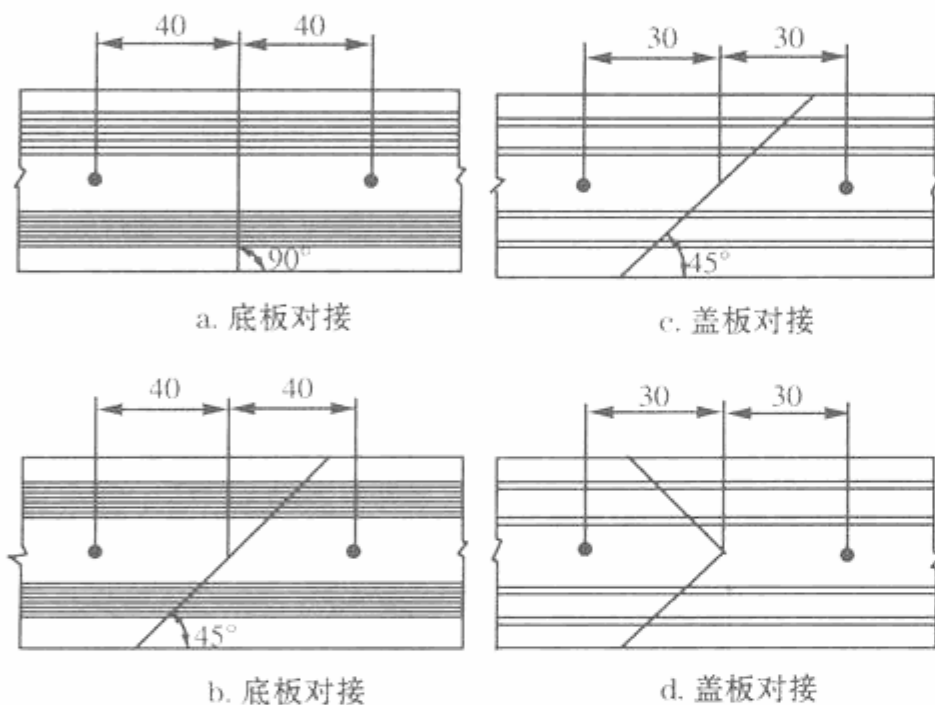


图 10-18 底板、盖板的对接 (mm)

底板、盖板转角接法如图 10-19 所示。

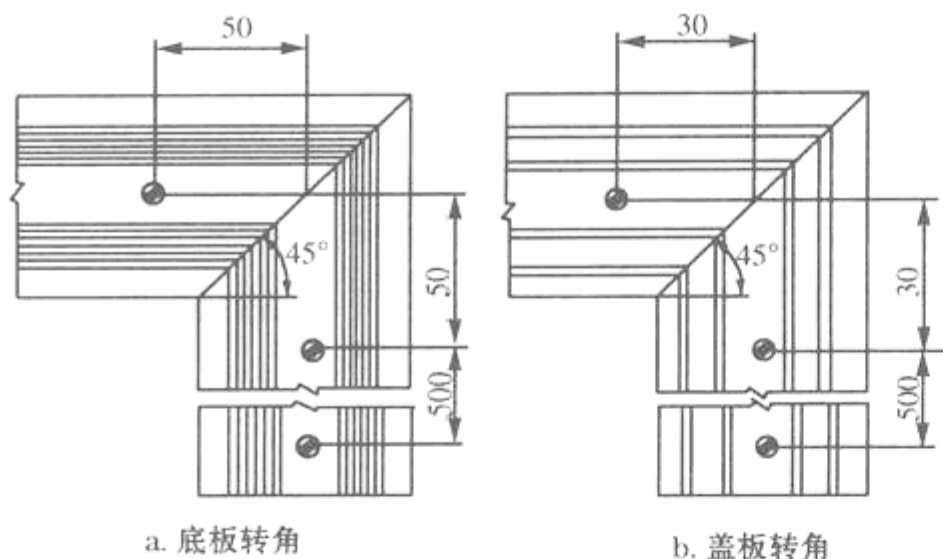


图 10-19 底板、盖板转角对接 (mm)

底板、盖板进行分支接头的接法如图 10-20 所示。

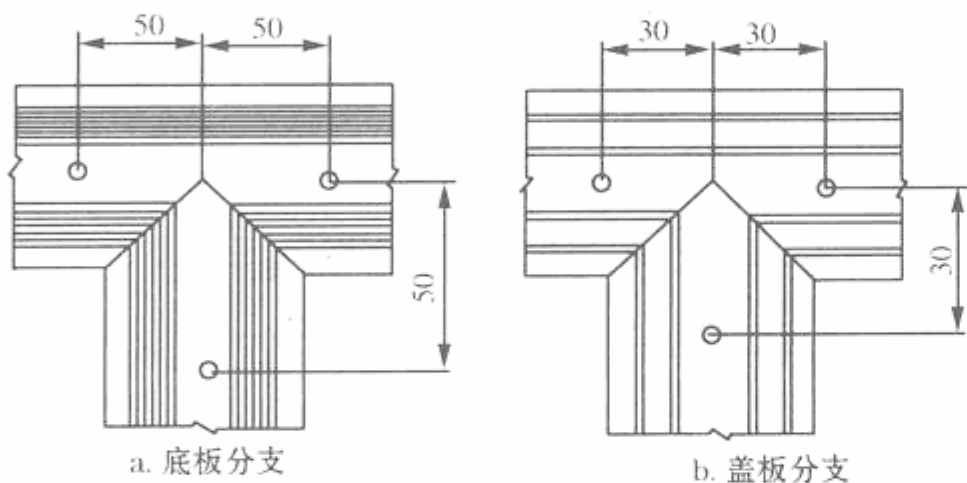


图 10-20 底板、盖板分支接头的连接 (mm)

底板、盖板在不同平面转角的接法如图 10-21 所示。

底板、盖板拼接接法如图 10-22 所示。

槽板 45° 角锯割 (使用靠模) 方法如图 10-23 所示。

如灯具、开关、插座等使用木台或塑台时,槽板要伸入木台或塑台 5 ~ 10 mm (图 10-24)。

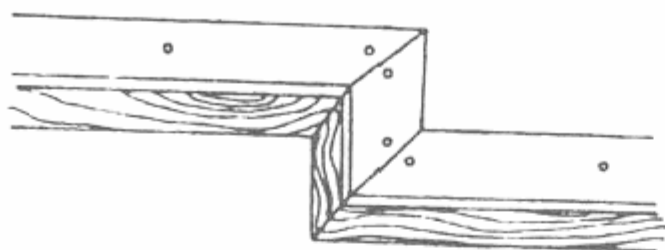


图 10-21 底板、盖板在不同平面转角对接

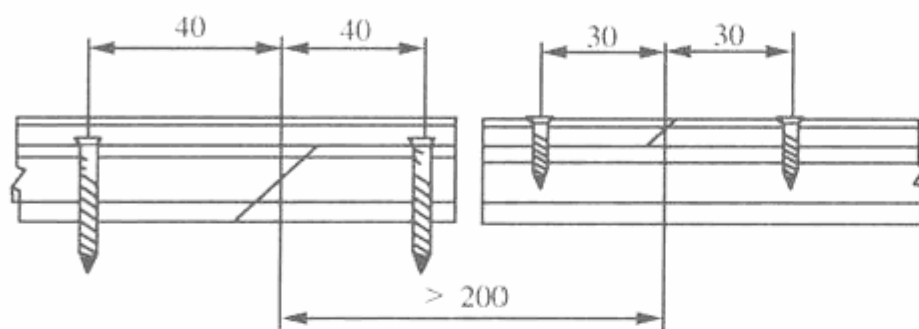


图 10-22 底板、盖板拼接 (mm)

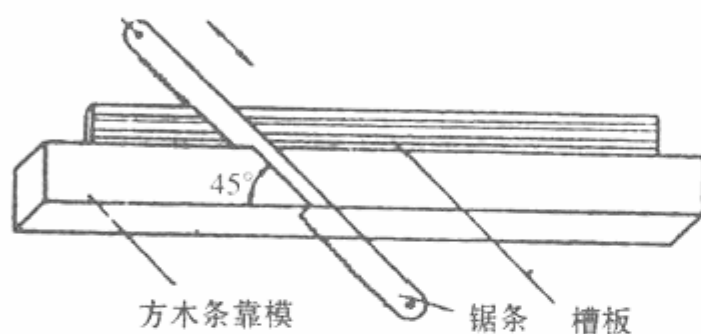


图 10-23 用靠模锯割槽板的方式

(2) 同时进行导线敷设和盖板固定塑料槽板的盖板可直接扣在底板上, 木槽板需用钢钉直接钉在底板上(图 10-25)。

2. 配线注意事项

- (1) 导线应采用绝缘线。
- (2) 槽板在不同平面时, 转角时要将槽板锯成 V 形或倒 V 形。
- (3) 槽板内导线不应有接头, 接头应放置于开关、插座内或采

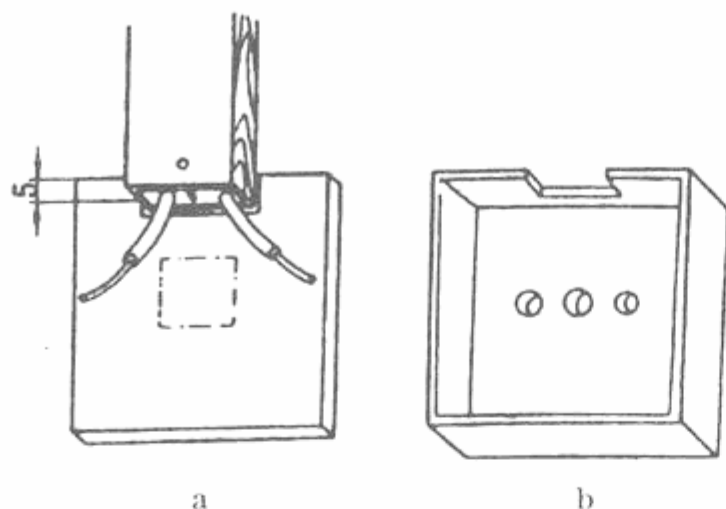


图 10-24 槽板伸入木台或塑台示意

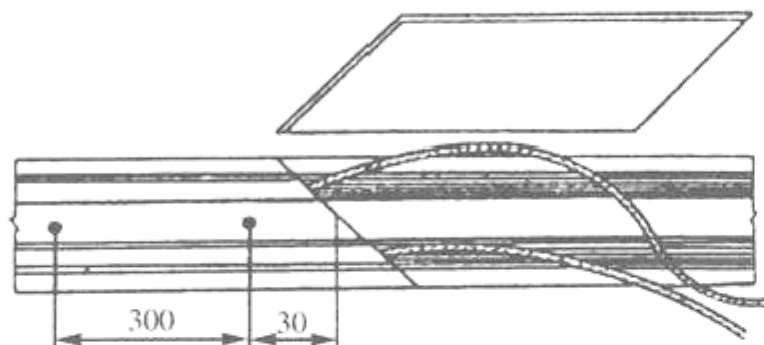


图 10-25 导线敷设及盖板固定(mm)

用接线盒。

(4) 导线穿墙或过楼板时要穿管配线。

三、绝缘子配线技术

绝缘子配线是线路利用瓷绝缘子支持导线的施工方法。照明线路一般使用鼓形瓷绝缘子,动力线路一般使用蝶形瓷绝缘子。两者配线方法相同。

1. 瓷绝缘子配线施工方法

(1) 固定瓷绝缘子:在木柱上可直接用螺钉固定;在墙壁上需先用冲击电钻打孔装设木榫后用螺钉固定,或用角钢支架进行固

定(图 10-26)。

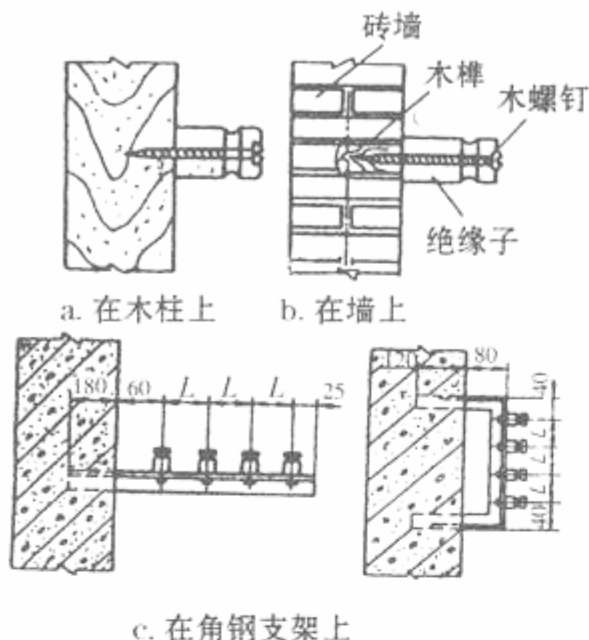


图 10-26 瓷绝缘子的固定(mm)

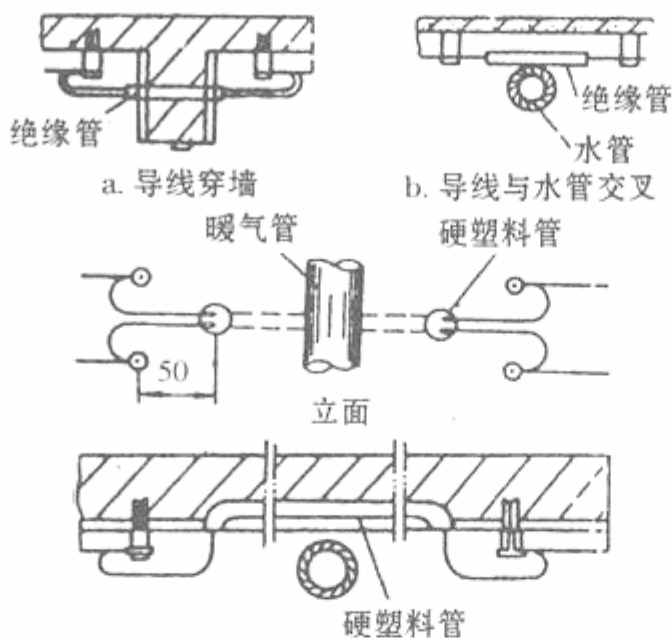


图 10-27 瓷绝缘子配线穿管布线

(2) 导线敷设和绑扎: 先从一端开始把导线绑扎在瓷绝缘子颈部, 然后依次紧线并在瓷绝缘子上绑扎固定。敷设过程中导线穿墙、与水管或热力管道交叉时的接法如图 10-27 所示; 导线做成丁字形、转角、交叉或进入插座时的接法如图 10-28 所示。

墙上布线, 先划线后凿墙钉木樑, 在木樑上面用螺丝钉固定瓷珠(瓷柱)。多股线沿墙敷设的还需用角钢支架固定绝缘子(蝶式瓷瓶或针式瓷瓶), 导线在绝缘子(瓷珠、瓷瓶)上绑扎, 又分单花、双花, 其绑扎工艺如图 10-29 ~ 图 10-31 所示。

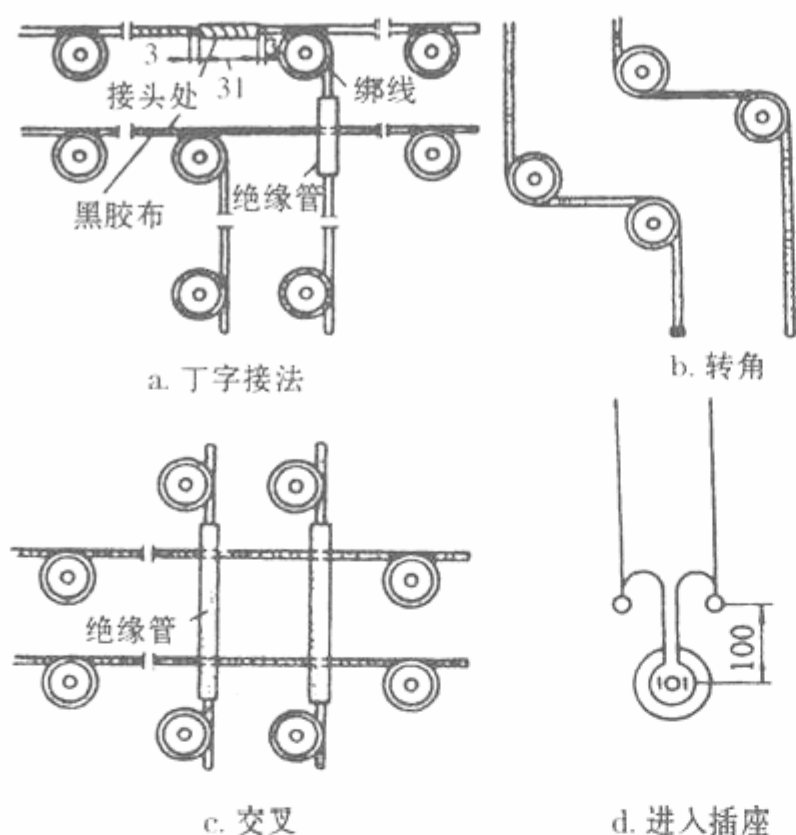


图 10-28 瓷绝缘子平面配线

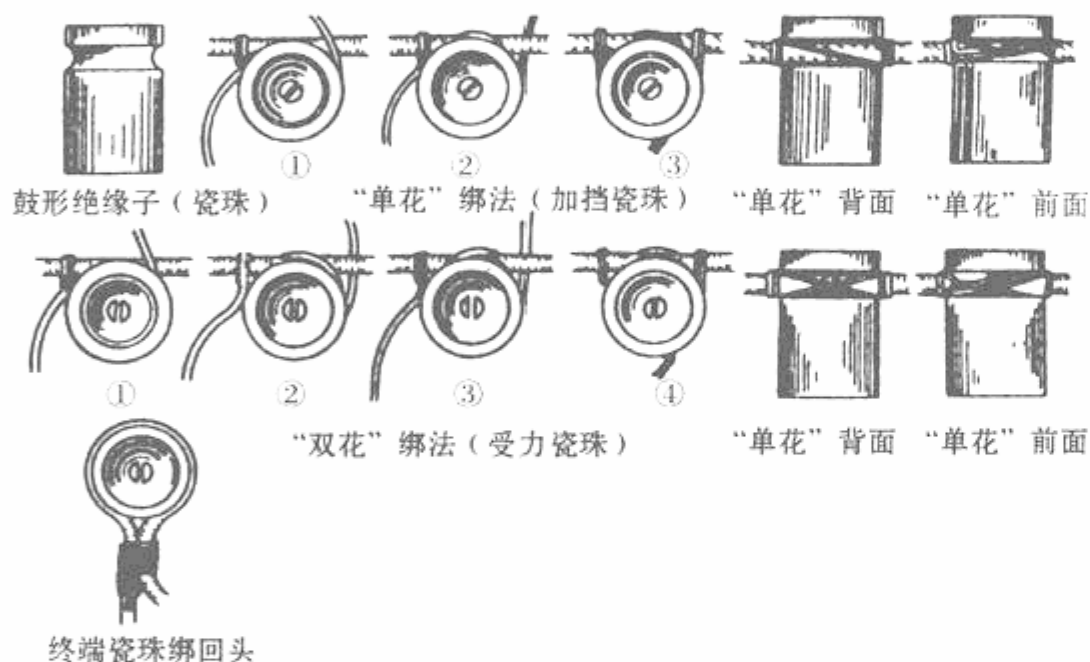


图 10-29 瓷珠配线绑扎顺序

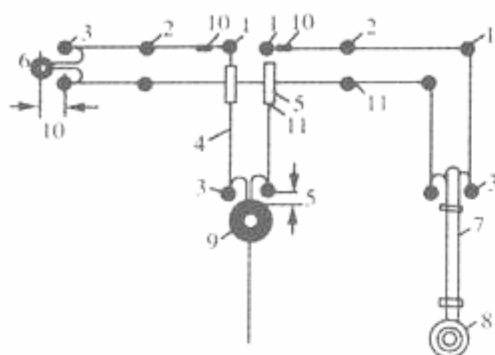


图 10-30 瓷珠配线连接
平面示意 (cm)

1. 受力瓷珠 2. 加挡瓷珠 3. 终端瓷珠 4. 导线 5. 瓷套管 6. 穿墙瓷套管 7. 硬塑料管 8. 插座 9. 拉线开关 10. 导线接头 11. 绑线

2. 瓷绝缘子配线注意事项

(1) 在建筑物侧面或斜面配线时, 导线必须绑扎在绝缘子上方 (图 10-32)。

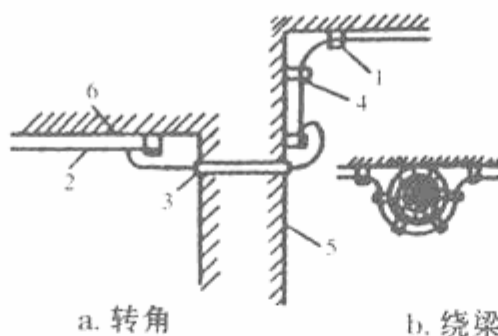


图 10-31 瓷珠配线在不同
平面转角及穿墙

1. 瓷珠 2. 导线 3. 穿墙套管 4. 绑扎 5. 墙壁 6. 顶棚

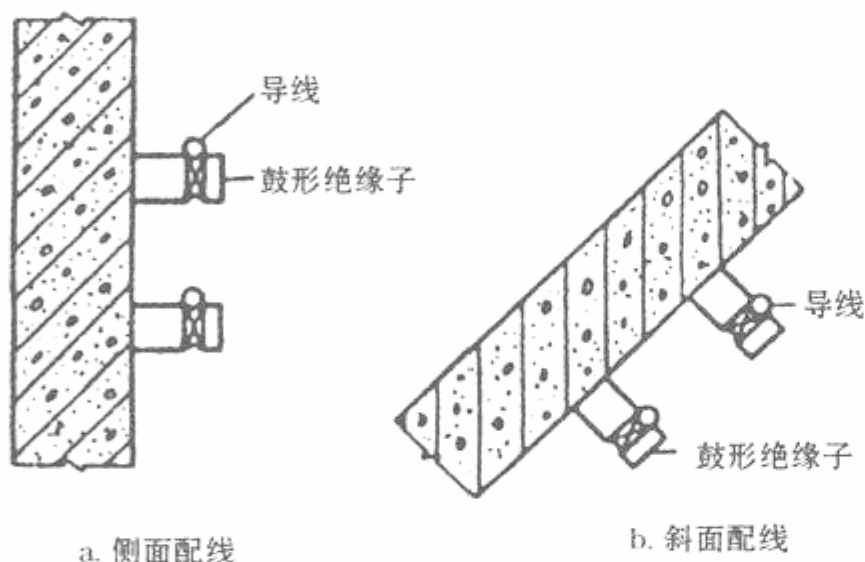


图 10-32 侧面和斜面配线

(2) 导线转角时应按图 10-33 所示的方法配线。

(3) 导线在绝缘子上绑扎应在同一侧或外侧, 不能放在绝缘

子内侧(图 10-34)。

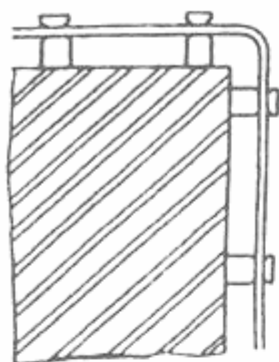


图 10-33 导线在不同平面上转角配线

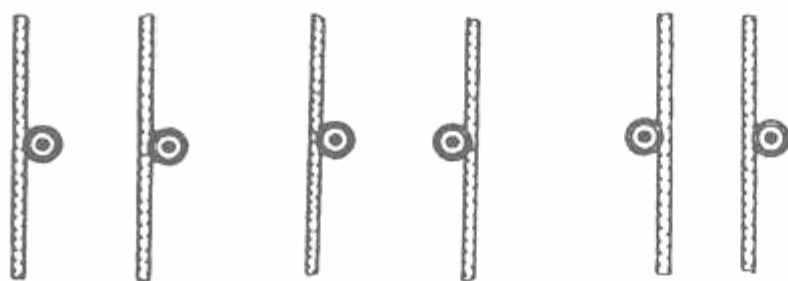


图 10-34 导线在绝缘子上的绑扎位置

四、线管配线技术

线管配线是把导线穿在管内敷设的方法,适用于照明线路和动力线路配线。线管配线分为明敷和暗敷两种,一般采用暗敷方式配线。

1. 选择线管 线管有金属管和塑料管之分,可根据配线环境进行选择,并要求管内导线的总截面积小于线管内径截面积的 40%。

2. 落料和弯管 线管配线施工中尽量减少连接接口,在两个接线盒之间,根据线路直线、转角等情况确定线管的长度及弯曲部位后进行落料。

(1) 钢管的弯曲:直径小于 25 mm 的钢管,可使用弯管器直接进行弯形(图 10-35)。线管弯形有一定的角度要求,明敷时线管的曲率半径 $R \geq 4D$;暗敷时,线管的曲率半径 $R \geq 6D$ (D 是导线直径),并且角度 $\theta \geq 90^\circ$ 。

镀锌钢管直径大于 25 mm,管内要灌满干沙并在管的两端塞上木塞后进行弯形(图 10-36)。

有缝钢管弯形需加热后进行,焊缝一定要放在弯形的侧边。常使用喷灯或焦炭炉进行加热,加热时要不断旋转管子,使弯形部位受热均匀,加热到钢管呈红色时进行弯形,方法如图 10-37 所



图 10-35 线管的弯形及弯度示意

示。在圆钢桩之间进行弯形并在不需弯形的部位用冷水冷却定型。

(2) 硬塑料管的弯形方法: 硬塑料管弯形时必须对弯形部位进行加热, 常使用电炉或喷灯进行间接加热, 加热部位应受热均匀, 当管子软化到容易改变形状时, 再缓慢弯曲, 并不断加热。弯曲成形后进行整形。整形时用力要均匀, 确保管子不瘪。明敷塑料管的曲率半径只要大于 6 倍塑料管外径, 暗敷塑料管的曲率半径 R 要大于 10 倍

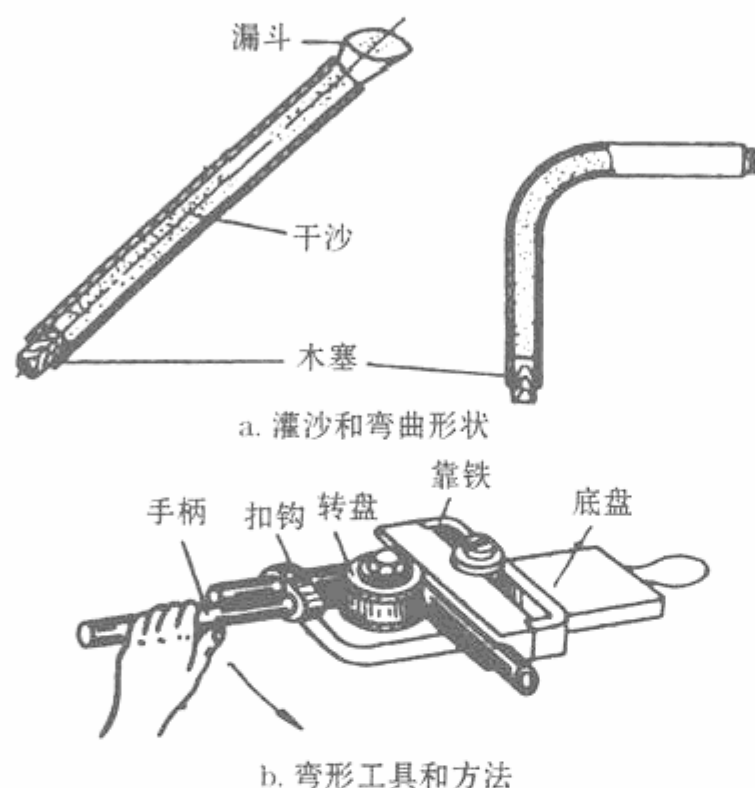


图 10-36 钢管灌沙弯形示意

进行整形。整形时用力要均匀, 确保管子不瘪。明敷塑料管的曲率半径只要大于 6 倍塑料管外径, 暗敷塑料管的曲率半径 R 要大于 10 倍

塑料管外径。

3. 锯管套丝 线管超长时需切断以得到合适的长度。金属线管可用切管器切断;也可用钢锯锯断;塑料管一般使用钢锯锯断。

管子和管子、管子和接线盒进行连接时要在管子端头进行套丝。钢管套丝可用管子绞板;硬塑料管套丝可用圆丝板。套丝时,用力要均匀并分两次套完。

4. 线管的连接 线管和线管、线管和接线盒的连接如图 10-38 所示。

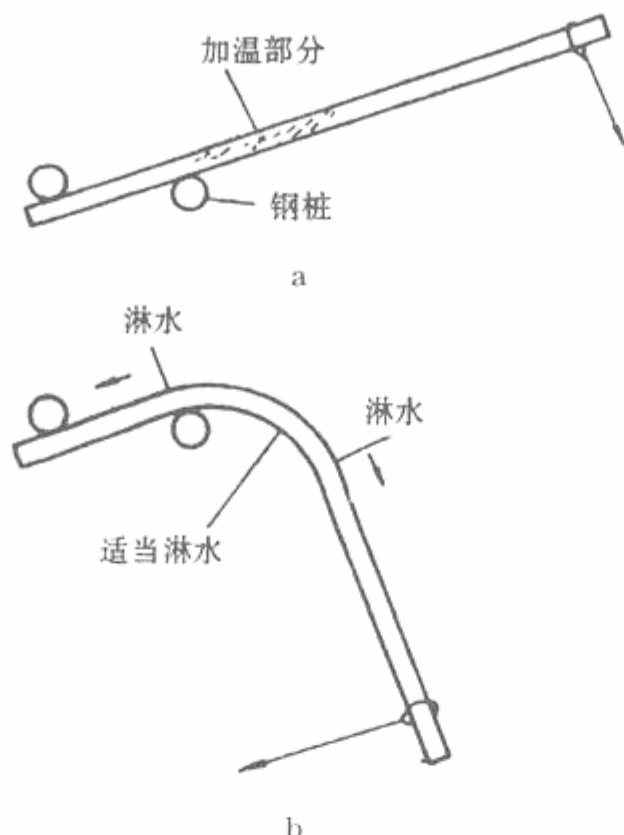


图 10-37 钢管加热弯形示意

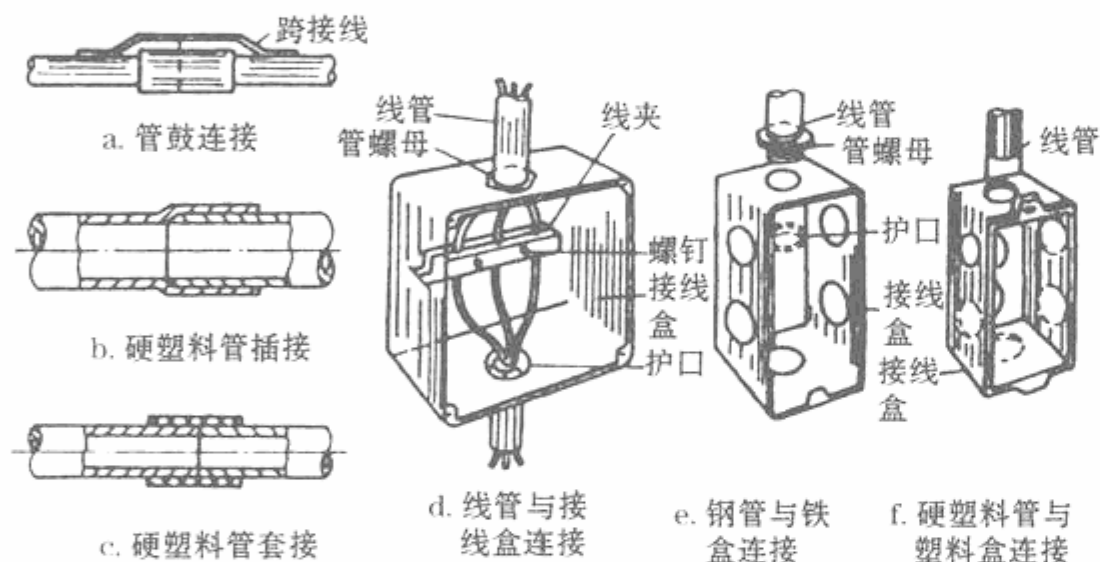


图 10-38 线管的几种连接方式

连接时要根据施工要求选择连接方法。钢管和钢管的连接,

常采用管鼓连接。连接前需在螺纹部分缠绕塑料软带或麻丝,然后再用管钳拧紧。钢管与接线盒连接时,一般要在接线盒内外各拧上一个薄型螺母夹住接线盒壁。硬塑料管的连接,常用插接法和套接法。插接法的操作方法是,先对两根线管分别进行内倒角和外倒角,然后将插管插入部分涂上黏合剂,将套管插接段加热软化后进行插接,深度约为线管直径的 1.5~2 倍。套接法为在两根连接管端头 2 倍管径部分涂上黏合剂后,将两管相向插入套鼓内,并在套鼓中间位置结合。

5. 线管的敷设

(1)线管明敷:线管明敷适用于室内照明和动力线路。明敷时要采用管卡支持,常用管卡外形结构如图 10-39 所示。

用管卡固定线管时,直线部分的两管卡间的距离不应大于表 10-1 中规定的距离。线管进入接线盒、插座、穿越楼板、与其他线路连接和线管弯头

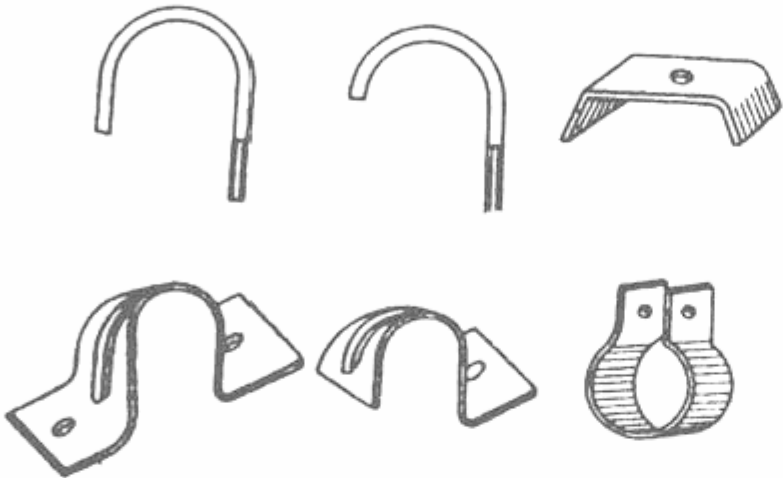


图 10-39 常用管卡形状

两边,均要用管卡固定(图 10-40)。

表 10-1 线管直线部分管卡间最大允许距离

(1) 钢管				
管壁厚度 (mm)	钢管标称直径/mm(in°)			
	12~20 ($\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$)	25~32 ($1 \sim 1\frac{1}{4}$)	40~50 ($1\frac{1}{2} \sim 2$)	70~80 ($2\frac{1}{2} \sim 3$)
2.5 及以上	1.5 m	2.0 m	2.5 m	3.5 m
2.5 以下	1.0 m	1.5 m	2.0 m	—

续表

(2) 硬塑料管			
敷设方向	硬塑料管标称直径/mm(in)		
	20 及以下 ($\frac{3}{4}$ 及以下)	25 ~ 40 (1 ~ 1 $\frac{1}{2}$)	50 及以上(2 及以上)
垂直	1.0 m	1.5 m	2.0 m
水平	0.8 m	1.2 m	1.5 m

注：* in(英寸)为废除单位。

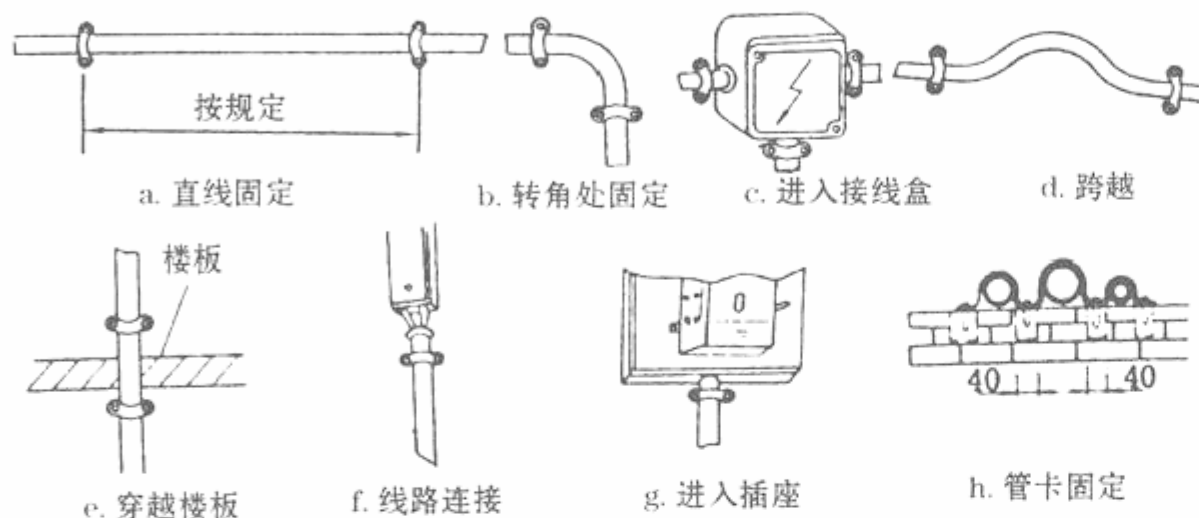


图 10-40 管卡固定线管的方法

线管进入接线盒应平行于接线盒进入,线管需弯曲的位置应平滑弯曲(图 10-41)。

(2) 线管暗敷:线管暗敷适用于室内照明和动力线路。暗敷线管需预埋于墙体内或楼板地坪内。要求暗敷便于穿线,运行后便于维修。

根据线路设计图确定线管的长度和接线盒的位置并进行预埋,预埋时开关盒或接线盒要穿入线管口,并用螺母固定,接线盒或开关盒在装上面板后要与墙面保持平行。预埋时应注意线管内不能落入杂物,砖墙暗敷线管方法如图 10-42 所示。

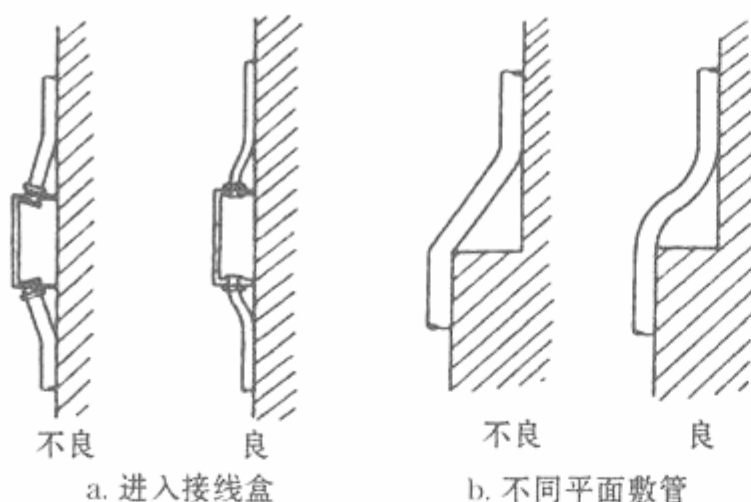


图 10-41 线管进接线盒及弯曲形状

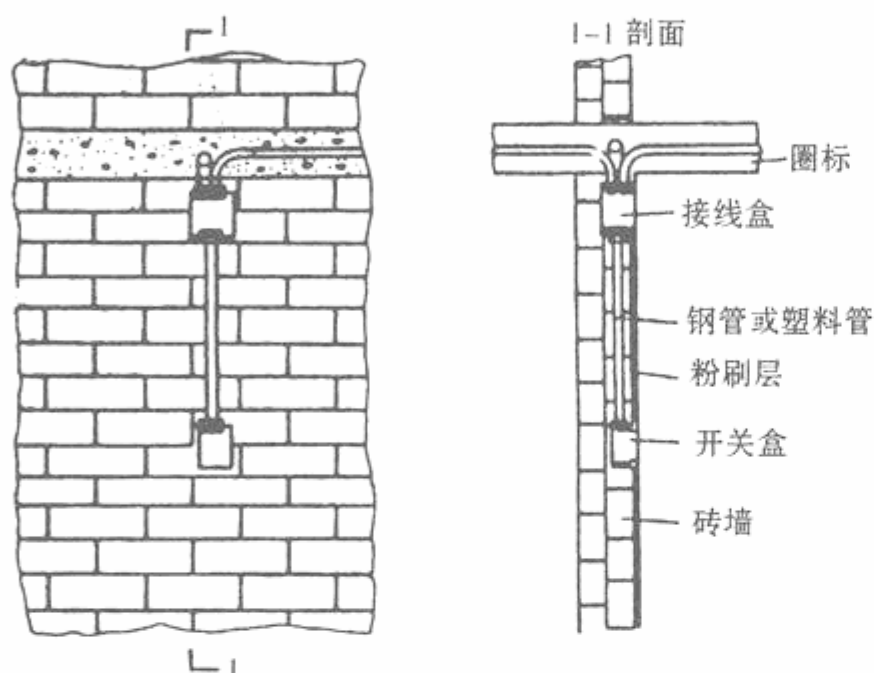


图 10-42 砖墙暗敷线管

6. 清管穿线 穿线工作是将绝缘导线在接线盒之间穿入线管,一般在建筑工程完工后进行。穿线前,应用压缩空气吹入管中或用钢丝绑上抹布在管内来回拉几次,以便清除管内杂物并吹入滑石粉。若为钢管,要先在管口套上护圈,若为硬塑料管,要先用刃具使管口平滑,以免损坏导线绝缘。然后,按两接线盒之间的长

度加上余量截取导线,并削去绝缘层,同时在两端做上是同一根线的标记,标记可用钢丝钳轻切刀痕标出(图 10-43)。

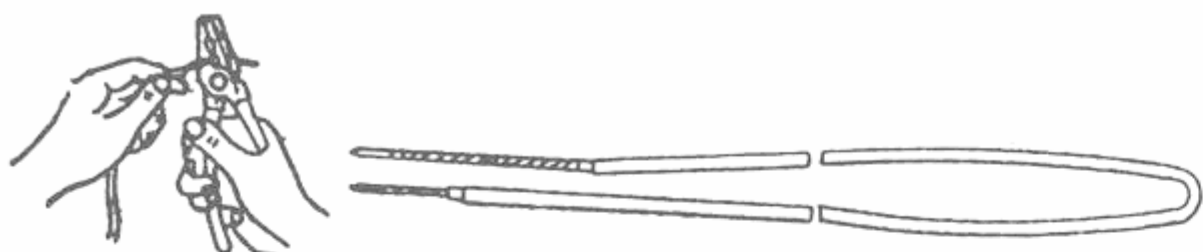


图 10-43 在导线两端做标记

做好标记后,将要穿入同一线管的导线按图 10-44 所示方法

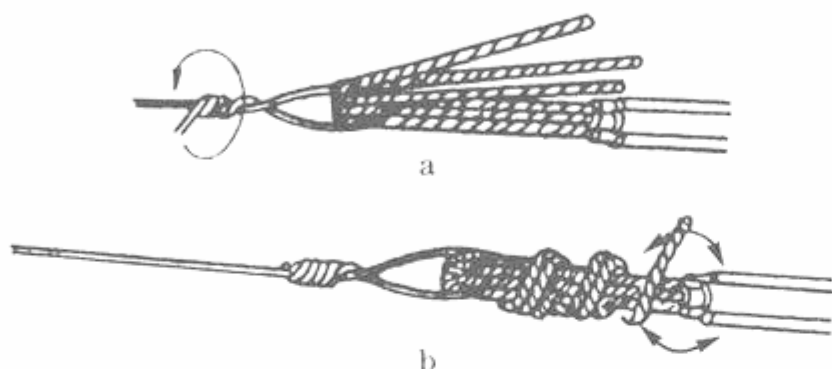


图 10-44 导线与引穿钢丝连接

与引穿钢丝缠绕绑好。穿钢丝的方法是,当线管较短且弯头较少时,可直接将钢丝头部弯一个小圆圈,然后由线管一端穿向另一端。若线管较长且弯头较多时,可将钢丝的头部弯成小圆钩,从线管两端同时穿入钢丝引线,在线管中相遇时,用手转动钢丝使其钩在一起后把其中较长一根拉出(图 10-45)。

在穿好引穿钢丝和绑好导线之后,由两人合作完成穿线,一人在管口的一端用手或钢丝钳抽拉钢丝引线,另一人在管口另一端整理导线并送入线管,方法如图 10-46 所示。

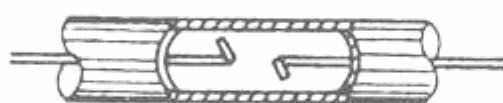


图 10-45 线管两端穿入
引穿钢丝方法

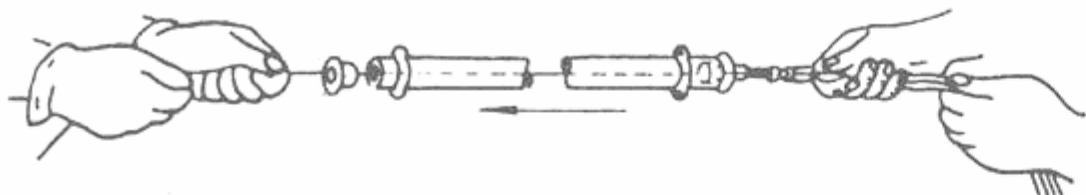


图 10-46 导线穿入线管的方法

7. 线管配线注意事项

(1) 导线的绝缘强度要大于 500 V, 截面积铜芯线不小于 1 mm^2 , 铝芯线不小于 1.5 mm^2 。

(2) 钢管管口应加装护圈 (图 10-47)。硬塑料管口可不加装护圈, 但管口必须光滑。

(3) 线管内导线不能有接头和导线损伤恢复绝缘的导线。

(4) 当线管超过以下长度时必须加装接线盒。无转角时, 不得超过 45 m; 有 1 个转角时, 不得超过 30 m; 有 2 个转角时, 不得超过 20 m; 有 3 个以上转角时, 不得超过 12 m。

(5) 暗敷线管最好中间无接头, 线管的外径超过水泥构筑物厚度的 $1/3$ 时, 应明敷线管。

(6) 明敷线管应伸入出线板木台 25 mm, 暗敷线管应伸入出线板木台 10 mm (图 10-48)。

(7) 钢管配线必须可靠接地, 当钢管接头或钢

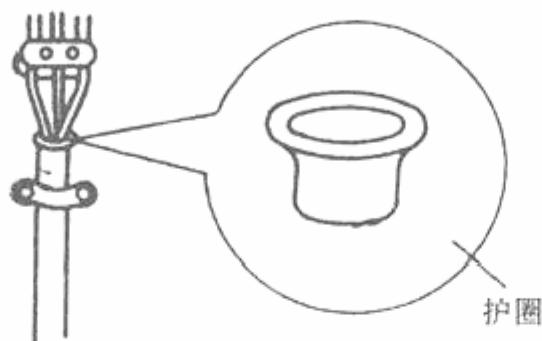


图 10-47 钢管管口的处理

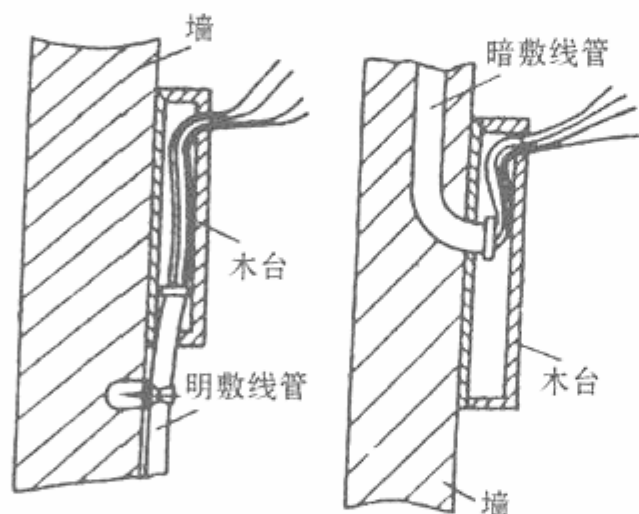


图 10-48 线管与出线板的衔接方法

管与接线盒连接时,要用直径为 6 ~ 10 mm 的圆钢跨接线焊牢。

第三节 墙上固定件的安装技术

一、穿墙保护管的安装技术

1. 打制穿墙孔 导线穿越墙壁,不管室与室或户内与户外之间,均要打制穿墙孔,并在孔内安装穿墙套管,如瓷管、钢管或硬塑料管等。

在砖墙上凿穿墙孔时,常用无缝钢管制成的錐子按图 10 - 49a 所示方法进行錐打。在水泥墙上凿穿墙孔时,常用中碳圆钢制成的錐子按图 10 - 49b 所示方法进行錐打。在打制穿墙孔时应注意以下事项。

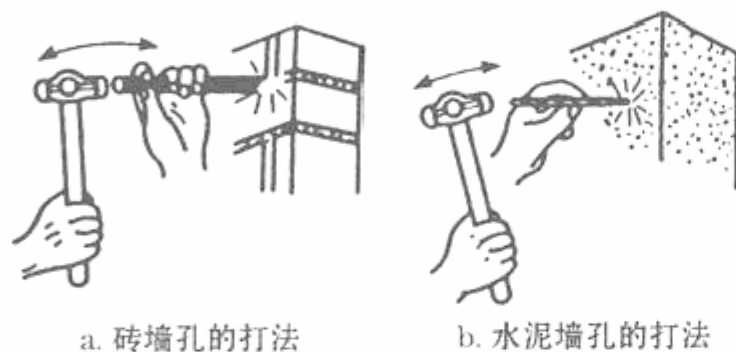


图 10 - 49 墙孔的打制方法

- (1) 穿墙孔应与两侧线路保持在同一水平位置上。
- (2) 穿墙孔应打得平直,防止出现前大后小的喇叭状。
- (3) 户内外之间的穿墙孔,其户外侧应略向地面倾斜,当管内有积水时便于流到户外。
- (4) 穿墙孔径要配合穿墙套管的外径,穿墙套管的管径应根据穿墙导线的根数或截面来选择,管内导线(包括绝缘层)的总面积不应大于管子有效截面的 40%。
- (5) 同一穿越点如需排列多根穿墙套管时,应尽可能做到一

管一孔,并使孔水平均匀排列。

(6)当穿墙套管埋入穿墙孔后,要用水泥浇封,固定位置,防止活动和移位。

2. 穿墙保护管的安装 户外保护管的安装如图 10-50a 所示。安装瓷管保护时,一管只能穿套一根导线;安装白铁管或黑铁管、硬塑料管时,户外侧应制成防雨弯。户外、户内侧管口垂直离地高度按图 10-50a 所示的规定,进户管不应低于 2.7 m。

户内保护管的安装如图 10-50b 所示。保护管孔位高低和位置应尽可能与线路保持一致,但离房顶至少不小于 50 mm。两侧管口一般应各伸出建筑面 5~10 mm,不可陷入建筑面内,或与建筑面齐平,也不应伸出过多(不应大于 10 mm)。若是管子线路,可用线路所采用的管子穿越墙壁。

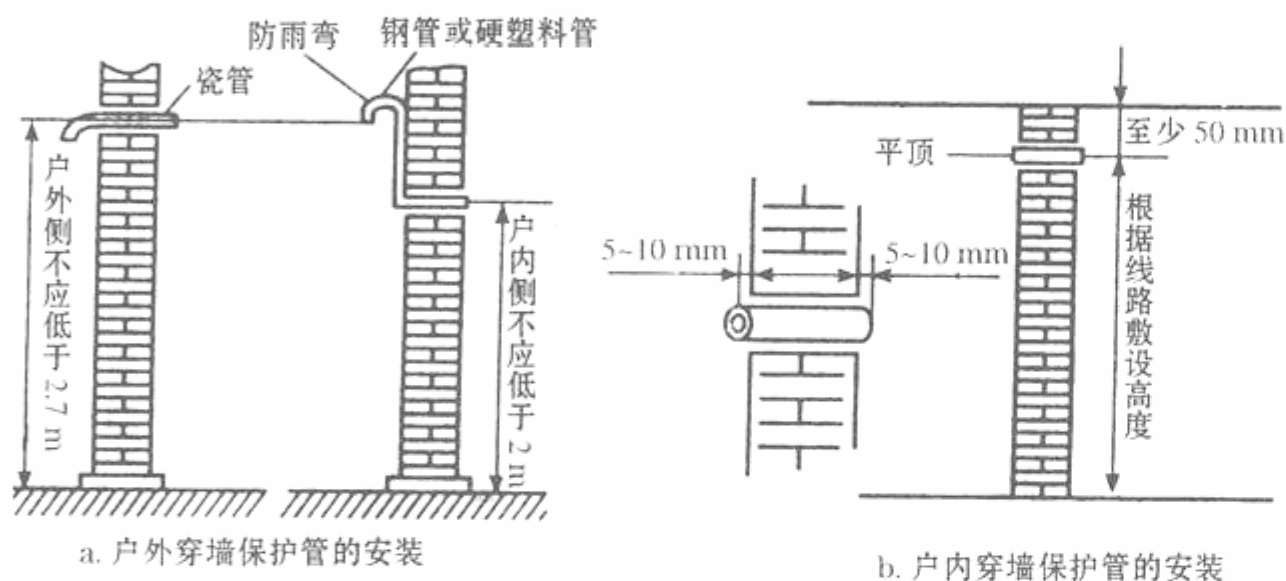


图 10-50 穿墙保护管的安装示意

二、木樨的安装技术

1. 木樨孔的打制 凡在砖墙、水泥墙和水泥楼板上安装线路和电气装置,需用木樨支持,木樨必须牢固地嵌进木樨孔内,以保证安装质量。

在砖墙上可用小扁凿按图 10-51a 所示方法打制木榫孔,在水泥墙上可用麻线凿按图 10-51b 所示方法打制木榫孔。在打制木榫孔时应注意以下事项:

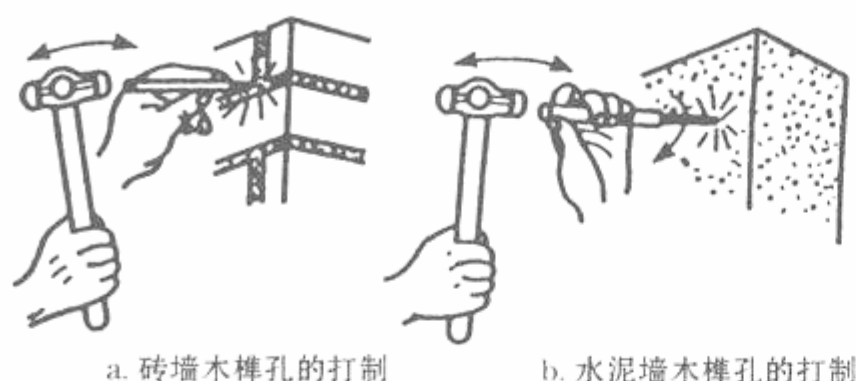


图 10-51 木榫孔的打制

(1) 砖墙上的木榫孔应打制在砖与砖之间的夹缝中,且打制成矩形,水泥墙或楼板上的木榫孔应打制成圆形。

(2) 木榫孔径应略小于木榫 1~2 mm,孔深应大于木榫长度约 5 mm。

(3) 木榫孔应严格地打在标画的位置上,以保证支持点的挡距均匀和高低一致。

(4) 木榫孔应打得与墙面保持垂直,不可出现口大底小的喇叭状。



图 10-52 木榫的形状

2. 木榫的削制与安装 木榫通常采用干燥的细皮松木制成。木榫的形状应按照使用场所要求来削制。砖墙上的木榫用电工刀削成长 12 mm、宽 10 mm 的矩形,如图 10-52a 所示。水泥墙上的

木棒用电工刀削成边长为 8 ~ 10 mm 的正八边形,如图 10 - 52b 所示。此外,在水泥墙上还可使用塑料膨胀管,塑料膨胀管的规格有 6 mm、8 mm 和 10 mm 等多种,形状如图 10 - 52c 所示。木棒的长度以 25 ~ 38 mm 为宜。木棒应削得一样粗细,不可削成锥形体。为便于把木棒塞入木棒孔,其头部应倒角。

安装木棒时,先把木棒头部塞入木棒孔,用锤子轻击几下,待木棒进入孔内 1/3 后,检查它是否与墙面垂直,如不垂直,应校正垂直后,再进行敲打,一直打到与墙面齐平为止。木棒在墙孔内的松紧度应合适,过紧,容易打烂棒尾;过松,达不到紧固目的。如图 10 - 53 所示。

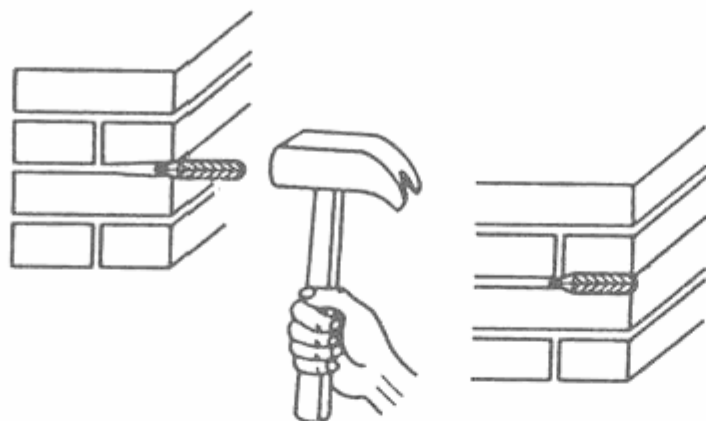


图 10 - 53 安装木棒的方法

三、膨胀螺栓的安装技术

1. 膨胀螺栓孔的凿制 采用膨胀螺栓施工,先用冲击电钻在现场就地打孔,孔径的大小和深度应与膨胀螺栓的规格相匹配。常用膨胀螺栓与孔的配合如表 10 - 2 所示。

表 10 - 2 常用膨胀螺栓与钻孔尺寸的配合 (mm)

螺栓规格	M6	M8	M10	M12	M16
钻孔直径	10.5	12.5	14.5	19	23
钻孔深度	40	50	60	70	100

2. 膨胀螺栓的安装 在砖墙或水泥墙上安装线路或电气装置,通常用膨胀螺栓来固定。常用的膨胀螺栓有胀开外壳式和纤维填料式两种,外形如图 10 - 54 所示。采用膨胀螺栓,施工简单、

方便,免去了土建施工中预埋件的工序。膨胀螺栓是靠木螺钉或螺栓旋入胀管,使胀管胀开,产生膨胀力,压紧建筑物孔壁,将其和安装设备固定在墙上。



图 10-54 膨胀螺栓形状及组成

安装胀开外壳式膨胀螺栓时,先将压紧螺母放入外壳内,然后

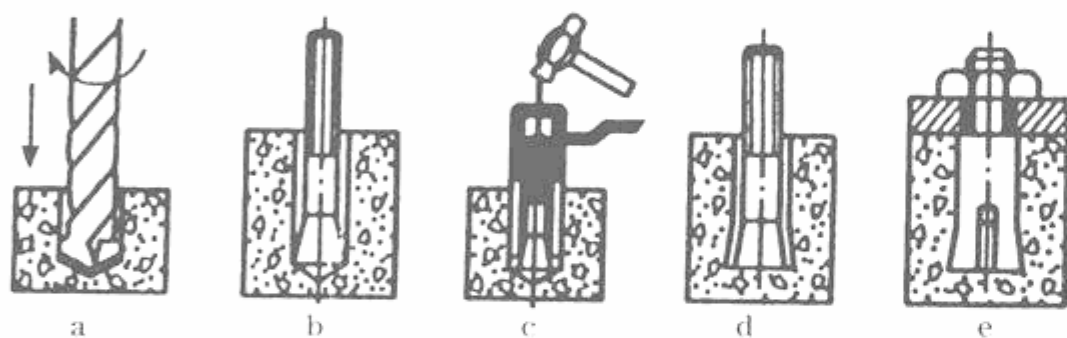


图 10-55 膨胀螺栓的安装方法

将外壳嵌进墙孔内,用锤子轻轻敲打,使它的外缘与墙面平齐,最后只要把电气设备通过螺栓或螺钉拧入压紧的螺母中,螺栓和螺

母就会一面拧紧,一面胀开外壳的接触片,使它挤压在孔壁上,螺栓和电气设备就一起被固定。如图 10-55 所示。

安装纤维填料式膨胀螺栓时,只要将它的套筒嵌进钻好或打好的墙孔中,再把电气设备通过螺钉拧到纤维填料中,就可把膨胀螺栓的套筒胀紧,使电气设备得以固定。

第十一章 电气照明装置及其 安装维修技术

第一节 照明装置的组成

照明装置是照明用电光源所需的电气装置,包括灯具、开关、插座等。照明装置的安装是电工所必备的技能。

一、照明的分类

根据实际需要和照明方式,可分为一般照明、局部照明和混合照明三种;根据照明种类,可分为生活照明、工作照明和事故照明三种。

(1)一般照明:是在一定范围内照度基本均匀的照明方式。

(2)局部照明:仅限于工作部位或移动的照明方式,如机床上的工作灯、台灯等。

(3)混合照明:由一般照明和局部照明共同组成。采用混合照明的有普通冷加工车间、维修工作岗位等。

(4)生活照明:属于一般照明,对照度要求不高。

(5)工作照明:从事生产、工作、值班、警卫、学习等的照明,要求有足够的照度。

(6)事故照明:在正常照明因故熄灭的情况下供继续工作或通行的照明,如医院急救和手术用照明,剧院、会场、工地用照明等。

二、电灯的分类

电灯的常用种类有白炽灯、碘钨灯、荧光灯、高压荧光灯、钠灯、金属卤化物灯等,它们的特点及应用场所见表 11-1。

表 11-1 常用电灯种类及应用

类别	特 点	应用场所
白炽灯	(1) 构造简单,使用可靠,价格低廉,装修方便,光色柔和 (2) 发光效率较低,使用寿命较短(一般仅 1 000 h)	广泛应用于各种场所
碘钨灯 (卤素灯)	(1) 发光效率比白炽灯高 30% 左右,构造简单,使用可靠,光色好,体积小,装修方便 (2) 灯管必须水平安装(倾斜度不可大于 4°),灯管温度高(管壁可达 $500 \sim 700^{\circ}\text{C}$)	适用于广场、体育场、游泳池,工矿企业的车间、工地、仓库、堆场和门灯,以及建筑工地和田间作业等场所
荧光灯 (日光灯)	(1) 发光效率比白炽灯高 4 倍左右,寿命长(比白炽灯长 2~3 倍),光色较好 (2) 功率因数低(仅 0.5 左右),附件多,故障率较白炽灯高	广泛应用于办公室、会议室和商店等场所
高压汞灯(高压水银荧光灯)	(1) 发光效率高,约是白炽灯的 3 倍,耐振耐热性能好,寿命约是白炽灯的 2.5~5 倍 (2) 启辉时间长,电压波动性能差(电压下降 5% 可能会引起自熄)	适用于广场、大型车间、车站、码头、街道、露天工场、门灯和仓库等场所
钠灯	(1) 发光效率高,耐振性能好,寿命长(比白炽灯长 10 倍以上),光线穿透性强 (2) 辨色性能差	适用于街道、堆场、车站和码头等,尤其适用于多露多尘埃的场所,作为一般照明使用

续表

类别	特 点	应用场所
镝灯、钠铊铟灯(金属卤化物灯)	(1)光效高,辨色性能较好 (2)属强光灯,若安装不妥易发生眩光和较高的紫外线辐射	适用于大面积高照度的场所,如体育场、游泳池、广场、建筑工地等

三、照明灯具与附件种类

灯具具有固定光源、控制光线、分配光源光能的作用。灯具的种类繁多,常用的灯具见表 11-2。可根据需要选择不同的型号。灯具应便于制造、安装及维护。附件有灯座、灯罩、开关、插座、吊线盒或安装支架等。

表 11-2 常用灯具

名称	外 形	名称	外 形
配照型		广照型	
深照型		斜照型	
防爆型		立面投光型	

(1)各种灯具、开关、插座、吊线盒及其他附件在配用时应满足电压、电流的要求。

(2)灯具和附件应适用于所在环境条件。

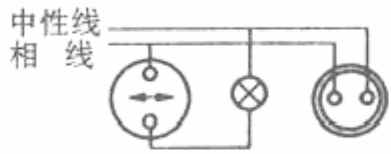
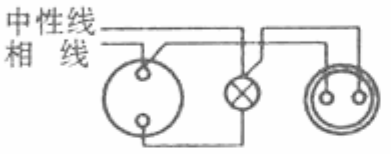
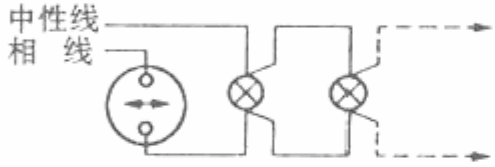
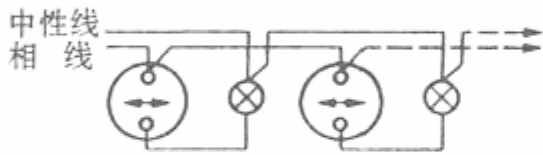
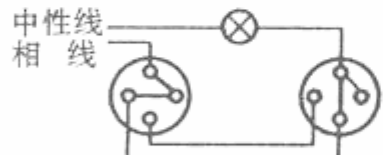
(3) 无安全措施的照明灯额定电压不应大于 36 V。

(4) 灯具和附件安装得要牢固可靠、美观。

四、照明灯的控制电路

照明灯的控制接线见表 11-3。

表 11-3 照明灯的控制接线

项目	线路名称和用途	接 线 图	说 明
1	一只单联开关控制一盏灯		开关应安装在相线上
2	一只单联开关控制一盏灯以及插座和它们连接		线路用线较少,但由于线路上有接头,日久易松动会增高电阻而产生高热,有引起火灾等危险,且接头工艺复杂
			线路无接头,较安全但比上面线路用线多
3	一只单联开关控制两盏灯(或多盏灯)		一只单联开关控制多盏灯时,如图中所示虚线接线,但应注意开关的容量是否允许
4	两只单联开关控制两盏灯		多只单联开关控制多盏灯时,可如图所示虚线接线
5	用两只双联开关在两个地方控制一盏灯		用两只双联开关在两个地方控制一盏灯,中性线相线用于楼梯上的电灯,需楼上、楼下同时控制时,又如走廊电灯,需在走廊两端能同时控制时等

各式照明灯如图 11-1 所示。



图 11-1 各式照明灯形状

第二节 照明灯的安装技术

一、白炽灯的安装技术

1. 白炽灯组成 白炽灯通常由灯泡、灯座及附件组成,白炽灯的安装通常有悬吊式、壁式和吸顶式等。

(1) 灯泡有卡口式和螺口式两种(图 11-2)。

白炽灯泡技术数据见表 11-4。

表 11 - 4 白炽灯泡技术数据

名称	灯泡型号	额定值			平均 寿命 (h)	最大外形尺寸 (mm)		灯头型号
		电压 (V)	功率 (W)	光通量 (lm)		直径	全长	
普通 照明 灯泡	P7220—15	220	15	110	1 000	61	110	E27/27—1 或 2C22/25—2
	P2220—25		25	220		61	110	
	PZ220—40		40	350		61	110	
	PQ220—40		40	350		61	110	
	PQ220—60		60	630		61	110	E27/27—1
	PQ220—100		100	1 250		71	129	E27/35—2
	PQ220—150		150	2 090		81	175	E27 或 E40
	PQ220—200		200	2 920		81	175	
	PQ220—300		300	4 610		112	241	E40/45—1
	PQ220—500		500	8 300		132	281	
	PQ220—1000		1 000	18 600		152	309	

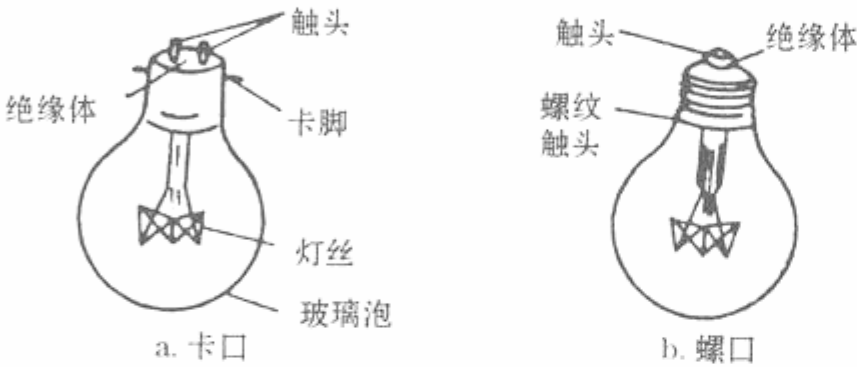
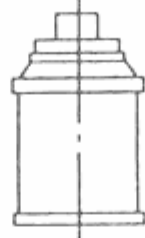
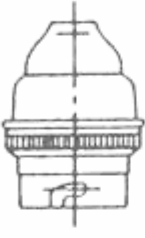
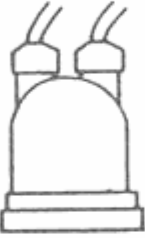
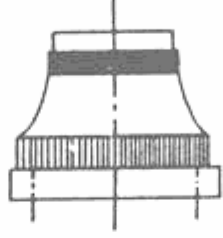
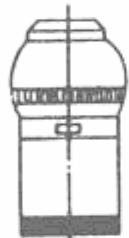
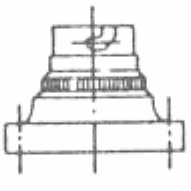
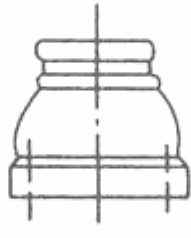
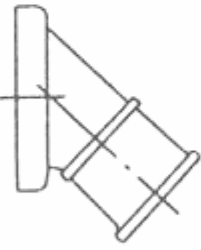
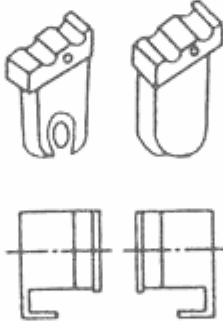


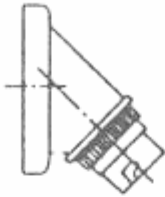
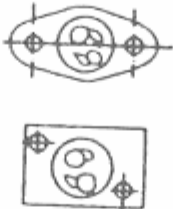
图 11 - 2 白炽灯泡结构组成

(2)灯座又称灯头,常用灯座的外形结构见表 11 - 5。常用灯座的耐压为 250 V,E27 型负载功率为 300 W,E40 型负载功率为 1 000 W,可按使用场所进行选择。

表 11-5 常用灯座

名 称	灯座型号	外 形	名 称	灯座型号	外 形
螺口吊灯座	E27 螺口 外径螺口 灯座		管接式 瓷制螺口 灯座	E27	
卡口吊灯座	2C22 卡 口灯座		悬吊式 铝壳瓷螺 口灯座	E27	
防水螺口吊灯座	E27		螺口平灯座	E27	
带开关螺口吊灯座	E27		卡口平灯座	2C22	
带拉链开关螺口吊灯座	E27		瓷制螺口平灯座	E27	
斜平装式螺口灯座	E27		荧光灯座		

续表

名 称	灯座型号	外 形	名 称	灯座型号	外 形
斜平装 式卡口灯 座	2C22		启辉器 座		

2. 白炽灯照明的基本电路 白炽灯照明的基本电路由电源、导线、开关、电灯等组成,常用的基本电路见表 11-3。

3. 吊灯的安装方法

(1) 圆木(木台)的安装:先在准备安装挂线盒的地方打孔,预埋木樨或膨胀螺栓。然后对圆木进行加工,在圆木中间钻三个小孔,孔的大小应根据导线的截面积选择。如果是护套线为明配线,应在圆木底面正对护套线的一面用电工刀刻两条槽,将两根导线嵌入圆木槽内,并将两根电源线端头分别从两个小孔中



图 11-3 圆木的安装程序

穿出。最后用木螺钉通过中间小孔将圆木固定在木樨上。如图 11-3 所示。

(2) 吊线盒的安装:先将电源线从挂线盒底座中穿出,用螺钉将挂线盒紧固在圆木上,如图 11-4a 所示。然后将伸出挂线盒底座的线头剥去 20 mm 左右绝缘层,弯成接线圈后,分别压接在挂线盒的两个接线桩上。再按灯具的安装高度要求,取一段花线或塑料绞线作挂线盒与灯头之间的连接线,上端接挂线盒内的接线

桩,下端接灯头接线桩。为了不使接头处承受灯具重力,吊灯电源线在进入挂线盒盖后,在离接线端头 50 mm 处打一个结(电工扣),如图 11-4b 所示。这个结正好卡在挂线盒孔里,承受着部分悬吊灯具的重量。

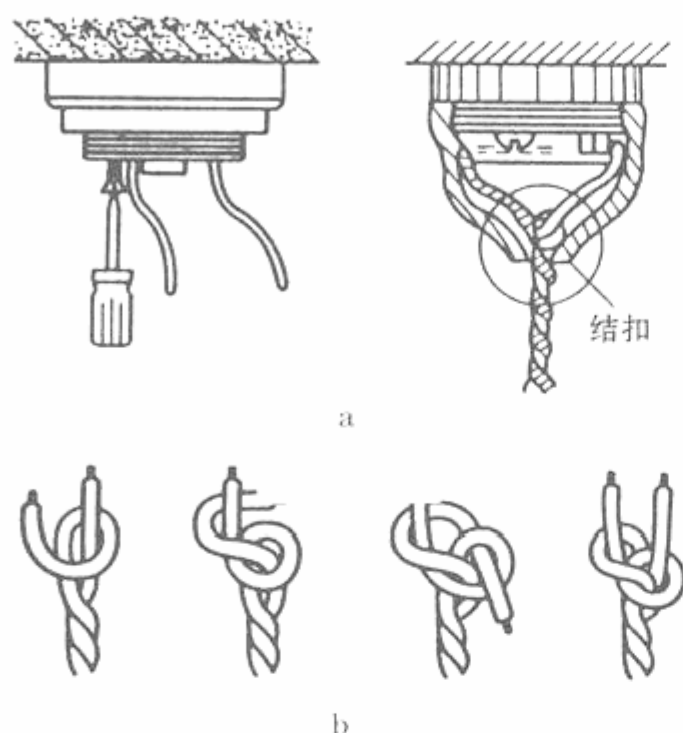


图 11-4 吊线盒的安装程序

(3)灯座的安装:首先把螺口灯座的胶木盖子卸下,将软吊灯线下端穿过灯座盖孔,在离导线下端约 30 mm 处打一电工扣,然后把去除绝缘层的两根导线下端芯线分别压接在灯座两个接线端子上(图 11-5),最后旋上灯座盖。如果是螺口灯座,火线应接在跟中心铜片相连的接线桩上,零线接在与螺口相连的接线桩上。

4. 矮脚式电灯的安装方法 矮脚式电灯一般由灯头、灯罩、灯泡等组成,分卡口式和螺旋口式两种。

(1)卡口矮脚式灯头的安装方法和步骤如图 11-6 所示。

1)在准备装卡口矮脚式灯头的地方居中塞上木枕。

2)对准灯头上的穿线孔的位置,在木台上钻两个穿线孔和一

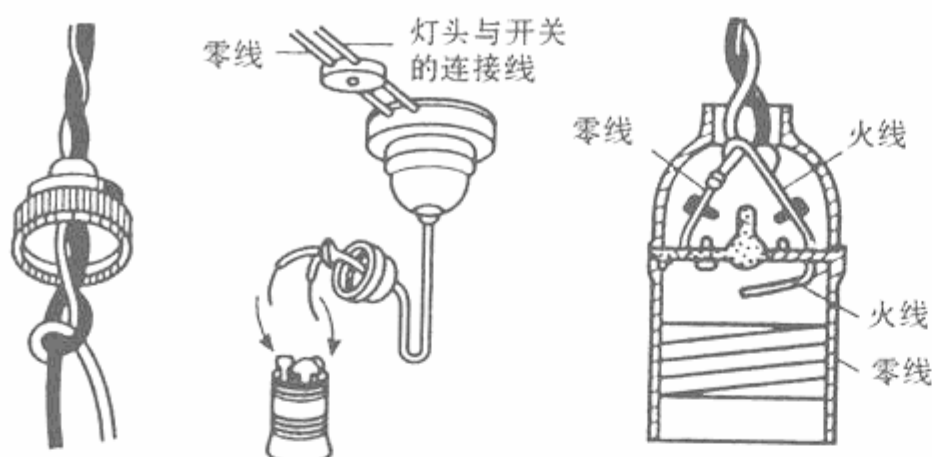


图 11-5 吊灯座的安装

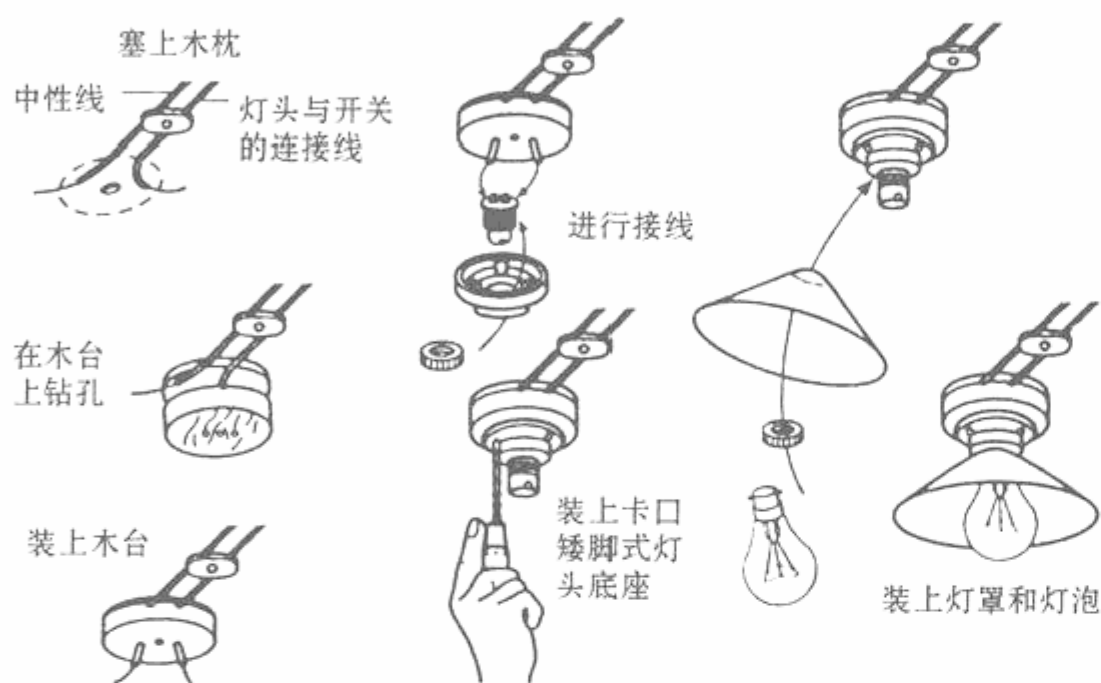


图 11-6 卡口矮脚式电灯的安装

个螺丝孔。

3) 把中性线线头和灯头与开关连接线的线头对准位置穿入木台的两个孔里,用螺钉把木台连同底板一起钉在木枕上。

4) 把两个线头分别接到灯头的两个接线桩头上。

5) 用三枚螺钉把灯头底座装在木台上。

6) 装上灯罩和灯泡。

(2) 螺口矮脚式电灯的安装:除了接线以外,其余与卡口矮脚式电灯的安装方法几乎完全相同,如图 11-7 所示。螺口式灯头接线时应注意:中性线要接到跟螺旋套相连的接线桩上,灯头与开关的连接(实际上是通过开关的相线)要接到跟中心铜片相连的接线桩头上,千万不可接反,否则在装卸灯泡时容易发生触电事故。

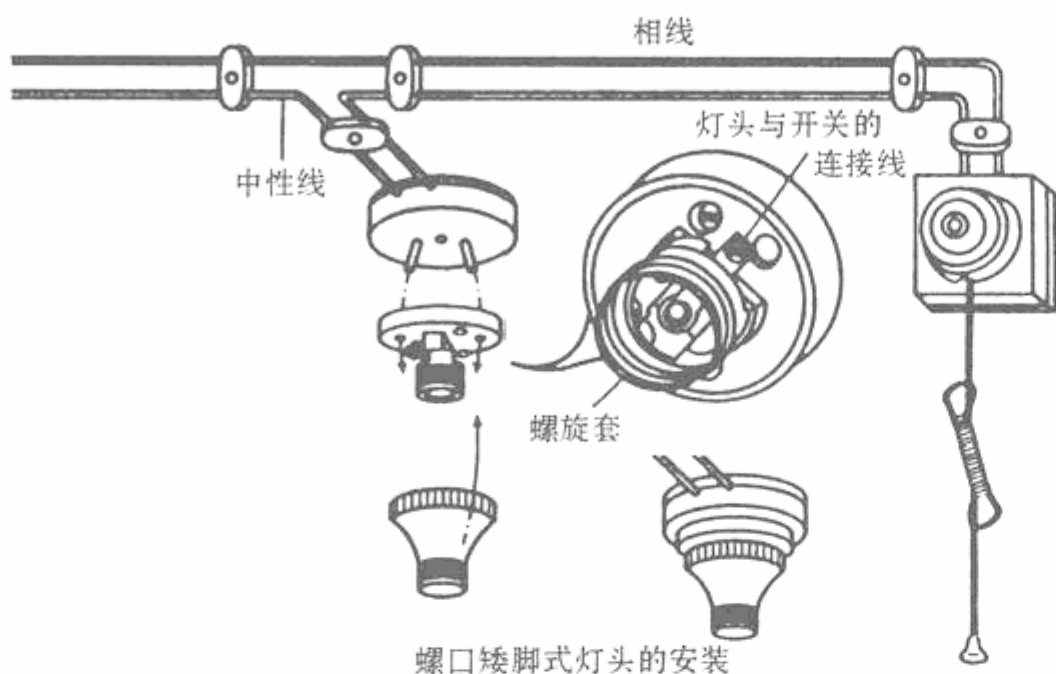


图 11-7 螺口矮脚式电灯的安装

5. 吸顶灯的安装方法 吸顶灯与屋顶天花板的结合可采用过渡板安装法或直接用底盘安装法。

(1) 过渡板式安装:首先用膨胀螺栓将过渡板固定在顶棚预定位置。将底盘元件安装完毕后,再将电源线由引线孔穿出,然后托着底盘找过渡板上的安装螺栓,上好螺母。因不便观察而不易对准位置时,可用一根铁丝穿过底盘安装孔,顶在螺栓端部,使底盘慢慢靠近,沿铁丝顺利对准螺栓并安装到位,如图 11-8 所示。

(2) 直接用底盘安装:安装时用木螺钉直接将吸顶灯的底座固定在预先埋好的天花板内的木砖上,如图 11-9 所示。当灯座

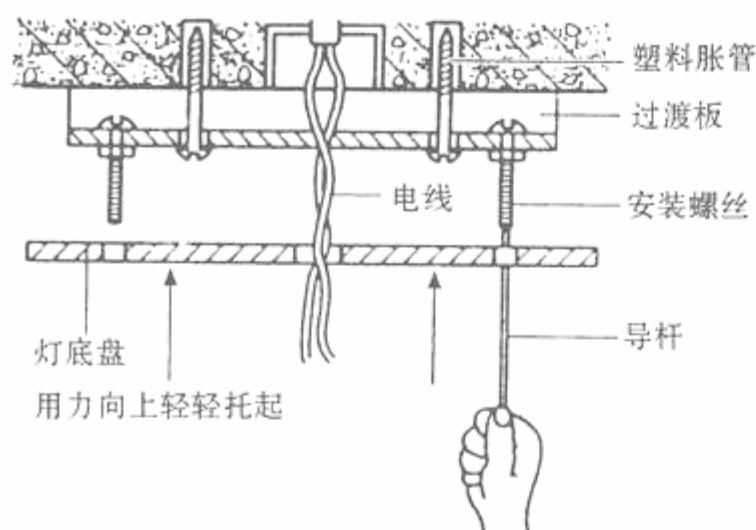


图 11-8 吸顶灯经过渡板的安装

直径大于 100 mm 时,需要用 2~3 只木螺钉固定灯座。

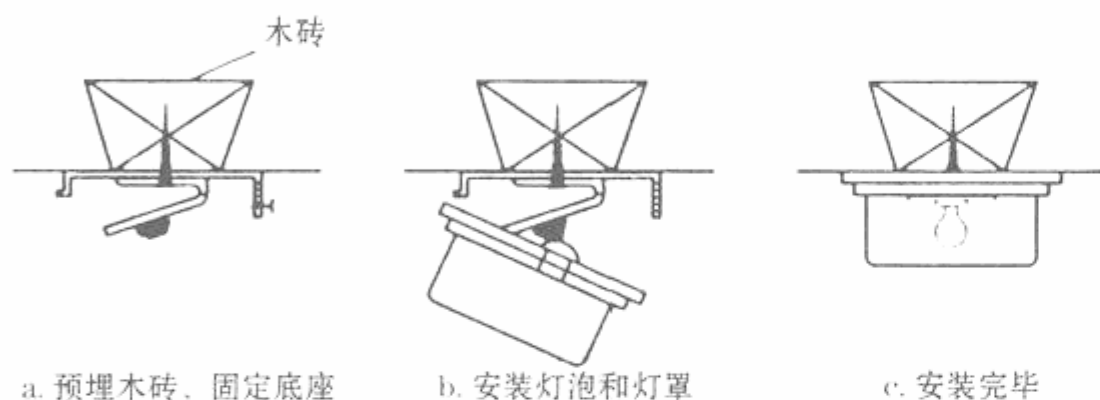


图 11-9 吸顶灯底座的安装程序

6. 壁灯的安装 壁灯安装在砖墙上时,应在砌墙时预埋木砖(禁止用木楔代替木砖)或金属构件。壁灯下沿距地面的高度为 1.8~2.0 m,室内四面的壁灯安装高度可以不相同,但同一墙面上的壁灯高度应一致。壁灯为明线敷设时,可将塑料圆台或木台固定在木砖或金属构件上,然后再将灯具基座固定在木台上,如图 11-10a 所示。壁灯为暗线敷设时,可用膨胀螺栓直接将灯具基座固定在墙内的塑料胀管中,如图 11-10b 所示。壁灯装在柱子

上时,可直接将灯具基座安装在柱子预埋的金属构件上或用抱箍固定的金属构件上,如图 11-10c 所示。

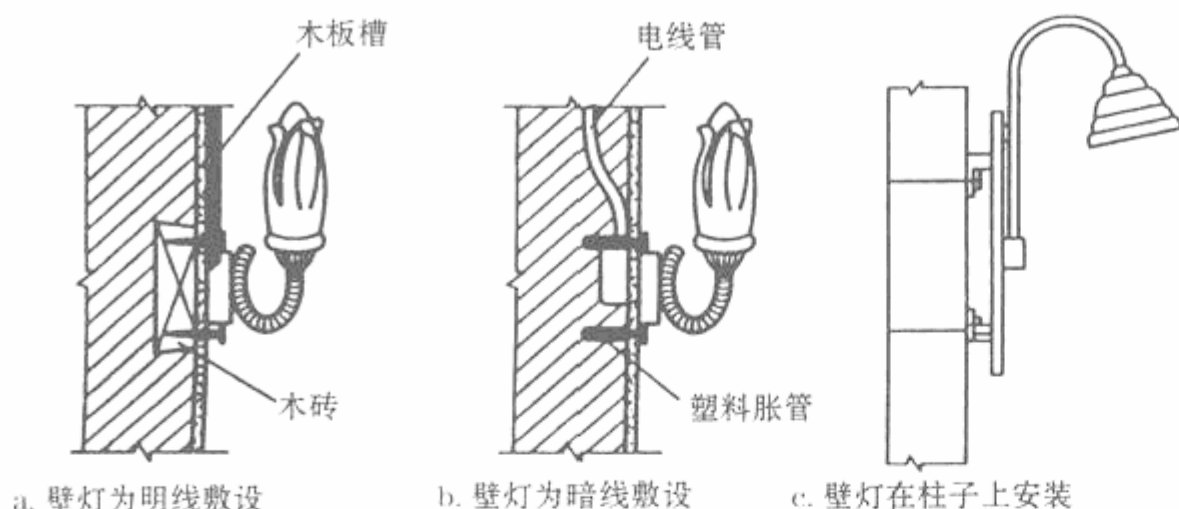


图 11-10 壁灯的安装

7. 双联开关两地控制一盏灯的安装方法 安装使用的开关应为双联开关,此开关应具有三个接线桩,其中两个分别与两个静触点接通,另一个与动触点连通(称为共用桩)。双联开关用于控制线路上的白炽灯,一个开关的共用桩(动触点)与电源的相线连接,另一个开关的共用桩与灯座的一个接线桩连接。采用螺口灯座时,应与灯座的中心触点接线桩相连接,灯座的另一个接线桩应与电源的中性线相连接。两个开关的静触点接线桩,分别用两根导线进行连接,如图 11-11 所示。

8. 花灯的安裝方法 对于大型装饰性灯具,因为其自身较重,需在顶板上预埋吊钩,有时,还要对顶板进行加固。吊钩预埋方法及灯具吊装方法,如图 11-12、图 11-13 所示。在固定吊钩时,一般应使用金属胀管来固定,而不使用塑料胀管固定,因为塑料胀管长期受往下的拉力作用,容易脱出而造成灯具跌落事故。

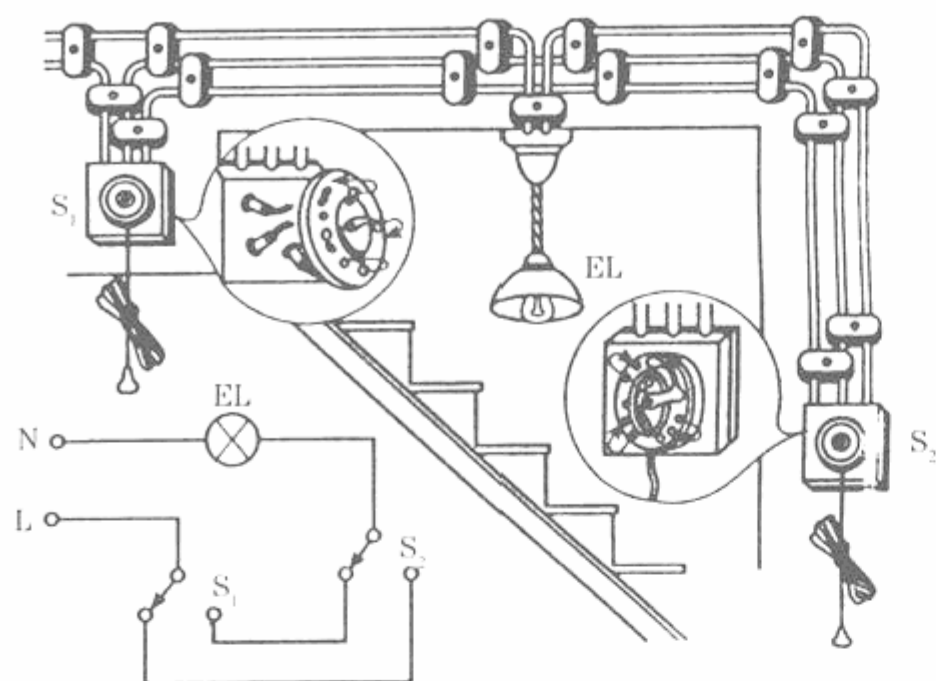


图 11-11 双联开关两地控制一盏灯的安装示意

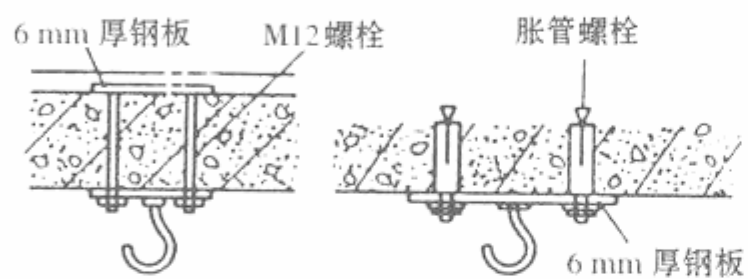


图 11-12 吊钩的预埋

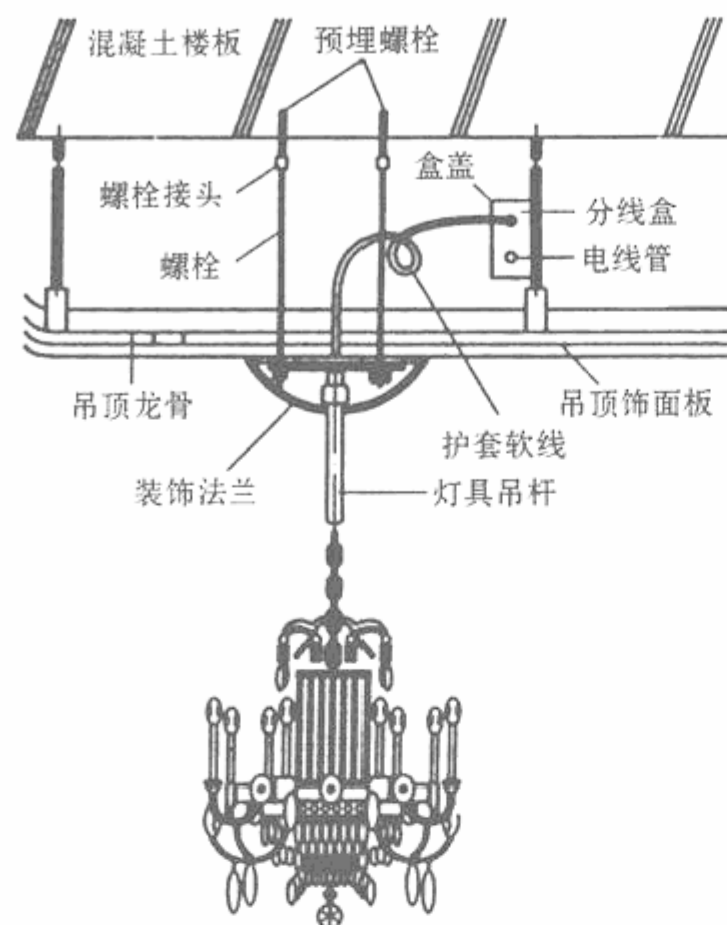


图 11-13 花灯的安裝示意

二、日光灯的安装技术

1. 日光灯安装线路 日光灯的安装线路如图 11-14 所示。
 荧光灯及配件技术数据见表 11-6、表 11-7。

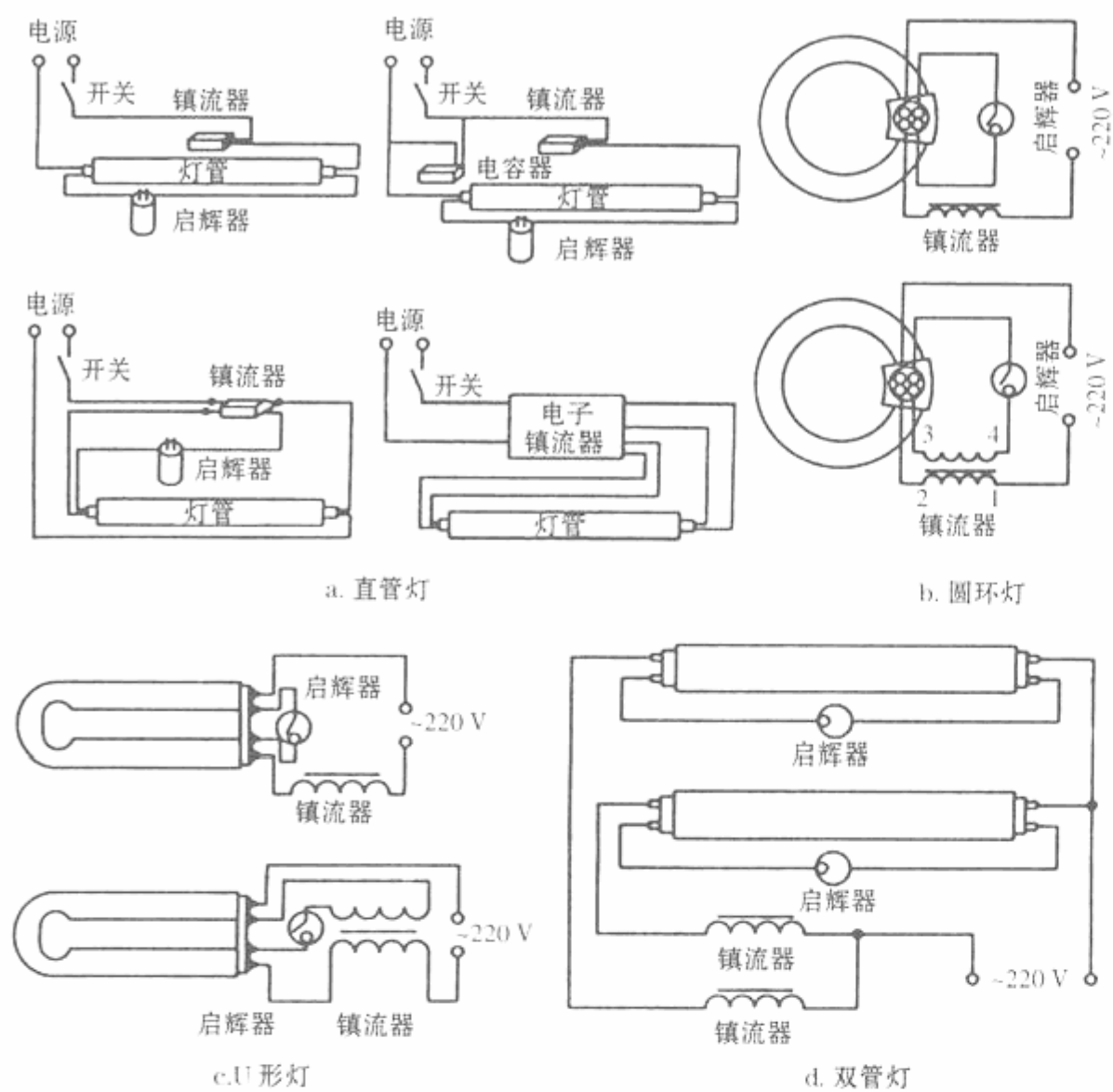


图 11 - 14 日光灯的常用接线方法

表 11 - 6 荧光灯灯管的基本数据

型号		额定 功率 (W)	工作 电压 (V)	工作 电流 (mA)	启动 电流 (mA)	额定 光通量 (lm)	平均 寿命 (h)	主要尺寸(mm)			灯头 型号
统一 型号	工厂型号							管直 径 D	全长 L	管长 L_1	
YZ4	—	4	35	110 ± 5	170	70	700	15.5	150 ± 1	134	2RC— 14
YZ6		6	55	135 ± 5	200	150	1 000		226 ± 1	210	
YZ8		8	65	145 ± 5	220	250			301 ± 1	285	

续表

型号		额定 功率 (W)	工作 电压 (V)	工作 电流 (mA)	启动 电流 (mA)	额定 光通量 (lm)	平均 寿命 (h)	主要尺寸(mm)			灯头 型号			
统一 型号	工厂型号							管直 径 <i>D</i>	全长 <i>L</i>	管长 <i>L</i> ₁				
—	(RR)—15S	15	58	300	500	665		25	451	436	2RC— 23			
	(RR)—30S	30	96	320	560	1 700			909	894				
YZ15	(RR)—15	15	50	320	440	580	3 000	38	451	436	2RC— 35			
	(RL)—15					635								
YZ20	(RR)—20	20	60	350	500	930			604	589				
	(RL)—20					1 000								
YZ30	(RR)—30	30	81	350	560	1 550			909	894				
	(RL)—30					1 700								
YZ40	(RR)—40	40	108	410	650	2 400			1 215	1 200				
	(RL)—40					2 640								
YX100	(RR)—100	100	87	1 500	1 800	5 000	2 000							
	(RL)—100					6 100								

注:1. RR 为日光色,RL 为冷白色;
2. 型号中的“S”表示细管。

表 11-7 荧光灯所配镇流器、启辉器、电容器数据

荧光灯功率(W)		6	8	15	20	30	40	100
配镇流器	型号 YZ1—220/□	220/6	220/8	220/15	220/20	220/30	220/40	220/100
	工作电压(V)	203	200	202	196	180	165	185
	工作电流(mA)	140-5	150-10	330-30	350-30	360-30	410-30	1 500-100
	启动电压(V)	215						
	启动电流(mA)	180±10	190±10	440±30	460±30	560±30	650±30	1 800±100

续表

荧光灯功率(W)			6	8	15	20	30	40	100
配 启 辉 器	电源电压(V)		220						
	启辉电压(V)		<135		≥130				
	欠压	电压(V)	200						
	启动	时间(S)	≤4						≤5
配 电 容 器	容量规格(μf)					2.5	3.75	4.75	
	工作电压(V)					220			
	主 要 尺 寸	高(mm)				450±5	500±5	550±5	
		长(mm)				460±5			
		宽(mm)				310±5			

注:1. 镇流器可根据需要制成电压为 100 V 或 127 V 的规格。

2. 启辉电压以荧光灯管在 30 s 内没有闪光为标准。

3. 欠压启动电压,降到启辉电压的相隔时间为 10 s。

2. 日光灯的安装方法

(1) 准备灯架:根据日光灯管的长度,购置或制作与之配套的灯架。

(2) 组装灯具:日光灯灯具的组装,就是将镇流器、启辉器、灯座和灯管安装在灯架上。组装时必须注意,镇流器应与电源电压、灯管功率相配套。由于镇流器比较重,又是发热体,应将其装在灯架中间或在镇流器上安装隔热装置。启辉器规格应根据灯管功率来确定。启辉器宜装在灯架上便于维修和更换的地点。两灯座之间的距离应合适,防止因灯脚松动而造成灯管掉落。

(3) 固定灯架:固定灯架的方式有吸顶式和悬吊式两种。悬吊式又分金属链条悬吊和钢管悬吊两种。安装前先在设计固定点打孔预埋合适的固定件,然后将灯架固定在固定件上。

(4) 组装接线:启辉器座上的两个接线端分别与两个灯座中的一个接线端连接,灯座余下的接线端,其中一个与电源的中性线相连,另一个与镇流器的一个出线头连接。镇流器的另一个出线

头与开关的一个接线端连接,而开关的另一个接线端则与电源中的一根相线相连。与镇流器连接的导线既可通过瓷接线桩连接,也可直接连接,但要恢复绝缘层。接线完毕,要对照电路图仔细检查,以免错接或漏接,如图 11-15 所示。

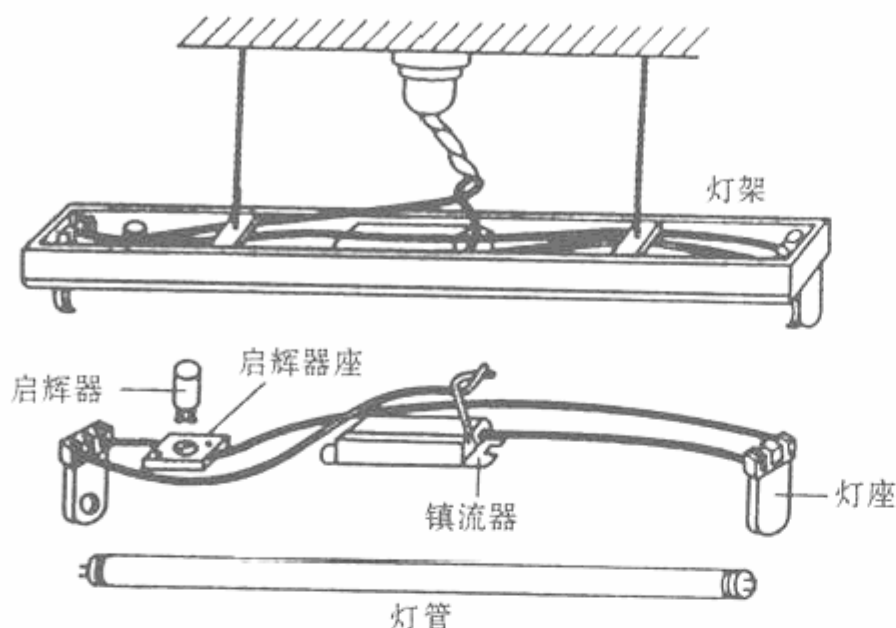


图 11-15 日光灯的组装接线

(5) 安装灯管:安装灯管时,对插入式灯座,先将灯管一端灯脚插入带弹簧的一个灯座,稍用力使弹簧灯座活动部分向灯座内压出一小段距离,另一端趁势插入不带弹簧的灯座。对开启式灯座,先将灯管两端灯脚同时卡入灯座的开缝中,再用手握住灯管两端头旋转约 $1/4$ 圈,灯管的两个引脚即被弹簧片卡紧,使电路接通,如图 11-16 所示。

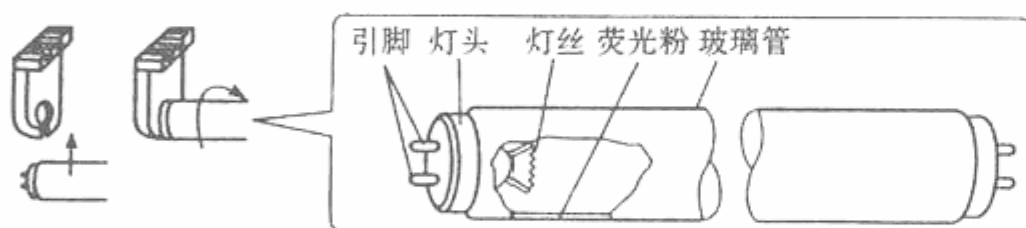


图 11-16 灯管的安装方法

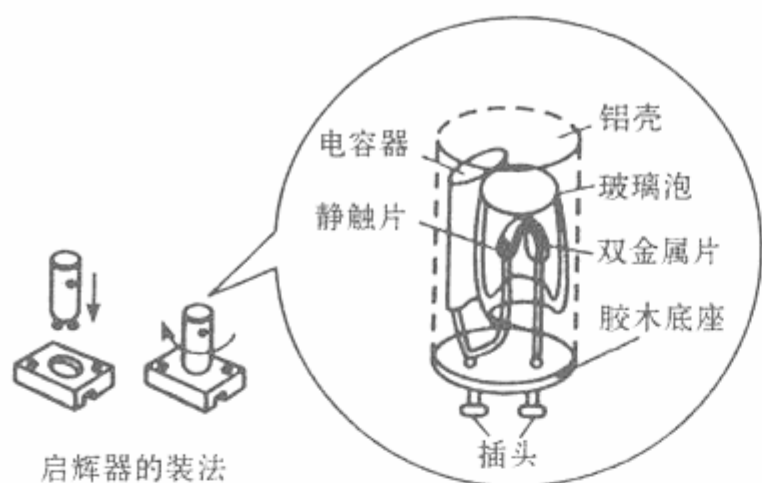


图 11-17 启辉器的安装

(6) 安装启辉器: 最后把启辉器旋放在启辉器底座上, 如图 11-17 所示。开关、熔断器等按白炽灯的安装方法进行接线。检查无误后, 即可通电试用。

3. 格栅灯的安装

格栅灯的安装方法如图 11-18 所示。

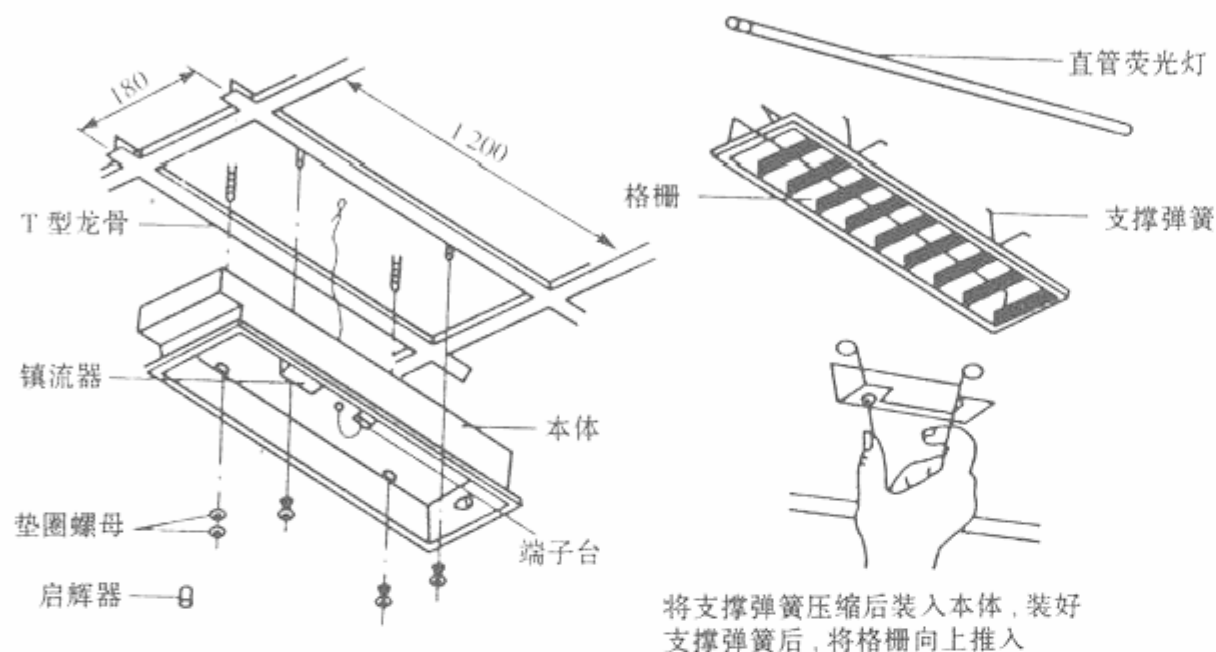


图 11-18 格栅灯的安装方法 (mm)

三、照明装置的接线图

常用照明装置的安装接线见表 11-8。

表 11 -8 常用照明装置的安装接线

名 称	接 线 图
一只单联开关控制一盏白炽灯	
四线头镇流器的荧光灯线路	
螺口平灯座的安装接线	

续表

名 称	接 线 图
两只双联开关控制一盏白炽灯	
双灯管的荧光灯线路	
吊灯座的安装接线	

四、常用新电光源灯的安装技术

常见的有碘钨灯、高压汞灯、高压钠灯和金属卤化物灯等均属

强光灯,现已广泛用于大面积场地的照明。它们的结构如图 11-19 所示。

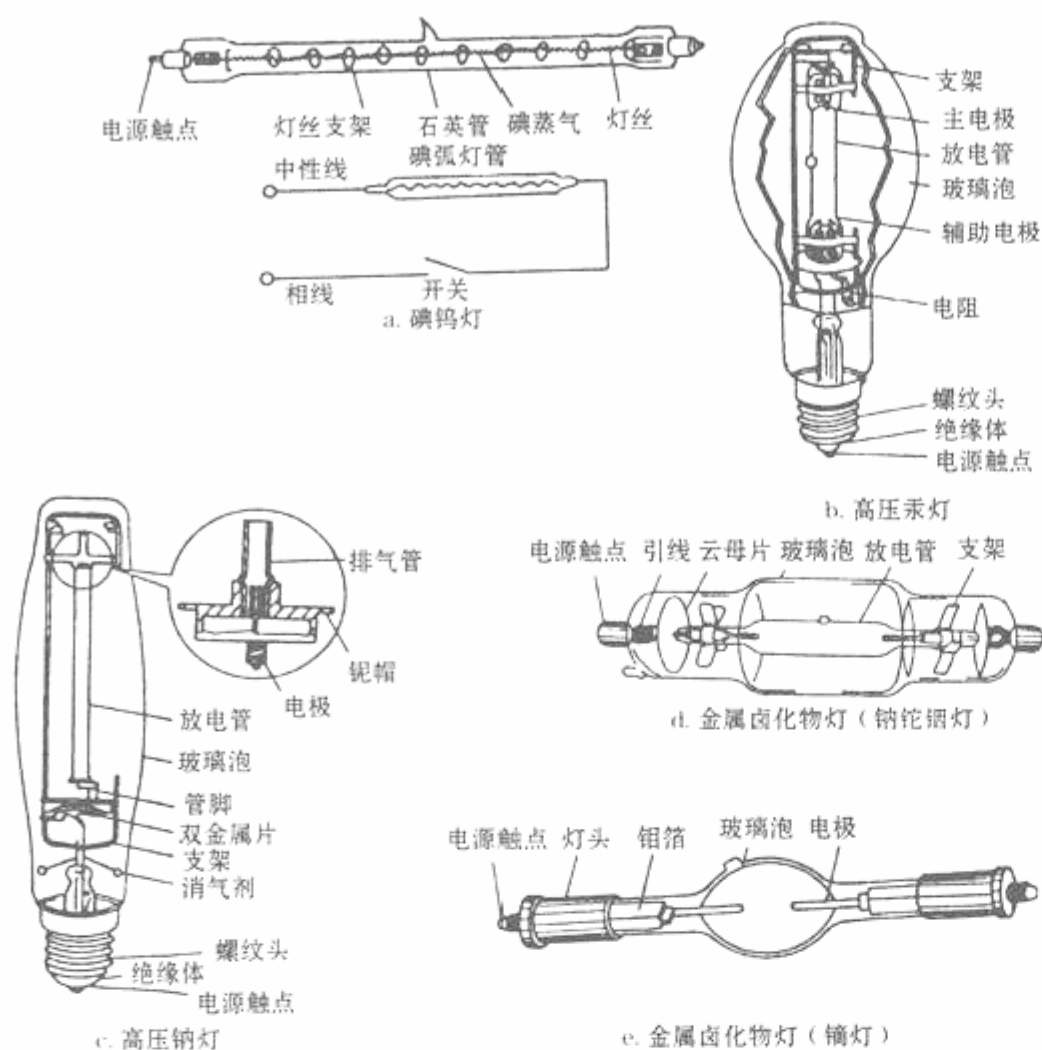


图 11-19 常见新电光源灯的结构形状

1. 碘钨灯的安装方法 碘钨灯是卤素灯的一种,既具有白炽灯光色好、辨色率高的优点,又克服了白炽灯发光效率较低、寿命短的缺点。安装要求和方法如下:

(1) 灯管应装在配套的具有灯光反射功能和灯管散热装置的特定灯架上,以利于提高照度和延长灯管寿命。

(2) 灯架离可燃建筑面的净距不得小于 1 m。

(3) 固定安装的灯架离地垂直高度不低于 6 m,以免产生眩光。

(4) 灯管在工作时必须处于水平状态,倾斜度不得超过 4° 。

否则,会因自重的作用,使钨分子大量回归在灯丝的下端部分,使上端部分的灯丝迅速变细,灯丝寿命会直线下降。

(5) 由于灯管温度较高,灯管两端管脚的连接导线应用裸铜线穿套瓷珠(短段瓷管),并通过瓷质接线桥与电源引线连接,电源引线应用耐热性能较好的橡胶绝缘软线。

2. 高压汞灯的安装方法 按图 11-20 所示的线路图连接。功率在 125 W 及以下的,应配用 E27 型的瓷质灯座;功率在 175 W 及以上的,应配用 E40 型的瓷质灯座,因其工作时温度较高,不能以别的型号灯座代用。镇流器规格必须符合功率的要求。镇流器应安装在灯具附近人体触及不到的位置。在镇流器接线端子的端面上应覆盖保护物,但不可装在影响散热的箱体内部。户外装设,应有防雨措施。

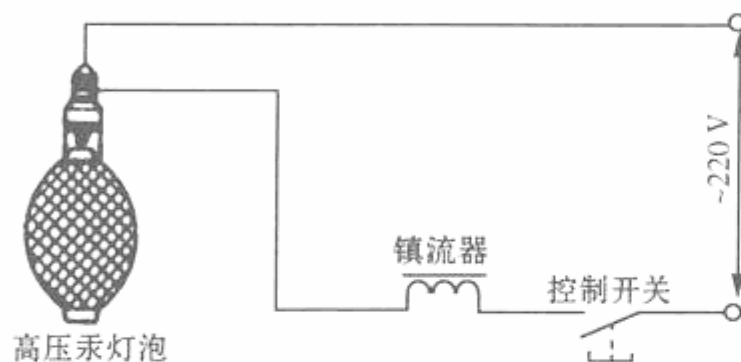


图 11-20 高压汞灯安装接线

3. 高压钠灯的安装方法

(1) 高压钠灯的工作电路如图 11-21 所示。当接通电源时,电流通过双金属片 b 和加热绕组 H, b 受热后发生形变而使两触点开启,电感绕组 L 上产生感应电动势而加在灯管的电极上,使两极间击穿,点燃灯管。

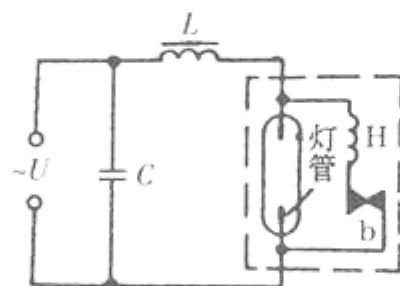


图 11-21 高压钠灯安装线路

点燃后,放电热量使 b 保持开路状态。工作电压和工作电流如同荧光灯一样,由镇流器加以控制。

新型高压钠灯的工作原理与基本原理相同,但通常采用由晶闸管(可控硅)构成的触发器启动。

(2) 安装方法:选用时应配置与灯泡规格相适应的镇流器和触发器等附件;同汞灯一样,必须选用 E 型瓷质灯座。安装方法和注意事项基本与高压汞灯相同。

4. 金属卤化物灯 目前常用的金属卤化物灯有钠铊铟灯和镝灯两种。前者灯管内充有碘化钠-碘化铊-碘化铟;后者灯管内充有碘化镝。

选用金属卤化物灯时要配置与灯管规格相适应的镇流器和触发器以及专用灯架等附件。安装时,必须注意灯位离地的高度要足够,不准低装,以免对人体产生较高的紫外线辐射以及产生过高的眩光。各种规格和各种产品有着不同的安装高度规定,具体最低安装高度应按照产品说明书上的规定。

5. 悬挂高度 无论是吊灯、壁灯、吸顶灯、弯杆灯,都要有一定安装高度,普通吊灯不得低于 1.5 m,一般都在 2 m 以上。这样才不会轻易碰它,可以保证人身和灯具的安全。但装得太高,光线又会减弱。悬挂高度的选择要考虑安全、光线的利用、大功率电灯的耀眼程度和范围等。为防止耀眼,应加装灯罩。灯具最低悬挂高度见表 11-9。

表 11-9 灯具最低悬挂高度

光源种类	灯具形式	灯具保护角	灯泡容量 (W)	最低悬挂高度 (m)
白炽灯	搪瓷反射罩	10° ~ 30°	≤100	2.5
			150 ~ 200	3.0
			300 ~ 500	3.5
			>500 以上	4.0
	乳白玻璃漫射罩		≤100	2.0
			150 ~ 200	2.5
			300 ~ 500	3.0
荧光高压汞灯	搪瓷反射罩 铝反射罩	10° ~ 30°	≤250	5.0
			≥400	6.0
卤钨灯	搪瓷反射罩 铝反射罩	30° 及以上	500	6.0
			1 000 ~ 2 000	7.0
荧光灯	无反射罩		≤40	2.0
金属卤化物灯	搪瓷反射罩 铝反射罩	10° ~ 30°	400	>6.0
		30° 以上	1 000	>14.0
高压钠灯	搪瓷反射罩 铝反射罩	10° ~ 30°	250	6.0
			400	>7.0

注:保护角是指从灯罩边缘射出的光线与水平线的夹角,用以衡量灯罩保护人眼不受光源照明部分耀眼的程度。

常用照明光源的特性比较见表 11-10。

表 11-10 常用照明电光源的主要特性比较

光源名称 比较项目	普通 白炽灯	卤钨灯	荧光灯	荧光高 压汞灯	管形 氙灯	高压 钠灯	金属卤 化物灯
光效(lm/W)	6.5 ~ 19	20 ~ 21	25 ~ 67	30 ~ 50	20 ~ 37	90 ~ 100	60 ~ 80
平均寿命(h)	1 000	1 500	2 000 ~ 3 000	2 500 ~ 5 000	500 ~ 1 000	3 000	2 000
一般显色指数(R_a)	95 ~ 99	95 ~ 99	70 ~ 80	30 ~ 40	90 ~ 94	2 025	65 ~ 85
表面亮度	大	大	小	较大	大	较大	大
启动及再启动时间	瞬时	瞬时	较短	长	较短	长	长

续表

光源名称 比较项目	普通 白炽灯	卤钨灯	荧光灯	荧光高 压汞灯	管形 氙灯	高压 钠灯	金属卤 化物灯
光通受电压波动的影响	大	大	较大	较大	较大	大	较大
光通受环境温度的影响	小	小	大	较小	小	较小	较小
耐振性	较差	差	较好	好	好	较好	好
所需附件	无	无	镇流器 启辉器	镇流器	触发器 镇流器	镇流器	触发器 镇流器
功率因数($\cos\varphi$)	1	1	0.33~0.7	0.44~0.67	0.4~0.9	0.44	0.4~0.61
频闪现象	不明显	不明显	明显	明显	明显	明显	明显

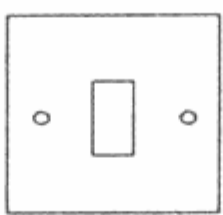
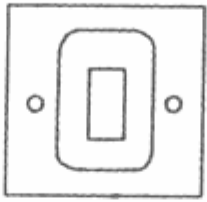
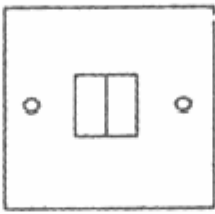
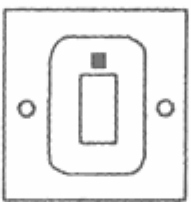
第三节 开关和插座的安装技术

一、开关的安装方法

开关主要有拉线开关、扳把式开关、暗扳把式开关、跷板式开关等几种。常用开关见表 11-11,可按使用场所的不同进行选择。

1. 开关的安装位置 开关通常装在门旁边或其他便于操作的地方。如图 11-22 所示,拉线开关距地面高度为 2~3 m,若室内净高低于 3 m 时,拉线开关可安装在距天花板 0.2~0.3 m 处。扳把式开关或跷板式开关离地面高度应不低于 1.3 m。拉线开关、扳把式开关和跷板式开关与门框的距离以 150~200 mm 为宜。

表 11-11 常用开关

名称	常用型号	外形	名称	常用型号	外形
拉线开关			暗装单联单控开关	86K11—6	
平开关			暗装防溅型单联开关	86K11F10	
防水式拉线开关			暗装双联单控开关	86K21—6	
台灯开关			暗装带指示灯防溅型单联开关	86K11FD10	

2. 开关的安装

(1) 拉线开关的安装: 安装拉线开关时, 应选用绝缘的木台或塑料台作为安装接线开关的固定板, 电线应从木台或塑料台内部上穿引入接线开关内, 如图 11-23 所示。注意来电侧电线应接入拉线开关的静触点接线柱。明装拉线开关拉线口应垂直向下, 以防接线与开关底座发生摩擦, 防止接线磨损断裂。

(2) 暗扳把式开关的安装: 暗扳把式开关必须安装在铁皮开关盒内, 铁皮开关盒如图 11-24a 所示。开关接线时, 将电源相线接到一个静触点接线柱上, 另一个动触点接线柱接来自灯具的导

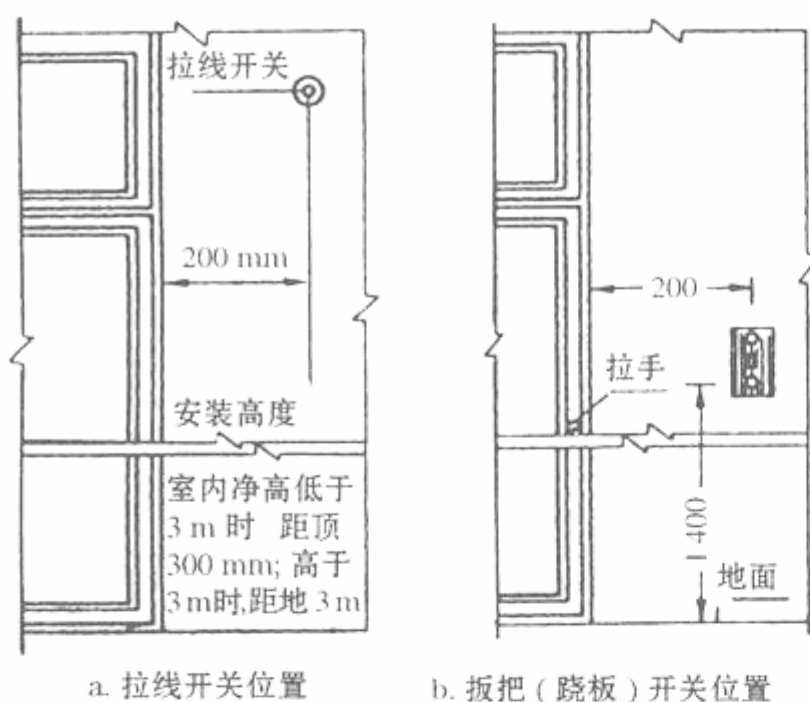


图 11-22 开关的安装位置示意(mm)

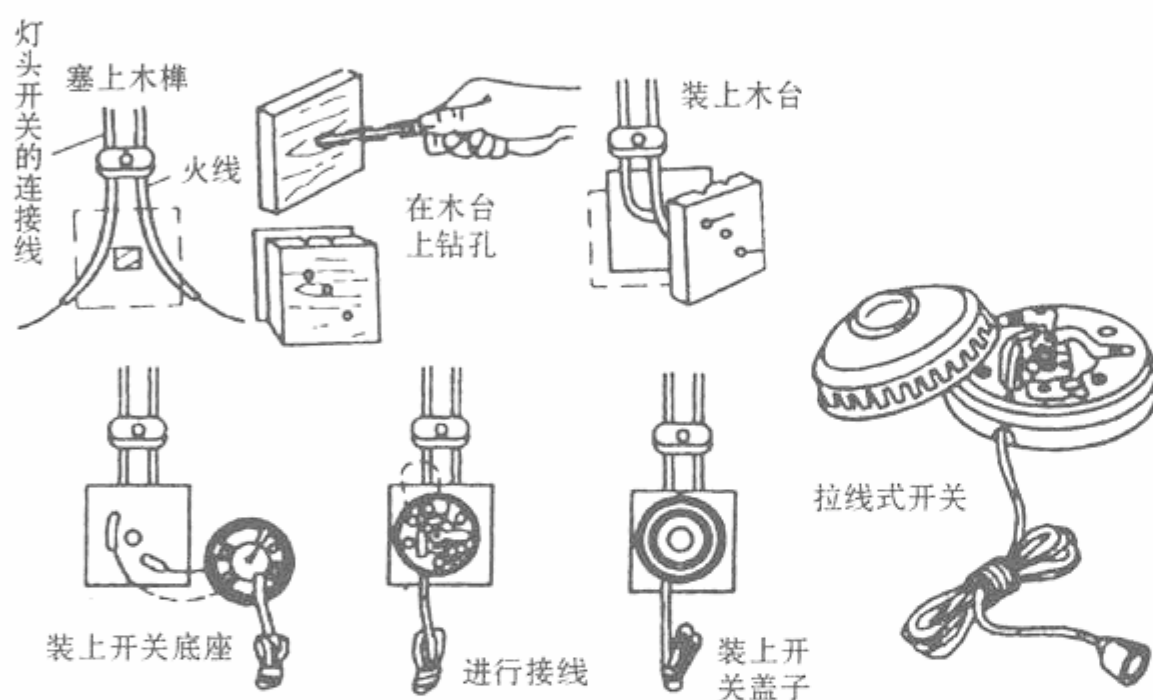


图 11-23 拉线开关的安装程序

线,如图 11-24b 所示。在接线时应接成扳把向上时开灯,向下时

关灯,然后把开关连同支持架固定到预埋在墙内的铁皮盒上。安装时应注意将扳把上的白点朝下面安装,开关的扳把必须放正且不卡在盖板上,再盖好开关盖板,用螺栓将盖板固定牢固,盖板应紧贴建筑物表面。

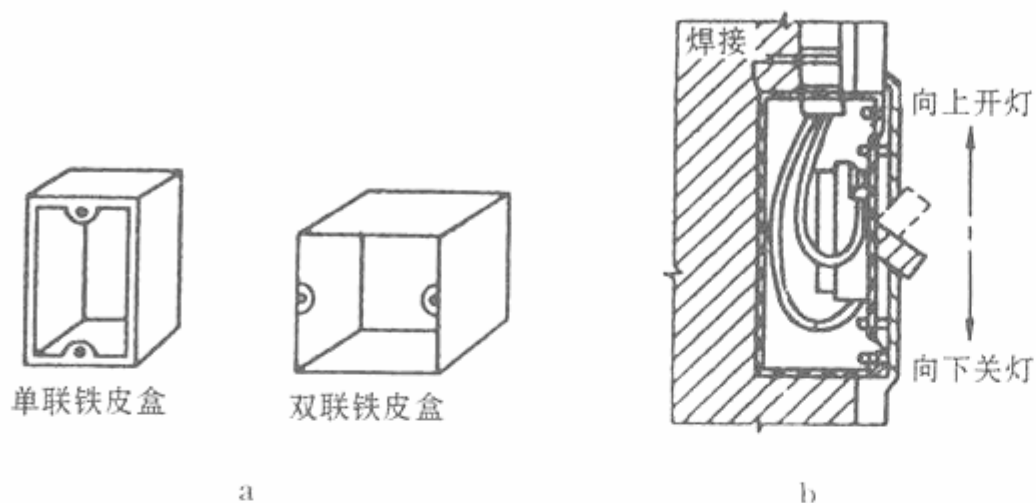


图 11-24 扳把开关的安装

(3) 跷板式开关的安装: 跷板式开关与配套的开关盒一起安装。常用的跷板式塑料开关盒如图 11-25a 所示。开关接线时, 应使开关切断相线, 并根据跷板式开关的跷板或面板上的标志确定面板的装置方向, 即装成跷板上部按下时, 开关处于合闸的位置, 跷板下部按下时, 开关应处在断开位置, 如图 11-25b。

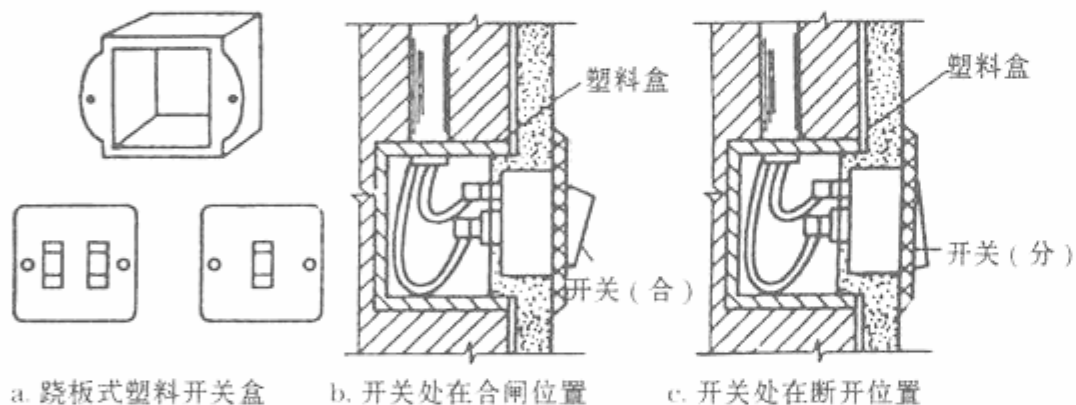


图 11-25 跷板式开关的安装

(4) 声光双控照明楼梯延时灯开关的安装: 声光双控照明延时灯目前广泛用于楼梯、走廊照明, 白天自动关闭, 夜间有人走动时, 其脚步声或谈话声可使电灯自动点亮, 延时 30 余秒, 电灯又会自行熄灭。该照明灯有两个显著特点: 一是电灯点亮时为软启动, 点亮后为半波整流电源, 可以大大延长灯泡的使用寿命; 二是自身灯光照射在开关的光敏电阻上不会发生自行关灯现象。一般的脚步声就能使电灯点亮发光。灯泡宜用 60 W 以下的白炽灯泡。

声光双控照明楼梯延时灯开关一般安装在走廊的墙壁上或楼梯正面的墙壁上, 要与所控制的电灯就近安装(图 11-26)。安装时将开关固定到预埋在墙内的接线盒内, 开关盖板应端正且紧贴墙面。该开关对外只有两根引出线, 与要控制的电灯串联后接到 220 V 交流电源上即可。

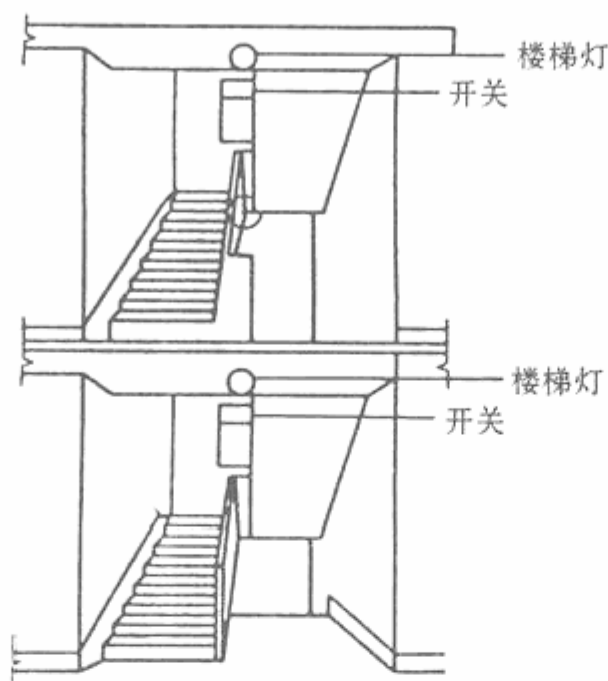


图 11-26 声光双控照明延时灯
开关的安装位置

二、插座的安装方法

1. 插座的类型及选择 插座有明插座和暗插座两种; 有单相双孔式插座、单相三孔式插座和三相四孔式插座; 有扁孔插座、圆孔插座、扁孔和圆孔通用插座; 有一位式(一个面板上一个插座)插座、多位式(一个面板上 2~4 个插座)插座; 有普通型插座和防溅型插座等。三相四孔式插座用于商店、加工场所等, 三相四线制动力用电, 电压规格为 380 V, 电流等级分为 15 A、20 A、30 A 等几种, 并设有接地(接零)保护桩头, 用来接保护地线(零线), 以确保

用电安全。家庭供电为单相电源,所用插座为单相插座。单相插座又分为单相双孔插座和单相三孔插座,后者设有接地(接零)保护桩头。单相插座的电压规格为 250 V,电流等级分为 10 A、16 A 等几种。

(1)插座质量的选择:插座的塑料零件表面应无气泡、裂纹、肿胀、明显的擦伤和毛刺等缺陷,并应具有良好的光泽。

(2)插座类型的选择:目前家用电器的插头大都采用单相两极扁插头和单相三极扁插头,因此相应的插座有单相双孔扁极插座和单相三孔扁极插座。双孔插座是不带接地(接零)桩头的单相插座,用于不需要接地(接零)保护的家用电器;三孔插座是带接地(接零)桩头的单相插座,用于需要接地(接零)保护的家用电器。实行保护接地(接零)系统的楼房,对于电冰箱、洗衣机、空调器、电风扇等电器,应选用三孔插座,以确保安全用电。而对于电视机、计算机、音响、灯具、排气扇等不需要保护接地的电器,采用双孔插座即可。

在用电设备较多的室内,可采用多联插座,比如选择有一个单相三孔插座带一个或两个双孔通用插座,以满足不同电器的需要。

在安全性要求较高的地方,如小孩经常活动的地方,从安全角度考虑,可采用带有保护门的安全型插座。这种插座只有当插头两极同时插入或接地极插头先进入时才能打开保护门,即使小孩用铁丝等金属物件插入火线孔也不会触电。

对专门用来接电视机的插座,可选用带开关扁圆两用插座,使用时开、闭开关,可延长电视机本身开关的使用寿命。

若要在厨房、卫生间等较潮湿的场所安装插座,最好选用有罩盖的防溅型插座,可防止水滴进入插孔。

(3)插座额定电流的选择:插座的额定电流应根据负载(家用电器)的电流来选择,一般应按 2 倍负载电流的大小来选择。如果按负载电流一样大来选择,则使用日久后插座和插头容易过热损坏,甚至发生短路事故。插座的额定电流一般有双孔或三孔 10 A、

16 A 和四孔 25 A 等多种。10 A 插座的接线端子上应能可靠地连接一根或两根 $1 \sim 2.5 \text{ mm}^2$ 的导线,16 A 插座的接线端子上应能可靠地连接一根或两根 $1.5 \sim 4 \text{ mm}^2$ 的导线,25 A 插座的接线端子上应能可靠地连接一根或两根 $2.5 \sim 6 \text{ mm}^2$ 的导线。

普通家电用插座的额定电流可选 10 A;空调器、电炉、电热水器等大功率负载宜采用额定电流为 16 A 的插座,甚至更大一些,如 25 A。

2. 插座的安装

(1) 插座的安装要求:

1) 普通插座应安装在干燥、无尘的场所。

2) 插座应安装牢固。由于插座始终是带电的,明装插座的安装高度距地面不低于 1.3 m,一般为 $1.5 \sim 1.8 \text{ m}$;暗装插座允许低装,但距地面高度不低于 0.3 m。

3) 同一场所的插座,安装高度应相同,高度差应不大于 5 mm,成排安装的插座不应大于 2 mm。

4) 空调器、电热器等大功率家用电器用的插座电源线,应与电灯电源线分开敷设,其插座不宜与其他家用电器共用。电源线应直接由配电箱或总线上单独引出,所用导线一般采用截面不小于 2.5 mm^2 的铜芯线。空调器应采用截面不小于 4 mm^2 的铜芯线。

5) 暗装的插座应有专用盒,盖板应端正且紧贴墙面。明装插座要安装在木台板上,且要用两只木螺钉固定。

6) 常用插座板:常用插座板线路形式有图 11-27 所示的几种。图 a 只适用于户内干燥非导电地面的居民用电,为单相生活移动用电器具供电。图 b 适用于小容量的单相移动用电器具。图 c 适用于 0.5 kW 及以下的小型三相移动用电器具。图 d 适用于要求具有控制和一般保护的单相移动用电器具。图 e 适用于要求具有控制和一般保护的三相移动用电器具。图 f 适用于较大功率的并要求有电源分合指示的三相移动用电器具(如电焊机或电烘箱等)。图 g 适用于电源电压为 380 V 的单相移动电具(如电焊机

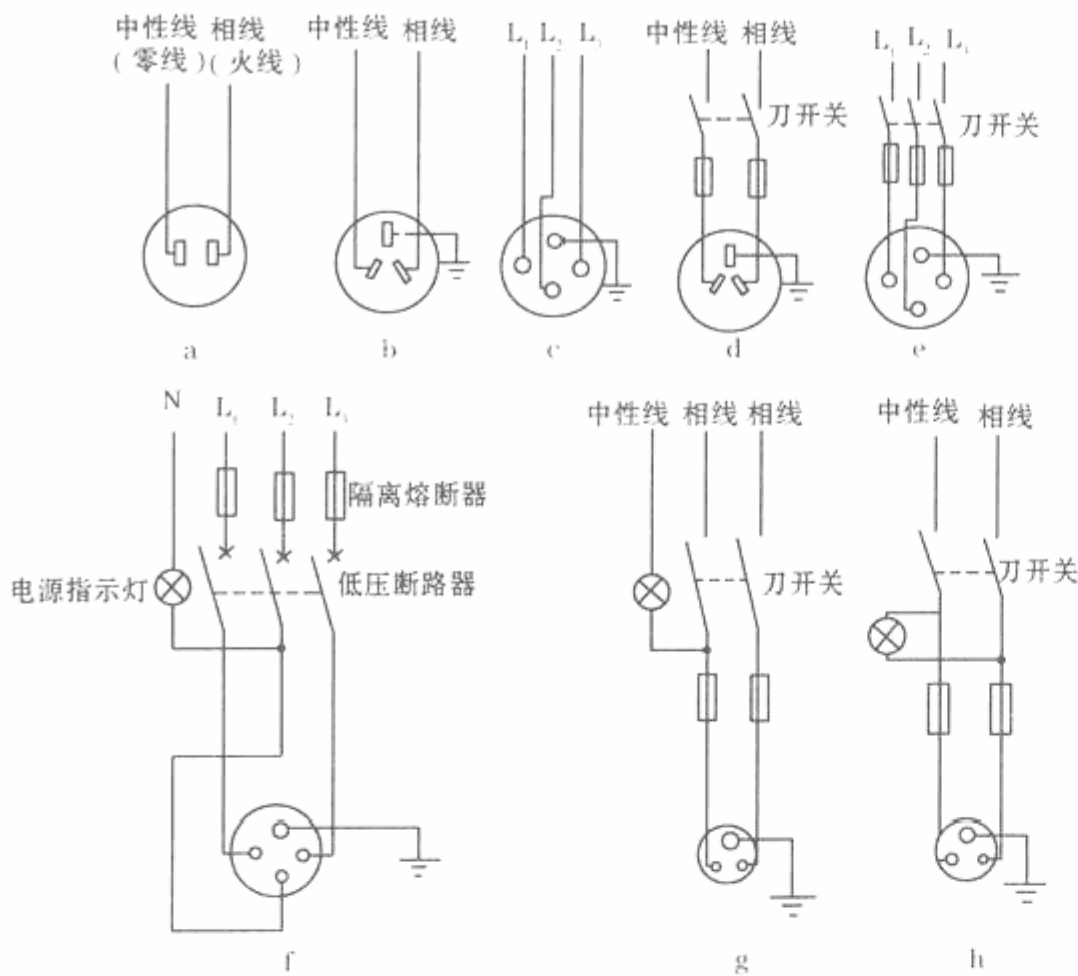


图 11-27 常用插座接线形式

等)。图 h 适用于要求有电源分合指示的单相移动用电器具。

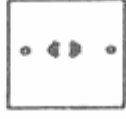
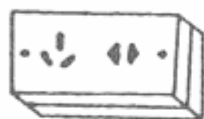
插座的品种也很多,常用的插座见表 11-12。

常用的插座分有双孔、三孔和四孔三种,其结构如图 11-28 所示。使用时,三孔的要选用品字形排列的扁孔结构,而不选用等边三角形排列的圆孔结构,因后者容易发生三孔互换而造成用电事故。

表 11-12 常用插座

名 称	常用型号	外 形	名 称	常用型号	外 形
单相圆形两极插座	YZM12—10		带开关单相两极插座	ZM12—TK6	

续表

名 称	常用型号	外 形	名 称	常用型号	外 形
单相矩形三极插座	ZM13—10 ZM13—20		暗式通用两极插座	86Z12T10	
带指示灯、开关暗式三极插座	86Z13KD10		三相四极插座	ZM14—15 ZM14—25	
单相矩形两极插座	ZM12—0		暗式通用五孔插座	86Z223—10	
双联单相两极、三极插座	ZM223—10		防溅暗式三极插座	86Z13F10	

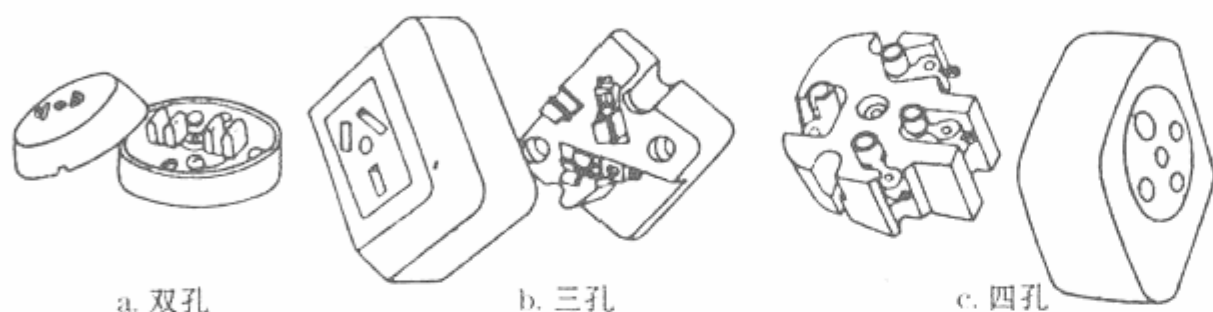


图 11-28 常用插座结构组成

装在配电板上的插座必须牢固地安装在建筑面上的木台上，暗敷线路的插座必须装在墙内插座承装盒上。各种插座的安装要求如下：①双孔插座的双孔应水平并列安装(图 11-29a)，不允许垂直安装。②三孔和四孔插座的接地孔(较粗的一个孔)必须放置在顶部位置(图 11-29a)，不允许倒装或横装。③同一块木台上装有多个插座时，每个插座相应位置孔眼的相位必须相同，接地孔的接地必须正确。相同电压和相同相数的，应选用同一结构形式的插座；不同电压和不同相数的，应选用具有明显区别的插座，

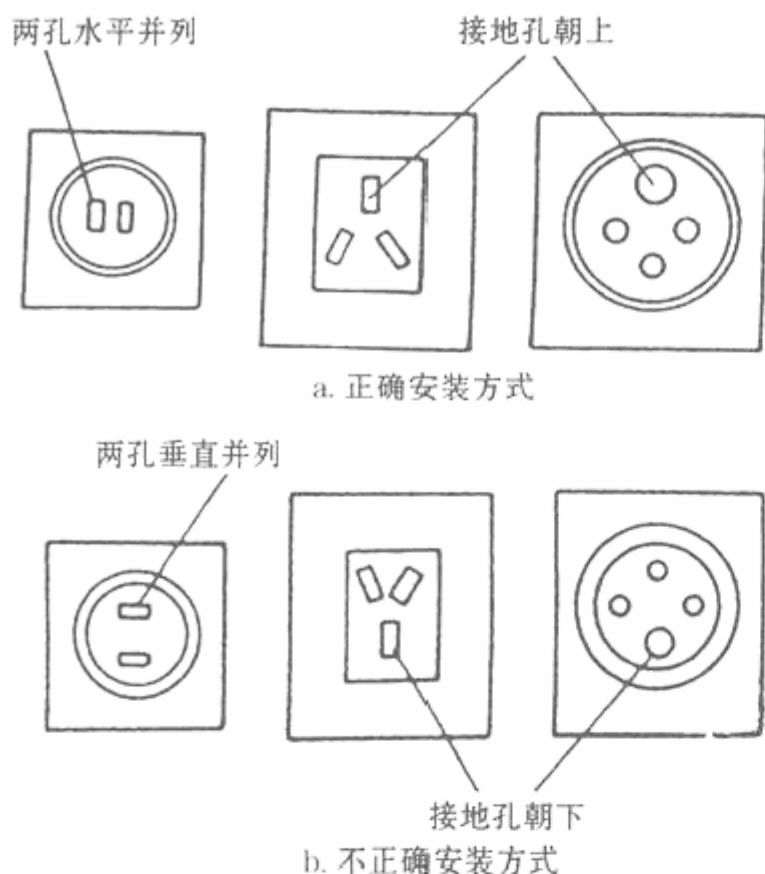


图 11-29 插座的安装要求

并应标明电压。④在安装开关、熔断器和指示灯的木台(或配电箱)上;每路插座必须与其控制和保护电器保持在同一条直线位置上;以便于操作和维修。⑤线路上的导线应使线头的绝缘层完整地穿出木台表面,不允许使芯线裸露在木台内部,处在木台内部的每个线头,不应靠近固定木螺钉,以防安装木螺钉时把线头绝缘层割破。⑥插座接电源引线时,应充分考虑三相电源的负载平衡,不可把几个插座集中在某一相或两相电源干线上。

(2) 插头的安装要求:用电器具必须具有完整无损的插头,禁止把电源引线线头直接插入插座孔来引取电源。同时,除居民生活用于户内干燥非导电地面的移动用电器外,其余各种移动用电器具的电源引线应采用三股或四股(三股用于三柱插头,四股用于四柱插头)橡胶或塑料护套铜质多股软线,不允许采用无护套层的并绞软线,规定和要求如下:①用于生活移动用电器具的,芯线的

最小截面积不得小于 0.2 mm^2 ;用于生产移动用电器具的,不得小于 0.5 mm^2 。②三股或四股中的黑色或黄绿色芯线为接地线,不可用其他颜色的芯线作接地线;不准在双股或三股护套软线的护套层外另加一根绝缘线作为接地线。③电源引线的端头(连同护套层)必须在插头内牢固地压住;没有压板结构的插头,应在端头结一个扣,以使芯线和插头连接处不直接承受引线的拉力。④每股线芯的绝缘层应完整,不准裸露在插头内腔中,芯线头与接线端子的连接必须正确。

(3)插座接线方式:插座的接线如图 11-27,图中单相三孔插座的接线规定为:左孔接工作零线,右孔接相线(俗称“左零右火”),中间孔接保护线 PE。

工程中采用 TN-S 系统(即三相五线)供电时,有专用保护线 PE,常用的插座接线方法如图 11-30 所示。三相四线插座的上中孔接保护线 PE,下面三个孔分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 三根相线。

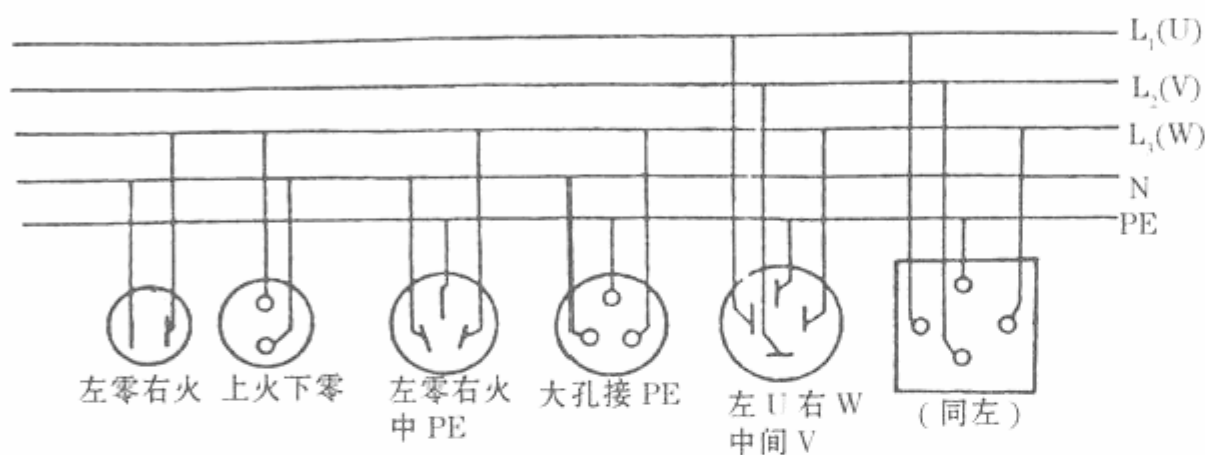


图 11-30 在 TN-S 系统中插座的连接方式

(4)插座的安装方法:

1) 双孔插座的明装:明装插座一般安装在明敷线路上,在绝缘台上要用两只木螺钉固定,安装步骤如图 11-31 所示。安装插座底座时,为了美观,应使插座底座处于绝缘台的中间位置。

2) 三孔插座的暗装:三孔插座的暗装步骤为:在已预埋入墙中

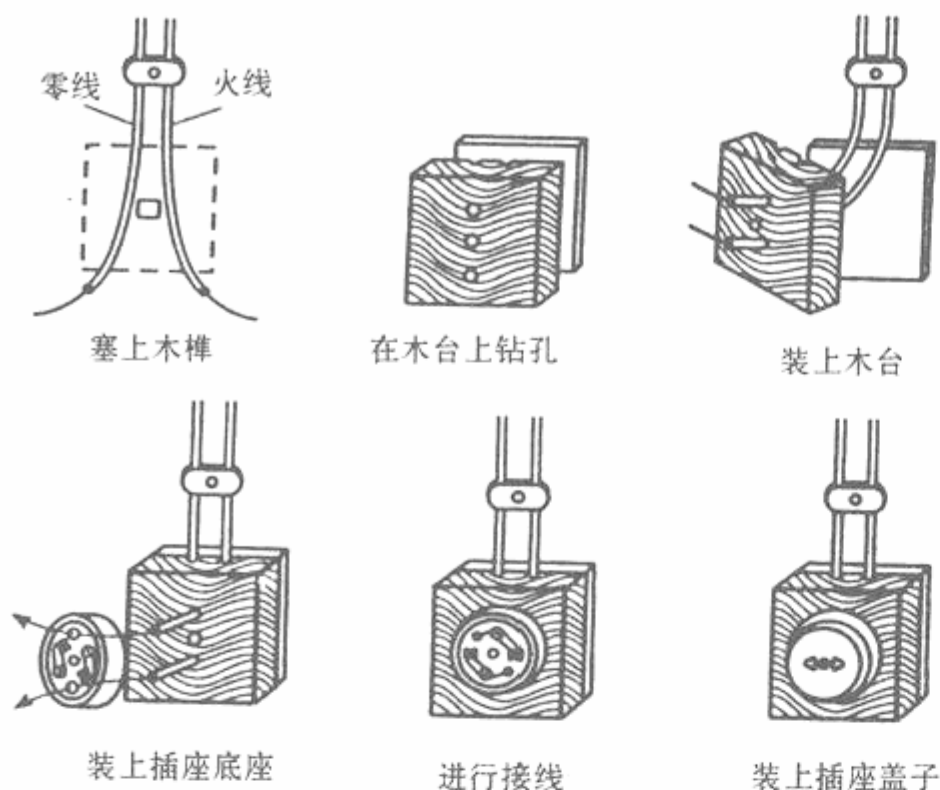


图 11-31 双孔插座的安装程序

的导线端的安装位置上按暗盒的大小凿孔,并凿出埋入墙中的导线管走向位置。将管中导线穿过暗盒后,把暗盒及导线管同时放入槽中,用水泥沙浆填充固定。暗盒应安放平整,不能偏斜。将已埋入墙中的导线剥去 15 mm 左右绝缘层后,接入插座接线桩中,

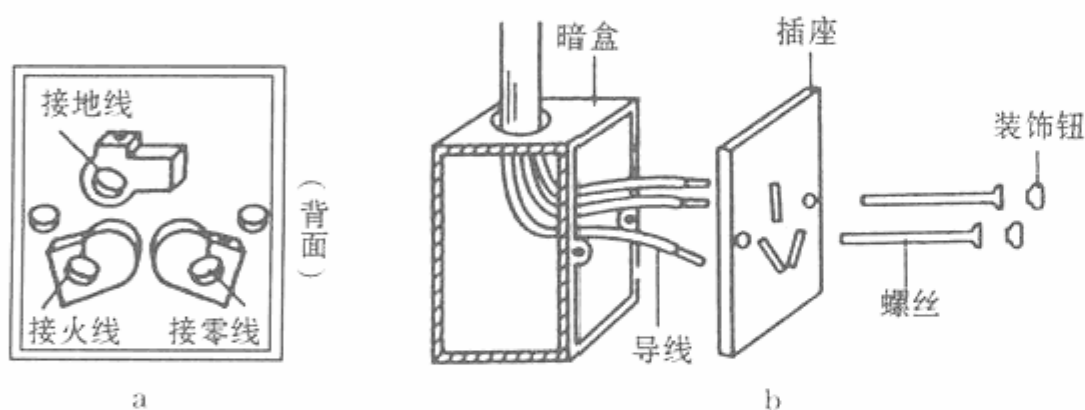


图 11-32 三孔插座的安装程序

拧紧螺丝,如图 11-32a 所示。将插座用平头螺丝固定在开关暗

盒上,压入装饰钮,如图 11-32b 所示。

3) 双孔移动式插座的安装:首先在双股软线的一端连接好二极插头。接着拆开双孔移动式插座的接线板,其内部结构如图

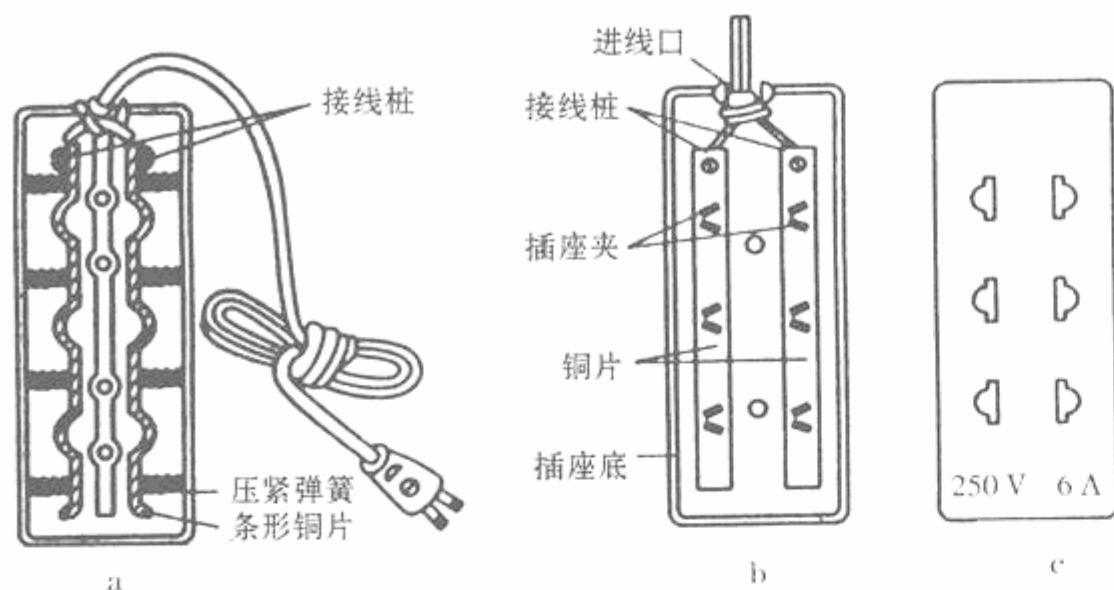


图 11-33 双孔移动式插座的形状

11-33a、b 所示,外部结构如图 11-33c 所示。然后剥去导线另一端的绝缘层,从接线板的进线口将两导线分别与接线桩连接,按原样放置好铜片,有压紧弹簧的应安好弹簧。检查后装好接线板盖,旋紧固定螺钉。

4) 三孔带地线移动式插座的安装:首先在三芯护套线的一端连接三极插头。注意,护套线中绿/黄双色(或黑色)的芯线要接在插头上部中间的地线接线桩上。接着拆开带地线的移动式插座的接线板,其结构如图 11-34 所示。然后,将三芯护套线软线的另一端剥去绝缘层,

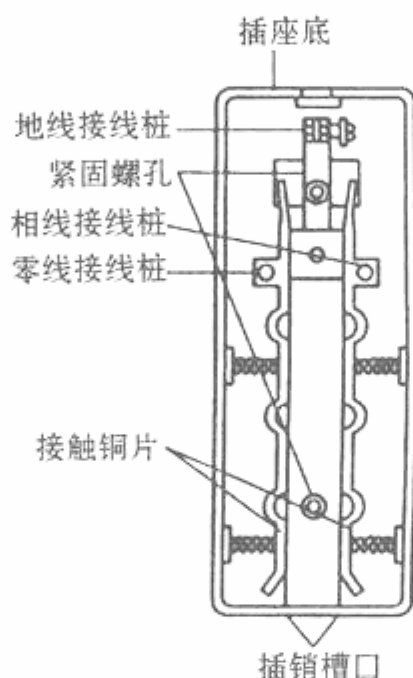


图 11-34 三孔带地线移动式插座的形状

从进线口进入接线板,三根芯线分别接到规定的接线桩上。连接插头地线端头的绿/黄双色(或黑色)线应接到接线板中间的地线接线桩上,连接插头零线接线桩的芯线应接到接线板左边的零线接线桩上,连接插头相线接线桩的芯线应接到接线板右边的相线接线桩上。检查后盖好接线板盖,对齐后再插入螺钉拧紧。

第四节 照明装置的故障检修技术

一、照明灯及线路的故障检修程序及方法

为了保证照明灯线路的安全可靠,当线路安装完毕后,必须经过仔细地检验,合格后才能通电使用。

1. 照明故障检修程序 当照明器具不能正常工作时,可用自备的合格的试电笔,按照图 11-35 所示的程序步步为营的查找故障点。

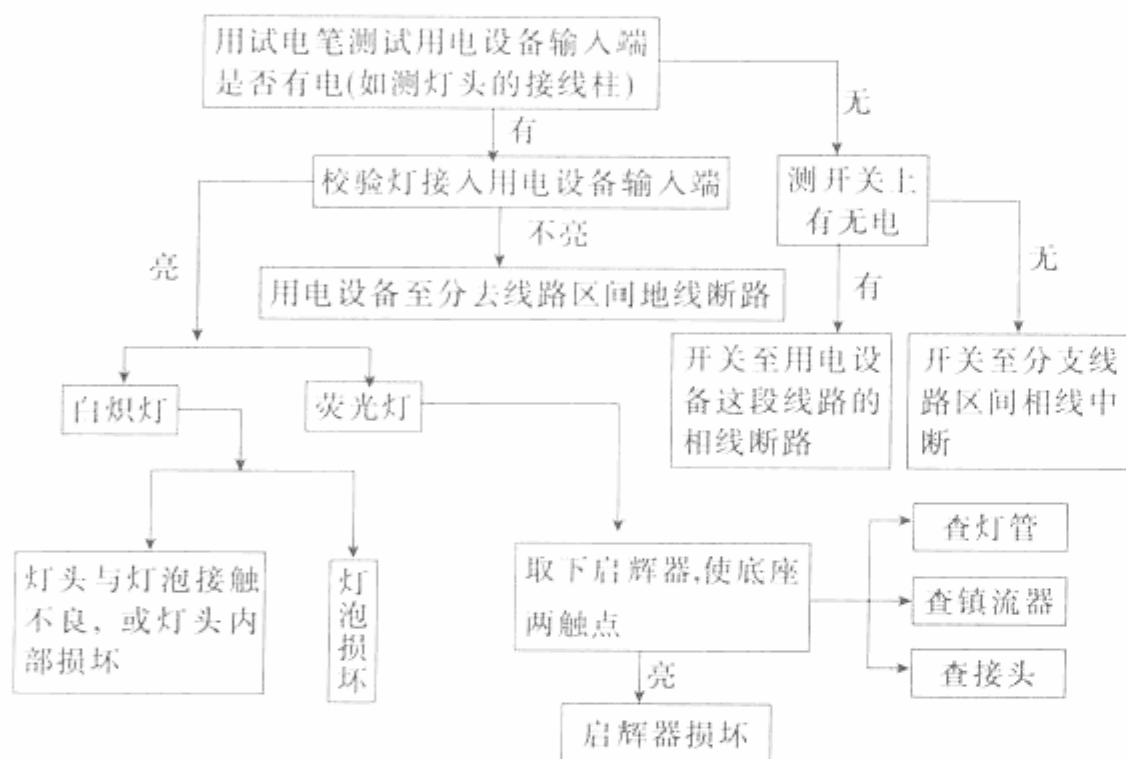


图 11-35 照明故障用试电笔检查程序

2. 检验方法

(1) 安装质量的检验:通常采用人工复查和复测的方法。如检验支持点是否牢固,往往用手拉攀检查;检查明敷线路,一般可通过检查导线的走向及位置来判断是否接错;检验暗敷的线路,一般可通过检查线头标记或导线绝缘层颜色来判断接线是否正确。

(2) 线路的绝缘电阻检验:通常采用高阻摇表来测试。高阻摇表又称兆欧表,或简称摇表。常用的摇表根据其内部发电机发出电压的大小可分为 500 V 和 1 000 V 等,测量照明灯线路的绝缘电阻应选用 500 V 的一种。使用时,先将摇表放平,然后接上两根表棒的导线,并要把两根表棒相接触,如图 11-36 所示。接着将手柄试摇几转,这时表针应该指向“0”;然后分开两表棒,再摇几转,这时表针应指向“ ∞ ”(即无穷大)。经验明摇表完好后,即可进行测量。在测量线路绝缘电阻时,应使摇表手柄转速保持匀速,不可时快时慢。如摇得过慢,测得绝缘电阻会比实际的高;摇得过快,测得绝缘电阻比实际的低,正常的转速一般保持在 120 r/min。摇表的操作手势如图 11-37 所示。

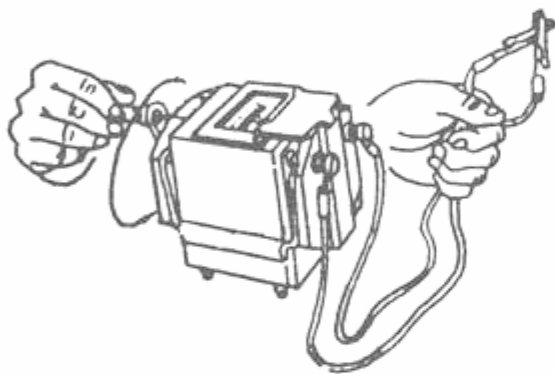


图 11-36 摇表校试操作方法

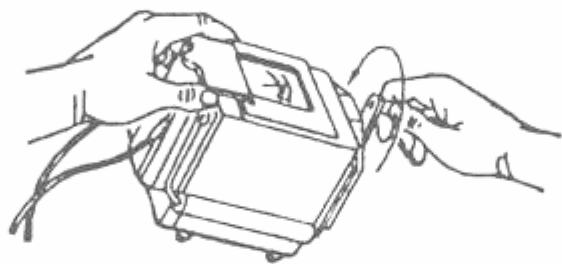


图 11-37 用摇表测试的操作方法

在照明灯线路中,需要测试相线和中性线、相线和大地之间的绝缘电阻。测试前,应卸下线路上所有的熔丝插盖,同时已接在线路上的所有用电设备也需脱离线路,如卸下灯泡等。然后在熔断器的下接线桩上进行测量,测量的方法如图 11-38 所示线路的绝

缘电阻应不低于 $0.22\text{ M}\Omega$, 穿入钢管的线路应不低于 $0.5\text{ M}\Omega$ 。

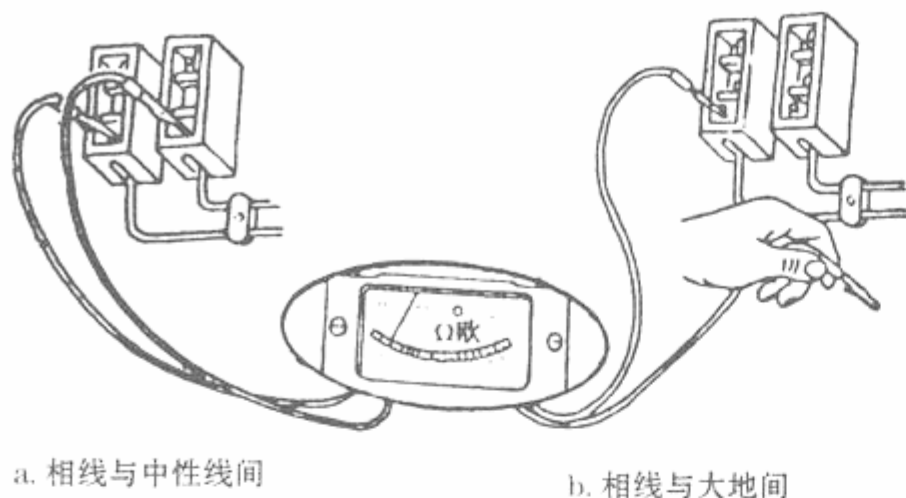


图 11-38 线路绝缘电阻的测量

3. 室内线路故障查找 用备用的测电笔来顺藤摸瓜查找,逐一否定排除。一般是测相线有电(测电笔亮),零线无火,如测试看似正常如图 11-39 所示,但电灯不亮,电器不工作,这肯定是零线断了;若测应有电的一根不亮(或两线有亮),或一根亮度大,另一根亮度小(感应电现象),说明进线前方有零线断路,或是接触不良等;测两根线都不亮,证明相(火)线确实断了,线路绝缘不好。

4. 照明灯故障查找方法 检修故障前先了解第一手资料,询问故障前的征兆、现象等,经过看、听、试,直观检查和各种仪表按“对分法”检查测量,缩小故障范围,逐步找到故障点。对短路故障,一般应以分支路、分段方法,灵活利用试灯或万用表配合检查,方法是先取下相线总熔断器,拔掉故障电路上所有家用电器的插头,打开所有照明灯开关,在其电路中串入 $60\sim 100\text{ W}$ 白炽灯,然后合闸,若灯泡正常发光说明故障就在电路。若电灯不发光或微微发红,说明线路没问题,在对每盏灯及家用电器进行检查。若某电路电灯或家用电器不能正常工作,不是相(火)线,就是零线断路,对于一盏灯不亮,可重点检查这盏灯的灯头、灯座、开关及连接点等。测零线断线方法如图 11-40 所示。

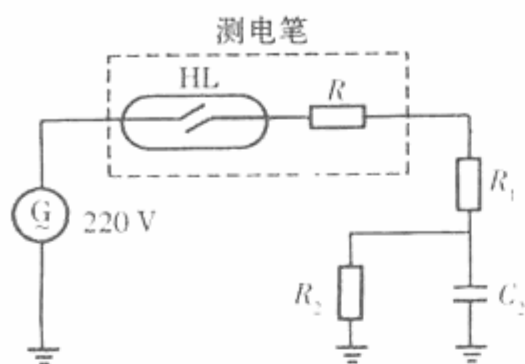


图 11-39 用测电笔测试相线

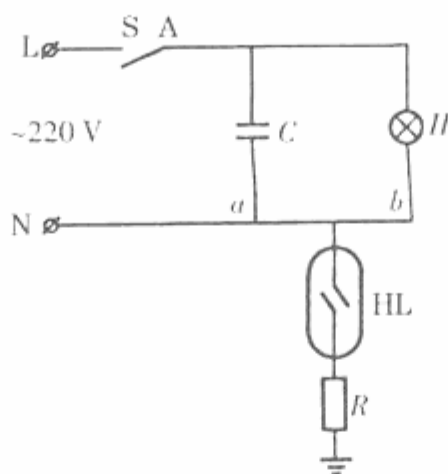


图 11-40 测零线断线

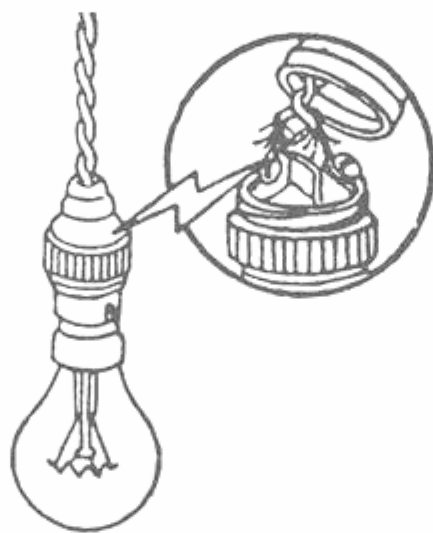
二、线路常见的故障检修技术

1. 短路 俗称碰线,如熔丝熔断,换上新熔丝后仍继续熔断,这就是说线路中发生短路故障了。一旦线路出现了短路,电流就会急剧增大。

(1) 故障原因:

1) 电线陈旧,绝缘层破损。

2) 灯座、灯头、吊线盒、开关内的接线桩螺丝松脱或没有把多股绞合线捻紧导致铜丝散开,造成两线相碰,如图 11-41 所示。



(2) 故障检修:维修时,应先

找出短路所在的地方,然后加以修复。如线路很长,灯头、吊线盒、开关等过多,一时难以找到短路处时,可采用一个比较实用的方法。

先查熔断丝,顺藤摸瓜检修,当一个住户家里无电时,首先观查左邻右舍是否有电,然后看室外接户线的状况,进户线是如何穿的墙,滴水弯接头是否氧化?从何处进的配电盘,有哪些分支路?

仔细检查配电盘上的熔丝,要认真观察熔丝是否虚接,闸刀合上看是否接触紧密,有无超载发热、生锈等现象。还要配合万用表查电压,不要被试电笔的微光所迷惑(可用万用表证实是感应电)。在检查该户线路的绝缘情况时,重点检查是否有接地现象?此外,还要想想熄灯前,是否接用了电熨斗、电热器之类设备,用电笔检查的方法如图 11-42 所示。

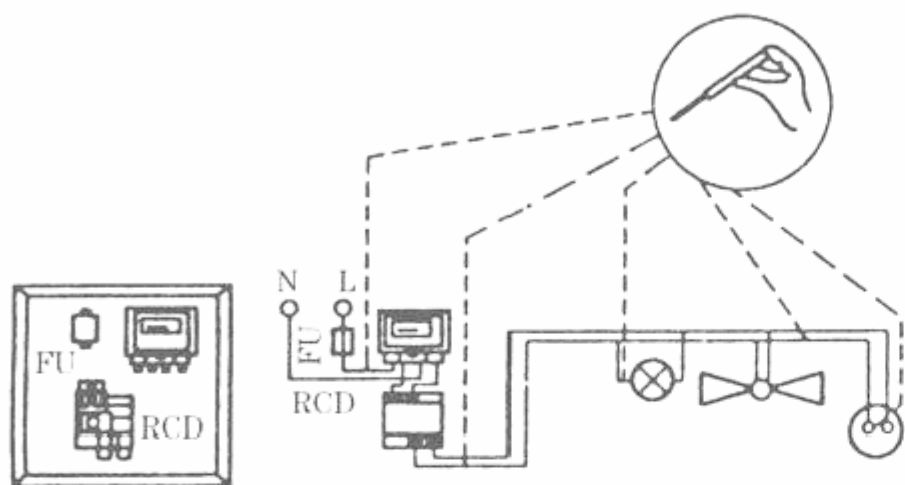


图 11-42 配电盘及线路故障用验电笔检查示意

在带电检查线路故障时,特别是电工朋友们,一定要站在木凳或木梯上进行,身体也不要碰触零线、地线或墙壁,并找准和认清室内、外哪一路、哪一根是电力线、电视闭路线、电话广播线、计算机宽带线、防盗电视监控线,或是消防报警线,认准了线路后,就可以用备用的测电笔来检查,顺藤摸瓜查找,逐一排除。当负荷分布不均时,也有可能造成电压移位,零线也会带电压,总之,要经过细分析查找消除故障。

首先应弄清熔断的熔丝属于哪一分路,总熔丝是否熔断,如果熔断的是一分路的熔丝,则短路故障范围就缩小在这一分路的线路里,同时检查相线与中性线两熔断器的熔丝是否都熔断。如熔断,则换上新的同号熔丝,换熔丝的方法如图 11-43 所示。然后把该分路线路中的各开关全部断开,拔去插座上的所有用电器具。

在两只熔断器上插一只换好熔丝的熔丝盖,而另一只熔断器上跨接一只 100 W 以上的校验灯,如图 11-44 所示。

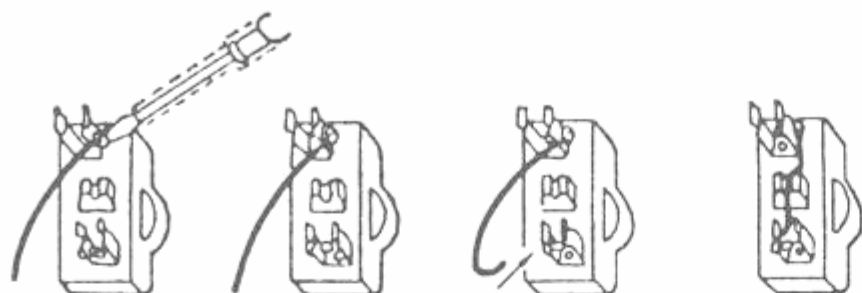


图 11-43 熔丝的安装程序

上述工作做完后,可将该分路线路上的开关逐个闭合,同时注意接在熔断线路上的校验灯亮暗的变化情况。如校验灯亮,即知道短路就在刚才闭合的那个开关所控制的线路上(包括导线、灯头、灯泡、吊线盒、开关等处),从而找出短路所在,并加以修复。然后把其余各灯开关依次闭合,如校验灯仍有发亮情况,说明该线路另外还有短路处,应继续照上述方法再进行检查。如校验灯仅仅是暗红,说明线路正常,已无短路,即可拆下校验灯换上熔丝,短路故障就完全修复了。

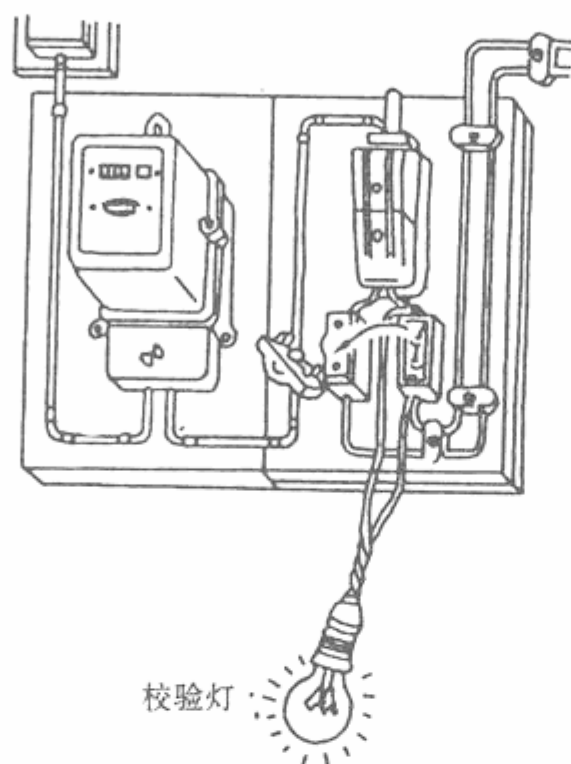


图 11-44 用校验灯检查线路
短路故障

2. 断路 俗称开路,照明灯线路一旦存在断路,电流就不能形成回路,电灯当然不可能点亮。

(1) 造成开路故障的原因:

- 1) 小截面的导线被老鼠咬断。
- 2) 导线受外物撞击或拉、勾等引起机械损伤而断裂。
- 3) 导线的线头与电气装置的接桩日久松落。
- 4) 导线的接线头松散或脱落。
- 5) 开关、灯头、插座等电气装置损坏,不能接通电源。

(2) 故障检修:检修时可先断开电源,然后仔细逐段检查。如发现有断路处,应进行修复。如难以找到断路处,则可带电用校验灯来寻找断路处,可先从熔断器下桩头开始查,如图 11-45 所示。若第一步校验灯亮,而第二步校验灯不亮,说明熔断器下接线桩到开关的这根导线已断,电路呈开路状态。

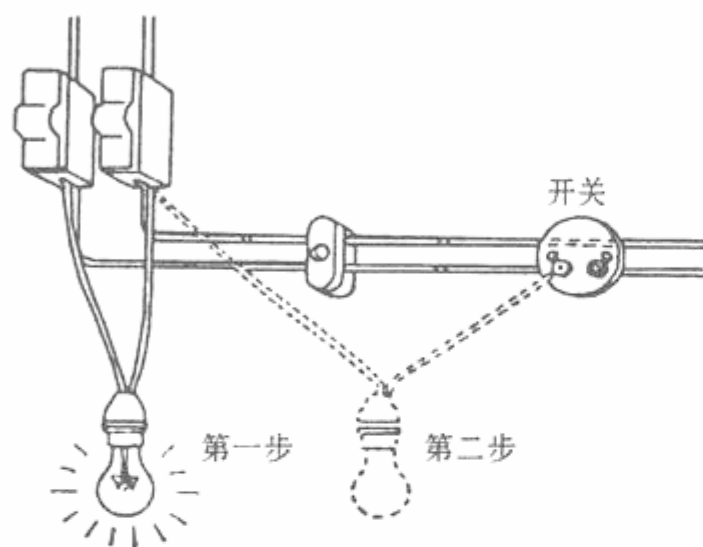


图 11-45 校验灯检查断路故障

3. 漏电 线路中部分绝缘体有较轻程度损坏,就会形成漏电;或者是线路中的用电器具受潮也会引起漏电。

(1) 漏电现象:

1) 电线与建筑物之间漏电:这种多半是由于电线绝缘皮受损,受到雨淋水浸再与建筑物接触所引起的。当木台里线头包扎安装不妥当,日久受潮,绝缘电阻下降,触及建筑物时也会引起类似的

漏电现象。

2) 相线与中性线之间漏电: 这种一般是由双根绞合电线的绝缘不好, 电气装置和电线浸水受潮, 或由于电气装置的接线桩头松动引起接触电阻增大, 从而使连接点发热, 将电气装置的胶木烧坏, 使得桩头间引起漏电。

(2) 漏电故障查找: 需拔掉所有电器插头, 关掉所有用电开关, 若电能表有潜转动, 如电能表无故障, 即为漏电。计算电能表的准确性, 可以以电能表常数校核, 如 $2\ 400\ \text{r}/(\text{kW} \cdot \text{h})$, 若用 $100\ \text{W}$ 灯泡, 则每小时负载为 $0.1\ \text{kW}$, 圆盘应转 240 圈, 用时间 $3\ 600\ \text{s}$ 除以 240, 推算出转一圈需 $15\ \text{s}$, 在晚上 10 点以后, 电压较稳定时用表测试, 如大于 $15\ \text{s}$

为慢, 否则电能表为快。如果相差不大, 在 2% 之内, 可以说是没有漏电的。用灯检测单相插座如图 11-46 所示。

(3) 检修方法: 一般先要找出漏电所在处, 然后对损坏的电线进行更换, 或对受潮的电气装置进行除潮处理, 同时应纠正线路中不符合技术要求的安装形式。判断漏电的方法通常是先卸下线路中的照明灯和用电器具, 然后观察电能表, 看铝转盘是否还在转动。如转动, 说明线路中必定存在漏电 (但轻度漏电时电能表的铝转盘不一定会转动)。

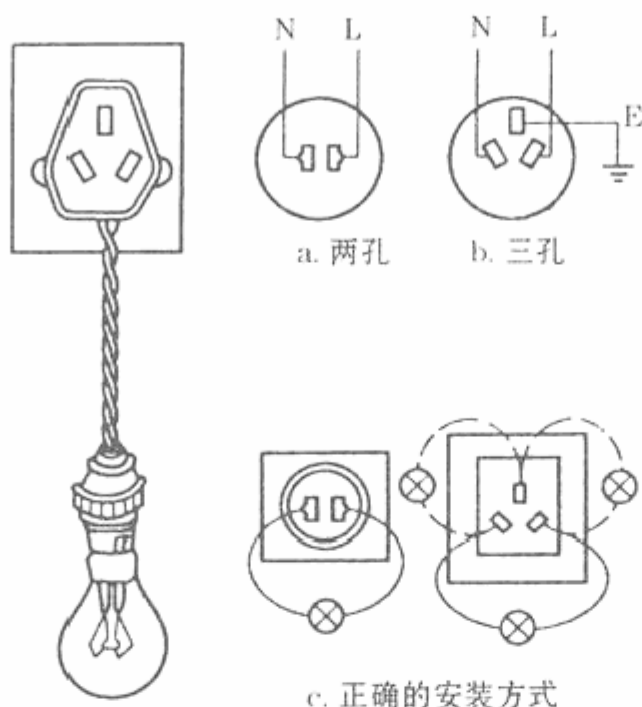


图 11-46 检验灯检测单相插座

三、灯头和开关常见的故障检修技术

1. 灯头的检修 灯头分有螺口式和卡口式两种。

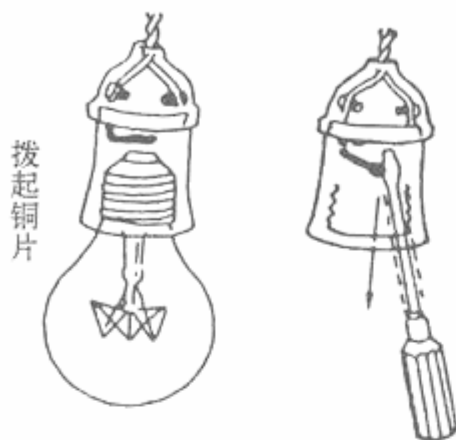


图 11-47 螺口式灯头内故障的排除

(1) 螺口式灯头里面有片弹性很强的铜片;这片铜片往往因弹性不足而不能弹起。如发现这种现象,要断开总开关切断电源,再用套有绝缘管的小螺丝刀把铜片拨起,如图 11-47 所示。如果铜片表面有氧化层或污垢,应将其表面刮干净,否则会增加接触电阻。

(2) 卡口式灯头里面装有两只内有弹簧的弹性触头,这两只触头往往会因弹簧卡死,而使弹性触头缩在里面,不能与卡口式灯泡后的两个灯丝接触点相遇,如图 11-48 所示。发现这种现象,要切断电源,拆下灯头,将弹性触头内的弹簧整修一下,使触头在弹簧的作用下能够灵活地伸进伸出,同时也应将触头处的污垢刮干净,以免增加接触电阻。

2. 开关的检修 照明灯里最常用的开关有扳动式开关和拉线开关两种。

(1) 扳动式开关:里面有两块有弹性的铜片作为静触点,这两块铜片往往因使用日久而各自弯向外侧。发现这种现象,可先断开总开关切断电源,用小螺丝刀把铜片弯向内侧,如图 11-49 所示。

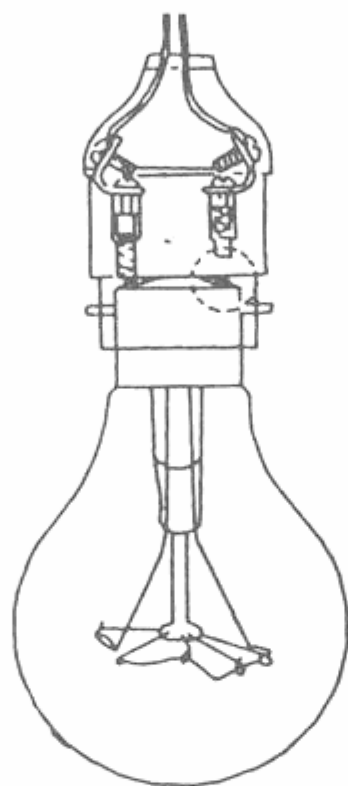


图 11-48 卡口式灯头内断线故障

(2) 拉线开关: 其故障往往是在拉线口处磨断。换拉线绳时, 应先断开总开关切断电源, 把残留在开关里的线拆除, 接着用小螺丝刀把穿线孔拨到拉线口处, 然后把剪成斜形的拉线尖端从拉线口穿入, 穿过穿线孔后打一个结即成, 如图 11-50 所示。

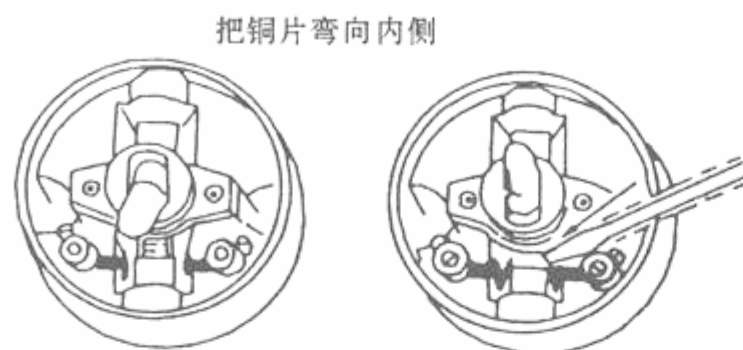


图 11-49 扳动式开关故障的修理

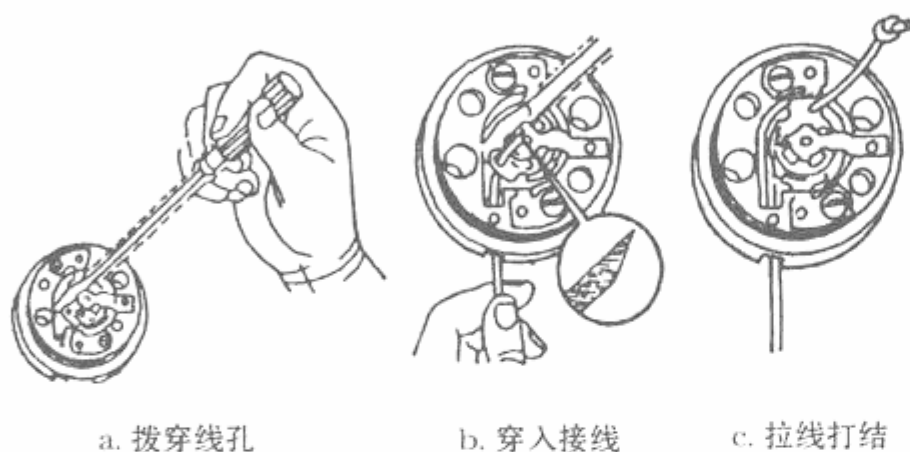


图 11-50 拉线开关的换线方法

四、白炽灯的故障检修技术

1. 白炽灯(即灯泡)在使用中突然不亮的故障修理

(1) 原因:

- 1) 灯泡断丝。
- 2) 灯头或开关接触不良, 引起断路。

3) 熔丝熔断。

4) 电源无电。

(2) 检修方法:首先检查灯泡是否断丝。若断丝,则换上新的灯泡即可;若灯泡是好的,应检查熔丝是否熔断,并用校验灯校验线路是否有电。当排除这些因素后灯仍不亮,应检查灯头、开关等电气装置是否有接触不良现象。如发现有不正常情况,应立即修复或更换新的电气装置。

2. 灯泡的光发生忽亮忽暗或时燃时熄的故障修理

(1) 原因分析:

1) 灯头、开关等装置的触头(或接线)松动。

2) 电源电压波动。

3) 熔断器里的熔线接触不良。

4) 导线连接不牢,有松动现象。

(2) 检修方法:首先观察一下附近照明灯是否都是忽亮忽暗的。若都是这样,说明是电源电压波动引起的,只有请供电部门协助解决。若仅仅是一条分路或个别几个灯泡有这种现象,应检查该分路或与该几个灯泡有关的线路。陈旧的熔断器往往有熔丝接触不良现象,从而引起灯泡的时亮时暗。检查时,只需用手轻轻地摇动熔丝盖即可发现问题。另外灯头、开关里的触头和接线松动也会引起类似情况,找出故障后加以修复即可。

3. 灯泡发生发光特别强烈(指超过正常的亮度)的故障修理

(1) 原因分析:

1) 灯丝局部短路(俗称搭丝)。

2) 灯泡规格不符或电源电压偏高。

(2) 检修方法:首先检查灯泡规格,看其额定电压是否与电源电压相符;其次查看灯泡的灯丝是否有局部短路现象。如这些故障都排除后,灯泡发光仍然特别强烈,这就要检查电源电压是否偏高。可用交流电压表来进行测量,或观察同一条支路里的灯泡发光是否都特别强烈。如果是,那就可以断定,问题出在线路电压偏高上。

4. 熔丝发生不断熔断现象的故障修理

(1) 原因分析:

- 1) 负载过大。
- 2) 熔丝太细。
- 3) 线路存在短路。
- 4) 胶木的电气装置可能烧焦(俗称炭化)。

(2) 检修方法:首先检查负载的容量与熔丝的规格是否相符(表 11-13)。如熔丝太细,可适当加粗,但要考虑线路的容量是否允许;若线路容量不允许,则不可加大熔丝,而应减少负载或更换线路导线来增加线路容量。若熔丝频频熔断,则线路中可能有短路现象,可按本节“短路”故障来进行排除。有时在检查线路时可嗅到一种臭炭味,这种气味由胶木烧焦而产生,遇到这种情况,只有更换新的胶木座。

表 11-13 常用熔丝的规格和应用范围(铅 75%,锡 25%)

号码(相近旧英制)	直径 (mm)	熔断电流 (A)	额定电流 (A)	在 220 V 的电路里所配 用电器的最高瓦数(W)
25	0.52	4	3	400
22	0.71	6	3	600
20	0.98	10	5	1 000
18	1.25	15	7.5	1 500
16	1.67	22	11	2 200
14	1.98	30	15	3 000
13	2.40	40	20	4 000
12	2.78	50	25	5 000
11	2.95	55	27.5	5 500
10	3.14	60	30	6 000

5. 灯泡发生发光暗红的故障修理

(1) 原因分析:

- 1) 灯座、开关、导线等对地严重漏电。
- 2) 灯头、开关、导线接头处接触不良,引起接触电阻过大。
- 3) 线路太长,引起线路上电压降过大。

(2) 检修方法:这种故障通常由漏电引起,排除方法可用摇表来测定线路的绝缘电阻,判断线路是否有漏电现象。如发现漏电可按本节漏电故障来进行排除。检查时还应注意灯头、开关以及导线的连接处,是否有接触不良的现象。如这些故障都已排除,灯泡发光仍然是暗红色,这就需要查看一下线路是否太长;所用的导线截面是否太小,这些因素都会引起线路上电压降太大,而使灯泡上得不到应有的额定电压,因而发光呈暗红色。这就需要缩短线路,若无法缩短线路就要更换导线,用增加导线的截面来弥补。

五、日光灯常见故障检修技术

1. 日光灯不发光的故障修理

(1) 原因分析:

- 1) 电路中有断路或灯座与灯脚接触不良。
- 2) 灯管断丝或灯脚与灯丝脱焊。
- 3) 镇流器绕组断路。
- 4) 启辉器电极与启辉器座接触不良。

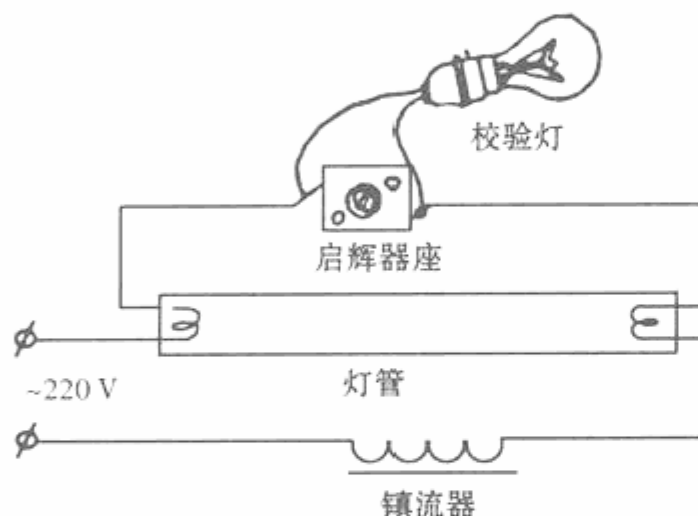


图 11-51 用校验灯检查日光灯线路故障

(2) 检修方法:首先用校验灯检查电源是否有电。如正常,则校验启辉器座上的电压降。检查时,先要取出启辉器,然后用校验

灯与启辉器座两接线端并联,如图 11-51 所示。接通电源如校验灯发暗红光,说明电路中有断路点,只要换上质量好的启辉器一般即可使日光灯发光。如果校验灯不亮,则可能是灯座与灯管的灯脚接触不良。如经转动灯管后仍无效,应取下灯管,检查两端灯丝的通、断电情况,以及镇流器绕组(俗称线圈)通、断电情况。一般

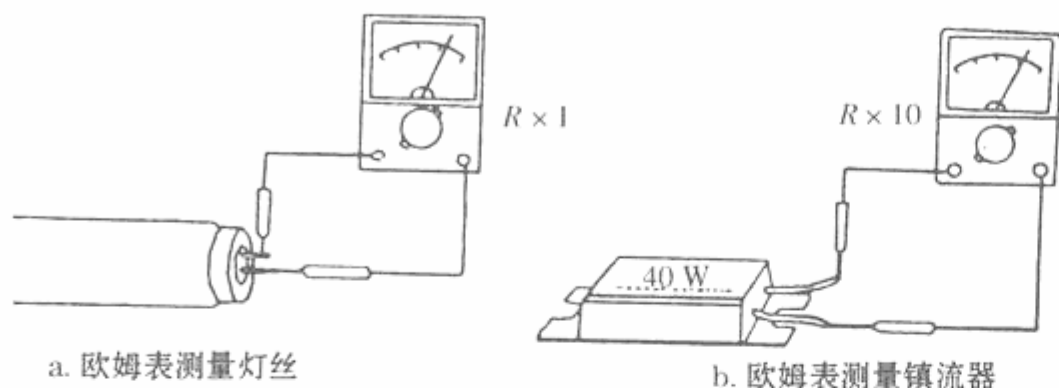


图 11-52 灯管与镇流器的故障检查

可用万用电表的欧姆挡来测量,灯管灯丝和镇流器的冷态直流电阻如图 11-52 所示。若测量结果基本符合表 11-14、表 11-15 中所列数据,说明灯管与镇流器基本是好的。若此时日光灯管仍不能发光,则要检查启辉器。可先打开外壳;看氖泡外部是否有电极脱焊,发现脱焊要焊牢,发现氖泡内部电极损伤应换新的。新的启辉器拧入座内仍不能启动日光灯,则是启辉器与底座的两个触片接触不良,检查修复后即可使灯管启动发光。

表 11-14 常用规格灯管、灯丝冷态直流电阻值

灯管功率(W)	6 ~ 8	15 ~ 40
冷态直流电阻(Ω)	15 ~ 18	3.5 ~ 5

2. 新灯管接通后灯丝立即烧断的故障修理

(1) 原因分析:

- 1) 电路接错。
- 2) 镇流器短路。

3)灯管质量有问题。

(2)检修方法:首先检查电路接线,看镇流器是否与灯管灯丝串联后接入电路,否则会因电流过大而烧毁灯丝。若接线正确,应检查镇流器是否短路,可用万用表检查,并参照如表 11-15 所示的数据。如有短路情况,也就是说它失去了限流作用,无疑这是要烧毁灯丝的,应更换镇流器或修复后再使用。若镇流器无短路现象,而合上开关后灯管内立即有冒白烟现象,随后灯丝烧毁,这是由于灯管严重漏气,应更换新的灯管。

表 11-15 镇流器冷态直流电阻

镇流器规格(W)	6~8	15~20	30~40
冷态直流电阻(Ω)	80~100	28~32	24~28

3. 日光灯管两端亮、中间不亮的故障修理

(1)原因分析:

- 1)灯管慢性漏气。
- 2)启辉器座以及有关联线有故障。
- 3)启辉器本身有故障。

(2)检修方法:这类故障一般有两种现象:一种是合上开关后,灯管两端发出像白炽灯似的红光,中间不亮,灯丝部位没有闪烁现象,虽然启辉器在跳动,但灯管却不能启动;这种情况说明灯管已慢性漏气;另一种情况是灯管两端发亮,这时如果把启辉器迅速取下,或用导线在取下启辉器后短接一下启辉器座上的两个接点,灯管如能启动并能正常工作,这就说明启辉器本身有问题。此时可以把启辉器外壳打开,用万用表的欧姆挡测量与氖泡并联的电容器是否短路,测量时应烫开一个焊点。若表针指向零位,说明电容器已被击穿,要更换新的纸质电容器($0.005\ \mu\text{F}$ 、耐压400 V)。如果当时没有新的电容,则可把已击穿的电容器剪去,启辉器仍可暂时使用,但对附近的无线电设备有干扰。如果是氖泡内双金属片与静触极搭连,则应更换新的启辉器。

4. 灯管能正常启动,但点燃时管内有螺旋形光带(俗称打滚)的故障修理

(1)原因分析:

- 1)灯管本身有问题。
- 2)镇流器工作电流过大。

(2)检修方法:新灯管接入电路后,刚点燃即出现打滚现象,这是灯管内气体不纯以及灯管在出厂前老化不够的缘故。遇到这种情况,只要反复启动几次即可使灯管进入正常工作状态。如果新灯管点亮数小时后才出现打滚现象,而且反复启动而不能消除时,这可能是由于灯管的玻璃内壁受热后放出气体而造成的,属于灯管的质量问题,应更换新的灯管。若换上新的灯管后仍出现打滚现象,这时应用交流电流串入镇流器回路,检查镇流器是否有限流作用,如图 11-53 所示。如发现电流过大,说明镇流器质量有问题,应换用新的或修复后再使用。

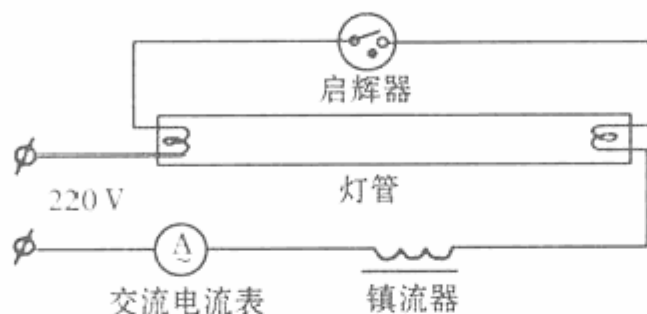


图 11-53 用交流电流表检查镇流器回路电流接线

5. 镇流器过热甚至出现绝缘胶外溢的故障修理

(1)原因分析:

- 1)镇流器本身质量有问题。
- 2)电源电压过高。
- 3)启辉器有问题。

(2)检修方法:先按照上述方法用电流表检查电路中的电流,即镇流器的工作电流。如因镇流器短路而造成电流过大时,应更换新的镇流器或修复后再使用。若镇流器通过电流符合标准范围,电源电压也不高,则应检查启辉器内电容器是否被击穿,氖泡内部电极是否搭连。如果启辉器存在这类故障,则因电路中电流为启辉时灯丝的预热电流,长时间处在这种状态下的镇流器会因

过热造成短路而损坏。

6. 镇流器有噪声(俗称蜂音)的故障修理

引起这种故障可能是镇流器本身质量欠佳造成的。

检修方法:镇流器是个有铁芯的电感绕组,通交流电时,由于电磁振动而发出噪声是正常的,因而当镇流器接入日光灯电路时就会发出这种叫声。根据出厂标准要求,距离镇流器 1 m 处应听不到噪声为合格,否则为镇流器本身质量有问题。有时镇流器安装位置不当也会引起周围物体共振,这类故障只要在镇流器下垫一块橡胶之类的材料即可解决。

7. 日光灯关掉后两端仍有微光的故障修理

(1)原因分析:

- 1)接线方法不对。
- 2)开关漏电。
- 3)新灯管的余辉现象。

(2)检修方法:首先查看一下日光灯的线路,如开关是否接在相线上。若接在中性线上,则由于灯管与墙壁间有电容存在,会使灯管在电路断开时仍有微光;当用手触摸灯管时,辉光可能增强。这种情况,只要将开关改接在相线上一般就可以消除辉光现象。如改接后仍有辉光现象,就要检查开关是否漏电。如发现开关漏电,一定要修复或更换新开关,否则会严重影响灯管的使用寿命。有时新装的日光灯电路正确,但在断开电源后仍可看见微弱的光辉,这是因为新灯管内壁的荧光粉在温度较高时所产生的余辉现象,这种情况并不影响灯管的使用寿命。

8. 灯管两端发黑的故障修理

(1)原因分析:

- 1)灯管老化。
- 2)日光灯附件不配套。
- 3)开、关次数过于频繁。

(2)检修方法:当灯管点燃时间已超过或接近规定的使用寿命

命时,灯管两端发黑是正常的,说明灯丝上的电子发射物质即将耗尽。发黑部位一般在离灯管端部为 50 ~ 60 mm 范围内。此时,由于日光灯的光通量已大幅度下降,应更换新的灯管。如新日光灯使用不久即两端严重发黑,则是因为灯丝上电子发射物质飞溅得太快而吸附在管壁上的缘故。引起灯管早期发黑的因素很多,检查日光灯的附件质量如何,以及是否与灯管配套。然后再观察日光灯开关的次数是否过于频繁,因为灯管在启动时电流很大,这样就会加速灯管老化,影响使用寿命。

六、碘钨灯常见故障检修技术

碘钨灯故障较少,除了有如同白炽灯类似的常见故障外,还有以下两点:

- (1) 碘钨灯管寿命短。
- (2) 碘钨灯的灯脚密封处松动,引起灯不亮。

检修方法:碘钨灯管工作时温度很高,经反复热胀冷缩后灯管的灯脚处易松动,会引起接触不良。对此应更换新灯管,如新装灯管没用多久就不亮了,这就要检查灯管安装得是否水平,因灯管倾斜寿命就短。重新安装后的倾斜度不得超过 4° 。

七、高压汞灯常见故障检修技术

高压汞灯常有不能启辉、忽亮忽灭或只亮灯心等故障。一般引起这类故障的原因如下:

- (1) 电源电压偏低。
- (2) 电源电压波动过大。
- (3) 灯头接触不良。

检修方法:首先检查电源电压是否偏低,当电压低于 180 V 时启动会有困难。其次检查镇流器选配是否相符,否则因电流小也会引起启动困难。最后检查汞灯泡是否损坏,一般可采用更换灯泡的方法。如果只亮灯心,是由于汞灯泡玻璃破碎或漏气引起;如

果汞灯忽亮忽灭,是由于供电压在汞灯启辉电压的临界值上波动,或灯头接触不良、灯泡螺纹口与玻璃壳松动(这类故障通过仔细检查即可发现)。

注:高压汞灯在启辉工作一段时间后,碰到瞬时断电,或将开关断开后,如想继续使用而重新将开关闭合,高压汞灯是不会立即亮的,这是因为汞灯泡必须经过一段时间的冷却后才能重新启辉,这种现象不属于故障。

八、高压钠灯和金属卤化物灯常见故障检修技术

高压钠灯常见故障和检修方法与高压汞灯和荧光灯类似,可参照应用。金属卤化物灯常见故障有灯座接触不良、触发器失灵和灯管漏气等,检修方法可参照以上方法应用。

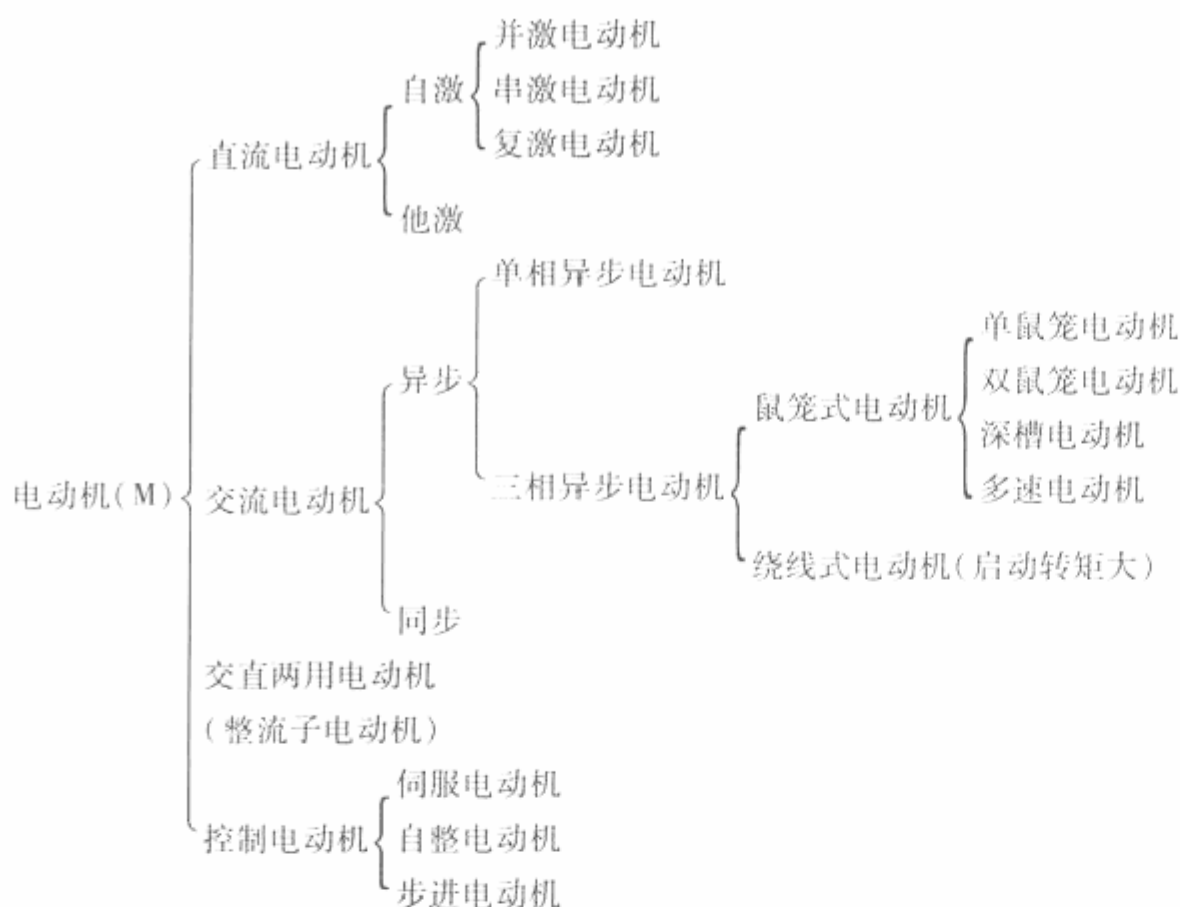
第十二章 电动机及其安装维修技术

第一节 电动机的结构及选用

一、电动机的分类

把电能转换成机械能的设备叫电动机。电动机按构造分开启式、防护式、封闭式、密封式、潜水式、防爆式(YB 系列)。其类组代号规定 YX 为差率电机, YF 为化工防腐电机、YH 为船用电机、YD 为多速电机。电动机还分连续工作制、短时工作制和断续工作制, 时间有 10 min、30 min、60 min、90 min 不等。IP23 和 IP44 是防护等级, IP23(相当于传统的防护型电机)和 IP44(相当于传统的封闭型电机)等, 第一位数字表示防接触和防异物等级, 第二位数字表示防水等级。

电动机按工作原理可分如下类别:



二、电动机的性能

电动机规格型号很多,按电动机轴中心高度(h)和定子铁芯外径(D)的大小分几类:①大型电动机, $h > 630$ mm 或 $D > 100$ mm 之间,或机座号为 16 号及以上者;②中型电动机, h 在 355 ~ 630 mm,或 D 在 500 ~ 1 000 mm,或机座号在 11 ~ 16 号者;③小型电动机, h 在 89 ~ 315 mm,或 D 在 100 ~ 250 mm,或机座号在 10 号及以上者;④微型电动机, h 在 71 mm 及以下,或 D 在 100 mm 以下者。三相交流微型电动机,主要用于小型机床、医疗器械、家用电器等设备上。目前常用电动机功率有 1.1 kW、1.5 kW、2.2 kW、3.4 kW、5.5 kW、7.5 kW、11 kW、15 kW、18.5 kW、22 kW、30 kW、37 kW、45 kW、55 kW、75 kW、90 kW 等,型号有 Y 系列 YQB 系列和 YB 系列几种。

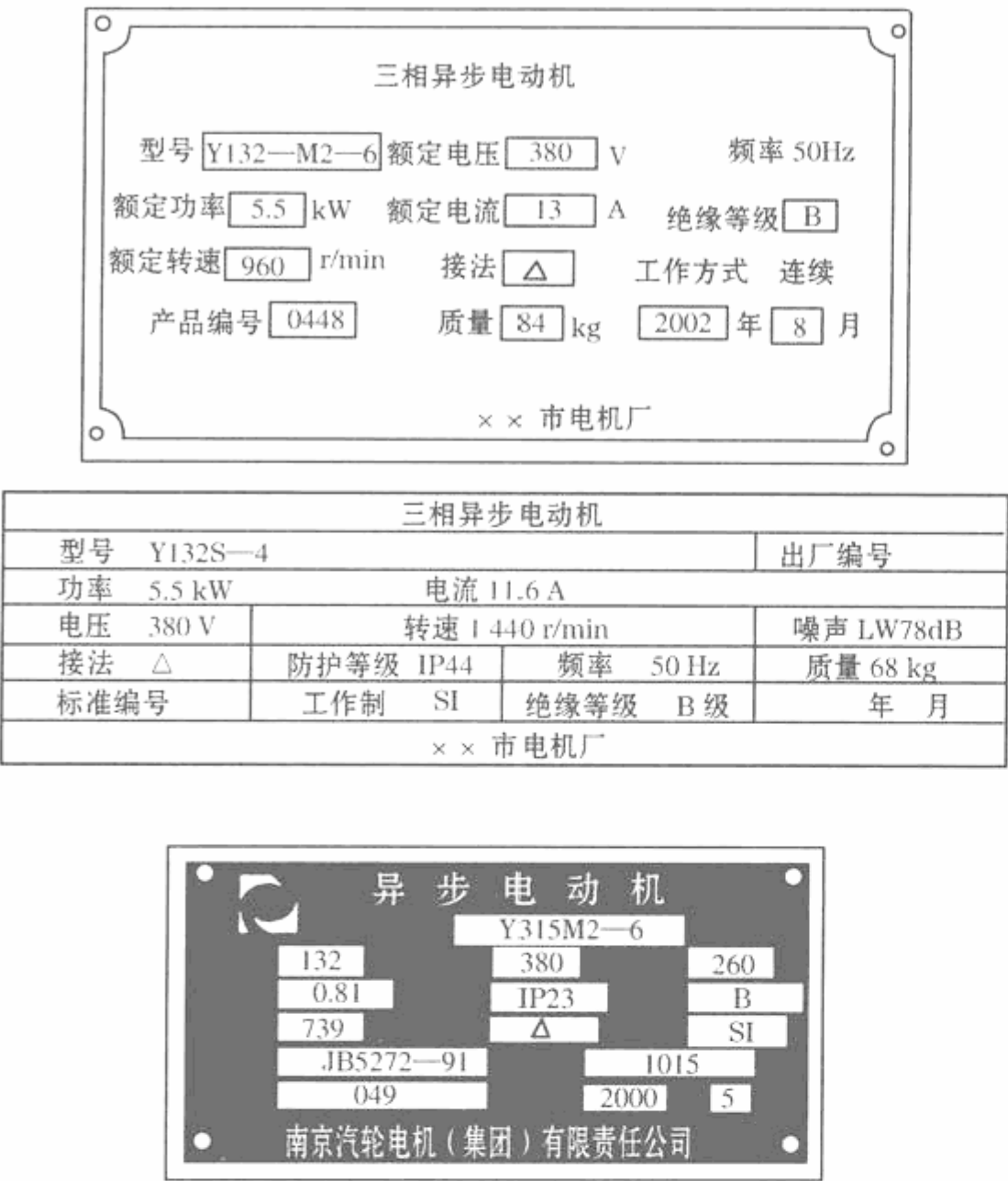
三相异步电动机的分类见表 12-1。

转子绕组型式	鼠 笼 型 绕 线 型		
电动机尺寸	大型	中型	小型
中心高 h (mm)	> 630	355 ~ 630	80 ~ 35
铁芯外径 D (mm)	> 1 000	500 ~ 1 000	120 ~ 500
外壳防护型式	开启式 (IP11) 防护式 (Ⅱ 23, IP22) 封闭式 (IP44)		
冷却方式	自冷 自扇冷式 他扇冷式 管道通风式		
结构及安装型式	卧式 立式 带底脚 带凸缘		
绝缘等级	E B F H C		
使用方式 (定额)	连续 短时 周期工作制		

Y 160 M 2—2

- 异步电动机(类型代号)
- 中心高(mm)
- 中机座(L表示长机座,M表示中机座,S表示短机座)
- 2号铁芯
- 2级

电动机原理同开式变压器原理一样,不过它不是静止的。当



频率(f)成正比,与电动机的磁极对数(p)成反比,即 $n = 60f/p$ 。由于我国标准频率(工频)为 50 Hz,所以旋转磁场 n 的大小与 p 有很大关系,一对磁极为 3 000 r/min、两对磁极为 1 500 r/min、三对磁极为 1 000 r/min、四对磁极为 750 r/min、五对磁极为 400 r/min。电动机结构原理如图 12-2 所示。

定子绕组通入三相交流电后,产生的旋转速度称为同步转速,用 n_1 表示,对于异步电动机来讲,感应使电动机转轴旋转的转速为异步转速,用 n_2 表示,由于同步转速是带动异步的,加上传递中的损耗,这样异步转速总会小于同步转速。这一关系,用转差率 S 表示: $S = (n_1 - n_2)/n_1 \times 100\% = \Delta n/n_1 \times 100\%$,电动机的转速是选配机械设备的一个重要依据。在定子里放一钢珠可以看磁场旋转转速现象。

$$n_1 (\text{同步转速}) = \frac{60f}{p} (\text{r/min})$$

$$n_1 = \frac{3\,000}{p} (p \text{ 为磁极对数})$$

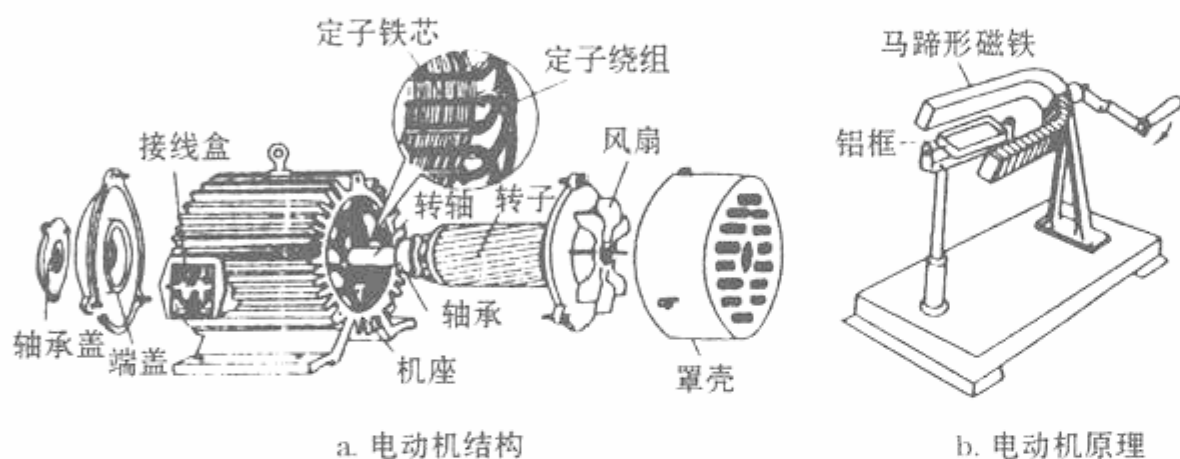


图 12-2 电动机结构原理

五、电动机运行绝缘与温度关系

温升指电动机在运行时,绕组高出周围环境温度的允许值, A

级绝缘 55℃,E 级绝缘 65℃,B 级绝缘 70℃,F 级绝缘 85℃,H 级绝缘 105℃。环境温度规定标准为 40℃,如果标出温升 75℃,其允许温度: $75 + 40 = 115(^\circ\text{C})$,这种电动机绝缘等级为 H 级,表示能承受温升 75℃,允许温度为 115℃。当温升每超过 8℃时,电动机使用寿命将减少一半。电动机的绝缘等级与温升关系见表 12-2。

表 12-2 电动机的绝缘等级与温升的关系

绝缘等级		A	E	B	F	H
温升(℃)	电阻法	60	75	80	100	125
	温度计法	55	65	70	85	105

固体绝缘材料的绝缘等级见表 12-3。

表 12-3 固体绝缘材料的绝缘等级

等级标准	极限温度(℃)	材 料 组 成
0 级(90 级)	90	非浸渍的纤维、棉、绸、纸等
A 级(106 级)	105	用浸渍过的或浸在液体介质中的棉纱、丝、纸等材料或其组成物所组成的绝缘结构
E 级(102 级)	120	合成有机薄膜,合成有机瓷漆等材料或其组成物所组成的绝缘结构
B 级(130 级)	130	用合适的树脂黏合或浸渍,涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等及其他无机材料、合适的有机材料或其组合物组成的绝缘结构
F 级(155 级)	155	用合适的树脂黏合或浸渍,涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等及其他无机材料、合适的有机材料或其组合物组成的绝缘结构
H 级(180 级)	180	用合适的树脂(如硅有机树脂)黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维、石棉等材料或其组合物组成的绝缘结构
C 级(220 级)	220	用合适的树脂黏合或浸渍、涂覆后的云母、玻璃纤维等以及未经浸渍处理的云母、陶瓷、石英等材料或其组合物组成的绝缘结构

六、电动机效率

输出功率输入功率之比叫效率,用 η 表示,如电动机从电源吸收有功功率,称为电动机的输入功率(P_{IN}),而电动机转轴上功率称输出功率(P_{OUT})。而电动机在运转中,总要消耗一些功率,如摩擦发热等,即 $\eta = P_{OUT}/P_{IN} \times 100\%$,其电动机内部损耗越小,效率就越高。电动机的特性曲线如图 12-3 所示。

七、电动机的绕组

电动机的复杂就在于绕组形式与接线,根据特点采用不同绕组形式,典型的为单层链式。在绕线嵌线时,涉及名词术语,如极距,就是每磁极所跨的距离, z_1 为定子总槽数, p 为磁极对数, q 为每磁极每相槽数,就是将

定子圆周极数等分后的每极下面每一相所占有的槽数, m 为相数, y 为线圈节距,指一个绕组线圈的两个边所跨过的距离。其相关换算即: $\tau = z_1/2p$, $q = z_1/2pm$,绕组连接如图 12-4、图 12-5 所示。

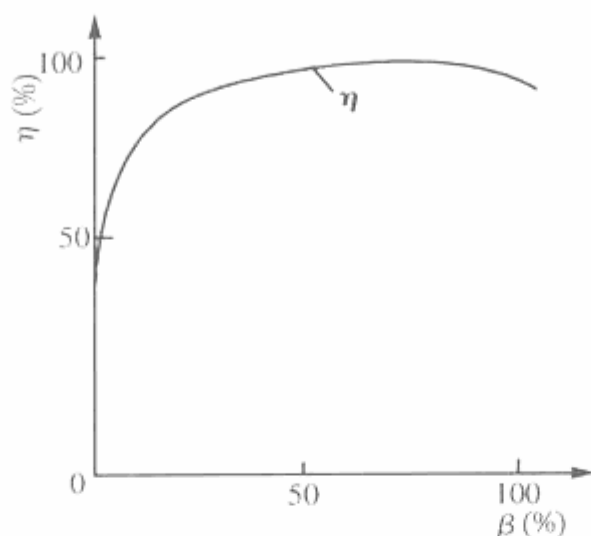


图 12-3 电动机的特性曲线

η 效率曲线 β 负荷率

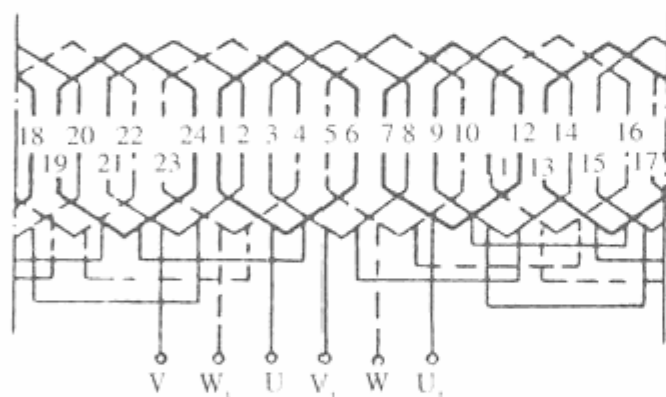


图 12-4 单层链式绕组(4极24槽)

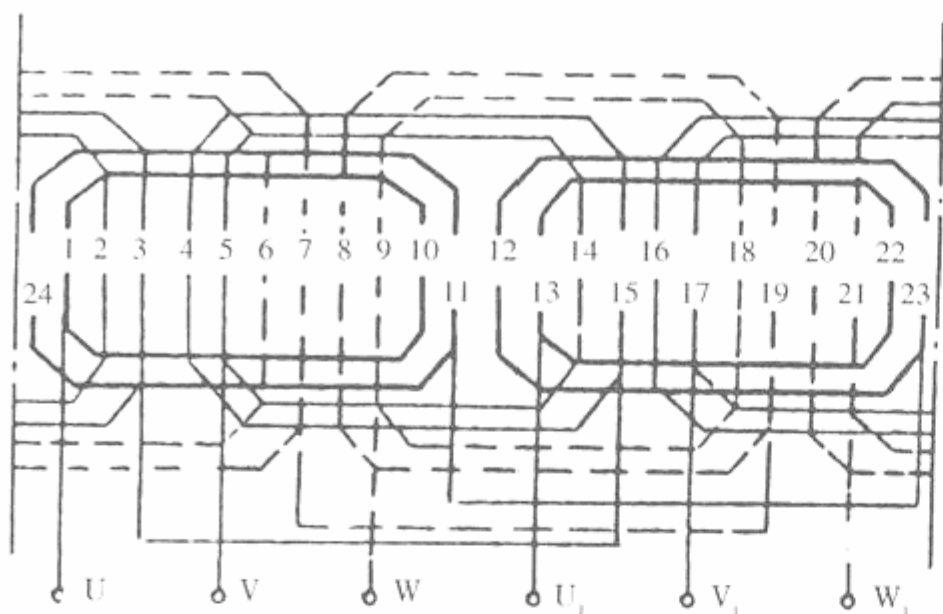


图 12-5 单层同心式绕组的连接(2 极 24 槽)

八、绕组首尾的判定与正确连接

利用剩磁和万用表测量法如图 12-6 所示,先把万用表调到电阻欧姆挡,测出各相绕组的两端(电阻小的为同一绕组),然后将三相绕组并联在一起,用万用表的毫伏或毫安挡位测量首尾,同

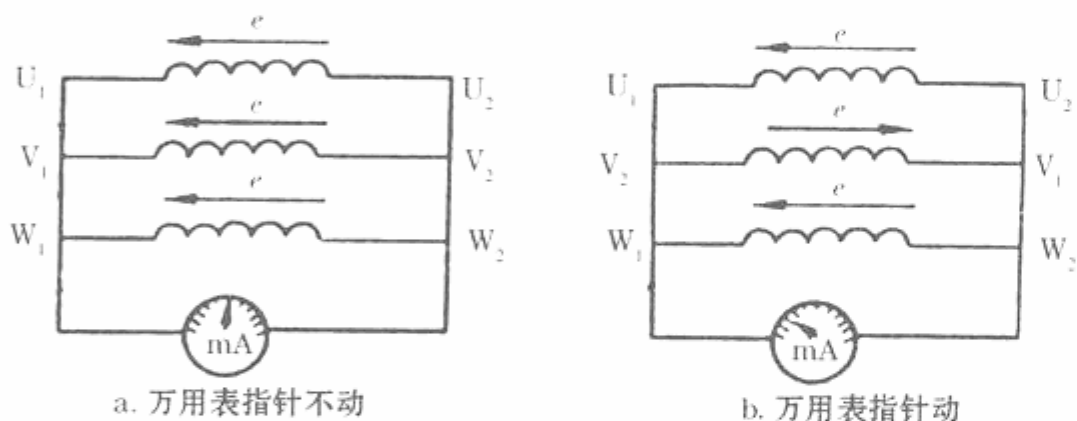


图 12-6 用万用表判别绕组首尾端

时扒动转子转动,利用电动机的剩磁测量出激磁电压或电流,看万用表指针是否摆动,不摆动则表明所接线正确,三相首端(或是尾

端),分别为 U_1 、 V_1 、 W_1 和 W_2 、 U_2 、 V_2 ;若指针摆动就得一相一相地将每相绕组调个头依次重测,直到表针不摆动为止。表笔并联的两端是首端或是尾端(这里必须要求电动机有剩磁,否则得用电池和小灯泡,或万用表方法来判别电动机绕组首尾端)。知道了绕组的首尾端,就可以正确地接成 Y 形或 Δ 形。连接时究竟接成 Y 或是 Δ 形,这要根据电源电压要求而定。如 220/380 V, Δ /Y 形的应接 Y 形,660/380 V, Y/ Δ 形的只能接 Δ 形,这样才合乎电压。否则不能正常运转,甚至烧坏电动机,接线时一定要按电压对号入座选择接法。

九、电动机的接线

电动机接线分星形(Y)和三角形(Δ)两种。一般电动机接线

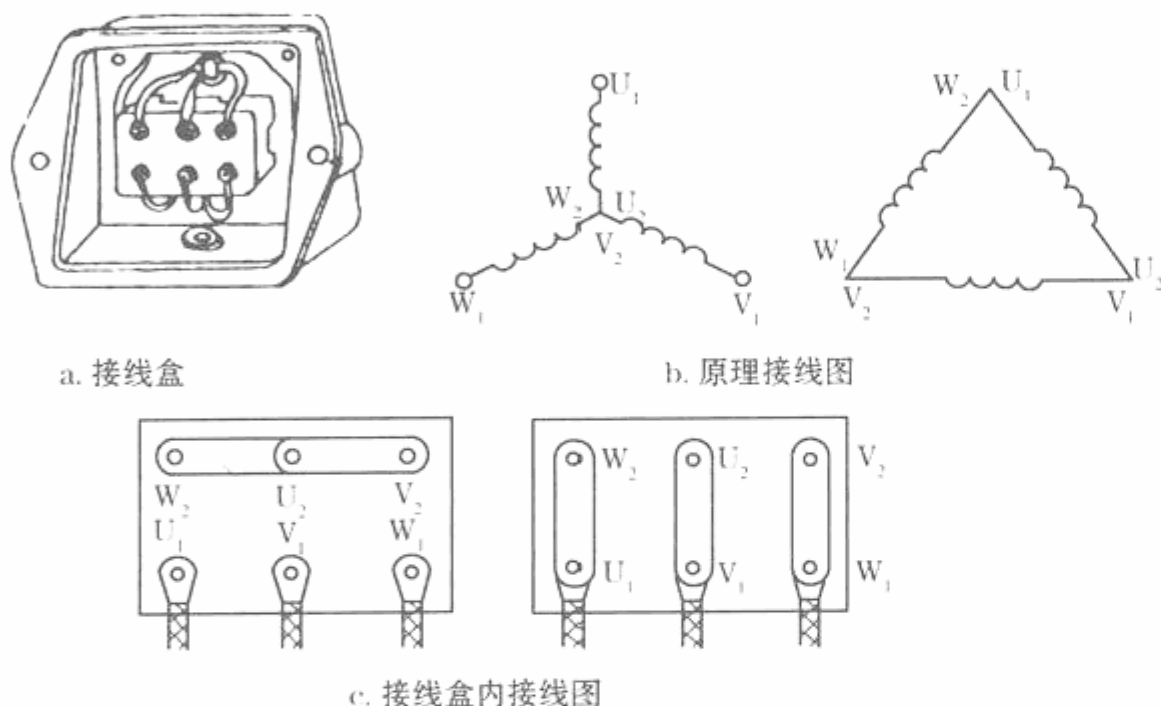


图 12-7 三相笼型异步电动机出线端连接

盒内有六个线桩, Y 接法是三相绕组的尾尾(或头头)相并联,即 U_1 、 V_1 、 W_1 桩相一字形横连,从 W_2 、 U_2 、 V_2 分别引出三线接 L_1 、 L_2 、

L_3 电源线上; Δ 接法是把三相绕组的首尾相互串联,即 U_1 与 W_2 桩, V_1 与 U_2 桩, W_1 与 V_2 桩连接成川字形后,再引出三根接在 L_1 、 L_2 、 L_3 电源线上,电动机接线如图 12-7 所示。

十、电动机按功率配线估算

电动机配线指开关以下的电线,如图 12-8 所示。

以铝导线规格求所配功率千瓦数,这是一步到位的计算法。导线规格截面有 2.5 mm^2 、 4 mm^2 、 6 mm^2 、 16 mm^2 、 25 mm^2 及 35 mm^2 等,“二点五加三”,其意思是导线截面积 $2.5 + 3 = 5.5$ (kW),能带 5.5 kW 的电动机。 $6 + 6 = 12$ (kW), $25 + 5 = 30$ (kW), $35 + 5 = 40$ (kW),按上述截面积分别与常数相加。“以铜代铝降一坎”,指铜线本身而言,如 6 mm^2 铝线,可用 4 mm^2 铜线来代替,其载流量基本相同。

对各种绝缘线(橡皮和塑料绝缘线)的载流量(安全电流)不是直接指出,而是用“截面乘上一定的倍数”来表示,通过心算而得。由表 12-4 可以看出:倍数随截面的增大而减小。

“二点五下乘以九,往上减一顺号走”说的是 2.5 mm^2 及以下的各种截面铝芯绝缘线,其载流

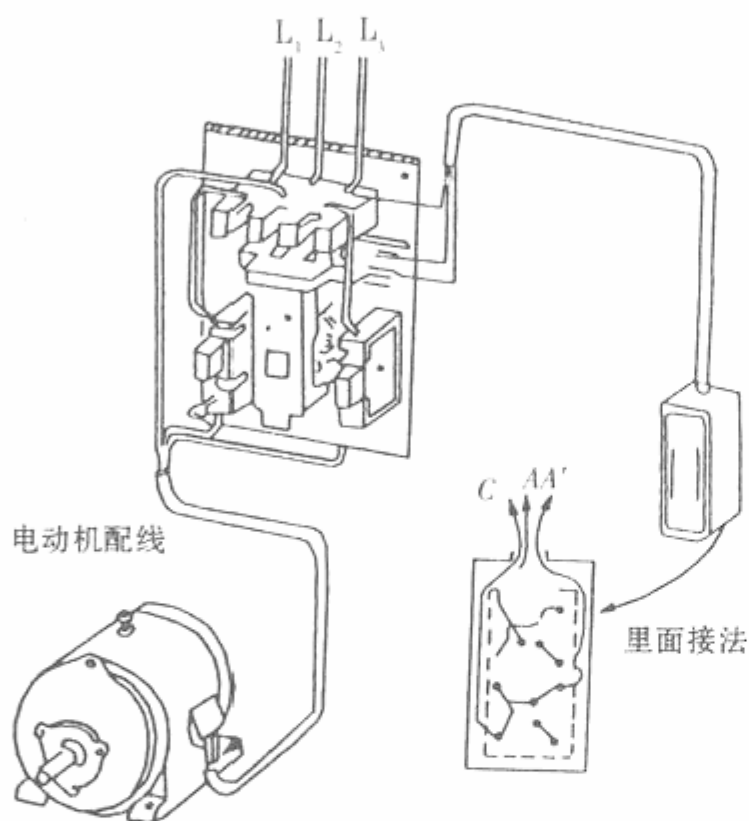


图 12-8 电动机的配线连接

量约为截面数的9倍。如 2.5 mm^2 导线,载流量为 $2.5 \times 9 = 22.5(\text{A})$ 。从 4 mm^2 及以下导线的载流量和截面数的倍数关系是顺着线号往上排,倍数逐次减1,即 4×8 、 6×7 、 10×6 、 16×5 、 25×4 。

“三十五乘三点五,双双成组减点五”,说的是 35 mm^2 的导线载流量为截面数的3.5倍,即 $35 \times 3.5 = 122.5(\text{A})$ 。从 50 mm^2 及以上的导线,其载流量与截面数之间的倍数关系变为两个线号成一组,倍数依次减0.5。即 50 mm^2 、 70 mm^2 导线的载流量为截面数的3倍; 95 mm^2 、 120 mm^2 导线载流量是其截面积数的2.5倍,依次类推。

“穿管温度八九折”,指平常温度超过 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的地区、车间,而且导线又是以穿管敷设的,按正常载流量8~9折计算,即 $0.8 \times 0.9 = 0.72(\text{A})$,若只穿管按8折,若敷设环境温度不超过 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,又是裸露敷设的只按9折计算。

“裸线载流加一半”指在原载流量基础的裸线乘上1.5倍。这相当于同样截面导线,而裸铝线比绝缘线载流量可增大1.5倍。另外还可按经济电流(铜线按 2.25 A/mm^2 ,铝线按 1.15 A/mm^2)估算。

表 12-4 皮带传递功率和电动机皮带轮最小直径对照表

平皮带规格		电动机皮带轮最小直径(mm)	在下列同步转速时所允许的传递功率(kW)		
宽(mm)	厚(层数)		750(r/min)	1 000(r/min)	1 500(r/min)
71、80	3	100	3	4	5.5
90	4	125	5.5	7.5	10
100	3	125	4	5.5	7.5
100	4	156	7.5	10	13
100	5	175	13	17	22
125	4	150	10	13	17
125	5	200	15	20	30
125	6	250	22	30	
140	4	150	10	15	22
160	5	200	17	22	

十一、电动机开关的选择

1. 电动机开关种类的选择 小容量负载(指 6 kW 以下电动机),应选择瓷底胶盖开关,一般容量(指 6 ~ 15 kW 电动机)应选铁壳开关,大容量的(指 15 kW 以上电动机)应选自动开关,自动开关又叫断路器,每种开关的大小,原则上按电动机的电流来选配。开关类型如图 12-9 所示。

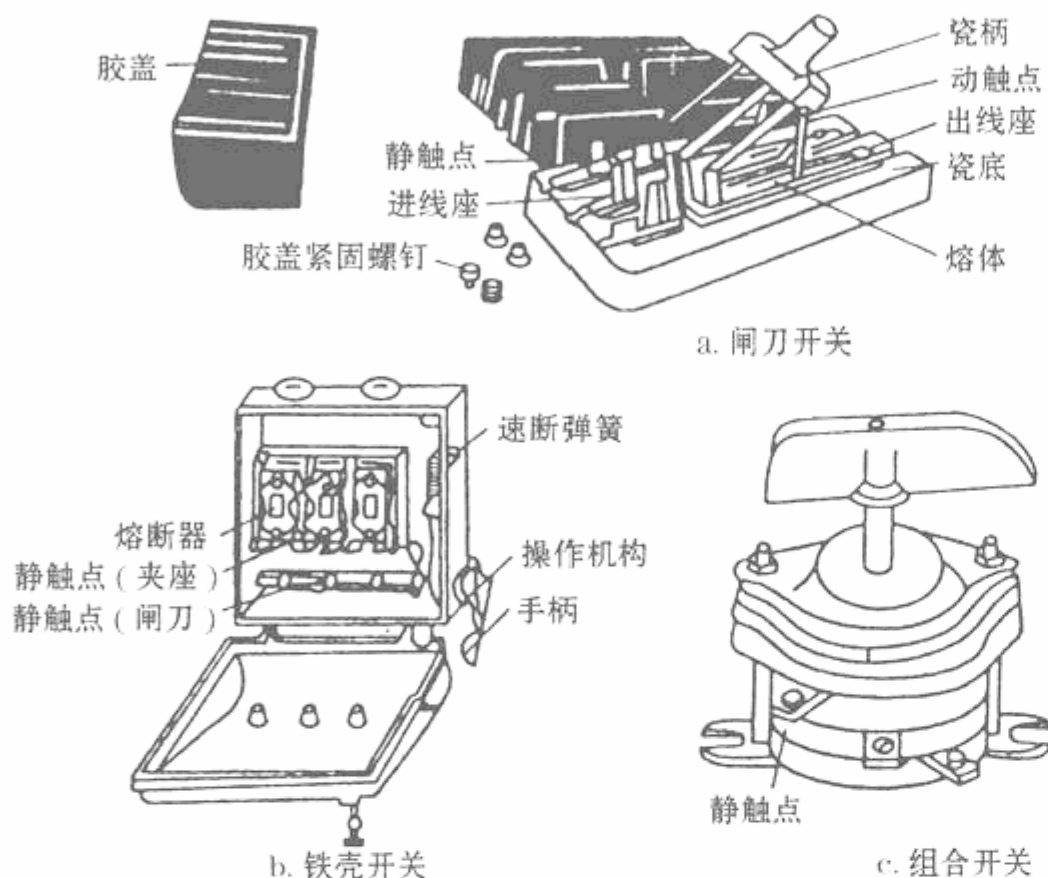


图 12-9 开关形状

2. 电动机开关按电流配备 开关按电动机电流选择。电动机开关一般按电动机铭牌上的额定电流选择,胶盖开关按 $3I_N$ 选,铁壳开关按 $2I_N$ 选,自动就按 I_N 选择,因为自动开关不仅有短路保护,还有失压过流保护等作用,它的功能不需扩大电流量,就可满足要求。开关选择除按电流外,还可按电动机功率千瓦数 6 倍计

算,这样简算可直接求出开关的额定电流。开关的选用、接线安装如图 12-10、图 12-11 所示。

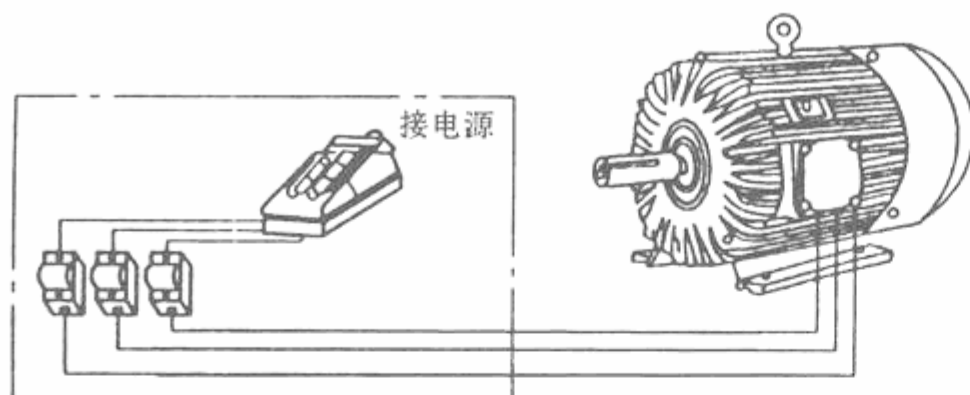


图 12-10 电动机开关的安装接线示意

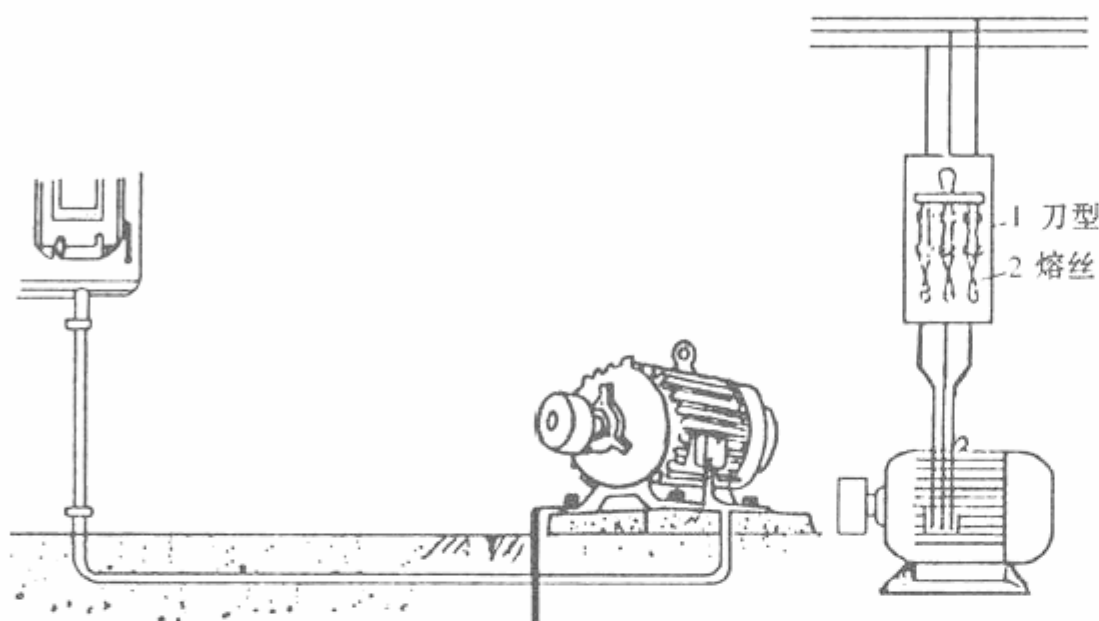


图 12-11 电动机的安装示意

十二、电动机拖动与皮带轮匹配

在能量传递中,除相同转速可用靠背轮联转轴传递外,在不同转速相配合时,就得涉及用改变皮带轮直径大小来调节平衡, $n_1 d_1 = n_2 d_2$ 。主动轮(电机轮),直径 $d_1 = 1.05 n_2 d_2 / n_1$;被动轮(机

械轮)直径 $d_2 = 0.95n_1d_1/n_2$ 。 d_1 表示主动轮直径数, d_2 表示被动轮直径数; n_1 表示主动轮转速; n_2 表示被动轮转速, 1.05、0.95 为打滑系数。电动机拖动皮带轮的选择如图 12-12、表 12-4 所示。

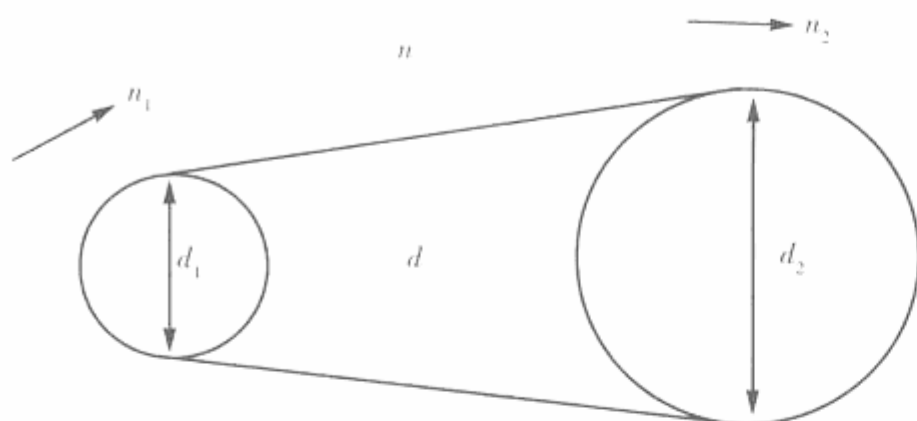


图 12-12 电动机用皮带轮拖动示意

第二节 电动机的控制技术

一、电动机点动控制线路

如图 12-13 所示是接触器点动控制线路。这种控制线路的特点是按下按钮, 电动机就转动, 松开按钮, 电动机就停转, 所以叫做点动控制线路。电动葫芦的起重电动机控制、车床拖板箱快速移动的电动机控制等, 都采用点动控制线路。

如图 12-13 所示的电气线路可分为两部分, 一是由三相电源 L_1, L_2 和

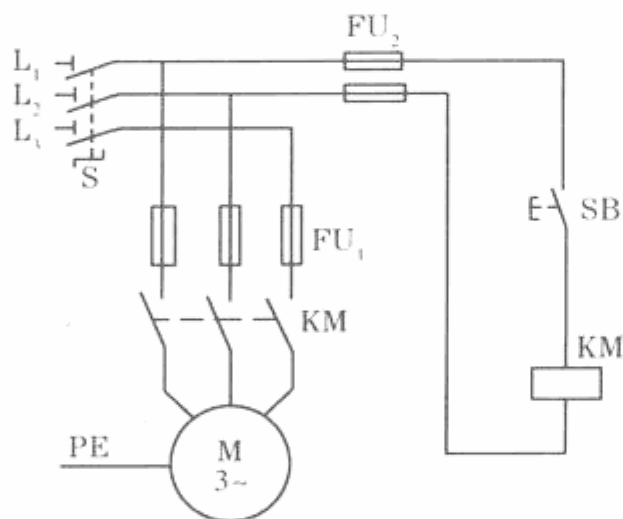


图 12-13 电动机用接触器点动控制线路

L_3 经熔断器 FU_1 和接触器的三对主触头 KM 到三相异步电动机电路,是动力电路又称主电路。二是由熔断器 FU_2 、按钮 SB 和接触器线圈 KM 组成的控制电路,又称辅助电路。

该线路的工作原理如下:

1. 准备 使用时先合上开关 S 。
2. 启动与运行 按下 $SB \rightarrow$ 线圈 KM 得电 $\rightarrow$ 三对主触头 KM 闭合(电源与负载接通) $\rightarrow$ 电动机 M 启动、运行。
3. 停止 松开 $SB \rightarrow$ 线圈 KM 失电 $\rightarrow$ 三对主触头 KM 断开(电源与负载断开) $\rightarrow$ 电动机 M 停转。

二、机床控制线路图的识读要领

为了便于掌握机床控制线路,下面介绍一些识图的基本要求。

1. 电气原理图 用以表达机床控制线路工作原理的是电气原理图。电气原理图是根据电气作用原理用展开法绘制的,不考虑电气设备和电气元件的实际结构及安装情况,只作研究电气原理与分析故障用。它能清楚地指出电流的路径、控制电器与用电器的相互关系和线路的工作原理。

展开法就是把某个电气设备的一条或数条电路按水平或垂直位置画出,按照电路的先后工作顺序一一排列起来,然后接到电源上。一般将主电路画在图样左边或上部,把控制电路画在图样的右边或下部。这种画法可把同一电气设备的部件分开,分别画在主电路和控制电路的相应部位,但要用同一符号表示。如图 12-13 所示,接触器的主触头在主电路中,而接触器的线圈在控制电路中,但是都用 KM 符号表示,说明它们是同一电气设备的部件。这样使得主电路与控制电路容易区别,便于单独对主电路与控制电路的各自工作过程,及它们的相互联系进行分析。各电气设备触头的位置是电路没有通电或电气设备未受外力的常态位置,分析控制线路工作时应从触头的常态位置进行。

2. 看图的基本原则 看图时,先分析主电路,然后研究控制电

路,以及控制电路对主电路的控制作用。

主电路在电气原理图的左边或上部,表示该电路通过电流较大,是给负载供电的电路,并受控制电路的控制。

控制电路在电气原理图的右边或下部,表示该电路通过的电流较弱。控制电路是给控制电器供电的电路,又是控制主电路动作的电路。

(1)分析主电路。分析主电路应注意如下内容:

1)要搞清楚主电路的负载是什么,有几个。知道负载的特点、用途、接法方式和具体要求。

2)要知道用电器是用什么电气设备控制的,这样才能更好地了解用电器的工作过程。

3)了解主电路中的保护元件和电气设备。

4)最后要看电源是 380 V,还是 220 V,以及供电设备等。

(2)分析控制电路。分析控制电路应注意如下内容。

1)看电源是交流电源还是直流电源,是从什么地方接来的,电压等级是什么。一般从主电路的一根相线和中线接来的是单相 220 V,从两根相线接过来的是单相 380 V。若是从控制变压器上接来的,目前常用的电压值有 127 V,36 V,6.3 V 等。有时也采用直流电源。

2)看清楚控制电路的结构是由什么电气元件组成,根据控制电路分析主电路的动作情况。

3)知道各电气元件之间的相互联系。电路中所有的电气元件都不是孤立的,而是相互联系的。在电路中有时是用甲电气元件去控制乙电气元件,再用乙电气元件去控制丙电气元件。所以要了解它们的相互联系,知道动作的次序,才能清楚控制电路的控制作用。

最后还要看看是否还有其他电路,如机床照明电路等。

三、用接触器自锁的控制线路

在点动控制线路中,电动机运行时操作人员的手必须始终按

下按钮,否则电动机就要停转。若要求电动机长时间连续运转,是不适宜的。可采用如图 12-14 所示的接触器自锁控制线路,这种线路的主电路与如图 12-13 所示的点动控制线路相同,不再重述。但在控制电路中增加一个常闭停止按钮 SB_1 ,在常开启动按钮 SB_2 的两端,并联了接触器的一对常开辅助触头 KM 。

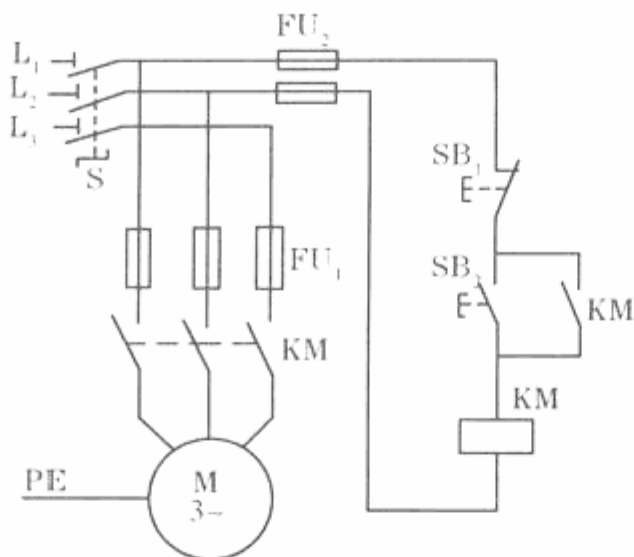


图 12-14 电动机用接触器自锁控制线路

接触器自锁控制线路的工作原理如下:

1. 准备 使用时先合上开关 S 。
2. 启动 按下 SB_2 使其常开触头闭合→线圈 KM 得电→

$\left\{ \begin{array}{l} \text{主触头 } KM \text{ 闭合} \\ \text{常用辅助触头 } KM \text{ 闭合} \end{array} \right\}$

 →电动机 M 启动运行

当松开 SB_2 , 其常开触头恢复分断后, 因为接触器的常开辅助触头 KM 仍然闭合, 将 SB_2 短接, 控制电路仍保持接通状态, 所以接触器线圈 KM 继续得电, 电动机能持续运转。

这种松开启动按钮后, 接触器能够自己保持得电的作用叫做自锁, 与启动按钮并联的接触器一对常开辅助触头叫做自锁触头。

3. 停止 按下 SB_1 使其常闭触头立即分断→线圈 KM 失电→

$\left\{ \begin{array}{l} \text{主触头 } KM \text{ 分断} \\ \text{自锁触头 } KM \text{ 分断} \end{array} \right\}$

 →电动机 M 断电停转

当松开 SB_1 , 其常闭触头恢复闭合后, 因接触器的自锁触头 KM 在切断控制电路时已经分断, 停止了自锁, 这时接触器线圈 KM 不可能得电。要使电动机重新运行, 必须进行重新启动。

接触器自锁控制线路另一个重要特点是具有欠压和失压保护

作用。当电源电压低于额定电压 85% 时,称为欠压,由于某种原因突然断电,称为失压。在工作过程中,出现欠压或失压时,接触器电磁铁的吸力将减弱或消失,接触器的触头将恢复常态,电动机停转,同时机床的运动部件也停止运行;车削刀具被卡在工件上,若没有自锁保护时,一旦恢复正常供电,电动机自行启动,将会造成设备损坏和人身伤害事故。

采用这种接触器自锁控制线路,由于自锁触头与主触头在欠压或失压时同时断开。即使供电恢复正常,控制电路也不能接通,电动机不会自行启动。操作人员可以从容地将卡住的刀具退出,重新启动机床。

四、用接触器联锁的正反转控制线路

大多数生产机械的运动部件,往往要求正反两个方向运动。如铣床主轴正转和反转,起重机的提升或下降,磨床砂轮架的起落等,都需要电动机正反转来实现。要想改变异步电动机的转向,必须将接在定子绕组三相电源的任意两根相线对调。

如图 12-15 所示是接触器联锁的正反转控制线路。使用了两个接触器 KM_1 、 KM_2 ,分别控制电动机的正转和反转。从主电路可以看出,两个接触器主触头所接通的电源相序不同, KM_1 按 $L_1-L_2-L_3$ 接线; KM_2 按 $L_3-L_2-L_1$ 接线,所以能改变电动机的转向。相应的有两个控制电路,由按钮 SB_2 和线圈 KM_1 等组成正转控制电路;由按钮 SB_3 和线圈 KM_2 组成反转控制电路。

该控制线路的工作原理如下:

1. 准备 使用时先合上开关 S。

2. 正转控制 按下 SB_2 →线圈 KM_1 得电→

$\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \text{主触头 } KM_1 \text{ 闭合} \\ \rightarrow \text{自锁触头 } KM_1 \text{ 闭合} \end{array} \right\} \rightarrow \text{电动机 M 启动正转} \rightarrow \text{常闭辅助触头 } KM_1$

分断→切断反转控制电路,使线圈 KM_2 不能得电

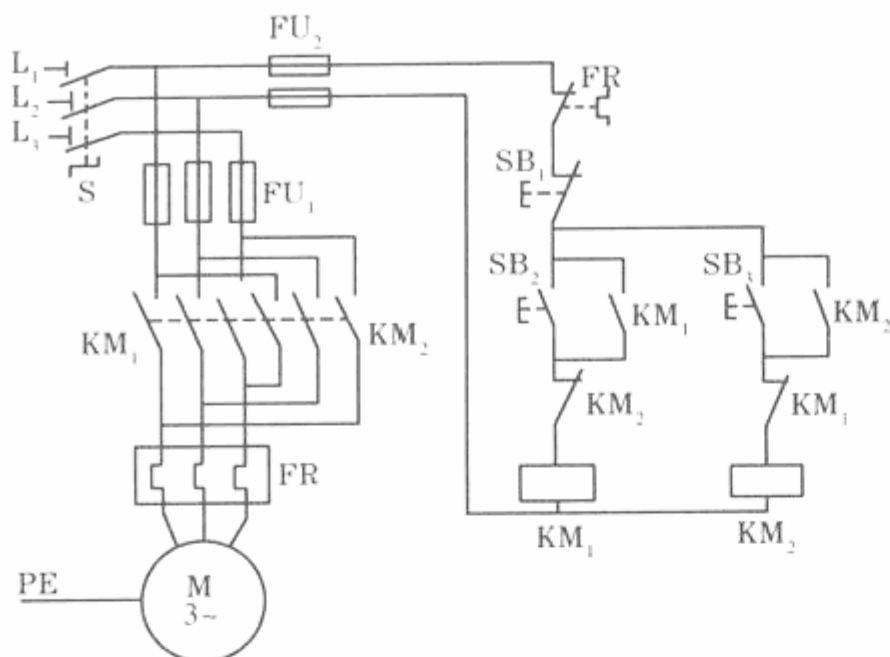


图 12-15 电动机用接触器联锁的正反转控制线路

3. 停车 按 $SB_1 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{切断所有控制电路} \\ \text{线圈 } KM_1 \text{ 失电} \end{array} \right\} \rightarrow$
- $\left\{ \begin{array}{l} \text{主触头 } KM_1 \text{ 分断} \\ \text{自锁触头 } KM_1 \text{ 分断} \end{array} \right\} \rightarrow \text{电动机断电停转}$
- $\left\{ \begin{array}{l} \text{常闭辅助触头 } KM_1 \text{ 重新闭合} \end{array} \right\} \rightarrow \text{为接通反转控制电路做准备}$
4. 反转控制 按 $SB_3 \rightarrow \text{线圈 } KM_2 \text{ 得电} \rightarrow$
- $\left\{ \begin{array}{l} \text{主触头 } KM_2 \text{ 闭合} \\ \text{自锁触头 } KM_2 \text{ 闭合} \end{array} \right\} \rightarrow \text{电动机启动反转}$
- $\left\{ \begin{array}{l} \text{常闭辅助触头 } KM_2 \text{ 分断} \end{array} \right\} \rightarrow \text{切断正转控制电路, 使线圈 } KM_1 \text{ 不能得电}$

从上面分析可以看到,当正转控制电器工作时,反转控制电路中串接的常闭辅助触头 KM_1 是分断的,使接触器 KM_2 不能得电;电动机不能反转。同样,在反转控制电路工作时,正转控制电路中串接的常闭辅助触头 KM_2 是分断的,使接触器 KM_1 不能得电,电动机也不能正转。就是说,正转控制电路与反转控制电路不能同

时得电,主触头 KM_1 和 KM_2 不能同时闭合,否则将造成电源两相短路事故。只有接触器 KM_1 失电复位后,接触器 KM_2 才能得电;同样,只有接触器 KM_2 失电复位后,接触器 KM_1 才能得电。这种相互制约的作用称为联锁(或互锁),所有的常闭辅助触头称为联锁触头(或互锁触头)。由于联锁双方是接触器,所以把这种控制方式叫做接触器联锁。

该控制线路还采用热继电器作过载保护,其热元件 FR 串联在主电路中。当主电路电流超过额定值时,热元件 FR 发热使双金属片弯曲,将扣板脱扣,把控制电路中热继电器常闭触头 FR 分断,控制电路失电,线圈 KM_1 或 KM_2 失电,主触头分断,电动机停转,这样就起到了过载保护作用。若重新启动,应按下热继电器复位键,使常闭触头 FR 复位,以保证控制电路的接通。

如图 12-15 所示控制线路不足之处是改变电动机的转向时,必须先停车,再启动,对操作者不够方便。

为了解决这个问题,可增设按钮联锁。如图 12-16 所示为双重联锁的正反转控制线路。它采用复合按钮,将正转启动按钮 SB_2 的常闭触头串接在反转控制电路中,同样将反转控制电路中的启动按钮 SB_3 的常闭触头串接在正转控制电路中。图中虚线相连的为同一按钮的另外一对触头。这样便可以保证正转、反转两条控制电路不会同时被接通。

如图 12-16 所示。在按下 SB_2 时,其常闭触头先行分断,断开反转控制电路,使接触器 KM_2 失电释放,电动机停转。与此同

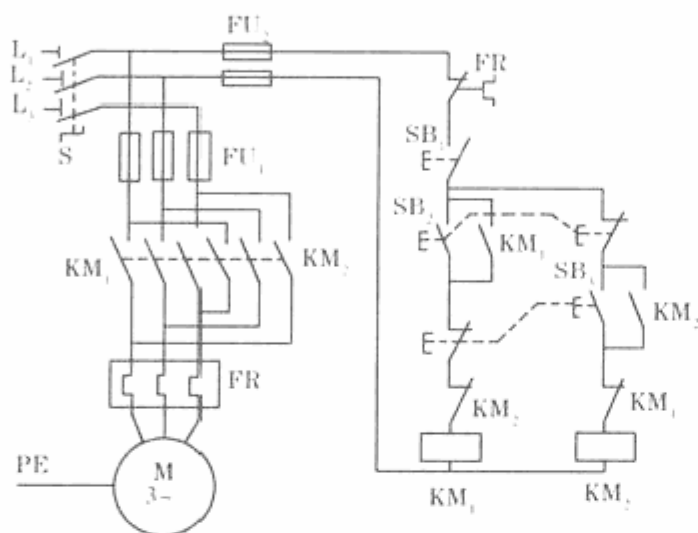


图 12-16 电动机用接触器双重联锁的正反转控制线路

时, SB_2 常开触头闭合, 接通正转控制电路, 使接触器 KM_1 得电动作, 电动机正转。同样, 按 SB_3 时, 先行断开正转控制电路, 使电动机停转, 与此同时, 接通反转控制电路, 使电动机反转。这种线路兼有接触器联锁和按钮联锁的优点, 操作方便, 安全可靠且反转迅速, 因此, 应用广泛。

五、用继电器—接触器控制电路

为了监视电动机是否在运行状态, 可在电动机按钮 SB 后面加装指示灯, 并把指示灯与线圈 KM 并联起来就行了。对电动机的几种控制方法如图 12-17 所示。

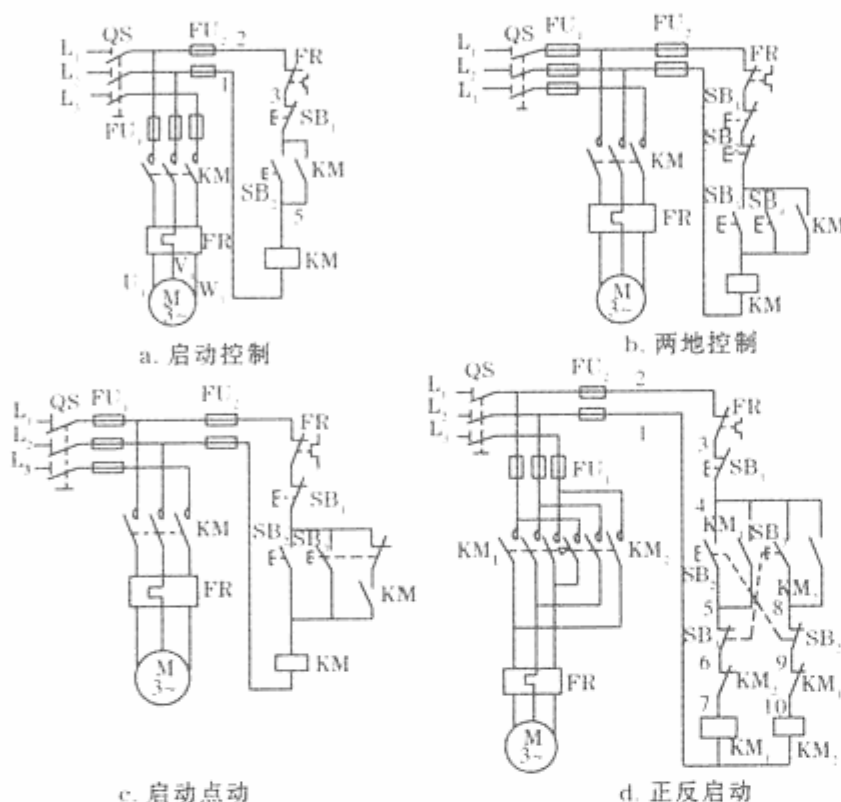


图 12-17 电动机的几种控制方式

六、电动机的启动

由于三相异步电动机在启动之前处于静态惰性中, 启动电流很大, 为了克服变压器瞬时增加电流的负担和影响, 若启动电动机

功率大于变压器容量 30% (超过配变 1/3) 时,就要考虑采用启动器。三相异步电动机的启动方法,根据电动机的结构特点和机械特性的不同可分为笼型异步电动机启动方法和转子绕线型异步电动机,启动方法分两大类,每一类型异步电动机中又分若干启动方法,降压启动设备有串阻或电抗降压、自耦降压、星三角启动和延边三角启动等方法,采用什么启动法,应根据实际选用。

自耦变压器降压启动,是将三相自耦变压器接入三相电源与电动机三相定子绕组之间,变压器低压侧(即变压器抽头)接到电动机的定子绕组上,便开始降压启动,当电动机转速达到正常或接近额定转速时,迅速切除自耦变压器,使电源直接进入电动机定子绕组,便进入全压运行。电动机各种降压启动方法如表 12-5 所示。

表 12-5 各种降压启动方法

启动方法	电阻或电抗启动	自耦降压启动	星形三角形启动
启动电压 V_Q	KV_N	$\frac{V_N}{K_V} = KV_N$	$\frac{V_N}{\sqrt{3}} = 0.58V_N$
启动电流 I_Q	KI_Q	$\frac{I_Q}{K_V^2} = K^2 I_Q$	$\frac{I_Q}{3} = 0.33I_Q$
启动转矩	$K^2 M_Q$	$\frac{M_Q}{K_V^2} = K^2 M_Q$	$\frac{M_Q}{3} = 0.33M_Q$
启动方法原理	启动时定子绕组串电阻或电抗,启动完毕后切除电阻或电抗	启动时定子绕组经自耦变压器降压,启动完毕后切除自耦变压器	启动时定子绕组接成星形,启动完毕后换接成三角形
优缺点	I_Q 较大, M'_Q 较小,启动电阻本身功耗大,设备简单。电抗启动本身功耗小,但功率因数低。在相同电流下,电阻启动转矩大于电抗启动转矩	I'_Q 较小, M'_Q 较大,且有变压抽头调节,使用灵活,可重载启动,但不能频繁启动,设备结构复杂,笨重,造价高	I'_Q 、 M'_Q 都很小,只能空载或轻载启动,常用的设备简单,造价低,可频繁启动

续表

启动方法	电阻或电抗启动	自耦降压启动	星形三角形启动
适用场合	电阻启动适用于中等容量低压电动机。电抗启动适用于大容量高压电动机,较少采用	适用于大、中容量电动机的轻载或重载启动,高、低压电动机都常采用可选用的定型设备	适用于低压电动机的空载或轻载启动,一般小容量电动机经常采用,但只适用于三角形接法的电动机
可选用的定型设备	QJ1 系列电阻启动器, PY1 系列冶金控制屏	QJ01、QJ10 系列手动自耦减压启动器, JJ1、XQ01 系列手动或自动式减压启动箱	QX1、QX2 系列手动星形—三角形启动器, QX3、QX4 系列自动星形—三角形启动器

七、电动机的制动

在一些要求比较严格的控制电路中,如提升机、电梯等,一些不能有惯性和空反转的情况下,就需要及时制动堵转,常用的有机

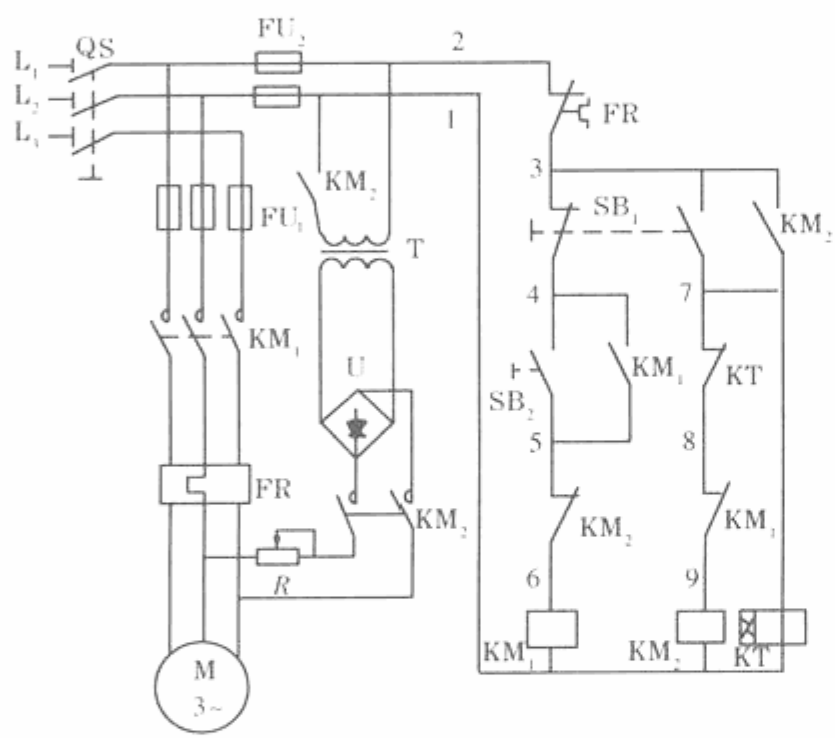


图 12-18 电动机能耗制动控制线路

械电磁抱闸制动和电气制动两类。如图 12-18、图 12-19 所示，其方法以能耗制动为佳。

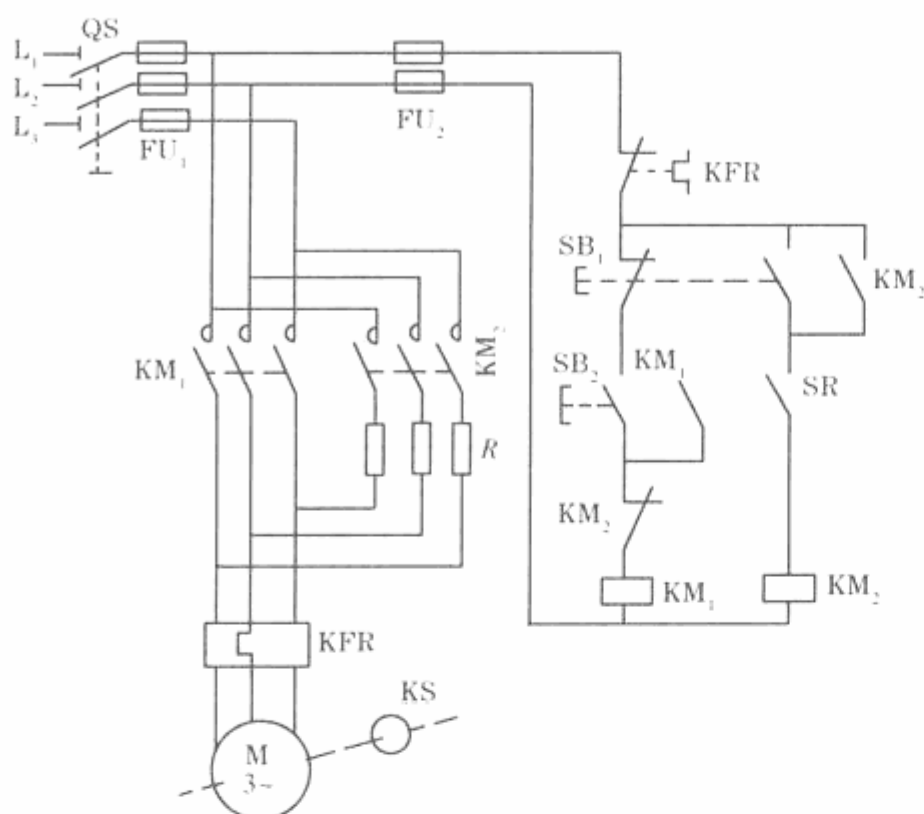


图 12-19 电动机反接制动控制线路

八、电动机调速

电动机除机械调速外，在电气转差率调速中有串电阻调速、调压调速、电磁调速、闸管串级调速、变极调速等。而滑差电机在纺织工业用的很广，它是由异步电动机通过电磁离合带动生产机械，离合器的电枢旋转时会产生涡流，此涡流与晶闸管控制的转子磁极互相作用而控制转子的转速。增大晶闸管的激励电流，转子转速快；反之转速就慢，如图 12-20 所示。

九、电动机的保护

一般电动机的熔丝可按功率千瓦数直接选配，如 15 kW 电动机熔

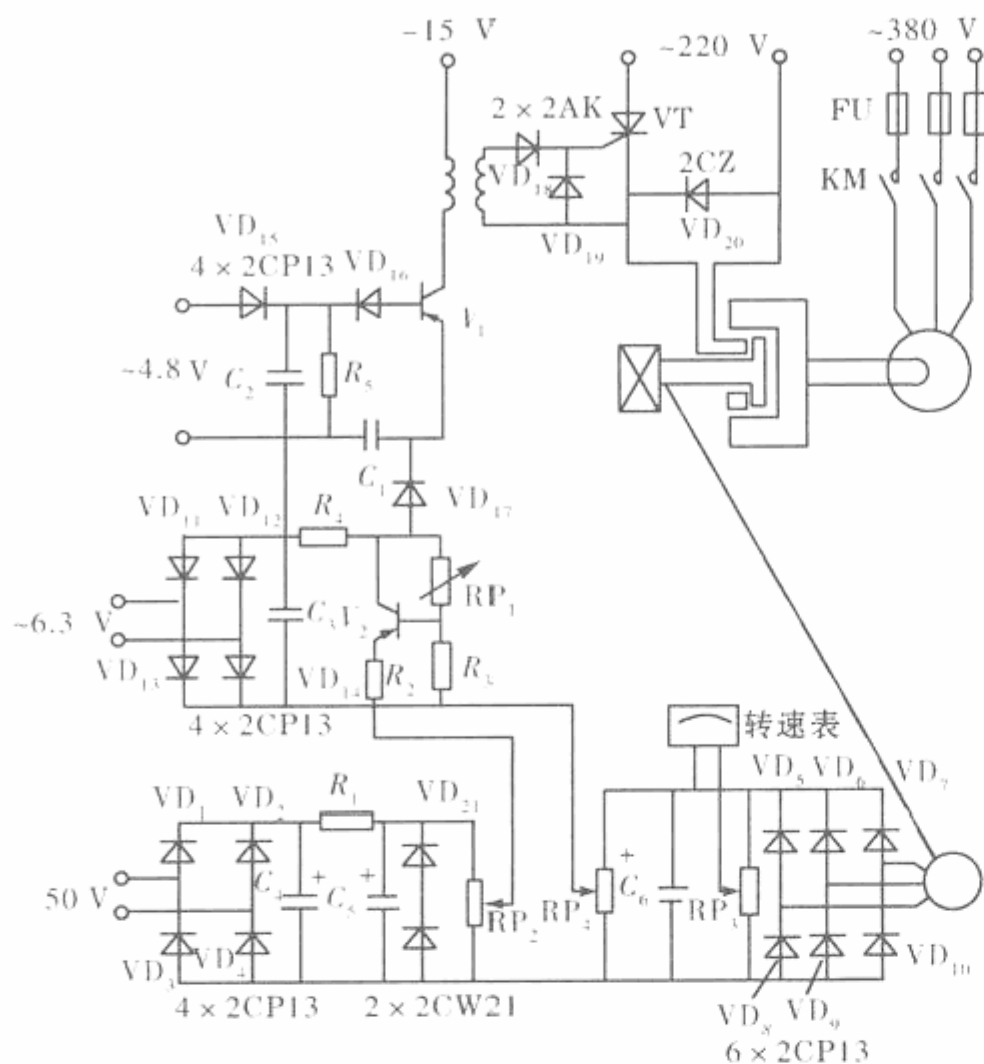


图 12-20 电动机用电磁调速控制电路

丝 $I_R = 15 \times 4 = 60(\text{A})$ ，查表为 $\phi 4.91 \text{ mm}$ 选 6 号熔丝较为合适。

当多台电动机运行时，总熔丝保护原则，按其中最大一台千瓦数乘 4，再加其余电动机额定电的总和。其表达式： $I \geq 4 \times M_{\max}$ （千瓦数） $+ I_{N1} + I_{N2} + \dots$ 。电动机额定电流 $I_N = P_N / \sqrt{3} U \cos \varphi$ ，单台电动机其熔断保护，可按 $I_R = I_N (1.5 \sim 2.5)$ 。

对于全压直接启动的电动机，可用熔丝作保护（瞬时启动时电流达 5~7 倍），但对电动机功率较大的，相对有些配电变压器难以满足启动电流，特别是当端电压低于额定 20% 时，就得考虑降压限流设备，以保证电动机顺利启动。对于独立供电的发电机，每千

伏安发电机容量只允许启动 0.1 ~ 0.12 kW 电动机。

具有过负荷保护的单向控制线路如图 12-21 所示。

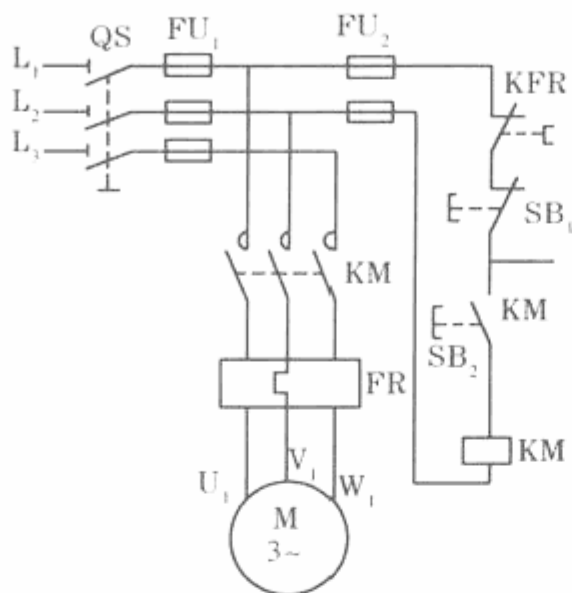


图 12-21 电动机具有过负荷保护的单向控制线路

十、电动机控制保护定值配置

为减少盲目性,增加可行性,电动机所配断路器的脱扣器电流要整定合适,我们可以按容量千瓦之间的倍数关系找出。

断路器控制单台 380 V 三相笼型电动机时其磁脱扣器瞬时动作电流值 $I_{\text{set},1} = 20P$ 即按“千瓦数的 20 倍”计算选择,其依据断路器短路保护电磁脱扣器的瞬时整定电流可取电动机启动电流的 1.7 ~ 2 倍,即电动机额定电流的 10 倍左右。我们把瞬时作“二十”计算,如 30 kW 电动机断路器电磁脱扣器瞬时动作整定电流应为 600 A 即 20×30 ,有些小容量的电动机启动电流大,按“千瓦 20 倍”选,多不能避开启动电流的影响,其瞬时动作整定电流允许略取大一些,但以不超过 20% 为宜,小电动机可按 24 倍选,如控制 Y160M1—8 型、380 V、4 kW 电动机的断路器,其电磁脱扣器瞬时动作电流整定为 100 A,即 $24 \times 4 = 96$ A。当作过载保护的自动断路器其延时脱扣器的电流整定可按电动机额定电流的 1.7 倍,即

3.5 倍千瓦选“延时脱扣三倍半”。而热脱扣器电流整定其值应大于额定电流即按电动机千瓦数的 2 倍选择。

第三节 三相交流异步电动机的检修技术

一、电动机的检修程序

电动机检修程序如图 12-22 所示,电动机修理分电气修理和机械修理。在拆卸时,先准备好拆卸工具,步骤是先拆电动机外部接线,再拆皮带轮或靠背轮(用拉码),然后拆风扇罩、风扇叶及轴承盖和端盖,最后抽出转子小型电动机可不拆风叶,装配时与拆卸顺序相反。对极数、跨距、匝数、漆包线的规格型号及绝缘聚酯薄膜用纸等,都要记清楚,以利采购备料。

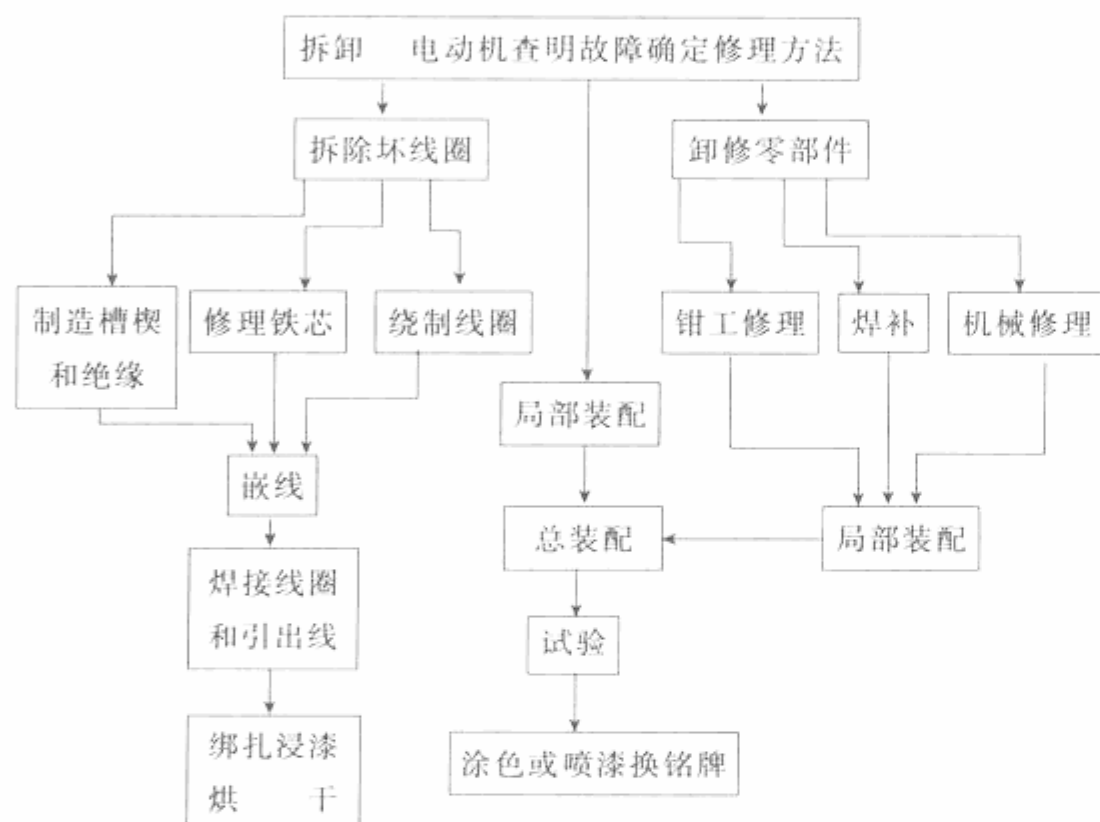


图 12-22 电机修理程序

当电动机发生故障时应仔细观察,如转速快慢,温度变化,是否有不正常的响声及剧烈振动,开关、绕组、接头是否有串火、冒烟及焦臭等。

二、三相异步电动机的拆装与检修技术

1. 拆卸前的准备工作

(1)准备好拆卸工位与拆卸电动机的常用工具(图 12-23)。

(2)做好相应记录和标记。在线头、端盖、刷握等处做好标记;记录好联轴器或皮带轮与端盖之间的距离。

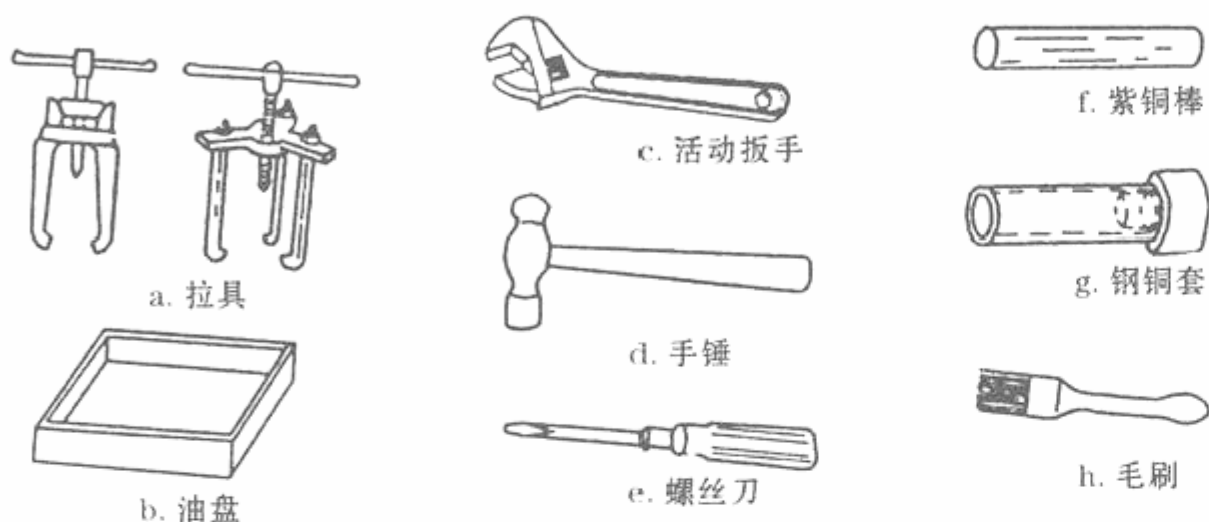


图 12-23 拆卸电动机的常用工具

2. 电动机的拆卸步骤

(1)断电后,拆除电动机的电源线,用黑胶布包好电源线头。

(2)卸下皮带,拆卸地脚螺栓,将螺母、垫圈等小零件用小盒装好,以免丢失。

(3)拆卸皮带轮或联轴器。

(4)卸下风罩和风扇。

(5)拆卸轴承盖和端盖(绕线式转子应先提起和拆除电刷、电刷架及引出线)。

(6)抽出或吊出转子。

对于配合较紧的电动机或新电动机需进行拆卸时,可按如图 12-24 所示的顺序进行。

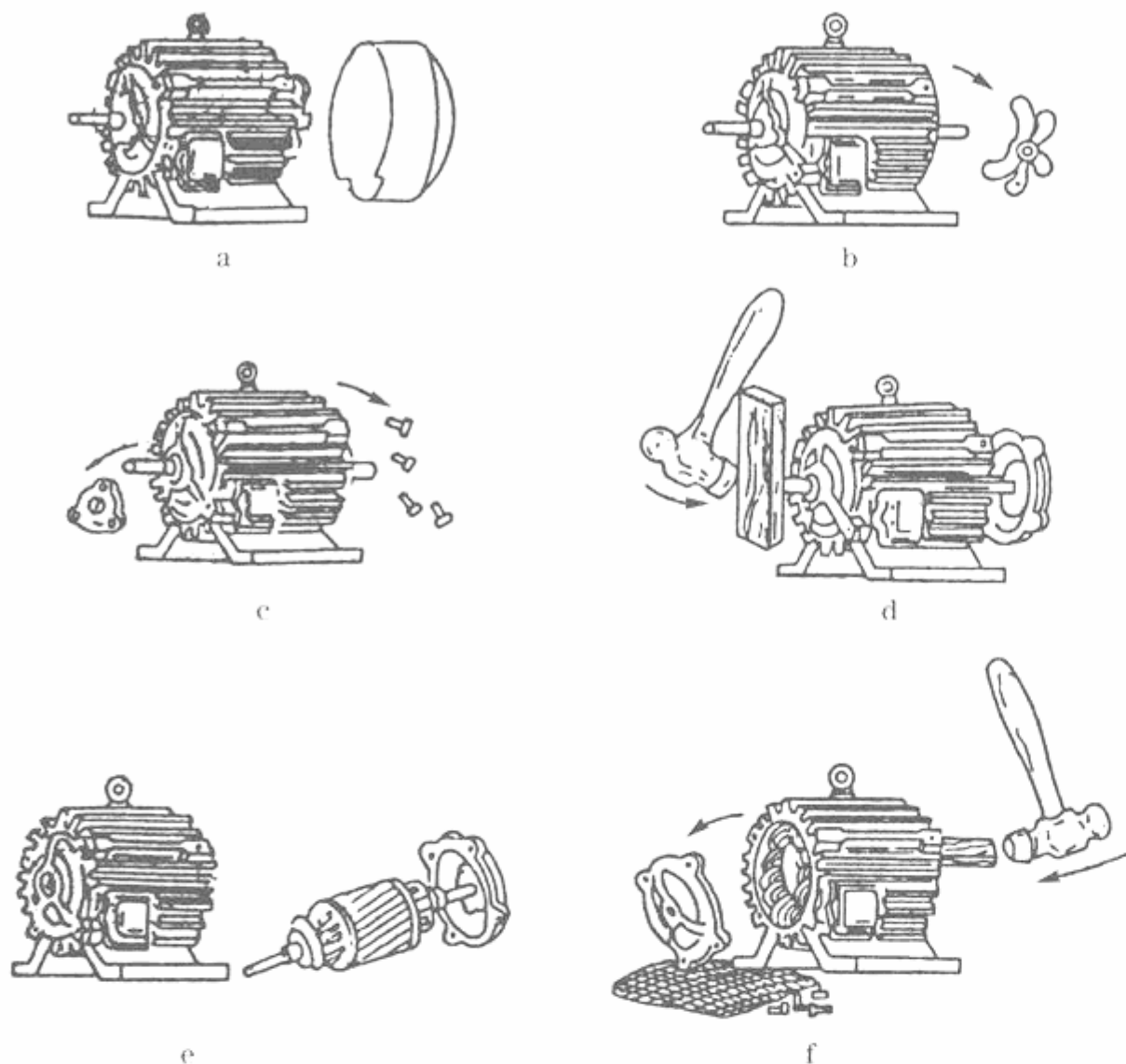


图 12-24 配合较紧的电动机拆卸程序

3. 电动机主要部件的拆卸方法

(1) 拆卸皮带轮(或联轴器):第一,用粉笔标好带轮的正反面,以免安装时装反;第二,撤皮带轮。(或联轴器)的轴伸端做好标记(图 12-25);第三,松下带轮上的压紧螺钉或销子;第四,按图 12-25e 所示的方法装好拉具(拉具螺杆的中心线要对准电动机轴的中心线),转动拉具的丝杆(掌握好转动的力度),把带轮或

联轴器慢慢拉出(切忌硬拆)。对于带轮或联轴器较紧的电动机,

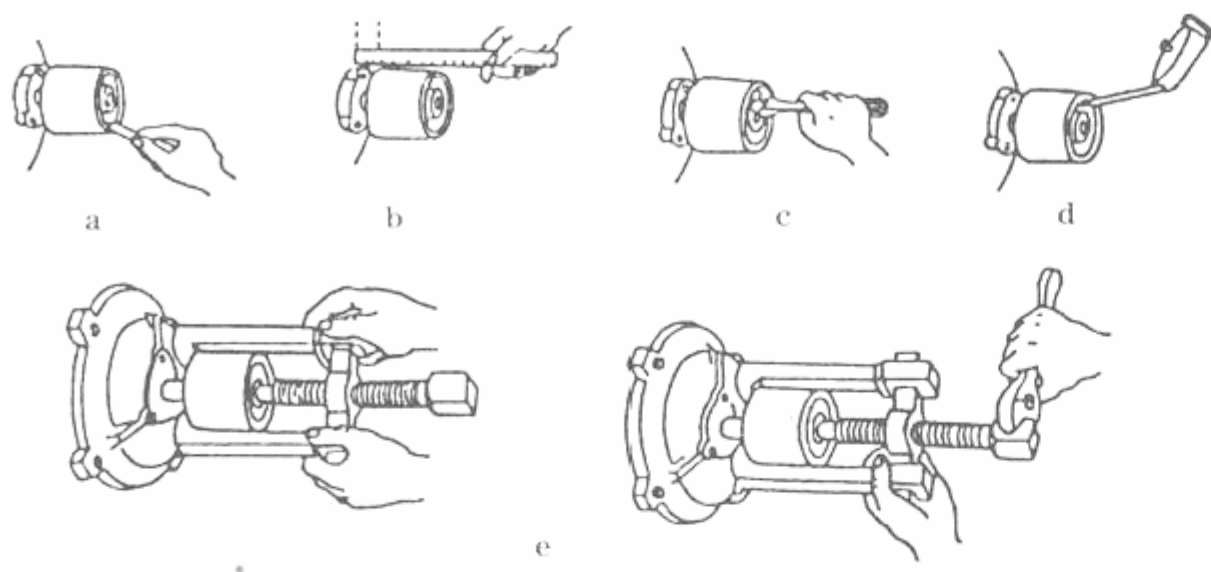


图 12-25 皮带轮的拆卸程序

若无法拉出时,可先在螺钉孔内注入煤油,或用喷灯在带轮四周均匀加热,使其膨胀后再拉出。在拆卸过程中,严禁用手锤直接敲击带轮,以免造成带轮或联轴器碎裂,或使转轴变形。

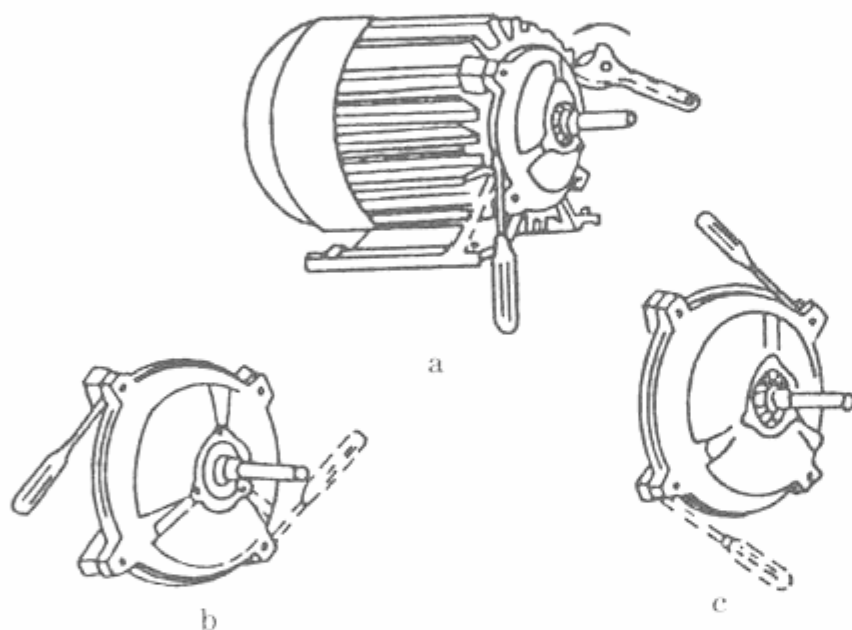


图 12-26 电动机端盖的拆卸程序

(2) 拆卸轴承盖和端盖: 第一, 在端盖与机座间做好标记, 便于装配时复位。第二, 逐个拧松端盖上的紧固螺栓, 用旋凿将端盖按对角线一先一后的向外扳撬, 把端盖取下(图 12-26)。较大的电动机因端盖较重, 应先把端盖用起重设备吊住, 以免拆卸时端盖跌碎或碰伤绕组。

(3) 刷架、风罩和风扇叶的拆卸: 第一, 绕线式异步电动机的电刷在拆卸前应先做好标记, 便于复位。然后松开刷架弹簧, 抬起刷握, 卸下电刷, 取下电刷架。第二, 封闭式电动机的皮带轮或联轴器拆除后, 松开风罩的固定螺钉, 取下风罩, 再将风扇的定位销或定位螺钉拆下或松开。用手锤在风扇叶四周轻轻敲打, 慢慢将扇叶拉下; 小型电动机的风扇在更换时可随转子一起抽出。若风扇是塑料制成, 可用热水或热风加热使塑料风扇膨胀后再旋下。

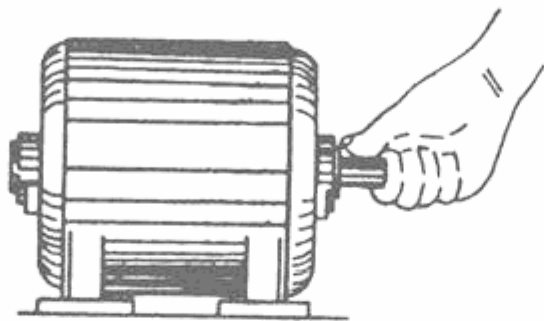


图 12-27 检查电动机的转动情况的方法

4. 电动机的装配与检验

装配电动机时可按拆卸工序的逆步骤进行。装配后的电动机应进行以下检验项目:

(1) 检查电动机的转子转动是否轻便灵活(图 12-27), 若转子转动不灵活, 应调整端盖紧固螺栓的松紧程度; 使之转动灵活。检查绕线式转子电动机的刷握位置是否正确, 电刷与滑环接触是否良好, 电刷在握刷内有无卡阻等(图 12-28)。

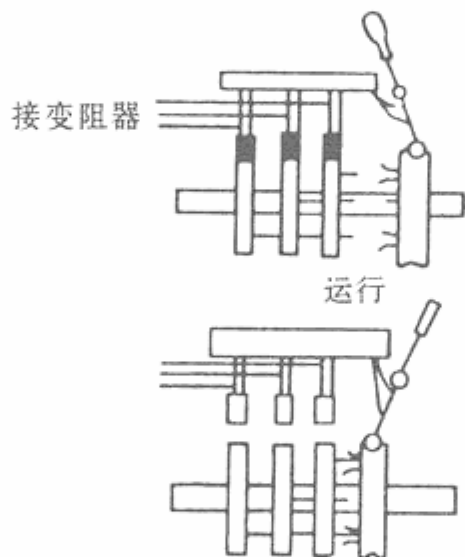


图 12-28 检查绕组式电动机的电刷装置的方法

(2) 检查电动机的绝缘电阻值, 用兆欧表测量电动机定子绕组相与相之间、各相对壳之间的绝缘

电阻,绕线转子异步电动机还应检查转子绕组及绕组对壳之间的绝缘电阻。所测阻值应在 $0.5\text{ M}\Omega$ 以上,说明绝缘良好。

(3)根据电动机的铭牌与电源电压正确接线,并在电动机外壳上安装好接地线,通电后,用钳形电流表分别检测三相电流是否平衡。三相空载电流的偏差值应小于 10% ;三相空载电流与额定电流的百分比可参照表12-6进行比较。

(4)用转速表测量电动机转速。

(5)电动机通电空转 30 min 后,检测机壳和轴承处的温度,观察振动和噪声。绕线式转子的电动机在空载时,还应检查电刷有无火花及过热现象。

表 12-6 三相空载电流与额定电流的百分比

功率(kW) 极数	<0.55	<2.2	<10	<55	<125
2	50 ~ 70	40 ~ 55	30 ~ 45	23 ~ 25	18 ~ 30
4	65 ~ 85	45 ~ 60	35 ~ 55	25 ~ 40	20 ~ 30
6	70 ~ 90	50 ~ 65	35 ~ 65	30 ~ 45	22 ~ 33
8	70 ~ 90	50 ~ 70	37 ~ 70	35 ~ 50	25 ~ 35

三、三相异步电动机的常见故障及修理技术

三相异步电动机的常见故障多种多样,产生的原因也较复杂,检查电动机时,一般按照先外后里、先机后电、先听后检的顺序。先检查电动机的外部是否有故障,后检查电动机内部;先检查机械方面,再检查电气方面;先听使用者介绍使用情况和故障情况,再动手检查;先缩小故障范围,再正确地找出故障原因。三相异步电动机的常见故障及修理方法见表12-7。

表 12-7 三相异步电动机的常见故障及检修方法

故障现象	故障产生原因	故障检修方法
通电后, 不能启动或 有异常声音	(1) 熔丝烧断 (2) 电源断路 (3) 开关或启动设备接触不良 (4) 定子、转子相擦 (5) 轴承损坏或有异物卡住 (6) 定子铁芯或其他零件松动 (7) 负载过重或负载机械卡阻 (8) 绕组连线错误 (9) 定子绕组断路或短路	(1) 更换熔丝 (2) 查出断路处,重新接好 (3) 修复开关或启动设备,使其正常 (4) 找出相擦的原因,校正转轴 (5) 清洗、检查或更换轴承 (6) 重新复位、焊牢或紧固 (7) 减轻负载,检查负载机械和传动装置 (8) 重新正确连线 (9) 查绕组断路和接地处,重新接好
转速低, 转矩小	(1) Δ 形错接为 Y 形 (2) 笼型的转子端环、笼条断裂或脱焊 (3) 定子绕组局部断路或短路 (4) 绕线转子的绕组断路	(1) 改正接线 (2) 焊补修接断条或更换绕组 (3) 找出故障处,进行处理或更换绕组 (4) 找出断路处进行处理或更换绕组
过热或冒 烟	(1) 负载过大 (2) 缺相运行 (3) 风道堵塞 (4) 定子铁芯硅钢片间绝缘损坏 (5) 转子和定子严重相擦 (6) 绕组受潮 (7) 绕组有短路和接地 (8) 电源电压过低或三相电压相差过大	(1) 减轻负载或更换功率较大的电动机 (2) 检查线路和绕组中断路或接触不良处,重新接好 (3) 清理风道 (4) 查出电压不稳定的原因 (5) 校正转子铁芯或轴,或更换轴承 (6) 对绕组进行烘干处理 (7) 修理或更换故障绕组 (8) 对铁芯进行绝缘处理或适当增加每槽的匝数

续表

故障现象	故障产生原因	故障检修方法
轴承过热	(1) 装配不当使轴承受力不均 (2) 轴承内有异物或缺油 (3) 轴承损坏 (4) 皮带过紧或联轴器装配不良 (5) 轴承标准不合适	(1) 重新装配 (2) 清洗轴承并注入新的润滑油 (3) 更换轴承 (4) 适当松皮带, 修理联轴器或更换轴承 (5) 选配标准合适的新轴承

四、小型三相异步电动机定子绕组的重绕技术

当电动机的定子绕组严重损坏、无法局部修复时, 就要把原有的定子绕组全部拆除, 重新嵌放新绕组。现以小型三相异步电动机(功率为 0.75 ~ 160 kW) 为例, 说明重绕定子绕组的方法。步骤如下:

1. 记录原始数据 观察拆卸后的电动机定子绕组, 记录几个主要参数, 如绕组的连接形式(节距数、支路数等)。拆除损坏的绕组时, 选择一组完整的绕组, 测量绕组的匝数、线径以及绕组周长的尺寸, 如图 12-29 所示。记录定子铁芯的槽数、长度等。



图 12-29 估测绕组的尺寸

2. 拆除旧绕组

(1) 通电加热法(图 12-30): 通入低压交流电(70~80 V), 使绕组发热, 绝缘变软, 拆除槽楔, 留一个完整的绕组, 其余各绕组用钳子将端部剪断, 然后将废绕组从槽中抽出, 注意禁止损坏定子铁芯。

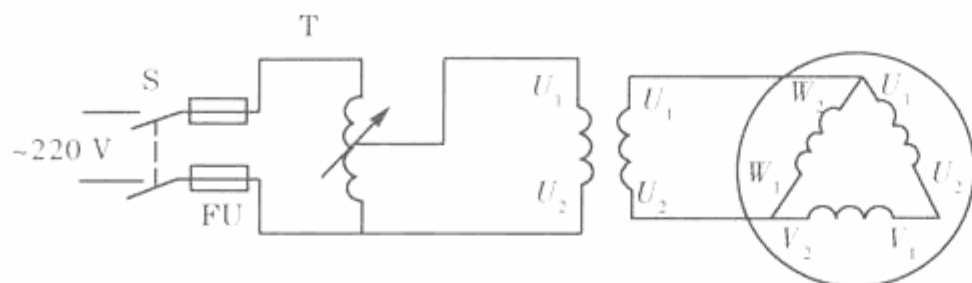


图 12-30 通电加热法电路连接

(2) 冷拆法: 先取出槽楔, 再将绕组的一端端部切断, 然后用工具将绕组逐步取出(图 12-31), 也可用特制的扁铲或冲子进行直接拆除。

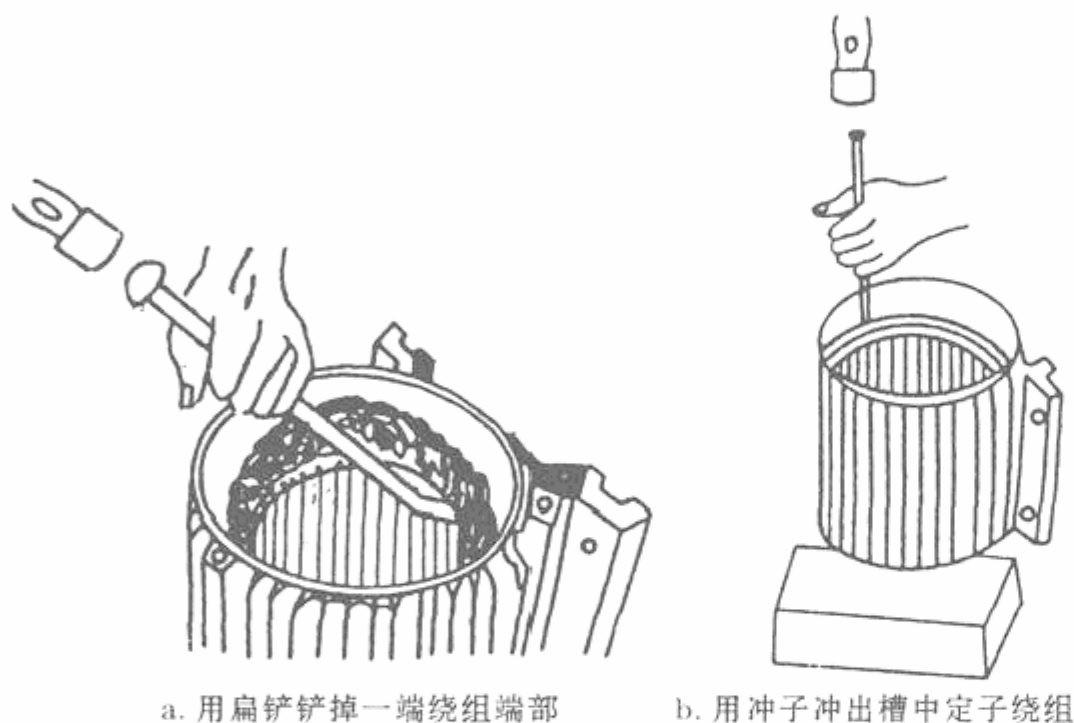


图 12-31 拆除电动机定子绕组方法

3. 绕制绕组 小型三相异步电动机的绕组元件(即绕组)可在图 12-32 所示外形的绕线机上完成。绕制绕组的过程为:①绕线前应先根据绕组周长尺寸调节配套线模的位置,并将绕线模紧固在绕线机上。②将导线放在放线架上,绕线时,注意导线在模心中应整齐排列,避免交叉混乱,且不应损伤导线。③按记录的原始匝数绕制绕组,绕制完成后将两侧有效边绑扎待用,以防绕组松散。

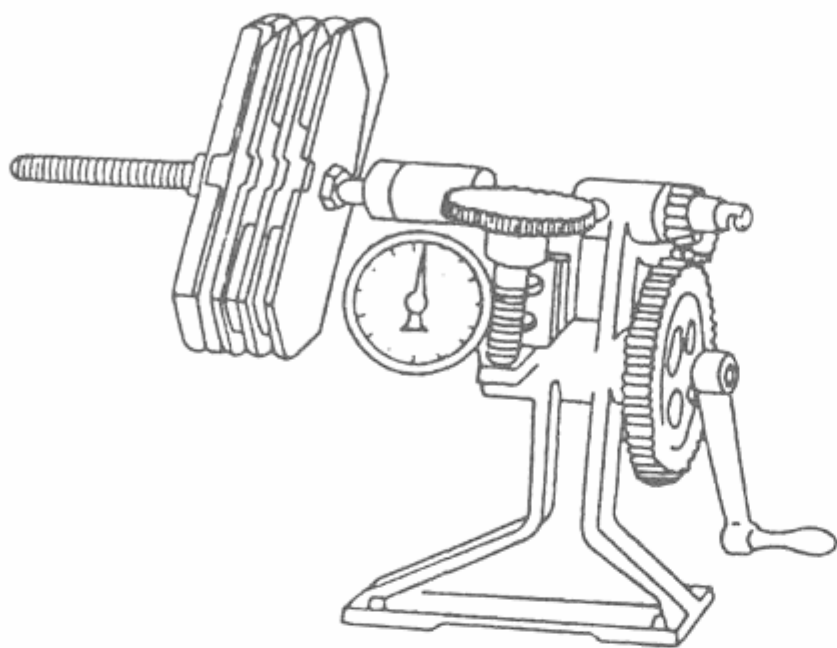


图 12-32 手摇式绕线机外形

4. 放置槽绝缘 槽绝缘多采用复合绝缘材料(俗称青壳纸)来进行槽中嵌放。槽绝缘纸的宽度应按定子铁芯槽的尺寸决定,一般高出槽沿 10~15 mm,宽出槽沿 5~10 mm。

5. 嵌线与整形 绕组的嵌线应按原始记录的绕组形式进行,可使用相应的嵌线工具配合完成(图 12-33)。

嵌装绕组的顺序应遵循绕组展开图来分析确定,应遵循以下原则:①确定第 1 槽时应靠近电动机接线盒的位置。②嵌装绕组时可将导线成把嵌装(图 12-34),即在槽沿外侧将整组导线塞入一端槽口,而在另一端将导线成把拉入(注意不能划伤导线)。绕组嵌入时槽内部分应避免交叉。使用工具时严禁划伤绕组绝缘。

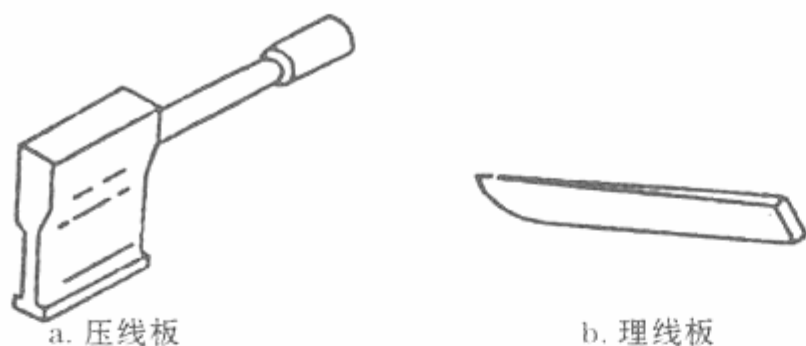


图 12-33 嵌线工具

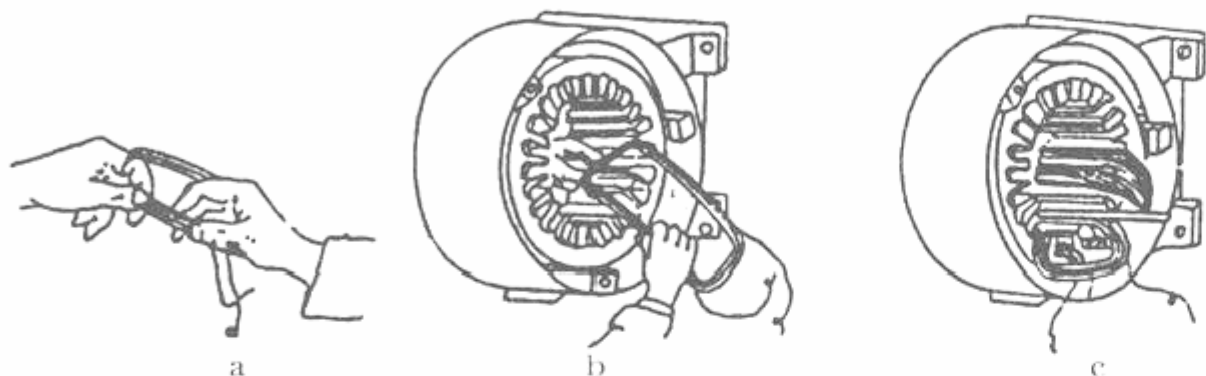


图 12-34 电动机绕组嵌线方法

③每槽的绕组嵌装完毕应使用槽楔将槽口封住。④嵌线中所有绕组的引出线头应分布在一侧端部。⑤嵌完所有绕组后应先将各连接点的绝缘漆皮进行处理,然后测量有否碰壳和损坏现象。⑥测量确定没有问题后,将各连接点及外接引线进行牢固焊接。

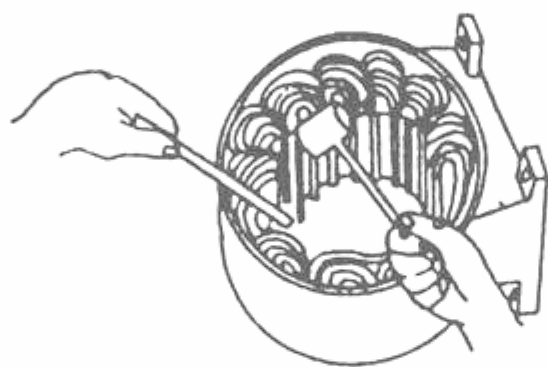


图 12-35 绕组敲打成喇叭口的方法

经上述工序后便可对重绕绕组进行端部整形,整形的目的,一是使端部绕组排列整齐有序,二是便于电机转子装入机壳。整形时先将相线与相线间的绝缘纸垫入,然后可用绝缘绑扎带将绕组

进行绑扎处理,最后使用木锤或橡皮锤向外敲打端部绕组,使两端绕组均被敲打成喇叭口形状(图 12-35)。

6. 接线 将各极相组按照相应的接线规律进行连接,将引线焊接牢固并加套绝缘黄蜡管,引入电动机的接线盒。

7. 试验 可按照规程所述的“电动机的装配与检验”项目的内容,进行各项试验。

8. 浸漆与烘干
浸漆的目的是为了提高绕组的绝缘耐压强度、耐热性和防潮性,同时还增加了绕组的机械强度和耐腐蚀能力。
主要操作过程有:

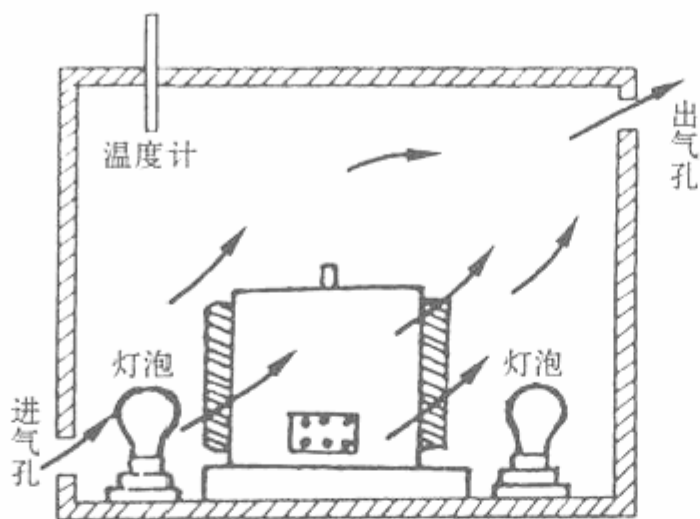


图 12-36 灯泡烘箱的结构组成

(1) 预烘:目的是排除水分、挥发潮气,预热时间为 4~8 h。可采用如图 12-36 所示的简易方法进行加热和烘干。

(2) 浸漆:预烘后,待温度冷降到 60~70℃ 时进行。可采用浇漆法或沉浸法对绕组进行浸渍绝缘漆处理。

(3) 烘干:目的是挥发漆中溶剂和水分;使绕组表面形成坚固的漆膜。烘干过程分为两个阶段:第一阶段,温度为 70~80℃,烘干 2~4 h;第二阶段,温度为 110~120℃,烘干 8~16 h。待重绕组冷却后,即可对电动机进行装配。

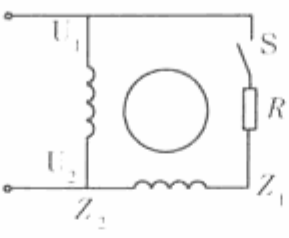
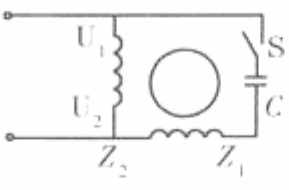
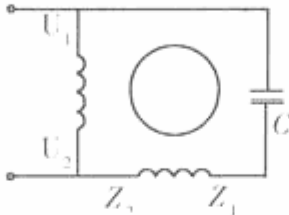
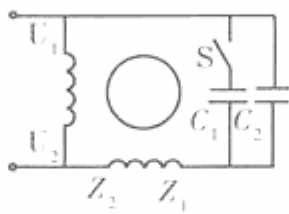
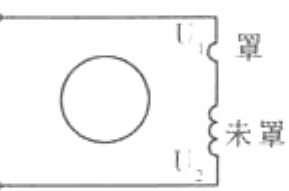
第四节 单相异步电动机的拆装与检修技术

一、单相异步电动机的分类

常用的单相异步电动机种类繁多,其结构特点、启动方式、电

路图及应用如表 12-8 所示。

表 12-8 单相异步电动机结构特点及应用

电动机名称	结构特点	等效电路图	应用范围
电阻分相单相异步电动机	(1) 定子绕组由启动绕组、工作绕组两部分组成 (2) 启动绕组电路中的电阻较大 (3) 启动结束后,启动绕组被自动切除		小型鼓风机、研磨机、搅拌机、小型钻床、医疗器械、电冰箱等
电容启动单相异步电动机	(1) 定子绕组由启动绕组、工作绕组两部分组成 (2) 启动绕组中串联启动电容器 C (3) 启动结束后,启动绕组被自动切除		小型水泵、冷冻机、压缩机、电冰箱、洗衣机等
电容运行单相异步电动机	(1) 定子绕组由启动绕组、工作绕组两部分组成 (2) 启动绕组中串联启动电容器 C (3) 启动绕组参与运行		电风扇、排气扇、电冰箱、洗衣机、空调器、复印机等
电容启动、电容运行单相异步电动机	(1) 定子绕组由启动绕组、工作绕组两部分组成 (2) 启动绕组中串联启动电容器 C (3) 启动结束后,一组电容被切除,另一组电容与启动绕组参与运行		电冰箱、水泵、小型机床等
罩极电动机	定子由一组绕组组成,定子铁芯的一部分套有罩板铜环		鼓风机、电唱机、仪器仪表电动机、电动模型等

二、单相异步电动机的检修技术

1. 单相异步电动机的结构形式 单相异步电动机与三相异步电动机的结构相似。但因电动机使用场合的不同,其结构形式

也有所差异,常见电动机的结构形式有以下几类:

(1)内转子结构:此种电动机转子结构位于电动机内部,主要由转子铁芯、转子绕组和转轴组成。定子结构位于电动机外部,主要由定子铁芯、定子绕组、机座、前后端盖和轴承等组成。如图12-37所示为内转子结构的台扇电动机。

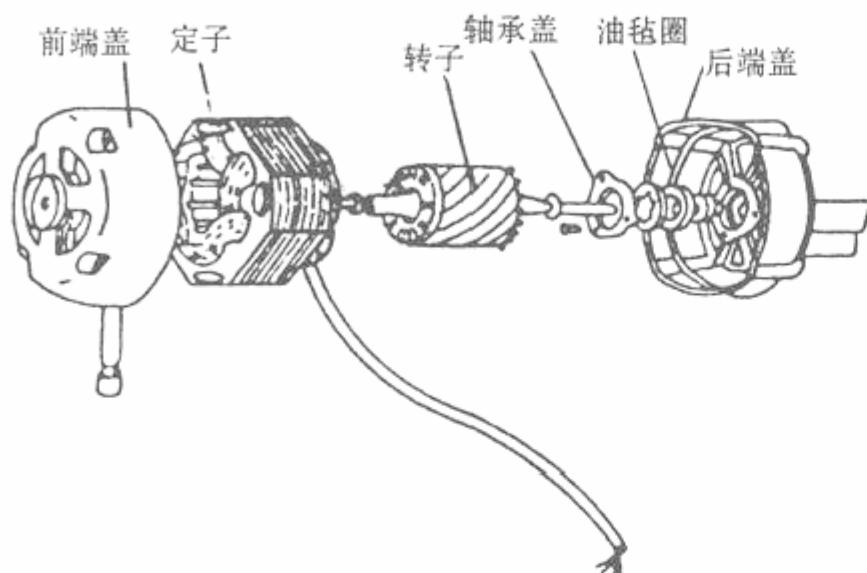


图 12-37 台扇电动机的结构

(2)外转子结构:此种结构电动机的定子铁芯及定子绕组置于电动机内部,转子铁芯、转子绕组压装在下端盖内。上、下端盖用螺钉连接,并借助于滚动轴承与定子铁芯及定子绕组一起组合成一台完整的电动机。电动机工作时,上下端盖及转子铁芯与转子绕组一起转动。如图12-38所示为外转子结构的吊扇电动机。

(3)凸极式罩极电动机结构:它又可分为集中励磁罩极电动机和分别励磁罩极电动机两类,如图12-39和图12-40所示,其中集中励磁罩极电动机的外形与单相变压器相仿,套装于定子铁芯上的定子绕组接交流电源,转子绕组产生电磁转矩而转动。

2. 单相异步电动机的拆装 检修电动机前,必须先对电动机进行拆卸。在排除故障并复原后,再对电动机进行清洗和加注润滑油,随后进行装配。

单相异步电动机的拆装比较简单,在拆卸前先仔细观察被拆电动机的外部结构,从而确定拆卸的顺序。在此以常用电风扇为例说明,其他类型排风扇(换气扇)的拆卸与此类同。如图 12-41 所示,该转页式电风扇由风扇电动机和转页电动机构成。其中风扇电动机为单相电容运行异步电动机。转页电动机是只有一组定子绕组的单相异步电动机,风扇电动机转动后转页电动机才能工作。

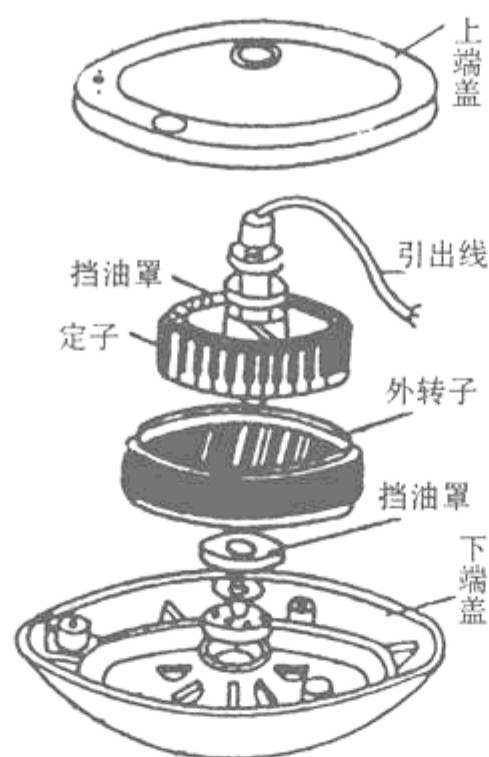


图 12-38 吊扇电动机的结构

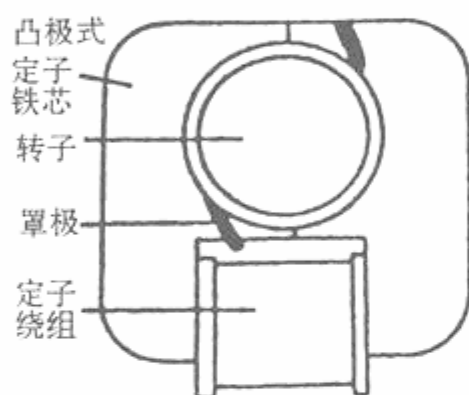


图 12-39 凸极式集中励磁罩极电动机结构

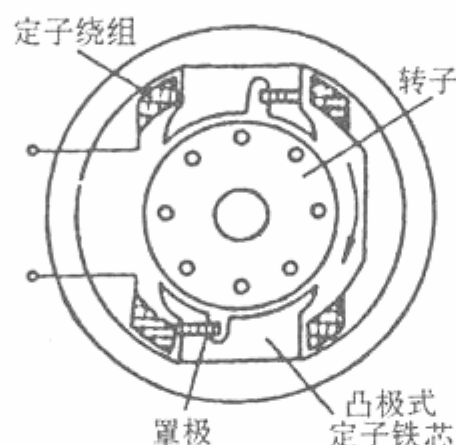


图 12-40 凸极式分别励磁罩极电动机结构

风扇电动机的风力吹动使转页电动机启动旋转。因每次转页电动机启动时转页轮所处的位置不同,所以该启动外力的方向也不相同,即转页轮有时顺时针转;有时是逆时针转。

(1) 内转子式单相异步电动机的拆卸,参照图 12-41 所示的

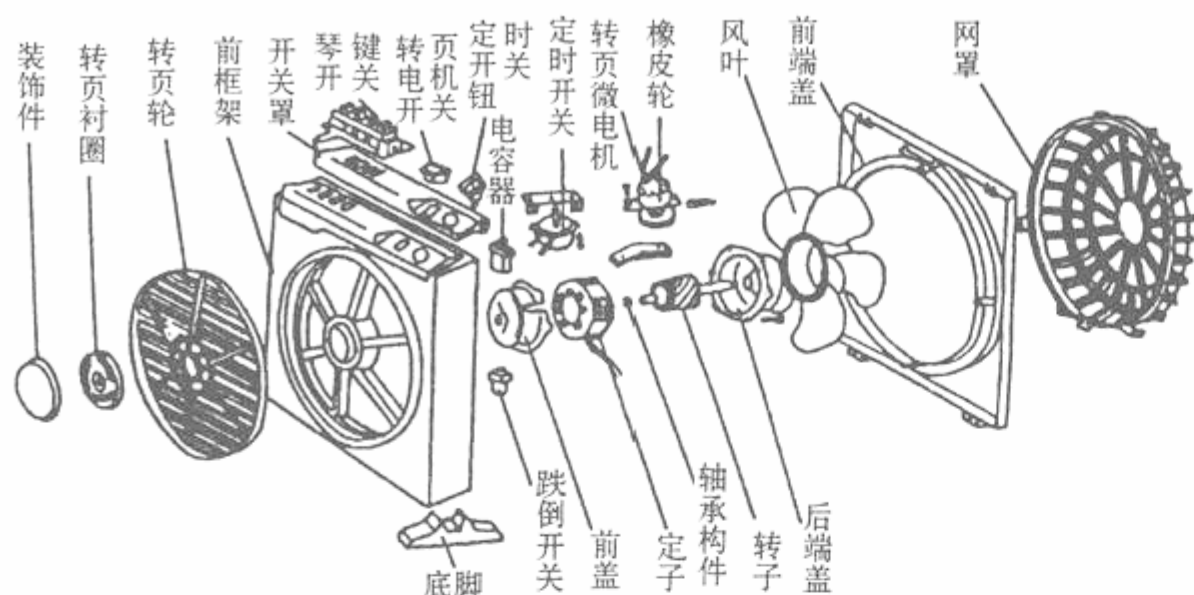


图 12-41 转页式电风扇的结构组成

结构:①松开前后端盖的固定螺钉,先将后端盖拉出。②用手拿住转子轴,向外拉出转子,如无法拉出时,可用台虎钳将转子或转子轴夹住(注意应在钳口处垫上木板),用铜棒或木块均匀地敲击定子铁芯或前端盖,使转子与前端盖分离。③把压入前端盖中的定子铁芯(及定子绕组)取出:第一,敲打定子铁芯法,如端盖正面有孔,可用此法拆卸,即把定子铁芯与前端盖组件一起放在一个钢套筒上(图 12-42)。套筒内径应稍大于定子铁芯外径,用一根铜棒插入后端盖的孔内,与定子铁芯端面相接触(注意不能触及定子绕组),在定子铁芯四周用手锤敲打铜棒,直到定子铁芯及定子绕组脱离前端盖。用此法拆卸时,钢套筒下面要多垫棉纱等软物,以防定子铁芯掉下时损伤定子绕组。第二,撞击法,如端盖正面无孔,则可用此法拆卸,即将定子铁芯及前端盖组件倒放在一个圆筒上,圆筒底部要多垫棉纱等软物(图 12-43)用双手将该组件与圆筒合抱在一起撞击,依靠定子铁芯及绕组的质量;使其与前端盖脱离。第三,敲打端盖法,将定子铁芯伸出端盖的部分用台虎钳夹紧(注意不能触及定子绕组),后用铜棒敲击端盖的台沿,使端盖与

定子铁芯脱离,注意不能损伤端盖。此法不需任何专用工具,最为简单,如有可能应首先考虑采用。

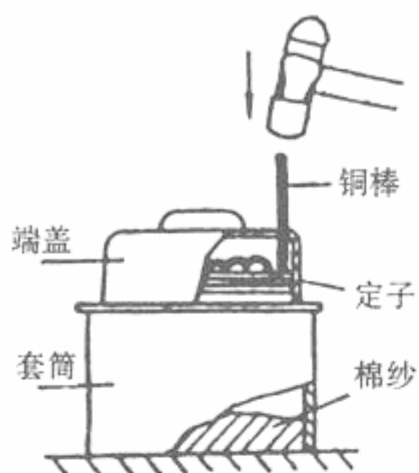


图 12-42 敲打定子铁芯法

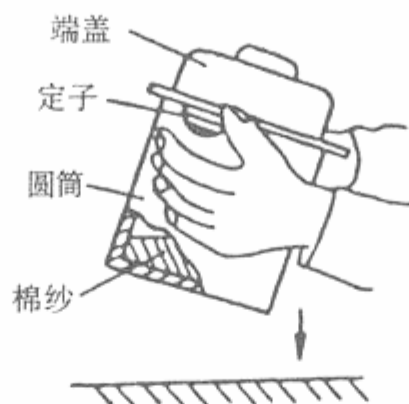


图 12-43 撞击法

(2)轴承的拆装:外转子式单相异步电动机(吊风扇)的轴承一般均为滚动轴承,其拆装方法与三相异步电动机的轴承拆装法相同。

内转子式单相异步电动机的轴承一般均为圆柱形滑动轴承,

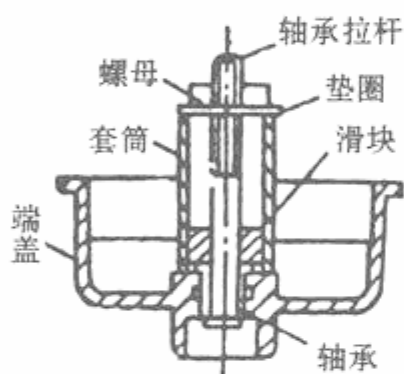


图 12-44 用轴承拉具拆卸轴承

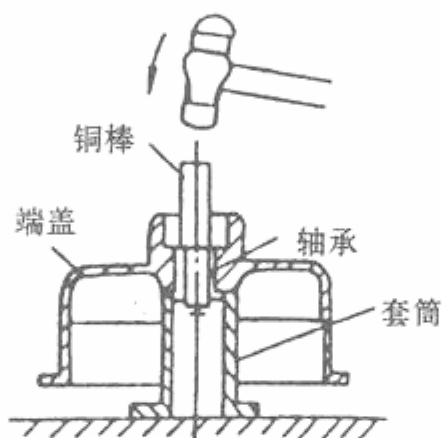


图 12-45 用敲击法拆卸轴承

其拆卸方法一般有两种:①用轴承拉具拆卸(图 12-44),如图 12-44所示,将拉具定位后,只需旋动轴承拉杆上部的螺母,拉杆下面的凸台即能把轴承慢慢拉出。②用敲击法拆卸(图 12-45),

用手锤敲击铜棒,该铜棒直径较小的部分其尺寸应比轴承内孔稍小,铜棒直径较大部分的尺寸应小于端盖上的轴承孔径,手锤敲击铜棒时用力应垂直、均匀,轻敲慢打,以免引起端盖变形。

圆柱形滑动轴承在安装时,首先应将轴承内外和端盖上的轴承孔清洗干净,然后将浸透机油的油毡放入端盖轴承孔的油毡槽内,在滑动轴承的内外涂上机油,再将轴承均匀地压或打入端盖的轴承孔内,要注意保证轴承与端盖轴承孔之间的同心度,不能偏斜。

3. 单相异步电动机的常见故障分析与修理技术 单相异步电动机按其启动方法不同,可分为多种,但多种单相异步电动机的常见故障却具有一定的相通性,常见故障及检修方法见表 12-9。

表 12-9 单相异步电动机的常见故障及检修方法

故障现象	故障产生原因	故障检修方法
电源电压正常,但通电后电动机不转	(1) 定子绕组或转子绕组开路 (2) 离心开关触点未闭合 (3) 电容器开路或短路 (4) 转轴卡住 (5) 定子与转子相碰	(1) 定子绕组开路可用万用表查找,转子绕组开路用短路测试器查找 (2) 检查离心开关触点、弹簧等,加以调整或修理 (3) 更换电容器 (4) 清洗或更换轴承 (5) 找出原因对症处理
电动机接通电源后熔丝熔断	(1) 定子绕组内部接线错误 (2) 定子绕组有匝间短路或对地短路 (3) 电源电压不正常 (4) 熔丝选择不当	(1) 用指南针检查绕组接线 (2) 用短路测试器检查绕组是否有匝间短路,用兆欧表测量绕组对外壳的绝缘电阻 (3) 用万用表测量电源电压 (4) 更换合适的熔丝

续表

故障现象	故障产生原因	故障检修方法
电动机 温度过高	(1) 定子绕组有匝间短路或对地短路 (2) 离心开关触点不断开 (3) 启动绕组与工作绕组接错 (4) 电源电压不正常 (5) 电容器变质或损坏 (6) 定子与转子相碰 (7) 轴承不良	(1) 用短路测试器检查绕组是否有匝间短路,用兆欧表测量绕组对壳的绝缘电阻 (2) 检查离心开关触点、弹簧等,加以调整或修理 (3) 测量两组绕组的直流电阻,电阻大的为启动绕组 (4) 用万用表测量电源电压 (5) 更换电容器 (6) 找出原因对症处理 (7) 清洗或更换轴承
电动机 运行时噪 声大或振 动过大	(1) 定子与转子轻度相碰 (2) 转轴变形或转子不平衡 (3) 轴承故障 (4) 电动机内部有杂物 (5) 电动机装配不良	(1) 找出原因对症处理 (2) 如无法调整,则需更换转子 (3) 清洗或更换轴承 (4) 拆开电动机,清除杂物 (5) 重新装配
电动机 外壳带电	(1) 定子绕组在槽口处绝缘损坏 (2) 定子绕组端部与端盖相碰 (3) 引出线或接线处绝缘损坏与外壳相碰 (4) 定子绕组槽内绝缘损坏	(1) ~ (3) 寻找绝缘损坏处,再用绝缘材料与绝缘漆加强绝缘 (4) 重新嵌线
电动机 绝缘电阻 降低	(1) 电动机受潮或灰尘较多 (2) 电动机过热后绝缘老化	(1) 拆开后清扫并进行烘干处理 (2) 重新浸漆处理

第五节 直流电动机的使用与维修技术

一、直流电动机的结构

目前,我国使用的直流电动机主要有 Z2 和 Z4 两种系列,其外形如图 12-46 所示。两种系列电动机的内部结构大致相同,主要由定子和转子两大部分组成。

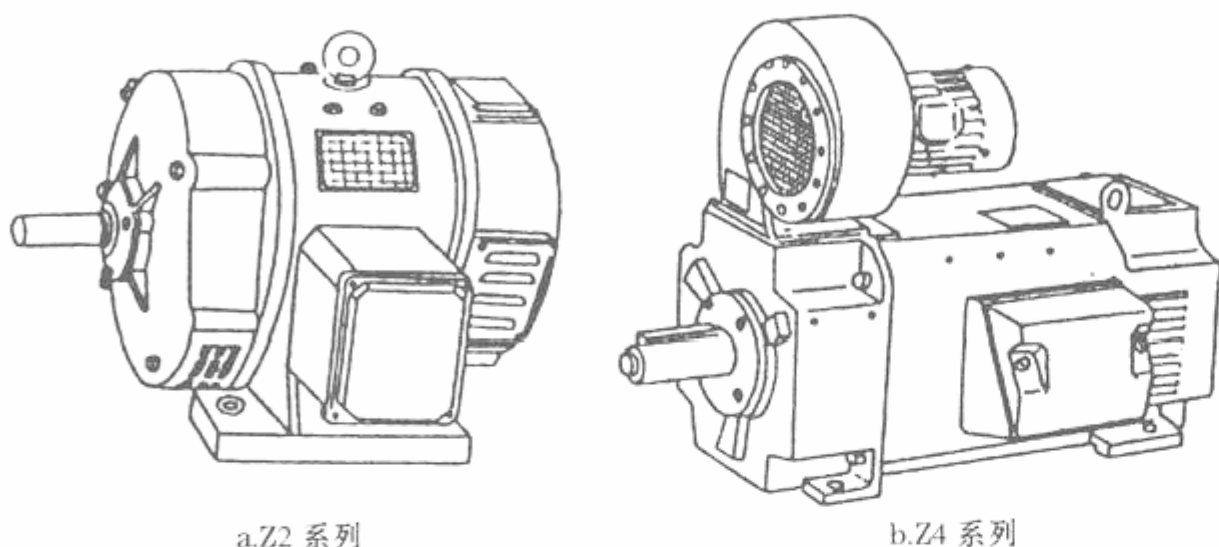


图 12-46 直流电动机外形

定子由机座、主磁极、换向极、前端盖、后端盖、电刷装置等部分组成。转子是由电枢铁芯、电枢绕组、换向器、转轴、风扇等部分组成。直流电动机的主要零部件如图 12-47 所示。

直流电动机的主磁场产生的方式不同,可分为永久磁铁励磁和励磁绕组励磁两大类。除功率较小的直流电动机用永久磁铁励磁外,广泛采用的是励磁绕组励磁,其励磁方式可分为他励式、自励式(并励式、串励式和复励式)等多种(图 12-48)。在自励式直流电动机中,并励式应用较为广泛。

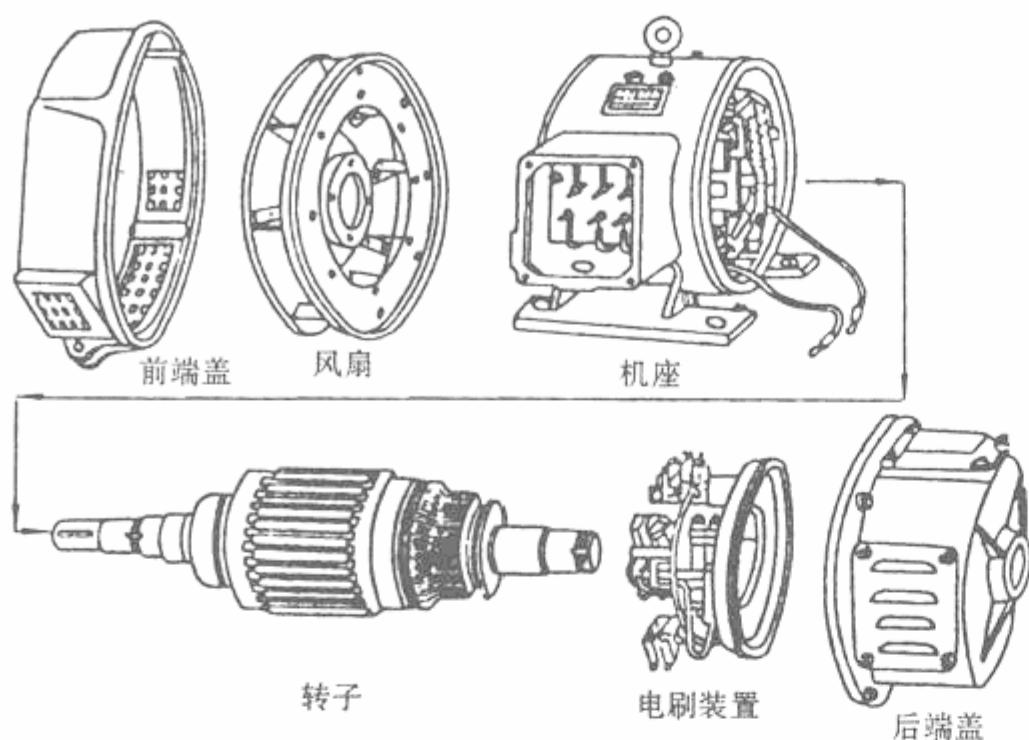


图 12-47 直流电动机的主要零部件形状

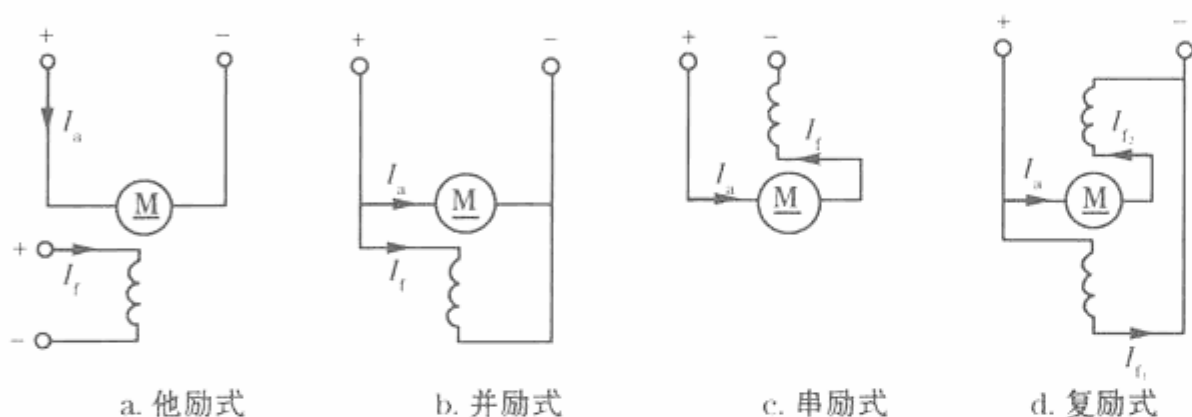


图 12-48 直流电动机的几种励磁线路

二、直流电动机的检修技术

电动机的拆装工序一般为拆卸、清洗零件、更换易损件、装配和试验。直流电动机拆卸前应在端盖与机座的连接处、刷架等处做好明显的标记,以便于装配。拆卸步骤如下:

1) 拆除电动机接线盒内的连接线。

2) 拆下换向器端盖(后端盖)上通风窗的螺栓,打开通风窗,从刷握中取出电刷,拆下接到刷杆上的连接线。

3) 拆下换向器端盖的螺栓、轴承盖螺栓,并取下轴承外盖。

4) 拆卸换向器端盖。拆卸时在端盖下方垫上木板等软材料,以免端盖落下时碰裂,用手锤通过铜棒沿端盖四周边缘均匀地敲击。

5) 拆下轴伸端端盖(前端盖)的螺栓,把连同端盖的电枢从定子内小心地抽出来,注意不要碰伤电枢绕组、换向器及磁极绕组,并用厚纸或布将换向器包好,用绳子扎紧。

6) 拆下前端盖上的轴承盖螺栓,并取下轴承外盖。

7) 将连同前端盖在内的电枢放在木架上或木板上,并用纸或布包好。

直流电动机保养或修复后的装配顺序与拆卸顺序相反,并按所做标记校正电刷的位置。

三、直流电动机的使用与维护技术

1. 直流电动机的使用

(1) 若直接启动时电流较大,会对电源及电动机本身带来不良的影响,所以一般的直流电动机都要采用降压措施来限制启动电流(功率较小的电动机可直接启动)。

(2) 当电动机采用降低电压启动时,要掌握电动机启动过程所需的时间。

(3) 在启动电动机时若出现意外情况时,应立即切断电源并检查原因。

(4) 电动机运行时,应观察电动机转速是否正常,有无噪声、振动等现象,有无冒烟或发出异味等现象,出现以上现象时应停机查找原因。

(5) 注意观察在直流电动机运行时,电刷与换向器表面的火

花情况。在额定负载下,一般直流电动机只允许有不超过 $1\frac{1}{2}$ 级的火花。

(6) 在使用串励电动机时,应注意不允许空载启动,不允许用带轮或链条传动;在使用并励或他励电动机时,应注意励磁回路绝对不允许开路,否则都可能因转速过高而造成“飞车”现象。

2. 直流电动机的维护及检修

(1) 直流电动机的维护保养:

① 换向器的维护保养:换向器表面应保持光洁、圆整,不得有机械损伤和火花灼痕。如有轻微灼痕时,可用 00 号砂纸在低速旋转着的换向器上仔细研磨(图 12-49)。如换向器表面出现严重的

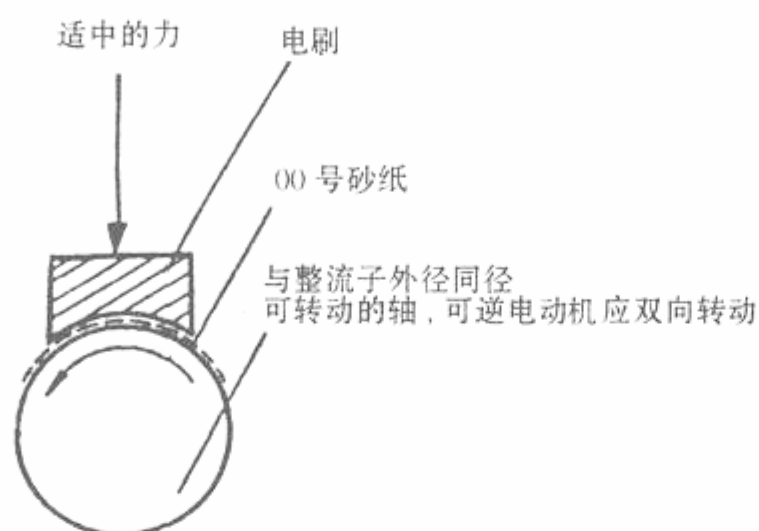


图 12-49 电刷的研磨方法

灼痕或粗糙不平、表面不圆有凸凹现象时;应拆下重新进行车削。车削完后应用如图 12-50 所示的自制拉槽工具将片间云母片下刻 $1 \sim 1.5 \text{ mm}$,并清除换向器表面的金属屑及毛刺等,最后用压缩空气将整个电枢吹干净后再进行装配。换向器在负载下长期运行后;表面会产生一层坚硬的深褐色的薄膜,这层薄膜能保护换向器不受磨损,因此要保护好这层薄膜。②电刷的使用:电刷与换向器表面应有良好的接触,电刷与刷盒的配合不宜过紧,应有少量的间隙。



图 12-50 拉槽工具的形状

(2) 直流电动机的常见故障及检修: 直流电动机的常见故障及排除方法见表 12-10。

表 12-10 直流电动机常见故障及处理方法

故障现象	故障可能原因	故障处理方法
不能启动	(1) 电源无电压 (2) 励磁回路断开 (3) 电刷回路断开 (4) 有电源但电动机不转	(1) 检查电源及熔断器 (2) 检查励磁绕组启动器 (3) 检查电枢绕组及电刷与换向器接触是否良好 (4) 负载过重或电枢被卡死或启动设备不合要求所致, 应分别检查
转速不正常	(1) 转速过高 (2) 转速过低	(1) 检查电源电压是否过高, 主磁场是否过弱, 电动机负载是否过轻 (2) 检查电枢绕组是否有断路、短路、接地等故障, 检查电刷压力及电刷位置, 检查电源电压是否过低及负载是否过重, 检查励磁绕组回路是否正常
电刷火花过大	(1) 电刷不在中性线上 (2) 电刷压力不当或与换向器接触不良或电刷磨损或电刷牌号不对 (3) 换向器表面不光滑或云母片凸出 (4) 电动机过载或电源电压过高 (5) 电枢绕组、磁极绕组或换向极绕组故障 (6) 转子动平衡未校验好	(1) 调整刷杆位置 (2) 调整电刷压力、研磨电刷与换向器接触面、调换电刷等 (3) 研磨换向器表面、下刻云母槽等 (4) 降低电动机负载及电源电压 (5) 分别检查原因处理 (6) 重新校验转子动平衡
过热或冒烟	(1) 电动机长期过载 (2) 电源电压过高或过低 (3) 电枢、磁极、换向极绕组故障 (4) 启动或正、反转过于频繁	(1) 更换功率大的电动机 (2) 检查电源电压 (3) 分别检查原因处理 (4) 避免不必要的正、反转
电动机外壳带电	(1) 各绕组绝缘电阻太低 (2) 出线头碰机座 (3) 各绕组绝缘损坏造成对地短路	(1) 烘干或重新浸漆 (2) 修复出线头绝缘 (3) 修复绝缘损坏处

第十三章 家用电器及其 安装维修技术

第一节 家用电器线路导线的选择

一、家用电负荷计算

1. 负荷计算 线路负荷的类型不同,其负荷电流的计算方法也不同。线路负荷一般分为纯电阻性负荷和感性负荷两类。

(1) 纯电阻性负荷如白炽灯、电热器等,其电流可按下式计算:

$$\text{电流(A)} = \frac{\text{功率(W)}}{\text{电压(V)}}$$

如一只额定电压为 220 V,功率为 1 000 W 的电饭锅,其电流为

$$1\,000\text{ W}/220\text{ V} \approx 4.55(\text{A})$$

(2) 感性负荷如荧光灯、电视机、洗衣机等,其负荷电流可按下式计算:

$$\text{电流(A)} = \frac{\text{功率(W)}}{\text{电压(V)} \times \text{功率因数} \cos\varphi}$$

公式中的功率是指整个用电器的负荷功率,而不是其中某一部分的负荷功率。如荧光灯的负荷功率,等于灯管的额定功率与镇流器消耗功率之和;洗衣机的负荷功率,等于整个洗衣机的输入

功率,而不仅指洗衣机电机的输出功率。由于洗衣机中还有其他耗能器材,使洗衣机实际消耗功率常常要比电动机的额定功率高出1倍以上。例如额定输出功率为90~120 W的洗衣机,实际消耗功率为200~250 W。

荧光灯没有电容器补偿时,其功率因数可取0.5~0.6;有电容器补偿时,可取0.85~0.9。荧光灯的功率应为灯管功率与镇流器功率之和。不同功率的荧光灯灯管所配镇流器的功率见表13-1。

表 13-1 荧光灯功率核算表

灯管标定功率(W)	8	10	12	15	20	30	40
配用镇流器消耗功率(W)	4	5	5	7.5	8	8	8
总耗电功率(W)	12	15	17	22.5	28	38	48

如:一盏40 W荧光灯,正常工作时通过它的电流为

$$(40 + 8) / (220 \times \cos\varphi) = 48 / (220 \times 0.53) = 0.41(\text{A})$$

(3)单相电动机如洗衣机、电冰箱的电动机电流,可按下式计算:

$$\text{电流(A)} = \frac{\text{功率(W)}}{\text{电压(V)} \times \text{功率因数} \times \text{效率}}$$

如果电动机铭牌上无功率因数和效率数据可查,则电动机的功率因数和效率都可取0.75。

如:一台单相电动机,功率为750 W,正常工作时,它的电流为

$$\frac{750}{220 \times 0.75 \times 0.75} = 6.06(\text{A})$$

2. 总负荷电流的计算 家庭用电总负荷电流不等于所有用电设备电流之和,而是要考虑这些用电设备的同时用电率,总负载电流的计算式为

总负载电流:用电量最大的一台家用电器的额定电流 + 同时用电率 × 其余用电设备的额定电流之和

一般家庭同时用电率可取 0.5 ~ 0.8, 家用电器越多, 此值取得越小。常用电器的功率及电流见表 13-2。

表 13-2 常用电器功率及电流(220 V, 50 Hz)

电器名称	功率(W)	额定电流(A)	功率因数 $\cos\varphi$
照明电灯	200	0.9	1
彩色电视机	100	0.45	0.7 ~ 0.9
组合音响	300	1.36	0.7 ~ 0.9
电冰箱	120	0.55	0.3 ~ 0.4
洗衣机	300	1.36	0.5 ~ 0.6
电风扇	80	0.36	0.9
电熨斗	1 000	4.55	1
食品粉碎机	300	1.36	0.9
微波炉	1 000	4.55	0.7
排风扇	250	1.34	0.9
DVD	50	0.23	0.9
电饭煲	800	3.64	1
吸油烟机	60	0.27	0.9
电脑(含打印机)	350	1.59	0.9
空调器	1 125	5.11	0.7 ~ 0.9
吸尘器	800	3.64	0.94
消毒碗柜	700	3.18	0.9
冷热饮水机	800	3.64	1
电淋浴器	2 000	9.09	1
电烤箱	1 000	4.55	1
取暖器	2 000	9.09	1
红外线医疗器	1 000	4.55	1
录像机	50	0.23	0.9

家庭用电量和设备规格的选用见表 13-3。

表 13-3 家庭用电量和设备规格的选用

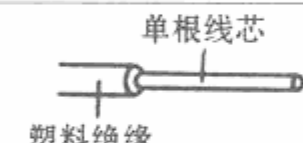
套型	使用面积 (m^2)	用电负荷 (kW)	计算电流 (A)	进线总开关 脱扣器额定 电流(A)	电度表容量 (A)	进户线规格 (mm^2)
一类	50 以下	5	20.20	25	10(40)	BV-3×4
二类	50~70	6	25.30	30	10(40)	BV-3×6
三类	75~80	7	35.25	40	10(40)	BV-3×10
四类	85~90	9	45.45	50	15(60)	BV-3×16
五类	100	11	55.56	60	15(60)	BV-3×16

二、导线的选择

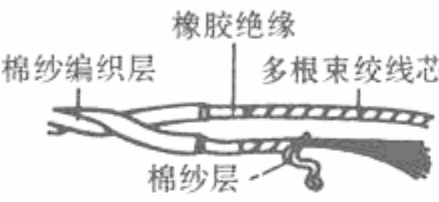
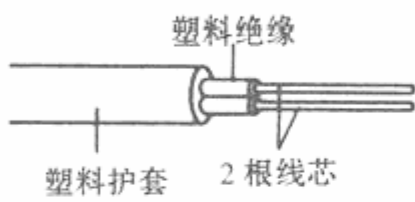
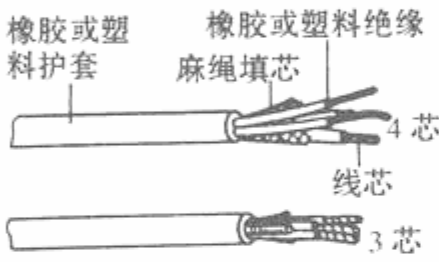
1. 按电压选择 通常使用的电源有单相 220 V 和三相 380 V。不论是 220 V 供电电源,还是 380 V 供电电源,导线均应采用耐压 500 V 的绝缘电线;而耐压为 250 V 的聚氯乙烯塑料绝缘软电线(俗称胶质线或花线),只能用作吊灯用导线,不能用于布线。

2. 根据不同的用途选择 常用绝缘导线的用途见表 13-4。

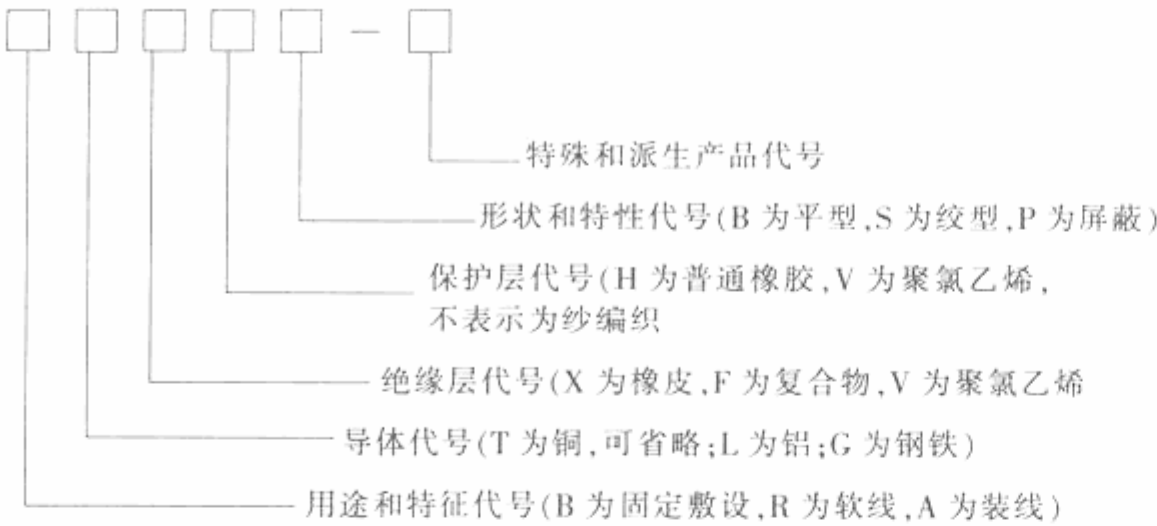
表 13-4 常用绝缘导线的结构、型号及用途

结构	型号	名称	用途
	BV	聚氯乙烯绝缘铜芯线	用于作为交直流额定电压为 500 V 及以下的户内照明和动力线路的敷设导线,以及户外沿墙支架敷设的导线
	BLV	聚氯乙烯绝缘铝芯线	
	BX BLX	铜芯橡胶线 铝芯橡胶线(俗称皮线)	

续表

结 构	型号	名称	用途
塑料绝缘多根束绞线芯 	BVR	聚氯乙烯绝缘铜芯软线	适用于活动不频繁场所的电源连接线
 绞合线 平行线	RVS (或 RFS) RVB (或 RFB)	聚氯乙烯绝缘双根绞合软线(丁腈聚氯乙烯复合绝缘) 聚氯乙烯绝缘双根平行软线(丁腈聚氯乙烯复合绝缘)	用来作为交直流额定电压为250 V及以下的移动电具、吊灯的电源连接线
 橡胶绝缘 棉纱编织层 多根束绞线芯 棉纱层	BXS	棉纱编织橡胶绝缘双根绞合软线(俗称花线)	
 塑料绝缘 塑料护套 2根线芯	BVV BLVV	聚氯乙烯绝缘和护套铜芯线(2根或3根) 聚氯乙烯绝缘和护套铝芯线(2根或3根)	用来作为交直流额定电压为500 V及以下的户内外照明和小容量动力线路的敷设导线
 橡胶或塑料护套 橡胶或塑料绝缘 麻绳填芯 4芯 线芯 3芯	RHF RH	氯丁橡胶套软线 橡胶套软线	用于移动电器的电源连接导线,或用于插座板电源连接导线,或短期临时送电的电源馈线

电线型号的含义：



3. 导线颜色的选择 敷设导线时,相线 L、零线 N 和保护零线 PE 应采用不同颜色的导线。导线颜色的规定见表 13-5。

表 13-5 导线颜色的相关规定

类别	颜色标志	线别	备 注
一般用途导线	黄色	相线 L ₁ 相	U 相
	绿色	相线 L ₂ 相	V 相
	红色	相线 L ₃ 相	W 相
	浅蓝色	零线或中性线	
保护接地(接零)中性线(保护零线)	绿/黄双色	保护接地(接零)中性线(保护零线)	颜色组合 3:7
二芯(供单相电源用)	红色 浅蓝色	相线 零线	
三芯(供单相电源用)	红色 浅蓝色(或白色) 绿/黄色(或黑色)	相线 零线 保护零线	
三芯(供三相电源用)	黄、绿、红色	相线	无零线
四芯(供三相四线制用)	黄、绿、红色 浅蓝色	相线 零线	

如果因条件限制,往往不能按规定要求选择导线颜色,这时可遵照以下要求使用导线。

(1)相线可使用黄色、绿色或红色中的任一种颜色,但不允许使用黑色、白色或绿/黄双色的导线。

(2)零线可使用黑色导线,没有黑色导线时也可用白色导线。如果住宅单相电源的相线使用红色导线,则零线可使用黄色或绿色导线;如果相线使用绿色导线,则零线可使用黄色导线。零线不允许使用红色导线。三相四线制的零线应使用浅蓝色或黑色的导线,也可用白色导线,不允许使用其他颜色的导线。

(3)保护零线应使用绿/黄双色的导线,如无此种颜色导线,也可用黑色的导线。但这时零线应使用浅蓝色或白色的导线,以便两者有明显的区别。否则,在插座接线时很容易将零线误接在保护接地(接零)极上,使用时将会造成触电等事故。保护零线不允许使用除绿/黄双色线和黑色线以外的其他颜色的导线。为了确保用电安全,保护零线应尽量选用绿/黄双色线。现在,我国已执行国际标准,采用绿/黄双色导线作保护零线。使用时必须注意,切不可因保护零线颜色不同而接错线。当没有充分把握时,应看说明书或拆开机器仔细辨认,也可以用万用表判别,切不可主观臆断。

4. 导线截面的选择 导线的截面积以 mm^2 为单位。除了弱电系统使用的软线外,有以下常用规格:1.0 mm^2 、1.5 mm^2 、2.5 mm^2 、4 mm^2 、6 mm^2 、10 mm^2 、16 mm^2 、25 mm^2 、35 mm^2 、50 mm^2 等。导线的截面积越大,允许通过的安全电流就越大。在同样的使用条件下,铜导线比铝导线可以小一号。例如:使用截面 4 mm^2 的铝导线,可以用截面 2.5 mm^2 的铜导线代替,而截面 2.5 mm^2 的铝导线可以用截面 1.5 mm^2 的铜导线代替。

在选择导线的截面时,主要是根据导线的安全载流量来选择导线的截面。家用电路的导线截面通常可按铜芯绝缘导线为 3~4 A/mm^2 、铝芯绝缘导线为 2~3 A/mm^2 选择。一般来说,照明

线路所接的电线截面积为 1.5 mm^2 的铜芯线即可,而插座线路的电线截面以 2.5 mm^2 的铜芯线为宜。空调线路,则应接 4 mm^2 的铜芯线。

在选择导线时,还要考虑导线的机械强度。有些小负荷的设备,虽然选择很小的截面就能满足允许电流的要求,但还必须查看其是否满足导线机械强度所允许的最小截面,如果这项要求不能满足,就要按导线机械强度所允许的最小截面重新选择。表 13-6 列出了各机械强度允许的导线最小截面。

表 13-6 机械强度允许的导线最小截面

用途及敷设方式	线芯的最小截面(mm^2)		
	铜芯软线	铜线	铝线
照明用灯头线			
(1)屋内	0.4	1.0	2.5
(2)屋外	1.0	1.0	2.5
移动式用电设备			
(1)生活用	0.75		
(2)生产用	1.0		
架设在绝缘支持件上的绝缘导线其支持点间距			
(1)2 m 及以下,屋内		1.0	2.5
(2)2 m 及以下,屋外	—	1.5	2.5
(3)6 m 及以下		2.5	4
(4)15 m 及以下		4	6
(5)25 m 及以下		6	10
穿管敷设的绝缘导线	1.0	1.0	2.5
塑料护套线沿墙明敷设	—	1.0	2.5
预制板板孔穿线敷设的导线	—	1.5	2.5

三、电线的选购

1. 铜芯绝缘线的选购 铜芯绝缘线的选购方法如下。

(1)称质量法:可用一个最简单的称质量的方法来辨别。根据国家规定,不同型号的电线,其每米的质量是定值。如质量不足,不是电线直径小就是长度短少,这种电线就不能用。

(2)测量线径法:就是用千分卡尺量测线径。如线径不足,将会影响电线荷载能力。当线径粗了而质量不足,说明电线芯材不是纯正的电解铜,属于劣质品,不能使用。

2. 铝芯绝缘线的选购 铝芯绝缘线的优劣产品对照见表13-7。

表 13-7 铝芯绝缘线优劣产品对照表

项目	优质产品	劣质产品
内芯	优质铝线线芯为银白色,柔软	劣质铝芯绝缘电线线芯颜色发乌、较硬。若现场做接线试验,则硬如钢丝,稍短的线头根本无法绞合
外观	优质铝线外皮颜色较艳,并打印有生产厂家名称或型号	劣质铝芯绝缘电线外观陈旧,根本无厂名、型号等标识
包皮	铝线外包皮与芯线接触紧密	劣质铝芯绝缘电线线皮与芯线接触很松,“套”大芯小
长度	优质铝线每盘长度误差一般在1%~2%	劣质铝线每盘误差一般达10%~20%

3. 电线槽管的选购 电线槽管的优劣产品对照见表13-8。

表 13-8 电线槽管优劣产品对照表

项目	优质产品	劣质产品
外观	尺寸定型好,外观色泽稳定,手感平滑,两头切口平整,扣接配合良好	尺寸不稳定,手感粗糙,两头切口有毛边,扣接配合不良
喷字	厂名等字迹清楚,是采用先进的喷码技术喷在产品上的	厂名等字迹模糊且不平行

续表

项目	优质产品	劣质产品
编号	正规企业的产品在每根线槽、线管喷字内容的末端加喷编号(一般为五位数字左右),每扎中的每条产品号码各不相同,并且是连号	同一扎产品不连号或出现重号,甚至根本就没有编号
用酒精擦涂	不易将字迹擦掉	极易将字迹擦掉

第二节 电风扇的安装及维修技术

一、吊扇的安装要求

(1)吊扇安装高度要合适,一般以扇叶离地面 $2.5 \sim 3$ m为宜,太低了容易伤人;扇叶与天花板的距离应不小于 $400 \sim 500$ mm,以免影响扇叶的叶背气流,降低风量。

(2)悬挂吊扇的吊钩应采用直径不小于8 mm的钢筋,一般用 $8 \sim 10$ mm直径的钢筋,不可用铁丝绑扎,以免造成吊扇跌落事故。

(3)吊扇组装时,严禁改变扇叶角度;扇叶的固定螺钉应装设防松装置;吊杆与扇头(电机)之间螺纹的啮合长度每端不得小于20 mm,且应装设防松装置。

(4)调速开关应与吊扇配套,接线应正确,运转时扇叶不应有明显颤动。

二、吊钩的安装技术

由于吊扇在运转时,其连杆会有一定幅度的摆动,所以与顶棚之间的安装不能像吊灯那样完全固定,而是要有一定的“自由度”。吊扇连杆顶端均设置一个橡胶或塑料轮,应通过这个轮与顶棚安装装置连接,连接件可采用钢质挂钩。

(1) 吊钩在空心预制板上安装: 在需要安装吊钩的空心预制板处打一个直径为 40 mm 左右的孔。放入直径为 10 mm、长 100 mm 的钢筋, 用自制的吊钩与钢筋连接, 如图 13-1a 所示; 也可以放入一条长 100 mm、截面为 20 mm × 5 mm 的扁铁, 其中心打一个通孔, 并套上不小于 M8 (应与吊钩配套) 的螺纹, 同时在孔的上方焊一个 8 mm 的螺帽, 最后将吊钩旋在铁板的螺纹孔内, 如图 13-1b 所示。

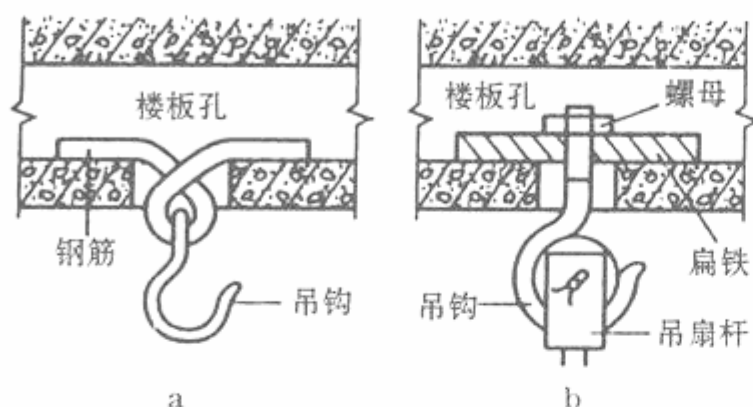


图 13-1 电扇吊钩的安装

(2) 吊钩在预制梁上安装: 用 40 mm × 3 mm 扁钢按图 13-2 所示形状先预制好吊钩架。吊钩架的底宽应按梁底宽度制作, 架

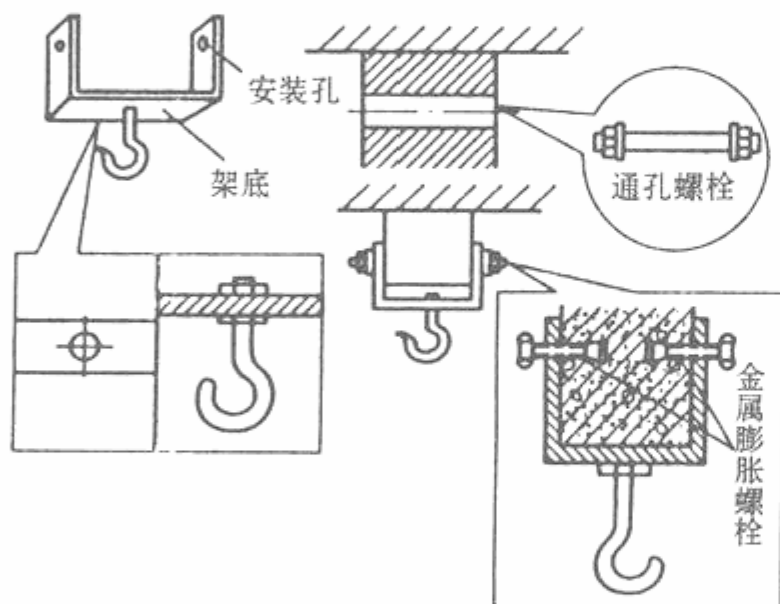


图 13-2 电扇吊钩在梁壁上的安装

高应按梁高(梁顶至梁底)的 $1/2$ 加 100 mm 制作;安装孔应按梁高 $1/2$ 加 50 mm 加工,吊钩安装孔应钻在架底的中点。吊钩与架底的组合,可用两只螺母加平垫圈和弹簧垫圈来紧固,也可采用焊接固定。吊钩与梁壁的组合,可采用通孔穿入螺栓来固定,也可采用梁壁两侧相对各装一个膨胀螺栓来固定。

三、吊扇的接线

固定好吊钩,在安装吊扇前,先将扇头(带吊臂)安装妥当,接好线路,再将扇叶固定在扇头上(扇叶的凹面应向下)。如果先固定扇叶再装扇头不但妨碍安装,而且容易造成扇叶变形。吊扇的安装如图 13-3 所示。

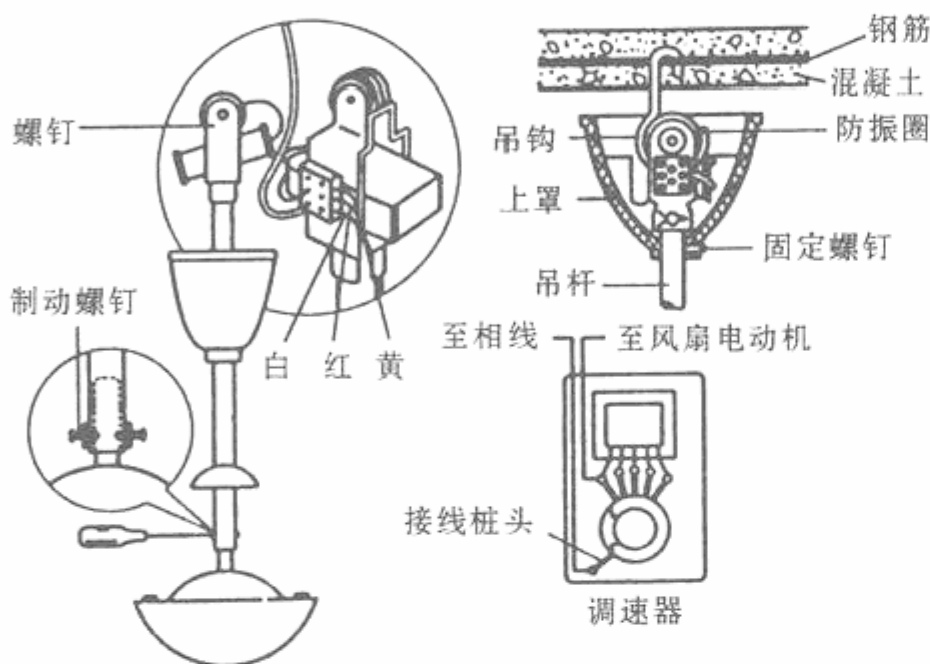


图 13-3 吊扇的安装

吊扇安装好并检查无误后,即可通电试运转。如果发现转速慢、反转、停转等毛病,应及时断电检查接线是否正确。吊扇的接线如图 13-4 所示。图中 1、2、3 各引出线的颜色为红、黄、白或红、绿、黑等,不同牌号的吊扇,引出线的颜色可能不同。接线时应

严格按照使用说明书上的接线图接线。

如果说明书遗失或不能从引出线的颜色来判断各端的功能时,则需要先找出哪个是工作绕组,哪个是启动绕组。可以用万用表的电阻挡来区分工作绕组和启动绕组。

先用万用表的电阻挡轮流测量三

根线头之间的电阻,当测得电阻阻值最大时,则它就是电动机的工作绕组和启动绕组串联后的总阻值,剩下的一个头就是公共头了。然后将万用表的一根表笔搭在公共头上,用另一根表笔分别接触另外两个线头,分别测出两个绕组的电阻值。其中,阻值较小的绕组是工作绕组,阻值较大的是启动绕组。

四、换气扇的安装技术

换气扇一般安装在窗户上,或安装在墙上,安装方法应根据安装位置的具体条件决定。

1. 窗户上安装 在窗框上安装,先取下或割下一块玻璃,再另做一个木框镶套在钢窗框内,如图 13-5a 所示。木框内围尺寸与换气扇框架尺寸相同,木框厚度不小于 20 mm。另外,取四片刚性较强的长条形金属板,宽约 20 mm、厚 2~3 mm、长度可根据窗框大小确定,只要金属板长度超出窗角即可。在金属板中心钻有小孔,以便穿过螺栓。在木框四角确定好钻孔的位置后钻出四个小孔。

安装时,先将木框嵌入窗框内,从木框外侧穿上长度合适的螺

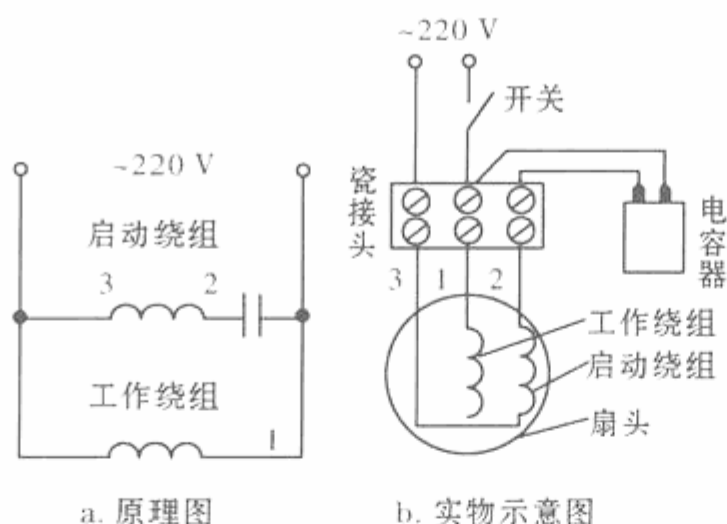


图 13-4 单相电容运转式感应吊扇的接线

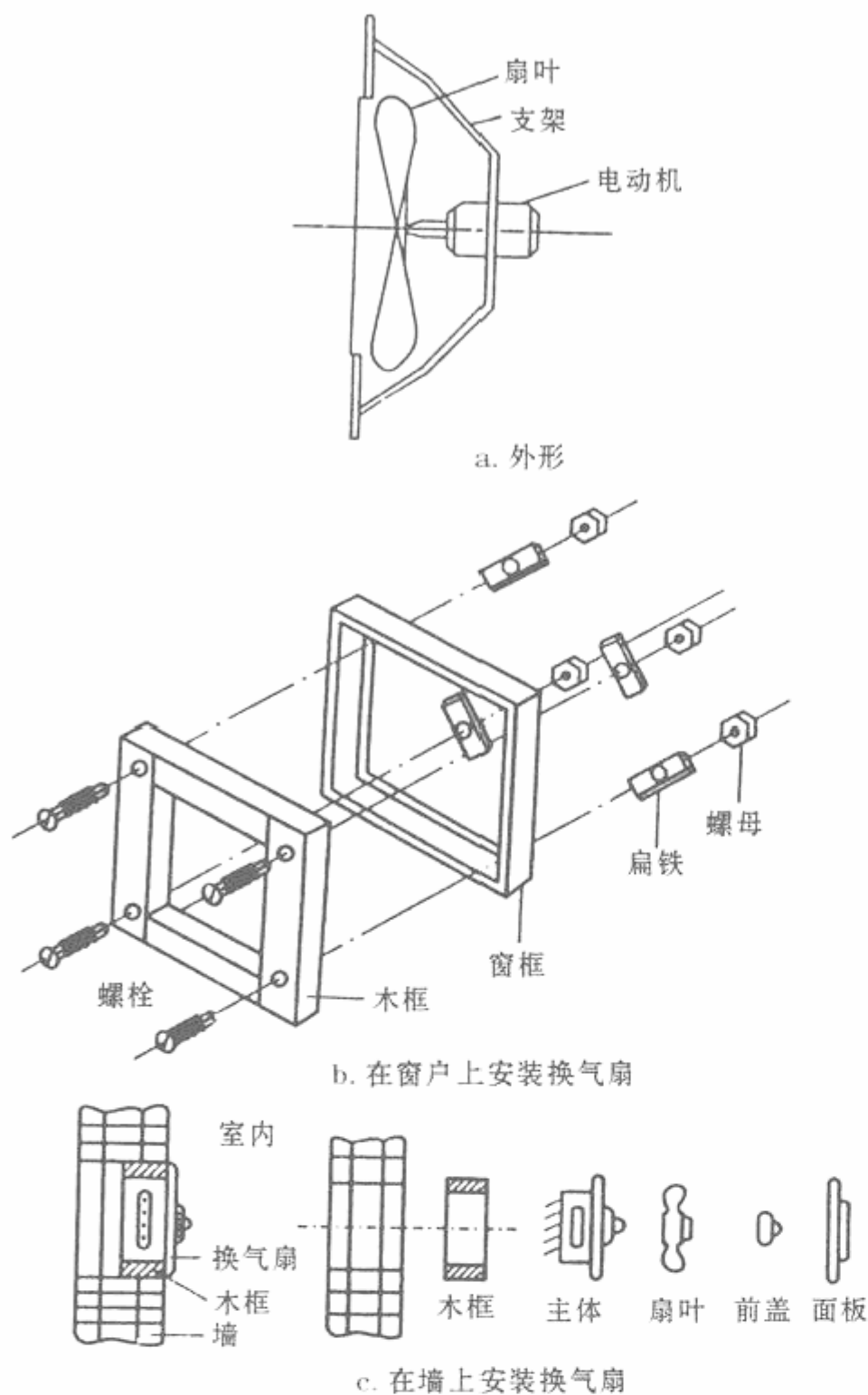


图 13-5 换气扇的安装程序

杆,再从窗框内侧套上四块金属板,使金属板卡在窗框角的两边,旋紧螺母。旋紧螺母时应使四边受力均匀,这样金属板就与木框

紧紧夹住。最后用木螺钉将换气扇固定在木框上。

2. 墙上安装 先在墙上开洞,再在洞内嵌入一个木框。木框的尺寸与洞口基本一致。然后用木楔把木框固定牢固,四周用水泥砂浆封固。待水泥砂浆干燥后,把换气扇嵌入木框中,用木螺钉穿过换气扇框上的安装孔拧在木框上,如图 13-5b 所示。

五、电风扇常见故障及修理技术

电风扇的种类很多,按照结构特点可分为台扇、落地扇和吊扇等。

1. 台扇 台扇又称台式电风扇,主要由电动机、扇叶、底座、网罩、定子开关、摇头开关、调速开关等组成,如图 13-6 所示。台扇的安装如图 13-7 所示。

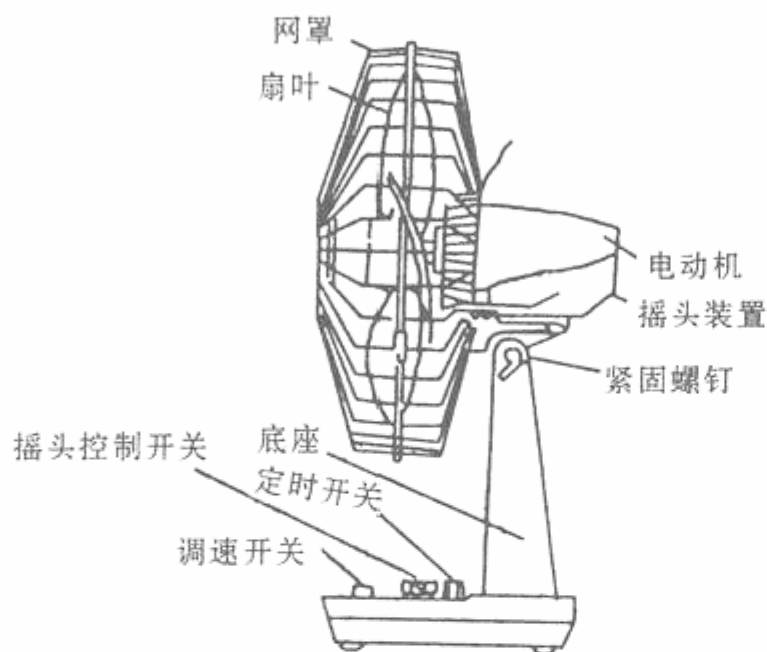


图 13-6 台扇的外形结构

电风扇常用电动机有以下两种:一种是单相电容运转式感应电动机;另一种是单相罩极式感应电动机。单相电容运转式感应电动机结构如图 13-4 所示。单相罩极式感应电动机结构如图 13-8 所示,主要特点是结构简单,运行时噪声小,耗电少,平稳可靠。

家用各种风扇除罩极式交直两用外,交流电扇大都采用电容

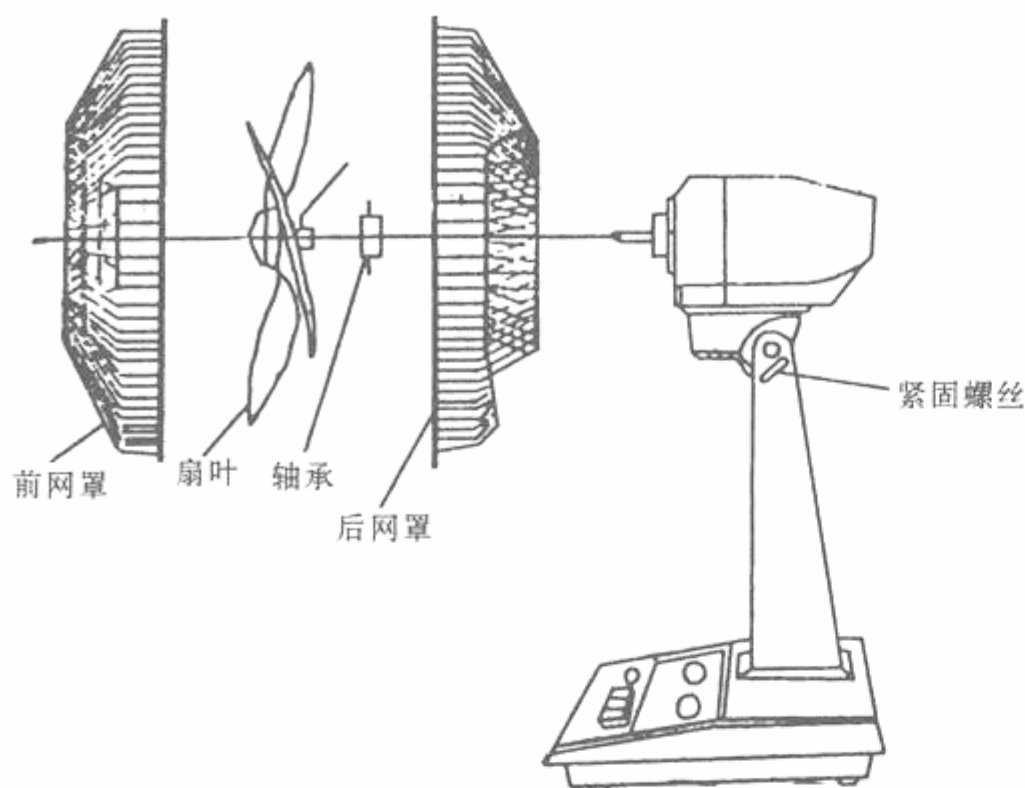


图 13-7 台扇的安装示意

式电动机,利用移相启动,转速的快慢决定风力的大小。罩极式电动机如图 13-9 所示,电容式电动机如图 13-10 所示。电扇一个重要的标准是安全、噪声小。其保养是每年加一次油,平时防潮,不用时干燥存放。

2. 落地扇 落地扇高度的调整如图 13-11 所示,扇头仰俯角的调整如图 13-12 所示。

3. 吊扇 吊扇一般悬吊在房子的中间,用 12 mm 的圆钢弯成 U 形环或 J 形勾牢固地预埋在楼板或天花板上,埋入部分也要弯一段,使之稳固又能承受吊扇的重量。对木板楼房,吊环可反扎或穿过楼板梁上。将吊杆的橡皮轮卡在吊环中,并穿入销钉。吊杆

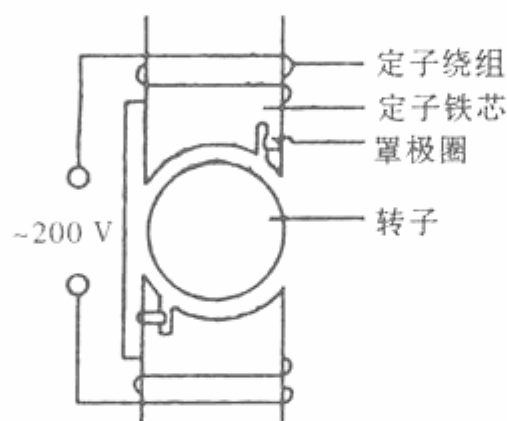


图 13-8 单相罩极式感应电动机结构

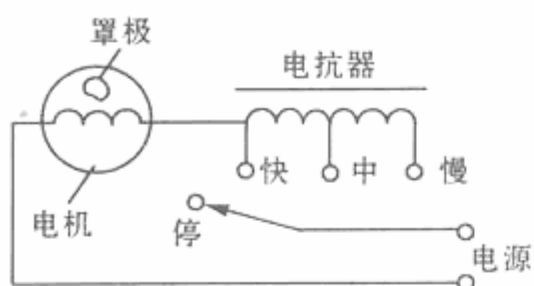


图 13-9 罩极式电动机电抗器调速原理

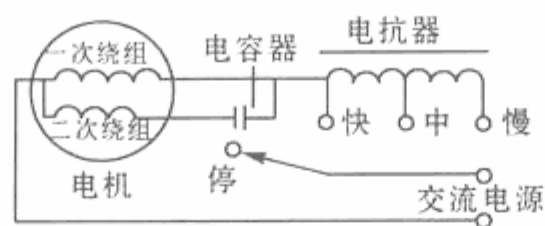


图 13-10 电容式电动机电抗器调速原理



图 13-11 落地式电风扇扇头高度的调节方法

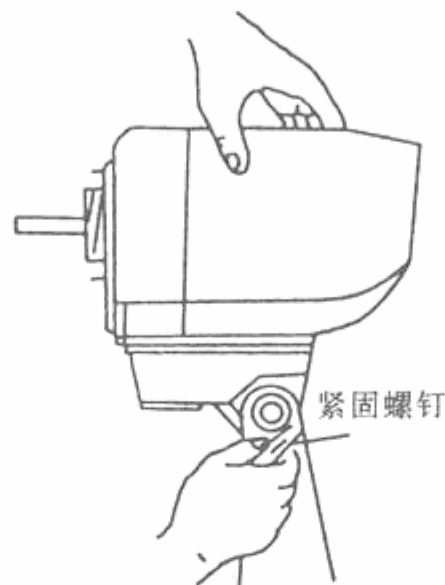


图 13-12 扇头仰俯角的调整方法

长度要适宜,如果太短,风叶靠近楼板,风量减少,可将吊环加长到适合长度;如果太长,风叶太低,风量集中,也不安全,可将吊杆锯掉一节,钻好穿销钉的孔。吊扇外形结构和接线如图 13-13 所示。

4. 电扇常见故障及其修理技术 电风扇故障检修程序如图 13-14 ~ 图 3-16 所示。电风扇常见故障、原因及排除方法见表 13-9。

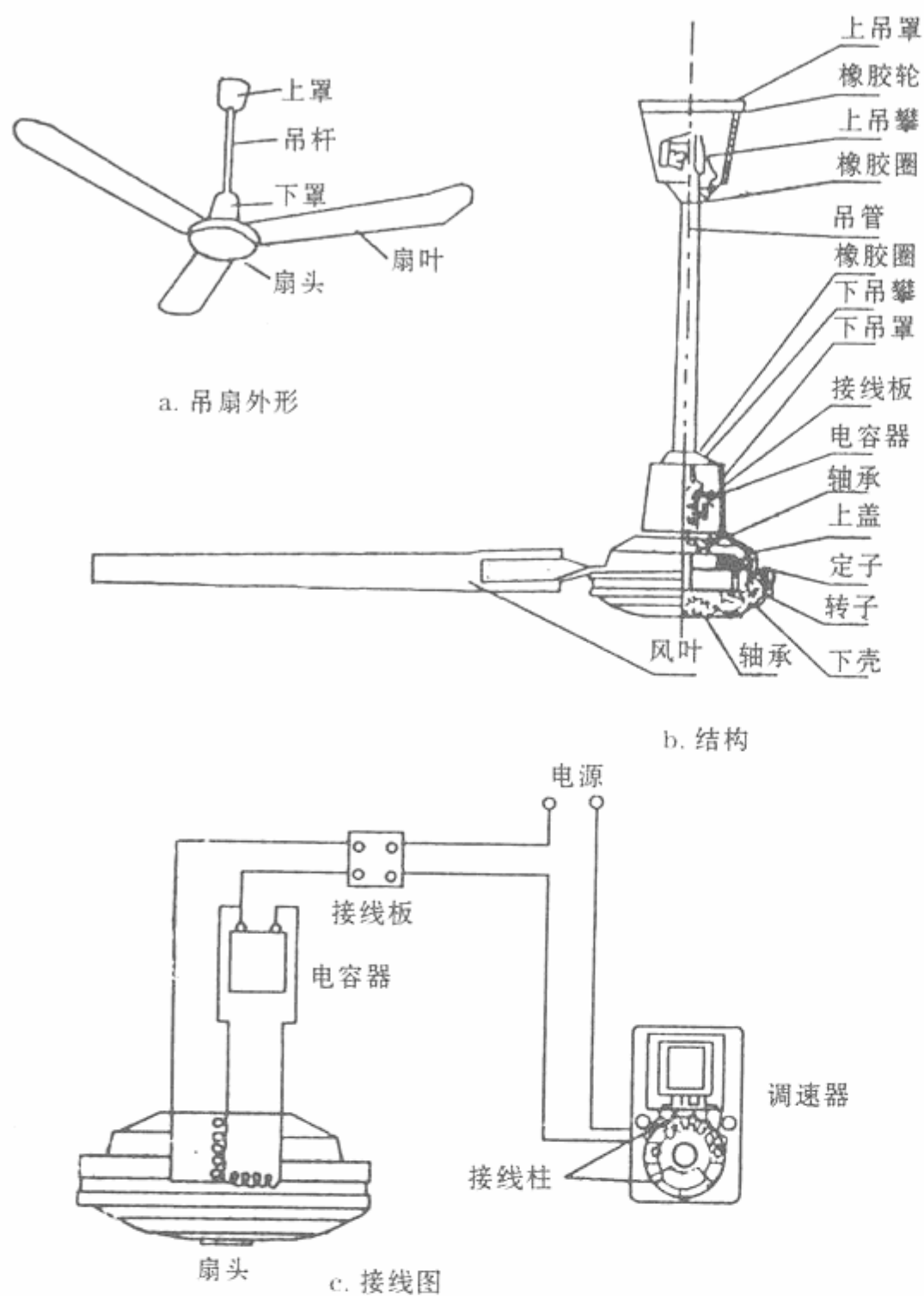


图 13-13 吊扇的安装、接线

表 13-9 电风扇常见故障及修理

故障现象	故障产生原因	故障修理方法
风扇不转动	(1) 保险丝烧坏 (2) 电源线与电源插头的连接螺钉松动 (3) 电源接线有错, 三桩头引线相线与地线位置接错 (4) 电容器击穿损坏 (5) 定时开关或调速开关接触不良 (6) 轴承太紧或缺油 (7) 电动机损坏不转	(1) 更换同规格的保险丝, 接好并上紧螺钉 (2) 重新接好 (3) 调换接线位置 (4) 更换电容器 (5) 检查修复或更换开关 (6) 查看轴承, 适当放松轴承孔或清洗加油 (7) 送交修理部门修理
摇头失灵	(1) 齿轮磨损 (2) 齿轮杠杆松脱 (3) 离合器弹簧断裂 (4) 摇头拉线松动 (5) 摇头拉线损坏 (6) 摇头开关接触不良	(1) 更换齿轮 (2) 校正杠杆位置 (3) 更换弹簧 (4) 校正拉线位置 (5) 更换摇头拉线 (6) 修理或更换摇头开关
风扇运转时 振动, 响声大	(1) 扇叶不平衡或变形 (2) 轴承松动或损坏 (3) 转子不平衡或轴伸头弯曲变形 (4) 风扇长期使用后, 轴承内径磨损	(1) 校正扇叶, 若变形厉害则需更换扇叶 (2) 紧固轴承或更换轴承 (3) 更换转子或校直转轴 (4) 更换轴承
外壳带电	(1) 接地不良 (2) 电容器漏电 (3) 连接线或引出线绝缘老化损坏, 使带电导线与外壳相碰	(1) 装好接地线 (2) 更换电容器 (3) 更换绝缘老化损坏的导线

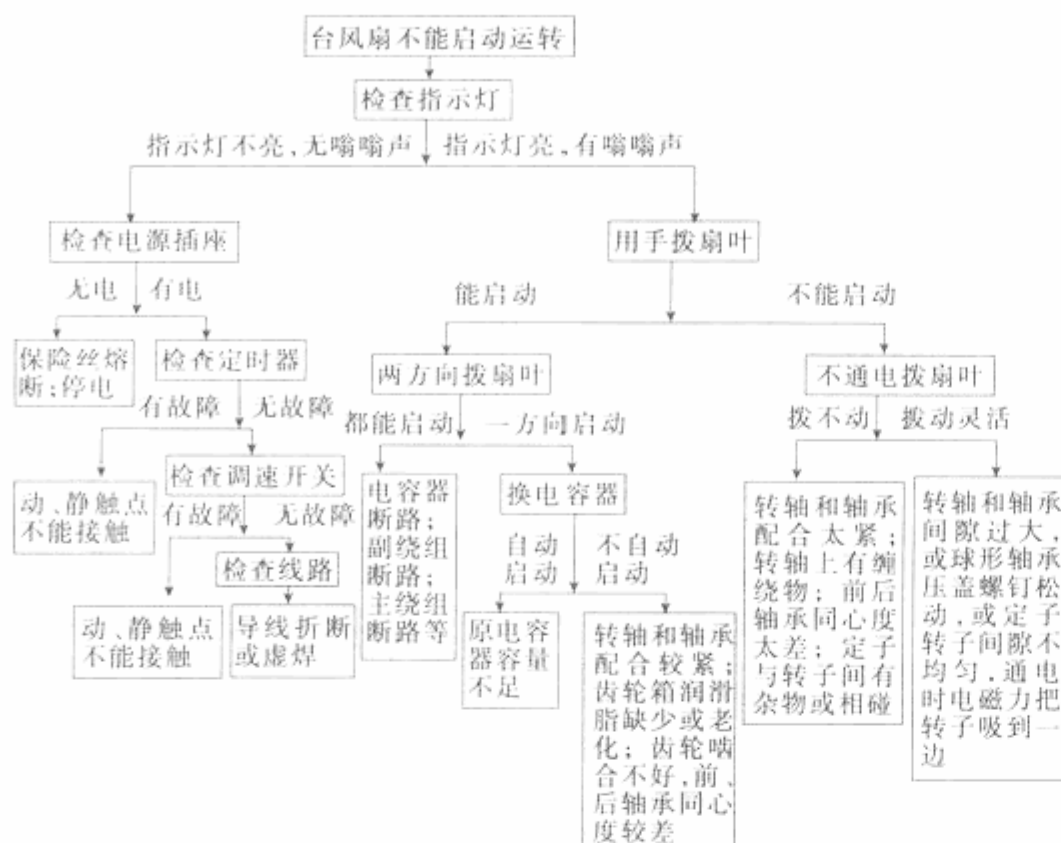


图 13-14 电风扇无法启动运转的检修程序

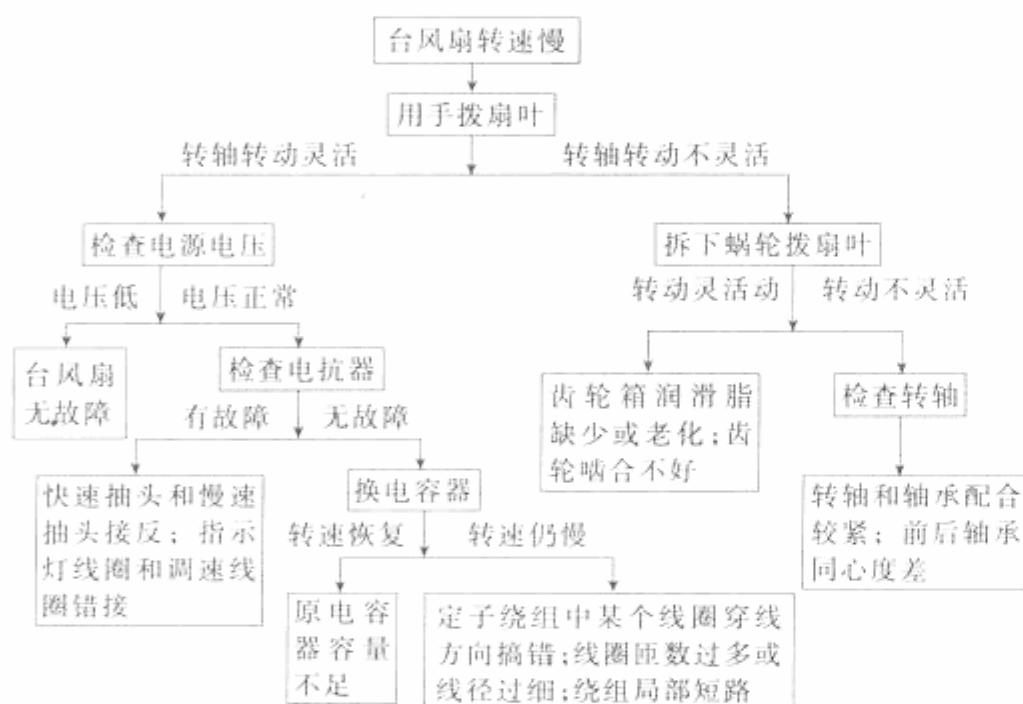


图 13-15 电风扇转速慢的检修程序

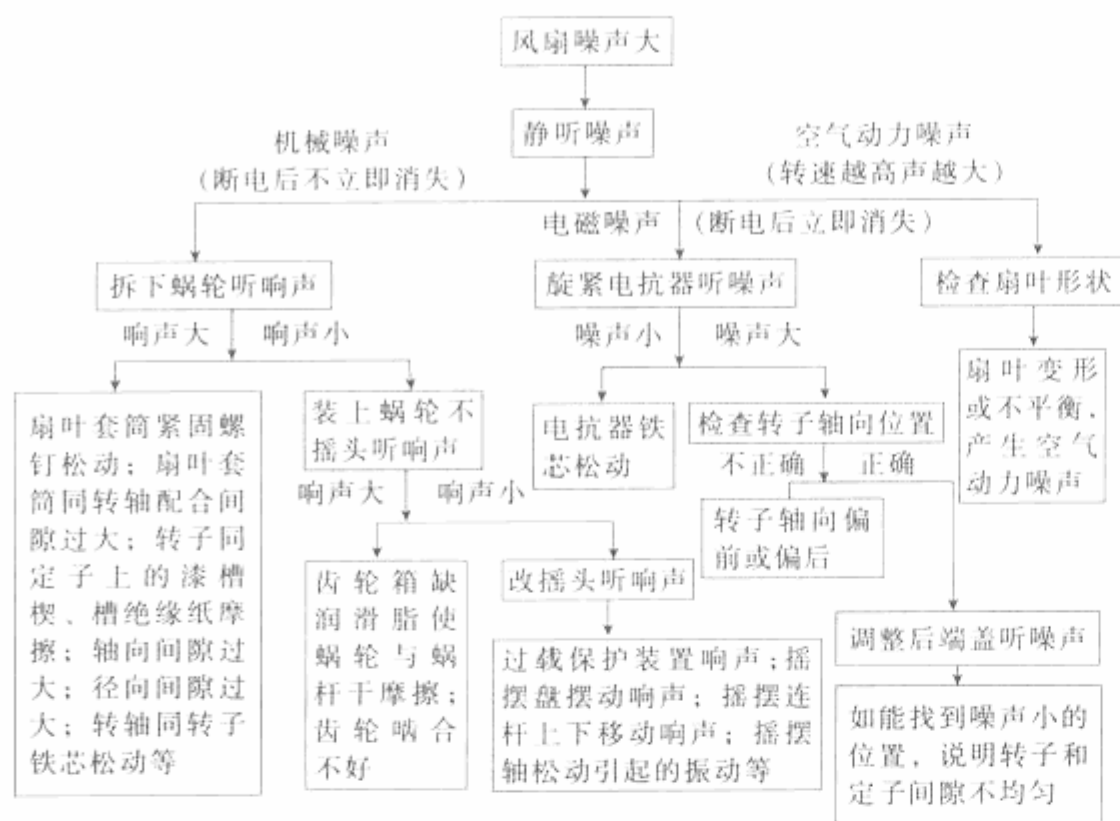


图 13-16 电风扇噪声大的检修程序

第三节 洗衣机及维修技术

洗衣机可按照结构特点分为搅拌式洗衣机、滚筒式洗衣机、喷流式洗衣机以及波轮式洗衣机等。各种洗衣机的结构特点简述如下:

一、搅拌式洗衣机

搅拌式洗衣机的结构示意图如图 13-17 所示, 主要特点是有两个桶分洗衣内桶和洗衣外桶。两桶竖起套装在一起, 洗衣内桶周围桶壁上有均匀分布的筛孔, 水在内外桶可以连通。在洗衣桶的中央竖立着搅拌器, 由连接轴把它与电动机连接。搅拌器表面上有 3~4 条凸起的楞, 称为搅拌翼。洗衣机的台面上还设有各种开关、按钮, 控制洗衣机的工作过程。

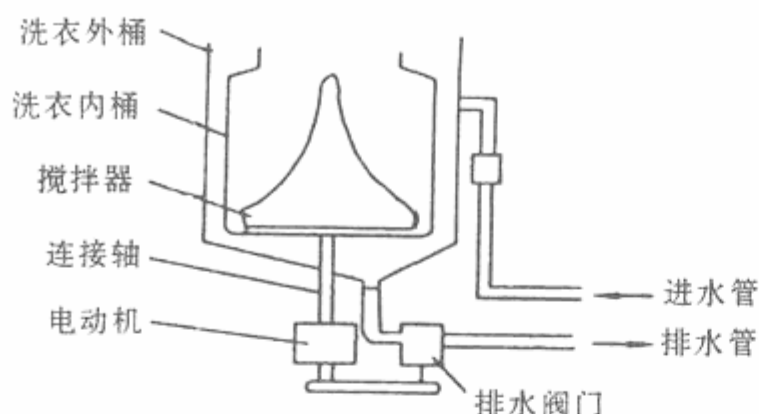


图 13-17 搅拌式洗衣机结构组成

二、滚筒式洗衣机

滚筒式洗衣机的结构特点是有内外两个洗衣桶套装在一起，与搅拌式洗衣机不同，滚筒式洗衣机的内外洗衣桶是水平放置或倾斜放置的，用同一根轴固定在洗衣机的机架上。洗衣内桶内壁周围上设有 3~4 根凸起的叶片和均匀分布的过水筛孔。

三、喷流式洗衣机

喷流式洗衣机的结构如图 13-18 所示，主要由洗衣桶、电动机、传动皮带及波轮组成。其中，洗衣桶按竖直放置，在洗衣桶的侧壁上安装有表面上带有凸起楞条的波轮，洗衣桶底部设有排水管。洗衣机

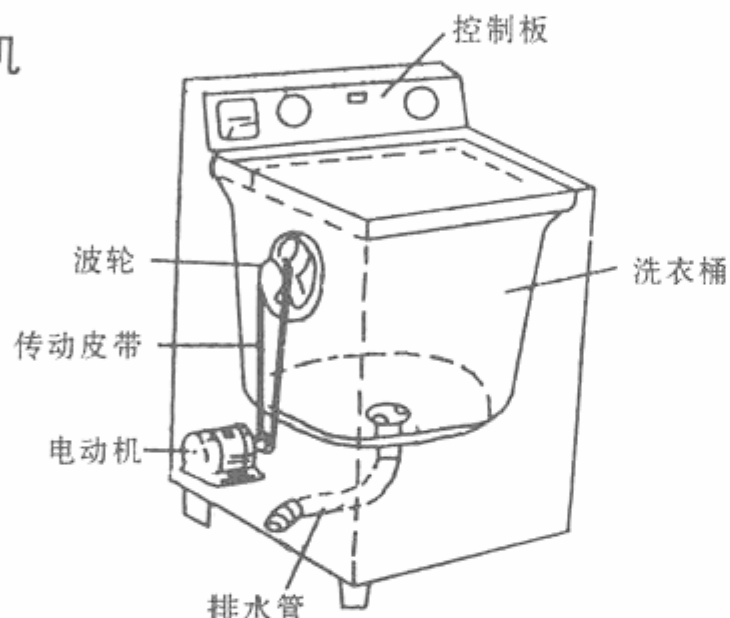


图 13-18 喷流式洗衣机结构及外形

在工作时，由电动机通过传动皮带带动波轮以 500~600 r/min 的

转速连续旋转,或正、反方向有规律地间歇旋转,波轮拨动洗衣水,形成向对侧喷射的水流,达到冲刷、洗净衣物的目的。

四、波轮式洗衣机

1. 波轮式普通型洗衣机 其结构如图 13-19 所示,主要由洗衣桶、电动机、皮带传动系统、波轮等主要部件组成。其特点是洗衣桶竖起放置,波轮安装在洗衣桶内底部,波轮表面上设有 3~4 条

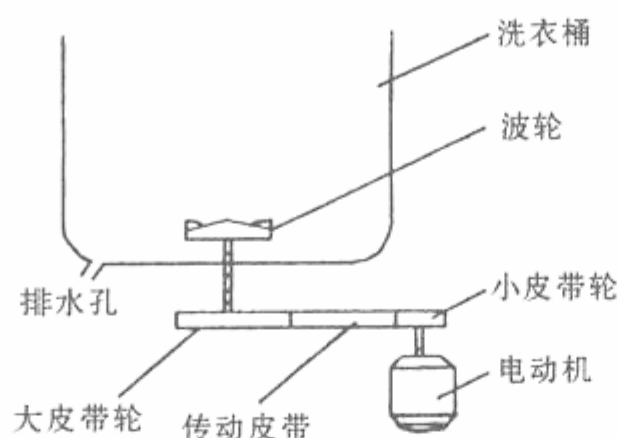


图 13-19 波轮式洗衣机结构

凸楞。洗衣机在洗涤衣物过程中,由电动机通过皮带传动部件带动波轮,作周期性地正向和反向旋转运动,搅动水波和衣物上下翻滚、左右回转、弯曲、拉压。

波轮式普通型洗衣机的主要部件由机箱(箱体)、洗衣桶(俗称缸)、波轮、电动机、洗涤定时器等部件组成,如图 13-20 所示。

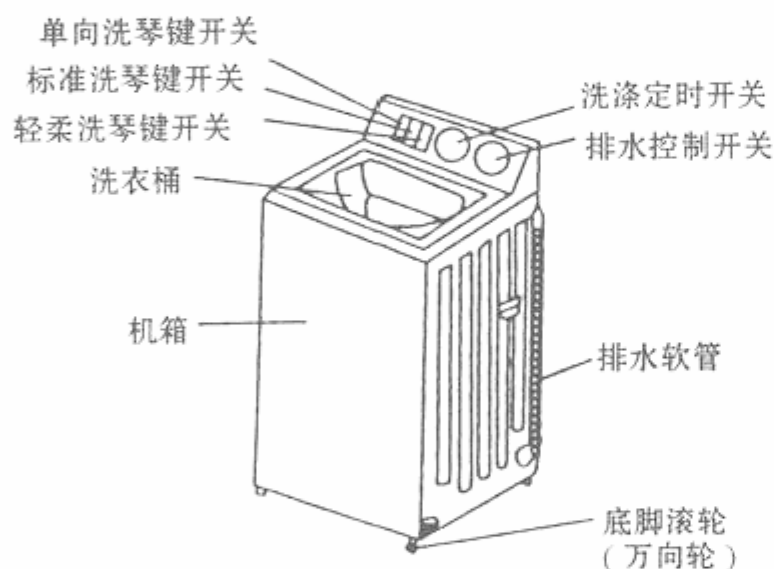


图 13-20 波轮式普通型单桶洗衣机结构及外形

洗衣机采用单相电容式可逆电动机,在定子铁芯上用漆包线绕制成两个相同的绕组,称为定子绕组,用符号 L_1 、 L_2 代表,外接电容器采用 $6\ \mu\text{F}$ 、 $10\ \mu\text{F}$ (微法)、耐压 $400\ \text{V}$ 的油浸式电容器,用符号 C 代表,电动机的电路原理图如图 13-21 所示。图中 K_1 代表洗涤定时开关, K_2 代表定时控制器的一对触头, K_3 、 K_4 、 K_5 代表单向洗、标准洗、轻柔洗 3 挡琴键开关。洗衣机工作时,先选择洗涤方式,按下相应的琴键开关,再操作洗涤定时开关,合上 K_1 ,定时控制器接通电源,同时电动机启动,洗衣机开始工作,这时定时控制器的触头先与 A 点闭合,使电容器 C 与电动机定子绕组 L_2 相串联,这时,电动机的转子沿顺时针方向旋转,通过传动机构驱动波轮沿同一方向旋转。经过一段规定的定时洗涤时间(如洗涤 27 秒钟)后,触头自动地与 A 点断开,而与 B 点闭合,使电容器 C 改变接法,变成与绕组 L_1 相串联,电动机的转子变成相反方向转动,并且自动地驱使波轮沿逆时针方向旋转,如此周而复始,电动机驱动着波轮定时地正转和反转交替进行,完成洗涤过程。定时器为发条式机械装置,定时器接通电源后,开关 K_1 连轴动作,可以自动地恢复到断开(OFF)位置,自动切断电源,电动机停止运转,洗涤结束。普通型洗衣机配用的单相电容式可逆电动机,额定功率在 $80\sim 120\ \text{W}$,同步转速为 $1\ 500\ \text{r/min}$,通过传动机构减速后驱动波轮旋转。

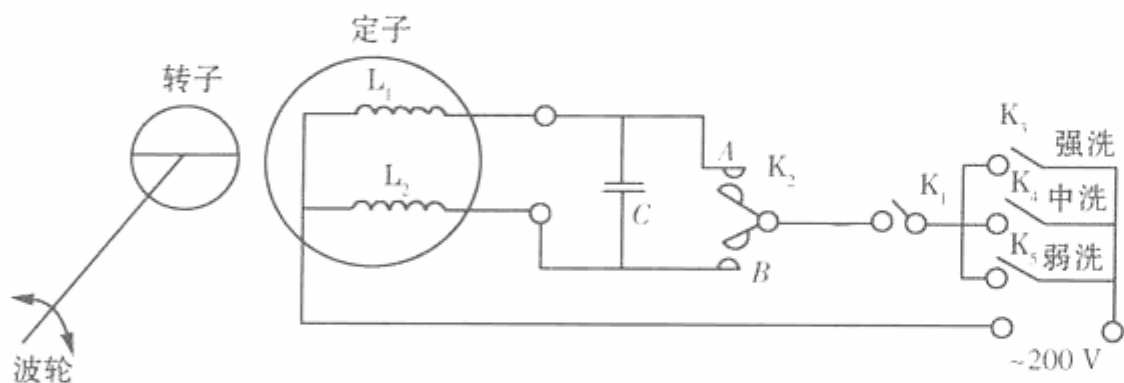


图 13-21 波轮式普通型洗衣机电动机的电路原理

2. 波轮式半自动型双桶洗衣机 其外形与结构如图 13-22 所示,与波轮式普通型单桶洗衣机相比较,最主要的特点是有两个桶,所以称为双桶(俗称双缸)。其中一个为洗衣桶,它具有与单桶洗衣机的洗衣桶相同的功能;另一个是脱水桶,具有脱水、甩干衣物的功能。两桶分开安装,由两个电动机分别地单独驱动。

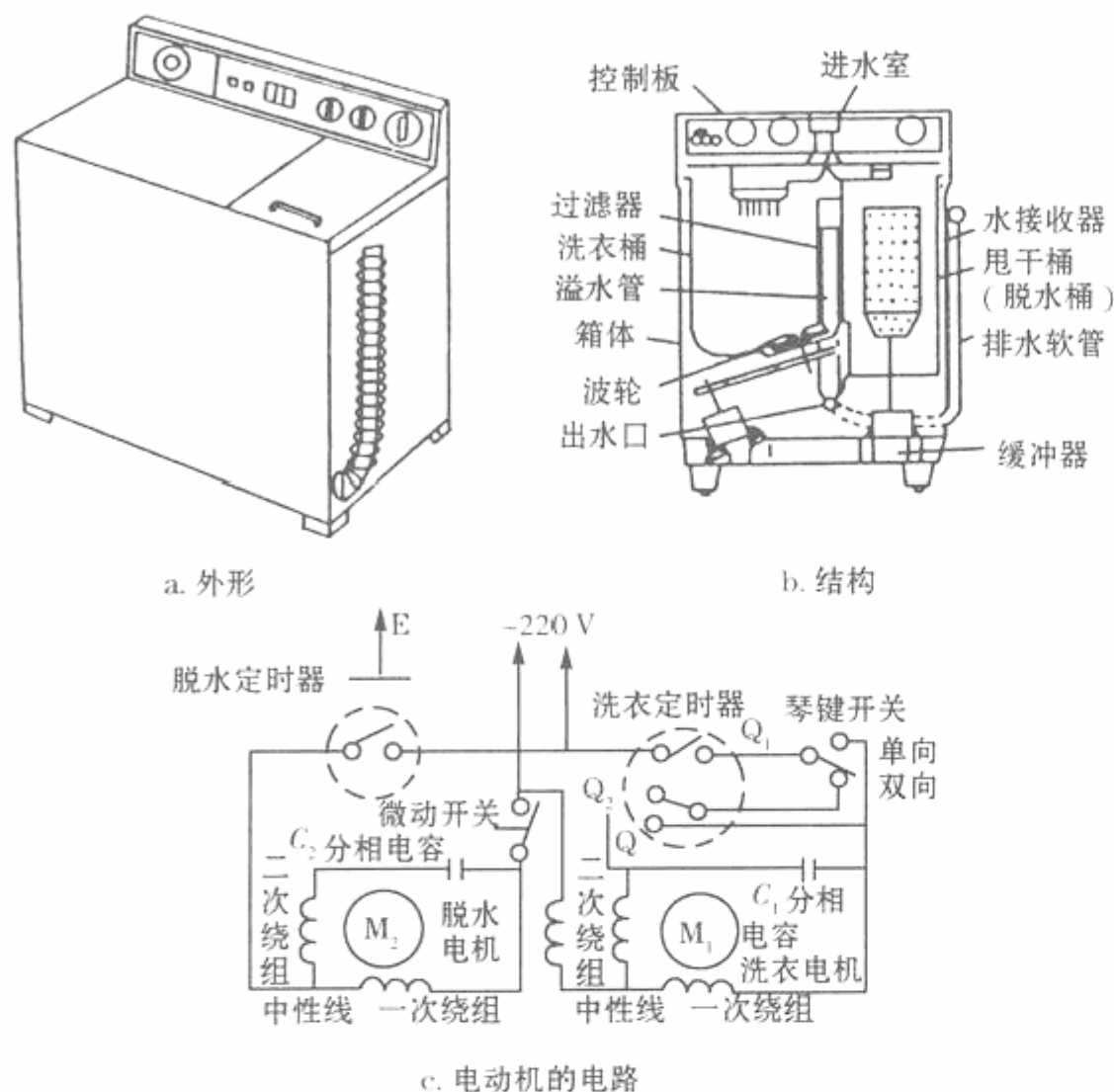


图 13-22 波轮式半自动型双桶洗衣机的外形与结构

3. 波轮式单桶全自动型洗衣机 主要由电动机、洗衣桶、脱水桶;波轮、传动机构、控制机构和箱体组成。如图 13-23 所示为乐华牌 WX—8900 型波轮式单桶全自动型洗衣机的结构示意图。由于洗衣桶(又称为外桶)和脱水桶(又称为内桶)套装在一起共

用一个电动机驱动,所以,这种洗衣机称为套桶式洗衣机。又因为这种洗衣机能够自动地完成洗衣、漂洗和脱水过程,所以,有全自动型之称。全自动型洗衣机的结构比较复杂,尤其是由于洗衣和

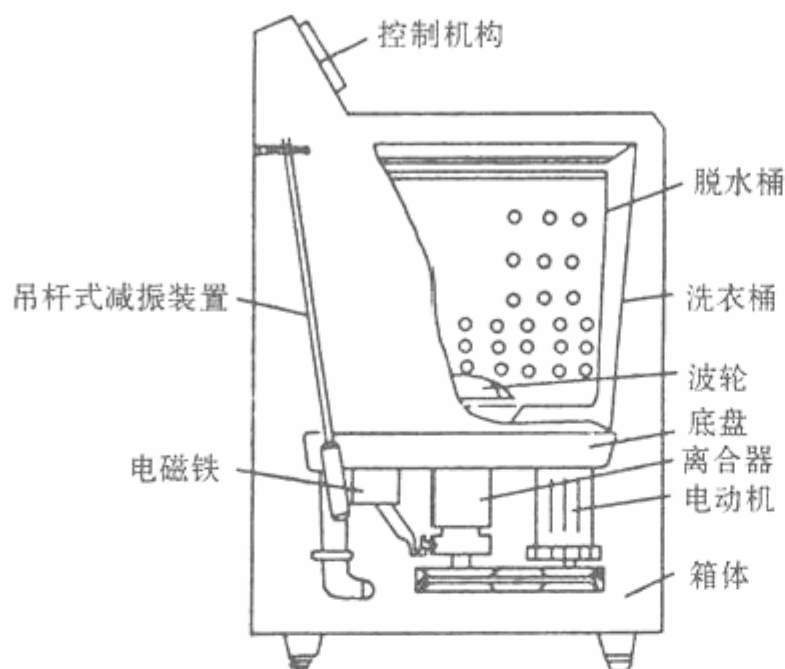


图 13-23 乐华牌 WX—8900 型全自动洗衣机结构

脱水甩干衣物所用的内外桶共用一台电动机驱动,所以其传动机构尤为复杂,主要由电动机、离合器和电磁铁等组成。洗衣机工作时,由控制机构控制电磁铁的通电状态,通过传动机构操纵离合器。当离合器与波轮轴啮合时,电动机驱动波轮旋转,洗衣机便执行洗涤和漂洗功能,完成洗衣过程;当离合器与脱水桶轴啮合时,电动机驱动脱水桶旋转,这时洗衣机执行脱水功能,将洗净的衣物进行脱水、甩干。

五、洗衣机常见故障及修理技术

在洗涤、漂洗过程中,如果发现异常现象时,应切断电源,仔细检查发生异常现象的原因,如属机器故障,应及时送交有关部门修理,若属简单故障,可以自行排除。常见的故障原因及排除方法

如下:

1. 电动机不转 通电后电动机不转,指示灯不亮,说明洗衣机不工作。首先查看电源插头、插座接触是否良好;电源线与插头连接是否紧固;电源内部有无断线;电源开关是否接触良好;保险丝(熔丝)是否烧断。如果以上检查正常,则进一步检查电动机有无损坏。电动机不转的原因除检查绕组是否烧坏和温控外,其次多检查电容器质量。

在更换保险丝时必须注意,如果新换上的保险丝,接着再次被烧断,这时需进一步检查原因,如有故障应及时排除,切忌另换容量大的保险丝。

如果在检查电动机时,发现电动机的进线电压正常(交流220 V),但电动机不转,说明电动机本身有故障,应送交有关部门进行检修。

2. 电动机运转正常,波轮不转 一般出在皮带轮上的平键或顶丝是否松脱,以及传动皮带、皮带轮是否松脱。装好传动键或顶丝,调整皮带轮位置、张紧并装好皮带,一般可以修复。

3. 电动机不能可逆运行 发现波轮只作一个方向的旋转,这是由于电动机只能单向运行引起的,电动机不能可逆运行的原因可能是由于定时开关失灵、电容器的连接脱落,造成电容器开路。经检查后,一般可以修复。

4. 洗衣机噪声大 出现噪声大的原因大都由于波轮或传动部分装配不紧,这时可以检查和紧固有关部位,一般噪声即可消除或减轻。

如果不属于上述原因,可能是由于轴承损坏。这时,可以清洗或更换轴承。通常可以修复。

5. 洗衣桶底、机箱下部有滴水现象 洗衣机工作长时间以后,发现桶底渗水,发生这种现象的原因及排除方法如下:

(1)波轮轴上的密封圈损坏,引起轴周围、大皮带轮上有漏水,这时需要更换密封圈。

(2) 主轴套筒上的大螺母未紧固,造成洗衣桶底部孔的四周漏水。这时,将主轴套筒与桶底孔的连接用大螺母拧紧。

(3) 洗衣桶底部排水孔与排水管连接不严密,或接头破裂,或排水管破裂,造成接头地方漏水。这时,需要将排水接头安装严紧或更换新的排水接头或新的排水管。

(4) 洗衣桶底部的焊接缝开裂,或长期使用以后,桶底搪瓷脱落,造成裂缝,引起渗水、滴水。这时,需要对裂缝进行修补,实在严重时,则需要更换洗衣桶。

(5) 排水管排水不畅发现这种现象时,可以检查排水阀门是否损坏;排水阀门或排水软管内是否有杂物堵塞;排水软管是否扭结。进行检查并处理后,一般便可消除。

(6) 洗衣机工作时发生振动或摇晃,发现整机有振动或摇晃现象。这时,应该检查洗衣机安放地点是否平整,地面是否坚固,应把洗衣机安装在平整坚实的平地上,保持机身均衡,防止工作时机身振动或摇晃。如果不属这个原因,可以进一步检查传动部分、减振装置是否有松动现象,逐一检查、排除,便可恢复正常工作。

第四节 其他电器的安全使用

一、电冰箱

人工制冷主要有压缩式、吸缩式和半导体式 3 种。而目前广泛采用的多是压缩式,它是电动压缩一体化动力,把低温低压的 F—12(即氟利昂 CF_2Cl_2) 气体吸入,经压缩机将 F—12 变成高温高压气体进入冷凝器,把热传给外界空气,变冷凝成高压液态后,再经毛细管减压节流,进入蒸发器中气化,当 F—12 由液态变成气体时,吸收了周围热量,使冰箱内部降温制冷。而冰箱温度高低是由温控开关调节,使压缩机间断不停工作,冰箱保持在一定温度。启动控制装置都装在冰箱背后下层的里面,冰箱的结构、原理、电

气控制如图 13-24、图 13-25 所示。

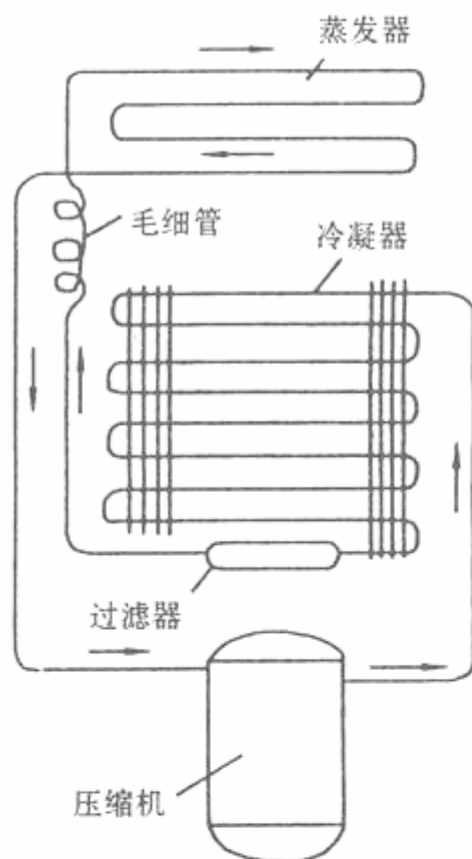


图 13-24 电冰箱原理

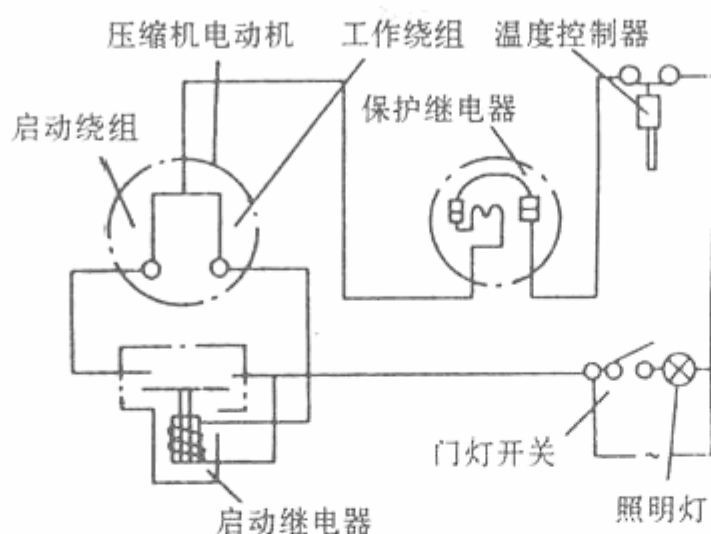


图 13-25 压缩式电冰箱电气控制电路

二、电饭煲、电炒锅

电饭煲制造简单,原理是用电阻发热管由铁或铝浇铸成发热盘,为了控制温度;增加了限温断电和保温装置,磁钢限温器在内部有一块感温磁钢,当热到一定温度时就会失去磁性,通过杠杆将加热回路的触点断开,防止温度无限升高,磁钢限温器的工作原理如图 13-26 所示。

自动保温装置是热双金属片来实现的。平时双金属片是平直状态,其弹力通过杠杆作用使保温热元件的接点接通,当温度过高时,双金属片下弯曲使保温触点断开,一般保温温度约 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$,有的为了限时,还加装了时间继电器,单按键自动保温电

电饭煲的电气线路如图 13-27 所示。

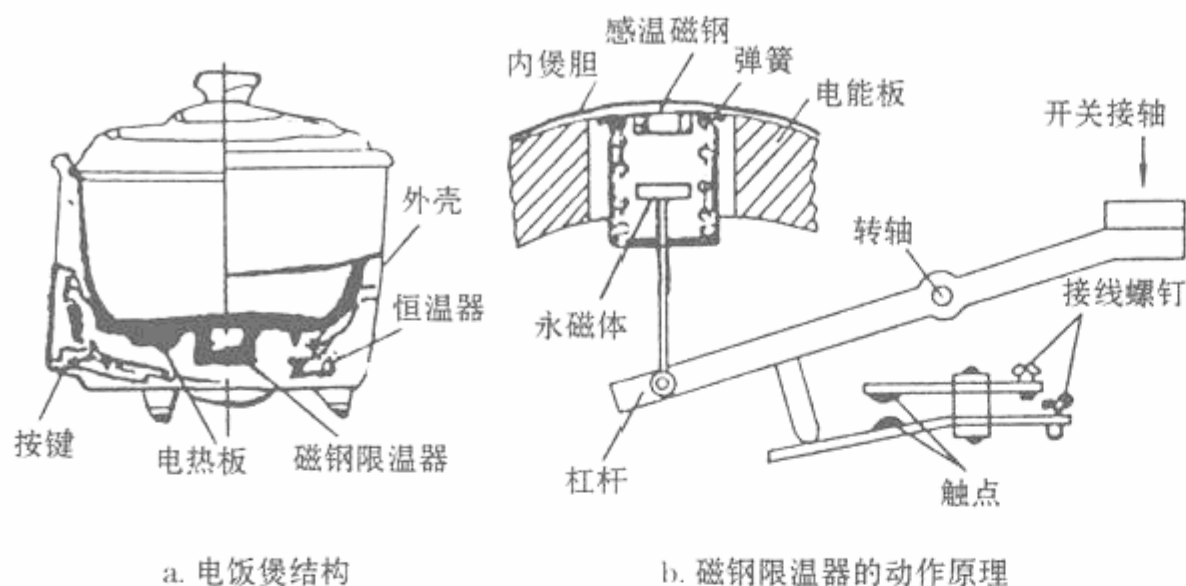


图 13-26 电饭煲结构与原理

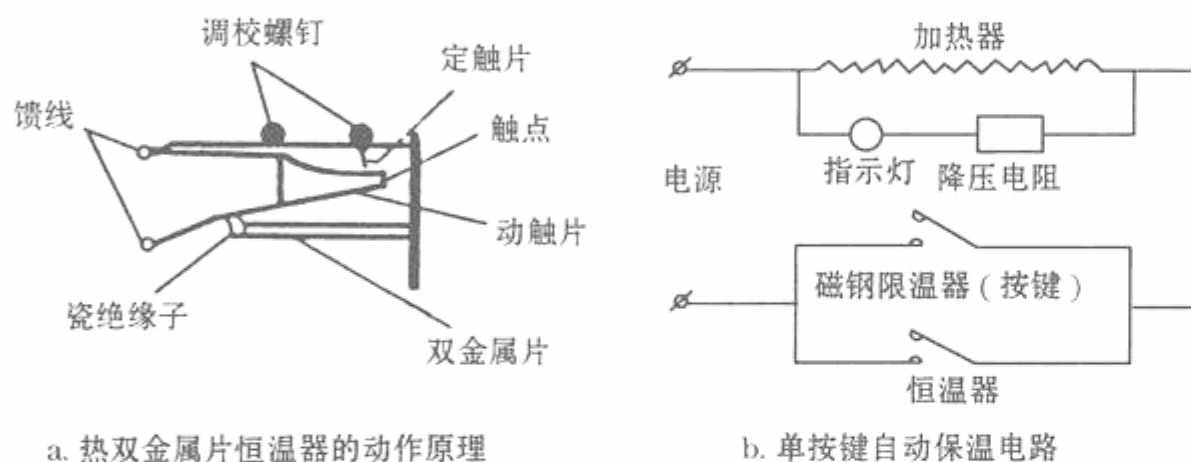


图 13-27 电饭煲电气线路

三、吸油烟机的安装技术

吸油烟机安装的是否正确,对使用性能有很大的影响。下面介绍吸油烟机的正确安装方法。

(1) 吸油烟机下沿与煤气灶面之间距离为 650 ~ 800 mm 为

宜。距离太小不利于炊事者的操作,太大则不利于充分发挥吸油烟机的功能。

(2)在未安装之前,应先检查吸油烟机的性能。将它水平放置在台面上,接上电源,按下各功能键。照明灯亮,左右电机转动正常,才可以进行安装。

(3)将吸油烟机左右进风口正对炉灶,使进风口距离炊具650~800 mm。在安装墙面上记下吸油烟机两个挂耳的位置,用冲击电钻在固定挂耳的墙上钻两个水平钻孔,直径为8 mm,深约30 mm。将直径8 mm的膨胀螺栓打入安装孔内。

(4)拧松机体两侧挂耳的螺钉,向上拉出挂耳后再将螺钉拧紧。

(5)把吸油烟机的挂耳挂入膨胀螺栓,将圆垫圈、弹簧垫圈、螺母依次套入螺栓,将吸油烟机左右端调校至水平状态,并且使吸油烟机工作面与水平面成 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的仰角,以利污油流入积油盒,最后用扳手将螺母拧紧,如图13-28所示。

(6)将出风口接上排烟管通出屋外。为了能将油烟畅通排出,要求排烟管弯头越少越好,且排烟管不宜过长,接头应密封不漏气。

(7)将两个积油盒分别插入吸油烟机左右积油盒安装孔内。

(8)吸油烟机安装好后确认牢固就可以投入正常使用。

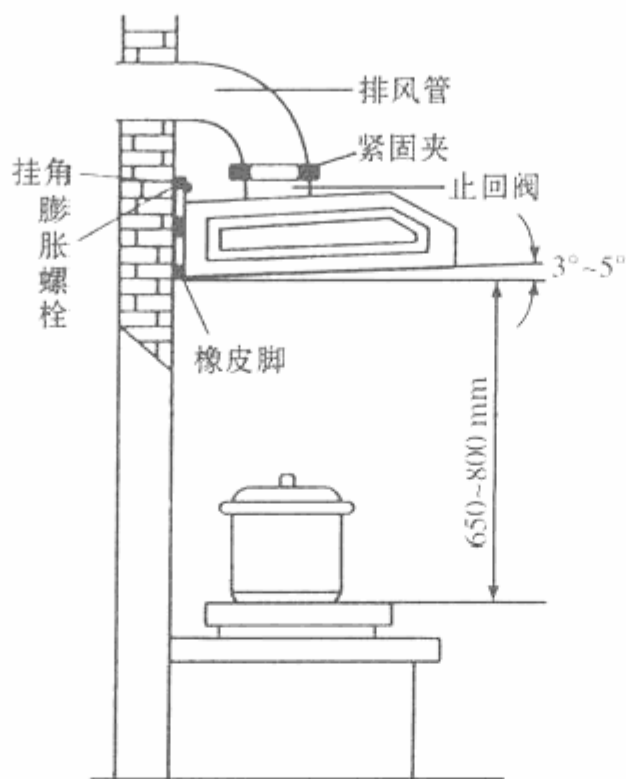


图 13-28 吸油烟机的安装

第五节 空调器的安装技术

本书以分体挂壁式空调器的安装进行介绍。

一、安装位置选择

1. 室内机 室内机安装位置的选定：

- (1) 选择在进、出气流不被挡住的地方。
- (2) 室内机吹出的冷气可以到达房间任何地方。
- (3) 不至于发生振动的坚固墙壁上。
- (4) 应将内机安装在避免阳光直射的地方。
- (5) 容易泄掉排水的地方。
- (6) 距离电视机、收音机 1 m 以上的地方, 尽可能远离日光灯、白炽灯处。
- (7) 可自由地进行装、卸空气滤清器的地方。

2. 室外机 室外机安装位置的选定：

- (1) 选择大风刮不到的地方。
- (2) 选择通风良好、灰尘少的地方。
- (3) 不容易雨淋或阳光直晒的地方。
- (4) 运行噪音或吹出热风妨碍不到邻居的地方。
- (5) 应避免有易燃气体泄漏危险的地方。
- (6) 应尽可能装在离室内机较近的地方, 以方便连接。
- (7) 室外机的安装高度应尽可能与室内机组平齐, 以利于制冷循环。室内机与室外机之间距离最大为 15 m, 高低差最大为 5 m。

二、室内机的安装技术

1. 安装固定板 打开包装后从空调器室内机上拆下安装板；用水泥钉将安装板固定在墙上选定的位置, 使安装板保持水平, 如图 13-29 所示。

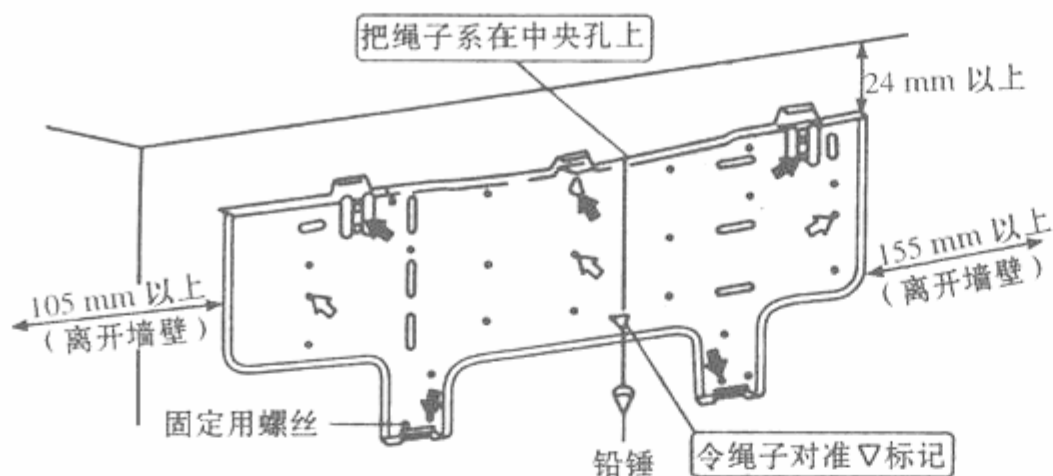


图 13-29 固定板的安装

2. 在墙壁上钻孔 在墙上的合适地方开一直径为 65 mm 的孔,孔洞应稍向室外倾斜,将比墙体稍长的套筒插入墙孔中,以避免室内和室外连接导线与墙内的金属部件接触。

3. 连接室内、室外电线 将电线穿过墙管引入室内;然后将电线从室内机的背后引入,并把电线连接到对应的接线端固定,如图 13-30所示。最后用螺丝将电气部件盖固定好。连接时须注意:

- (1)切勿接错电线。
- (2)接线端子板上的螺丝,必须拧紧,不得有松动。
- (3)拧紧后,一定要将电线轻轻地拉一下,确认一下是否不脱落。
- (4)电气部件盖必须确实固定好。电气部件盖如没有装好,则可能会因为灰尘、水分原因而造成火灾或触电危险。

4. 连接管及排水管的安装 如图 13-31 所示。

- (1)将排水软管插到排水盘接口处时,确认软管是否卡住排水盘的排水软管接插处的突起卡爪,否则可能成为滴漏水的原因。
- (2)要将排水软管道配置在冷却剂管道的下方。
- (3)不要使排水软管隆起或盘曲。
- (4)排水软管须通过室内时,一定要用隔热材料缠绕包扎。

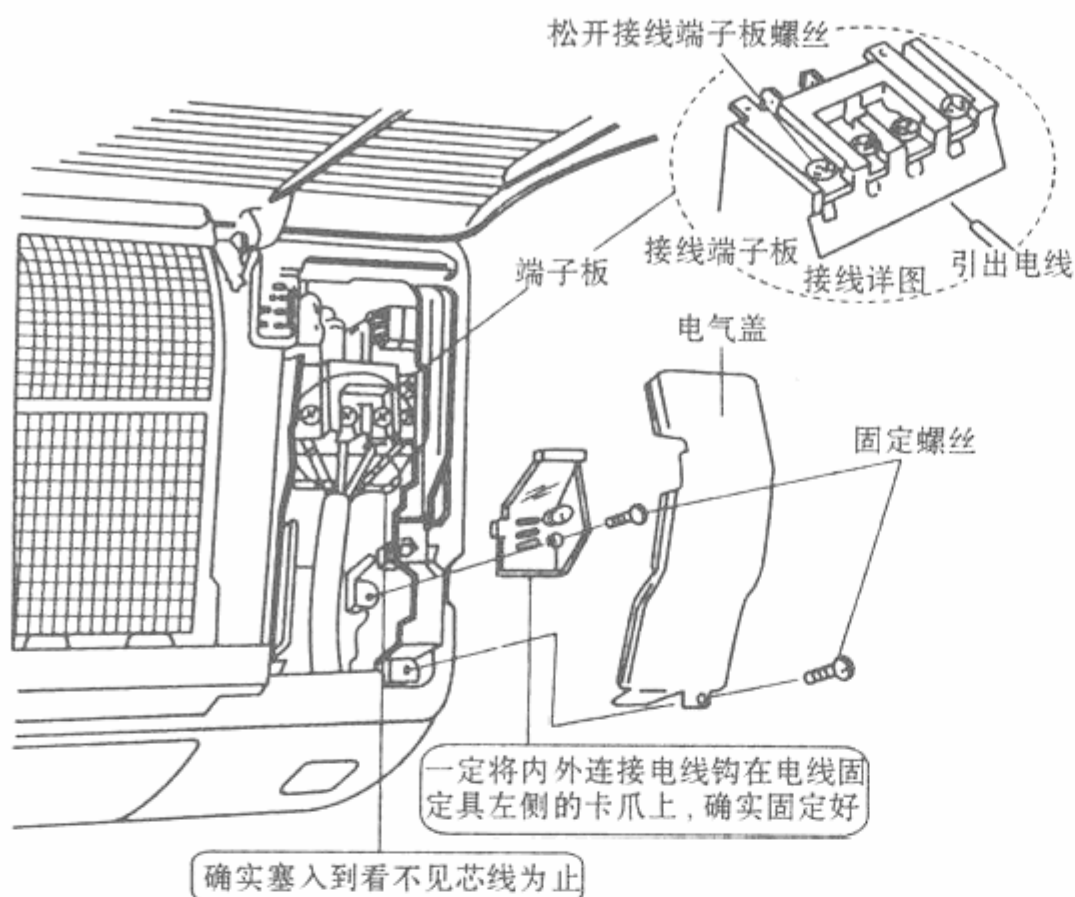


图 13-30 连接室内外电线

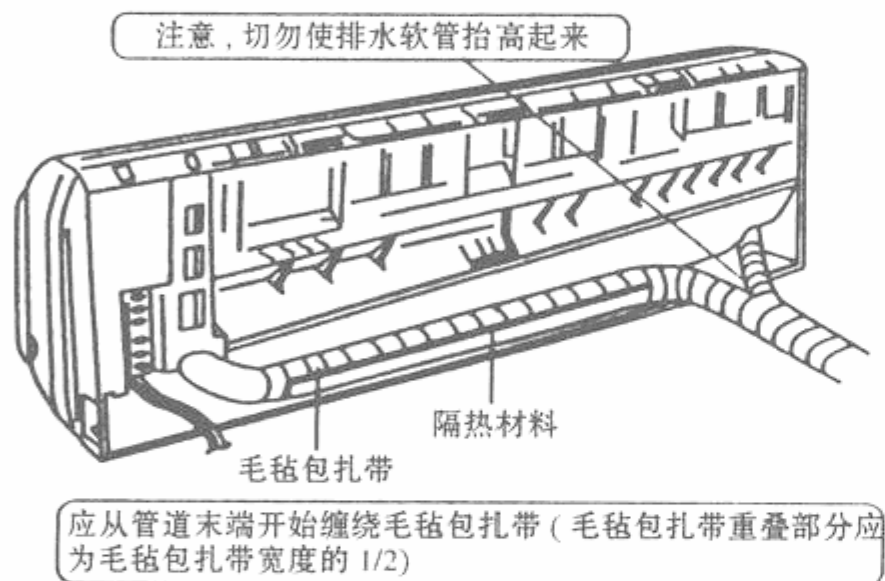


图 13-31 连接管及排水管的安装

(5)用包扎带将排水管和连接管包扎在一起,并在接触到墙面的部分贴以隔热材料,最好将其收纳在室内机组的管槽内。

5. 室内机的固定

引出电源线后,将包扎在一起的室内机管道通过穿墙管伸出到室外。然后将室内机组安装到墙壁安装板上部的两个挂钩上。

6. 配管的连接

将配管中的粗管和细管的两端分别与室内和室外机相对应接头部分拧紧。注意:在连接冷媒管前,需在喇叭

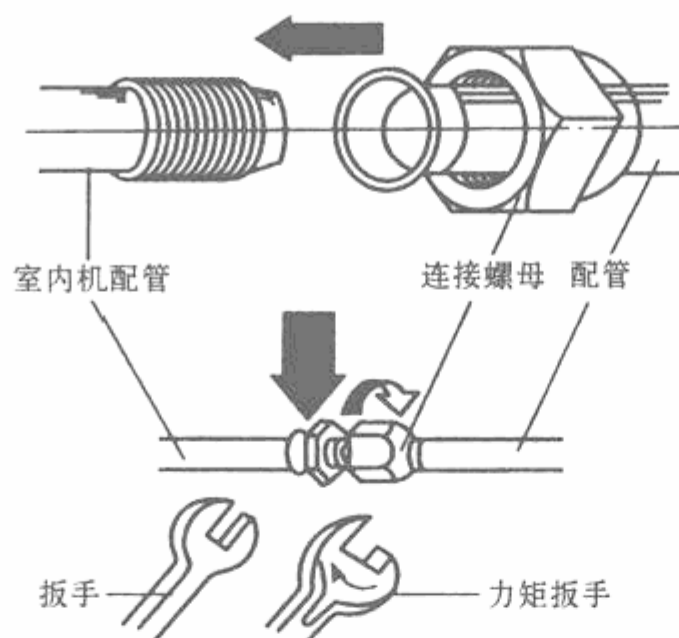


图 13-32 配管的连接

口接头处涂抹少量冷冻油。拧紧力矩要求见表 13-10。使用力矩扳手紧固,应按规定调整好力矩,当紧固到扳手发出“咔嗒”声时即可停止,请注意勿过度扭紧,以免损坏扩口部分,如图 13-32 所示。

表 13-10 旋紧扭矩

管径		旋紧扭矩	
mm	in	N · m	kgf · cm
6.35	1/4	13.7 ~ 17.7	140 ~ 180
9.52	3/8	34.3 ~ 41.2	350 ~ 420
12.7	1/2	49.0 ~ 56.4	500 ~ 575

7. 配管保温层的包扎 为防止热损失和冷凝水浸湿环境,冷媒管和排水管应用保温材料包扎,保温层的厚度应不小于 8 mm。用管道包扎带将冷媒管、电线、排水管包扎在一起,包扎时应从室

外机下部一直包到室内机处,后一圈应压住前一圈半条带宽。用胶带将管道包扎带粘贴固定,以防松脱。但不要将胶带缠得过紧,以免影响保温效果。

三、室外机的安装技术

(1)将来自室内机组的电线,正确地连接在接线端子板上。为了以后维护需要,连接电线应留有余度。

(2)然后固定好室外机的维修板,如图 13-33 所示。维修板一定要固定好,否则将因为灰尘、水分等而成为火灾、触电事故发生的原因。

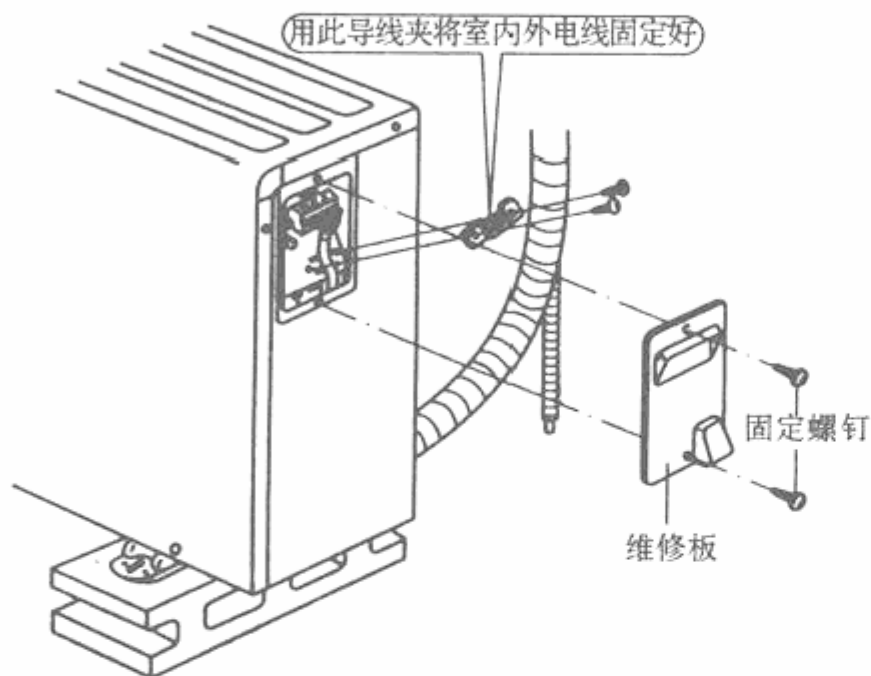


图 13-33 维修板的固定

(3)最后将室外机固定在支架上或水泥基础上。室外机如果悬挂安装,应制作坚固的支架,做支架的角铁材料应不小于 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ 的规格。焊接或螺栓的连接要坚固,在高层建筑物上安装室外机组,更要注意安装牢固,否则会造成安全事故或引起噪声和振动。安装好的分体挂壁式空调器如图 13-34 所示。

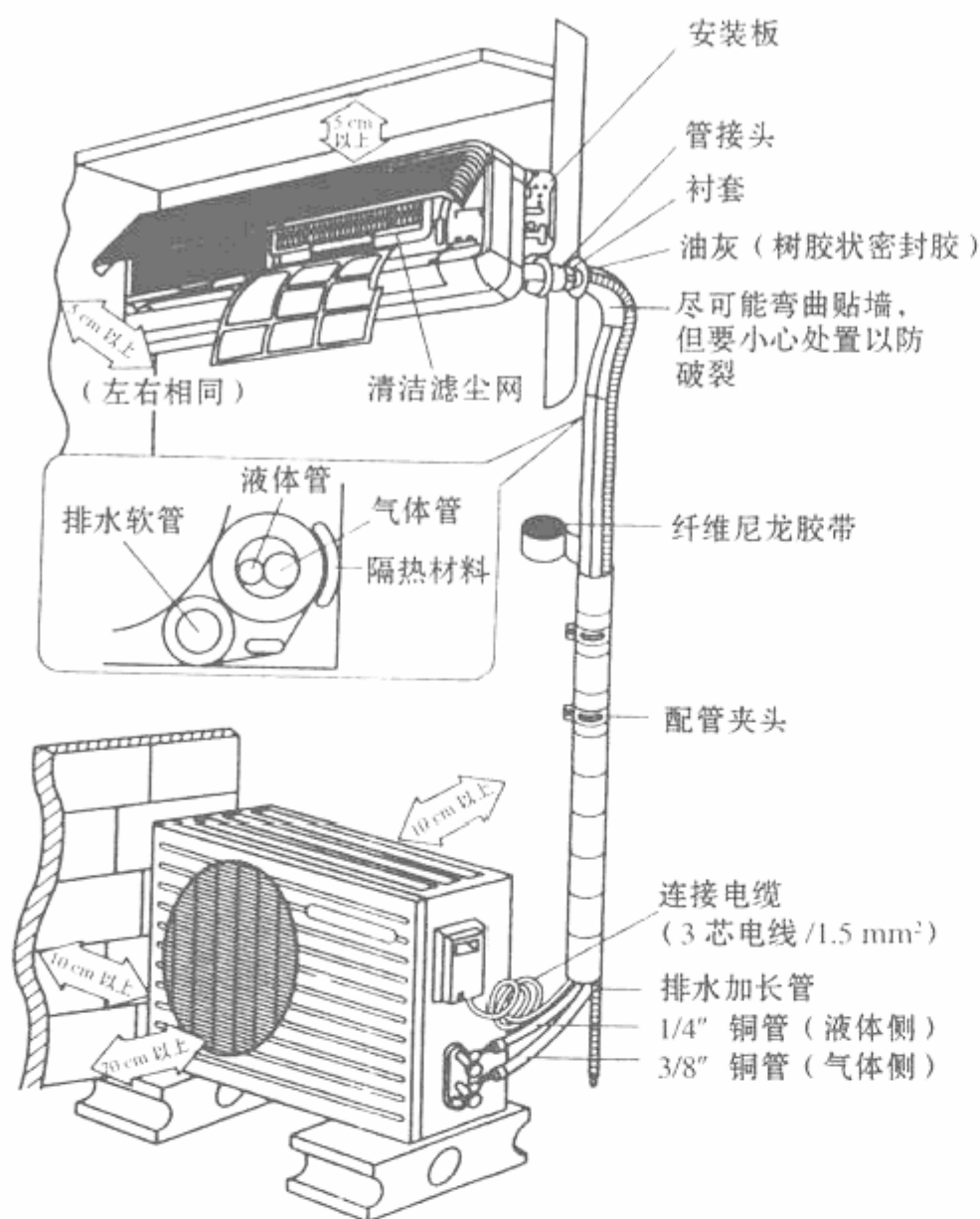


图 13-34 分体挂壁式空调器的安装示意

第六节 电视机及天线的安装技术

电视台将电视图像和电视伴音播放出来,采用无线电波的传播,被电视机接收以后,使可以重显景物的形象和重放与景物形象相伴的声音,这就是电视节目,如图 13-35 所示。

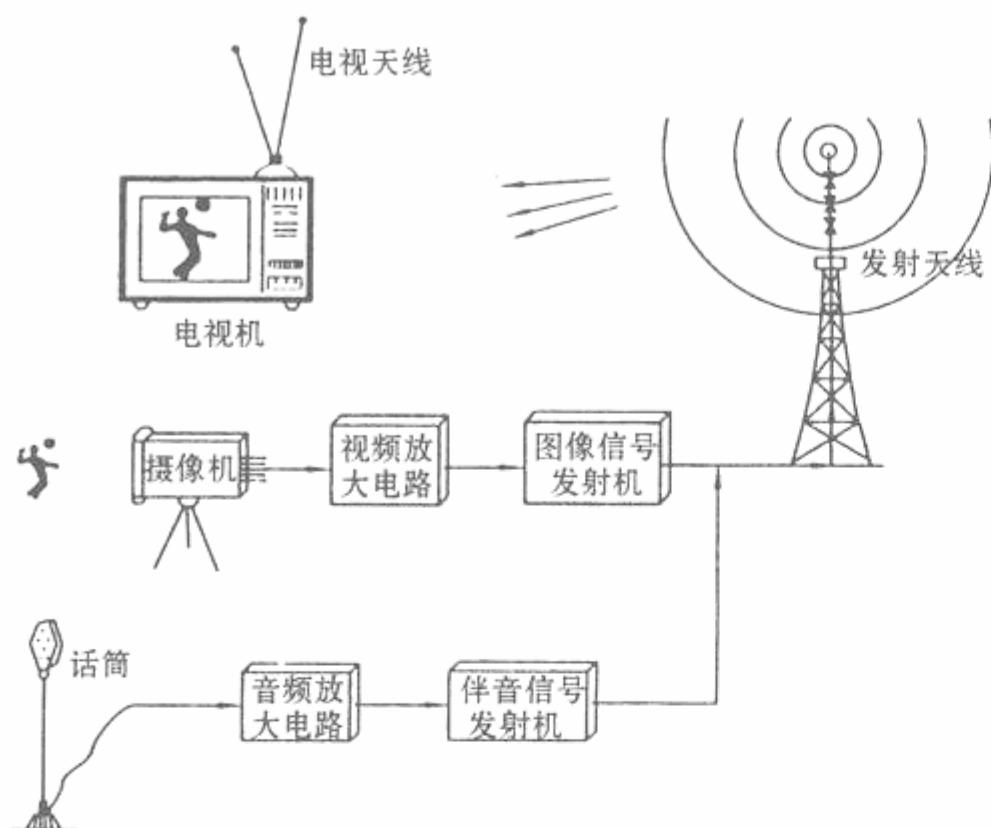


图 13-35 电视广播播送和接收过程

一、电视天线的结构组成

电视机分为黑白电视机和彩色电视机两种。电视天线有两种：一种叫做机内天线，如图 13-36 所示；另一种叫做外接天线，如图 13-37 所示。最简单的室外天线有半波振子天线和折合振子天线，如图 13-38 所示。常用多单元天线如图 13-39 所示。

在距离电视台较远的地方，或附近干扰较大的地方，使用最简单的室外天线，接收效果往往不能令人满意，这时需要使用多单元天线。常用的多单元天线有三单元定向天线和五单元定向天线，如图 13-39 所示。

采用 10~20 mm 直径金属材料制作三单元定向天线和五单元定向天线时的各部分尺寸，列于表 13-11 及表 13-12，供制作时参照。

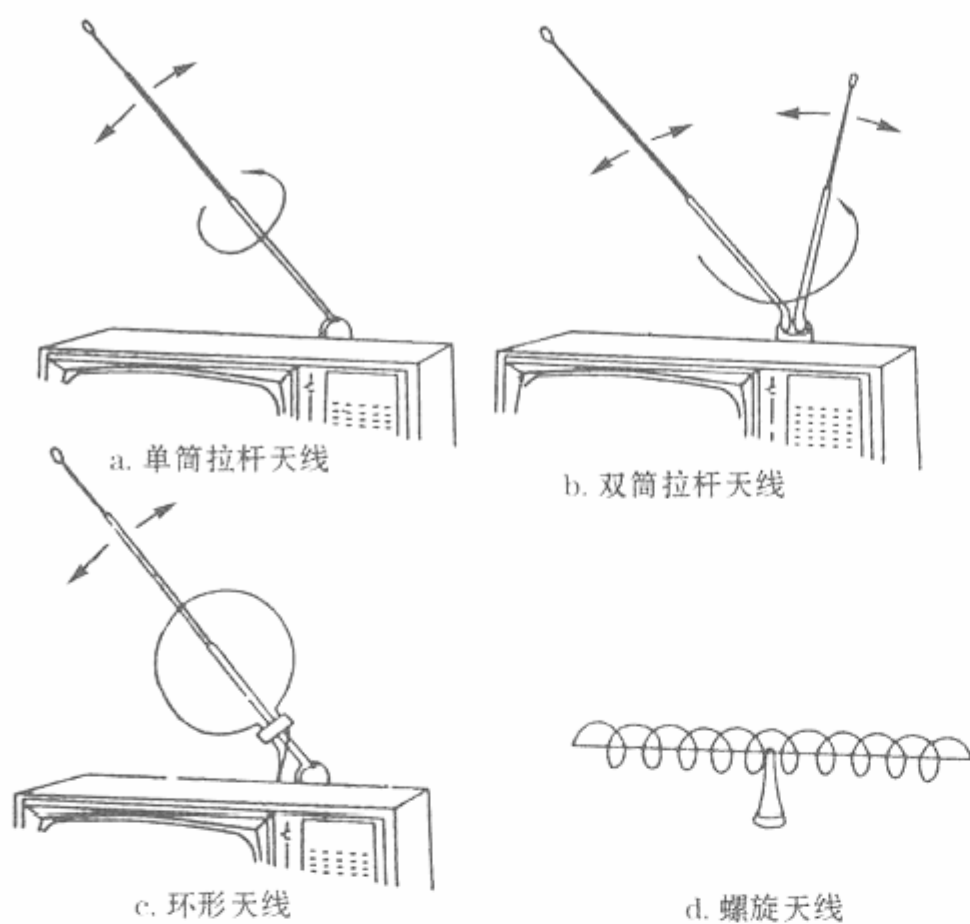


图 13-36 常用电视机内几种天线的形状

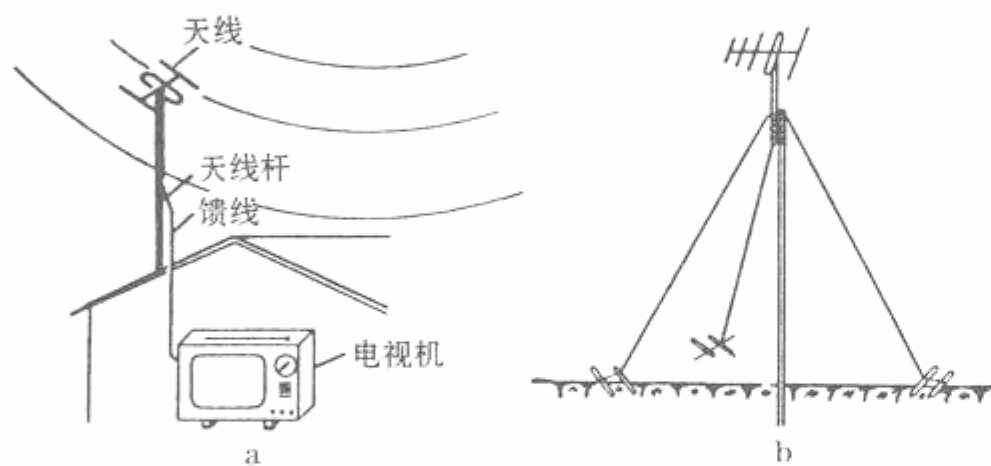


图 13-37 室外天线的架设示意

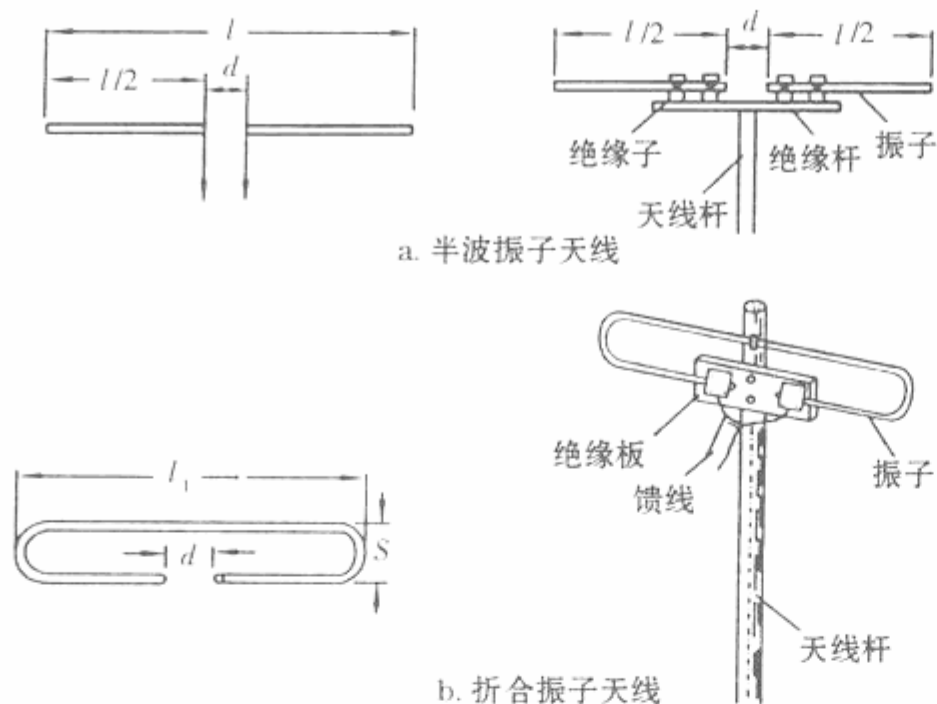


图 13-38 最简单的室外天线结构

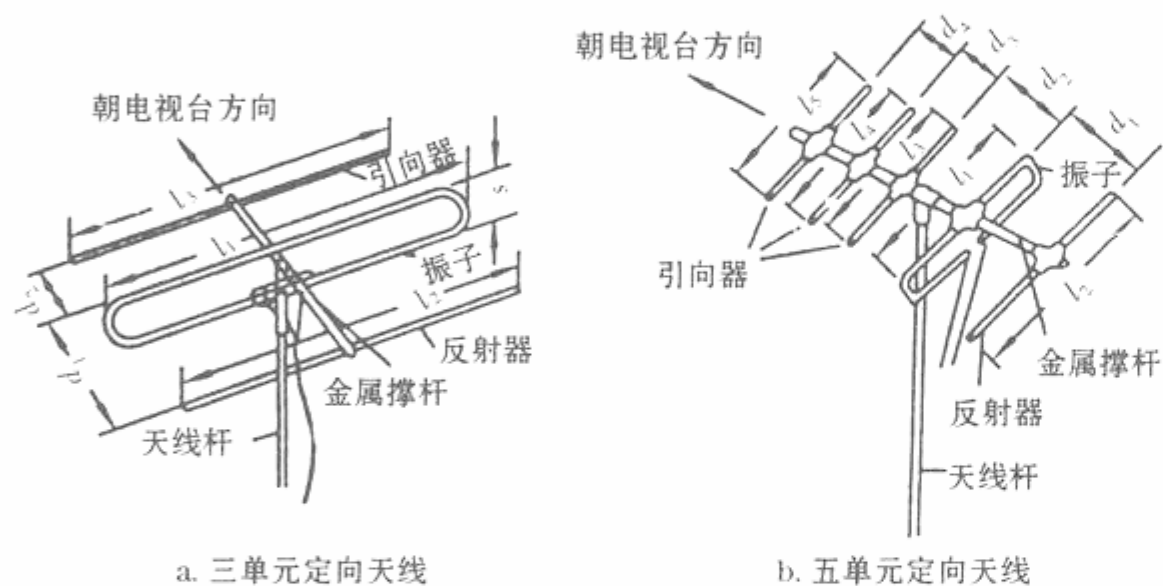


图 13-39 常用的多单元天线的结构

表 13-11 三单元定向天线尺寸

电视频道	尺寸 (mm)				
	l_1	l_2	l_3	d_1	d_2
1	2 760	3 350	2 340	900	600
2	2 400	2 910	2 050	780	520
3	2 110	2 570	1 810	690	460
4	1 790	2 200	1 550	590	395
5	1 620	2 000	1 400	535	355
6	850	1 030	720	280	190
7	815	990	690	270	180
8	780	950	660	255	170
9	745	905	630	240	160
10	720	870	610	230	155
11	690	840	585	225	150
12	665	805	560	220	145

表 13-12 五单元定向天线尺寸

电视频道	长度 (mm)					间距 (mm)			
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	d_1	d_2	d_3	d_4
1	2 760	3 130	2 510	2 490	2 430	1 200	730	700	740
2	2 400	2 720	2 180	2 150	2 110	1 050	635	605	640
3	2 110	2 400	1 930	1 900	1 860	930	560	535	565
4	1 790	2 060	1 650	1 630	1 600	790	480	460	485
5	1 620	1 870	1 500	1 485	1 450	720	435	420	440
6	760	880	750	750	730	340	220	520	440
7	730	840	720	720	700	325	210	500	420
8	690	840	680	680	660	310	210	530	365
9	680	800	660	660	650	300	210	490	370
10	660	760	640	610	610	290	160	450	380
11	605	700	610	610	610	260	190	445	315
12	580	710	580	580	570	260	190	390	350

一般情况下,在距离电视台(或电视转播台)20~30 km 时;采用三单元定向天线。再远的地方,例如,距电视台 40~60 km 的范围时,可以采用三单元定向天线或五单元定向天线,视当地环境情况而定,

如果当地地势低洼或与电视台之间有高大建筑,山、林等障碍时,通常采用五单元定向天线。更远的地方,如距电视台 $80 \sim 100 \text{ km}$ 以外,可以考虑架设双层天线。如图 13-40 所示为双层三单元定向天线。

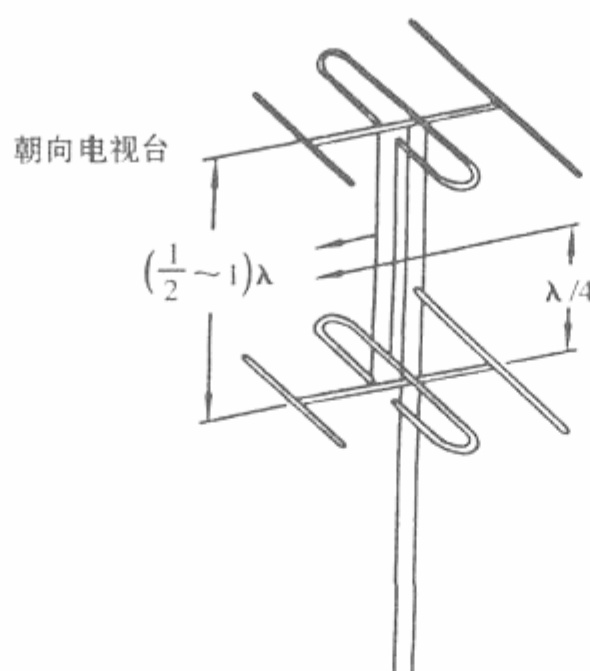


图 13-40 双层三单元定向天线的结构

三单元定向天线、五单元定向天线等多单元天线存在一个共同的缺点是,每副天线只能收看一个电视频道节目。如果当地电视台用两个或两个以上频道发射电视节目,那么,用户必须采用双频道定向天线、多频道定向天线或全频道天线;才能在同一个地区收看当地不同频道的电视节目。制作多频道定向天线的方法很多,如图 13-41 所示为其中的一种类型的双频道三单元定向天线。如图 13-42 所示为一种 VHF 全频道天线。

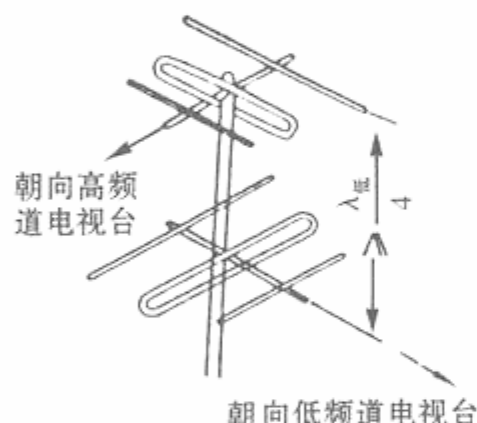


图 13-41 双频道三单元定向天线的结构

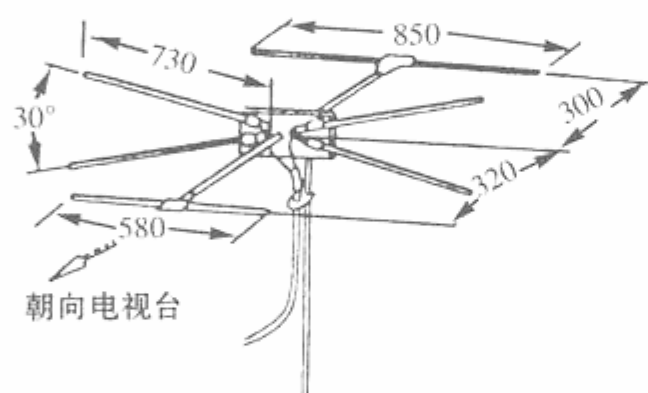


图 13-42 VHF 全频道天线的结构

二、馈线配接技术

连接天线与电视机的导线叫做馈线。电视机常用的馈线有两种:一种是扁平馈线;另一种是同轴电缆馈线。扁平馈线是由两根平行导线外包以绝缘塑料制成的,它的特性阻抗为 $300\ \Omega$,扁平馈线价格便宜。同轴电缆馈线是由一根内导线和与其同轴的金属网状屏蔽层组成的,内导线与金属网状屏蔽层之间充有高频塑料绝缘,它的特性阻抗为 $75\ \Omega$,同轴电缆馈线价格贵。

折合振子天线的输入阻抗为 $300\ \Omega$;半波振子天线的输入阻抗为 $75\ \Omega$ 。

1. 天线与馈线间的配接 天线与馈线连接时,需要注意选用的馈线其特性阻抗必须与天线的输入阻抗大致相等(称为阻抗匹配)。目前大都采用折合振子天线,接收信号效果好,同时能够与扁平馈线直接连接,如图 13-43a。

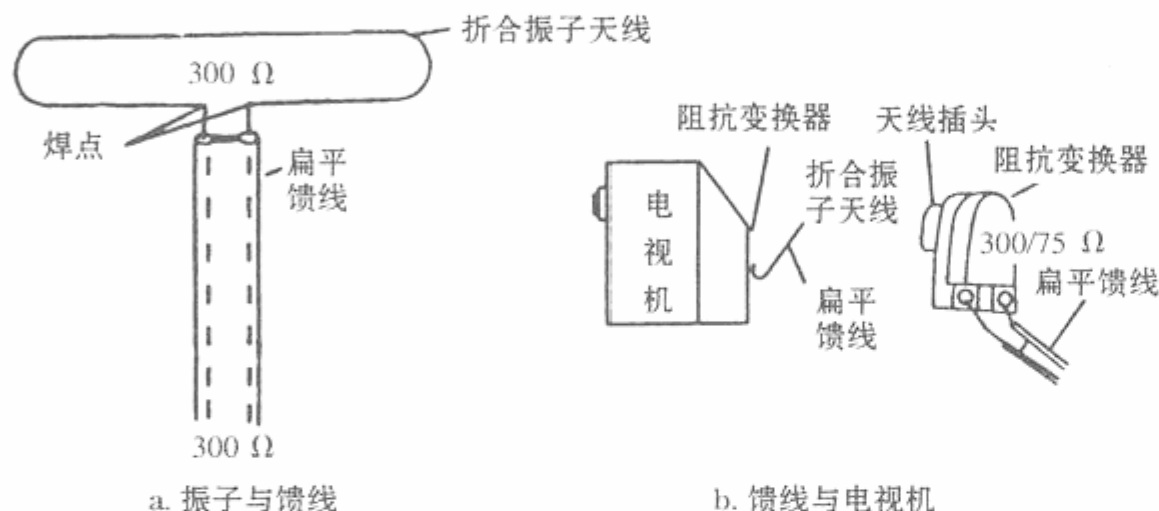


图 13-43 天线、馈线、电视机的配接

振子与馈线的连接,可以焊接;也可以用螺钉固定,但要注意选用镀锌螺钉或铜螺钉,以防生锈。否则,会对电视信号产生损耗。

2. 天线与电视机间的配接 扁平馈线与电视机连接时,需要

经过阻抗变换器。常用的为 $300/75\ \Omega$ 阻抗变换器,如图 13-43b 同样也是为了实现阻抗匹配。

如图 13-43 所示天线、馈线、电视机的配接阻抗变换器可以自制。

三、天线安装技术

1. 选定天线位置 天线一般应架设在屋顶、楼台或附近地势较高的地方,也可以架设在沿墙竖立的天线杆上。

2. 选定天线高度 天线越高收看效果越好,收看地点离电视台的距离越远天线应越高,以及收看地点与电视台之间是否有高大障碍等有关。一般来讲,距离在 $50\sim 60\text{ km}$ 以内选在 10 m 高度以下, $60\sim 70\text{ km}$ 以外时,天线必须架高在 10 m 以上。如果收看地点地势较高,天线高度相应可以降低。

3. 选定天线方向 天线的最强接收方向是将引向器朝向电视台方向,这时收看效果最佳。

调整天线方向的方法是,常由两人,一人在屋内电视机旁,观察电视机屏幕,另一人在室外,慢慢地移动天线高度,转动天线方向;直到电视机屏幕上图像清晰、伴音洪亮时,把天线固定下来,便是最佳位置。

4. 架设天线的要求 天线架固不牢,随风晃动,容易改变天线的方向,引起图像闪动,影响收看效果。天线架固的方法,可参看图 13-37b,将天线杆用结实的钢丝拉紧于三个互成 120° 角的方向上固定。

5. 天线、馈线与电力线的间距 一般应保持在 1 m 以上,以防天线因受强风刮倒,与电力线相接触而发生触电或引起火灾危险,天线、馈线也应与电话线、照明线以及其他金属线等保持一定距离,以防触电或引起信号干扰。

6. 室外天线必须有避雷装置 由于天线很高,雷雨季节会将雷电引入室内,使电视机遭受雷击,甚至引起人身事故。为此,必

须在天线上装设避雷器,避雷器能够将雷电引入地下,确保电视机和人身安全。常用的避雷器有市售的,也可以自制。最简单的避雷器如图 13-44a 所示,用约 0.2 mm 厚度的铜片或铝片,剪成小锯齿形状,用螺钉紧固在木板或胶木板上,锯齿尖互相对齐,其间留有 0.4~0.5 mm 间隙,不得大于 0.5 mm 以上,将上边两铜片经馈线接至天线,下边两铜片经直径为 3 mm 以上的粗导线或多股铜绞合线用金属夹卡紧在金属天线杆上,然后将金属天线杆牢靠地埋入地下。如果天线杆采用木杆,必须从避雷器引出接地线,接地线用直径 3 mm 以上的粗导线,接地端焊接在一段金属管上或一块金属板上,然后将金属管(或板)埋入地下深 1 m 以上。从天线引下另一路,把馈线牢固地焊接在振子上,另一端与电视机连接。这样安装天线,在雷电时,锯齿间隙被击穿,可将雷电引入地下,起避雷作用。有时为了更安全起见,将馈线经过一把双向开关接入电视机,连接的方法如图 13-44b 所示。收看电视节目时,将开关倒向电视机一侧,在雷电时,或电视机不用时,将开关倒向接地一侧,天线经馈线接地,确保电视机安全。

如果天线杆用木杆,必须把折合振子的零电位点、引向器中点和反射器中点先用直径 3 mm 以上粗导线连接(焊牢),然后再与避雷器地线连接一起接地,如图 13-45 所示。也可以在天线上安装避雷针,如图 13-46 所示。避雷针可以自制,用直径约 1 cm,长约 33 cm 的铁管或铁棒作避雷针,竖直安装在天线杆上,并用直径约 3 mm 的粗导线或多股铜绞合线与避雷针牢固焊接后沿天线杆引下,将末端焊接在铁管或铁板上埋入地下深 1 m 以上,牢靠地接地。安装时必须注意不要将避雷针直接焊接在天线上。

天线、避雷器的接地线沿着天线杆引下时,必须每隔一段距离用绑扎或卡紧的方法固定一下,防止风吹或拉断。

四、电视机的保养技术

电视机的构造复杂,用的器件很多,一台彩色电视机有上千个

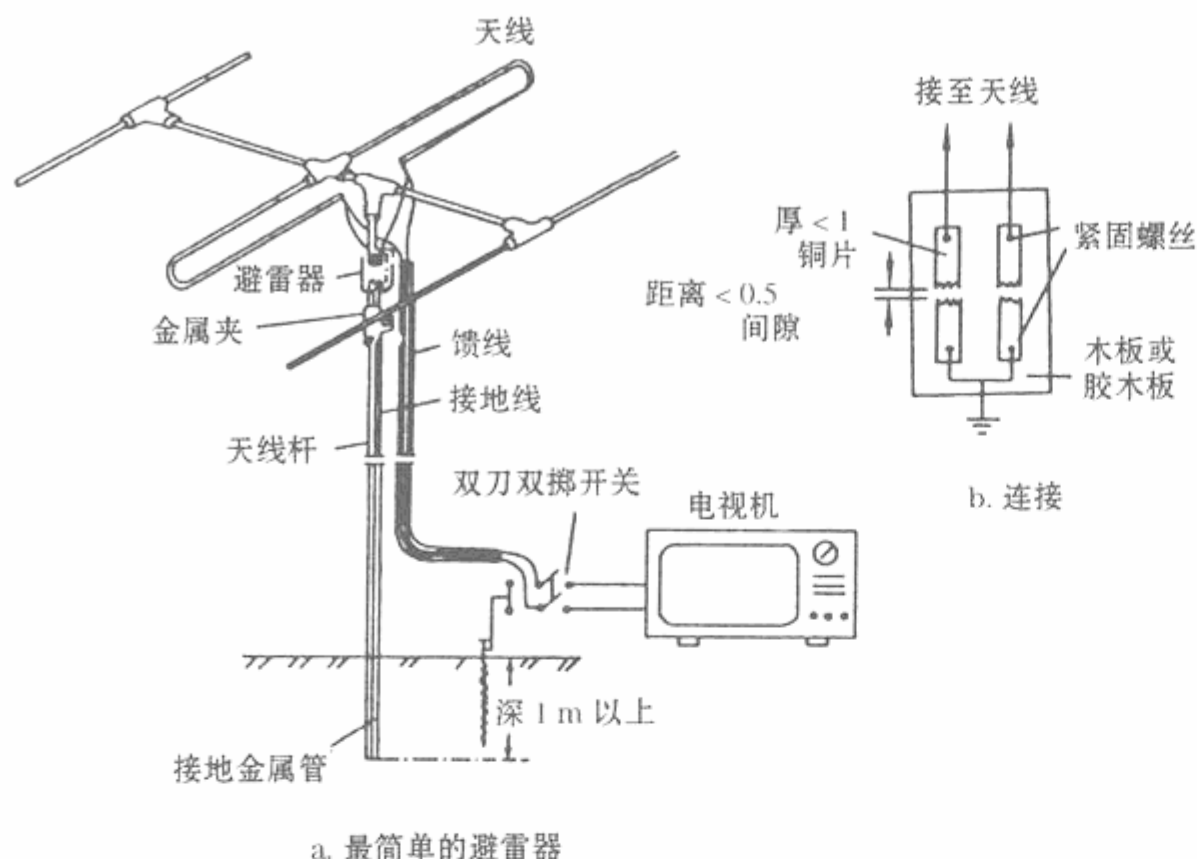


图 13-44 电视天线避雷器的接线

器件。器件越多,出故障的机会也越多。要确切地判断和排除故障,是很不容易的。所以,一般情况下,电视机出了故障,都要送交修理部门专门维修。

电视机的使用保养可减少故障,延长使用寿命。

(1) 电源电压保持在电视机的额定电压上。但有的地方由于靠近工业区或电网容量不够大等因素,会有电压波动现象。当电源电压高于 250 V 或低

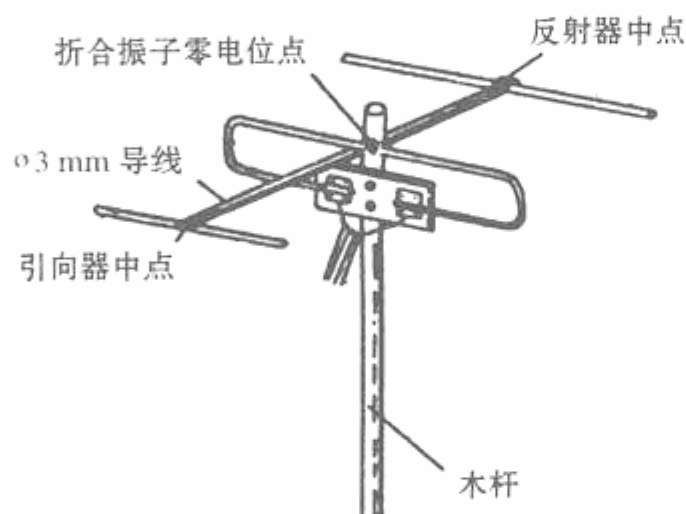


图 13-45 天线与避雷器的接地线连接

于 170 V 时,会影响电视机的使用寿命,破坏电视机的性能。在这些地区,用户必须使用交流稳压器,以便保证电视机工作在额定电压 220 V。

(2) 电视机宜放在干燥、通风以及不经常搬动的房间里。避免在强光下看电视;看完电视后,宜用深颜色的电视机套罩好电视机,避免强光直射荧光屏。

(3) 勿在电视机顶上或周围放置装有液体的瓶子(如汽油、酒精、水等)以及金属物品(如钉子、大头针、螺丝等),否则一不小心倒翻,会侵入机内,腐蚀元件。若金属物品从后盖掉入机内,容易引起短路,损坏电视机。

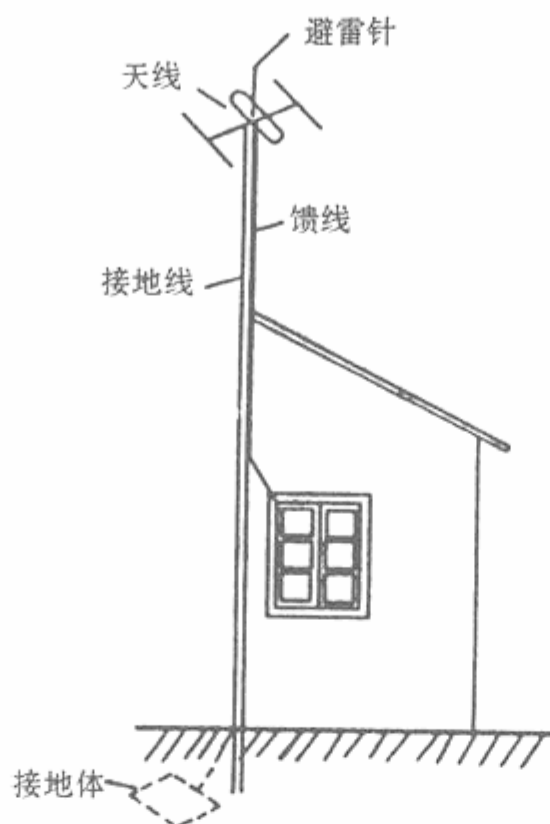


图 13-46 天线上安装避雷针示意

五、闭路电视线路的安装技术

1. 闭路电视接收盒的安装技术 由于插拔接收盒插头的力很小,且接好线后很少插拔,所以可以用四只长木螺钉直接将塑料接收盒固定在墙上。当然也可用塑料胀管固定。接收盒的接线方法是:打开屏蔽盒的金属盖板;剥削好 75 Ω 同轴电缆的绝缘层,并将电缆屏蔽层(细密编织的铜丝)拧成一条辫子;将电缆固定在导线压板下,然后用电烙铁将电缆芯线焊在印制电路板相关接点上,将电缆屏蔽辫子焊在印制电路板的接地极,并与屏蔽盒的外壳焊连;扣上金属盖板,塑料面板用木螺钉固定在接收盒上即可,如图 13-47 所示。有的接收盒电缆芯线及其屏蔽线与印制电路板分

别通过各自的压板连接。同轴电缆预先用塑料卡钉固定在墙上。

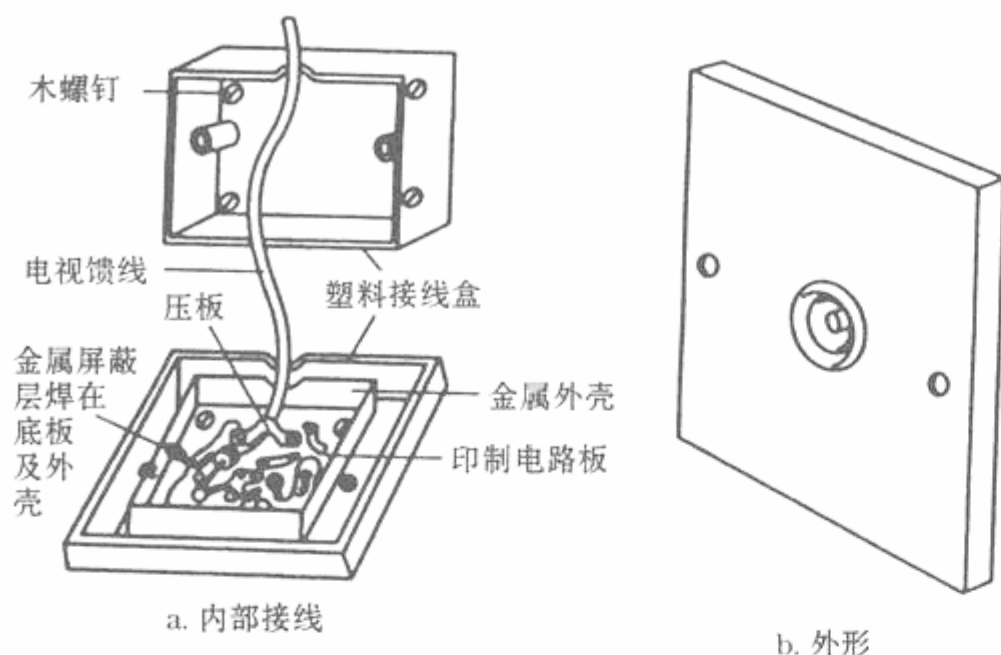


图 13-47 闭路电视接收盒的安装

2. 闭路电视接收盒与电视机的连接方法 闭路电视接收盒配装有电子转换插孔(TV),用户只要将电视机天线插孔与接收盒上插孔通过 $75\ \Omega$ 同轴电缆经插头连接起来即可。插头的结构及连接如图 13-48 所示。插头接线时,先将塑料后座穿到同轴电缆上,然后把同轴电缆外层的金属屏蔽层剥开约 15 mm,再将塑料外

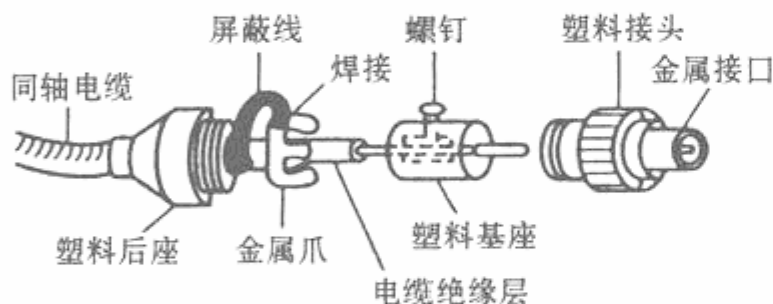


图 13-48 插头的结构与连接

皮剥去约 10 mm,露出芯线(单根铜线)。将屏蔽层(细密编织的铜丝)束成一条辫子(若嫌太粗,可剪去一部分铜丝)。用电烙铁

将屏蔽线焊接在金属爪的根部,再把芯线插入塑料基座的插孔内,并将压紧螺钉拧紧。最后把塑料接头连同金属接口套到塑料基座上,并拧紧塑料后座。

拧紧时,用一只手握住电缆线和塑料接头不动,用另一只手转动塑料后座直至拧紧为止。这样做的目的是,不会将插头内的芯线拧断,也不会造成芯线与屏蔽线短路而影响接收效果。

第十四章 电气安全技术

第一节 电气接地和接零

一、电气接地的意义及类型

用接地线把电气设备的某些部分与接地体进行可靠而又符合技术要求的电气连接称为接地。如电动机、变压器和开关设备的金属外壳接地。

当电气设备漏电时,其外壳、支架及与之相连的其他金属部分将呈现电压。若有人触及这些意外的带电部分,就可能发生触电事故。接地的目的就是为了保证电气设备的正常工作和人身安全。为了达到这个目的,接地装置必须十分可靠,其接地电阻也必须保证在一定范围之内。例如,容量为 100 kV 以上的变压器中性点接地装置的接地电阻应不大于 $4\ \Omega$,零线重复接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 等。在电力系统中应用较多的有工作接地、保护接地、保护接零、重复接地等,此外还有防雷接地、公共接地、过电压保护接地、防静电接地、屏蔽接地等。

二、工作接地

为了保证电气设备的安全运行,将电力系统中的某些点接地,

叫工作接地。如电力变压器和互感器的中性点接地等,都属于工作接地。如图 14-1 所示,电力变压器的三相绕组星形连接的公共点是中性点,从中性点引出的零线(中性线)有作单相电线和电气设备安全保护的双重作用。在三相四线制低压电力系统中,采用工作接地的优点很多。例如,将变压器低压侧中性点接地,可避免当电力变压器高压侧线圈绝缘损坏而使低压侧对地电压升高,从而保证人身和设备的安全。同时,在三相负荷不平衡时能防止中性点位移,从而避免三相电压不平衡。此外,还可采用接零保护,在三相负荷不平衡时切断电源,避免其他两相对地电压升高。

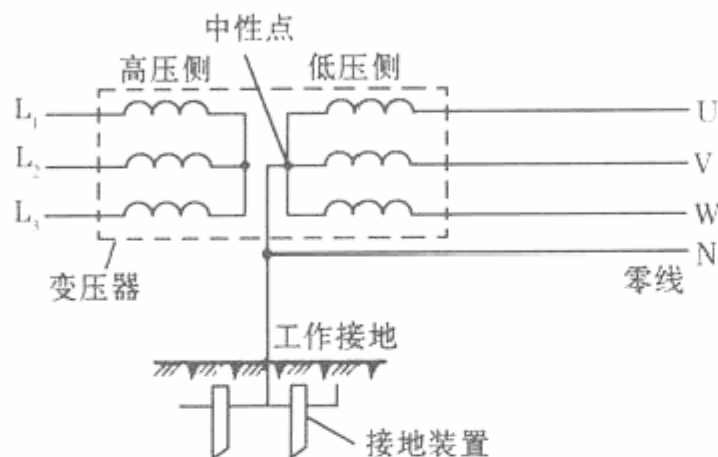


图 14-1 工作接地的组成

三、保护接地

将电动机、变压器等电气设备的金属外壳及与外壳相连的金属构架,通过接地装置与大地连接起来,称为保护接地。保护接地适用于中性点不接地的低压电网。保护接地可有效防止发生触电事故,保障人身安全。当电气设备绝缘损坏,相线碰壳时,设备外壳带电,人体触及就有触电的危险。如果电气设备外壳有了保护接地,电流同时流经接地体和人体,如图 14-2 所示。在并联电路中,电流与电阻大小成反比,接地电阻越小,通过的电流越大,流经人体的电流就越小。通常接地电阻都小于 $4\ \Omega$,而人体电阻一般

在 $1\,000\ \Omega$ 以上,比接地电阻大得多,所以流经人体的电流很小,不致有触电危险。

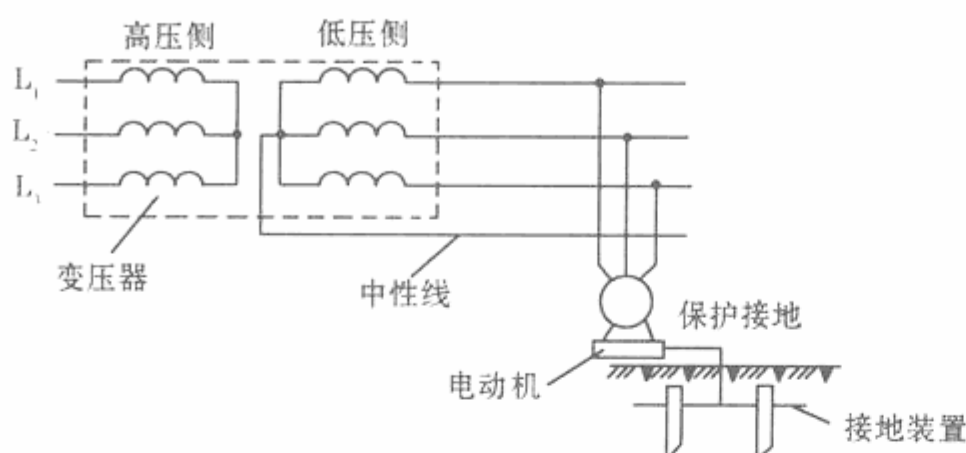


图 14-2 保护接地的组成

四、保护接零

将电动机等电气设备的金属外壳及金属支架与零线用导线连接起来,称为保护接零。在 220/380 V 三相四线制中性点直接接地的电网中广泛采用保护接地,当电气设备绝缘损坏造成单相碰壳时,设备外壳对地电压为相电压,人体触及将发生严重的触电事故,采用保护接零后,碰壳相电流经零线形成单相闭合回路,如图 14-3 所示。由于零线电阻较小,短路电流较大,使熔丝熔断或断路器等短路保护装置在短时间内动作,切断故障设备的电源,从而避免了触电。

必须注意的是,保护接零和保护接地的保护原理是不同的。保护接地是限制漏电设备外壳对地电压,使其不超过允许的安全范围;而保护接零是通过零线使漏电电流形成单相短路,引起保护装置动作,从而切断故障设备的电源。注意,在同一台变压器供电的系统中,保护接零和保护接地不能混用,不允许一部分设备采用保护接零,而另一部分设备采用保护接地。因为当采取保护接地

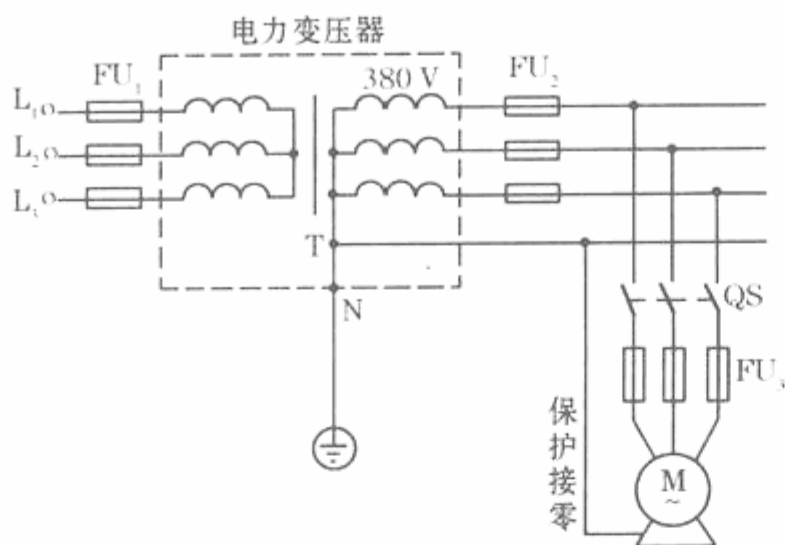


图 14-3 保护接零

的设备中一相与外壳接触时,会使电源中性线出现对地电压,使接零的设备产生对地电压,造成更多的触电机会。

五、重复接地

在三相四线制保护接零电网中,除了变压器中性点的工作接地之外,在零线上一点或多点与接地装置连接,称为重复接地,如图 14-4 所示。对于 1 kV 以下的接零系统,重复接地的接地电阻应不大于 $10\ \Omega$ 。

重复接地的作用主要有:

- (1) 在电气设备相线碰壳短路接地时,能降低零线对地电压,缩短保护装置的动作时间。在没有重复接地的保护接零系统中,当电气设备单相碰壳时,在短路保护装置动作切断电源

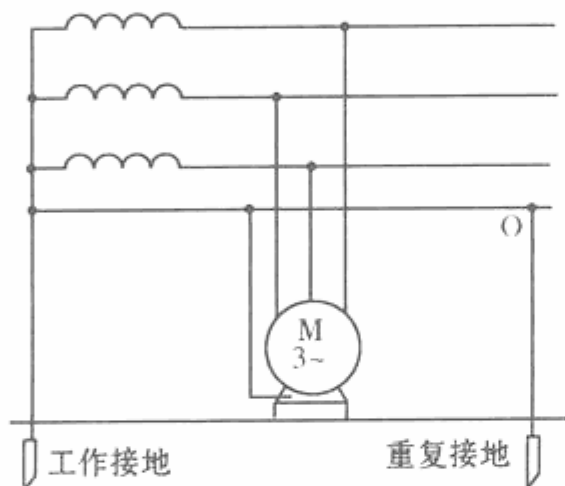


图 14-4 重复接地

的这段时间里,零线和设备外壳是带电的,如果保护装置因某种原因未动作不能切断电源时,零线和设备外壳将长期带电。有了重复接地。重复接地电阻与工作接地电阻组成并联电路,线路阻值减小,可降低零线的对地电压,加大短路电流,使保护装置更快动作,而且重复接地点越多,对降低零线对地电压越有效,对人身越安全。

(2) 当零线断线时,能降低触电危险和避免烧毁单相用电设备。如图 14-5 所示,在没有重复接地时,如果零线断线,且断线点后面的电气设备单相碰壳,那么断线点后零线及所有接零设备的外壳都存在接近相电压的对地电压,可能烧毁用电设备。而且此时接地电流较小,不足以使保护装置动作而切断电源,很容易危及人身安全。低压电网、电气设备的接地或接零的范围在有重复接地的保护接零系统中,如图 14-6 所示,当发生零线断线时,断线点后的零线及所有接零设备外壳对地电压要低得多,所以断线点后的重复接地越多,总的接地电阻越小,短路电流就越大,这样就能使保护装置更快动作地切断电源。

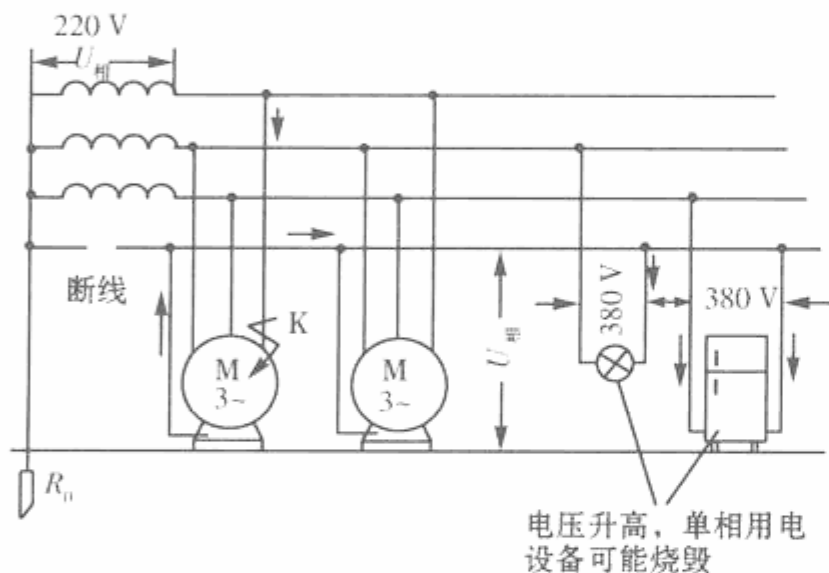


图 14-5 保护接零系统无重复接地的危险情况

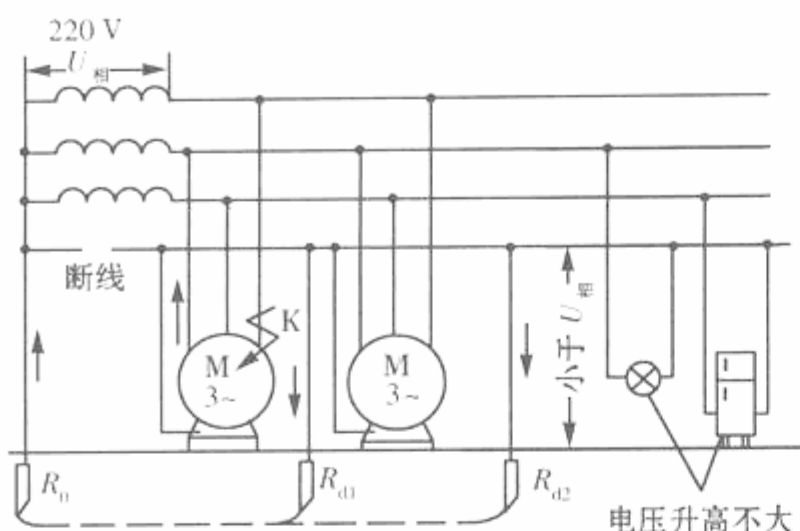


图 14-6 在重复接地零线断路时的情况

六、低压电网、电气设备的接地或接零的范围

- (1) 电动机、变压器、开关及其他电气设备的金属底座、外壳。
- (2) 开关等电气装置的操作机构。
- (3) 电流互感器的二次绕组(即线圈;继电保护装置规程另有规定者除外)。
- (4) 配电盘和控制箱等的金属框架或外壳。
- (5) 室内外配电装置的金属构架、电缆外皮等。
- (6) 避雷设备等。
- (7) 中性点直接接地系统中变压器的中性点。

第二节 电气接地装置安装技术

接地装置包括接地体与接地线两部分。与土壤直接接触的金属体或金属体组,称为接地体或接地极。连接接地体与电气设备之间的金属导线,称为接地线,简称地线。

在有条件的地方,接地体应尽量利用与大地有可靠连接的金属管道和建筑物的金属构架等作为自然接地体;一般情况下则采

用钢管;角钢、扁钢等埋入地下形成人工接地体。

一、接地系统的安装程序

1. 室外接地系统的施工程序

(1) 根据设计要求选定自然接地体或制作接地体及其附属零件。

(2) 根据设计的接地系统布置图挖土沟。土沟上面宽,底部渐窄,沟壁与沟底水平线的夹角在 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

(3) 根据设计规定位置埋设接地体。埋设接地体时,不应有斜或弯曲现象,而且应使各接地体的上端保持在同一水平面上。

(4) 沿土沟放接地干线,并与已选定的自然接地体及已埋设的人工接地体焊接。

(5) 从接地干线连接至室外配电装置的接地支线。

(6) 将室外接地干线与室内接地干线相连。

(7) 对于自然接地体如焊接有困难时,可采用特殊夹子进行紧固的连接。

(8) 如土壤电阻系数过大或在冻土层内,应采取降低土壤电阻系数的措施。

(9) 施工完毕后进行全面检查,然后填土并夯实。

2. 室内接地系统的施工程序

(1) 按照设计所规定的高度在墙上画出接地线的路径和接地支架的位置。

(2) 根据设计检查各穿墙孔的位置。如果土建施工时没有预留,或预留位置有偏差时,则用凿子凿穿墙孔,并凿接地支架的安装孔。

(3) 将接地线沿设计图纸上的路径放好,并用木榔头将接地线敲平,消除弯曲。

(4) 用水泥灰浆将接地支架埋入墙内。支架必须保持平直端正,孔内的灰浆应当饱满。

(5) 待灰浆干涸后,进行敷设接地线。敷设的方法为敷一段

焊一段。焊接时应将接地线拉直,以免过大弯曲。

(6)接地线穿墙及穿楼板都应灌以黄沙,并以沥青封口。

(7)连接接地干线至配电装置的接地支线。

(8)对所有接地线进行检查校正后,按设计要求涂漆。

二、接地体的制作及安装技术

1. 接地体施工安装的技术要求 利用自然接地体时,要采用不少于两根的导体,并在不同地点与接地干线相连接。

进行人工接地体施工安装时,应严格按照设计要求逐项实施:

(1)接地体顶面埋设深度应符合设计规定。当无规定时,不宜小于0.6 m。角钢及钢管接地体应垂直配置。除接地体外,接地体引出线的垂直部分和接地装置焊接部分应作防腐处理;在作防腐处理前,表面必须除锈并去掉焊接处残留的焊药。

(2)垂直接地体的间距不宜小于其长度的2倍。水平接地体的间距应符合设计规定。当无设计规定时不宜小于5 m。

(3)接地线应防止发生机械损伤和化学腐蚀。接地线在穿过墙壁、楼板和地坪处应加装钢管或其他坚固的保护套,有化学腐蚀的部位还应采取防腐措施。

(4)接地干线应在不同的两点以上与接地网相连接,自然接地体应在不同的两点以上与接地干线或接地网相连接。

(5)每个电气装置的接地应以单独的接地线与接地干线相连接,不得在一个接地线中串联几个需要接地的电气装置,如图14-7所示。

(6)接地体敷设完后的土沟回填土内不应夹有石块和建筑垃圾等;外取的土壤不得有较强的腐蚀性;在回填土时应分层夯实。

(7)明敷接地线的安装应符合下列要求:

1)应便于检查。

2)敷设位置不应妨碍设备的拆卸与检修。

3)支持件间的距离,在水平直线部分为0.5~1.5 m;垂直部

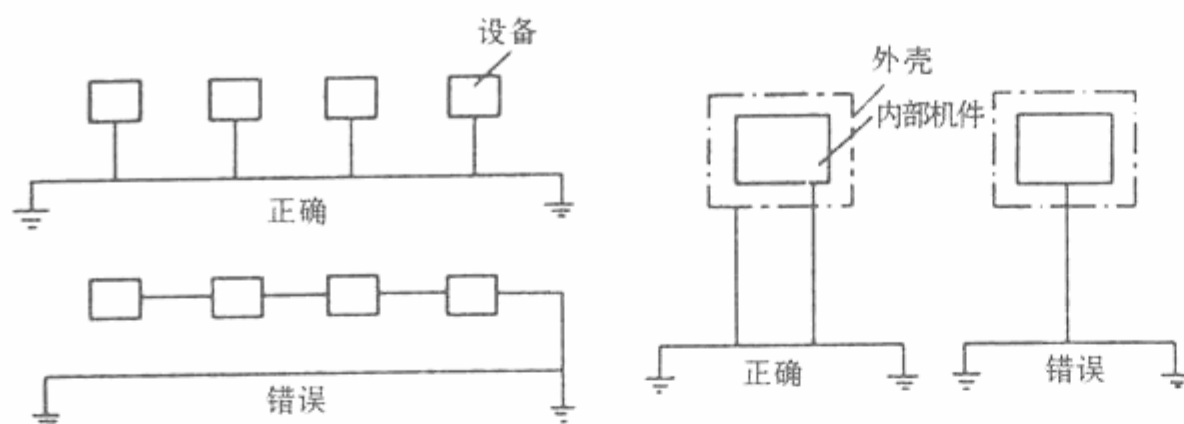


图 14-7 电气装置接地正确方法示意

分为 1.5 ~ 3 m; 转弯部分为 0.3 ~ 0.5 m。

4) 接地线应按水平或垂直敷设, 可与建筑物倾斜结构平行敷设; 在直线段上, 不应有高低起伏及弯曲等情况。

5) 接地线沿建筑物墙壁水平敷设时, 离地面距离为 250 ~ 300 mm; 接地线与建筑物墙壁间的间隙为 10 ~ 15 mm。

6) 在接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时, 应设置补偿器。补偿器可用接地线本身弯成弧状代替。

(8) 明敷接地线的表面应涂以 15 ~ 100 mm 宽度相等的绿色和黄色相间的条纹。在每个导体的全部长度上或只在每个区间或每个可接触到的部位上宜做出标志。当使用胶带时, 应使用双色胶带。

(9) 在接地线引向建筑物的入口处和在检修用临时接地点处, 均应刷白色底漆并标以黑色记号, 其代号为“≡”。

(10) 进行检修时, 在断路器室、配电间、母线分段处、发电机引出线等需临时接地的地方, 应引入接地干线, 并应设有专供连接临时接地线使用的接线板和螺栓。

(11) 当电缆穿过零序电流互感器时, 电缆头的接地线应通过零序电流互感器后接地; 由电缆头至穿过零序电流互感器的一段电缆金属护层和接地线应对地绝缘。

(12) 直接接地或经消弧线圈接地变压器、旋转电机的中性点

与接地体或接地干线的连接,应采用单独的接地线。

(13) 变电所、配电所的避雷器应用最短的接地线与主接地网连接。

(14) 全封闭组合电器的外壳应按制造厂规定接地;法兰片间应采用跨接线连接,并应保证良好的电气通路。

(15) 高压配电间隔和静止补偿装置的栅栏门铰链处应用软铜线连接,以保持良好接地。

(16) 高频感应电热装置的屏蔽外壳,高频回路中外露导体和电气设备的所有屏蔽部分和与其连接的金属管道均应接地,并与接地干线连接。

(17) 接地装置由多个分接地装置部分组成时,应按设计要求设置便于分开的断接卡,自然接地体与人工接地体连接处也应有便于分开的断接卡。断接卡应有保护措施。

(18) 如果接地体是安装在有强烈腐蚀性的土壤中,则接地体应镀锡或镀锌并适当加大截面。注意不准采用涂漆或涂沥青的办法防腐蚀。

(19) 接地体打入地下时,角钢的下端要削尖;钢管的下端要加工成尖形或将圆管打扁后再垂直打入;扁钢埋入地下时则应立放。

(20) 埋设接地体时,应先挖一条宽0.5 m、深0.8 m的地沟。然后再将接地体打入沟内,上端露出沟底0.1~0.2 m,以便对接地体上的连接扁钢和接地线进行焊接。焊接好后,经检查认为焊接质量和接地体埋深均合乎要求时,方可将沟填平夯实。为日后测量接地电阻方便,应在适当位置加装接线卡子,以备测量时接用。

2. 人工接地体的安装 常用的接地体有角钢接地体与管形接地体两种。在一般土壤中采用角钢接地体,在坚实土壤中采用管形接地体。

角钢接地体一般为40 mm×40 mm×4 mm或50 mm×50 mm×5 mm角钢,长2.5 m,端部削尖,以便打入土中。接地体的顶部采用40 mm×4 mm扁钢或直径16 mm圆钢相连。连接的方法如图14-8所示。“安装方式一”适用于直线排列的接地系统中,

“安装方式二”适用于接地系统的转角处。

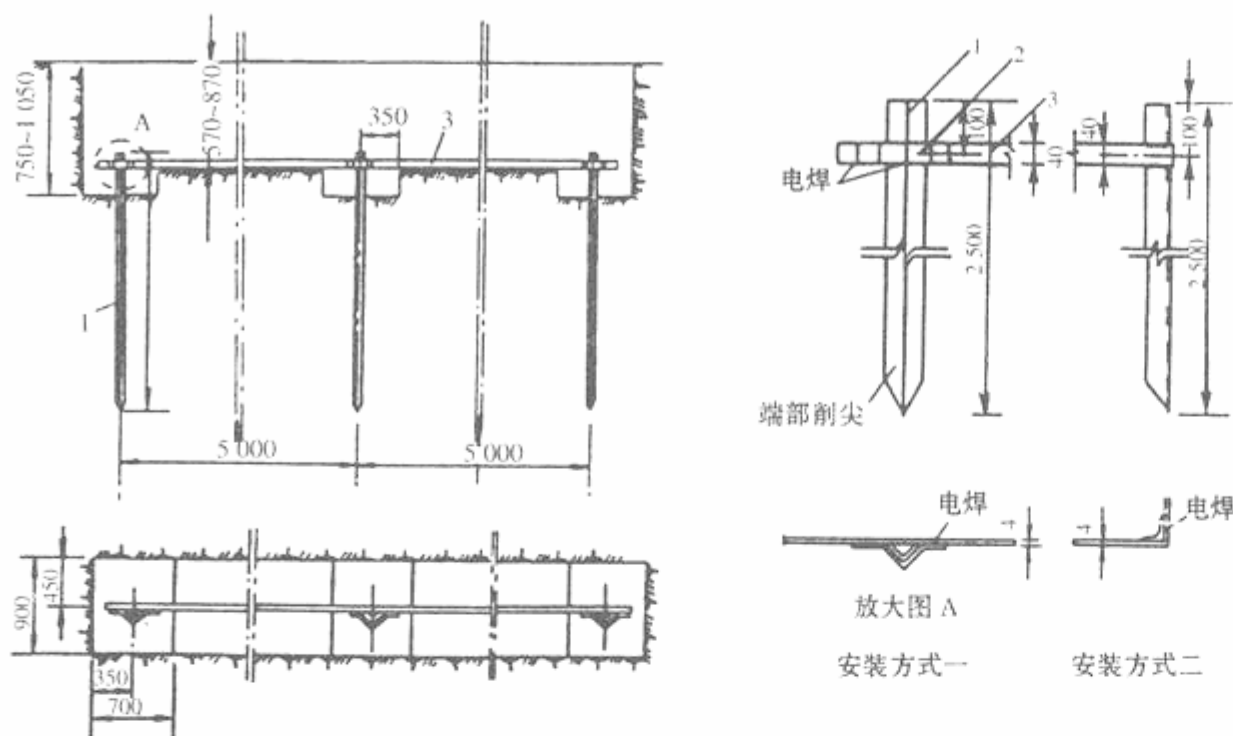


图 14-8 角钢接地体及其安装 (mm)

1. 角钢接地体 2. 卡板 3. 连接扁钢

管形接地体一般采用直径 50 mm、长 2.5 m 的钢管。一端敲扁,如图 14-9a 所示。对于较坚实的土壤,还必须加装接地体管盖。这个管盖只在安装时使用,将接地体打入土中后,即可将管盖取下,放在另一接地体的端部,再打入土中。对于特别坚实的土壤,接地体还要加装管针,如图 14-9b 所示。管针打入地下不能再取出,因此管针的数应和接地体的数一样。管形接地体与接地线的连接如图 14-10 所示。

如果接地体安装在有腐蚀性的土壤中,无论角钢接地体或管形接地体都要镀锌。

当埋设接地体时,先挖一地沟,如图 14-11 所示。然后将接地体打入地下。接地体上面的端部离开沟底 100 ~ 200 mm,以便连接接地线。

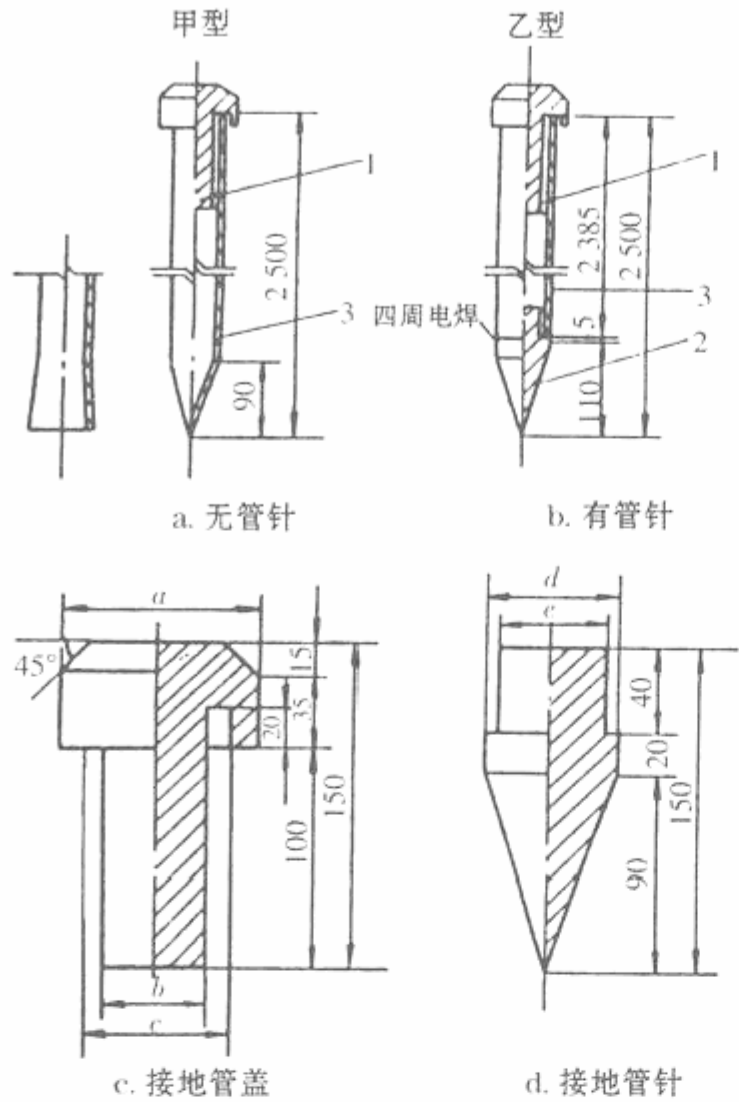


图 14-9 管形接地体 (mm)

1. 管盖 2. 管针 3. 管子

注:图 14-9 的材料数据见表 14-1。

表 14-1 图 14-9 中的材料数据

管形接地体公称内径(mm)	尺寸(mm)				
	a	b	c	d	e
50	90	47	67	60	50
40	80	35	55	48	38

3. 垂直接地体的制作及安装方法

(1) 制作方法:垂直安装的接地体采用角钢或钢管制作,长度一般为 2~3 m,但不能短于 2 m,下端应加工成尖形。用角钢的,其尖

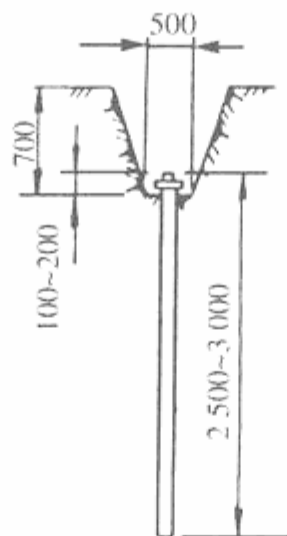
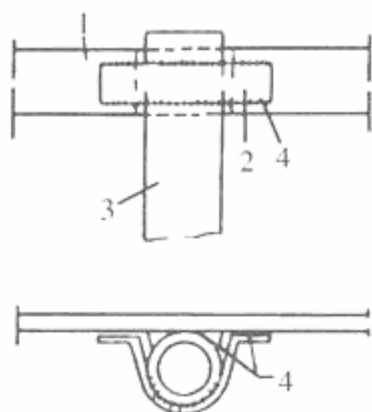
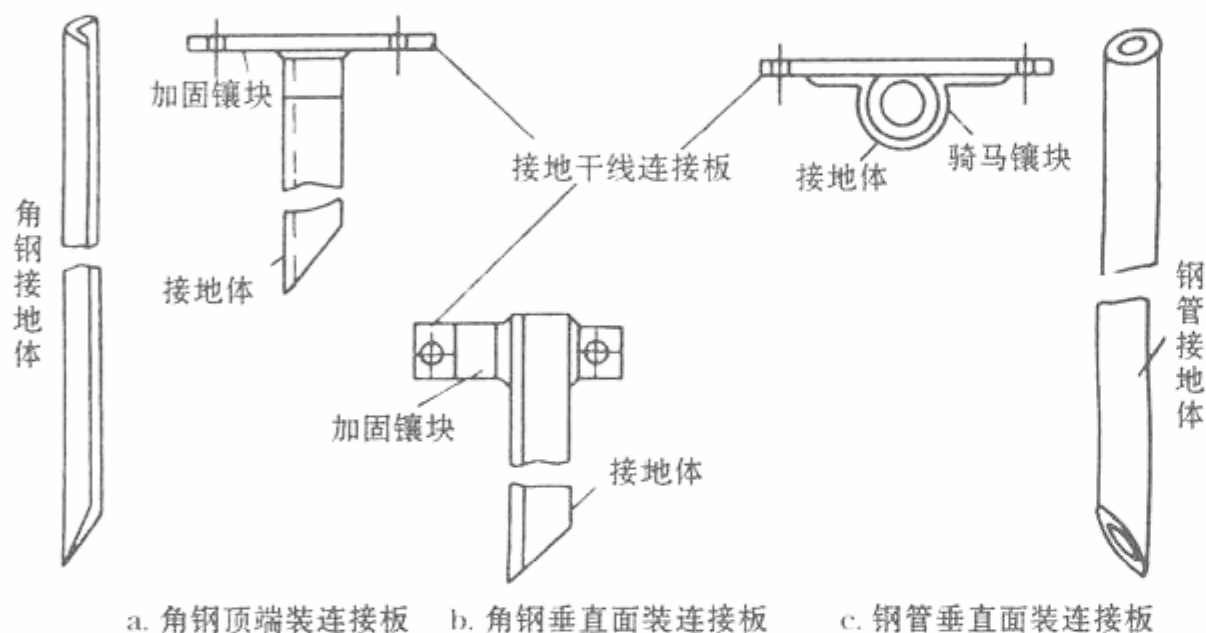


图 14-10 管形接地体与接地线连接 图 14-11 接地体埋设 (mm)

1. 接地扁钢 2. 管夹 3. 管形接地体 4. 焊缝

点应在角钢的钢脊线上,且两个斜边要对称。用钢管的,要单斜削保护一个尖点(图 14-12)。凡用螺栓连接的,要先钻好螺栓的通孔。为便于连接,要在接地体上端或垂直面上安装连接板。



a. 角钢顶端装连接板 b. 角钢垂直面装连接板 c. 钢管垂直面装连接板

图 14-12 垂直接地体的形状

(2) 安装方法:采用打桩法将接地体打入地下(图 14-13)。接地体应与地面垂直,不可歪斜,有效深度不小于 2 m;多极接地

或接地网的各接地体之间,应保持 2.5 m 以上的直线距离。用锤子敲打角钢时,应敲打角钢端面角脊处,锤击力会顺着脊线直传到其下部尖端,容易打入,打直如图 14-13a 所示。若是钢管,则锤击力应集中在尖端的切点位置,否则不但打入困难且不易打直,会使接地体与土壤产生缝隙,增大接触电阻。全部打入地下后,应在

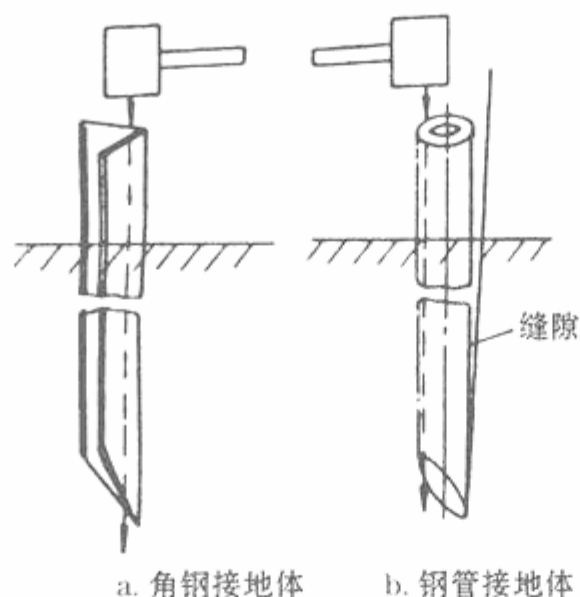


图 14-13 接地体打入土壤方法

四周用土壤埋填夯实,以减小接触电阻。若接地体与接地线在地面下连接,则应先将接地体与接地线用电焊焊接后再埋土夯实。

垂直接地体端部焊接如图 14-14 所示。接地干线、接地体的焊接如图 14-15 所示。接地引线与干线的焊接如图 14-16 所示。

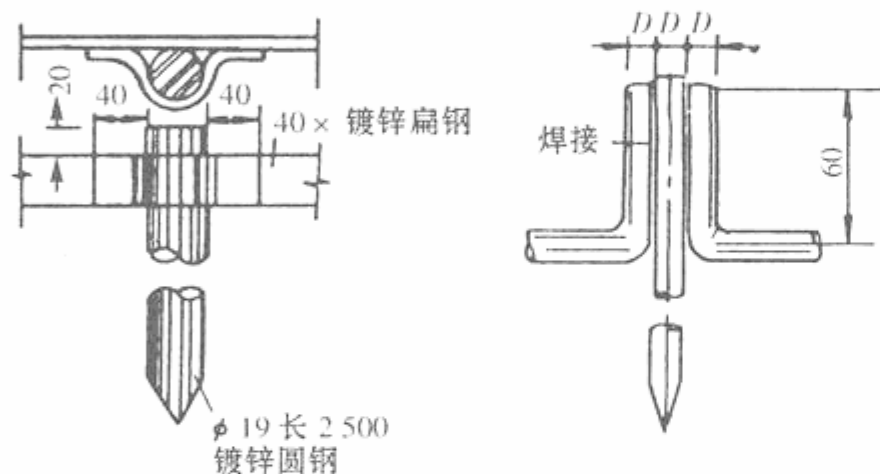


图 14-14 接地体焊接形状 (mm)

对于直流接地装置,能与地构成闭合回路且经常流过电流的接地线,应沿绝缘垫板敷设,不得与金属管道、建筑物和设备构件有金属的连接。经常流过电流的接地线和接地体,除应符合载流

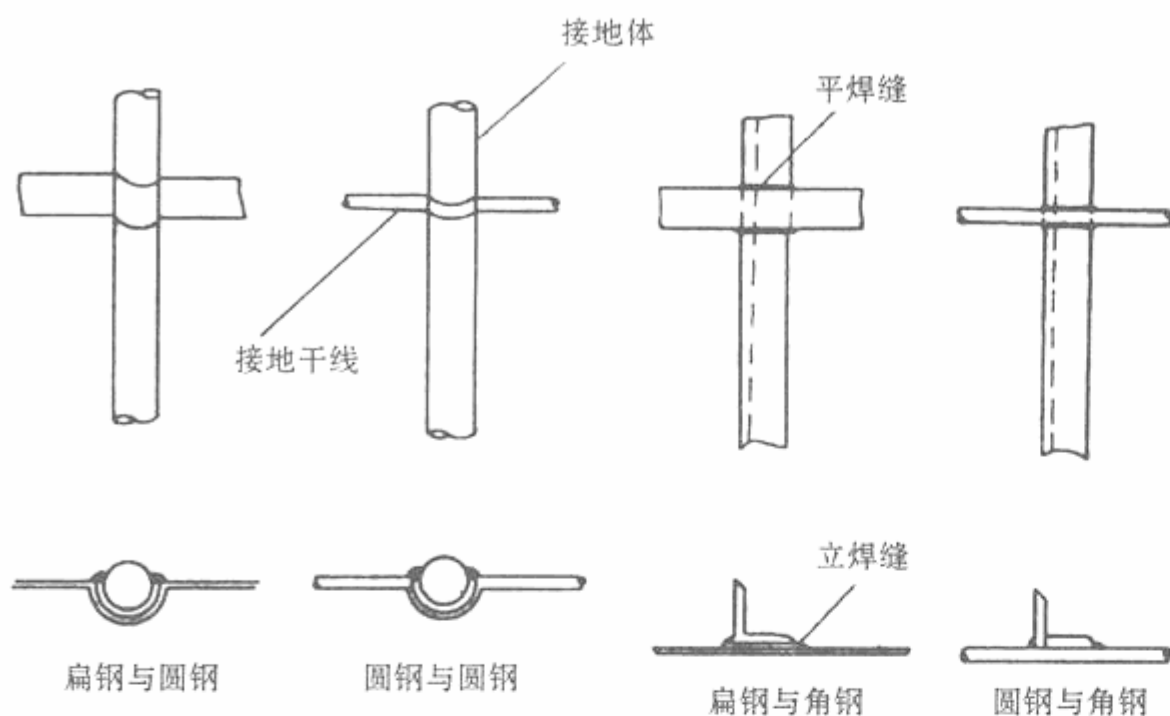


图 14-15 接地干线与接地体的焊接形状 (mm)

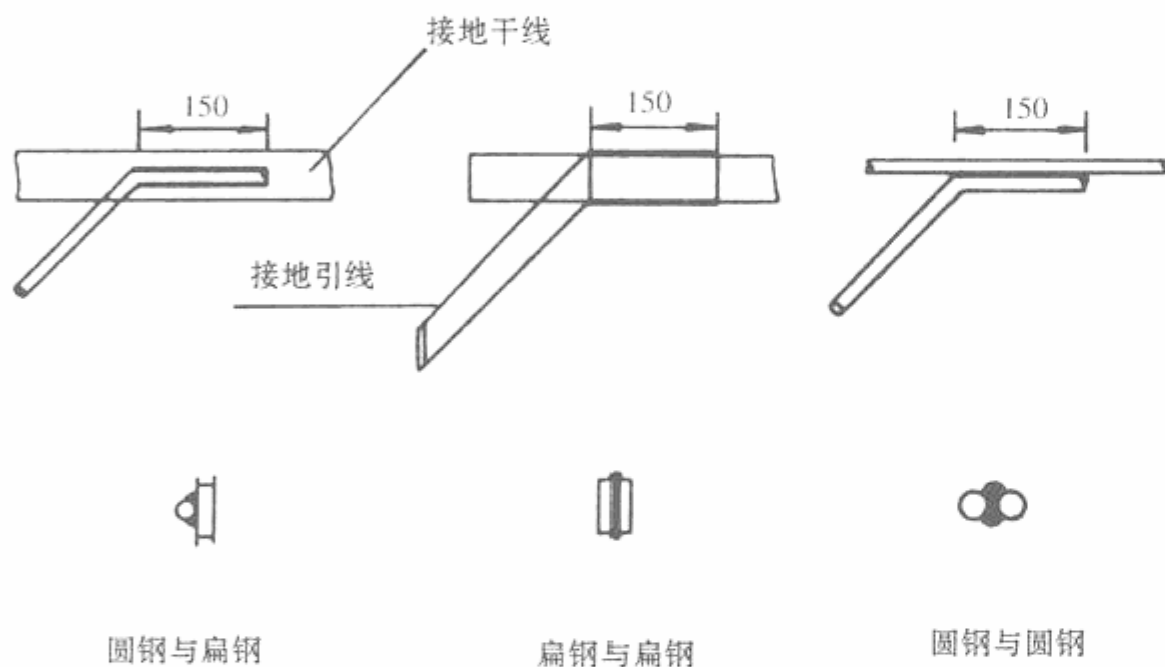


图 14-16 接地引线与干线的焊接形状 (mm)

量热稳定的要求外,其地下部分的最小规格不应小于:圆钢直径 10 mm,扁钢和角钢厚度 6 mm,钢管管壁厚度 4.5 mm。

接地装置应尽量避免敷设在土壤中含有电解时排出活性作用物质或各种溶液的地方,必要时可采用外引式接地装置,否则应采取改良土壤的措施。

三、接地线的安装技术

1. 人工接地线的安装要求 接地线是接地装置中的另一组成部分。实际工程中要尽可能利用自然接地线,但要求具有良好的电气连接。为此在建筑物钢结构的结合处,除已焊接者外,都要采用跨接线焊接。跨接线一般采用扁钢,作为接地干线时,其截面不得小于 100 mm^2 ;作为接地支线时,不得小于 48 mm^2 。对于暗敷管道和作为接零线的明敷管道,其接合处的跨接线可采用直径不小于 6 mm 的圆钢。利用电缆的金属外皮作接地线时,一般应有两根。若只有一根,则应敷设辅助接地线。若无可利用的自然接地线,或虽有能利用的但不能满足运行中电气连接可靠的要求及接地电阻不能符合规定时,则应另设人工接地线。其施工安装要求如下:

(1) 一般应采用(钢质扁钢或圆钢)接地线。只有当采用钢质线施工安装困难时,或移动式电气设备和三相四线制照明电缆的接地芯线,才可采用有色金属作人工接地线。

(2) 必须有足够截面保证连接可靠及有一定的机械强度。

(3) 为能在低压接地电网中自动断开线路故障时段,接地线和零线的截面应能保证在导电部分与接地部分间发生单相短路时,网内任一点的最小短路电流不小于最近处熔断器熔体额定电流的 4~5 倍、自动开关瞬时动作电流的 1.5 倍,并应能符合热稳定要求。同时接地线和零线的电导,一般不小于本线路中最大相线电导的 1/2。

(4) 中性点直接接地的低压电气设备的专用接地线或零线,宜与相线一起敷设。

(5) 接地体(线)的连接应采用焊接,焊接必须牢固无虚焊。接至电气设备上的接地线,应用镀锌螺栓连接;有色金属接地线不能采用焊接时,可用螺栓连接。螺栓连接处的接触面应按现行国家标准中《电气装置工程母线装置施工及验收规范》的规定处理。

(6) 接地体(线)的焊接应采用搭接焊,其搭接长度必须符合下列规定:

1) 扁钢为其宽度的 2 倍(且至少三个棱边焊接);

2) 圆钢为其直径的 6 倍;

3) 圆钢与扁钢连接时,其长度为圆钢直径的 6 倍;

4) 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时,为了连接可靠,除应在其接触部位两侧进行焊接外,并应焊以由钢带弯成的弧形(或直角形)卡子或直接由钢带本身变成弧形(或直角形)与角钢焊接。

(7) 利用各种金属构件、金属管道等作为接地线时,应保证其全长为完好电气通路。利用串联的金属构件、金属管道作接地线时,应在其串接部位焊接金属跨接线。

(8) 接地线与接地体之间的连接应采用焊接或压接,连接应牢固可靠。采用焊接时,扁钢的搭接长度应为宽度的 2 倍且至少焊接 3 个棱边;圆钢的搭接长度应为直径的 6 倍。采用压接时,应在接地线端加金属夹头与接地体夹牢,夹头与接地体相接触的一面应镀锡,接地体连接夹头的地方应擦拭干净。

2. 人工接地线的安装方法 在一般情况下采用扁钢或圆钢作为人工接地线。接地线的截面应按照所述的方法选择。接地线应该敷设在易于检查的地方,并有防止机械损伤及防止化学作用的保护措施。从接地干线敷设到用电设备的接地支线的距离愈短愈好。当接地线与电缆或其他电线交叉时,其距离至少要维持 25 mm。在接地线与管道交叉的地方,以及在接地线可能受到机械损伤的地方,接地线上应加保护装置,一般要套以钢管。当接地线跨过有振动的地方,接地线应略加弯曲,以便在振动时有伸缩的余地,免于断裂。

(1) 接地线的支架安装:应根据下列要求的距离安装。

1) 当接地线直线敷设时,支架间的距离应在 500 ~ 1 000 mm。

2) 当接地线转弯敷设时,在离转角处 100 mm 以内的地方应设有支架。

3) 在引出接地支线处 100 mm 范围以内的地方应设有支架。

4) 当接地线在电缆沟中敷设时,支架离开电缆沟盖板下面的距离不应小于 50 mm。

5) 接地线的支架离开地面的距离应在 400 ~ 600 mm 范围以内。

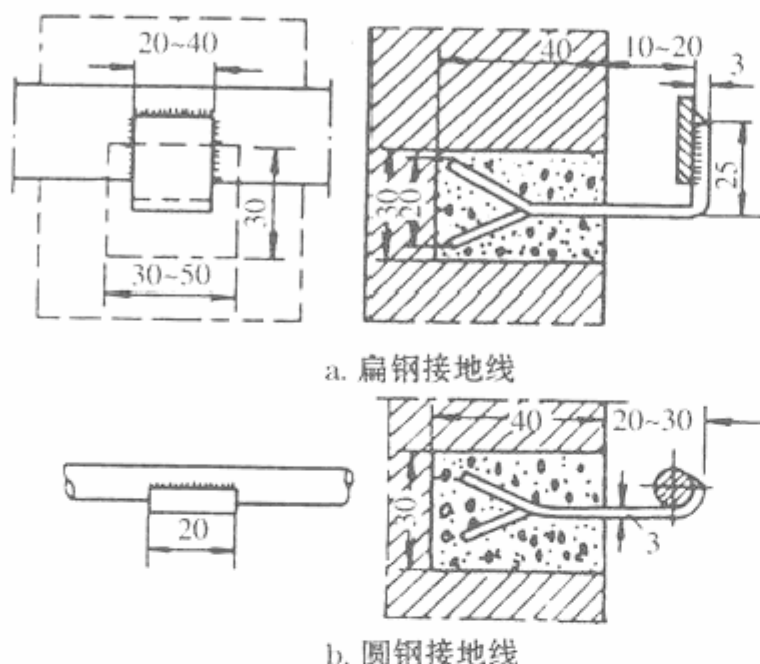
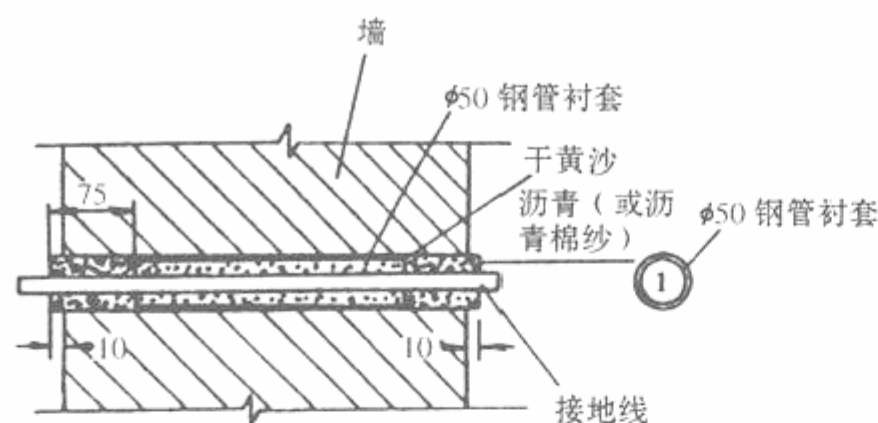


图 14-17 接地线沿建筑物敷设 (mm)

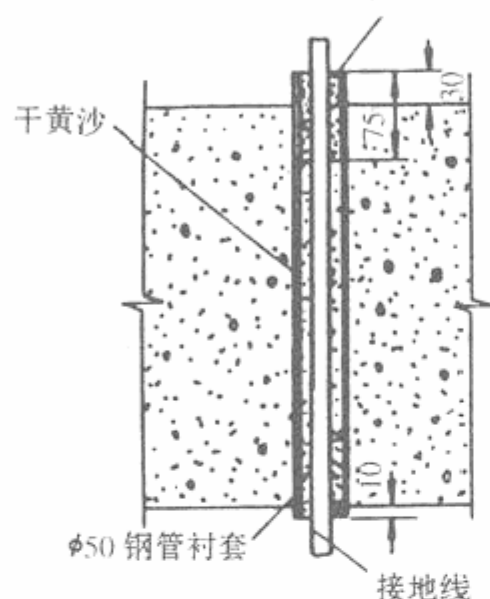
接地线沿墙、柱、天花板等敷设时,应有一定距离,以便维护、观察,同时避免因距离建筑物太近容易接触水汽而造成锈蚀现象。在潮湿及有腐蚀性的建筑物内,接地线离开建筑物的距离至少为 10 mm,在其他建筑物内则至少为 5 mm。接地线沿建筑物敷设的安装图如图 14-17 所示。

当接地线穿过墙壁时,可先在墙上留洞或设置钢管,钢管伸出墙壁至少 10 mm。接地线放入墙洞或钢管内后,在洞内或管内先填以干黄沙,然后在两端用沥青或沥青棉纱封口。当接地线穿过

楼板时,也必须装设钢管。钢管离开楼板上表面至少 30 mm,离开楼板下面至少 10 mm。安装方法与上同,详见图 14-18。



a. 穿墙装置
沥青(或沥青棉纱)



b. 穿越楼板装置

图 14-18 接地线穿过墙和楼板的装置示意(mm)

接地线连接时一般采用对焊。采用扁钢在室外或土壤中敷设时,焊缝长度为扁钢宽度的 2 倍,在室内明敷焊接时,焊缝长度可等于扁钢宽度;当采用圆钢焊接时,焊缝长度应为圆钢直径的 6 倍,如图 14-19 所示。

接地线与电气设备连接的方法可采用焊接或用螺栓连接。当

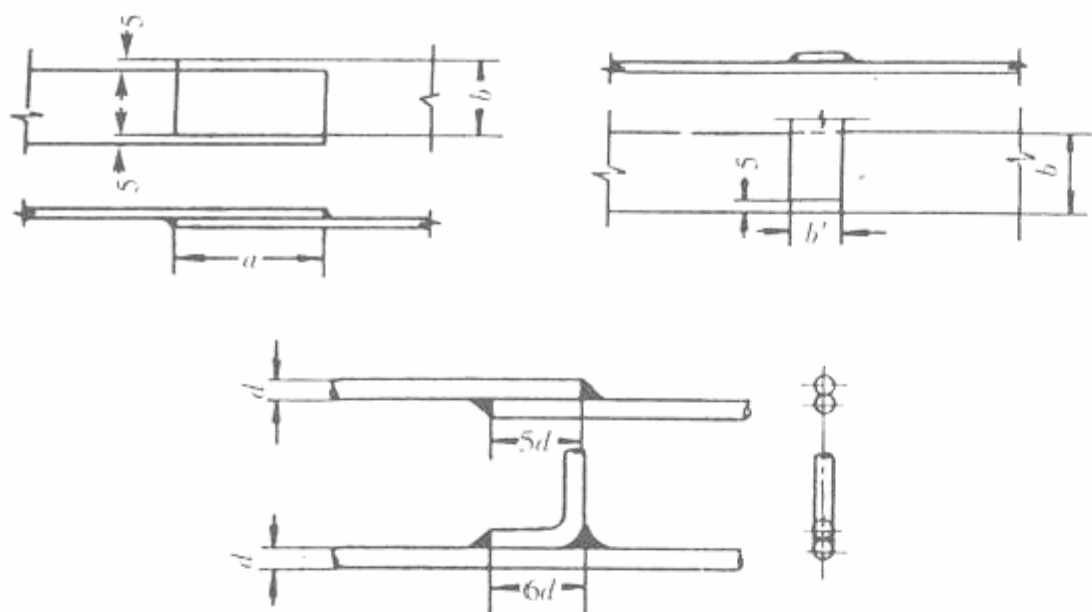


图 14-19 接地线间的连接形状 (mm)

注:1. 扁钢焊接时,敷设在室外或土壤中 $a = 2b$,室内明敷时 $a = b$ 。

2. b 和 b' 为扁钢宽度,一般为 15 mm、25 mm、40 mm; d 为圆钢外径,一般为 10 mm、16 mm,均依设计规定。

用螺栓连接好后,连接的地方要用钢丝刷刷光并涂以中性凡士林油,在接地线的连接端最好镀锡以免氧化,然后再在连接处涂上一层漆以免锈蚀。

(2) 接地线的安装工艺:

1) 接地干线与接地体的连接。尽可能采用电焊焊接,连接处要加镶块以增加焊接面积。没有条件时也允许用螺钉压接,但接触面须经镀锌或镀锡处理,并采用直径为 12 mm 或 14 mm 镀锌螺钉。安装时接触面应保持平整、严密,不可有隙缝,螺钉要拧紧;在振动场所螺钉上要加弹簧垫圈。连接处应放置在便于检查和维修的地方,如埋入地下,应在地面上做好标记。

2) 接地网各接地体之间的连接。如需提供接地线,就要安装在沟中,沟上应覆有沟盖,且要与地面平齐。若接地体连接干线采用扁钢宽面垂直安装时,应预先钻好接线用的通孔并在连接处镀锡。如不需提供接地线,则应埋入地中 600 mm 左右,并在地面标明干线走向的连接点位置,以便于检修。埋入地下的连接,尽量采

用电焊焊接。

3) 公用配电变压器的接地干线与接地体的连接。连接方法与 1) 同, 连接点一般埋入地下 100 ~ 200 mm。在接地干线引出地面处 2 ~ 2.5 m 的地方断开, 再用螺钉压接重新接牢 (图 14-20), 以便于测量接地电阻。

4) 从接地体或从接地体连接干线引出的接地干线应明设, 并涂漆标明; 穿越楼板或墙壁时, 应穿管保护; 接地干线要支持牢固; 若采用多股导线连接时, 要采用接线耳 (图 14-21)。

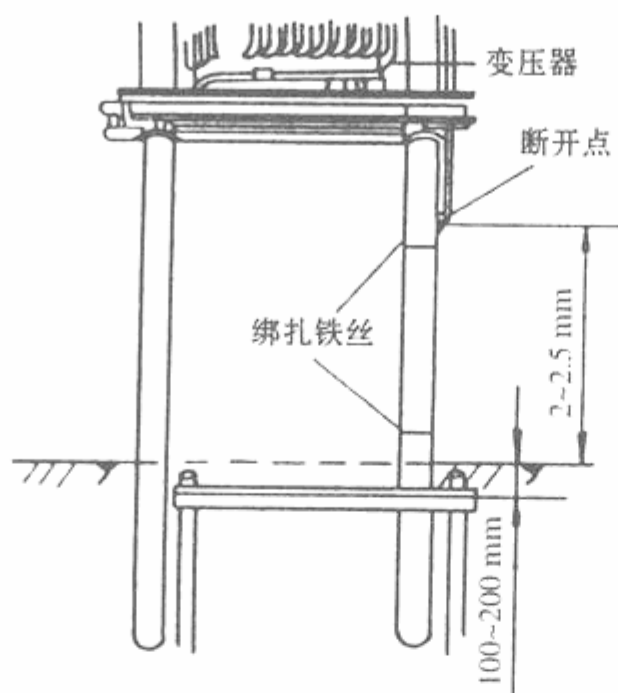


图 14-20 配电变压器接地干线断开点示意

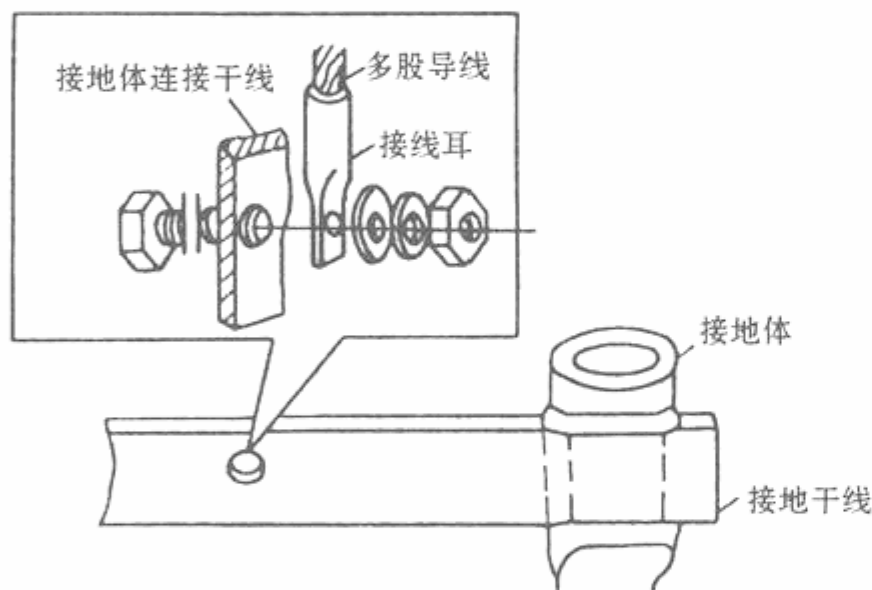


图 14-21 接地线用多股导线的安装连接

5) 接地支线的安装要求如下:

A. 每台设备的接地点必须用一根接地支线与接地干线相连接;不允许用一根接地支线把几台设备串联起来,也不允许将几根接地支线并联在接地干线的一个连接点上。

B. 户内接地支线要采用多股绝缘绞线,户外常采用多股绞线;明设的接地线,在穿越墙壁或楼板时应套入管内保护;接地支线与接地干线及设备连接点的连接,一般采用螺钉压接,接地支线的线头要用接线耳。

C. 固定敷设的接地支线需要接长时,连接必须正规,钢芯线连接处要钎焊加固。用于移动电具的接地支线不允许中间有接头;接地支线的每一个连接处,都应置于明显部位,以便于日后检修。

为防止机械损伤,接地线与铁路或公路交叉时,均应穿管或用角钢保护。接地线穿过墙壁时,应敷设在明孔、管道或其他坚固的保护管中。接地线与建筑物伸缩缝交叉时,应弯成弧状(图14-22)或另加补偿装置。

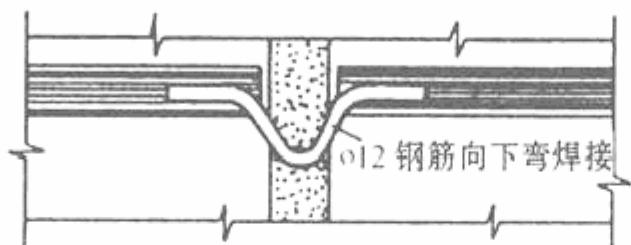


图 14-22 保护线过伸缩缝的形状

接地线位置应便于检查,并不应妨碍设备的拆卸和检修。

接地线涂色和标志应符合国家标准。非经允许,接地线不得作其他电气回路使用。

D. 直流电力回路专用的中性线、接地体、接地引线不得与自然接地体有金属连接;如无绝缘隔离装置时,两者间的相互距离不应小于 1 m。三相制直流回路的中性线宜直接接地。

6) 携带式电气设备应用专用的橡胶绝缘软铜电缆(防水线),三相设备用四芯电缆,单相设备用三芯电缆,其中有一根为接地线,此线芯严禁通过电流,其截面应不小于 1.5 mm^2 。接地线和工作中性线应区分开,分别与接地网连接,严禁利用其他用电设备的

中性线接地。

7) 由固定电源或移动式发电机组供电的移动式机械,应和这些供电电源的接地装置有金属连接,在中性点不接地的电网,可在移动式机械附近设若干接地体,在设备移动时,应至少有一个接地体与设备连接。

四、装设接地装置应注意的事项

(1) 配电间布设接地装置时的注意事项如下:

1) 配电装置凡在正常情况下不带电的金属部分,均必须与接地装置有良好的电气连接;对成列设置的配电屏,应在其两端分别与接地干线用并联接法进行可靠连接。

2) 不同用途与不同电压的电力装置,除另有专门规定外,通常应使用一个总接地体;且其接地电阻要符合其中最低数值的要求。

(2) 为取得良好接地效果及保障安全可靠,人工接地体不论垂直还是水平埋设,其钢管、角钢或扁钢的根数均不应少于 2 根;接地体与建筑物之间的距离,不应小于 1.5 m,与独立避雷针的接地体之间则不应小于 3 m。

(3) 常用的人工接地体有垂直打入地下的钢管、角钢以及水平放置的圆钢或扁钢等。

1) 要满足接地电阻要求,以采用钢管为最经济;且它容易打入地下深处,钢管附近的土壤冬季不易结冻,夏季不会晒干,故其接地电阻稳定。

2) 管形接地体与接地线的连接简单、容易,且便于观察与检查。

3) 钢管的机械强度较高,便于用机械办法打入地下,尤其当需要在水泥路面上埋设时,可以避免路面受到大面积破坏。

4) 在需人工方法降低土壤电阻率时,钢管接地体的管口易于加入盐类等溶液。

(4) 接地体一定要埋到冻土层以下。接地体的接地电阻值应符合规定要求,才能保障人身安全。若埋地深度不足,便难以取得

合格的接地电阻值。当土壤温度下降时,若其所含水分等不变,则土壤温度越低地电阻便越大,在土壤冻结后,电阻将会显著增大。若接地体的流散电阻达到一定数值,就会使接地失去根本意义。所以,必须将其埋到冻土层以下。

第三节 防雷保护技术

不同的建筑物,按其防雷的要求,采用不同的措施,以保护建筑物不受雷击或减轻雷电的危害。在电气安装工程中,建筑物常用的防雷措施有下列几种。

一、防止直接雷击的措施

防止直接雷击的主要措施是设法引导雷击时的雷电流按预先安排好的通道泄入大地,从而避免雷云向被保护的建筑物放电。避雷,实际上是引雷,一般采用避雷针、避雷带和避雷网作为避雷接闪器。再由接闪器、引下线和接地装置组成防止直击雷的防雷装置。

接闪器是直接用来接受雷击部分,包括避雷针、避雷带、避雷网以及用作接闪器金属屋面和金属构件等。引下线又称引流器,把雷电流引向接地装置,是连接接闪器与接地装置的金属导体。接地装置是引导雷电流安全地泄入大地的导体,是接地体和接地线的总称。接地体是埋入土壤中或混凝土基础中作为散流用的导体;接地线是从引下线至接地体的连接导体。

在低压电气设备中经常用到避雷器,避雷器种类很多,常用的有避雷器、火花间隙等。避雷器,主要由火花间隙与阀片串联组成,在没有雷电侵入低压电路时,它可阻止线路电流流入大地,一旦发生过电压,火花间隙即可放电,将过电压限制在一定幅值之下,达到防雷避雷的目的,使用避雷器应注意几个问题。

(1) 避雷器应安装在低压进线处,每只避雷器的上桩头分别与其进线端连接,下桩头互相连接并接地。

(2)在雷雨季节需经常检查避雷器外部有无火花闪络及烧伤痕迹,外壳有无裂纹等现象,如发现有此现象,应更换新的避雷器。

(3)避雷接地线在雷雨季节到来之前要进行测试,接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。

(4)雷雨季节过后,应将避雷器退出运行。

二、防止雷电感应的措施

为防止感应雷产生火花,建筑物内的设备、管道、构架、电缆外皮、钢屋架、钢窗等较大的金属构件,以及突出屋面的放散管、风管等均应通过接地装置与大地做可靠的连接。钢筋混凝土屋及其钢筋宜绑扎或焊成电气闭合回路,并予以接地。

三、避雷针

避雷针是常用的防雷装置,一般是金属棒形状,主要是用来保护较高大的建筑物,它能够安全地把雷电流引入大地,使建筑物和设备免受直接雷击。避雷针的实质不是避雷,而是引雷。避雷针一般采用直径为 $10\sim 25\text{ mm}$ 的镀锌圆钢或直径为 $25\sim 38\text{ mm}$ 的镀锌钢管制成。

引下线是避雷针装置的中间部分,将雷电流从受电尖端安全引导到接地极,引下线可用截面不小于 25 mm 的镀锌钢绞线作成。接地极是避雷针装置的最低部分,用角钢或钢管埋入地下。

钢管长度为 $2\sim 3\text{ m}$,外径为 $35\sim 60\text{ mm}$,管壁厚度应大于 3.5 mm ;角钢取截面 $50\text{ mm}\times 60\text{ mm}\times 5\text{ mm}$ 、长度为 3 m 。埋设时,应使角钢或钢管的上端埋入地下 $0.6\sim 0.8\text{ m}$ 以上的深度,以免因受外界温度变化的影响而引起接地电阻值变化。埋入地下的接地极(角钢或钢管)最好与水平敷设于地下的扁钢相焊接,构成所谓网络接地装置,以等化电位分布,降低跨步电压。

避雷装置的各部分应牢固焊接,并尽可能保持直线。

避雷针的保护范围是指可避免直接雷击的保护空间,单支避

避雷针的保护范围如图 14-23 所示。

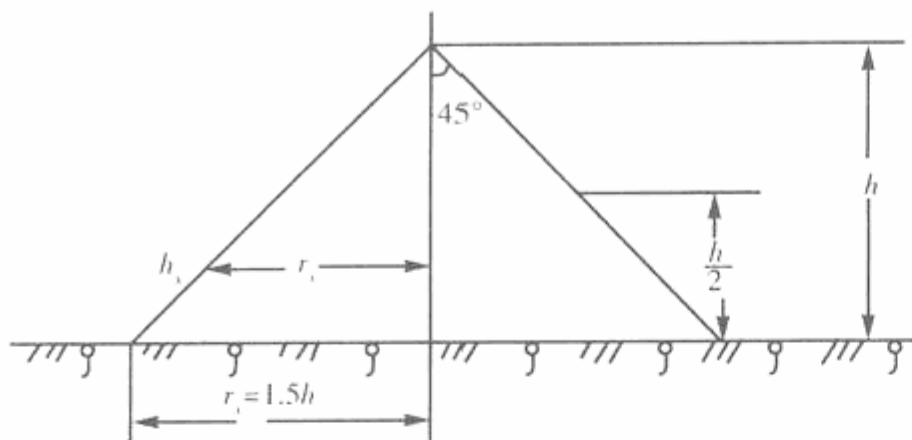


图 14-23 单支避雷针的保护范围

避雷针的保护范围与避雷针的高度、数目、相互位置等有密切关系。对一根高 h 的避雷针,当被保护物的高度 $h_x \geq \frac{h}{2}$ 时,保护范围是 45° 正圆锥体(图 14-23)即在 h_x 高度上的平面保护半径 r_x 是: $r_x = h - h_x$; 当 $h_x < \frac{h}{2}$ 时,保护范围扩大了一些,在 h_x 高度上的平面保护半径 r 是: $r_x = 1.5h - 2h_x$ 。

例如:某孤立房屋高 6 m,长 5 m,需在距房基 3 m 处的 1 棵 10 m 高的树上安装一避雷针,如何确定它的高度呢?

已知 $h_x = 6$ mm, $r_x = 5 + 3 = 8$ (m),按 $h_x \leq \frac{h}{2}$ 计算,则

$$h = 1/1.5(r_x + 2h_x) = 1/1.5(8 + 2 \times 6) \approx 13.4 \text{ (m)}$$

即要在树顶上加 3.4 m 高的避雷针就能保护这所房屋。

避雷针都是独立接地网,不能与其他接地网连接。

防雷装置必须在每年雷雨季节到来之前,仔细加以检查。接地电阻至少每两年应测量 1 次,如接地电阻超过规定值的 20%,那么就必须将原有接地极加以改进,或装设辅助接地极。每年至少要对防雷装置的所有连接处进行一次检查,焊接地方可用小锤轻

敲来检验它的质量。对于防雷装置的金属部分,要确定腐蚀程度和油漆脱离情况。如避雷针、引下线的截面因腐蚀而减少了30%,就应加以调换。防雷装置的木结构部分,如果它的截面因腐蚀而损坏达30%~40%时,应立即加以调换。

四、间隙避雷装置

羊角间隙避雷装置,又称羊角形避雷装置,是装在户内低压进线处,用于保护电能表及电流互感器等的保护装置。主要由主间隙和辅助间隙组成,主间隙是羊角形,应水平安装。当有过电压侵入时,羊角间隙放电(能自动消弧),将雷电流引入大地,保护了电能表等。

羊角间隙,一般采用直径为0.71 mm的铜线(或镀锌圆钢,直径6~8 mm)弯成羊角形状,留有一定间隙,如图14-24a所示,其间隙为2~3 mm,铜线长度一般不限。在电路中的连接如图14-24b所示,羊角间隙用瓷夹板固定,这种避雷器极其简单、经济,装置容易,效果良好。

五、避雷器

避雷器主要是用来保护配电变压器的,它的外形与结构及在电路中的接线如图14-25所示,其主要元件是火花间隙和阀片电阻。避雷器大多安装在配电变压器的上方,如图14-26所示。当有雷电过电压发生时,火花间隙被击穿而放电,阀片电阻下降,将雷电流引入大地,这样就保护了电气设备。在正常情况下,火花间隙不会被交流电压所击穿,阀片电阻上升。因为它和阀门相似,能够自动限制电流,所以这种避雷器称为阀形避雷器。

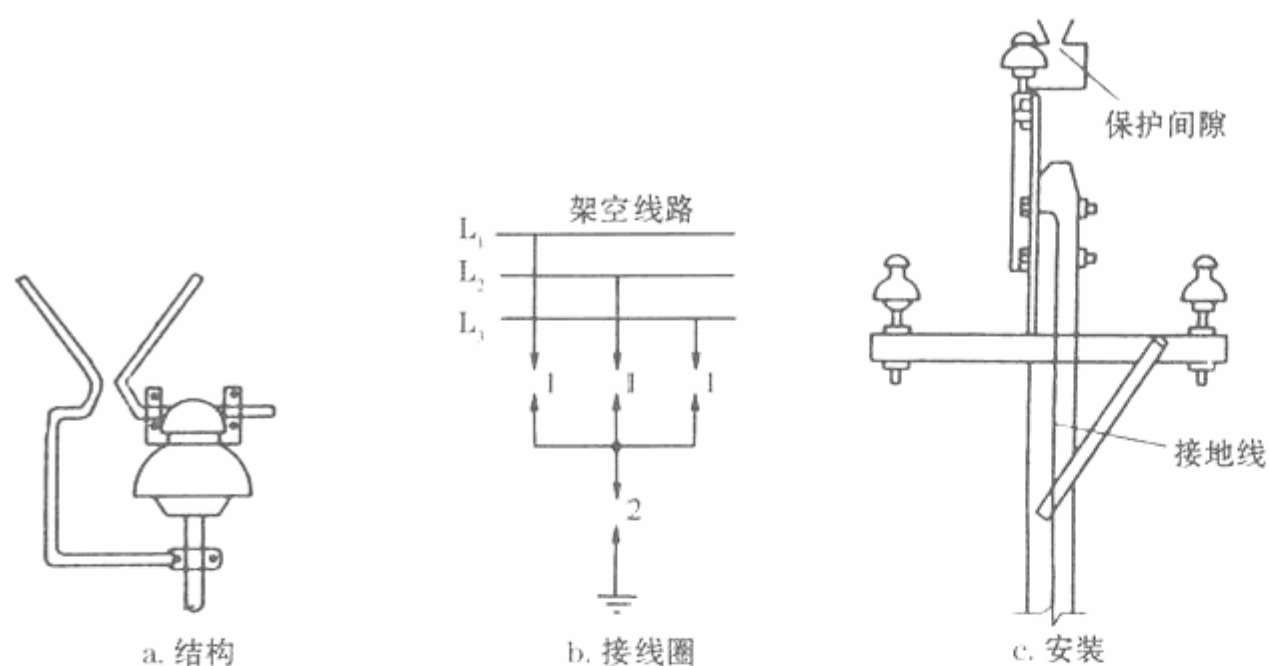


图 14-24 间隙避雷装置的安装

1. 主间隙 2. 辅助间隙

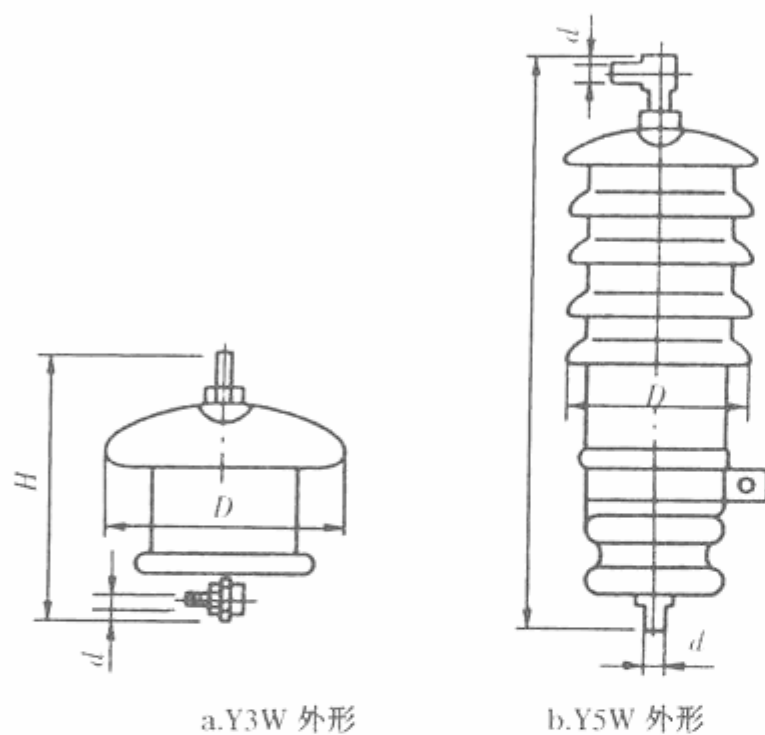


图 14-25 氧化锌避雷器的外形

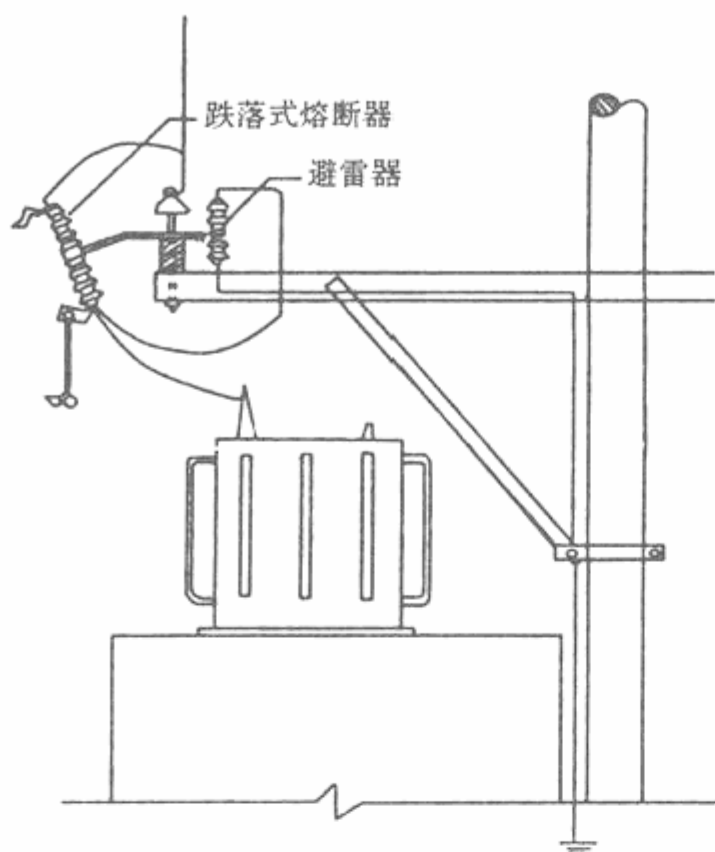


图 14-26 避雷器安装位置引线示意

1. 避雷器的安装

(1) 避雷器应装于跌落熔断器之后,安装点应尽量靠近配电变压器,其电气距离不得大于 5 m。

(2) 避雷器的电源引下线应短而直,与导线连接头要牢靠、紧密,对地和对带电导线的距离,6 kV 时不小于 20 cm,10 kV 时不小于 25 cm。其截面要求,铜线不小于 25 mm^2 ,铝线不小于 35 mm^2 。

(3) 避雷线接地引下线不允许串联,不得穿入金属管内,不得使用绝缘线和铝线。其截面要求,铜绞线不小于 25 mm^2 。引下线对地距离不小于 3 m,与接地网连接处应牢固可靠。

(4) 从运输到安装,避雷器都必须垂直放置,并且上、下方向不得颠倒。

(5) 在条件许可的情况下,应尽可能装置放电记录器,与避雷器配合使用,以记录避雷器运行中动作次数。放电记录器应串联在避雷器的接地引下线中,其接线如图 14-27 所示。

(6) 避雷器的接地应连接在电气设备的接地装置上,其接地电阻应小于 $10\ \Omega$ 。

2. 避雷器的技术数据

(1) $0.22\sim 10\text{ kV}$ 系统用电站型和配电型氧化锌避雷器。 $0.22\sim 10\text{ kV}$ 电力系统一般是中性点非有效接地系统。避雷器内部由圆饼电阻片串联组成,上有弹簧压紧,瓷套两端用橡胶密封圈密封,外部有安装和接线用的金属夹和接线螺栓。有关参数见表14-2。

(2) 并联电容器组保护用氧化锌避雷器。随着电力系统中电网的输送容量的增大,为提高电网的功率因数,进行无功补偿,因此电网中安装并联电容器组成为经济收效较快的措施,无间隙氧化锌避雷器是保护电容器比较理想的保护装置。当投切电容器组的重燃过电压超过避雷器的参考电压,通过避雷器的电流增大,吸收过电压能量,对重燃过电压具有明显的抑制效果。

由于并联电容器组的容量不同,需选用不同通流容量的氧化锌避雷器。有关参数见表 14-3。

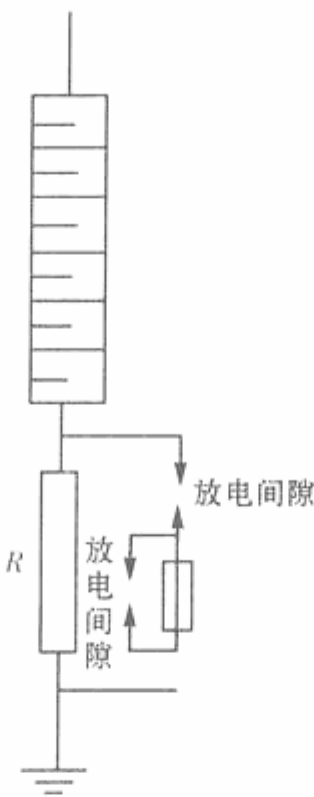


图 14-27 放电记录器接线图

表 14-2 $0.22\sim 10\text{ kV}$ 系列瓷外套避雷器主要技术参数

型号	避雷器 额定电 压(kV)	系统额 定电压 (kV)	避雷器 持续运 行电压 (kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波 通流容量 (A)	4/10 μs 大 电流冲击 耐受(kA)
				操作 冲击 残压	雷电 冲击 残压	陡波 冲击 残压		
Y1.5W— 0.28	0.28	0.22	0.24	—	1.3	—	100	25

续表

型号	避雷器 额定电 压(kV)	系统额 定电压 (kV)	避雷器 持续运 行电压 (kV)	残压≤(kV)			2 ms 方波 通流容量 (A)	4/10 μs 大 电流冲击 耐受(kA)
				操作 冲击 残压	雷电 冲击 残压	陡波 冲击 残压		
Y1.5W— 0.5	0.50	0.38	0.42	—	2.6	—	100	25
Y5W— 5/13.5	5	3	4.0	11.5	13.5	15.5	300	65
Y5W— 10/27	10	6	8.0	23	27	31	300	65
Y5W— 12/32.4	12	—	9.6	27.6	32.4	37.2	300	65
Y5W— 12/32	12	—	9.6	27.3	32	36.8	300	65
Y5W— 15/40.5	15	—	12	34.5	40.5	46.5	300	65
Y5W— 15/40	15	—	12	34	40	46	300	65
Y5W— 15/45	17	10	13.6	38.3	45	51.8	300	65
Y5WS— 5/15	5	3	4.0	12.8	15	17.3	100	40
Y5WS— 10/30	10	6	8.0	25.6	30	34.6	100	40
Y5WS— 12/35.8	12	—	9.6	30.6	35.8	41.2	100	40
Y5WS— 12/35	12	—	9.6	29.9	35	40.3	100	40

续表

型号	避雷器 额定电 压(kV)	系统额 定电压 (kV)	避雷器 持续运 行电压 (kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波 通流容量 (A)	4/10 μ s 大 电流冲击 耐受(kA)
				操作 冲击 残压	雷电 冲击 残压	陡波 冲击 残压		
Y5WS— 15/45.6	15	—	12	39	45.6	52.5	100	40
Y5WS— 15/45	15	—	12	38.3	45	51.8	100	40
Y5WS— 17/50	17	10	13.6	42.5	50	57.5	100	40

表 14-3 电容型系列瓷外套避雷器主要技术参数

型号	避雷器 额定电 压(kV)	系统额 定电压 (kV)	避雷器 持续运 行电压 (kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波 通流容量 (A)	4/10 μ s 大 电流冲击 耐受(kA)
				操作 冲击 残压	雷电 冲击 残压	陡波 冲击 残压		
Y5WR— 5/13.5	5	3	4.0	10.5	13.5	—	400	65
Y5WR— 10/27	10	6	8.0	21.0	27	—	400	65
Y5WR— 12/32.4	12	—	9.6	25.2	32.4	—	400	65
Y5WR— 12/32	12	—	9.6	25.0	32	—	400	65
Y5WR— 15/40.5	15	—	12	31.5	40.5	—	400	65
Y5WR— 15/40	15	—	12	31	40	—	400	65
Y5WR— 15/46	17	10	13.6	35	46	—	400、 600、800	65、100

续表

型号	避雷器额定电压(kV)	系统额定电压(kV)	避雷器持续运行电压(kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波通流容量(A)	4/10 μ s 大电流冲击耐受(kA)
				操作冲击残压	雷电冲击残压	陡波冲击残压		
Y5WR—17/45	17	10	13.6	34.6	45	—	400、600、800	65、100
Y5WR—17/42.5	17	10	13.6	32.5	42.5	—	400、600、800	65、100

(3)电动机及电动机中性点用氧化锌避雷器。电动机是弱绝缘类型的电气设备,因此需要保护特性更好的避雷器来保护。有关参数,见表 14-4、表 14-5。

表 14-4 电动机用瓷外套避雷器主要技术参数

型号	避雷器额定电压(kV)	避雷器持续运行电压(kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波通流容量(A)	4/10 μ s 大电流冲击耐受(kA)
			操作冲击残压	雷电冲击残压	陡波冲击残压		
Y2.5W—4/9.5	4	3.2	7.6	9.5	10.7	400	65
Y2.5W—8/18.7	8	6.3	15.0	18.7	21.0	400	65
Y2.5W—13.5/31	13.5	10.5	25.0	31.0	34.7	400	65

表 14-5 电动机中性点用瓷外避雷器主要技术参数

型号	避雷器额定电压(kV)	避雷器持续运行电压(kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波通流容量(A)	4/10 μ s 大电流冲击耐受(kA)
			操作冲击残压	雷电冲击残压	陡波冲击残压		
Y1.5W—2.4/6	2.4	1.9	5	6	—	400	65

续表

型号	避雷器额定电压(kV)	避雷器持续运行电压(kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波通流容量(A)	4/10 μ s 大电流冲击耐受(kA)
			操作冲击残压	雷电冲击残压	陡波冲击残压		
Y1.5W—4.8/12	4.8	3.8	10	12	—	400	65
Y1.5W—8/19	8	6.4	15.9	19	—	400	65
Y1.5W—10.8/23	10.5	8.4	19.2	23	—	400	65
Y1.5W—12/26	12	9.6	21.6	26	—	400	65
Y1.5W—13.7/26	13.7	11.0	24.3	29.2	—	400	65
Y1.5W—15.2/31.7	15.2	12.2	26.4	31.7	—	400	65

(4) 复合外套氧化锌避雷器主要技术参数,见表 14-6。

表 14-6 0.22 ~ 10 kV 复合外套氧化锌避雷器主要技术参数

型号	避雷器额定电压(kV)	系统额定电压(kV)	避雷器持续运行电压(kV)	残压 $\leq$ (kV)			2 ms 方波通流容量(A)	4/10 μ s 大电流冲击耐受(kA)
				操作冲击残压	雷电冲击残压	陡波冲击残压		
YH1.5W—0.28	0.28	0.22	0.24	—	1.3	—	100	25
YH1.5W—0.5	0.5	0.38	0.42	—	2.6	—	100	25
YH5WS—10	10	6	8.0	25.6	30	34.6	100	40

续表

型号	避雷器 额定电 压 (kV)	系统额 定电压 (kV)	避雷器 持续运 行电压 (kV)	残压≤(kV)			2 ms 方波 通流容量 (A)	4/10 μs 大 电流冲击 耐受(kA)
				操作 冲击 残压	雷电 冲击 残压	陡波 冲击 残压		
YH5WZ—10	10	6	8.0	23	27	31	300	65
YH5WR—10	10	6	8.0	21	27	—	400	65
YH5WS—17	17	10	13.6	42.5	50	57.5	100	40
YH5WZ—17	17	10	13.6	38.3	45	51.8	300	65
YH5WR—17	17	10	13.6	34.6	45	—	400、600	65、100

3. 避雷器的运行维护

(1) 避雷器应在每年的雷雨季节前投入运行。

(2) 投运前检查避雷器,其引线接触应紧密良好,它在横担、支架上的固定须牢固。

(3) 绝缘套管应清洁无破损和裂纹现象,如套管绝缘质破坏面积大于 1 cm²,引下线松动或内部有响声应停止使用,查明原因,进行处理。绝缘质损坏面积小于 1 cm²,可涂双层漆加以保护。

(4) 每逢雷雨后,应对避雷器进行 1 次检查,检查避雷器表面有无放电爬行的痕迹,如有损坏,应及时更换。

(5) 在每年雷雨季节前按规定项目对避雷器进行试验。

六、防雷常识

(1) 雷雨时,不要在空旷的地方行走或逗留,不要站在大树下或高墙下避雨。

(2)雷雨时,不要走近电杆、铁塔、架空线和避雷装置的接地线周围 10 m 以内。

(3)雷雨时,不要在有烟囱的灶前,尤其是正在冒烟的烟囱,容易遭受雷击。

(4)雷雨时得使用收音机或电视机的屋外天线,这时屋外天线应该直接接地。

第四节 电气防火技术

在电力的生产、传输、变电和使用过程中,由于线路短路、接点发热、电动机电刷打火,电动机长时间过载运行、油开关或电缆头“爆炸”、低压电器触点分合、熔断器熔断、电热设备使用不当等原因,可能会引起电气火灾。作为电气操作人员应该掌握必要的电气消防知识,以便在发生电气火灾时,能运用正确的灭火知识,指导和组织人员迅速灭火。

一、灭火常识

(1)电气火灾的危害性很大,一旦发生,损失惨重。因此,对电气火灾一定要贯彻“预防为主”的原则,防患于未然。

(2)发生火灾时,不要惊慌,迅速报警:尽快切断电源,防止火势蔓延。

(3)不可用水和泡沫灭火器灭电气火灾(尤其是油类火警),应采用黄沙、二氧化碳、1211、四氯化碳、干粉灭火器灭火。

(4)灭火人员不可使身体及手中的灭火器碰触到有电的导线或电气设备,防止灭火时发生触电事故,如果电线断落在地上,灭火人员最好穿绝缘鞋。

(5)在危及情况下,为了争取灭火的主动权,争取时间控制火势,在保证人身安全的情况下可以带电灭火,在适当时机再切断电源,但千万要注意安全。

(6)对于旋转电动机火灾,为防止矿物性物质落入设备内部,击穿电动机的绝缘,一般不宜用干粉、沙子、泥土灭火。

二、常用灭火器的使用方法

1. 泡沫灭火器 泡沫灭火器适用于扑救油脂类、石油类产品及一般固体物质的初起火灾。泡沫灭火器只能立着放置。

泡沫灭火器筒身内悬挂装有硫酸铝水溶液的玻璃瓶或聚乙烯塑料制成的瓶胆。筒身内装有碳酸氢钠与发泡剂的混合溶液。使用时将筒身颠倒过来,碳酸氢钠与硫酸两溶液混合后发生化学作用,产生二氧化碳气体泡沫由喷嘴喷出。对准被灭火物持续喷射,大量的二氧化碳气体覆盖在物体表面,使其与氧气隔绝,即可将火势控制。使用时,必须注意不要将筒盖、筒底对着人体,以防万一爆炸伤人。

2. 二氧化碳灭火器 二氧化碳灭火器主要适用于扑救贵重设备、档案资料、仪器仪表、额定电压 600 V 以下的电器及油脂等的火灾,但不适用于扑灭金属钾、钠的燃烧。二氧化碳灭火器分为手轮和鸭嘴式两种手提式灭火器。

二氧化碳灭火器的钢瓶内装有液态的二氧化碳,使用时液态二氧化碳从灭火器喷出后迅速蒸发,变成固体雪花状的二氧化碳。固体二氧化碳在燃烧物体上迅速挥发而变成气体。当二氧化碳气体在空气中含量达到 30%~35% 时,物质燃烧就会停止。鸭嘴式二氧化碳灭火器使用时,拨下保险销,一手拿喷筒对准火源,一手握紧鸭舌,气体即可喷出。二氧化碳导电性差,电压超过 600 V 必须先停电后灭火,二氧化碳怕高温,存放点温度不应超过 42 ℃。使用时不要用手摸金属导管,也不要把手对着人,以防冻伤。喷射方向应顺风,切勿逆风使用。

3. 干粉灭火器 干粉灭火器主要适用于扑救石油及其产品、可燃气体和电器设备的初起火灾。

使用干粉灭火器时先打开保险销,把喷管口对准火源,另一手

紧握导杆提环,将顶针压下,干粉即喷出。

4.1211 灭火器 1211 灭火器适用于扑救油类、精密机械设备、仪表、电子仪器、设备及文物、图书、档案等贵重物品的初起火灾。

1211 灭火器钢瓶内装满二氟一氯一溴甲烷的卤化物,是一种使用较广的灭火器。使用时,拔掉保险销,然后用力握紧压把开关,由压杆使密封阀开启,在氮气压力作用下,灭火剂喷出。灭火时,应垂直操作,不可平放和颠倒使用,喷嘴要对准火焰根部,沿顺风左右扫射,并快速向前推进,当火扑灭后,松开压把开关,喷射即停止。