

新编电工

实用线路200例

王兰君 张景皓 黄海平 编

XINBIAN DIANGONG SHIYONG XIANLU 200 LI

倾力奉献电工、电子电路之精华！

经典畅销书

《电工实用线路300例》

姊妹篇



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

新编电工实用线路 200 例

王兰君 张景皓 黄海平 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书精选了新颖、实用的电工线路 200 例,包括灯光电路、电动机单向运转全压启动控制电路、电动机正反向运转全压启动控制电路、电动机减压启动控制电路、电动机制动控制电路、电动机保护电路、电动机调速电路、直流电动机控制电路、常用机械设备的电气控制电路、自动控制电路、电工经验电路以及电子电路。书中对每个电路的工作原理作了简要说明。

本书通俗易懂、实用性强、操作性强,可帮助读者解决工作、生活中遇到的实际问题。本书可供广大电工人员、电子爱好者以及职业技术学院相关专业师生阅读参考。

新编电工实用线路 200 例/王兰君,张景皓,黄海平编.

—北京:人民邮电出版社,2006.11
图书在版编目(CIP)数据

ISBN 7-115-15231-4

I. 新... II. ①王...②张...③黄... III. 电路—基本知识
IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 103056 号

新编电工实用线路 200 例

- ◆ 编 王兰君 张景皓 黄海平
责任编辑 申 苹
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/32
印张: 9.75 插页: 1
字数: 217 千字 2006 年 11 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2006 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-15231-4/TN · 2850

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

前 言

我们知道,任何一种电气设备,都必须正确地连接其电气、电子线路,才能保证它们的正常工作。电工人员了解并熟悉这些电气、电子线路,对于一般的电气安装和日常的维护修理大有好处。编者针对电工人员的实际需要,根据有关资料和自己的实际工作经验,于1991年推出了《电工实用线路300例》一书,并于2002年对其进行了修订。该书收集的电路简单、实用,电路分析通俗易懂,因此深受广大读者的青睐,现已累计发行40余万册,是同类图书中的经典之作,也是图书市场的畅销书、长销书。

本书是继《电工实用线路300例》之后,作者的又一倾心之作,它继承并发扬了《电工实用线路300例》简单、实用的特点,收集了近几年来应用广泛的新颖线路,是《电工实用线路300例》的补充与扩展。希望读者能从中得到一些启发,并将这些电路进一步完善,应用到自己的实际工作中去,以达到事半功倍的效果。

参加本书编写的人员还有张铮、王文婷、李燕、李志平、黄鑫、凌玉泉、张玉春、高惠瑾、张玉娟、张钧皓、鲁娜、张学洞、刘东菊、张永奇等,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

一、灯光电路	1
1. 白炽灯软启动延寿电路	1
2. 白炽灯降压启动延寿电路	2
3. 白炽灯延时熄灯电路	3
4. 白炽灯采用有发光指示的开关电路	5
5. 冷库白炽灯限流延寿电路	5
6. 冷库白炽灯降压延寿电路	6
7. 白炽灯无级调光电路	8
8. 白炽灯步进调光电路	8
9. 单键触摸式白炽灯电路	10
10. 白炽灯声、光双控延时电路	11
11. 白炽灯两地控制电路	14
12. 三地控制一只灯电路	14
13. 光控闪烁警示灯电路	16
14. 门控自动灯电路	17
15. 自动延时关灯电路	19
16. 日光灯集中启动电路	20
17. 多管日光灯电路	21
18. 日光灯四线镇流器电路	22
19. 日光灯低压低温启动电路	23
20. 电子节能荧光灯电路	24
21. 多路彩灯控制电路	25

22. 七彩循环装饰灯电路·····	28
23. 跳跃感特别强的彩灯电路·····	31
24. 新型电子装饰画灯电路·····	32
25. 扫描式霓虹灯电路·····	34
二、电动机单向运转全压启动控制电路·····	37
26. 手动正转控制电路·····	37
27. 点动控制电路·····	38
28. 长动控制电路·····	39
29. 点动与连续运行控制电路·····	39
30. 带有启动熔丝的启动电路·····	41
31. 仅用一只按钮开关控制电动机启停电路·····	42
32. 单线远程控制电动机启停电路·····	43
33. 能发出启停信号的控制电路·····	45
34. 避免误操作的两地控制电路·····	46
35. 三地（多地点）控制电路·····	47
36. 两台电动机按顺序启动同时停止的控制电路·····	48
37. 两台电动机按顺序启动分开停止的控制电路·····	49
38. 两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路·····	50
39. 自动切换的两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路·····	51
40. 电动机间歇运行电路·····	52
41. 电动机延时开机的间歇运行电路·····	53
42. 电动机短时间停电来电后自动快速再启动电路·····	54
43. 带有报警装置的电动机短暂停电来电后自动再启动电路·····	56
44. 电动机长时间停电来电后自动再启动电路·····	57
45. 两条运输原料皮带的电气控制电路·····	59
46. 多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制电路·····	61

47. 锁定三相电源相序的电动机控制电路·····	62
48. 锁定电动机运转方向的控制电路·····	63
三、电动机正反向运转全压启动控制电路·····	66
49. 采用倒顺开关的正反转控制电路·····	66
50. 按钮连锁的正反转控制电路·····	67
51. 接触器连锁的正反转控制电路·····	68
52. 按钮、接触器复合连锁的正反转控制电路·····	69
53. 具有三重互锁保护的正反转控制电路·····	70
54. 接触器连锁的点动和长动正反转控制电路·····	71
55. 防止正反向转换期间相间短路的三接触器控制电路·····	72
56. 用连锁继电器防止正反向转换相间短路的电路·····	74
57. 单线远程正反转控制电路·····	75
58. 仅用一只按钮控制电动机正反转的电路·····	76
59. 自动往返控制电路·····	78
60. 自动延时往返运动控制电路·····	79
61. 仅用一只行程开关实现自动往返控制电路·····	81
四、电动机减压启动控制电路·····	83
62. QX1 型手动控制 Y- Δ 形减压启动电路·····	83
63. 时间继电器控制 Y- Δ 形减压启动电路·····	84
64. 接触器控制的手动 Y- Δ 形减压启动电路·····	85
65. 延长转换时间的 Y- Δ 形减压启动电路·····	86
66. 电流继电器控制的 Y- Δ 形自动减压启动电路·····	87
67. Y- Δ -Y 形转换节能控制电路·····	89
68. 能防止 Y- Δ 形启动器启动后不能自动切换的电路·····	91
69. 仅用一只按钮控制的 Y- Δ 形启动电路·····	92

70. 手动控制自耦变压器减压启动电路	94
71. 时间继电器控制自耦变压器减压启动电路	95
72. 两接触器控制自耦变压器减压启动电路	96
73. 一种可靠性较高的自耦变压器减压启动电路	98
74. 双向晶闸管控制的自耦变压器减压启动电路	100
75. 能防止交流接触器失电不释放的自耦减压启动电路	102
76. 可避免主触点熔焊事故的自耦减压启动电路	102
77. XJ01 系列自耦减压启动器电路	105
78. 电动机定子串电阻减压启动手动切除电阻控制电路	105
79. 电动机定子串电阻减压启动自动切除电阻控制电路	107
80. 电流继电器控制绕线式异步电动机转子串电阻启动电路	109
81. 时间继电器控制绕线转子电动机串电阻减压启动电路	110
82. 绕线转子电动机单向运行转子串频敏变阻器启动电路	112
83. 绕线转子电动机双向运行转子串频敏变阻器启动电路	114
84. TG1—K21 型频敏变阻器启动控制柜电路	116
85. 凸轮控制器控制绕线转子异步电动机启动电路	118
86. 手动控制的延边 Δ 形减压启动电路	120
87. 时间继电器控制的延边 Δ 形减压启动电路	120
88. 西普 STR 软启动器一台控制两台电动机电路	122
89. 西普 STR 软启动器一台启动两台电动机电路	124

五、电动机制动控制电路

90. 电磁抱闸制动控制电路	126
91. 改进的电磁抱闸制动电路	127
92. 单向运转反接制动控制电路	128
93. 双向运转反接制动电路	129
94. 单向运转半波整流能耗制动电路	131

95. 单向运转全波整流能耗制动电路	132
96. 双向运转全波整流能耗制动电路	133
97. 电容制动电路	135
98. 电容-电磁制动电路	136
六、电动机保护电路	138
99. 电动机过电流保护电路	138
100. 晶闸管断相保护电路	139
101. 零序电压断相保护电路	140
102. 一种节电型零序电压断相保护电路	142
103. 利用三只电流互感器和一只电流继电器作电动机断相 保护电路	142
104. 穿心式互感器与电流继电器组成的断相保护电路	144
105. Y形接法电动机断相保护电路	145
106. Δ 形接法电动机断相保护电路	146
107. 三极管断相保护电路	147
108. 电动机过热、进水保护电路	149
109. 电动机综合保护电路	151
110. 工泰 GT—JDG1 电动机保护器应用电路	153
111. 新中兴 GDH—30 系列数字显示智能电动机保护器 应用电路	153
112. 普乐特 MAM—A 系列电动机微电脑保护器应用电路	155
七、电动机调速电路	158
113. 双速电动机定子绕组的连接方式	158
114. 接触器控制的双速电动机调速电路	159
115. 时间继电器控制的双速电动机自动加速电路	160

116. 三速笼型电动机定子绕组的连接方式·····	161
117. 接触器控制的三速笼型电动机调速电路·····	162
118. 时间继电器控制的三速电动机自动加速电路·····	165
119. 单相感应电动机无级调速电路·····	167
120. 具有遥控设定箱的变频器调速电路·····	167
121. 具有三速设定操作箱的变频器调速电路·····	169
122. 有正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路·····	170
123. 无正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路·····	171
124. JD1A 型电磁调速控制器电路·····	173
八、直流电动机控制电路·····	175
125. 并励直流电动机单向运转启动电路·····	175
126. 并励直流电动机正反转控制电路·····	176
127. 串励直流电动机正反转控制电路·····	177
128. 并励直流电动机单向运转能耗制动电路·····	178
129. 并励直流电动机正反向运转能耗制动电路·····	180
130. 并励直流电动机正反向运转反接制动电路·····	182
131. 直流电动机调速电路·····	184
九、常用机械设备的电气控制电路·····	186
132. 电动葫芦的电气控制电路·····	186
133. 混凝土搅拌机的电气控制电路·····	188
134. QTZ—60 型塔式起重机的电气控制电路·····	190
135. 10t 桥式起重机的电气控制电路·····	194
十、自动控制电路·····	197
136. 单相照明电源双路自投电路·····	197

137. 三相电源双路自投电路	198
138. 自动定时喷水电路	199
139. 小型空气压缩机控制电路	201
140. 电力变压器自动风冷控制电路	202
141. 抽出式水位控制电路	203
142. 用电接点压力表做水位控制电路	205
143. 全自动水箱放水电路	206
144. 大型水塔自动供水电路	208
145. 水塔和水井联动控制电路	211

十一、电工经验电路 214

146. 交流接触器校验电路	214
147. 用行灯变压器校验电流继电器电路	215
148. 用行灯变压器校验电流互感器的 10%误差电路	216
149. 用行灯变压器加热干燥受潮后的电压互感器电路	217
150. 用调压器焊接热电偶	218
151. QJ3 型自耦减压启动器触点烧坏的应急修理电路	219
152. XJ01 自动减压启动箱时间继电器损坏的应急处理电路	220
153. 缺辅助触点的交流接触器应急处理电路	221
154. 用单相电流加热干燥电动机绕组的电路	223
155. 用电焊机干燥低压电动机电路	224
156. 用零序电流干燥变压器电路	225
157. 用铁粉检查笼型转子的电路	227
158. 用万用表判别电动机绕组的首尾端的电路	227
159. 用干电池和万用表判别电动机绕组的首尾端的电路	229
160. 用干电池和小电珠判别电动机绕组首尾端的电路	230
161. 用市电和电灯判别电动机绕组首尾端的电路	232

162. 用钳形电流表判查低压电网接地故障点	234
163. 用万用表预测交流电动机转向的电路	235
164. 废旧气囊式时间继电器应用两例	237
165. 电焊机空载自停节电电路	238
166. 交流接触器无声运行电路	239
167. 交流接触器改为直流运行节电电路	241
168. 用一根导线传递联络信号的电路	242
169. 1.5V 干电池代替 9V 叠层电池电路	243
170. 低压变压器短路保护电路	244
171. 解决电磁离合器吸合缓慢的电路	244
172. 防止制动电磁铁延时释放电路	245
173. 直流电磁铁快速退磁电路	246
174. 用异步电动机发电电路	247
175. 大棚、温室地埋线电路	251
176. XMT 型数字显示式温度控制调节仪接线方法	254
177. 交流电子灭弧器电路	256

十二、电子电路 259

178. 火灾报警器电路	259
179. 气体烟雾检测报警器电路	260
180. 电动机防盗报警器电路	261
181. 湿度测量报警器电路	262
182. 粮食湿度检测器电路	263
183. 温度控制器电路	264
184. 鸡舍自动光控、温控电路	265
185. 家电提前工作遥控电路	267
186. 家用电器遥控调速电路	269

187. 太阳能热水器自动跟踪阳光电路	271
188. 传输自动线堵料监视电路	272
189. 传输自动线断料监视电路	273
190. 计数器电路	275
191. 玻璃瓶计数器电路	276
192. 具有失电保持数据功能的计时器电路	277
193. 湿手烘干器电路	278
194. 音效驱鸟器电路	279
195. 雏鸡雌雄辨别器电路	280
196. 柴油发电机保护器电路	281
197. 三相电源相序指示电路	283
198. 三相电源缺相告知电路	284
199. 简单可调的直流稳压电源电路	285
200. 工作稳定可调的直流稳压电源电路	286
201. 电气设备工作状态指示电路	287
202. 插座接线安全检测器电路	288
附录	290
附录 A 常用电气图图形符号	290
附录 B 电气设备与简图中常用辅助文字符号	293
附录 C 常用信号名称助记符	294

一、灯光电路

1. 白炽灯软启动延寿电路

白炽灯灯丝的热阻较大，而冷阻很小，所以在开灯瞬间，流过灯丝的冲击电流很大，很容易使灯丝烧毁。采用延寿控制电路能使灯泡使用寿命大大延长。

电路图

白炽灯软启动延寿电路如图 1-1 所示。

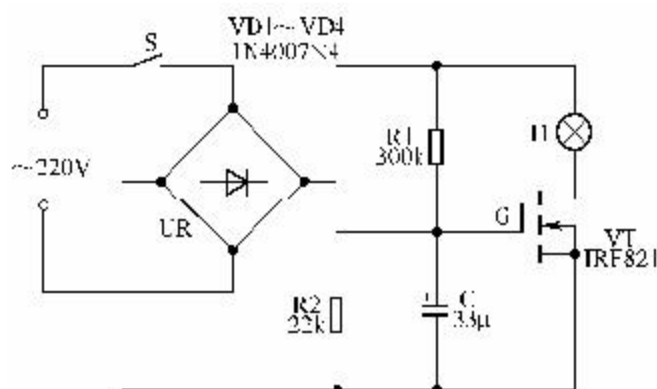


图 1-1 白炽灯软启动延寿电路

工作原理

合上电源开关 S, 220V 交流电经桥式整流电路 UR 整流后, 供大功率场效应半导体管 (本书简称场效应管) VT 及其控制电路使用。由于闭合开关 S 瞬间, 电容 C 两端电压为零且不能突变, 场效应管的 G 极没有触发电压, VT 处于截止状态, 电

灯 H 不能马上点亮。随着时间的推移，电容器 C 通过电阻 R1 获得电能累积，其端电压不断升高，VT 的 G 极电压逐渐加大，当达到一定值时，VT 由截止状态转向饱和状态，其漏极电流由零起逐渐增大至灯泡额定电流，从而避免了开灯瞬间，由于灯丝冷态电阻很小而造成强电流对灯丝的冲击，使电源电压随着灯丝温度的逐渐升高，而慢慢加到灯泡的两端。

电路中，VT 由截止变为饱和导通的时间，即为灯泡的软启动时间，按图中元件参数，时间约为 1.5s。电灯正常发光后，由于 VT 处于深度饱和状态，其管压降小于 1.5V，加之桥式整流块 UR 产生的管压降也不足 1.4V，故开关电路自身耗电甚微，灯泡 H 的亮度与直接接在 220V 交流电两端时一样。

该控制器所接负载即灯泡 H 的功率以不超过 100W 为宜。

2. 白炽灯降压启动延寿电路

本例白炽灯延寿控制电路有两大功能：一是在刚通电时，能够以半波降压启动，待灯丝充分预热后则转入全压供电；二是一旦电网电压比 220V 标准值高出约 20V 时，电路能自动转为半波降压供电。

电路图

白炽灯降压启动延寿电路如图 1-2 所示。

工作原理

闭合电源开关 S，在电源正半周时，电源经 VD1、R1、VD2 向电容 C 充电，C 两端电压逐渐升高，但远低于稳压二极管 VZ 的门限电压，VZ 处于截止状态，晶闸管 VS 因无触发电流处于关断态，这时灯泡 H 无电流流过。在交流电的负半周时，电流通过 VD3 与 R2 向晶闸管 VS 提供负极性触发电流，使 VS 导通，灯泡 H 里就有半波交流电通过并预热灯丝。

只要电容C两端电压小于VZ的稳压值，在交流电一个周期里，流过灯泡H的电流只有半个周期，这就是灯泡的软启动过程。随着时间的推移，电容器C两端电压不断上升，当升至并超过VZ的稳压值时，VZ导通，并向晶闸管VS提供触发电流，故在交流电的正半周期里，VS也导通，此时灯泡软启动过程结束，灯泡H即进入全压供电状态。软启动时间主要由电容C的容值决定。

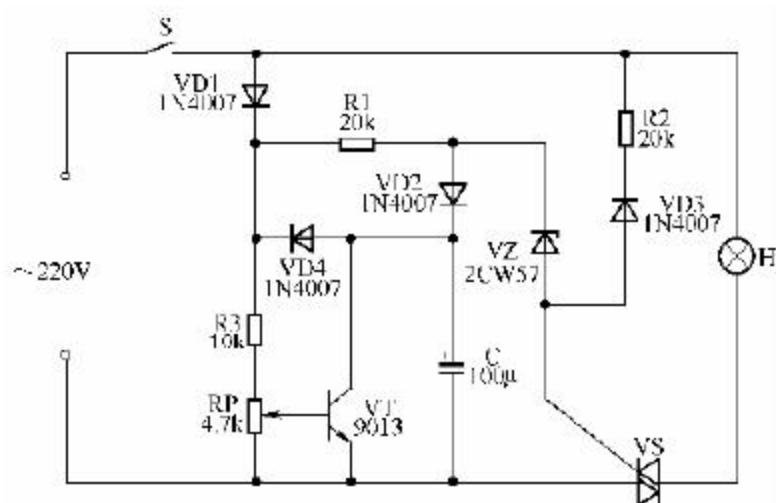


图 1-2 白炽灯降压启动延寿电路

如果电网电压突然升高并超过电路设计值时，三极管（又称晶体管）VT的基极取样电压升高，使VT由原来的截止态翻转为导通态，这时电容C两端被三极管VT的集电极-发射极短路，电容C储存电荷被VT泄放，VZ立刻截止，电路又恢复到原先的半波降压供电状态。

3. 白炽灯延时熄灯电路

把该电路安装在普通拉线开关背后的凹槽内，可以实现对

白炽灯的延时熄灯控制。开灯时和普通拉线开关一样，拉一下灯亮；关灯时则和普通开关不一样，需要关灯时拉一下开关，灯不是马上熄灭，而是要延迟一段时间方才熄灭，适用于晚上外出锁门或上床就寝时使用。

电路图

白炽灯延时熄灯电路如图 1-3 所示。

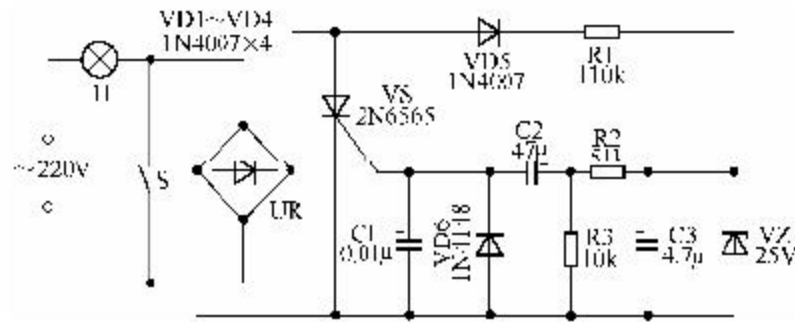


图 1-3 白炽灯延时熄灯电路

工作原理

合上电源开关 S，电灯 H 点亮，右边电子线路不起作用。断开 S 后，220V 交流电经整流桥 UR 及 VD5、R1 向电容 C3 充电，由于充电时间常数较小，C3 很快充满电荷。C3 两端并联了 25V 稳压管 VZ，所以 C3 两端直流电压被钳位在 25V 左右。此 25V 直流电压又经过 R2、VS 的门-阴极向电容 C2 充电，此充电电流即为晶闸管 VS 的触发电流，因而 VS 被触发导通，灯泡 H 进入延时点亮状态。约经数十秒钟，C2 电荷被充满，VS 失去触发电流，当交流电过零时即关断，灯熄灭。再次开灯时，S 闭合，灯亮。这时 S 两端电压降为零，C2 储存电荷通过 R3 和 VD6 泄放，由于放电时间常数很小，电荷很快放完可为下次熄灯作延时准备。电路延迟熄灯时间的长短主要取决于 C2 充电回路的时间常数。

4. 白炽灯采用有发光指示的开关电路

白炽灯采用有发光指示的开关便于夜间寻找到开关位置。

电路图

白炽灯采用有发光指示的开关电路如图 1-4 所示。

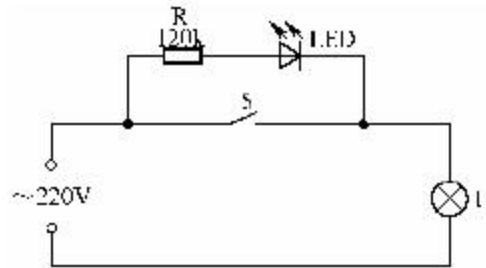


图 1-4 白炽灯采用有发光指示的开关电路

工作原理

当开关 S 断开时，220V 交流电经电阻 R 降压限流加到发光二极管 LED 两端，使 LED 通电发光。此时流经电灯 H 的电流甚微，约 2mA，可以认为不消耗电能，电灯也不会点亮。合上开关 S，电灯 H 可正常发光，此时 LED 熄灭。如果断开 S 后 LED 不发光，那么不是灯泡 H 灯丝烧断，就是电网停电了。

5. 冷库白炽灯限流延寿电路

冷库中使用的白炽灯损坏率较高。冷库内的温度一般在 -18°C 以下，在此温度下灯丝的冷态电阻比常温时低很多，灯丝的过载能力严重不足，在启动瞬间容易烧断。另外，在开灯和关灯时，由于环境温度较低，电灯玻璃壳表面温度在极短的时间内发生很大的变化也容易造成炸裂。

采用本例电路，即在白炽灯回路内先串入一只限流电阻器（限流电阻可用灯泡替代），使电灯在点亮前其灯丝先通过小电

流预热,经过一段延迟时间再让这只启动限流电阻器退出电路,使电源电压全部加到灯丝上,灯泡投入正常工作。

电路图

冷库白炽灯限流延寿电路如图 1-5 所示。

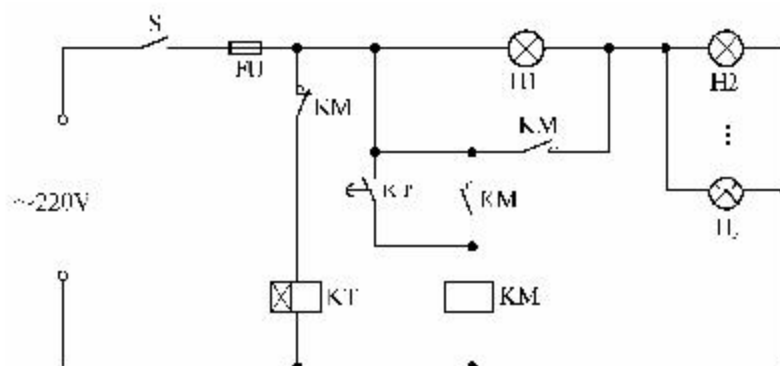


图 1-5 冷库白炽灯限流延寿电路

工作原理

闭合开关 S, 作为启动用限流灯泡 H1 与其他灯泡串联, H2~H_n 开始流过小电流预热, 同时时间继电器 KT 线圈得电开始延时。延时时间一到, 时间继电器 KT 延时闭合触点闭合, 接触器 KM 得电吸合, 其常闭触点断开, 切断对时间继电器 KT 线圈的供电, 同时其常开触点闭合, 将限流灯泡 H1 短接, 使电源电压全部加到冷库照明灯上, 冷库照明灯正常工作。

限流灯泡 H1 的容量取回路照明灯容量的 1/3~1/6, 且最大不超过 150W。

6. 冷库白炽灯降压延寿电路

冷库中使用的白炽灯, 在灯泡通电时和失电后先控制电流为小电流, 从而使灯泡缓慢升温 and 降温, 可以达到延长白炽灯使用寿命的目的。

电路图

冷库白炽灯降压延寿电路如图 1-6 所示。

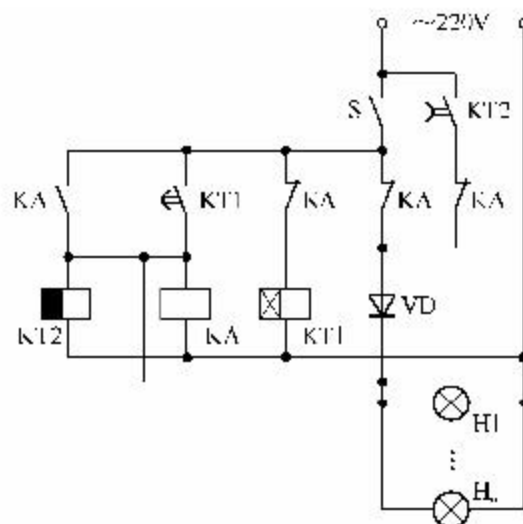


图 1-6 冷库白炽灯降压延寿电路

工作原理

开灯时，闭合开关 S，电流经继电器 KA 的常闭触点、降压二极管 VD 与照明灯 H 形成回路，灯泡在低电压、小电流下工作，缓慢升温。同时通电延时时间继电器 KT1 线圈得电动作，延时时间到设定值后，其常开触点闭合使继电器 KA 得电吸合。KA 的常闭触点断开，切断 VD，常开触点闭合使 KA 自锁，并使灯泡在额定电压下正常发光。KA 得电的同时，失电延时继电器 KT2 也得电动作，其失电延时断开的常开触点瞬时闭合，为关闭照明灯作准备。由于 KA 常闭触点的断开，KT1 也失电释放。

关灯时，断开开关 S，继电器 KA、时间继电器 KT2 失电释放，220V 电压经 KT2 延时断开的常开触点、KA 常闭触点、二极管 VD 降压后加到照明灯上，灯泡缓慢降温。待失电延时时间继电器 KT2 延时断开的常开触点断开后，切断电路，关闭

照明灯。

7. 白炽灯无级调光电路

电路图

图 1-7 所示是一个实用的双向晶闸管调光灯电路。

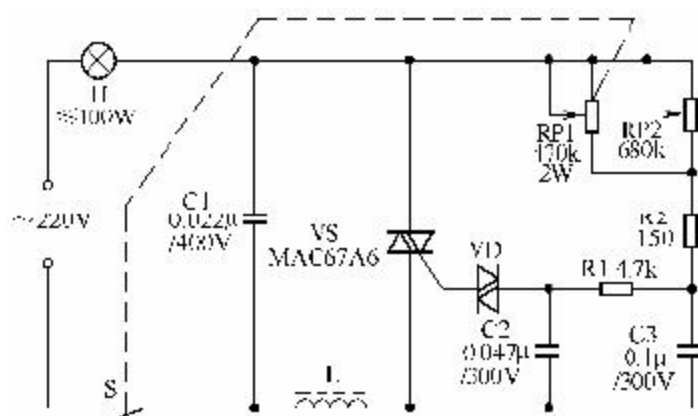


图 1-7 灯无级调光电路

工作原理

闭合电源开关 S，220V 交流电经 RP1、RP2、R2 向电容 C3 充电，当 C3 两端电压达到双向触发二极管 VD 的转折电压时，VD 与双向晶闸管 VS 相继导通，使电灯 H 发光。当交流电过零反向时，VS 自行关断，C3 又开始反向充电，重复上述过程。所以，在交流电一个周期内，VS 在正、负两个半周各对称导通一次。调节电位器 RP1 的阻值大小，可改变电容 C3 的充电速率，从而改变 VS 的导通角，以达到无级调光的目的。

8. 白炽灯步进调光电路

电路图

图 1-8 所示电路是由 M668 调光专用集成电路制作的白炽

亮—熄灭……四挡循环变化,最大亮度时 VS 导通角为 150° 。如果将④脚不接地而改接⑧脚,则电路就变为单纯的触摸式灯开关,而无调光功能。

9. 单键触摸式白炽灯电路

该白炽灯的控制开关只用一个触摸电极片,用手触摸一次,灯亮,再摸一次,灯灭,安装与使用十分方便。

电路图

图 1-9 所示为单键触摸式白炽灯电路。

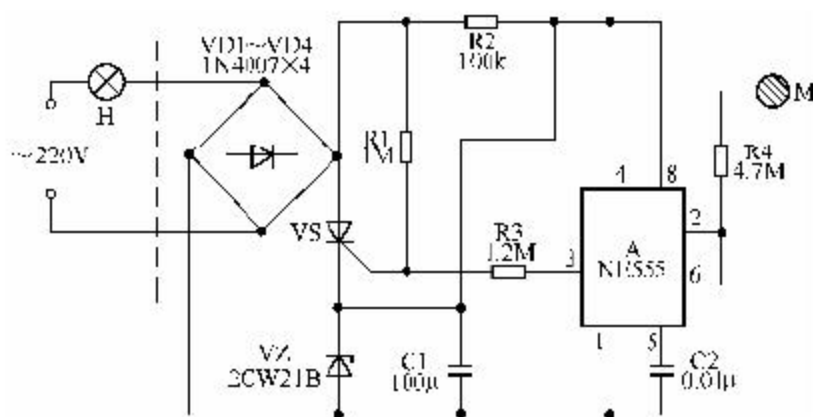


图 1-9 单键触摸式白炽灯电路

工作原理

电路在刚通电时,时基电路的状态是随机的,设起始状态是复位态,③脚输出低电平,VS 呈阻断态,灯 H 不亮。需要开灯时,只要触摸一下电极片 M,人体感应的杂波信号同时经 R4 加到时基电路的②脚与⑥脚,其中正半周信号此时对②、⑥脚都不起作用,而负半周信号可触发②脚,使电路迅速翻转,③脚就输出高电平,VS 得电而开通,灯 H 就点亮,并且电路能始终保持此状态。需要关灯时,用手还是触摸一下电极片 M,

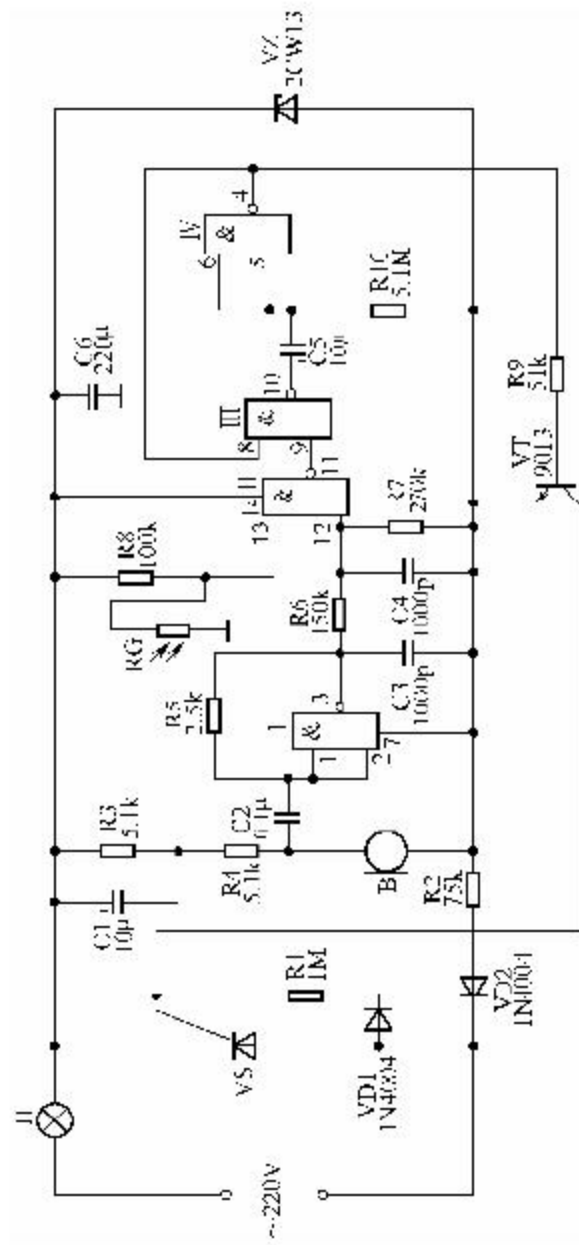


图 1-10 白炽灯声、光双控延时电路

图中，晶闸管 VS 构成照明开关的主回路，控制回路由双输入端四与非门 CD4011 数字集成电路构成。CD4011 中与非门 I 组成线性放大器，用来放大话筒 B 输入的音频信号。与非门 II 组成光控开关，与非门 III、IV 组成单稳态电路。与非门的逻辑功能是“见 0 出 1，全 1 为 0”。白天光敏电阻 RG 受光照射呈低电阻，使与非门 II 一个输入端⑬脚为低电平“0”，输出端⑪脚为高电平“1”，故⑨脚也为“1”。与非门 IV 两个输入端⑤、⑥脚因 R10 接地为低电平“0”，所以输出端④脚为“1”，⑧脚也为“1”。与非门 III 两个输入端都为“1”每 出端⑩脚为“0”，电容 C5 两端都为低电平无法充电，而三极管 VT 因基极电阻 R9 接高电平的④脚，因此 VT 导通，晶闸管 VS 的控制极被 VT 接地而关断，电灯 H 不亮。由于⑬脚为低电平“0”，因此不管其⑫脚电平如何变化，电子开关均被封死，H 不可能被点亮。

晚上，光敏电阻器 RG 无光照射呈现高电阻，其阻值远大于 R8，所以⑬脚为高电平“1”，为开灯提供了条件，但输出端⑪脚的电平高低还要看⑫脚电平的情况。当有人走动时，B 拾取声音信号经 C2 耦合到与非门 I 进行放大，然后经 R6 向 C4 充电（充电时间常数极小），使⑫脚也变为高电平“1”，根据与非门“全 1 为 0”的逻辑关系，⑪脚输出低电平“0”，⑨脚也为“0”。由“见 0 出 1”可知⑩脚为“1”，即⑩脚输出高电平，经 R10 向 C5 充电。根据电容两端电压不能突变的原理，⑤、⑥两脚为“1”，故输出端④脚为低电平“0”，VT 截止，晶闸管 VS 的控制极通过 VD1 和 R1 获得正向触发电流而开通，电灯 H 通电发光。约经 30 余秒，C5 充电完毕，⑤、⑥两脚恢复低电平“0”，④脚输出高电平“1”，VT 导通，VS 失去触发电流，当交流电过零时即关断，电灯熄灭。在稳态时，⑩脚为低电平“0”，C5 可通过 R10 放电，为下次开灯作延时准备。

11. 白炽灯两地控制电路

有时为了方便控制照明灯，需要在两地控制一盏灯。例如楼梯上使用的照明灯，要求在楼上、楼下都能控制其亮灭。

图 1-11 给出三种接线方法，其中图 1-11 (a) 连接方式线路简单明了，电路也比较安全，应用较广泛。图 1-11 (b) 由于两个开关内部都同时存在电源的相线与零线，在接线、维修时要特别谨防相线、零线短路。图 1-11 (c) 也不推荐使用此电路，仅供参考。

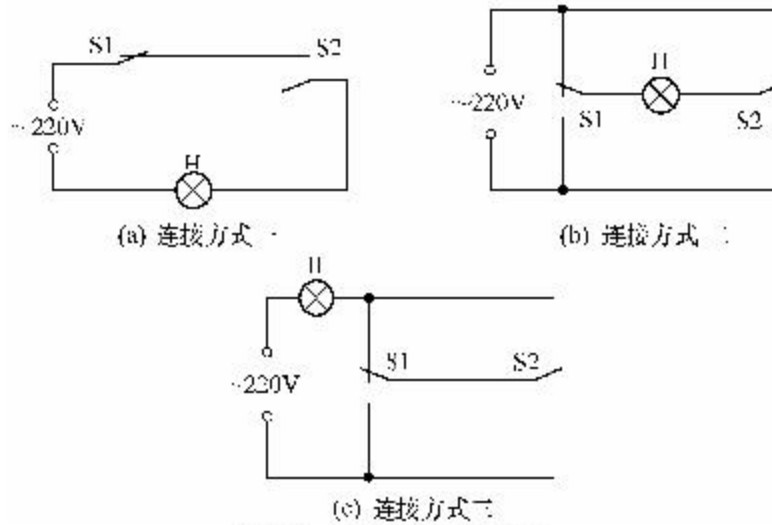


图 1-11 白炽灯两地控制电路

12. 三地控制一只灯电路

由两只单刀双掷开关和一只双刀双掷开关可以实现三地控制一只灯的目的。

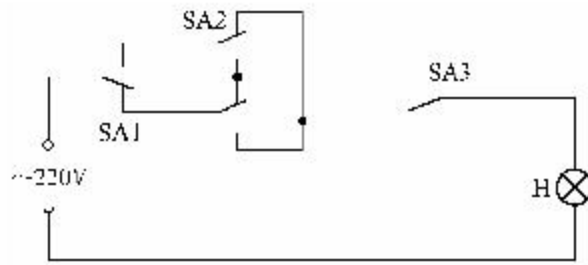
电路图

三地控制一只灯电路如图 1-12 (a) 所示。

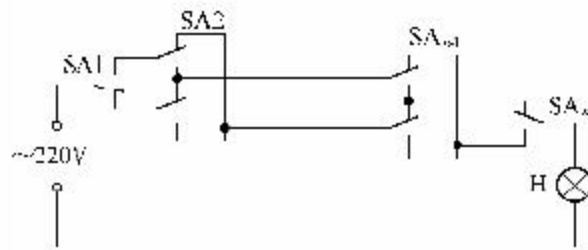
工作原理

图中 SA1、SA3 为单刀双掷开关，SA2 为双刀双掷开关。

不难看出，无论电路初始状态如何，只要扳动任意一只开关，负载 H 将由失电状态变为得电状态或者相反。在三地控制电路的基础上，将与开关 SA2 接法相同的开关嵌接在 SA2 与 SA3 之间，就构成了四地控制电路，若继续嵌接下去，就构成了多地控制电路，如图 1-12 (b) 所示。



(a) 三地控制一只灯电路

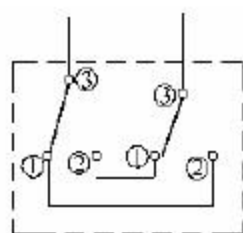


(b) 多地控制一只灯电路

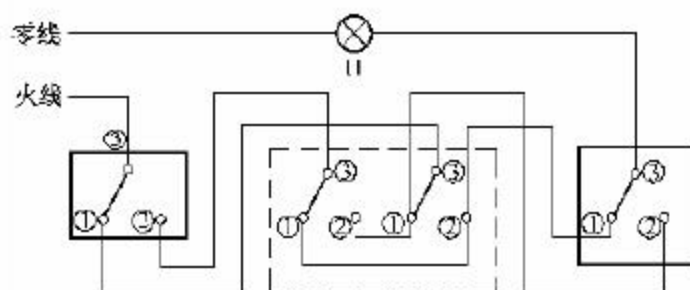
图 1-12 三地控制一只灯电路

图 1-12 中，SA2 双刀双掷开关在市面上不太容易买到，实际使用中，也可用两只单刀双掷开关进行改制后使用。改制方法很简单，只要按图 1-13 (a) 所示，将两只单刀双掷开关的两个静接头（图 1-13 (a) 中的①与②）用绝缘导线交叉接上，就改装成了一只双刀双掷开关。不过，这只开关使用时要同时按下两开关才起作用。再按图 1-13 (b) 所示接线就可用于三地

同时独立控制一盏灯了。为了能够实现同时按下改制后的开关，要求采用市面流行的大板琴键式单刀双掷开关，然后用 502 胶水把大板琴键粘在一起，实现三控开关的作用。



(a) 双刀双掷开关的改制



(b) 改制后的三地控制一只灯电路

图 1-13 双刀双掷开关的改制及线路连接方法

13. 光控闪烁警示灯电路

本例是用 NE555 制作的光控闪烁警示灯，可作为城建施工路面、沟道夜间安全警示灯，以防行人或车辆跌入。它不需要专人管理，白天灯灭，一到夜间，它就发出闪烁光，十分醒目。

电路图

光控闪烁警示灯电路如图 1-14 所示。

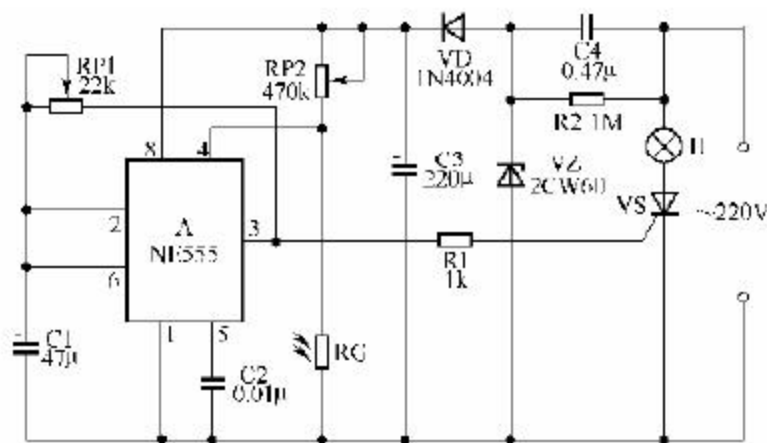


图 1-14 光控闪烁警示灯电路

工作原理

VD、VZ、C3、C4 组成简单的电容降压半波整流稳压电路，通电后 C3 两端可输出 12V 左右的直流电压，供时基电路用电。时基电路 A (NE555) 与 RP1、RP2、C1、RG 组成一个光控式自激多谐振荡器，白天 RG 受光线照射呈低电阻，时基电路④脚的电平小于 0.4V，A 被强制复位，输出端③脚恒为低电平，VS 无触发电压处于关断状态，灯 H 不亮。夜间 RG 无光线照射呈高电阻，它与 RP2 分压使得时基电路的④脚电平升高，并大于 0.4V，从而解除对时基电路的封锁，电路即开始起振。于是③脚间歇输出高电平与低电平，当③脚输出高电平时，VS 可通过 R1 获得触发电流而开通，灯 H 点亮；当③脚输出低电平时，VS 失去触发电流，在交流电过零时即关断，灯 H 熄灭。随着时基电路的振荡产生，警示灯 H 就不断地闪烁发光。

14. 门控自动灯电路

本例介绍的门控自动灯装置，可以在夜间打开门时，自动

点亮门厅或走廊的照明灯，过一段时间后又自动熄灭。白天开门时，照明灯不亮。

电路图

门控自动灯电路如图 1-15 所示。

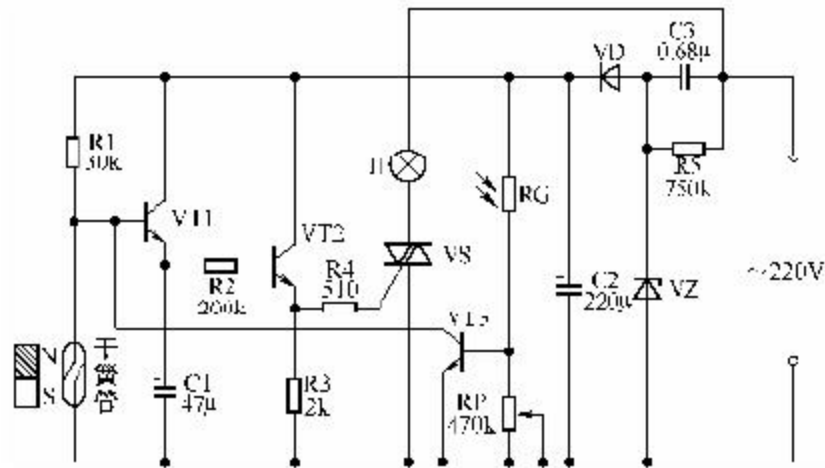


图 1-15 门控自动灯电路

工作原理

门控开关由永久磁铁和干簧管组成。永久磁铁安装在门体边上，干簧管安装在门框上。门在关上时，干簧管内部的触点开关接通；打开门时，干簧管内部的触点开关断开。

在白天，光敏电阻器 RG 受自然光线照射而呈低阻状态，VT3 导通，此时不管门是否打开，VT1 的基极均为低电平，VT1 和 VT2 均截止，VS 也处于截止状态，照明灯 H 不亮。在夜间，RG 因无光照射而阻值增大，使 VT3 截止。但由于门是关闭的，干簧管内部的触点开关处于接通状态，故 VT1 的基极仍为低电平，VT1、VT2 和 VS 均截止，H 不亮。当门被打开时，干簧管内部的触点开关断开，VT1 因基极变为高电平而导通，使 VT2 和 VS 均导通，照明灯 H 点亮。

15. 自动延时关灯电路

电路图

图 1-16 所示电路是由时间继电器控制的照明灯自动延时关灯电路。该方法简单易行，使用方便。

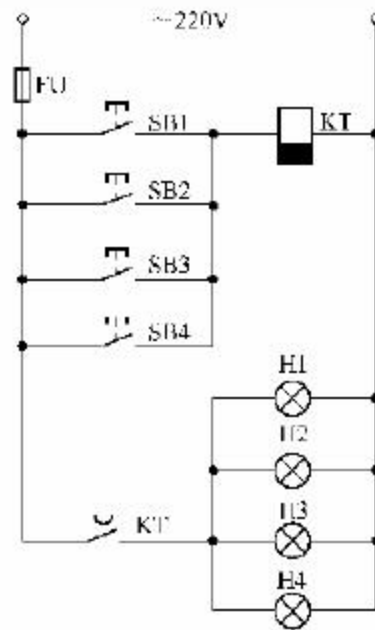


图 1-16 自动延时关灯电路

工作原理

SB1~SB4 和 H1~H4 是设置在四处的开关和灯泡（如在四层楼的每一层设置一个灯泡和一个开关）。当按下 SB1~SB4 开关中的任意一只时，失电延时时间继电器 KT 得电后，其失电延时的常开触点闭合，使 H1~H4 均点亮。当手离开所按开关时，失电延时时间继电器 KT 线圈失电释放，延迟一段时间，失电延时时间继电器 KT 失电延时断开的常开触点断开，使

H1~H4 同时熄灭。

16. 日光灯集中启动电路

电路图

图 1-17 所示为继电器控制的日光灯集中启动电路,可用于大型超市、生产车间、娱乐场所等大量采用日光灯作照明光源的场合。

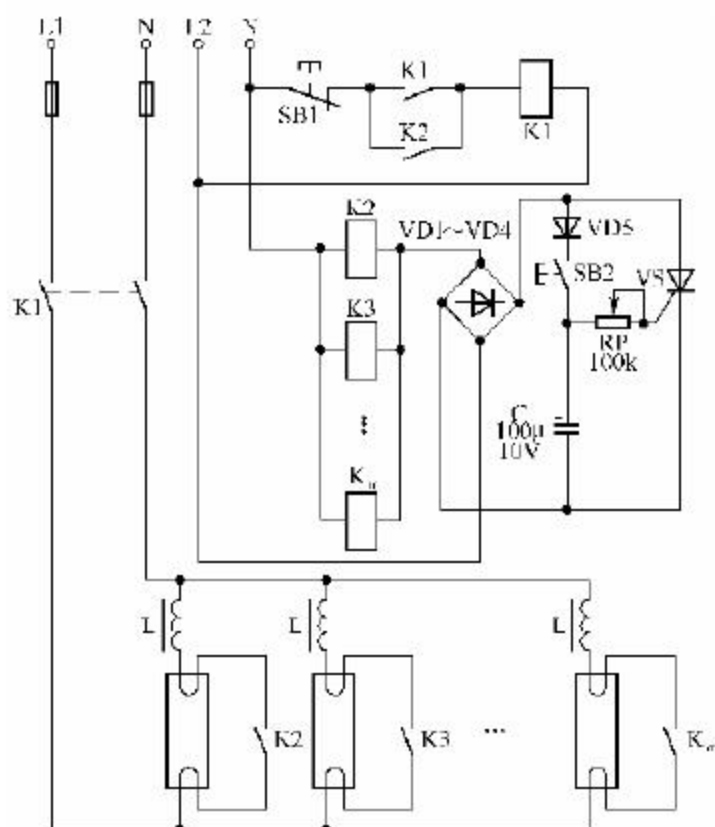


图 1-17 日光灯集中启动电路

工作原理

当场所照度低或设备等需要照明时,按下按钮 SB2, 220V

交流电压通过并联的中间继电器 $K_2 \sim K_n$ ，经二极管整流电路 $VD_1 \sim VD_4$ ，向由 VS 组成的延时启动控制电路提供直流电源电压。直流电压经 VD_5 、已闭合的 SB_2 向 C 充电。电容 C 上的电压增高到一定值时，晶闸管 VS 的控制极获得足够的触发电流而导通，中间继电器 $K_2 \sim K_n$ 得电吸合， $K_2 \sim K_n$ 的常开触点闭合，接通日光灯灯丝电路， K_2 串在继电器 K_1 回路中的常开触点闭合，使继电器 K_1 线圈得电吸合并因其常开触点的闭合而自锁，同时 K_1 的另一组常开触点闭合，接通主回路，日光灯灯丝预热。

松开 SB_2 ，电容 C 上的电荷便通过 RP 及 VS 的控制极放电，其放电时间决定了各个继电器触点闭合的时间，一般调整在 $1 \sim 2s$ 。调整方法是改变 RP 的阻值。当 C 上的电压放电到一定程度时， VS 失去触发电压。由于 $K_2 \sim K_n$ 线圈并联后的总电流小于 VS 的维持电流， VS 关断， $K_2 \sim K_n$ 失电释放， $K_2 \sim K_n$ 的常开触点随之断开，日光灯的启动回路断开，使日光灯灯管点燃。

当需要关灯时，只需按下熄灯按钮 SB_1 即可。

由于 VS 的维持电流一定，因此继电器的个数受限制，应根据 VS 和继电器的性能指标，将日光灯按片、线分组，一只继电器可控制 4 只日光灯。每个集中启动装置只能控制 $10 \sim 20$ 只日光灯，不要控制过多。日光灯较多时可采用多个集中启动装置。

启动时， SB_2 不要按很长时间，以免因继电器触点长时间闭合，而导致灯丝预热时间过长。如有个别灯管未被启动，应先关灯后再重新启动。

17. 多管日光灯电路

多管日光灯电路通常用于广告牌、临时大面积照明等场所。

电路图

多管日光灯电路如图 1-18 所示。

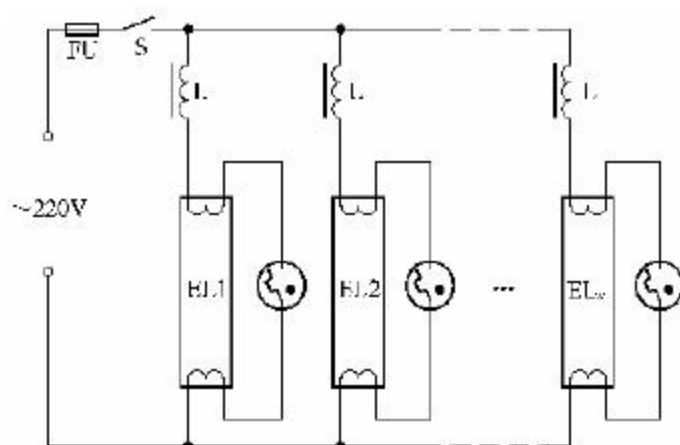


图 1-18 多管日光灯电路

工作原理

多管日光灯电路实际上是单管日光灯电路的并联集合，不同之处是它用一只总开关控制各支单管日光灯的电源。镇流器、启辉器、灯管和灯座的选用应与单管日光灯相匹配，只要接线正确，接通电源后灯管就能点亮。为了保证一次安装成功，可先将每盏灯点亮安装好，最后完成总装配。与单管日光灯电路不同的是要按实际消耗功率选用熔断器和电源开关。

18. 日光灯四线镇流器电路

电路图

日光灯四线镇流器电路如图 1-19 所示。

工作原理

四线镇流器有四根引线，分主、副线圈。四线镇流器主线圈的两根引线和二线镇流器接法一样，副线圈要串接在启辉器

回路中，便于启辉。由于副线圈的匝数少，因此交流阻抗较小，接线时应特别注意，切勿将副线圈接入电源，以免烧毁灯管和镇流器。使用时可测量线圈的冷态直流电阻加以区分，阻值大的为主线圈，阻值小的为副线圈。另外要注意接线极性的正确，可从观察灯管亮度和启辉情况判断极性是否正确。

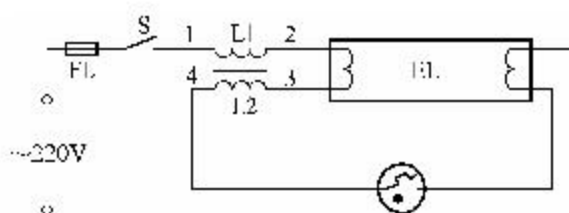


图 1-19 日光灯四线镇流器电路

19. 日光灯低压低温启动电路

在低温低电压情况下，日光灯启辉困难，多次冲击闪烁将影响灯丝的寿命。如果改进接线电路，则可解决日光灯在低温低压下启动困难的问题。

电路图

日光灯低压低温启动电路如图 1-20 所示。

工作原理

当把启动开关 SB 合上，交流电经整流后，变成脉动直流电，使通过日光灯灯丝的电流增大，容易使灯管内气体电离，且脉动直流使镇流器产生的瞬时自感电动势也增大。所以一般 SB 合上 1~4s 即断开，日光灯随即启辉。SB 可用电铃按钮，二极管可选用 2CP3、2CP4、2CP6 等。此法一般适用于功率较小的日光灯，且由于启辉时电流较大，启动开关 SB 不要按得太久。

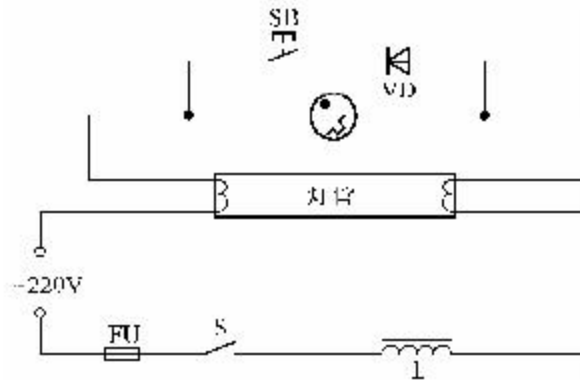


图 1-20 日光灯低温启动电路

20. 电子节能荧光灯电路

电路图

图 1-21 所示是双 U 型、9W 电子节能荧光灯电路。

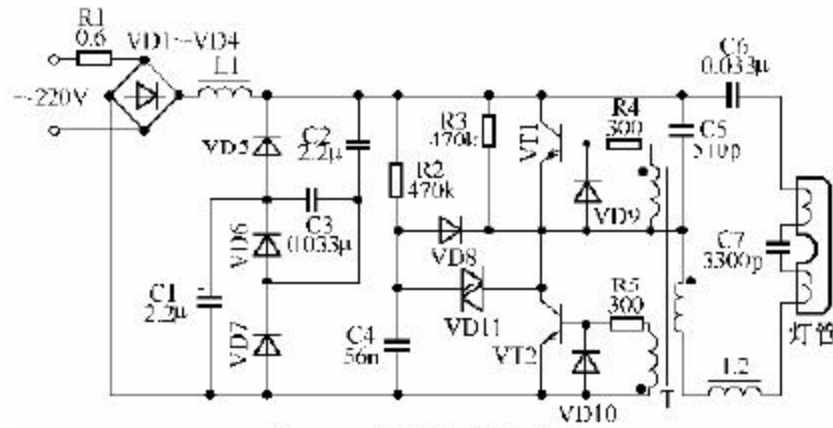


图 1-21 电子节能荧光灯电路

工作原理

图中二极管 VD5、VD6、VD7 及 C1、C2、C3 组成整流滤波电路，能提高整体电路的功率因数，同时还能使电网受到电子镇流器谐波干扰减至最小。R1 是阻尼缓冲电阻，能防止浪涌

脉冲电压对镇流器的冲击作用。电感线圈 L1 为射频扼流圈，能有效地滤除高频脉冲电压的传导型干扰。

21. 多路彩灯控制电路

多路彩灯控制电路的核心器件是大规模集成电路 SE9201，该集成电路具有花样新颖、功能多、电压低、功耗小等优点，通过晶闸管控制可用于节日彩灯、广告招牌、门面灯光装饰控制等。

电路图

多路彩灯控制电路如图 1-22 所示。

工作原理

集成电路 SE9201 有四个花样选择端 B1~B4，通过程控器进行不同的电平连接，可组成众多变化的闪光花样。有八个输出端 Q1~Q4 和 Q5~Q8，可驱动八路彩灯，由于 Q1~Q4 与 Q5~Q8 具有对称性，故也可简化成四路控制彩灯。集成电路 SE9201 使用的电源电压为 3~8V，典型值为 5V。该电路外围元件少，只需外接一只电阻器和一只电容器，它们的值决定振荡器的时钟频率。通常电容器的容量取 0.1~0.22 μ F，电阻采用 1M Ω 可变电阻器，通过改变其阻值就可以改变闪光的快慢。

集成电路 SE9201 具有八种基本花样：①四点追逐；②弹性张缩；③跳马右旋；④跳马左旋；⑤依次亮同时灭；⑥同时亮依次灭；⑦左右扩张；⑧全亮间隔闪光。通过花样选择端 B1~B4 不同电平的编程组合，可实现八种基本花样单循环、双循环以及自动变换的全循环和双全循环等四种循环功能的选择和控制。表 1-1 提供了 27 种花样控制方式供用户选择。自动转换全循环时，每种花样闪光的次数，除全亮间隔闪光四次外，其他花样都是八次。而双循环和双全循环的每种花样的闪光次数都为自动转换次数的一半。

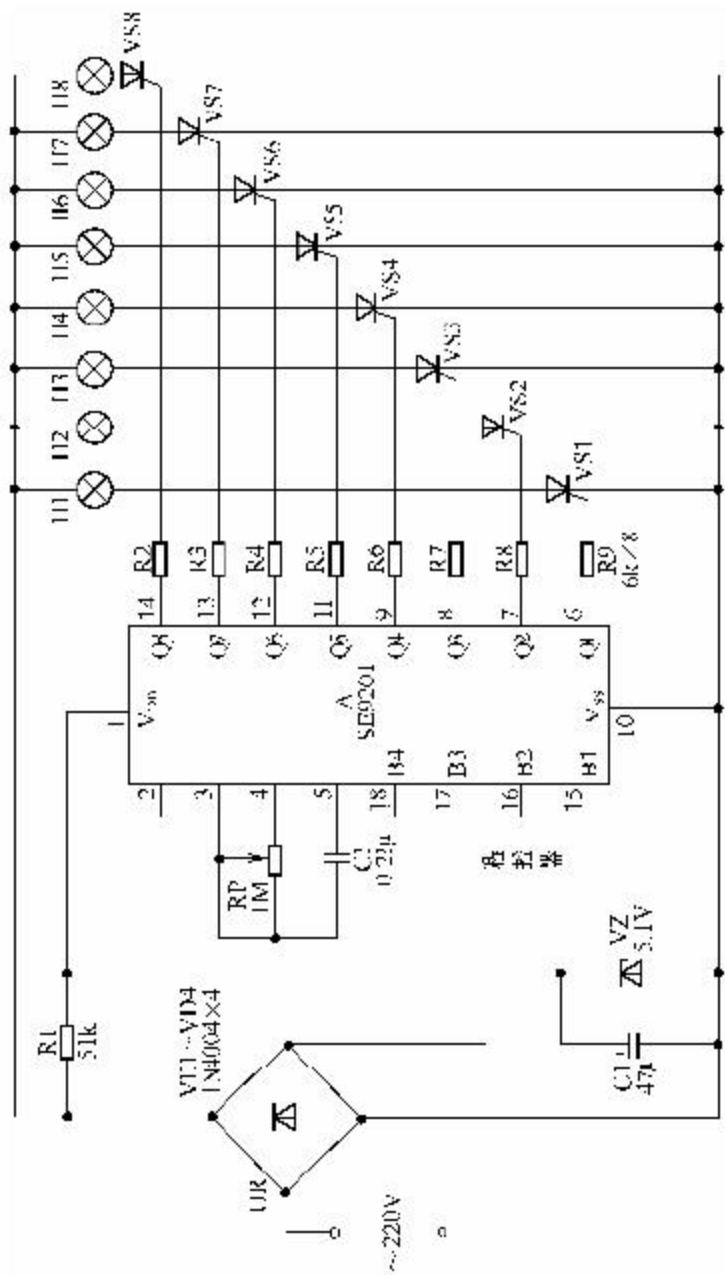


图 1-22 多路彩灯控制电路

表 1-1 SE9201 集成电路控制彩灯花样组合

次序	B1	B2	B3	B4	变光花样
1	V _{SS}	V _{SS}	V _{SS}	悬空	四点追逐
2	V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	悬空	弹性张缩
3	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	悬空	跳马右旋
4	V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	悬空	跳马左旋
5	V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	悬空	依次亮同时灭
6	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	悬空	同时亮依次灭
7	V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	悬空	八种花样自动循环
8	V _{DD}	V _{DD}	V _{DD}	悬空	全亮间隔闪光
9	V _{SS}	V _{SS}		B3、B4 相连	四点追逐和依次亮同时灭双循环
10	V _{DD}	V _{SS}		B3、B4 相连	弹性张缩和同时亮依次灭双循环
11	V _{SS}	V _{DD}		B3、B4 相连	以跳马右旋为主间隔八种花样
12	V _{DD}	V _{DD}		B3、B4 相连	跳马左旋和全亮间隔闪光双循环
13	V _{SS}		V _{SS}	B2、B4 相连	四点追逐和跳马右旋双循环
14	V _{DD}		V _{SS}	B2、B4 相连	弹性张缩和跳马左旋双循环
15	V _{SS}		V _{DD}	B2、B4 相连	以依次亮同时灭为主间隔八种花样
16	V _{DD}		V _{DD}	B2、B4 相连	同时亮依次灭和全亮间隔闪光双循环
17		V _{SS}	V _{SS}	B1、B4 相连	四点追逐和弹性张缩双循环
18		V _{DD}	V _{SS}	B1、B4 相连	跳马左右旋循环
19		V _{SS}	V _{DD}	B1、B4 相连	依次亮同时灭和同时亮依次灭双循环
20		V _{DD}	V _{DD}	B1、B4 相连	以全亮间隔闪光为主间隔八种花样循环
21	V _{SS}			B2、B3、B4 相连	以四点追逐为主间隔八种花样循环
22	V _{DD}			B2、B3、B4 相连	弹性张缩和全亮间隔闪光双循环

续表

次序	B1	B2	B3	B4	变光花样
23		V _{SS}		B1、B3、B4 相连	四点追逐和同时亮依次灭双循环
24		V _{DD}		B1、B3、B4 相连	跳马右旋和全亮间隔闪光双循环
25			V _{SS}	B1、B2、B4 相连	四点追逐和跳马左旋双循环
26			V _{DD}	B1、B2、B4 相连	依次亮同时灭和全亮间隔闪光双循环
27				B1、B2、B3、B4 相连	四点追逐和全亮间隔闪光双循环

22. 七彩循环装饰灯电路

本装饰灯可或快或慢地循环发出红、黄、蓝、紫、青、白七种色光；也可停留在某一颜色上不变化。它适用于宾馆、饭店、酒吧、歌舞厅、商店橱窗、家庭装饰或广告制作等场所。

电路图

七彩循环装饰灯电路如图 1-23 所示。

工作原理

220V 交流电经 VD1~VD4 桥式整流后，一方面供给彩灯回路，另一方面经 R1 降压限流、VZ 稳压、VD5 整流和 C1 滤波后，为控制电路提供约+10V 的稳定直流电压。集成电路 A1 (CD4011) 与外围元件组成时钟脉冲信号发生器，其中与非门 I、II 以及 RP、R3 和 C2 组成多谐振荡器，与非门 III、IV 构成 RS 触发器，对振荡器产生的脉冲信号进行整形，然后由与非门 IV 送到 A2 (CD4518) 的 CP 输入端。A2 是一块具有双同步加法计数功能的 CMOS 数字集成电路，从与非门 IV 送来的正脉冲在其内部进行二进制编码，并使 Q1、Q2、Q3 三输出端的状态发生循环组合变化，使对应的彩灯随之亮、灭。

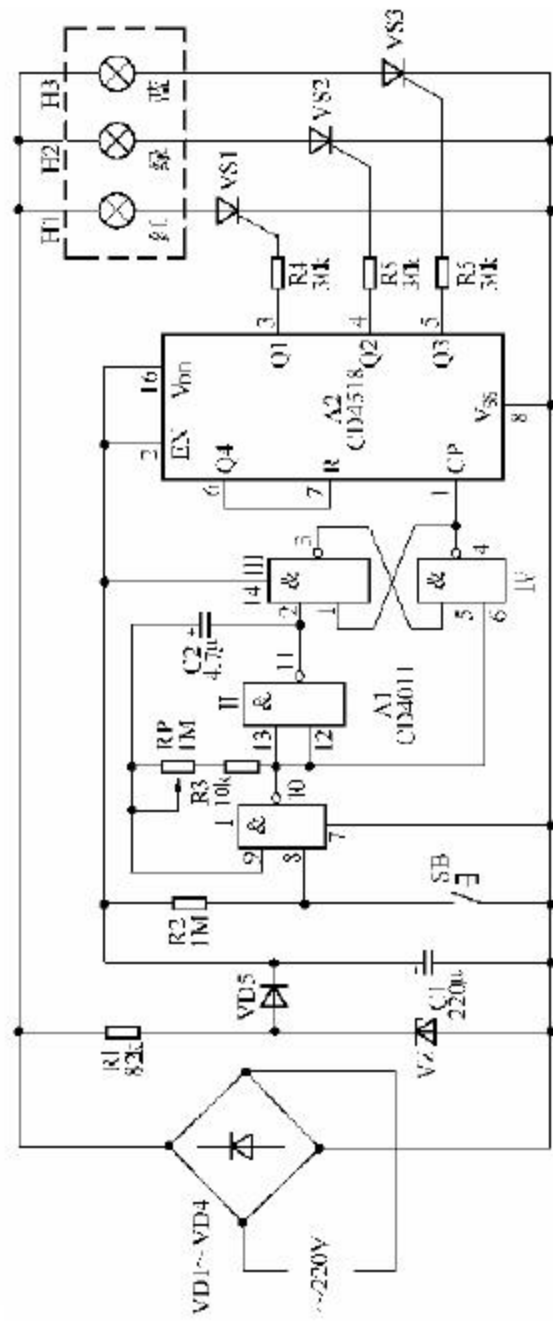


图 1-23 七彩循环装饰灯电路

根据光的三基色原理，当对红、绿、蓝三种色彩进行不同的组合时，可获得七种彩色光。集成电路 A2 (CD4518) 的输出端电平与色光的关系如表 1-2 所示。例如，当第 1 个脉冲到来时，A2 的 Q1 端输出高电平，单向晶闸管 VS1 导通，彩灯 H1 发红光；当第 2 个脉冲到来时，A2 的 Q2 端输出高电平，VS2 导通，H2 发出绿光；当第 3 个脉冲到来时，A2 的 Q1、Q2 同时输出高电平，VS1、VS2 均导通，H1、H2 同时点亮，根据混色原理，对外灯光变成黄色……当第 8 个脉冲到来时，A2 的 Q1~Q3 均输出低电平，H1~H3 全部熄灭片刻，同时 A2 的 Q4 端输出高电平，其信号直接送入清零端 R，使 A2 内部电路复位；当第 9 个脉冲送入 A2 时，循环上述过程。

表 1-2 A2 (CD4518) 输出端电平与色光关系

脉冲序号	二进制编码			三基色灯状态			合成光色
	Q1	Q2	Q3	H1 红	H2 绿	H3 蓝	
1	1	0	0	亮	灭	灭	红
2	0	1	0	灭	亮	灭	绿
3	1	1	0	亮	亮	灭	黄
4	0	0	1	灭	灭	亮	蓝
5	1	0	1	亮	灭	亮	紫
6	0	1	1	灭	亮	亮	青
7	1	1	1	亮	亮	亮	白
8	0	0	0	灭	灭	灭	黑

电路中，灯光的变色速度由与非门 I、II 组成的多谐振荡器的工作频率确定。调节电位器 RP，可使灯光每隔 0.1~10s 自动变换一种颜色。合上开关 SB，与非门 I 的输出端⑧脚由高电位变成低电位，振荡器停止工作，变色灯随机停留在某一状态，只要开关不动，颜色就不再改变。

23. 跳跃感特别强的彩灯电路

本例是一种跳跃感特别强的新颖彩灯，其控制闪亮顺序采取 1→3→2→4 的跳马追逐方式。

电路图

跳跃感特别强的彩灯电路如图 1-24 所示。

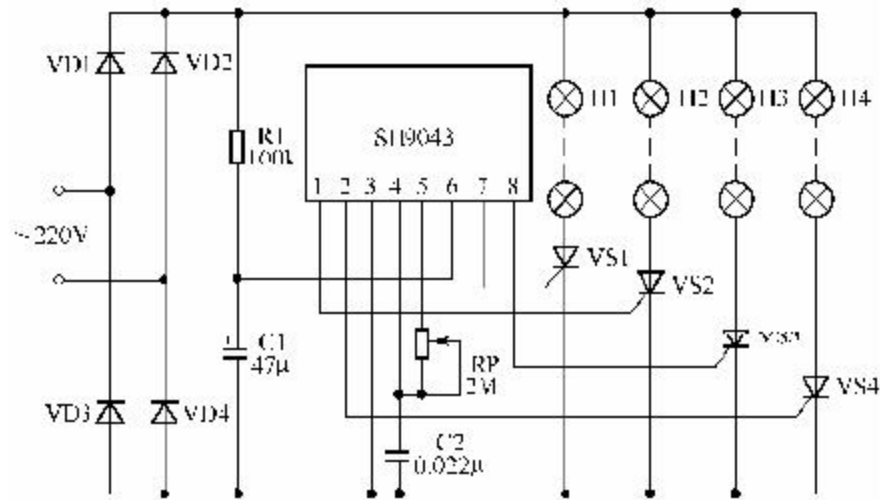


图 1-24 跳跃感特别强的彩灯电路

工作原理

二极管 VD1~VD4 组成桥式整流电路，输出全波整流电压作为 4 路彩灯电源，同时通过限流电阻 R1 并经电容 C1 滤波后作为集成电路 SH9043 的电源。电位器 RP 和电容 C2 是 SH9043 的外接电阻和电容，调节 RP 可以调节芯片内部振荡器的振荡频率，从而改变 4 路彩灯跳马追逐速率，闪光频率可以在 1~200Hz 变化。集成电路的①、②、⑦、⑧脚分别与 VS2、VS4、VS1、VS3 的控制极相接。4 路输出信号用来控制晶闸管的导通与否，从而使得串接在晶闸管阳极回路中的灯串 H1~

⑩、⑪、⑫脚通过可调电阻 RP2~RP5 分别接到 VS1~VS5 控制板，控制 H1~H5 满天星串灯，产生闪烁星辰效果。IC3 的②、⑦、①、⑥、⑩脚通过可调电阻 RP7~RP11 接到 VS6~VS10 控制日光灯 H6~H10 顺序发光，可产生白云飘飘、流水潺潺灯光效果。图中的 VD5、VD6、C5、C6 及 VD7、VD8、C7、C8 为两组倍压整流电路，产生倍压启动

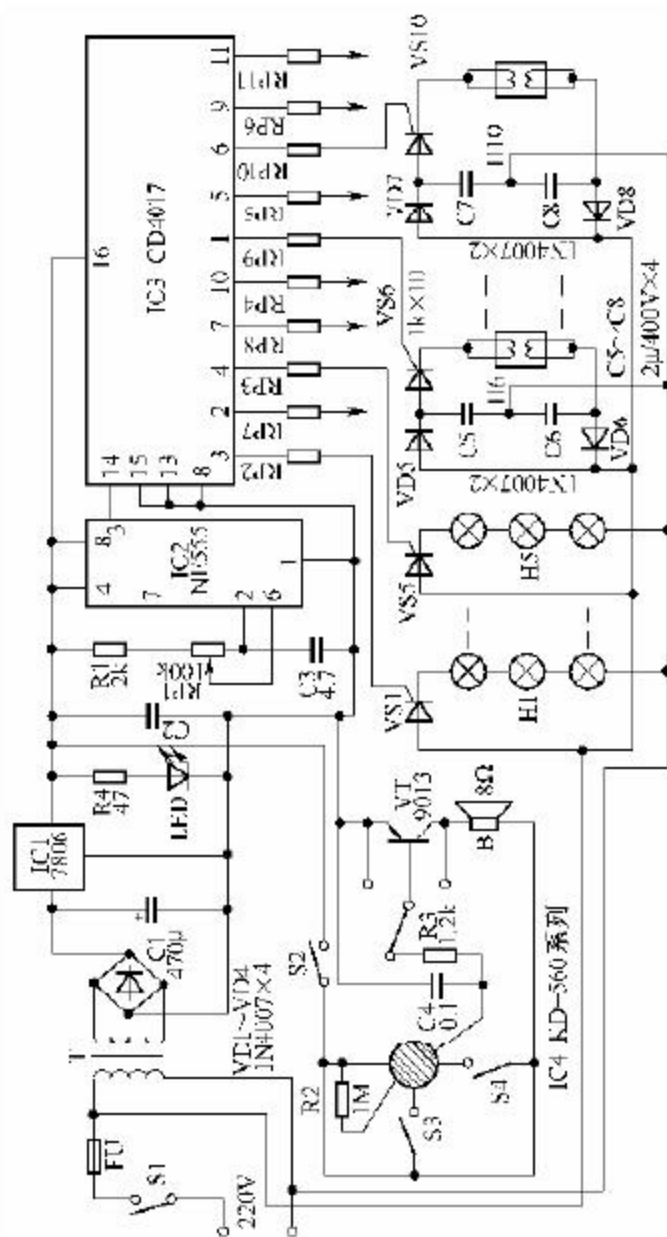


图 1-25 新型电子装饰画灯电路

元器件选择

变压器用5V·A,交流输出10V,晶闸管VS1~VS5选用600V、2A, VS6~VS10用600V、1A。桥式整流二极管VD1~VD4、倍压整流二极管VD5~VD8均用1N4007,电容器C5~C8用400V、2 μ F,满天星串灯H1~H5用市售的满天星小型串灯。IC4可根据不同的画面选择不同的音乐、声音模拟模块。

安装与调试

电路中的IC2产生低频信号,分两组送到IC3脉冲分配器,第一组使H1~H5在画面后编织与前画面相符的景物,如花、树叶、白云等。

第二组点亮H6~H10日光灯管,使画面前的景物出现流水飞泻、波浪起伏的自然景物动感。板后面安装满天星灯。日光灯编织景物时如花、树叶、白云、动物等要一次一路全景完成。如有多余的串灯,可用黑色胶带缠上,或套上黑管,日光灯管要与景色依次排列。H1~H5、H6~H10各自之间的光源要用黑色纸壳在中间分别隔离开,然后找一个适当的地方放置电路板。

装好后通电,首先调整RP2~RP6,使前5路亮度要一致。再调RP7~RP11使日光灯亮度一样,最后调试RP1直到灯光变化速度与景色逼真为止。

25. 扫描式霓虹灯电路

电路图

图1-26所示的扫描式霓虹灯电路能将多个霓虹灯字灯逐渐点亮发光,然后同时熄灭,再逐渐点亮,周期循环。

工作原理

IC1为时钟脉冲发生器。IC2为双4位串入-并出移位寄存

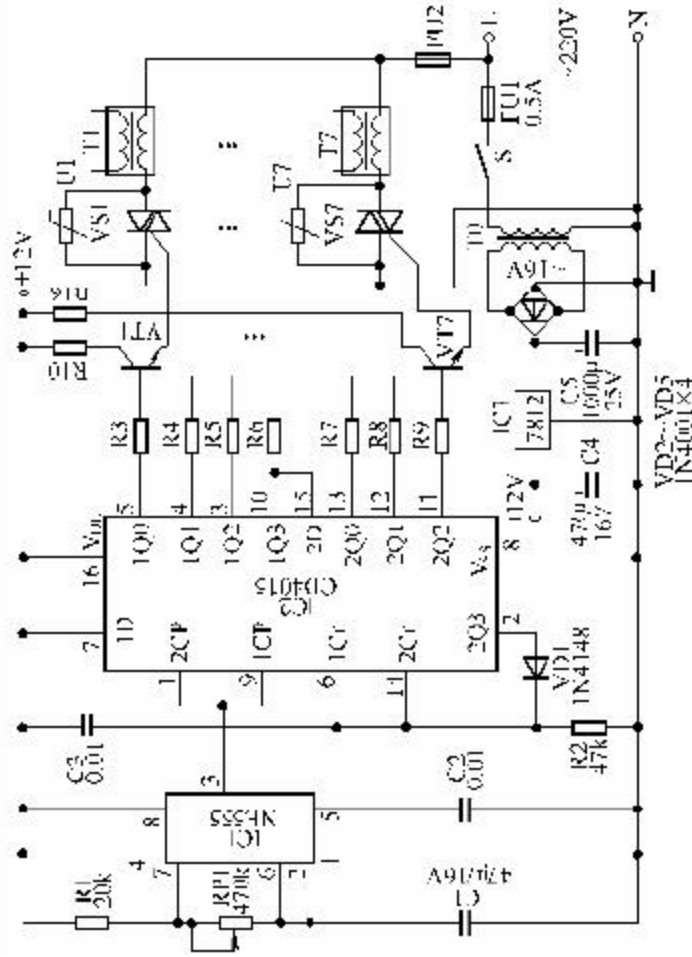


图 1-26 扫描式霓虹灯电路

CD-1015 真值表

CP	P ₃	Y	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃
φ	φ	1	0	0	0	0
1	φ	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1

器。将 IC2 的⑩脚与⑬脚相连构成一个 8 位串入-并出移位寄存器。在接通电源瞬间，经 C3 和 R2 产生一个微分脉冲加到 IC2 的 Cr 端，迫使 IC2 自动复位清零，其 8 个输出端 1Q0~1Q3，2Q0~2Q3 均为低电平，三极管 VT1~VT7 截止，双向晶闸管 VS1~VS7 关断，霓虹灯升压变压器 T1~T7 未得电，被控制的 7 个字均熄灭。

由于 IC2 的⑦脚接电源正极，当 IC1 的③脚输出第一个脉冲后，IC2 通过内部移位作用使其 1Q0 端变为高电平，VT1 导通，触发 VS1 导通，T1 得电工作，驱动第一个字灯发光。当 IC1 输出第二个脉冲时，IC2 通过移位作用，使 1Q0 和 1Q1 为高电平，VS1 和 VS2 导通，T1 和 T2 得电工作，驱动第一和第二两个字灯发光。随着 IC1 输出第 8 个脉冲时，IC2 的 2Q3 端由低电平变为高电平，通过二极管 VD1 反馈到 Cr 端，使其自动清零，IC2 的 8 个输出端又都变为低电平，7 个被点亮的字灯又均熄灭，电路完成一个扫描控制周期。调节电位器 RP1 可改变 IC1 输出的脉冲周期，从而控制灯亮周期，改变移位寄存器的长度，可扩展被控字灯数目。

二、电动机单向运转全压启动控制电路

26. 手动正转控制电路

该线路简单、元件少，装有熔断器，可用于电动机的短路保护，对于容量较小、启动不频繁的电动机来说，是经济方便的启动控制方法。工厂中常被用来控制三相电风扇和砂轮机等设备。

电路图

手动正转控制电路如图 2-1 所示。

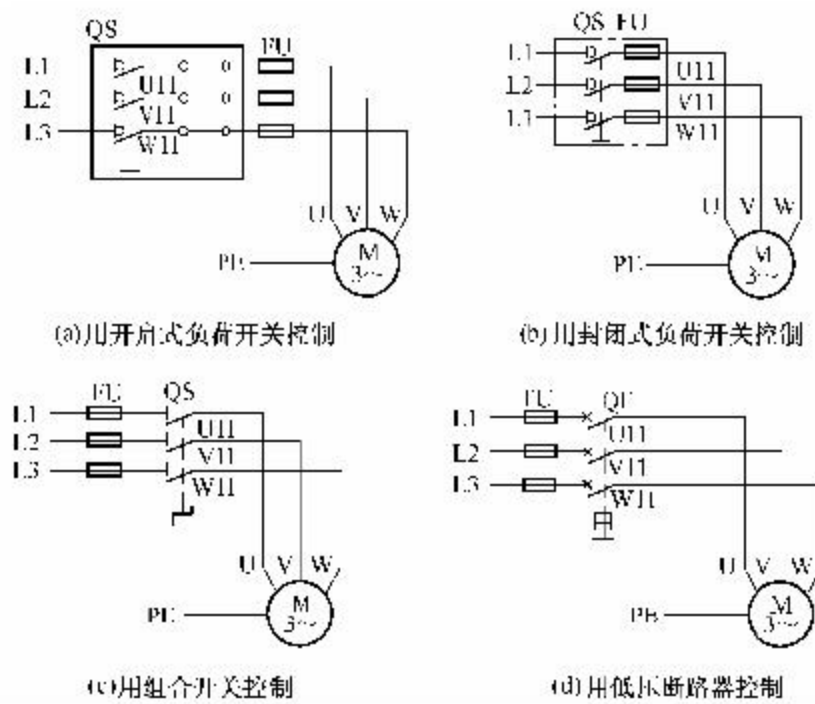


图 2-1 手动正转控制电路

工作原理

合上开关或断路器，电动机就能转动，从而带动生产机械旋转。断开开关或断路器，电动机停止转动。

这种控制方式只适用于不频繁启动的小容量电动机。

27. 点动控制电路

在工业生产过程中，常会见到用按钮点动控制电动机启停。它多适用在快速行程以及地面操作行车等场合。点动正转控制线路是用按钮、交流接触器来控制电动机运转的最简单的正转控制线路。所谓点动控制是指：按下按钮，电动机 M 就得电运转；松开按钮，电动机就失电停转。

电路图

点动控制电路如图 2-2 所示。

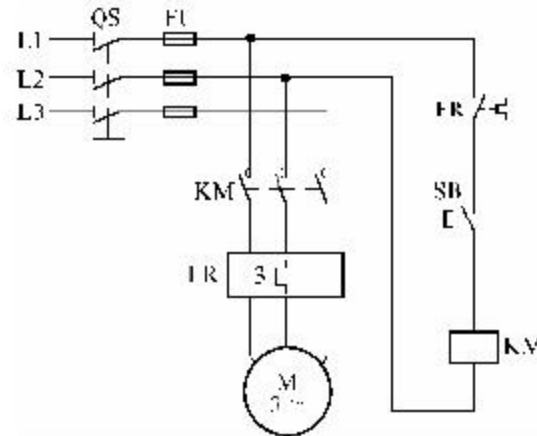


图 2-2 点动控制电路

工作原理

当需要电动机工作时，合上电源开关 QS，按下按钮 SB，交流接触器 KM 线圈得电吸合，KM 主触点闭合，使三相交流电源通过接触器主触点与电动机接通，电动机 M 便启动运行。

当放松按钮 SB 时，由于接触器线圈失电，吸力消失，接触器便释放，其主触点断开，电动机 M 失电停止运行。

28. 长动控制电路

对于需要较长时间运行的电动机，用点动控制是不方便的。这就需要具有自锁功能的正转控制，即长动控制电路。

电路图

长动控制电路如图 2-3 所示。

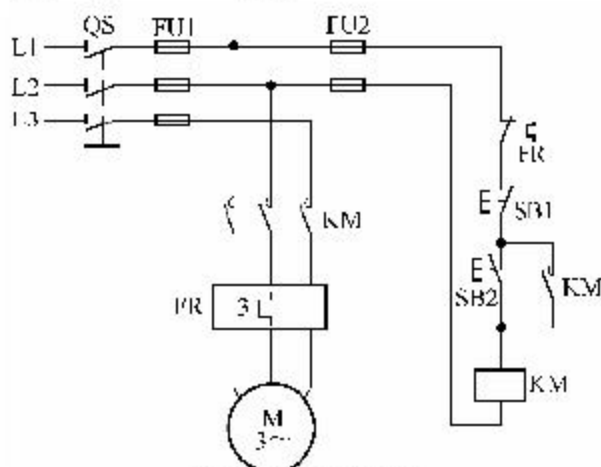


图 2-3 长动控制电路

工作原理

当启动电动机时合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM 线圈得电，KM 主触点闭合使电动机 M 运转；松开 SB2，由于接触器 KM 常开辅助触点闭合自锁，控制电路仍保持接通，电动机 M 继续运转。停止时按 SB1，接触器 KM 失电释放，KM 主触点断开，电动机 M 停转。

29. 点动与连续运行控制电路

在一些有特殊工艺要求、精细加工或调整工作时，要求机

床点动运行，但在机床加工过程中，大部分时间要求机床要连续运行。即要求电动机既能点动工作，又能连续运行，这时就要用到电动机的点动与连续运行控制电路。

电路图

点动与连续运行控制电路如图 2-4 所示。

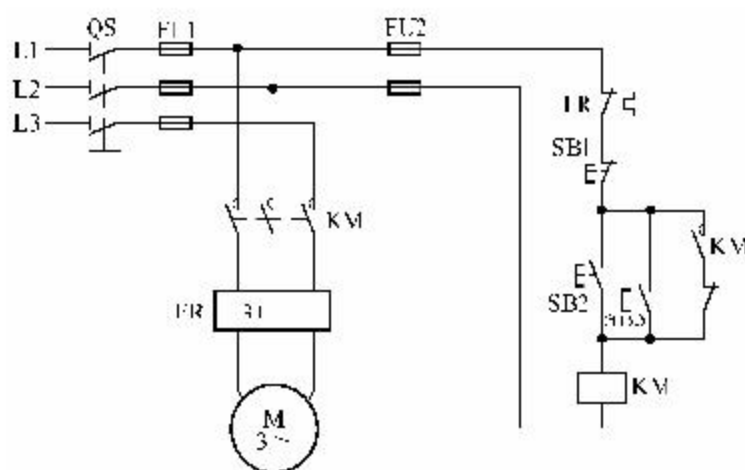


图 2-4 点动与连续运行控制电路

工作原理

需要点动控制时，按下点动复合按钮 SB3，其常闭触点先断开 KM 的自锁电路，随后 SB3 常开触点闭合，接通启动控制电路，接触器 KM 线圈得电吸合，KM 主触点闭合，电动机 M 启动运转。松开 SB3 时，其已闭合的常开触点先复位断开，使接触器 KM 失电释放，KM 主触点断开，电动机停转。

若需要电动机连续运转，按下长动按钮 SB2，由于按钮 SB3 的常闭触点处于闭合状态，将 KM 自锁触点接入电路，所以接触器 KM 得电吸合并自锁，电动机 M 连续运行。停机时按下停止按钮 SB1 即可。

30. 带有启动熔丝的启动电路

三相交流电动机启动电流很大，一般是电动机额定工作电流的 1.5~2.5 倍，故选用的保险丝的额定电流较大，这对保护电动机是很不利的。本例是一种双熔丝启动自投控制线路。当电动机启动时，第二路启动保险装置与第一路运行保险装置并联工作。待电动机启动完毕、正常运行时，第二路启动保险装置自动退出。这样，电动机运行时的额定电流和所装设的执行运行保护功能的保险丝的额定电流一致，一旦发生过流或其他故障，能迅速熔断保险丝，安全保护电动机。

电路图

带有启动熔丝的启动电路如图 2-5 所示。

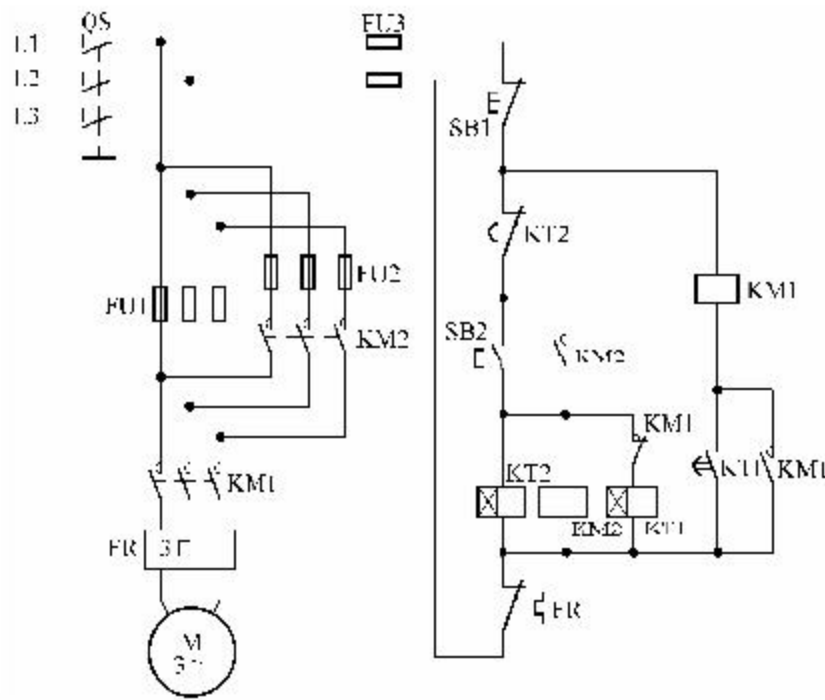


图 2-5 带有启动熔丝的启动电路

工作原理

当启动电动机时，按下 SB2 按钮，接触器 KM2 得电，第二路启动保险装置与第一路运行保险装置并联工作。同时，时间继电器 KT1 得电，经过零点几秒后（时间调到最小位置），使 KT1 延时闭合的常开触点闭合，接通 KM1，电动机正常运行。在 KM2 得电时，时间继电器 KT2 也同时得电，经过 1~3s 后（调到电动机启动完毕，正常运行时）动作，使 KT2 延时断开的常闭触点断开，接触器 KM2 失电释放，第二路启动保险装置退出，同时，时间继电器 KT1 和 KT2 失电。

停止时按停止按钮 SB1 即可。

在选择保险丝时，第一路运行保险丝的额定电流应等于电动机的额定电流。第二路启动保险丝的额定电流一般可选择和第一路同样大，如果是重负荷启动，则应酌情增大。

31. 仅用一只按钮开关控制电动机启停电路

一般用两个按钮开关（简称按钮）控制一台电动机的启动和停止，但在某些特殊场合（如多点控制和远距离控制时，需要大量的导线和按钮，为节省连接导线和减少按钮数目）或某些特殊设备上，需要采用单按钮控制电动机的启动和停止。

电路图

仅用一只按钮控制电动机的启动和停止电路如图 2-6 所示。

工作原理

启动时，按下按钮 SB，继电器 KA1 线圈得电吸合，KA1 常开触点闭合，交流接触器 KM 线圈得电，KM 吸合并自锁，电动机启动。KM 的常开辅助触点闭合，常闭辅助触点断开，这时，继电器 KA2 的线圈因 KA1 的常闭触点已断开而不能得电，所以 KA2 不能吸合。松开按钮 SB，因 KM 已自锁，所以

交流接触器 KM 仍吸合，电动机继续运转。但这时 KA1 因 SB 松开而失电释放，其常闭触点复位，为接通 KA2 作好准备。

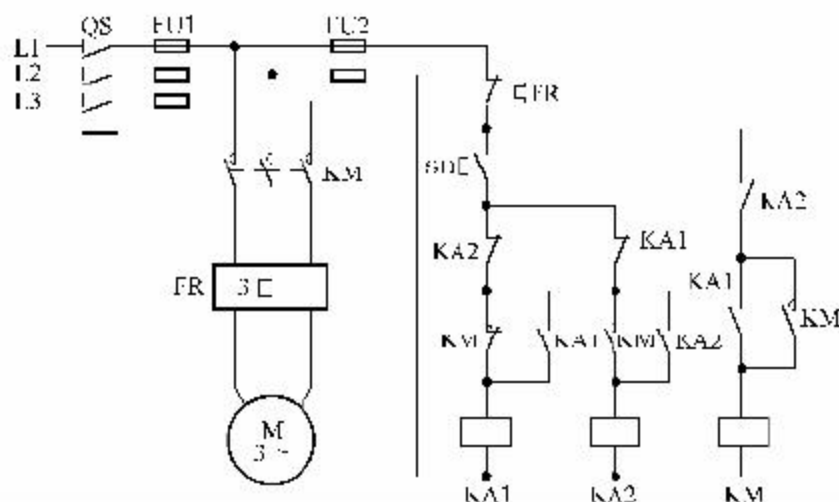


图 2-6 仅用一只按钮控制电动机启停电路

需要停车时，第二次按下按钮 SB，这时继电器 KA1 线圈通路被 KM 常闭触点切断，所以 KA1 不会吸合，而 KA2 线圈得电吸合。KA2 吸合后，其常闭触点断开，切断 KM 线圈电源，KM 失电释放，电动机停转。

32. 单线远程控制电动机启停电路

当远地控制电动机启动、停止时，为了节省导线，可以采用单根导线控制的电动机启停电路。

电路图

单线远程控制电动机启停电路如图 2-7 所示。

工作原理

本地控制：合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB1，接触器 KM 得电吸合并自锁，电动机 M 启动运转。按下停止按钮 SB2，

电动机停止运转。安装连接时，本地控制按钮按一般常规控制线路连接，只是在本地停止按钮前串联两只灯泡。

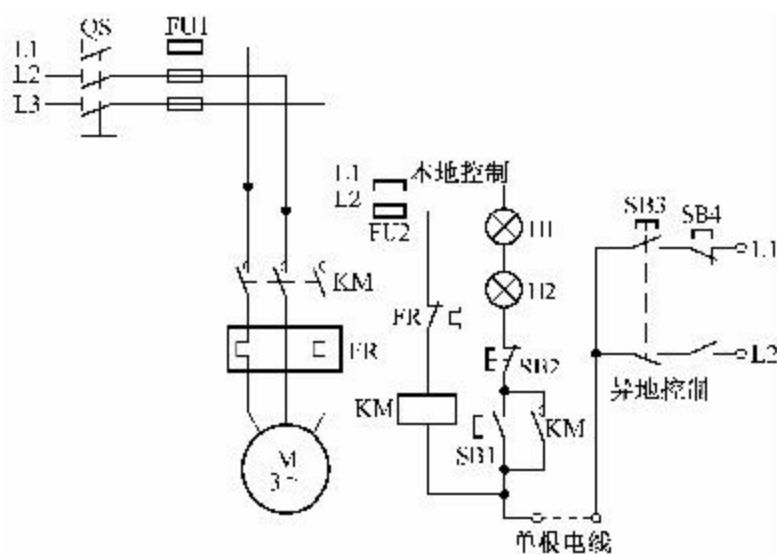


图 2-7 单线远程控制电动机启停电路

远地控制：合上电源开关，当需要远地启动电动机时，按下远程控制按钮 SB3，远地的 L1 相电源给交流接触器 KM 线圈供电，KM 吸合，电动机启动运转，放开按钮 SB3，本地 L1 相电源通过两只灯泡继续给交流接触器 KM 供电。远地停车时，按下按钮 SB4，KM 线圈两端都为 L2 电源，同相时，KM 释放，电动机停止运行。

在正常运行时，KM 线圈与两只 220V 的电灯泡串联，灯泡功率可根据接触器的规格型号来确定。经过实验，CDC10—40 型的交流接触器，可用功率为 60W 的两只灯泡串联，即能使 40A 的交流接触器可靠吸合。如果是大于 40A 的交流接触器，应适当增大电灯泡功率。在正常工作时两只灯泡不亮，在远地按下 SB4 停车按钮时，灯泡会瞬间亮一下，这也可作为停车指示灯。

此线路都应接在同一三相四线制电力系统中。安装时要注意电源相序。

33. 能发出启停信号的控制电路

一些大型的机械设备，靠电动机传动的运动部件移动范围很大，故开车前都需发出开车信号，经过一段时间再启动电动机，以便告知工作人员及维修人员远离设备。

电路图

图 2-8 所示的能发出启停信号的控制电路可实现自动发出开车信号这一功能。

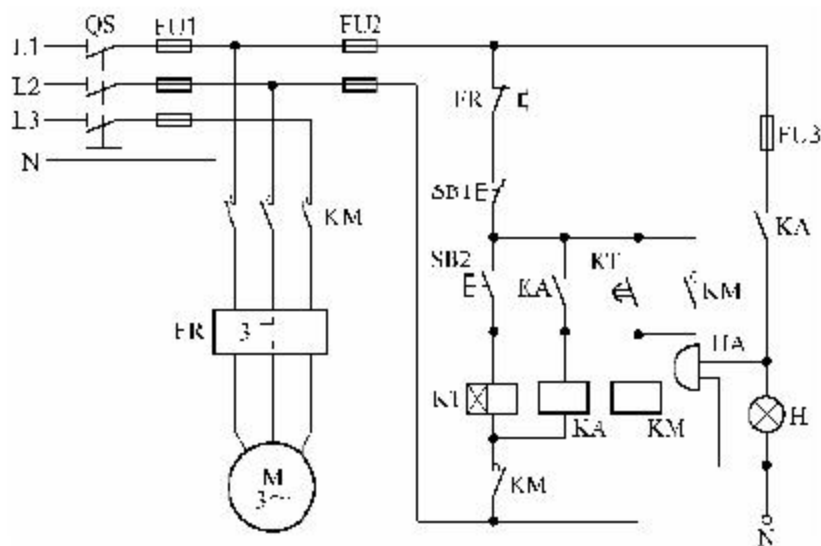


图 2-8 能发出启停信号的控制电路

工作原理

需要开车时，按下 SB2 开车按钮，继电器 KA 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，电铃和灯光均发出开车信号，此时时间继电器 KT 也同时得电，经过 1 分钟后（时间可根据需要调

整), KT 常开触点延时闭合, 接触器 KM 线圈得电, KM 主触点闭合, 常开辅助触点自锁, 电动机 M 开始运转, 同时由于 KM 的吸合, 其常闭触点又断开了 KA 和 KT, 电铃和灯泡失电停止工作。

34. 避免误操作的两地控制电路

在同一拖动系统的两地, 如在皮带输送机的始点和终点工作的两名操作人员, 必须同时各按一下启动按钮, 才能使电动机启动, 从根本上避免那种当一名操作人员按下启动按钮后, 转动起来的生产机械损伤未能离开的一名操作人员的恶性事故发生。

电路图

避免误操作的两地控制电路如图 2-9 所示。

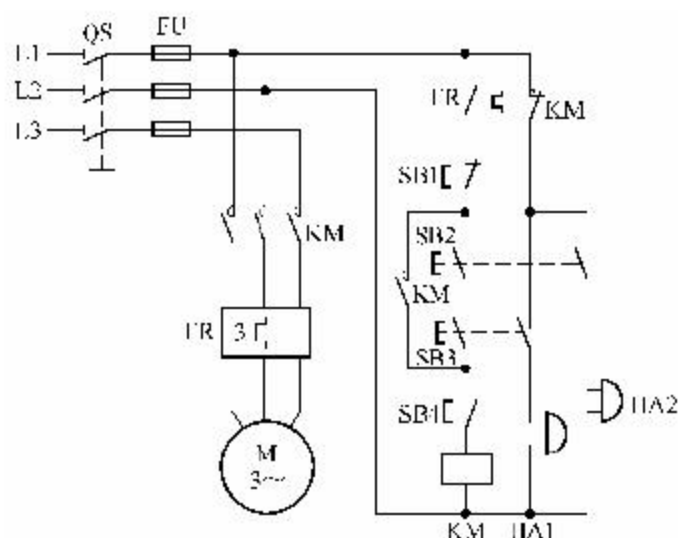


图 2-9 避免误操作的两地控制电路

工作原理

需要开车时, 位于甲地的操作人员按住启动按钮 SB2, 这时只能使安装在乙地的蜂鸣器 HA2 得电鸣响, 待位于乙地的操

作人员听到鸣响声按下启动按钮 SB3 后，使安装在甲地的蜂鸣器 HA1 得电鸣响，接触器 KM 才能得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M 才能启动，与此同时，KM 的常闭触点断开，使 HA1、HA2 失电。

需要停车时，甲地的操作人员可以按下 SB1，乙地的操作人员可以按下 SB4。

35. 三地（多地点）控制电路

在一些大型机床设备中，为了操作方便，经常需要在两地或多地能启动或停止同一台电动机，这就需要多地点控制电路。通常把启动按钮并联在一起，实现多地启动控制；而把停止按钮串联在一起，实现多地停止控制。

电路图

三地（多地点）控制电路如图 2-10 所示。

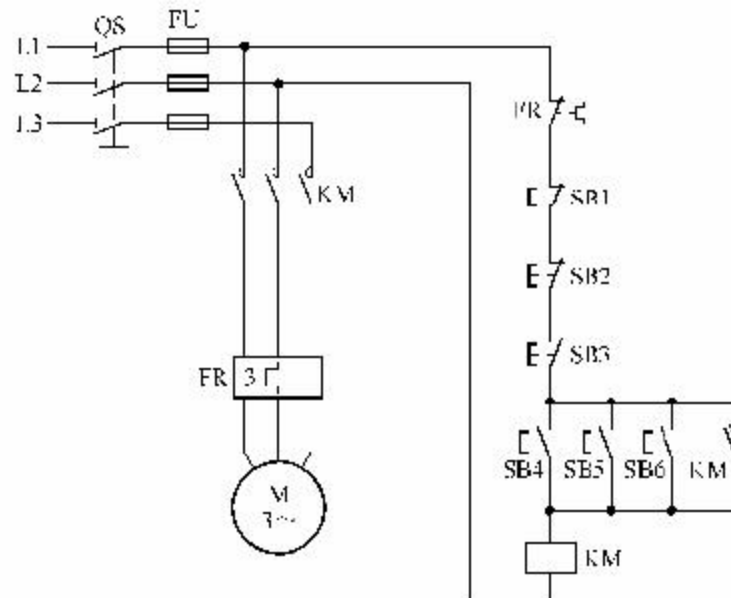


图 2-10 三地（多地点）控制电路

工作原理

SB1、SB4 为第一号地点的控制按钮；SB2、SB5 为第二号地点的控制按钮；SB3、SB6 为第三号地点的控制按钮。

36. 两台电动机按顺序启动同时停止的控制电路

某些生产机械有两台以上的电动机，因所起的作用各不相同，有时必须按一定的顺序启动，才能保证正常生产。

电路图

两台电动机按顺序启动同时停止的控制电路如图 2-11 所示。

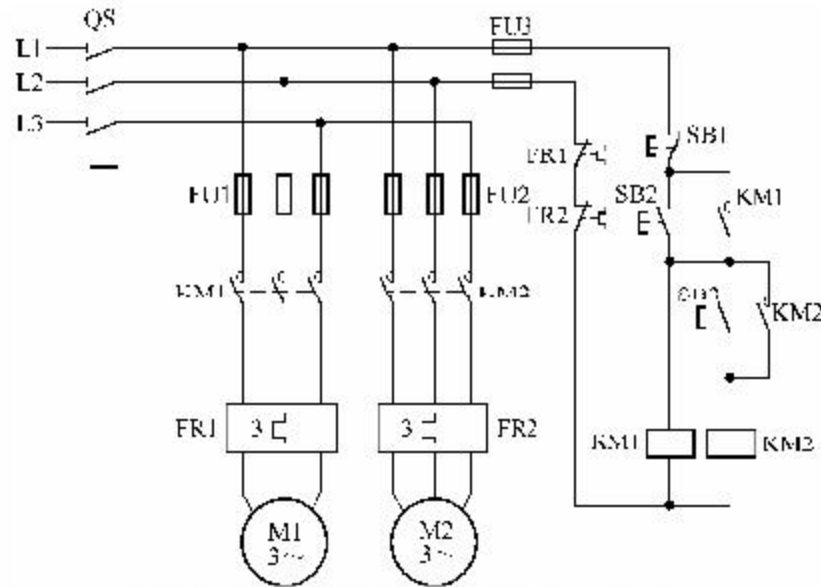


图 2-11 两台电动机按顺序启动同时停止的控制电路

工作原理

按下 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M1 启动运转。KM1 的自锁触点闭合，为 KM2 得电作准备。若接着按下 SB3，则接触器 KM2 得电吸合并自锁，电动机 M2 启动运转。

按下 SB1，接触器 KM1 和 KM2 均失电释放，电动机 M1 和 M2 同时停转。

37. 两台电动机按顺序启动分开停止的控制电路

两台电动机在按顺序启动运转后，第二台电动机就不再受制于第一台电动机。也就是说，第二台电动机必须在第一台电动机启动后才能启动，但当第一台电动机停转后，第二台电动机仍能保持运转。本例电路能实现这一要求。

电路图

两台电动机按顺序启动分开停止的控制电路如图 2-12 所示。

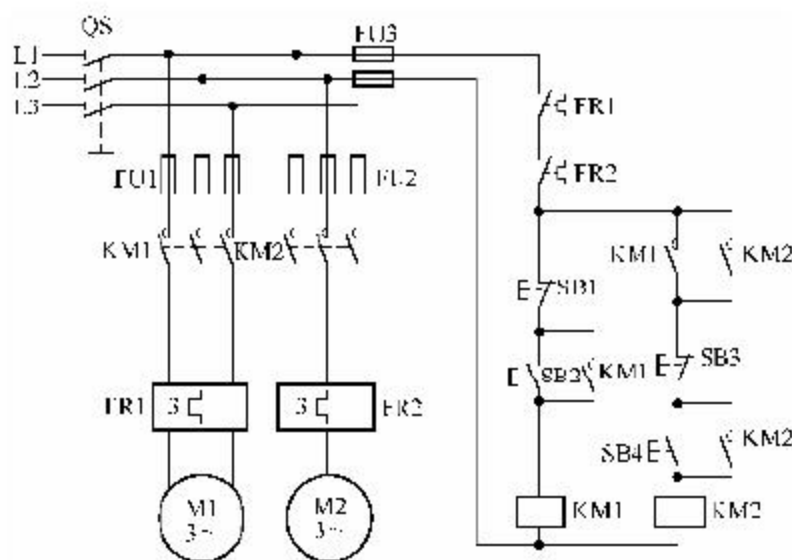


图 2-12 两台电动机按顺序启动分开停止的控制电路

工作原理

按下 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M1 启动运转，KM1 的常开触点作为先决条件串联在接触器 KM2 线圈控制电路中，保证 M1 启动后 M2

才能启动。按下 SB4，接触器 KM2 得电吸合并自锁，电动机 M2 启动运转。

按下 SB1，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，电动机 M1 停止运转，由于 KM2 的常开辅助触点并联在 KM1 常开辅助触点的两端，所以在接触器 KM1 失电释放，M1 停转后，M2 仍能保持运转。需要 M2 停车时，按下 SB3，接触器 KM2 失电释放，其主触点断开，电动机 M2 停止运转。

38. 两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路

在某些工作程序中，要求第二台电动机停车后，才允许第一台停车。本例电路能适应这一运行程序的要求。

电路图

两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路如图 2-13 所示。

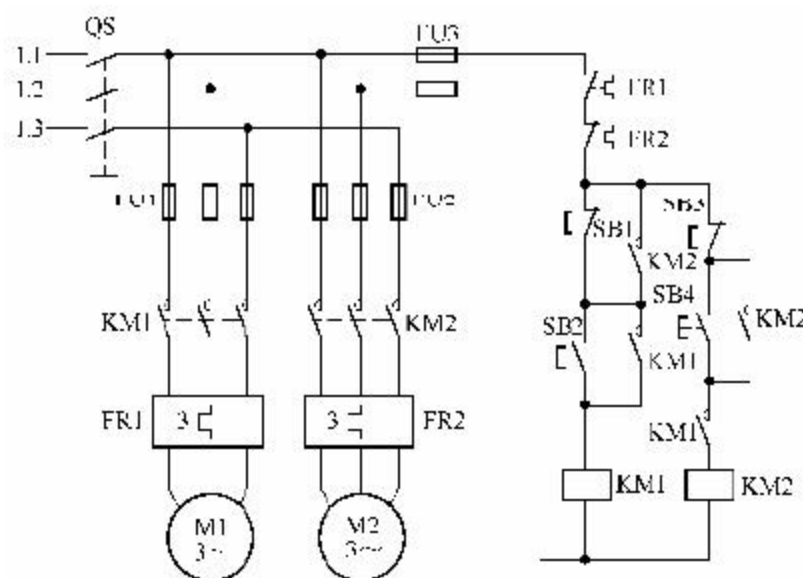


图 2-13 两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路

工作原理

按下 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M1 启动运转。由于 KM1 的常开辅助触点作为 KM2 得电的先决条件串联在 KM2 线圈电路，所以只有在 M1 启动后 M2 才能启动，实现了按顺序启动。

需要停车时，如果先按下电动机 M1 的停止按钮 SB1，由于 KM2 的常开辅助触点作为 KM1 失电的先决条件并联在 SB1 的两端，所以 M1 不能停止运转，只有在按下电动机 M2 的停止按钮 SB3 后，接触器 KM2 失电释放，M2 停止运转，这时再按下 SB1，电动机 M1 才能停止运转。

39. 自动切换的两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路

本例电路在控制电气设备的启动时，先启动电动机 M1，延时自动启动电动机 M2，而在停止时则相反，即先停止电动机 M2，再延时自动停止电动机 M1。

电路图

自动切换的两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路如图 2-14 所示。

工作原理

启动时，按下启动按钮 SB2，得电延时时间继电器 KT1 及失电延时时间继电器 KT2 线圈同时得电吸合且 KT1 不延时瞬动触点闭合自锁。KT2 失电延时断开的常开触点闭合，交流接触器 KM1 线圈得电吸合，其主触点 KM1 闭合，电动机 M1 启动。经一定延时后，KT1 延时闭合的常开触点闭合，交流接触器 KM2 线圈得电吸合，KM2 主触点闭合，电动机 M2 启动，完成先启动电动机 M1，再自动启动电动机 M2。

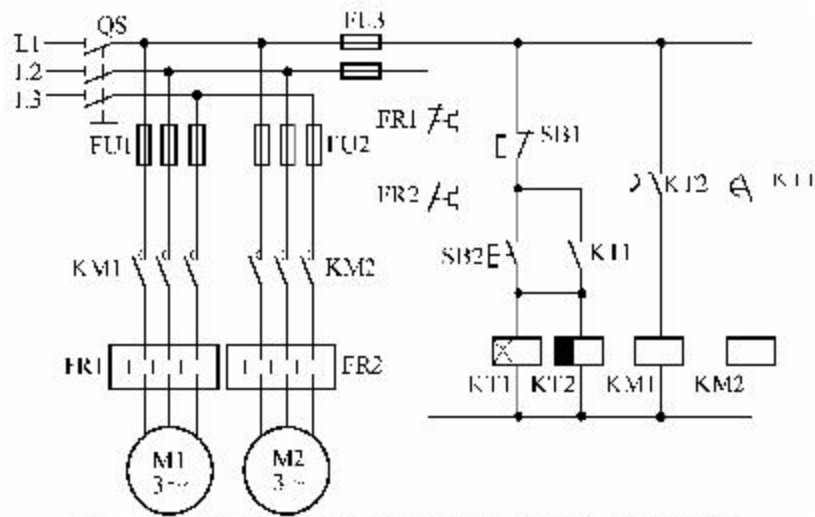


图 2-14 自动切换的两台电动机按顺序启动逆序停止的控制电路

停止时，则按下停止按钮 SB1，此时 KT1、KT2 线圈均失电释放。KT1 得电延时闭合的常开触点恢复常开，KM2 线圈失电释放，电动机 M2 停止工作；经一定延时后，KT2 失电延时断开的常开触点恢复常开，KM1 线圈失电释放，电动机 M1 停止工作。完成停止时，先停止电动机 M2 再自动停止电动机 M1。

40. 电动机间歇运行电路

在某些工作场合，电动机需要间歇运行，即在运行一段时间后自动停止，然后再自动启动运行，这样反复进行。

电路图

电动机间歇运行电路如图 2-15 所示。

工作原理

合上电源开关 QS 和手动开关 SA，交流接触器 KM 和时间继电器 KT1 得电吸合，KM 主触点闭合，电动机 M 启动运行。

当运行一段时间（由 KT1 时间继电器确定）之后，KT1 延时闭合的常开触点闭合，接通中间继电器 KA 和时间继电器 KT2 电路，KA 常闭触点断开，KM 失电，电动机 M 停止工作。经过一段时间之后，KT2 延时断开的常闭触点断开，使继电器 KA 失电释放，中间继电器 KA 的常闭触点闭合，再次接通 KM 线圈电路，电动机重新启动运行。

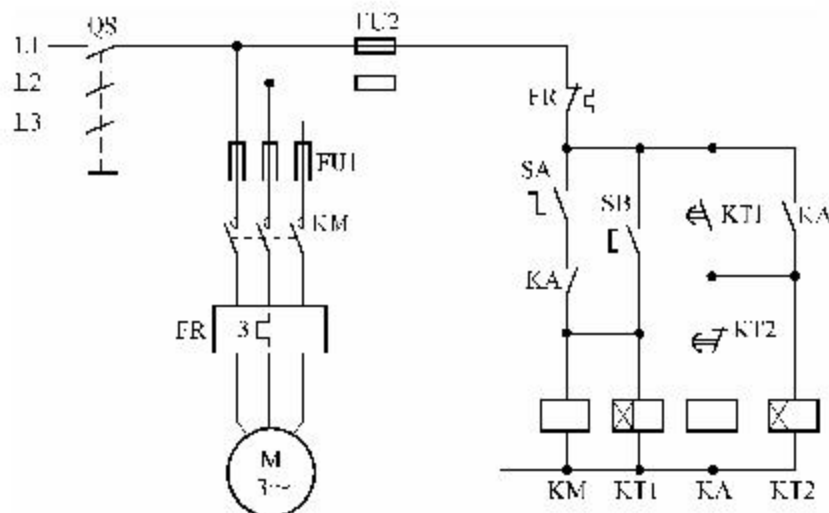


图 2-15 电动机间歇运行电路

按钮开关 SB 可在电动机停转期间随时点动控制电动机。

41. 电动机延时开机的间歇运行电路

该电路合上电源开关后，电动机并不马上启动，而要延迟一段设定的时间，可用于机床自动间歇润滑控制等。

电路图

电动机延时开机的间歇运行电路如图 2-16 所示。

工作原理

合上电源开关 QS 和手动开关 SA，时间继电器 KT1 得电

吸合，计时开始。达到 KT1 整定时间后，其延时闭合的常开触点闭合，接触器 KM 得电吸合，电动机启动运转。同时 KT2 也得电吸合，经过一段时间后，KT2 延时闭合的常开触点闭合，使继电器 KA 得电吸合，KA 常闭触点断开，KT1 失电释放，其触点断开，KT2、KM、KA 均失电，电动机停转，但手动开关 SA 仍处于闭合状态，于是 KT1 又进入计时状态，至计时时间到达后，KT1 触点闭合，电动机又开始启动运行，以后的运行过程与前述相同，电动机 M 开开停停，周而复始。

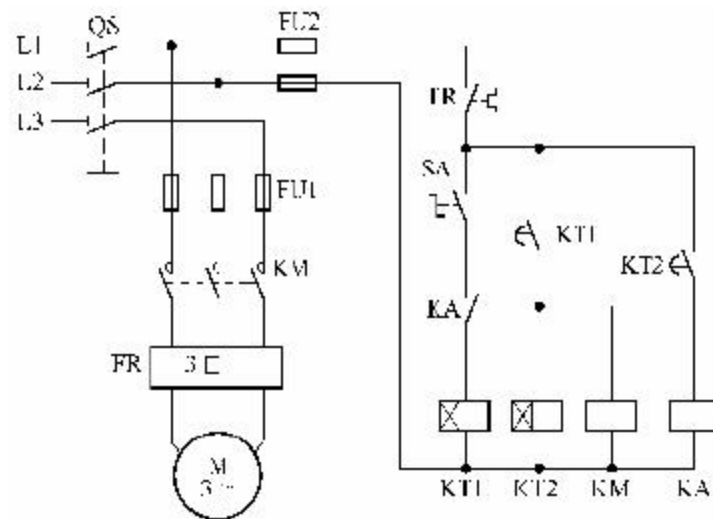


图 2-16 电动机延时开机的间歇运行电路

42. 电动机短时间停电来电后自动快速再启动电路

在某些情况下，电动机在经短暂停电又恢复供电时需快速自动启动。例如在重要的需连续作业不能停止的场合，当线路失电后，又自动投入了备用电源，这时要求电动机能马上自动再启动。

电路图

电动机短时间停电来电后自动快速再启动电路如图 2-17 所示。

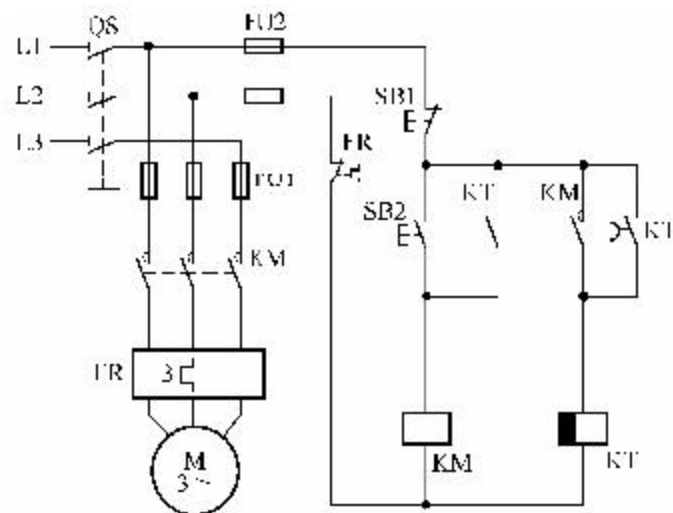


图 2-17 电动机短时间停电来电后自动快速再启动电路

工作原理

按下按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合，其主触点闭合，电动机 M 启动运转；同时 KM 的常开辅助触点闭合使失电延时时间继电器 KT 得电吸合，KT 的瞬动常开触点和延时断开的触点闭合，使 KM 和 KT 保持吸合状态。

电动机运转后，如果供电电路出现电压波动（瞬间过低）或电网短暂停电时，KM、KT 均失电释放，电动机 M 停止运转。同时，KT 已闭合的失电延时断开触点延时断开。若在 KT 延时时间内电网电压恢复正常或电网短暂停电后恢复供电，KT 重新得电吸合，其瞬动触点立即闭合，KM 得电吸合，电动机自动再启动运转。

需停车时，按下 SB1（按下时间稍长些），接触器 KM 和

时间继电器 KT 均失电释放，电动机停止运转。

43. 带有报警装置的电动机短暂停电来电后自动再启动电路

本电路所控制的电动机，在线路停电时间小于设定时间的情况下，可以实现自动快速再启动。当线路停电时间超出设定时间后重新来电，则电动机无法再自动启动，同时电铃发声报警，告知操作者进行处理。

电路图

带有报警装置的电动机短暂停电来电后自动再启动电路如图 2-18 所示。

工作原理

按下启动按钮 SB2，交流接触器 KM 线圈得电吸合。KM 的主触点闭合，电动机 M 启动运转；KM 的辅助常开触点闭合，使中间继电器 KA1 和时间继电器 KT 线圈同时得电吸合，且 KA1 的常开触点闭合自锁，KT 延时断开的常开触点闭合，使 KM 自锁。电动机 M 正常运转。同时，KA1 的常闭触点断开，为线路跳闸停电后恢复供电重新自动启动电动机 M 作准备。

当线路跳闸停电时，KM、KA1、KT 线圈同时失电释放，M 停止工作，由于 KA1 的释放，使并联在 KM 自锁常开触点上的常闭触点 KA1 恢复常闭状态；同时 KT 的失电延时断开触点延时断开，假如在 KT 延时时间内（整定为 3min）供电恢复正常，KM 则通过小型灵敏继电器 KA2（JRX—B—44 型）的常闭触点、KA1 的常闭触点、KT 的延时断开的触点形成回路而自动吸合，使电动机 M 立即启动运转。在正常停车时，按下停止按钮 SB1，KA2 线圈得电吸合并自锁。KA2 的常闭触点断

开，切断了 KM 线圈回路电源，KM 失电释放，KM 的主触点断开，使 M 失电停止运转。当 M 出现过载时，热继电器 FR 动作，其常开触点闭合，使 KA2 立即得电吸合，同样切断 KM 线圈回路，KM 失电释放，M 停止运转，如果 FR 动作后没有复位时，控制回路无法重新启动工作，必须在故障排除后或 FR 自动复位后，方可重新启动。

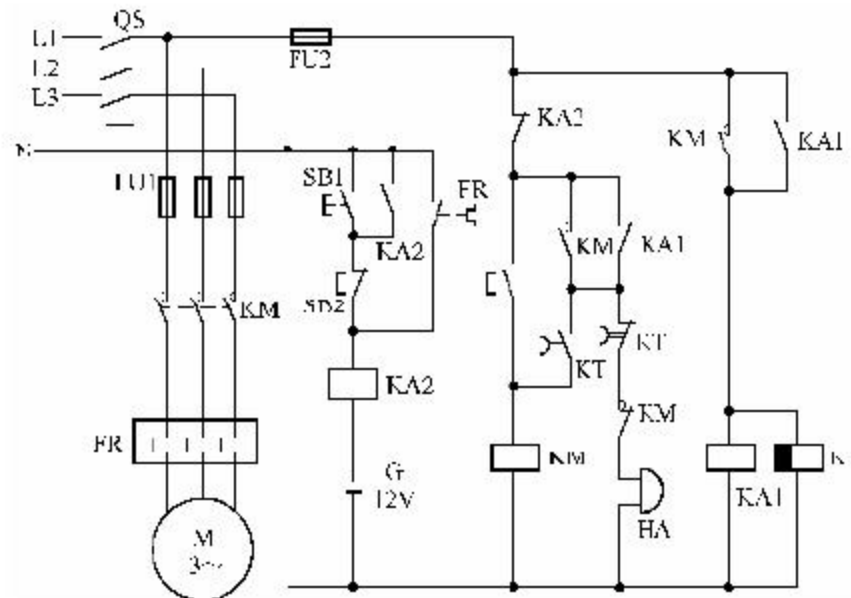


图 2-18 带有报警装置的电动机短暂停电来电后自动再启动电路

当机器在运转过程中，线路停电时间超出设定时间后重新来电，则电动机 M 也无法再自动启动，同时使电铃 HA 回路接通报警，告知操作者进行处理。按下 SB1，报警解除。

44. 电动机长时间停电来电后自动再启动电路

在上两例中，如果停电时间大于时间继电器的整定值，那么时间继电器的失电延时断开的触点已断开，电网再恢复正常

供电后，电动机也不会再自动启动运转。若需再启动，则需重新按下启动按钮。使用本例电路，则无论停电时间多长，电网再来电后，电动机都可自动再启动。

电路图

电动机长时间停电来电后自动再启动电路如图 2-19 所示。

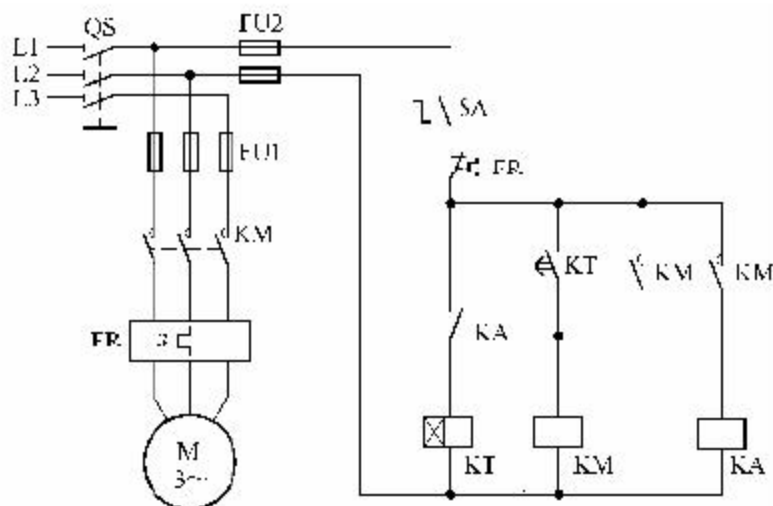


图 2-19 电动机长时间停电来电后自动再启动电路

工作原理

正常启动时，合上开关 SA，电源经中间继电器 KA 的常闭触点使得电延时时间继电器 KT 得电吸合，经延时，其延时闭合的常开触点闭合，使接触器 KM 得电吸合，其主触点闭合，启动电动机；其辅助触点闭合自锁，另一辅助触点闭合，使 KA 得电吸合，KA 的常闭触点断开，使 KT 失电释放，切除时间继电器。

若电动机运转时出现停电情况，则 KM 失电释放，其主触点断开，电动机停转，其辅助触点也断开。KA 失电释放，其

常闭触点复位闭合。即整个电路除 SA 外其他部分均恢复到原来的起始状态。

无论停电时间多长，只要下次来电，时间继电器 KT 就能得电吸合，经延时，其延时触点闭合，使 KM 得电吸合并自锁，电动机启动运转。显然，再来电后，电动机相当于一次正常启动的自启动。

45. 两条运输原料皮带的电气控制电路

有两条传送带，分别由两台电动机拖动，在拖动第一条传送带的电动机 M1 先行启动后，经过一段时间后，拖动第二条传送带的电动机 M2 自动启动；在电动机 M2 停车后，再经过一段时间，电动机 M1 自动停车。

电路图

两条运输原料皮带的电气控制电路如图 2-20 所示。

工作原理

启动时，按下按钮 SB1，接触器 KM1 和时间继电器 KT1 得电吸合，KM1 主触点闭合，辅助触点自锁，电动机 M1 启动运转。经过一段时间，时间继电器 KT1 延时闭合的常开触点闭合，接触器 KM2 得电吸合并自锁，电动机 M2 启动运转。KM2 串联在 KT1 线圈回路中的常闭触点断开，使 KT1 失电释放。

停车时，按下复合按钮 SB2，接触器 KM2 失电释放，其主触点断开，电动机 M2 停转。SB2 的另一触点闭合接通了时间继电器 KT2 线圈回路，KT2 得电吸合，其瞬动触点闭合，在 SB2 放开后，KT2 线圈仍保持吸合。经过一段时间，KT2 延时断开的触点断开，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，电动机 M1 停转。同时，KM1 的常开触点断开 KT2 线圈回路，KT2 失电释放。

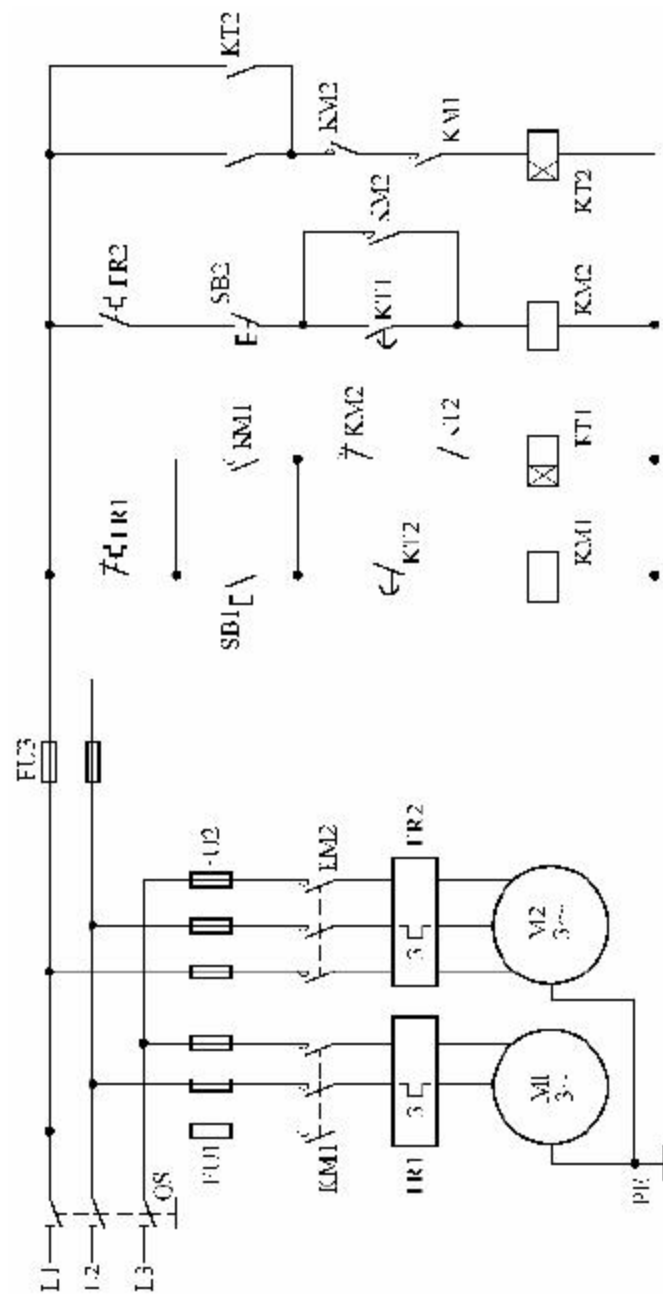


图 2-20 两条运输原料皮带的电气控制电路

46. 多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制电路

组合机床通常是多刀、多面同时对工件进行加工，这就要求多台电动机同时启动，而且要求这些电动机能单独调整。本例为三台电动机可同时启动又可有选择启动的控制电路。其中 SA1、SA2、SA3 为复合开关，分别为三台电动机单独工作的调整开关。

电路图

多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制电路如图 2-21 所示。

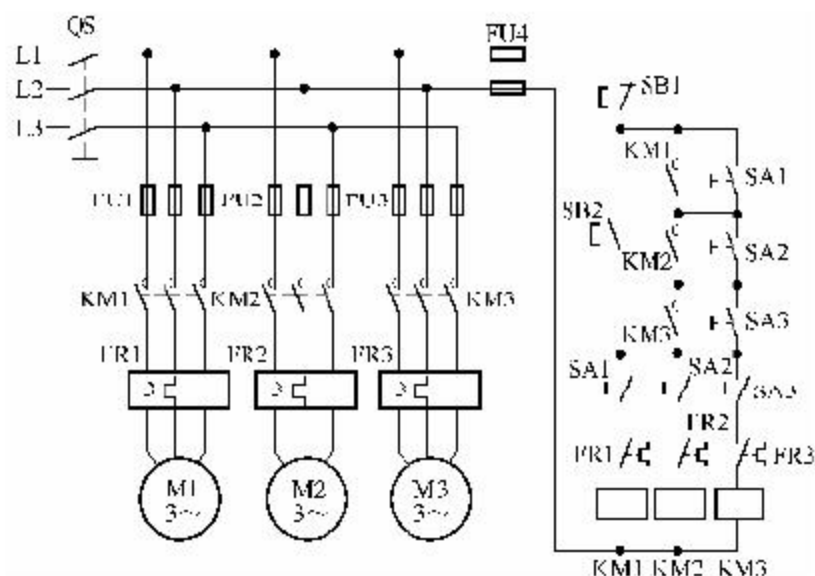


图 2-21 多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制电路

工作原理

启动时，复合开关 SA1~SA3 均处于常开触点断开、常闭触点闭合的状态。按下启动按钮 SB2，KM1、KM2、KM3 同

时得电吸合并自锁，三台电动机 M1、M2、M3 同时启动。按下停止按钮 SB1 时，KM1、KM2、KM3 同时失电释放，电动机 M1、M2、M3 同时停转。

如果要对某台电动机所控制的部件单独调整，比如，对 KM1 所控制的部件要作单独调整，即需电动机 M1 单独工作，只要扳动 SA2、SA3，使其常闭触点断开，常开触点闭合，这时按下 SB2，则只有 KM1 得电吸合并自锁，使 M1 启动运行，达到单独调整的目的。这样经过选择 SA1~SA3，即可选择使用哪一台电动机。

47. 锁定三相电源相序的电动机控制电路

在采用三相 380V、50Hz 电源供电的电动机电气电路中设置三相电源相序保护电路，可以防止当电源相序接错时电动机由于运转方向相反而造成的机械损坏或生产事故。

电路图

锁定三相电源相序的电动机控制电路如图 2-22 所示。

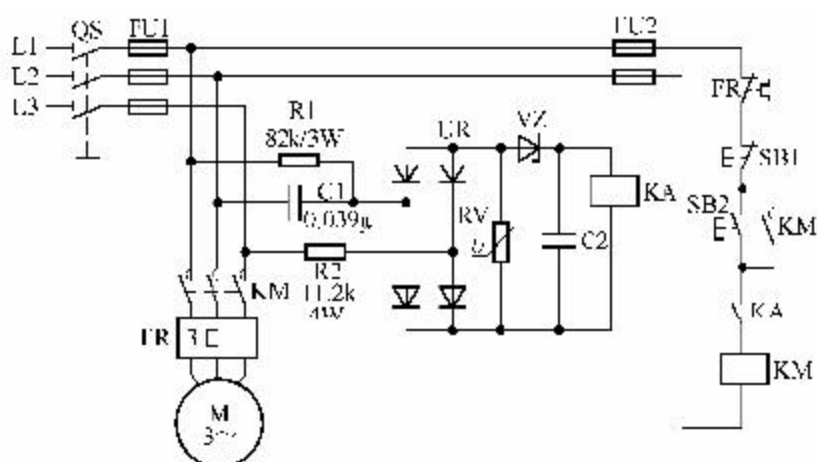


图 2-22 锁定三相电源相序的电动机控制电路

工作原理

三相电源 L1 相和 L2 相上分别接有电阻 R1 和电容 C1，公共端为 0。L3 相上接有电阻 R2 与整流桥 UR 串联电路，然后也交汇于公共端 0。整流桥 UR 的直流输出电压经稳压二极管 VZ，给继电器 KA 的线圈供电，电容 C2 起平滑线圈上直流电压的作用。压敏电阻 RV 正常情况下不导通，当整流桥 UR 输出端出现过电压时，RV 导通，吸收过电压，以保护稳压管 VZ、继电器 KA 和电容 C2 不损坏，从而确保继电器 KA 不产生误动作。

当三相电源 L1、L2、L3 为正向相序时，继电器 KA 上的电压约为 23V，KA 得电吸合，其常开触点闭合，接通控制电路电源，可以启动电动机。

当三相电源 L1、L2 和 L3 为逆相序即相序接错时，继电器 KA 上的电压约为 5V，不能得电吸合，其常开触点保持断开，不能接通控制电路电源，不能启动电动机。

该相序保护电路兼备断相保护功能。当 L3 相断相时，整流桥 UR 将无输入交流电压，也就没有直流电压输出，继电器 KA 无电，其常开触点仍保持断开。

48. 锁定电动机运转方向的控制电路

在某些场合，只允许电动机按一个指定的方向运转，即使当电动机相序因外线路检修后或其他原因而反相时，也要保证电动机按指定方向运转，否则会造成人身及设备事故。利用 CQX—1 型错缺相保护器来完成上述要求，经实际使用表明，安全可靠，效果理想，实用性强。

CQX—1 型错缺相保护器的电气工作原理图如图 2-23 所示。工作原理：在正常情况下（正相序、无缺相时），信号检测

电路电源经 R1~R4、C1~C3 及 UR 整流。此时，桥式整流 UR 输出电压接近于 0V，三极管 VT1 截止、VT2 导通使继电器 K 得电吸合。一旦出现错相或断相（缺相）时，在信号检测整流桥 UR 的输出端便会有信号电压产生，VT1 导通，VT2 截止，继电器 K 失电释放，从而切断交流接触器线圈的控制电源，交流接触器失电释放，电动机停止工作。

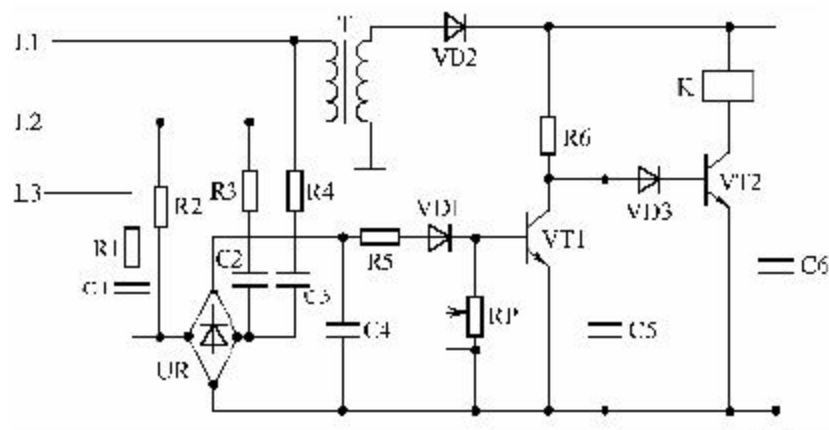


图 2-23 CQX—1 型错缺相保护器的工作原理图

电路图

利用 CQX—1 型错缺相保护器锁定电动机运转方向的控制电路如图 2-24 所示。

工作原理

当三相电源相序正确时（即正相序），CQX—1 型错缺相保护器的信号检测继电器 K 吸合动作，其常闭触点断开，常开触点闭合，给正转交流接触器 KM1 提供控制电源，若按下启动按钮 SB2，交流接触器 KM1 线圈得电吸合并自锁，其主触点闭合接通三相电源，电动机 M 得电正转运行；当三相电源相序不正确时（即逆相序），CQX—1 型错缺相保护器的信

号检测继电器 K 失电释放，其常闭触点恢复常闭，常开触点恢复常开，将正转接触器 KM1 回路电源切断，同时接通了反转接触器 KM2 线圈控制电源，若按下 SB2，交流接触器 KM2 线圈得电吸合并自锁，其主触点闭合，接通三相电源，电动机得电正转运行（此时利用反转接触器 KM2 再将逆相序变换为正相序，即反、反得正的道理）。该电路的最大特点是无论电源相序如何变化，均能自动转换为正相序，使电动机旋转方向永远保持不变。

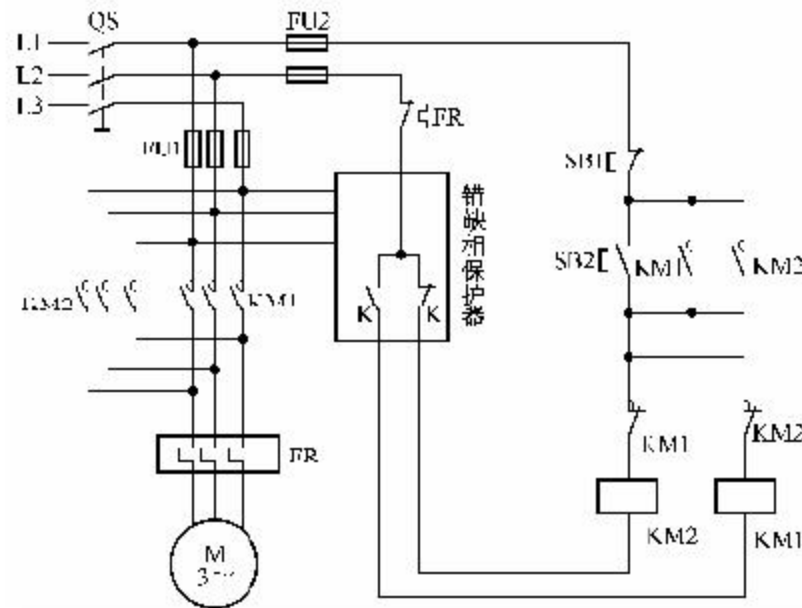


图 2-24 利用 CQX—1 型错缺相保护器锁定电动机运转方向的控制电路

三、电动机正反向运转全压启动控制电路

49. 采用倒顺开关的正反转控制电路

许多生产机械往往要求运动部件可以正反两个方向运动，如机床工作台的前进与后退，主轴的正转与反转，起重机的上升与下降等，这就要求电动机能正、反双向旋转来实现。

电路图

采用倒顺开关的正反转控制电路如图 3-1 所示。

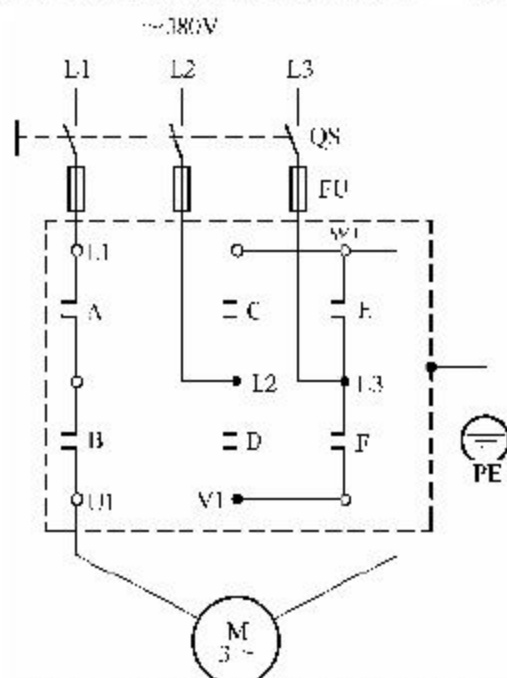


图 3-1 采用倒顺开关的正反转控制电路

工作原理

倒顺开关有六个接线柱：L1、L2 和 L3 分别接三相电源，U1、V1 和 W1 分别接电动机。倒顺开关的手柄有三个位置：当手柄处于停止位置时，开关的两组动触点都不与静触点接触，所以电路不通，电动机不转；当手柄拨到正转位置时，A、B、C、F 触点闭合，电动机接通电源正向运转；当电动机需向反方向运转时，可把倒顺开关手柄拨到反转位置上，这时 A、B、D、E 触点接通，电动机换相反转。

在使用过程中，电动机从正转变为反转时，必须先把手柄拨至停转位置，使它停转，然后再把手柄拨至反转位置，使它反转。

倒顺开关一般适用于 4.5kW 以下的电动机控制线路，否则触点易被电弧烧坏。

50. 按钮连锁的正反转控制电路

电路图

按钮连锁的正反转控制电路如图 3-2 所示。

工作原理

当电动机正向运行时，按下反转按钮 SB3，首先是使接在正转控制电路中的 SB3 的常闭触点断开，于是，正转接触器 KM1 的线圈失电释放，触点全部复原，电动机失电但作惯性运行，紧接着 SB3 的常开触点闭合，使反转接触器 KM2 的线圈得电动作，电动机立即反转启动。这既保证了正反转接触器 KM1 和 KM2 不会同时得电，又可不按停止按钮而直接按反转按钮进行反转启动。同样，由反转运行转换成正转运行，也只需直接按正转按钮 SB2。

该电路的优点是操作方便，缺点是如正转接触器主触点发

生熔焊、分断不开时，直接按反转按钮进行换向，会产生短路事故。

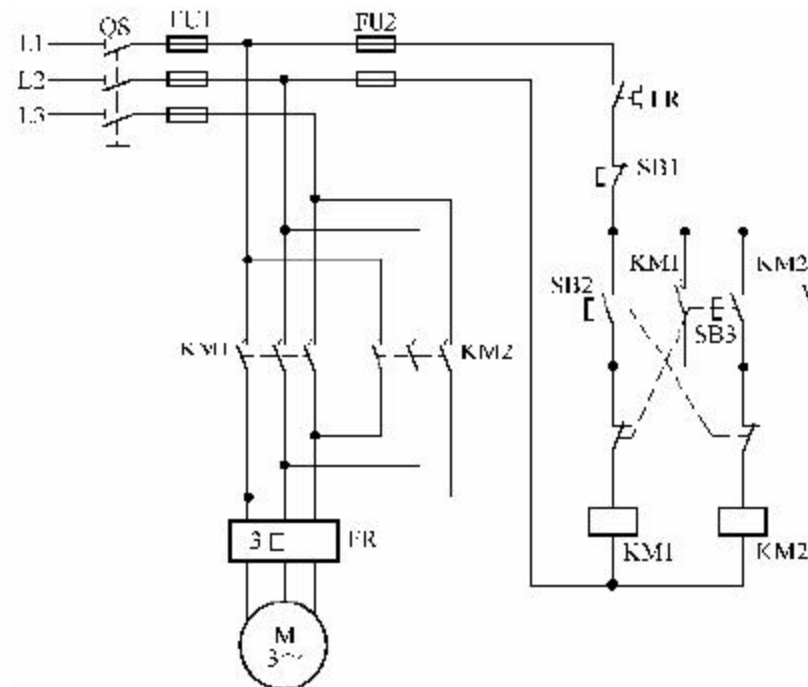


图 3-2 按钮连锁的正反转控制电路

51. 接触器连锁的正反转控制电路

电路图

图 3-3 所示为接触器连锁的正反转控制电路。

工作原理

图中采用了两个接触器，即正转用的接触器 KM1 和反转用的接触器 KM2，由于接触器的主触点接线的相序不同，所以当两个接触器分别工作时电动机的旋转方向相反。

线路要求接触器不能同时得电。为此，在正转与反转控制

电路中分别串联了 KM2 和 KM1 的常闭触点，以保证 KM1 和 KM2 不会同时得电。

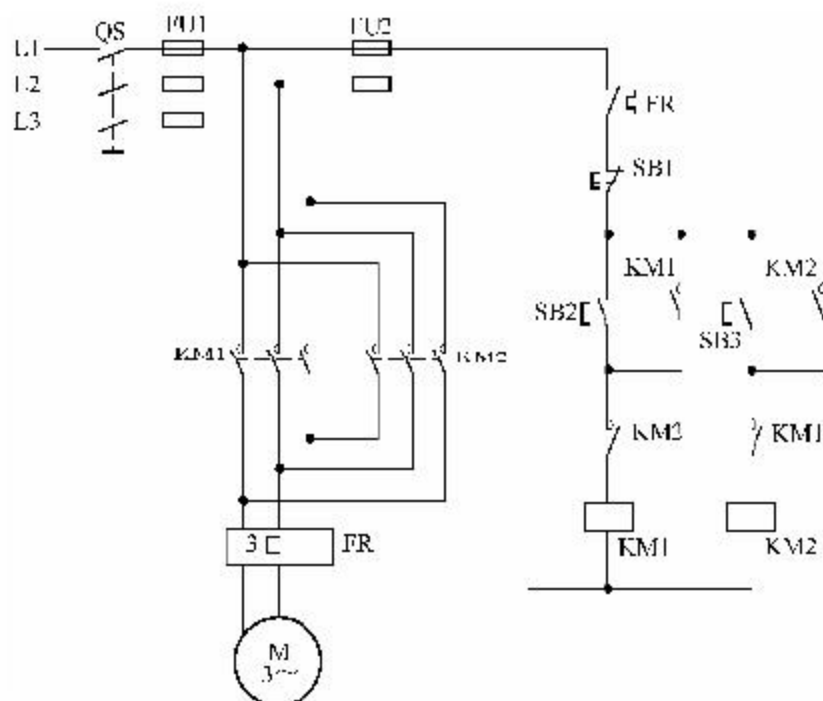


图 3-3 接触器连锁的正反转控制电路

该电路虽然可以完成正反转控制任务，但是存在着一个严重缺点，即操作不方便，在改变电动机转向时，必须先按停止按钮，然后再按另一方向的启动按钮，来改变电动机的转向。

52. 按钮、接触器复合连锁的正反转控制电路

图 3-4 所示是复合连锁正反转控制电路，它集中了按钮连锁、接触器连锁的优点，即当正转时，不用按停止按钮即可反转，又可避免因接触器主触点发生熔焊分断不开而造成的短路事故。

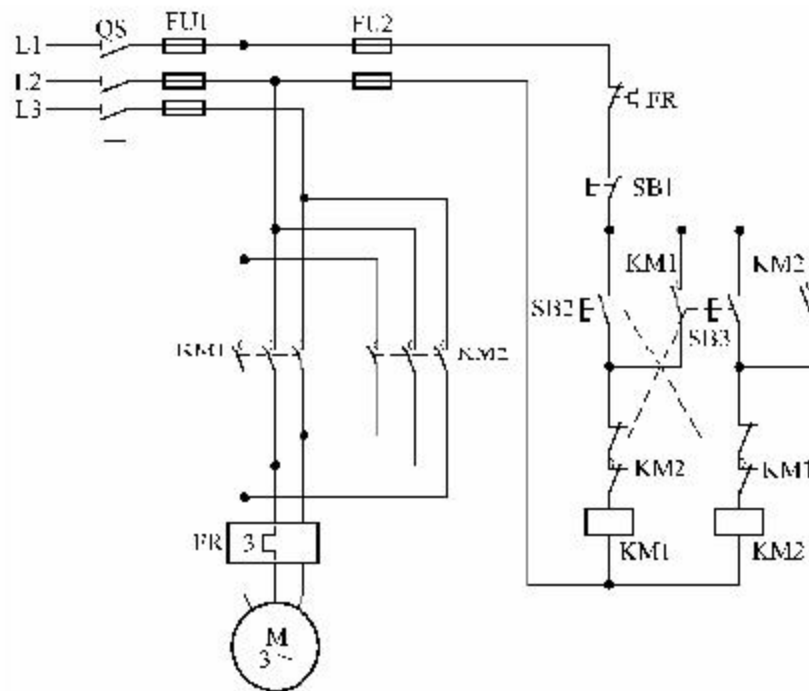


图 3-4 按钮、接触器复合连锁的正反转控制电路

53. 具有三重互锁保护的的正反转控制电路

通常正反转启动电路均采用双重互锁保护，即按钮互锁、交流接触器常闭触点互锁。本电路具有三重互锁保护，即按钮互锁、交流接触器常闭触点互锁、失电延时时间继电器失电延时闭合的常闭触点互锁，可谓是互锁程度极高。

电路图

具有三重互锁保护的的正反转控制电路如图 3-5 所示。

工作原理

正转启动时，按下正转启动按钮 SB2，此时 SB2 常闭触点断开反转交流接触器 KM2 线圈回路，起到互锁保护，同时 SB2 常开触点闭合，交流接触器 KM1、失电延时时间继电器 KT1

线圈同时得电吸合。KM1 主触点闭合，电动机 M 正转启动运行。KM1 常闭触点、KT1 延时闭合的常闭触点均断开，使 KM2 线圈回路同时三处断开，从而起到可靠的互锁保护。当需要反转时，按下反转启动按钮 SB3，此时，正转回路交流接触器 KM1 线圈回路失电释放，电动机 M 正转停止工作，但 KT1 失电延时几秒后它的常闭触点才能恢复闭合，即使按下反转启动按钮也不能反转启动，则必须按动反转启动按钮 2s 后（设定时间可任意调整），反转才能启动，从而真正起到互锁保护。

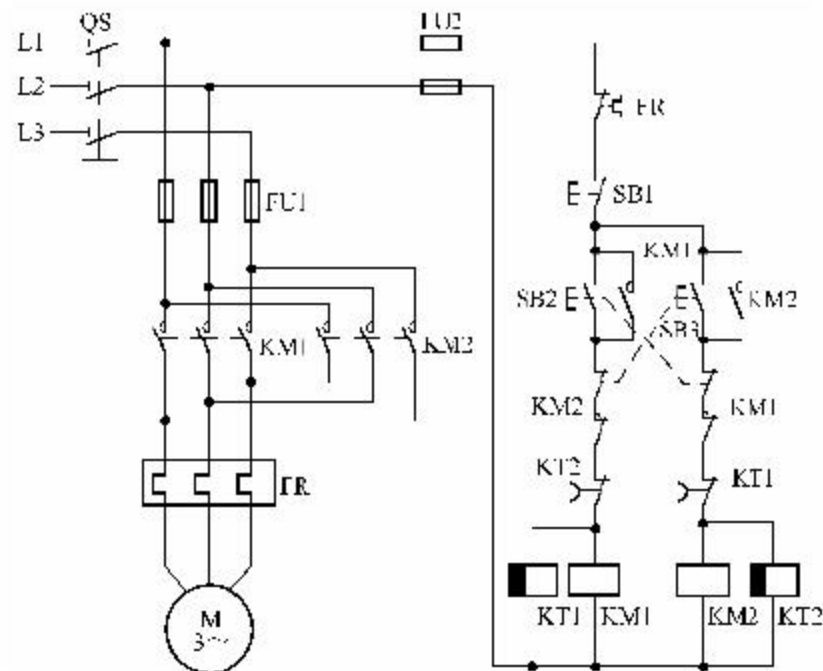


图 3-5 具有三重互锁保护的三相正反转控制电路

54. 接触器连锁的点动和长动正反转控制电路

电路图

接触器连锁的点动和长动正反转控制电路如图 3-6 所示。

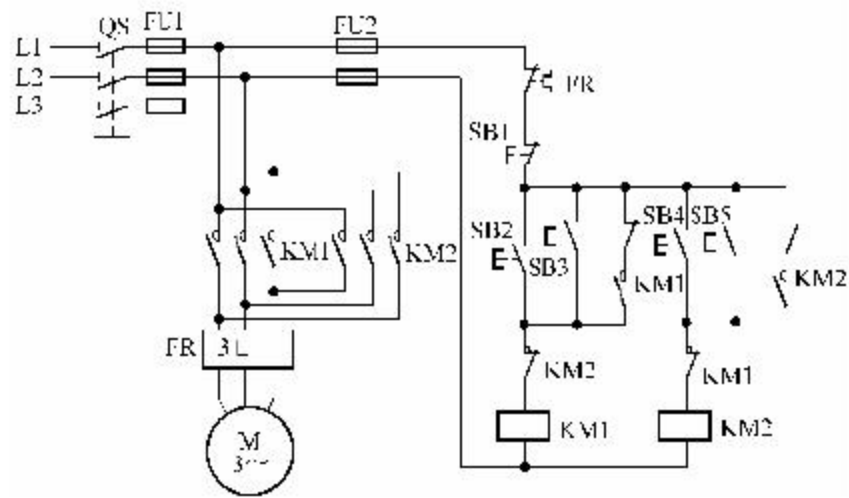


图 3-6 接触器连锁的点动和长动正反转控制电路

工作原理

复合按钮 SB3、SB5 分别为正、反转点动按钮，由于它们的动断触点分别与正、反转接触器 KM1、KM2 的自锁触点相串联，因此操作点动按钮 SB3、SB5 时，接触器 KM1、KM2 的自锁支路被切断，自锁触点不起作用，只有点动功能。

按钮 SB2、SB4 分别为正反转启动按钮，SB1 为停止按钮。

55. 防止正反向转换期间相间短路的三接触器控制电路

电路图

防止正反向转换期间相间短路的三接触器控制电路如图 3-7 所示。

工作原理

复合按钮 SB3、SB2 分别为正、反转启动按钮，SB1 为停

止按钮。该电路多了一只接触器 KM3，在正转接触器 KM1 失电释放后，电源接触器 KM3 也随着失电释放，这样由两只接触器 KM3 和 KM1 组成灭弧电路，即在同相中有两副主触点，灭弧效果大大加强，有效地防止了相间短路。

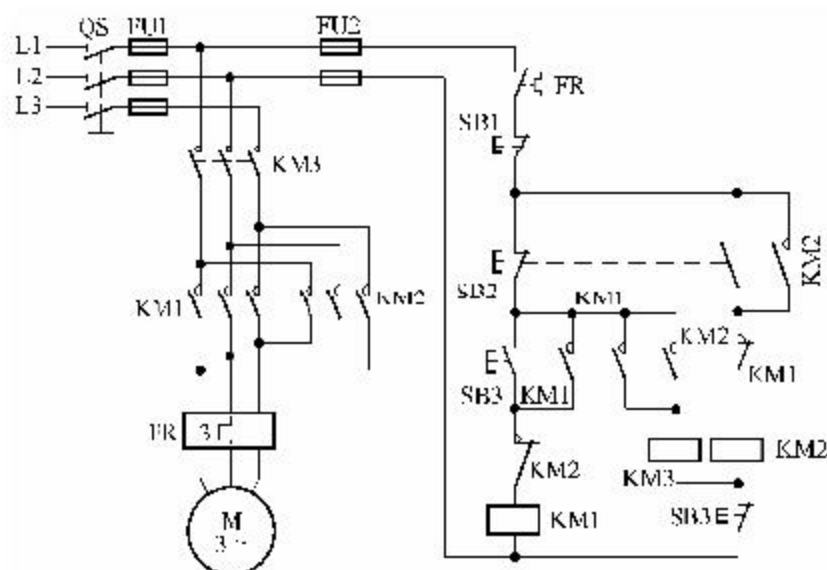


图 3-7 防止正反向转换期间相间短路的三接触器控制电路

正转启动时，按下正转按钮 SB3，正转接触器 KM1 得电吸合并自锁，常开辅助触点闭合，这时由于 SB3 常闭触点是断开的，接触器 KM3 不动作。放开 SB3 后，接触器 KM3 得电动作，电动机正向转动。

反转启动时，按下反转按钮 SB2，首先断开正转接触器 KM1，电源接触器 KM3 随之断开，这时两只接触器共同组成灭弧电路实现灭弧，随后接通反转接触器 KM2 电路，KM2 得电吸合并自锁。放开 SB2 后，接触器 KM3 得电动作，电动机反转运行。

56. 用连锁继电器防止正反向转换相间短路的电路

当电动机容量大或启动过于频繁时，主触点将产生严重的电弧，如果在未完全灭弧时按动反向转动的按钮，使反向运转接触器得电吸合，会引起相间短路。

电路图

用连锁继电器防止正反向转换相间短路的电路如图 3-8 所示。

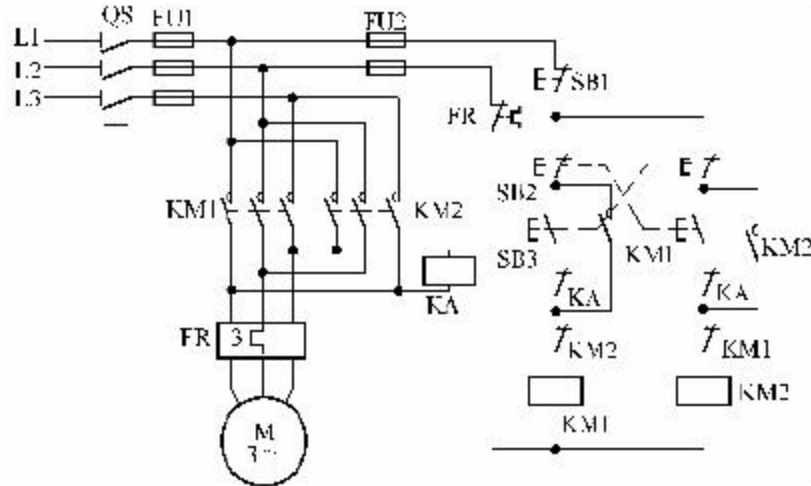


图 3-8 用连锁继电器防止正反向转换相间短路的电路

工作原理

在按钮、接触器双重连锁的正反向运转控制电路中，加一个连锁继电器 KA，其常闭触点分别与正、反向启动按钮的常开触点 SB3、SB2 相串联。如果电弧未熄灭（即相当于 KM1 或 KM2 的主触点未断开），继电器 KA 将保持吸合，其常闭触点断开接触器 KM1、KM2 线圈的启动回路，从而确保只有在电弧熄灭之后，才允许进行相反转向的操作。

57. 单线远程正反转控制电路

在需要离电动机较远的场所控制电动机的启停或正反转运行，架设一根导线，就可完成电动机启停和正反转的控制过程。

电路图

单线远程正反转控制电路如图 3-9 所示。

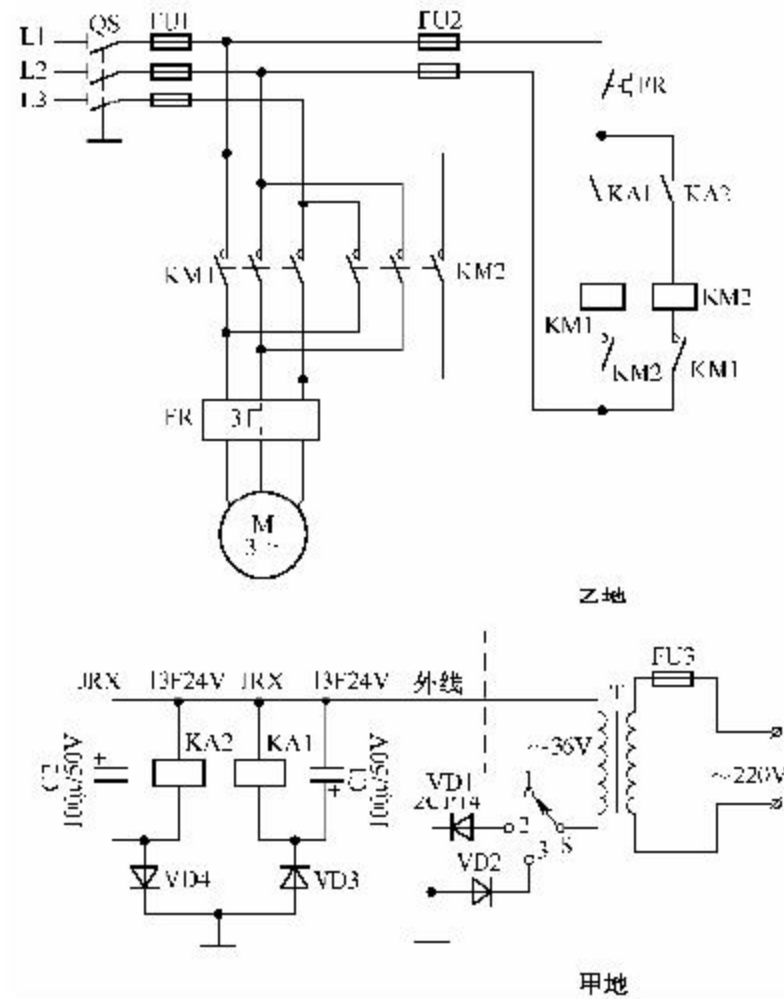


图 3-9 单线远程正反转控制电路

工作原理

用户在甲地拨动多挡开关 S，当拨到位置“1”时，乙地的电动机停止；当拨到位置“2”时，乙地的电动机因交流电 36V 通过 VD1，再经过地线、大地使 VD3 导通，继电器 KA1 吸合，接触器 KM1 动作，电动机开始正转运行；当拨到位置“3”时，此时 VD2、VD4 导通，继电器 KA2 吸合，这时 KM2 得电吸合，电动机反转运行。

此电路线路简单，并可在需要远距离控制电动机时节约大量导线。继电器 KA 可选用 JRX—13F，根据线路长短，降压多少，可选用继电器线圈电压 12V 或 24V。

58. 仅用一只按钮控制电动机正反转的电路

用一只按钮也可以实现对电动机正转（向前）、正转（向前）停止、反转（向后）、反转（向后）停止的控制。

电路图

仅用一只按钮控制电动机正反转的电路如图 3-10 所示。

工作原理

合上电源开关 QS，按下按钮 SB，中间继电器 KA1 得电吸合。KA1 串联于接触器 KM1 线圈回路中的常开触点闭合，使正转交流接触器 KM1 得电吸合并自锁，电动机 M 正转运行。KM1 的常开触点闭合，在 KM1 吸合后放开 SB，KA1 失电释放。

如需要电动机停转，第二次按下按钮 SB，则中间继电器 KA2 得电吸合。KA2 串联于中间继电器 KA3 线圈回路中的常开触点闭合，使中间继电器 KA3 得电吸合并自锁。KA3 的常闭触点断开，使接触器 KM1 失电释放，电动机 M 正转停止。

放开 SB 后，KA3 仍得电吸合，但 KA2 失电释放。

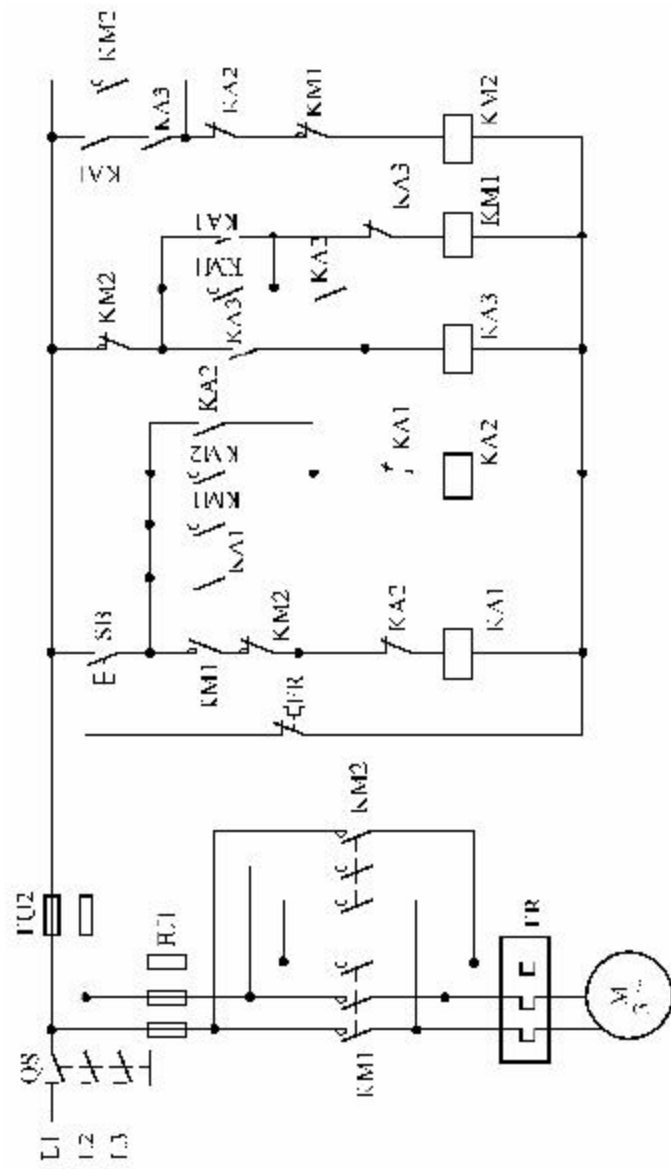


图 3-10 仅用一只按钮控制电动机正反转的电路

如需要电动机反转运行，第三次按下 SB，中间继电器 KA1 得电吸合，其常开触点闭合，并与已闭合的 KA3 的常开触点一起接通反转交流接触器 KM2 线圈回路工作电源，KM2 吸合并自锁，电动机 M 反转运行。同时 KM2 辅助常闭触点断开，切断了 KA3 线圈回路，KA3 失电释放。放开 SB，KA1 失电恢复原来状态。

需要电动机 M 反转停止时，第四次按下 SB，中间继电器 KA2 吸合，KA2 串联于接触器 KM2 线圈回路中的常闭触点断开，使 KM2 失电释放，电动机 M 反转运行停止。放开按钮 SB，KA2 失电释放。第五次按下按钮 SB，重复上述过程。

59. 自动往返控制电路

在有些生产机械中，要求工作台在一定距离内能自动循环运动，以便对工件进行连续加工，这就要用到自动往返控制电路。

电路图

图 3-11 所示是工作台自动往返控制电路。

工作原理

按下 SB2，接触器 KM1 线圈得电动作，电动机启动正转，通过机械传动装置拖动工作台向左运动；当工作台上的挡铁碰撞行程开关 SQ1（固定在床身上）时，其常闭触点断开，接触器 KM1 线圈失电释放，电动机失电停转；与此同时 SQ1 的常开触点闭合，接触器 KM2 线圈得电动作并自锁，电动机反转，拖动工作台向右运动；这时行程开关 SQ1 复原。当工作台向右运动行至一定位置时，挡铁碰撞行程开关 SQ2，使常闭触点断开，接触器 KM2 线圈失电释放，电动机失电停转，同时 SQ2 常开触点闭合，接通 KM1 线圈电路，电动机又开始正转。这

样往复循环直到工作完毕。按下停止按钮 SB1，电动机停转，工作台停止运动。

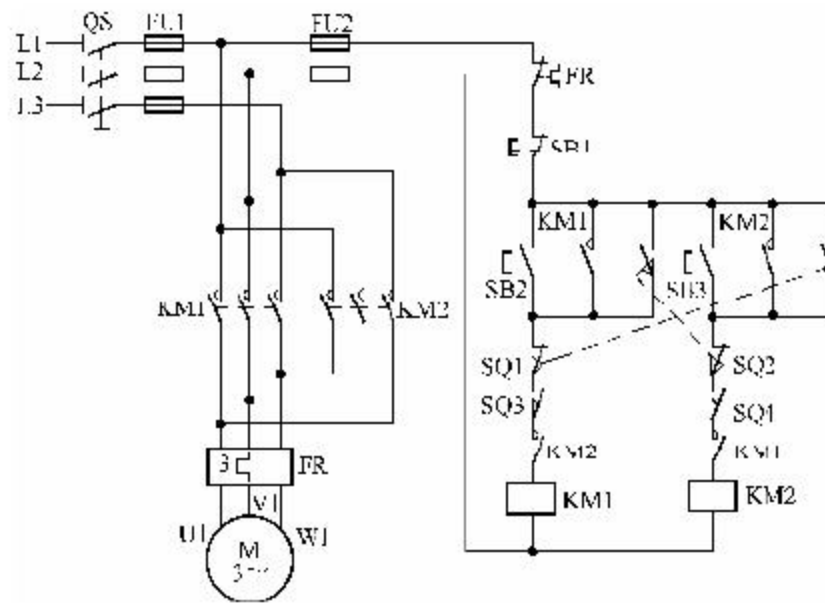


图 3-11 自动往返控制电路

另外，还有两个行程开关 SQ3、SQ4 安装在工作台往返运动的方向上，它们处于工作台正常的往返行程之外，起终端保护作用，以防 SQ1、SQ2 失效，造成事故。

60. 自动延时往返运动控制电路

本电路是在自动往返运动控制电路的基础上，加入时间控制环节构成的。把它安装在运货车上，可以实现甲地装物乙地卸物控制。运行到甲地装物时间 20s，乙地卸物时间 20s（时间可根据实际需要调整）。运货车可在甲、乙两地之间任意启动或停车，并可向任一方向运行。运货车一经启动，可按上述要求自动在甲、乙两地之间往返运动。

电路图

自动延时往返运动控制电路如图 3-12 所示。

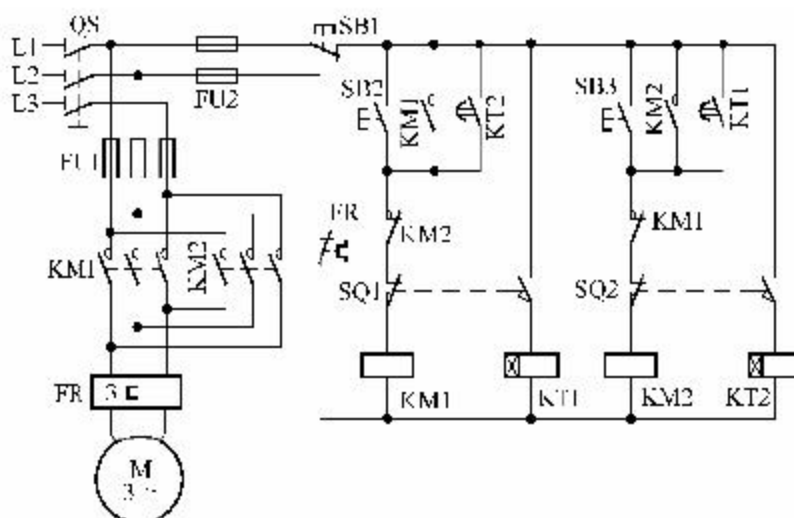


图 3-12 自动延时往返运动控制电路

工作原理

按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，电动机 M 正向启动运转，运物车由甲地向乙地运行，到达乙后，行程开关 SQ1 被撞压，其常闭触点断开，使接触器 KM1 失电释放，电动机失电停转。

运物车到达乙地后，行程开关 SQ1 的常开触点闭合，使通电延时时间继电器 KT1 得电吸合。KT1 经 20s 延时（即运货车在乙地停留时间），其延时闭合的触点闭合，使接触器 KM2 得电吸合并自锁，电动机 M 反转启动运转，运物车从乙地向甲地运行。

运物车到达甲地后，行程开关 SQ2 被撞压，其常闭触点断开，使接触器 KM2 失电释放，电动机 M 失电停转。SQ2 的常开触点闭合，使通电延时时间继电器 KT2 得电吸合。KT2 经延

复循环下来，从而实现自动往返控制。

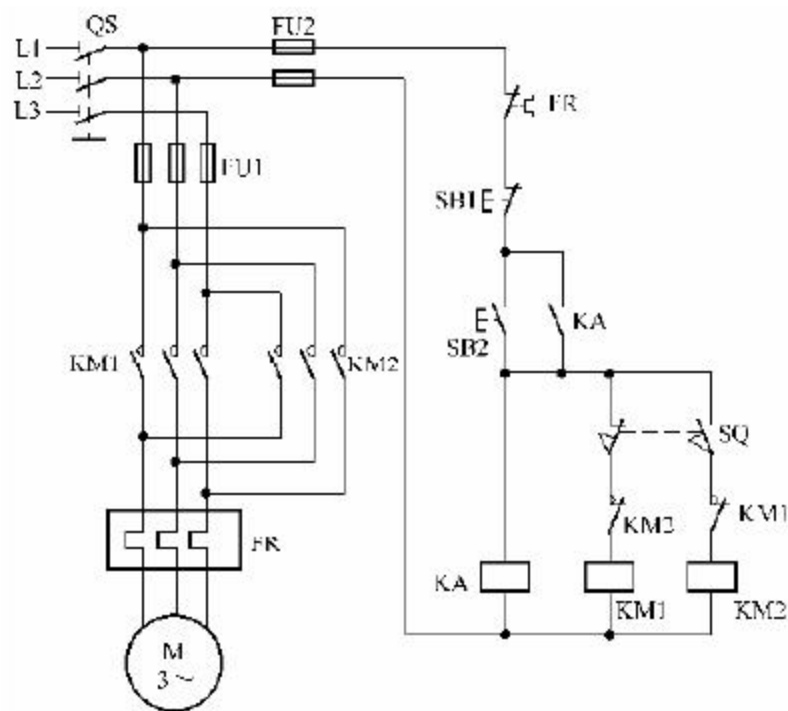


图 3-13 仅用一只行程开关实现自动往返控制电路

如需要停止拖板运转电动机，则按下拖板停止按钮 SB1 即可。

行程开关 SQ 可安装在机器中间位置，左右两只保护撞块可分别安装在移动拖板上（安装距离必须左右对称，具体尺寸可根据实际要求确定），且须根据 LX19—232 型行程开关的动作要求各自错开一定角度，使左右撞块在拖板左右移动时能分别撞在 LX19—232 行程开关的各个轮珠上即可。

该方法简单、实用、维修安装方便，是一种理想的自动往返控制电路。

四、电动机减压启动控制电路

62. QX1 型手动控制 Y- Δ 形减压启动电路

Y- Δ 形减压启动的特点是操作方便、电路结构简单，启动电流是直接启动时的三分之一。Y- Δ 形减压启动只适用于电动机在空载或轻载情况下启动。

电路图

图 4-1 所示为 QX1 型手动控制 Y- Δ 形减压启动电路。

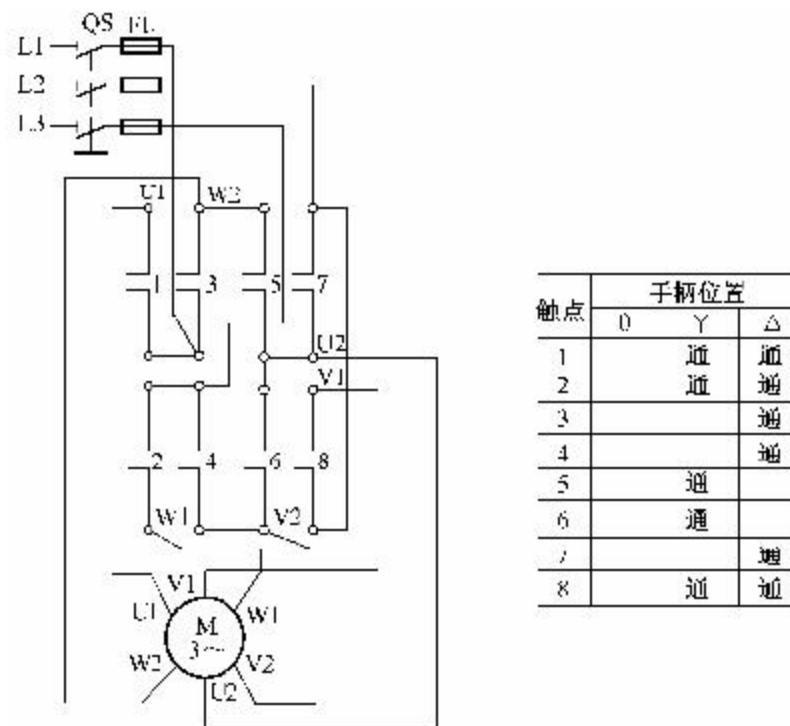


图 4-1 QX1 型手动控制 Y- Δ 形减压启动电路

工作原理

图中，L1、L2 和 L3 接三相电源，U1、V1、W1、U2、V2 和 W2 接电动机。当手柄转到“0”位时，八副触点都断开，电动机失电不运转；当手柄转到“Y”位置时，1、2、5、6、8 触点闭合，3、4、7 触点断开，电动机定子绕组接成 Y 形减压启动；当电动机转速上升到一定值时，将手柄扳到“ Δ ”位置，这时 1、2、3、4、7、8 触点接通，5、6 触点断开，电动机定子绕组接成 Δ 形正常运行。

63. 时间继电器控制 Y- Δ 形减压启动电路

为了操作方便，有时需要使用时间继电器来自动切换 Y- Δ 形减压启动器。

电路图

时间继电器控制 Y- Δ 形减压启动电路如图 4-2 所示。

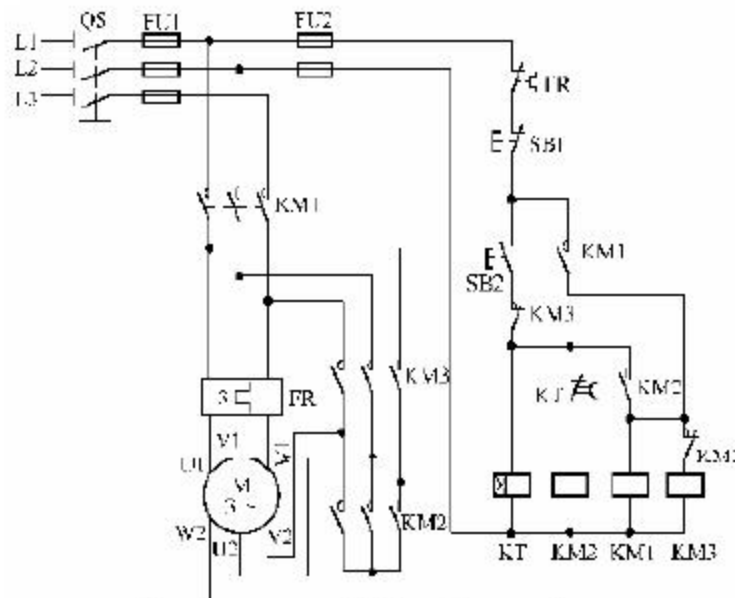


图 4-2 时间继电器控制 Y- Δ 形减压启动电路

工作原理

先合上电源开关 QS，按下 SB2 启动按钮，KM2、KT 线圈得电，KM2 常开触点闭合，使接触器 KM1 线圈得电，KM1 和 KM2 主触点闭合，电动机接成 Y 形减压启动。随着电动机转速的升高，启动电流下降，这时，时间继电器 KT 延时到其设定时限，动断触点断开，使 KM2 线圈失电，KM3 线圈得电，KM3 主触点闭合，电动机接成 Δ 形正常运行，这时时间继电器 KT 线圈也失电释放。

64. 接触器控制的手动 Y- Δ 形减压启动电路

电路图

接触器控制的手动 Y- Δ 形减压启动电路如图 4-3 所示。

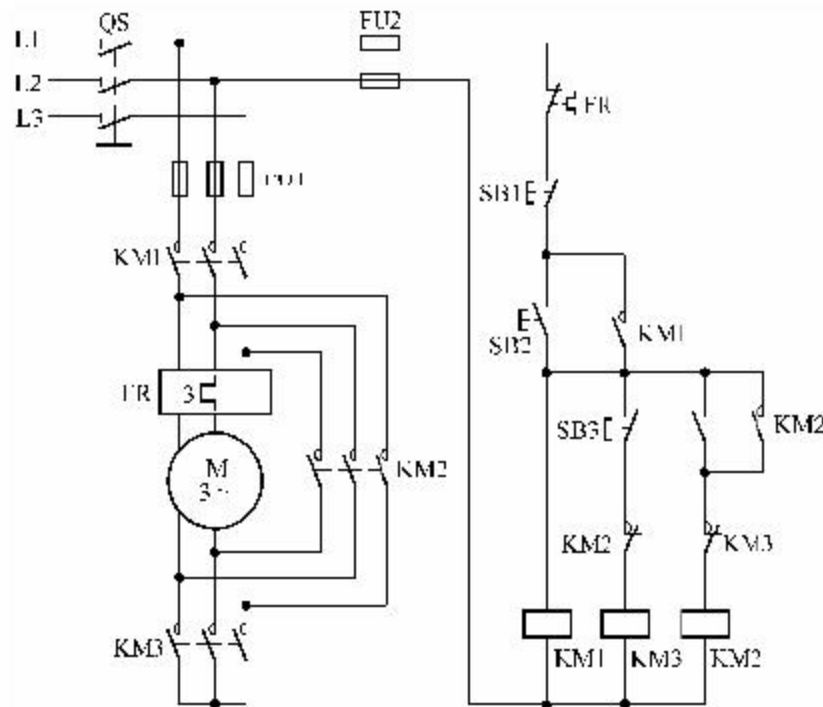


图 4-3 接触器控制的手动 Y- Δ 形减压启动电路

工作原理

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，随后 KM3 得电吸合，电动机定子绕组接成 Y 形减压启动。当电动机转速达到正常值时，按下按钮 SB3，首先使接触器 KM3 失电释放，电动机定子绕组解除 Y 形连接，随后 SB3 接通接触器 KM2 线圈回路，接触器 KM2 得电吸合并自锁，电动机接成 Δ 形全压运行。

65. 延长转换时间的 Y- Δ 形减压启动电路

电路图

延长转换时间的 Y- Δ 形减压启动电路如图 4-4 所示。

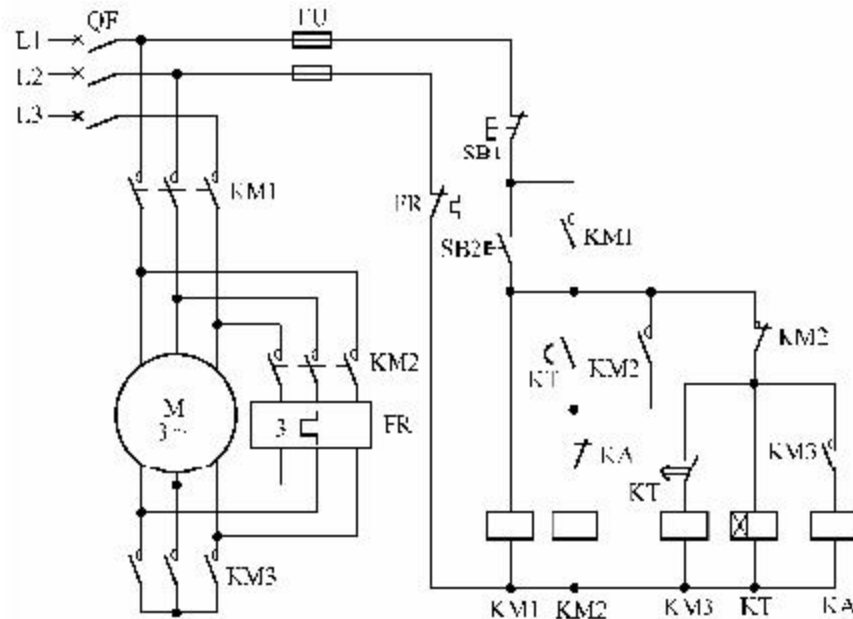


图 4-4 延长转换时间的 Y- Δ 形减压启动电路

工作原理

按下启动按钮 SB2，接触器 KM1、KM3 和通电延时时间

继电器KT得电吸合并自锁，KM1、KM3主触点闭合，电动机定子绕组接成Y形，并接入三相电源进行减压启动。KM3的辅助常开触点闭合，使中间继电器KA得电吸合，其常闭触点断开，确保KM2不能得电，实现互锁。KT经过设定的延时时间后，其延时断开的触点断开、延时闭合的触点闭合。接触器KM3失电释放，KM3的主触点和常开触点断开，接着KA失电释放，KA常闭触点复位闭合，使接触器KM2得电吸合并自锁，电动机切换到△形连接下运行。KM2的常闭触点断开，使KT失电释放，并确保KM3、KA不能得电，实现互锁。

66. 电流继电器控制的Y-△形自动减压启动电路

通常的Y-△形启动器是以时间继电器来控制的。时间继电器控制的不足之处是，不能随负载变化自动调整启动时间。改用电流继电器控制的Y-△形启动器能随负载变化在一定范围内自动调整启动时间。

电路图

电流继电器控制的Y-△形自动减压启动电路如图4-5所示。

工作原理

按下启动按钮SB2，接触器KM1得电吸合，与此同时接触器KM2也得电吸合并自锁，KM1和KM2主触点闭合，电动机接成Y形降压启动。电流继电器KI受启动电流影响也随即吸合，其一组常开触点闭合保证KM1吸合，另一组常开触点闭合使时间继电器KT得电吸合。当电流降到额定值后，KI失电释放，KM1随即释放。KM1常闭触点闭合，使接触器KM3得电吸合，电动机接成△形在全压下运行。停止时只要按停止按钮SB1即可。

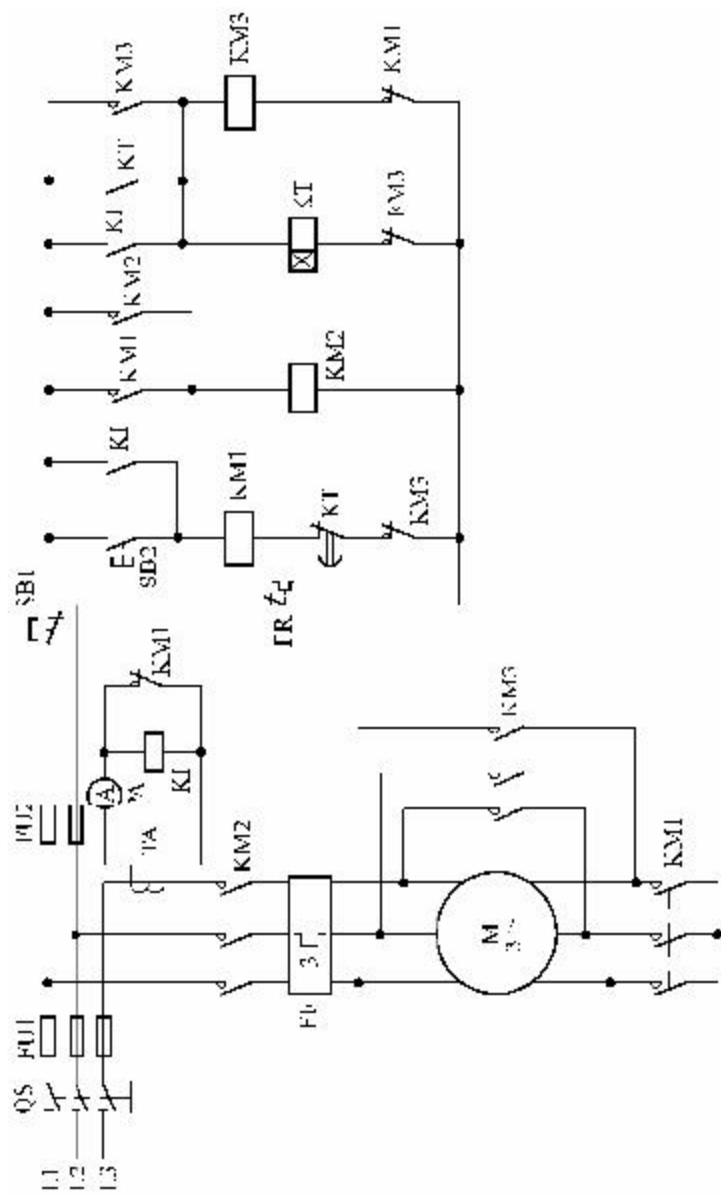


图 4-5 电流继电器控制的 Y-Δ 形自动减压启动电路

KT 延时断开触点的作用是保证当 KI 因故障不能释放时，将 KM1 断开，其时限整定必须大于电动机最长启动时间。

67. Y- Δ -Y 形转换节能控制电路

电动机 Y- Δ -Y 形接法转换，就是根据电动机负载变化的情况，用改变绕组接线的方法来调整绕组电压，当电动机重载时（负载率 $>40\%$ ）采用 Δ 形接法，作全电压运行；轻载时（负载率 $<40\%$ ）改为 Y 形接法，作低电压节电运行。这种方法适用于定子绕组 Δ 形连接，有 6 个接线柱，且长期轻载运行或重载-轻载交替运行的电动机。它既可节约电能，又可改善电网的功率因数。

电路图

Y- Δ -Y 形转换节能控制电路如图 4-6 所示。

工作原理

合上总电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，将三相电源通入电动机，其常开辅助触点闭合，使时间继电器 KT2 得电吸合，经延时后，KT2 延时断开的常闭触点断开，进一步保证 KM3 不能得电；同时接触器 KM2 吸合，使电动机以 Y 形连接启动。KM2 的常闭触点断开，确保 KM3 不能得电，起到互锁作用。

如果在空载或轻载工作时，电流继电器 KI 不动作，使 KT1 不能得电，KT2 不能失电，也使 KM2 不失电，KM3 不能得电，确保电动机在 Y 形连接下运转。

如果在重载工作时，KI 吸合，其常开触点闭合，使时间继电器 KT1 得电吸合；其常闭触点断开，使时间继电器 KT2 失电释放，KT2 延时断开的常闭触点恢复闭合，为 KM3 通电作准备。当 KT1 延时到设定时间，其延时断开的常闭触点断开，

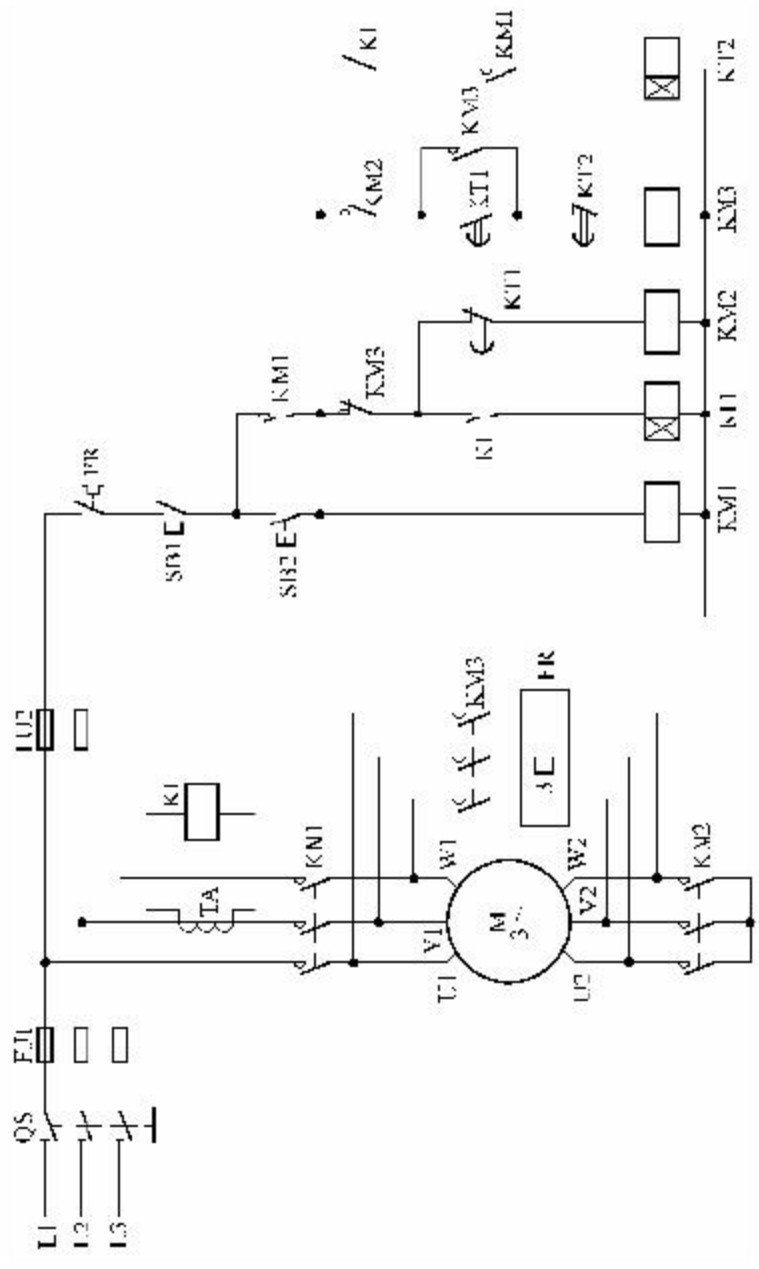


图 4-6 Y-Δ-Y 形转换节能控制电路

使 KM2 失电释放，延时闭合的常开触点闭合，也为 KM3 得电作准备。由于 KM2 失电释放，其主触点断开，断开电动机的 Y 形连接，其常闭辅助触点恢复闭合，使 KM3 得电吸合并自锁，KM3 主触点闭合，使电动机在 Δ 形连接下运行，同时 KM3 常闭辅助触点断开，使 KT1 失电释放，也进一步保证 KM2 失电，起到互锁作用。

当又在空载或轻载工作时，KI 失电释放，其常开触点恢复断开，使 KT1 失电释放，其延时断开的常闭触点恢复闭合，为 KM2 得电作准备。KI 的常闭触点恢复闭合，使 KT2 得电。当 KT2 的延时到设定时间，其延时断开的常闭触点断开，使 KM3 失电释放，KM3 主触点断开，解除电动机 Δ 形连接。KM3 的常闭辅助触点恢复闭合，使接触器 KM2 得电，KM2 主触点闭合，电动机又在 Y 形连接下运行，KM2 的常闭辅助触点断开，确保 KM3 不能得电，实现互锁。

68. 能防止 Y- Δ 形启动器启动后不能自动切换的电路

对于 QX3—13 型 Y- Δ 形启动器，往往因时间继电器 KT 线圈断线或机械故障卡住无法动作，使电动机启动后一直在 Y 形接法下工作，带负载时电动机发生堵转而烧毁。再者因接触器 KM3 熔焊，停车后再按启动按钮 SB2 时，KM2 无法得电，电动机 M 就在 Δ 形接法下全压启动。

本例电路能防止上述两种事故的发生，确保 Y- Δ 形启动器安全运行。

电路图

能防止 Y- Δ 形启动器启动后不能自动切换的电路如图 4-7 所示。

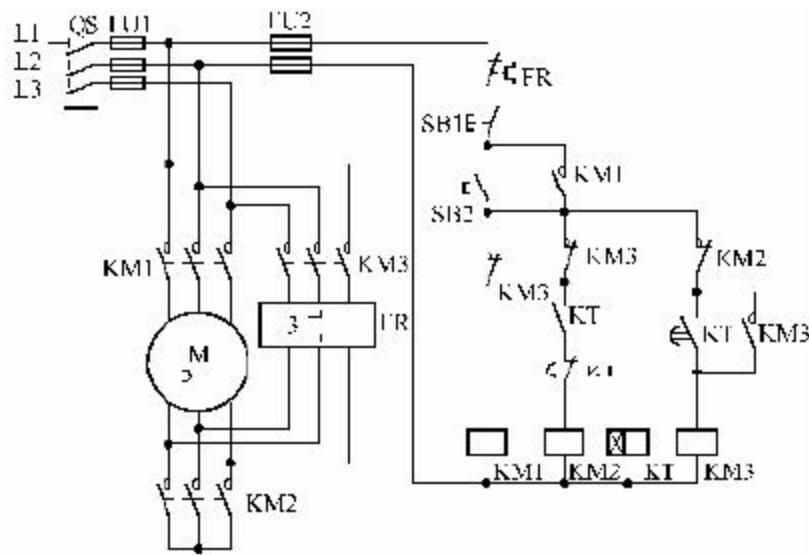


图 4-7 能防止 Y-Δ 形启动器启动后不能自动切换的电路

工作原理

把 KT 的一副瞬时闭合的常开触点串联在 KM2 线圈的控制电路，这样若 KT 发生线圈断线或机构卡堵拒动时，KT 瞬时闭合常开触点不能闭合，KM2 线圈无法得电，电动机 M 也就不能启动。再者 SB2 与 KM1 线圈回路之间串联一副 KM3 常闭辅助触点，如果 KM3 的主触点焊住，KM3 的常闭辅助触点已断开，就不可能再启动电动机，从而提高了 Y-Δ 形启动器的可靠性。

69. 仅用一只按钮控制的 Y-Δ 形启动电路

用一只按钮控制的 Y-Δ 形启动电路，适用于某些只能安装一只按钮的特殊设备上。

电路图

仅用一只按钮控制的 Y-Δ 形启动电路如图 4-8 所示。

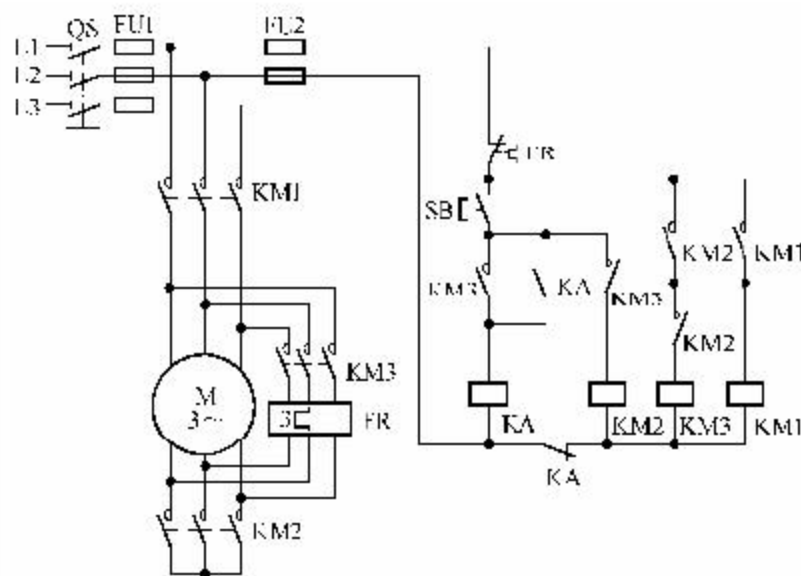


图 4-8 仅用一只按钮控制的 Y-Δ 形启动电路

工作原理

合上电源开关 QS，按下按钮 SB，接触器 KM2 得电吸合，其常闭辅助触点断开，切断接触器 KM3 回路，而 KM2 常开辅助触点闭合，使接触器 KM1 得电吸合并自锁。此时 KM2 和 KM1 的主触点均闭合，电动机绕组接成 Y 形减压启动。必须注意，在整个启动过程中，应该一直按着按钮 SB。经过一段时间，待电动机转速接近额定转速时，松开按钮 SB，KM2 失电释放，其常闭辅助触点闭合，使 KM3 得电吸合，电动机切换到 Δ 形连接，在全压下运行。KM3 的常闭辅助触点串入 KM2 线圈回路，从而保证在 KM3 吸合时，不使 KM2 也吸合。

如需要停止电动机运转，第二次按下按钮 SB，中间继电器 KA 得电吸合，其常闭触点断开，KM1、KM3 失电释放，电动机停转。再松开 SB 时，KA 失电释放，电路恢复到初始状态。

70. 手动控制自耦变压器减压启动电路

自耦变压器减压启动是笼型感应电动机降压启动方法之一。它具有结构紧凑，不受电动机绕组接线方式限制的优点，还可按容许的启动电流和所需要的启动转矩选用不同的变压器电压抽头，故适用于容量较大的电动机。

电路图

图 4-9 所示是 QJ3 型手动控制自耦变压器减压启动电路。

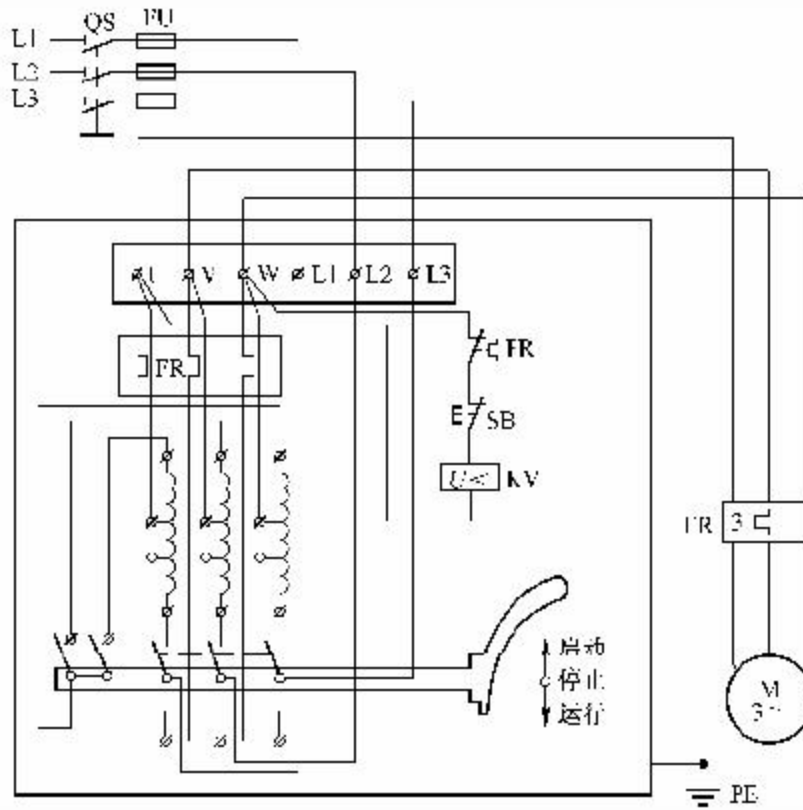


图 4-9 手动控制自耦变压器减压启动电路

工作原理

当手柄在“停止”位置时，电动机不通电，处于停止状态。

需要启动电动机时，将手柄推向“启动”位置，此时电动机接在自耦变压器的低压侧，减压启动。当电动机转速上升到一定数值时，将手柄迅速扳向“运行”位置切除自耦变压器，使电动机直接接到三相电源上，电动机以额定电压正常运转。如要停止，只要按下停止按钮 SB，跨接在两相电源间的失电压脱扣器线圈 KV 失电，衔铁释放，通过机械操作机构使手柄回到“停止”位置，电动机停止运转。

71. 时间继电器控制自耦变压器减压启动电路

电路图

时间继电器控制自耦变压器减压启动电路如图 4-10 所示。

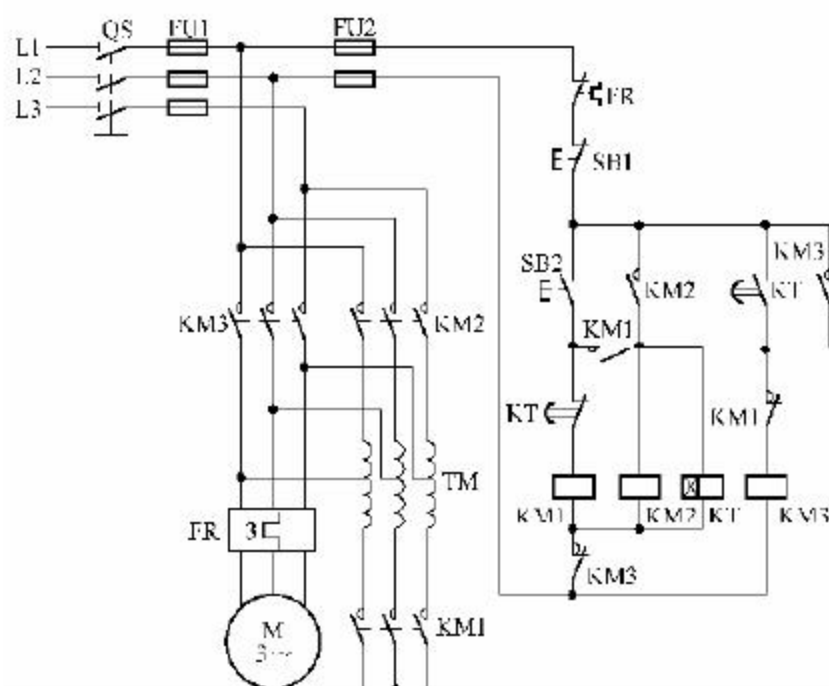


图 4-10 时间继电器控制自耦变压器减压启动电路

工作原理

合上电源开关 QS，按下按钮 SB2，接触器 KM1 线圈得电，KM1 主触点闭合，自耦变压器 TM 接成 Y 形。KM1 常开触点闭合，使得接触器 KM2 和时间继电器 KT 线圈得电，KM2 主触点闭合，常开触点闭合自锁，电动机串入自耦变压器减压启动。经过一定时间后，时间继电器 KT 常闭触点延时断开，接触器 KM1 线圈失电，KM1 主触点、常开触点断开，常闭触点闭合。KT 常开触点延时闭合，接触器 KM3 线圈得电，KM3 主触点闭合，自锁触点闭合，电动机 M 全压运行。同时 KM3 常闭触点断开，接触器 KM2 线圈失电，KM2 主触点断开，将自耦变压器切除。

72. 两接触器控制自耦变压器减压启动电路

电路图

两接触器控制自耦变压器减压启动电路如图 4-11 所示。

工作原理

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，将自耦变压器 TM 接在电源与电动机之间，电动机减压启动。KM1 的辅助常闭触点断开，保证 KM2 不能得电；KM1 的辅助常开触点闭合，使中间继电器 KA1 得电吸合并自锁。KA1 的常开触点闭合，使通电延时时间继电器 KT 得电吸合。

当电动机转速接近其额定转速时，KT 的延时闭合的常开触点闭合，使中间继电器 KA2 得电吸合并自锁。KA2 的常开触点闭合，为 KM2 得电作准备。KA2 的常闭触点断开，使接触器 KM1 失电释放。KM1 的主触点断开，切断电动机的电源，KM1 的常闭触点复位闭合，使 KM2 得电吸合并自锁，电动机脱离自耦变压器，经 KM2 的主触点在全压下正常运转。

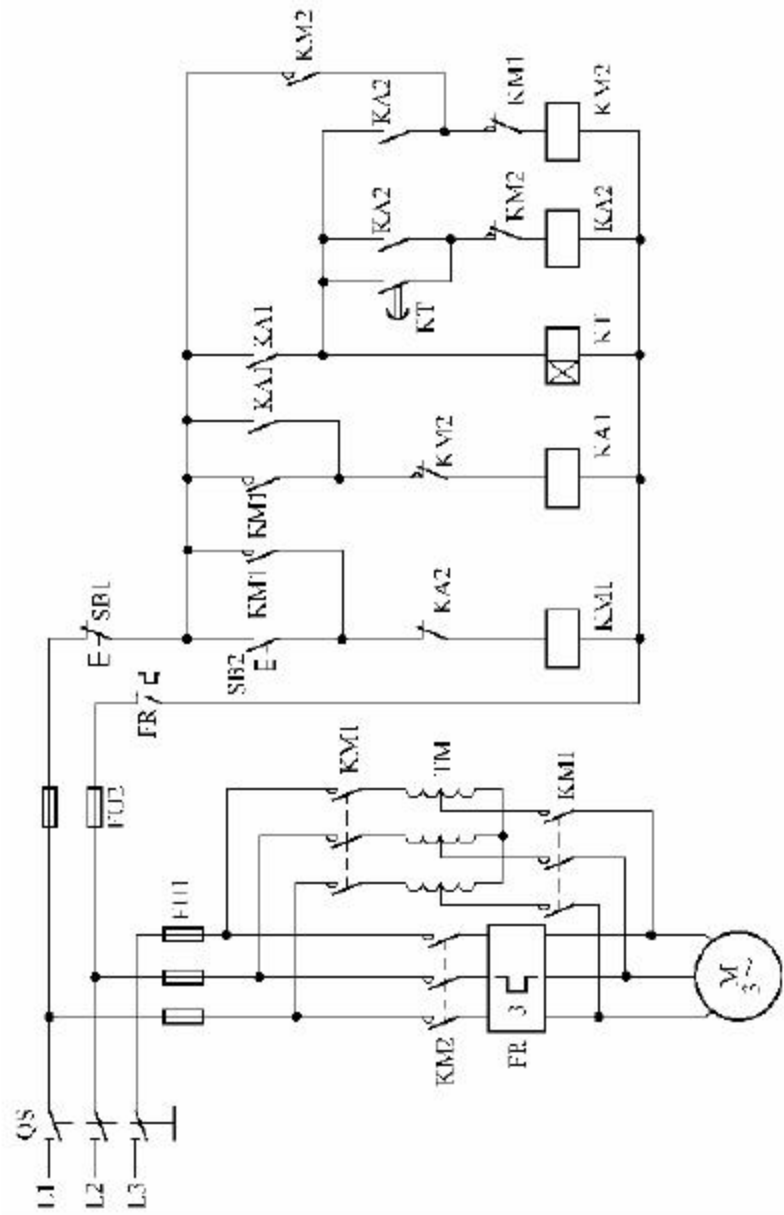


图 4-11 两接触器控制自耦变压器减压启动电路

73. 一种可靠性较高的自耦变压器减压启动电路

本例电路能充分发挥自耦变压器减压启动的作用，即先在自耦变压器的副边电压下启动，然后转入经自耦变压器部分绕组减压启动，最后再进入全压运行。启动电压逐步升高，切换过程中电动机不脱开电源，启动平稳，能有效地防止交流接触器在切换过程中产生电弧，避免电动机受二次涌流的冲击。

电路图

一种可靠性较高的自耦变压器减压启动电路如图 4-12 所示。

工作原理

按下启动按钮 SB2，接触器 KM3 得电吸合，其常闭触点断开，使 KM1、KT2、KT3 不能得电，实现互锁；其常开触点闭合，使 KM2、KA 和通电延时时间继电器 KT1 得电吸合。KA 的常开触点、KT1 瞬时闭合触点闭合，并通过 KM2 的辅助常开触点使 KM3、KM2、KA、KT1 保持吸合状态。KA 的常开触点闭合，为 KT2、KT3 得电作准备。KM2 的辅助常开触点闭合，为 KM1、KT3、KT2 得电作准备。KM2、KM3 主触点闭合，使电动机经自耦变压器的副边电压减压启动。当 KT1 的整定时间到，其延时断开的触点断开，使接触器 KM3 失电释放，KM3 主触点断开，电动机经自耦变压器部分绕组减压启动。自耦变压器作为电抗器接入电动机电路。KM3 的常闭触点复位闭合，使时间继电器 KT2 得电吸合，一旦 KT2 的延时到设定时间，其延时闭合的常开触点闭合，使接触器 KM1、时间继电器 KT3 同时得电吸合，KM1 主触点闭合，电动机在全电压下启动。当 KT3 的延时到设定时间，其延时断开的触点断开，使 KM2 失电释放。KM2 的主触点断开，自耦变压器脱离电动机电路，电动机在全电压下正常运行。此时 KM2、KM3、KA、KT1、

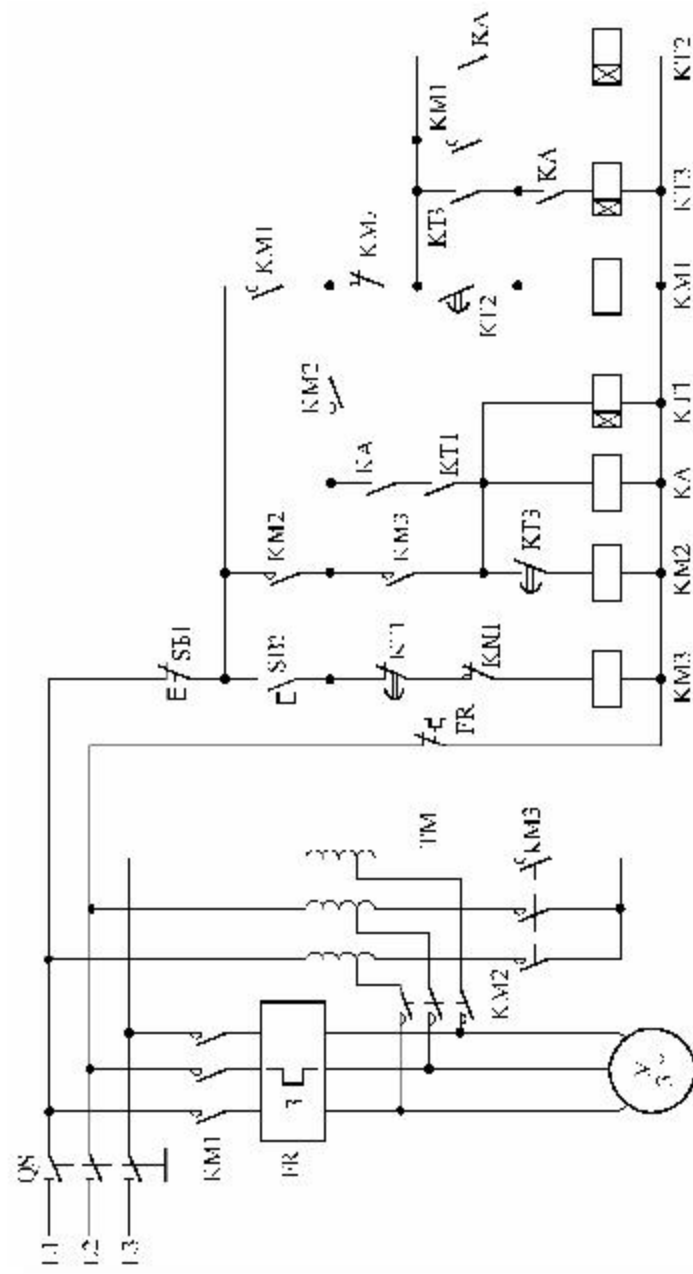


图 4-12 一种可靠性较高的自耦变压器减压启动电路

KT2、KT3 全部失电，只有 KM1 得电。按下停止按钮 SB1，即可停止电动机。

74. 双向晶闸管控制的自耦变压器减压启动电路

本例是一种改进型的自耦变压器减压启动控制电路。图中采用双向晶闸管 VS1 和 VS2 的无触点开关，解决时间继电器 KT 触点容量小、不易直接驱动容量较大的继电器的缺点，把时间继电器的延时触点设置在晶闸管控制极电路中，以便引入触发信号。这样，流过延时触点的电流大大减小，既不会引起电火花，也延长了时间继电器的使用寿命。

电路图

双向晶闸管控制的自耦变压器减压启动电路如图 4-13 所示。

工作原理

按下启动按钮 SB2，双向晶闸管 VS1 被触发导通，使接触器 KM1 得电吸合并自锁。KM1 主触点闭合，将自耦变压器接入电动机定子绕组，电动机减压启动。KM1 的另一组常开触点闭合，使时间继电器 KT 得电吸合。

时间继电器 KT 得电后，其瞬动触点闭合，起自锁作用。经适当延时后，KT 延时断开的常闭触点断开，双向晶闸管 VS1 截止，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，自耦变压器退出运行。KT 延时闭合的触点闭合，双向晶闸管 VS2 导通，使接触器 KM2 得电吸合并自锁。KM2 主触点闭合，电动机定子绕组得到额定电压，电动机全压运行。主电路互感器支路的 KM2 常闭触点断开，将热继电器发热元件接入电路，在电动机全压运行阶段，实现对电动机的过载保护。

需要停车时，按下停止按钮 SB1 即可。

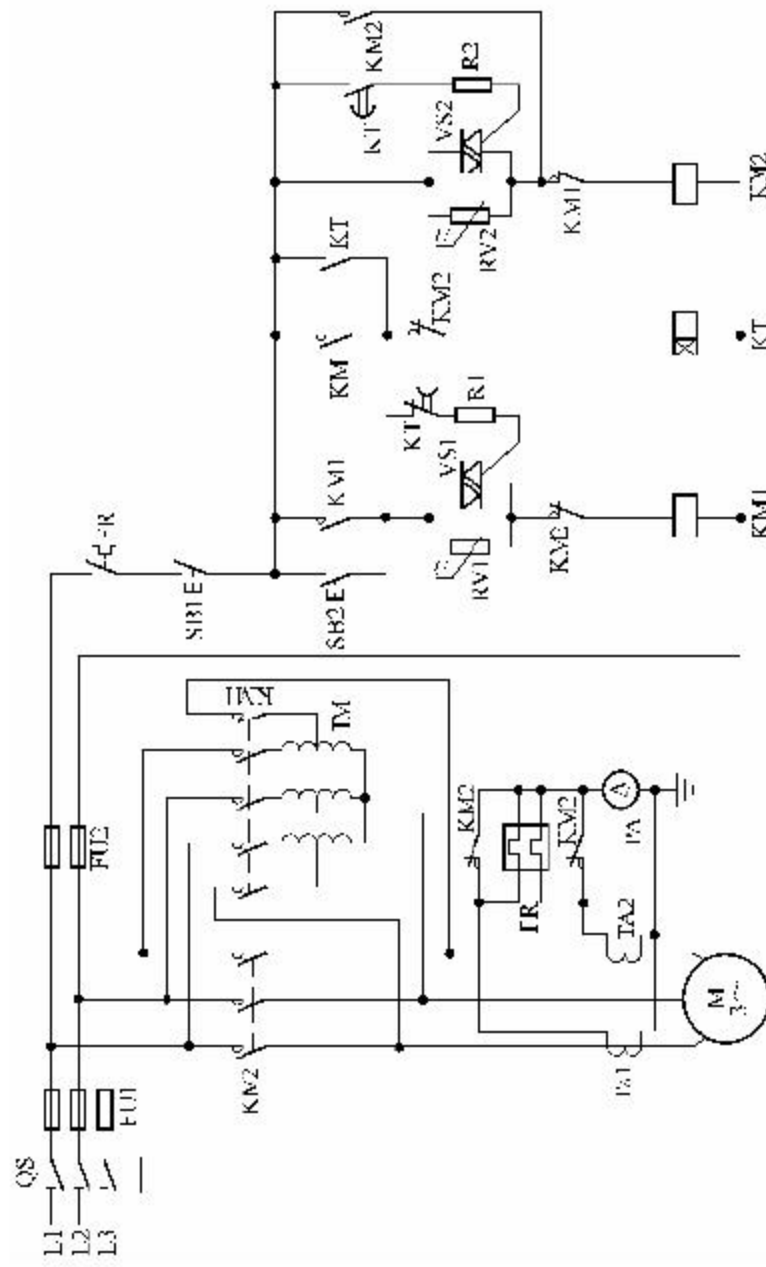


图 4-13 双向晶闸管控制的自耦变压器减压启动电路

75. 能防止交流接触器失电不释放的自耦减压启动电路

交流接触器线圈失电后释放慢或不释放，容易使被控电动机不能立即停止运转，在某些场合下会引起严重事故。本例电路能有效解决这一问题。

电路图

能防止交流接触器失电不释放的自耦减压启动电路如图 4-14 所示。

工作原理

在自耦减压启动器之前，再加一只交流接触器 KM0，这样，按下停止按钮 SB4 后，如果 KM3 或中间继电器 KA 发生延时释放现象，KT1 就按预定时间（如 0.5~1s）动作，使 KM0 释放，从而及时切断主电路电源，使电动机 M 停转。常态下，KT1 不吸合，不起作用。

KM0 选用 CJ12 重任务接触器，KT1 选用 JS7—1A 时间继电器。

76. 可避免主触点熔焊事故的自耦减压启动电路

电路图

可避免主触点熔焊事故的自耦减压启动电路如图 4-15 所示。

工作原理

本例控制电路中，KM1 和 KM2 的辅助动合触点与 KT 的延时动断触点串联构成“与”逻辑电路。整定的启动时间到时，KT 延时动断触点动作，切断 KM1 和 KM2 线圈电路，KM1 和 KM2 辅助动合触点复位。此时，如 KM1 和 KM2 的主触点发生熔焊，通过 KM1 或 KM2 已断开的触点都能切断通过自耦变压器线圈中的电流，从而避免了因触点熔焊使 TM 严重发热或损坏的事故。

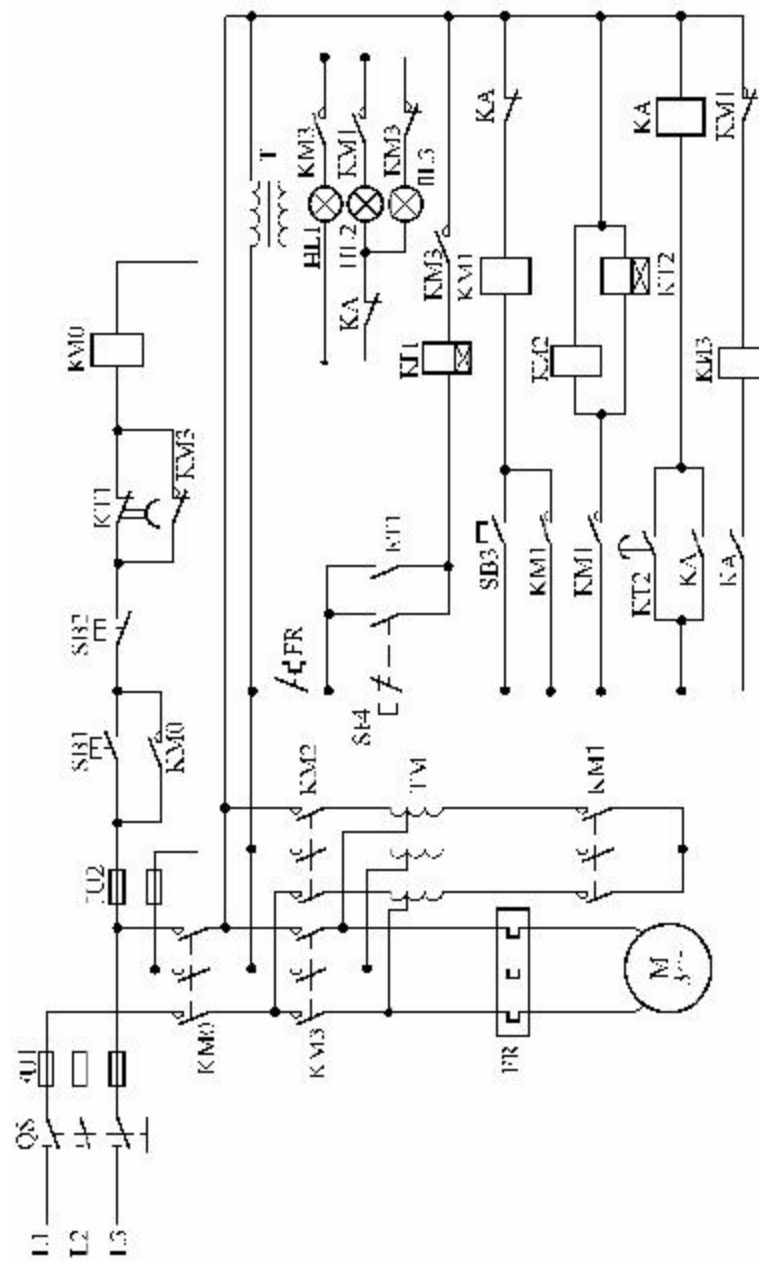


图 4-14 能防止交流接触器失电不释放的自耦减压启动电路

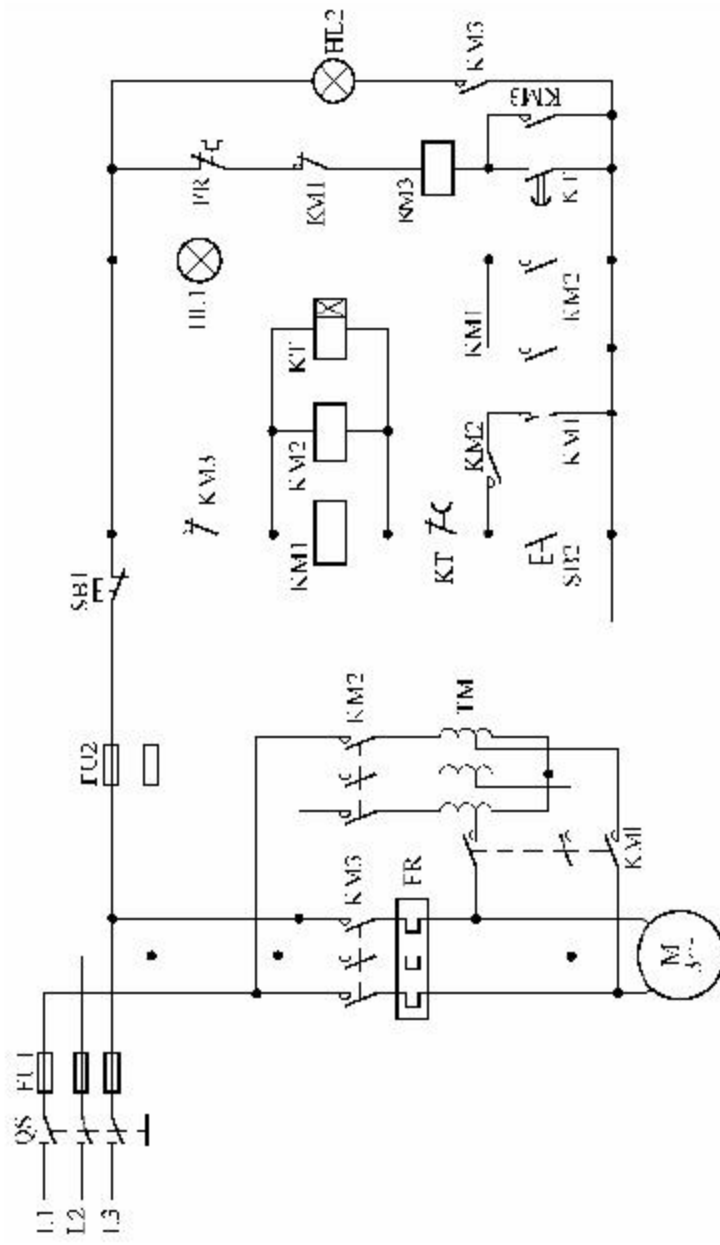


图 4-15 可避免主触点熔焊事故的自耦减压启动电路

77. XJ01 系列自耦减压启动器电路

XJ01 系列自耦减压启动器适用于 380V、容量在 300kW 及其以下的电动机作减压启动用。该启动器具有过载、失压等保护功能。

电路图

XJ01 系列自耦减压启动器电路如图 4-16 所示。

工作原理

合上电源开关 QS，接通电源，指示灯 HL1 亮。按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机接入自耦变压器减压启动，同时启动指示灯 HL2 亮，电源指示灯 HL1 灭。KM1 得电的同时，时间继电器 KT 也得电吸合。延时一段时间，KT 延时闭合的常开触点闭合，中间继电器 KA 得电吸合并自锁。KA 的常闭触点断开，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，切除自耦变压器，同时 HL2 灭。KM1 失电后，接触器 KM2 得电吸合，其主触点闭合，电动机全压运行，同时运行指示灯 HL3 亮。

78. 电动机定子串电阻减压启动手动切除电阻控制电路

在电动机启动时，将电阻串接在定子电路中。由于定子电流在电阻上产生电压降，加在电动机定子绕组上的电压低于电源电压，减小了电动机启动电流。待启动结束后，再将电阻短接，使电动机在额定电压下运行。这种启动方式不受接线方式的限制，常用于中小型设备和限制机床点动调整时的启动控制。

电路图

电动机定子串电阻减压启动手动切除电阻控制电路如图 4-17 所示。

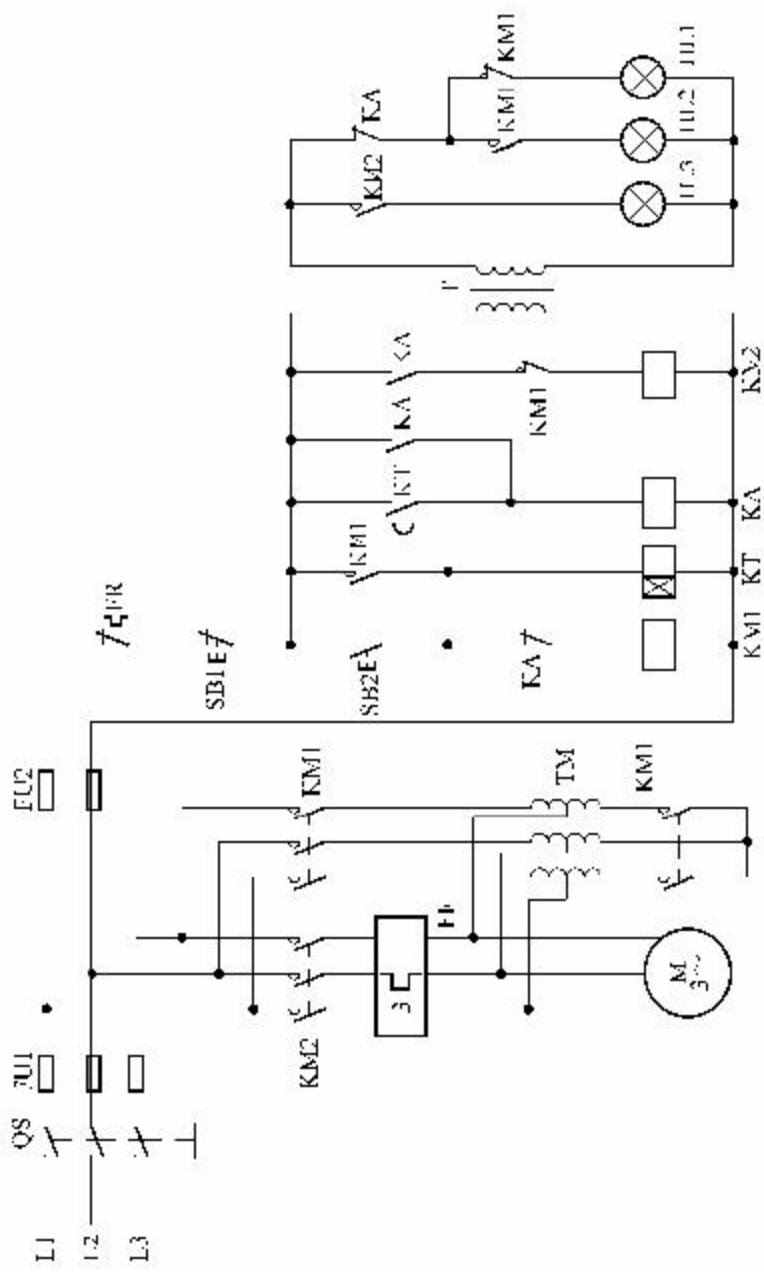


图 4-16 XJ01 系列自耦减压启动器电路

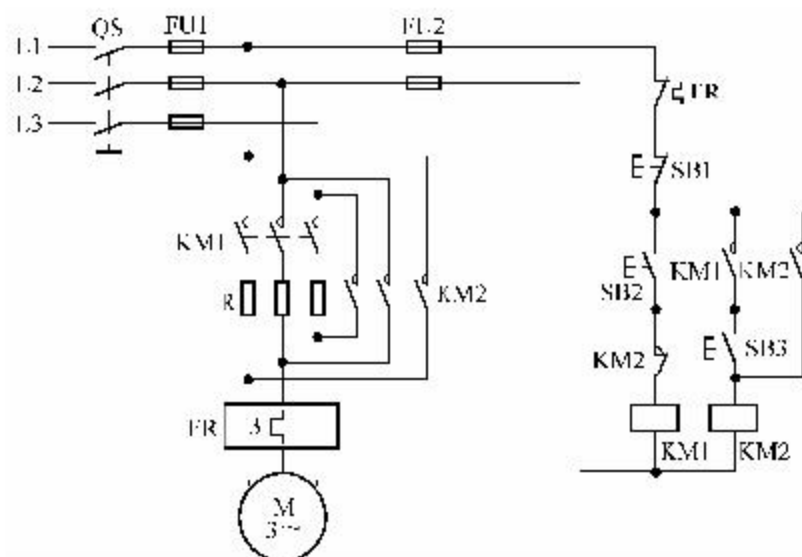


图 4-17 电动机定子串电阻减压启动手动切除电阻控制电路

工作原理

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，主电路电源通过降压电阻 R、热继电器 FR 的热元件，加到电动机 M 上，电动机减压启动。经适当延时后，电动机转速接近额定转速时，按下 SB3，接触器 KM2 得电吸合并自锁。KM2 的主触点闭合，将串联电阻 R 短接，电动机进入全压正常运转状态。同时 KM2 的常闭辅助触点断开，使 KM1 失电释放。

需要停止时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM2 失电释放，电动机停止转动。

79. 电动机定子串电阻减压启动自动切除电阻控制电路

电路图

电动机定子串电阻减压启动自动切除电阻控制电路如图

4-18 所示。

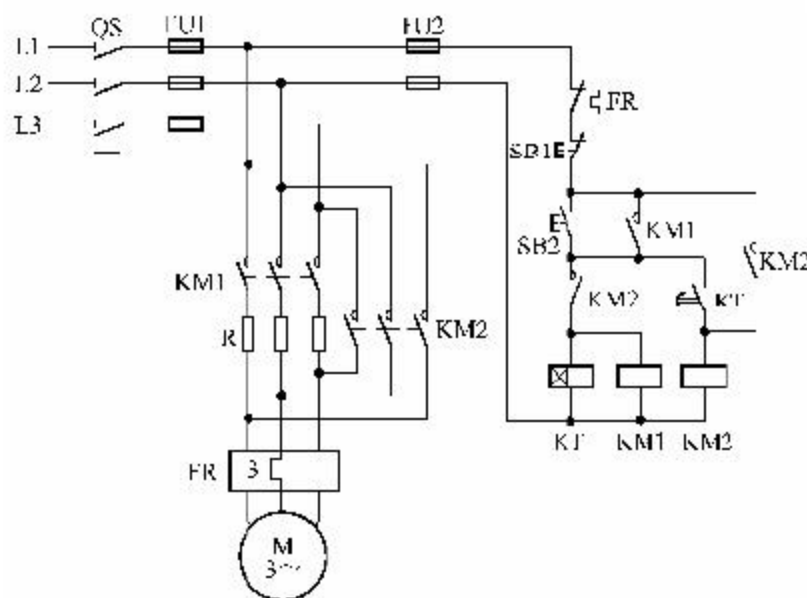


图 4-18 电动机定子串电阻减压启动自动切除电阻控制电路

工作原理

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，时间继电器 KT 和接触器 KM1 同时得电吸合，KM1 主触点闭合，电动机接入减压电阻 R 减压启动。经适当延时后，时间继电器延时闭合的常开触点闭合，接触器 KM2 得电吸合并自锁。KM2 主触点闭合，将串联电阻 R 短接，电动机进入全压正常运转状态。同时 KM2 的辅助常闭触点断开，使 KM1 和时间继电器 KT 失电释放。

需要停止时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM2 失电释放，电动机停止运转。

80. 电流继电器控制绕线式异步电动机转子串电阻启动电路

电路图

图 4-19 所示是电流继电器控制绕线式异步电动机转子串电阻启动电路。它根据电动机转子电流的大小变化，利用电流继电器控制串联电阻的切除，把启动电流控制在一定范围内，提高启动转矩。

工作原理

图中，KI1 和 KI2 是电流继电器，其线圈串接在转子电路中。这两个电流继电器的吸合电流的大小相同，但释放电流不一样，KI1 的释放电流大，KI2 的释放电流小，刚启动时，转子绕组中启动电流很大，电流继电器 KI1 和 KI2 都吸合，它们接在控制电路中的常闭触点都断开，转子绕组的外接电阻全部接入；待电动机的转速升高后，转子电流减小，电流继电器 KI1 先释放，KI1 常闭触点恢复闭合，使接触器 KM2 线圈得电吸合，转子电路中 KM2 的常开触点闭合，切除电阻器 R2；当电阻器 R2 被切除后，转子电流重新增大，但当转速继续上升时，转子电流又会减小，使电流继电器 KI2 释放，它的常闭触点又恢复闭合，接触器 KM3 线圈得电吸合，转子电路中 KM3 的常开触点闭合，把第二级电阻器 R1 又短接切除，电动机启动完毕并正常运转。

中间继电器 KA 的作用是保证启动时全部电阻器都接入，只有在中间继电器 KA 线圈得电，KA 的常开触点闭合后，接触器 KM2 和 KM3 线圈方能得电，然后才能逐级切除电阻器，这样就保证了电动机在串入全部电阻器下启动。

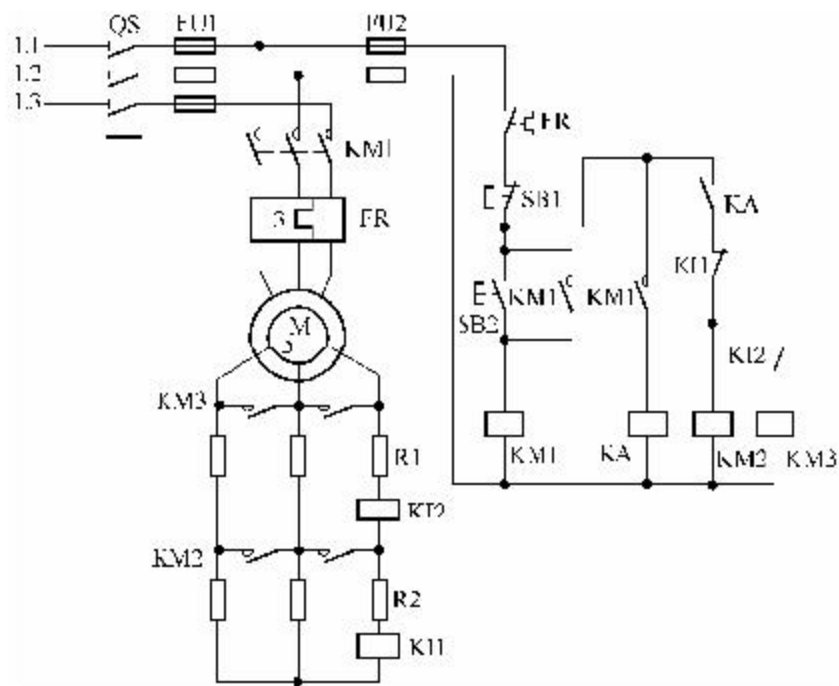


图 4-19 电流继电器控制绕线式异步电动机转子串电阻启动电路

81. 时间继电器控制绕线转子电动机串电阻减压启动电路

电路图

时间继电器控制绕线转子电动机串电阻减压启动电路如图 4-20 所示。这个控制线路是用三个时间继电器依次将转子电路中的三级电阻自动切除。

工作原理

启动时合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M 在转子回路接入全部三级电阻情况下启动。KM1 得电后，时间继电器 KT1 得电吸合，经延时，其延时闭合的常开触点闭合，使接触器 KM2

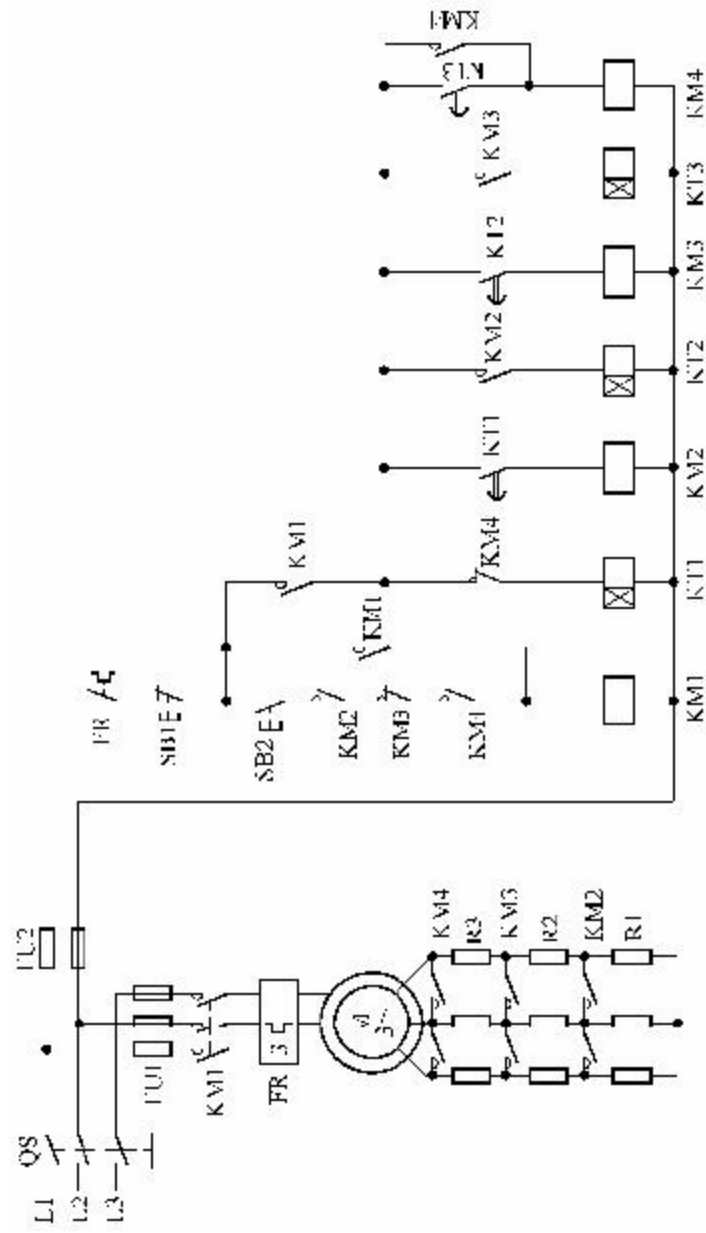


图 4-20 时间继电器控制绕线转子电动机串电阻减压启动电路

得电吸合，KM2 主触点闭合，切除第一级启动电阻 R1，电动机加速。KM2 的辅助常开触点闭合，时间继电器 KT2 得电吸合，经延时，其延时闭合的常开触点闭合，使接触器 KM3 得电吸合，KM3 主触点闭合，切除第二级启动电阻 R2，电动机再加速。KM3 的辅助常开触点闭合，时间继电器 KT3 得电吸合，经延时，其延时闭合的常开触点闭合，使接触器 KM4 得电吸合并自锁，KM4 主触点闭合，切除第三级启动电阻 R3，电动机全速运行。KM4 的辅助常闭触点断开，使 KT1、KM2、KT2、KM3、KT3 相继失电释放，电动机启动结束。

82. 绕线转子电动机单向运行转子串频敏变阻器启动电路

频敏变阻器是一种由铸铁片或钢板叠成铁芯，外面再套上绕组的三相电抗器，接在转子绕组的电路中，其绕组电抗和铁芯损耗决定的等效阻抗随着转子电流的频率而变化。在电动机的启动过程中，当电动机转速增高时，阻抗值自动的平滑减小，这既限制了启动电流，又可得到大致恒定的启动转矩，因此它是一种较为理想的启动设备。频敏变阻器是静止元件，很少需要维修，因而常用于绕线式感应电动机启动控制，特别是大容量的绕线式感应电动机的启动控制。

电路图

绕线转子电动机单向运行转子串频敏变阻器启动电路如图 4-21 所示。

工作原理

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，通电延时时间继电器 KT 得电吸合，其瞬动触点闭合，使接触器 KM1 得

电吸合。KM1 的主触点闭合，电动机定子绕组接电源，转子串接频敏变阻器启动。当转速上升到接近额定转速时，时间继电器延时时间到，其延时断开的常闭触点断开，延时闭合的常开触点闭合，使接触器 KM2 得电吸合，将频敏变阻器短接，电动机进入正常运行。KM2 的辅助常闭触点断开，使 KT 失电释放。

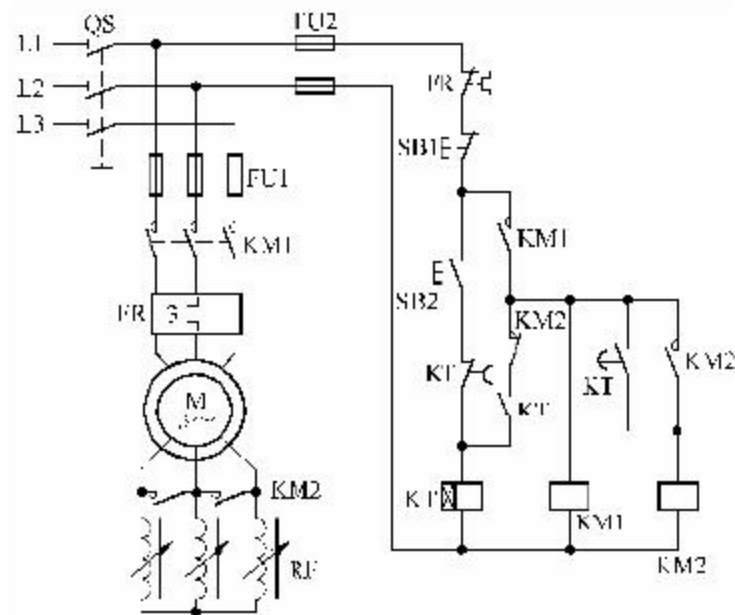


图 4-21 绕线转子电动机单向运行转子串频敏变阻器启动电路

在操作时，按下 SB2 时间稍长一些，待 KM1 辅助自锁触点闭合后再断开。

该电路 KM1 得电需在 KT、KM2 触点工作正常条件下进行，若发生 KM2 触点粘连，KT 触点粘连，KT 线圈断线等故障，KM1 将无法得电，从而避免了电动机直接启动和转子长期串接频敏变阻器的不正常现象发生。

83. 绕线转子电动机双向运行转子串频敏变阻器启动电路

电路图

图 4-22 所示为绕线转子电动机双向运行转子串频敏变阻器启动电路。

工作原理

主电路中接触器 KM1 和 KM2 的常开触点分别控制电动机 M 正转和反转，启动用的频敏变阻器在电动机运行时由接触器 KM3 的常开触点将其短接。

转换开关 SA 可自动 (A) 或手动 (M) 短接频敏变阻器，KT 的延时时间决定启动时间长短。手动控制由按钮 SB4 控制。信号指示电路中 HL1 为电源指示灯，HL2 为正转指示灯，HL3 为反转指示灯，HL4 为正常运转 (短接频敏变阻器) 指示灯，HL1、HL2、HL3 在电动机启动结束转入正常运转时都熄灭。

(1) 正转自动控制。合上电源开关 QS，电源指示灯 HL1 亮。按下 SB2，其常开触点闭合，使接触器 KM1 得电吸合并自锁，KM1 主触点闭合，电动机串接频敏变阻器减压启动。SB2 的常闭触点断开，使 KM2 不能得电，实现互锁。KM1 的辅助常开触点闭合，使 KA 和 KT 得电，KA 在主电路中的常开触点闭合，将主电路中的热继电器 FR 的热元件短接。

KM1 辅助常闭触点断开，使 HL1 灭，KM1 辅助常开触点闭合，使正转指示灯 HL2 亮。当 KT 延时时间到，其延时闭合触点闭合，使接触器 KM3 得电吸合并自锁，KM3 主触点闭合，将频敏变阻器短接，电动机进入全压正常运行。KM3 的辅助常闭触点断开，使 KA、KT 失电释放，HL2 灭，KM3 的辅助常开触点闭合，使正常运转指示灯 HL4 亮。

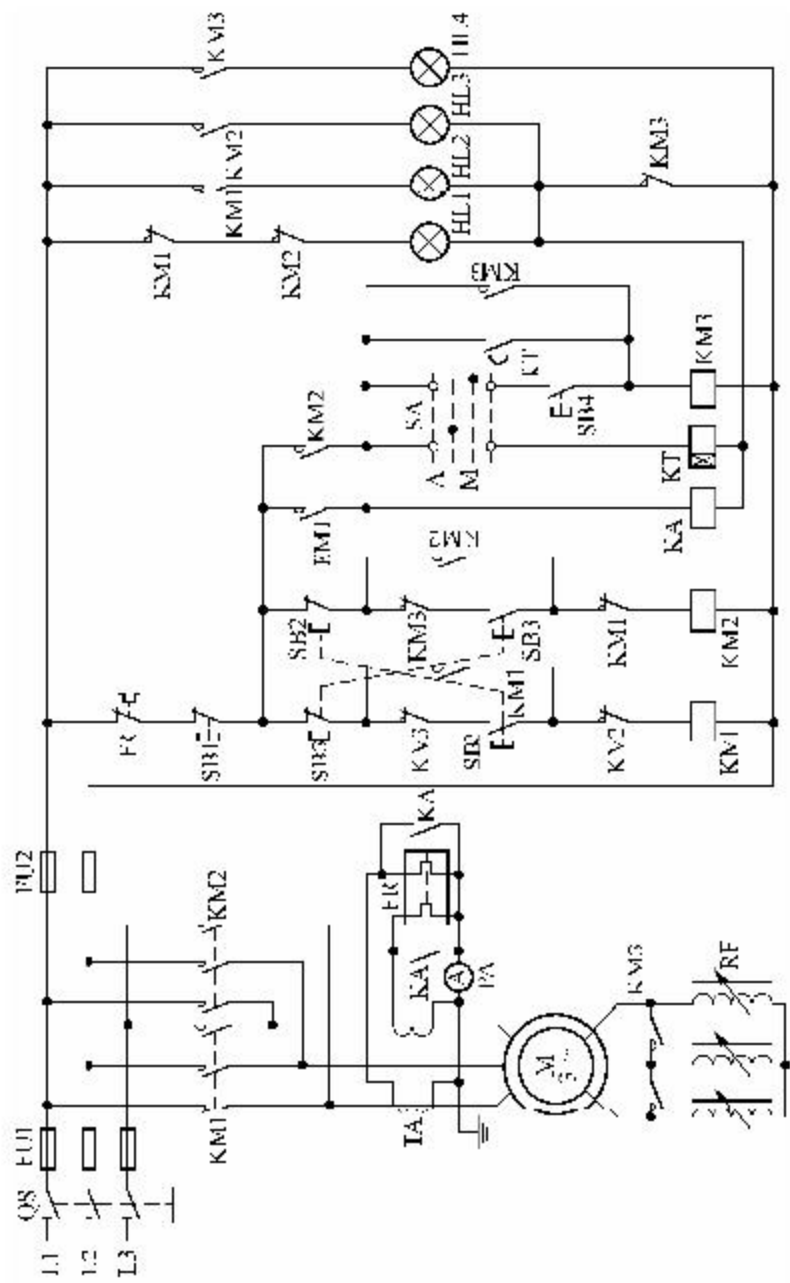


图 4-22 绕线转子电动机双向运行转子串频敏变阻器启动电路

按下 SB1, KM1、KM3 失电释放, 电动机停转。

(2) 正转手动控制。KT 不参与转换过程, 由手动按钮 SB4 代替时间继电器 KT 的延时闭合常开触点, 其他与正转自动控制相同。

(3) 反转自动、手动控制。与正转原理相同, 不再多述。

84. TG1—K21 型频敏变阻器启动控制柜电路

TG1—K21 型频敏变阻器启动控制柜用来控制 45~280kW 绕线转子感应电动机的启动, 广泛应用于冶金、矿山、轧钢、造纸、食品、纺织与发电等厂矿企业。

电路图

TG1—K21 型频敏变阻器启动控制柜电路如图 4-23 所示。

工作原理

合上电源开关 QS, 红灯 H (RD) 亮, 表明供电电路正常。按下启动按钮 SB2, 使通电延时时间继电器 KT1、接触器 KM1 同时得电吸合并自锁, 电动机定子接通三相电源, 转子接入频敏变阻器 RF 启动。随着电动机转速上升, 转子电流频率减小, 频敏变阻器阻抗随之下降。当电动机转速接近额定转速时, 时间继电器 KT1 动作, 其延时闭合的触点闭合, 使 KA1 得电吸合, KA1 的常开触点闭合, 使接触器 KM2 得电吸合并自锁, 同时 H (GN) 绿色指示灯亮, KM2 主触点将频敏变阻器短接, 电动机启动过程结束。KA1 的另一常开触点闭合, 使时间继电器 KT2 得电吸合, 经延时, KT2 延时闭合的常开触点闭合, 使中间继电器 KA2 得电吸合并自锁, 其常闭触点断开, 使过电流继电器 KI 串入互感器电路, 对电动机进行过电流保护。

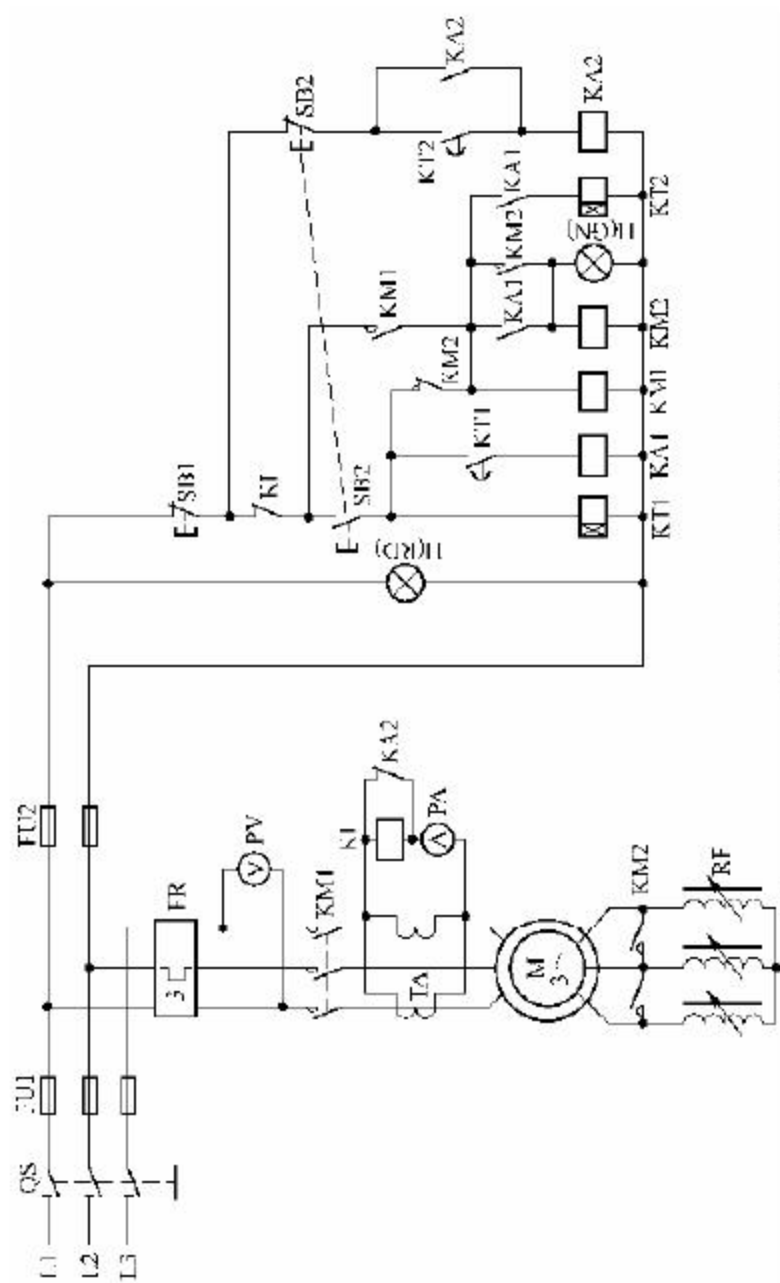


图 4-23 TGI-K21 型变频变阻器启动控制柜电路

85. 凸轮控制器控制绕线转子异步电动机启动电路

绕线转子异步电动机的启动、调速及正反转常采用凸轮控制器来控制，桥式起重机上大部分采用这种控制线路。

电路图

凸轮控制器控制绕线转子异步电动机启动电路如图 4-24 所示。

工作原理

合上 QS，将凸轮控制器的手柄扳到“0”位，这时最下面三副常闭触点 Q5、Q6、Q7 闭合，为控制器的接通作好准备，按下启动按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合并自锁，其主触点闭合，接通主电路电源。然后将凸轮控制器的手柄扳到正转“1”的位置，这时常闭触点 Q6 和 Q7 断开，而常闭触点 Q5 和常开触点 Q1、Q3 闭合，电动机转子绕组串接全部电阻 R 正转启动。当手柄扳到正转“2”位置时，触点 Q5、Q1、Q3 及 SA5 闭合，使电阻 R 上一段电阻短接，电动机转速加快。同理当手柄扳到正转“3”和“4”位置时，触点 SA4 和 SA3 先后闭合，使电阻 R 上又有两段电阻被短接，电动机继续加速。当手柄扳到正转“5”位置时，常开触点 SA5~SA1 全部闭合，电阻 R 全部被短接，电动机以最高转速运转。

当手柄扳到反转“1”位置时，常闭触点 Q6 及常开触点 Q2、Q4 闭合，三相电源相序改变，电动机反转。当手柄扳到反转“2”~“5”位置时，常开触点 SA5~SA1 先后闭合，电阻 R 相继被切除，电动机从低速启动到高速运行。

图中 SQ1 是反转限位行程开关，SQ2 是正转限位行程开关，KA 为双线圈过电流继电器，作为电动机的过载和短路保护。

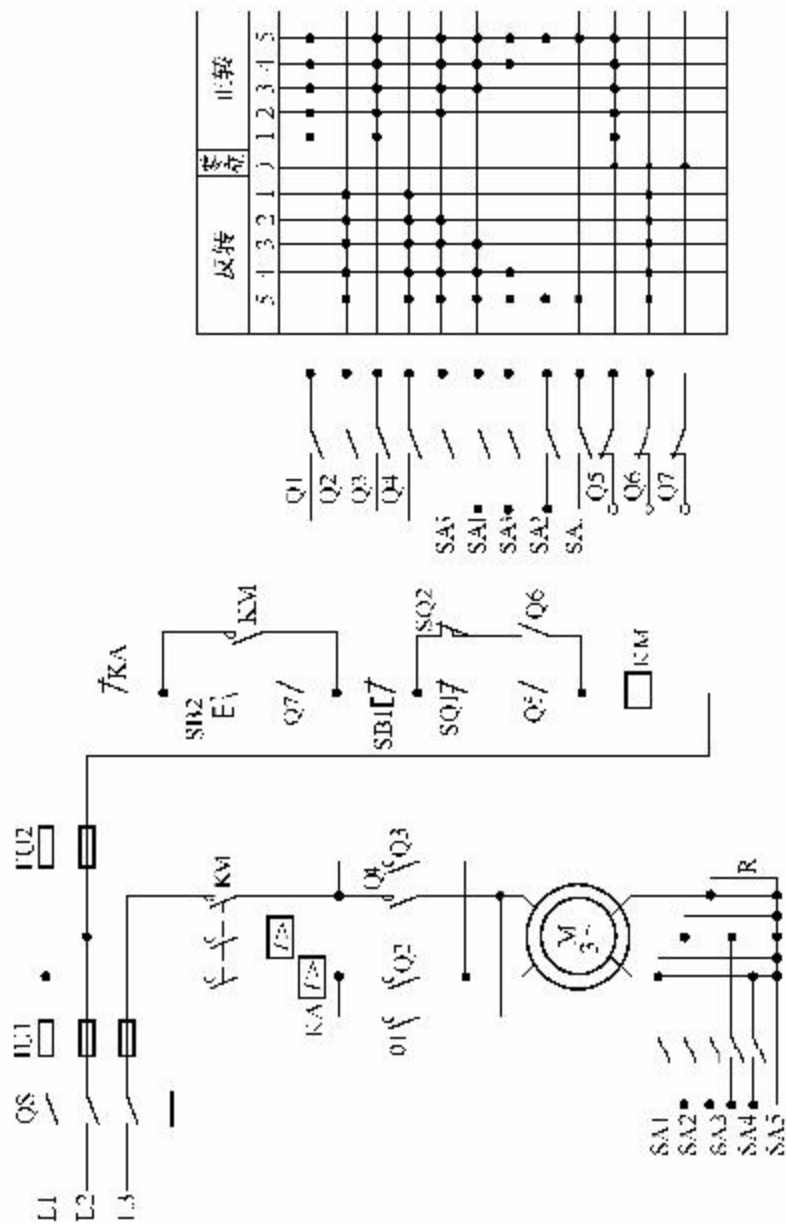


图 4-24 凸轮控制器控制绕线转子异步电动机启动电路

86. 手动控制的延边 Δ 形减压启动电路

采用Y- Δ 形减压启动时，可以在不增加专用启动设备的条件下实现减压启动，但是其启动转矩较低，仅适用于空载或轻载状态下的启动。而延边 Δ 形减压启动是一种既不用增加专用启动设备，又能得到较高启动转矩的减压启动方法。但它只适用于定子绕组有9个出线端的电动机。

电路图

手动控制的延边 Δ 形减压启动电路如图4-25所示。

工作原理

按下启动按钮SB2，接触器KM1得电吸合并自锁，其主触点和常开辅助触点闭合，接触器KM2得电吸合，电动机接成延边 Δ 形减压启动。待电动机转速升高后，按下复合按钮SB3，SB3先断开KM2线圈回路，KM2失电释放。随后SB3接通KM3线圈回路，KM3得电吸合并自锁，电动机接成 Δ 形全压运行。

87. 时间继电器控制的延边 Δ 形减压启动电路

电路图

时间继电器控制的延边 Δ 形减压启动电路如图4-26所示。

工作原理

按下启动按钮SB2，接触器KM2得电吸合，随后接触器KM1和时间继电器KT同时得电吸合，电动机接成延边 Δ 形减压启动。延时一段时间后，时间继电器KT延时断开的触点断

开，接触器 KM2 失电释放，KT 延时闭合的触点闭合，接触器 KM3 得电吸合并自锁，电动机接成 Δ 形全压运行。

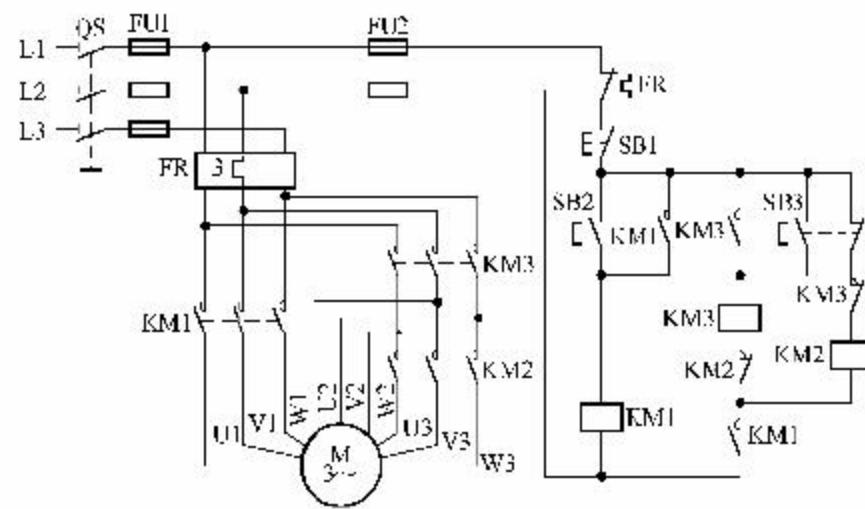
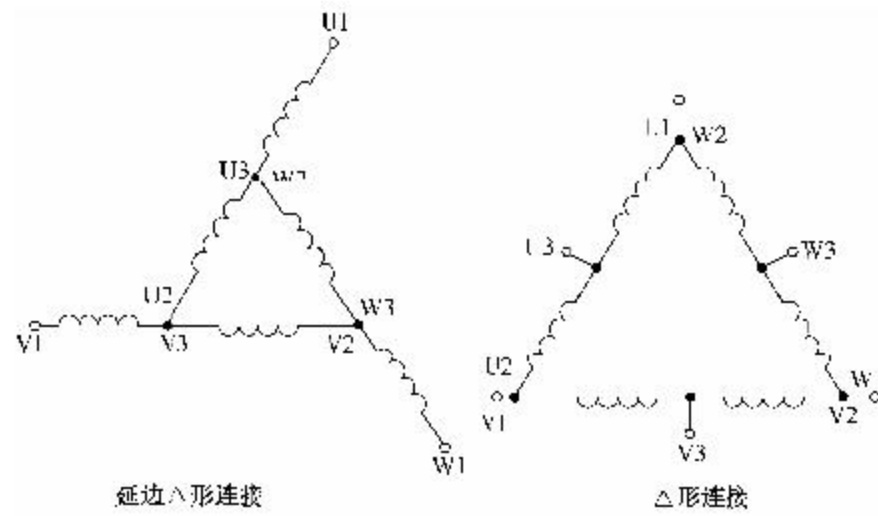


图 4-25 手动控制的延边 Δ 形减压启动电路

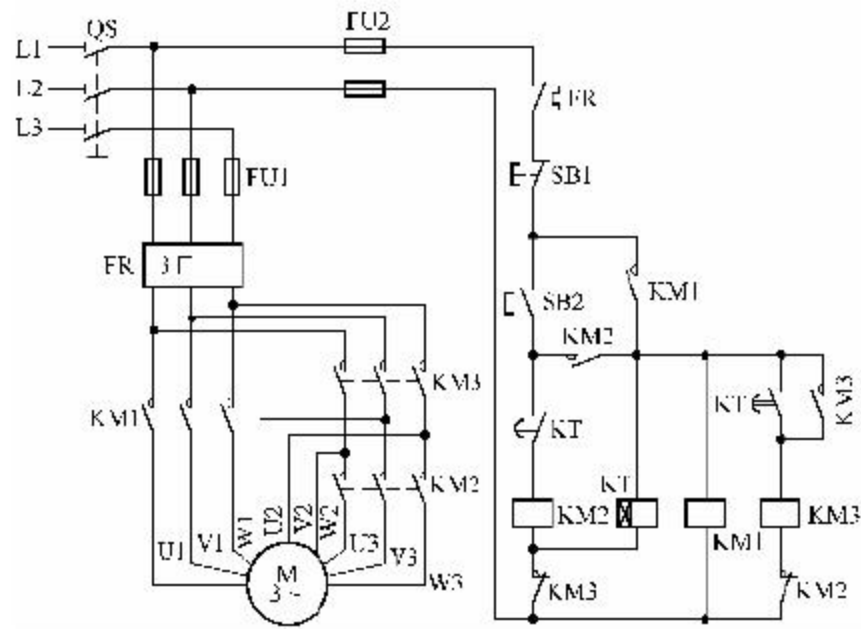


图 4-26 时间继电器控制的延边△形减压启动电路

88. 西普 STR 软启动器一台控制两台电动机电路

电路图

西普 STR 软启动器一台控制两台电动机电路如图 4-27 所示。

工作原理

用一台软启动器控制两台电动机，并不是指同时开机，而是开一台，另一台作备用。

此例是电动机一开一备，这就需要在软启动器外另接一部控制电路（见图下二次电路）。S 为切换开关，S 往上，则 KM1 动作，为启动电动机 M1 作准备，指示灯 HL1 亮，HL2 灭；S 往下，则 KM1 不工作，KM2 工作，指示灯 HL2 亮，HL1 灭。

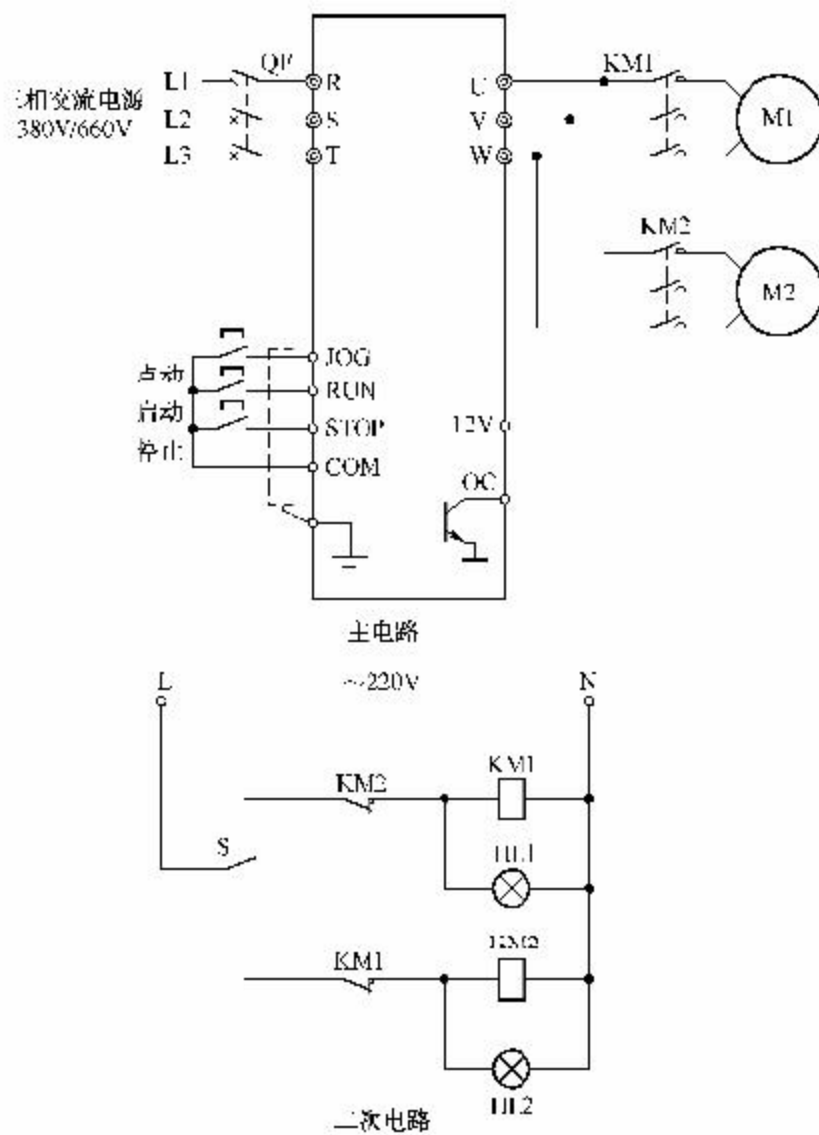


图 4-27 西普STR 软启动器一台控制两台电动机电路

电动机工作之前，需根据需要切换开关 S，然后在 STR 的操作键盘上按动“RUN”键启动电动机；按动“STOP”键则停止。JOG 是点动按钮，可根据需要自行设置安装。

89. 西普 STR 软启动器一台启动两台电动机电路

电路图

西普 STR 软启动器一台启动两台电动机电路如图 4-28 所示。

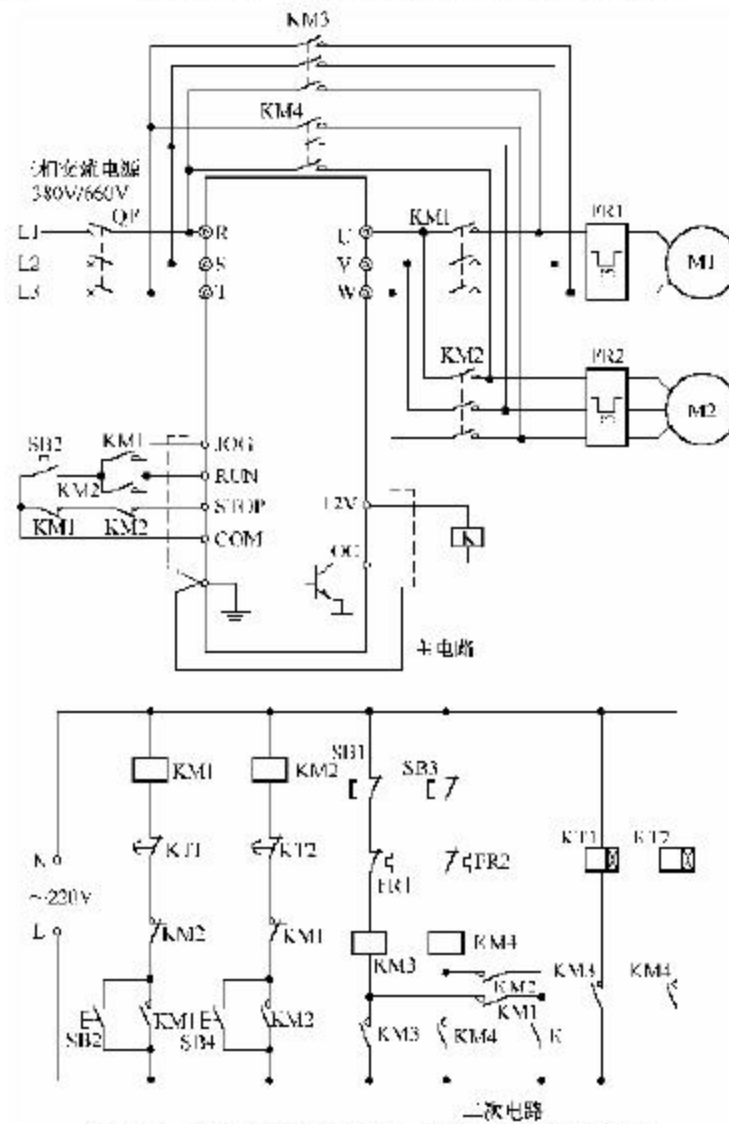


图 4-28 西普 STR 软启动器一台启动两台电动机电路

工作原理

先操作二次电路，让 KM1 吸合，为启动 M1 作好准备，然后按下启动按钮 SB2。因为只有 KM1 吸合后，SB2 才有效，在 KM1 吸合后，旁路接触器 KM3 吸合。时间继电器 KT1 开始延时，延时结束后，KT1 延时断开的常闭触点断开，切断 KM1。至此，由旁路接触器 KM3 为 M1 供电，而 STR 软启动器已退出运行状态。用上述同样方法，启动 M2。

按下电路中的停止按钮 SB1、SB3，则 M1、M2 停止运行。

五、电动机制动控制电路

90. 电磁抱闸制动控制电路

机械制动是利用机械装置使电动机在切失电源后迅速停转。采用比较普遍的机械制动设备是电磁抱闸。电磁抱闸主要由两部分组成，即制动电磁铁和闸瓦制动器。

电路图

电磁抱闸制动控制电路和抱闸原理如图 5-1 所示。

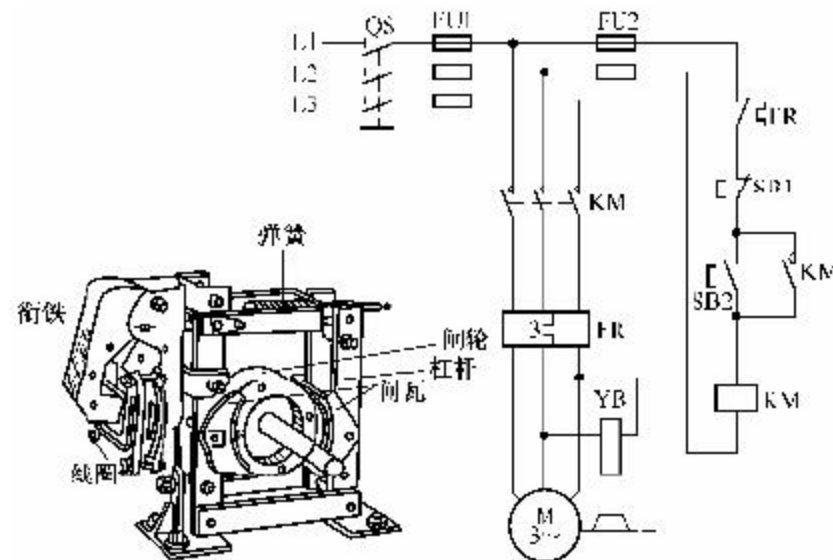


图 5-1 电磁抱闸制动控制电路和抱闸原理

工作原理

按下按钮 SB2，接触器 KM 线圈得电动作，电动机得电。

电磁抱闸的线圈 YB 也得电，铁芯吸引衔铁，同时衔铁克服弹簧拉力，迫使制动杠杆向上移动，从而使制动器的闸瓦与闸轮松开，电动机正常运转。按下停止按钮 SB1 之后，接触器 KM 线圈失电释放，电动机的电源被切断，电磁抱闸的线圈也同时失电，衔铁释放，在弹簧拉力的作用下使闸瓦紧紧抱住闸轮，电动机就迅速被制动停转。

这种制动在起重机械上以及要求制动较严格的设备上被广泛采用。当重物吊到一定高处，线路突然发生故障失电时，电动机失电，电磁抱闸线圈也失电，闸瓦立即抱住闸轮，使电动机迅速制动停转，从而可防止重物掉下。另外，也可利用这一点将重物停留在空中某个位置上。

91. 改进的电磁抱闸制动电路

电路图

改进的电磁抱闸制动电路如图 5-2 所示。

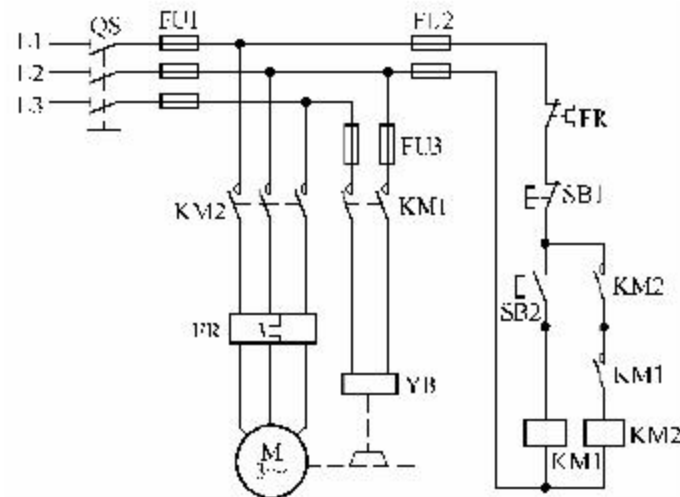


图 5-2 改进的电磁抱闸制动电路

工作原理

本例电路能避免电动机在启动前瞬间存在的异步电动机的短路运行工作状态，即当按启动按钮 SB2 后，接触器 KM1 线圈得电动作，电磁制动器线圈 YB 得电，闸瓦先松开闸轮，然后接触器 KM2 线圈得电动作，电动机 M 才得电启动运转。

92. 单向运转反接制动控制电路

反接制动的优点是设备简单，调整方便，制动迅速，价格低。缺点是制动冲击大，制动能量损耗大，不宜频繁制动，且制动准确度不高，因此仅适用于制动要求迅速、系统惯性较大、制动不频繁的场所。

电路图

图 5-3 所示是单向运转反接制动控制电路。

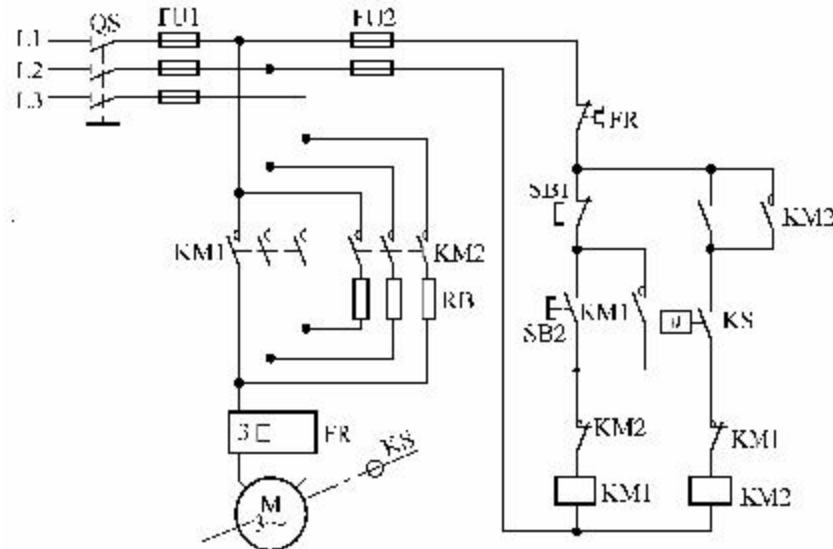


图 5-3 单向运转反接制动控制电路

工作原理

启动时，合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器

KM1 线圈得电，KM1 主触点闭合，电动机 M 启动运转。当电动机转速升高到一定数值时，速度继电器 KS 的常开触点闭合，为反接制动作准备。

停车时，按停止按钮 SB1，接触器 KM1 线圈失电释放，而接触器 KM2 线圈得电，KM2 主触点闭合，串入电阻器 RB 进行反接制动，电动机产生一个反向电磁转矩，即制动转矩，迫使电动机转速迅速下降；当转速降至 100r/min 以下时，速度继电器 KS 的常开触点断开，接触器 KM2 线圈失电释放，电动机失电，防止了反向启动。

由于反接制动时转子与定子旋转磁场的相对速度，接近于两倍的同步转速，所以定子绕组中流过的反接制动电流相当于全压直接启动时电流的两倍。为此，一般功率在 4.5kW 以上的电动机采用反接制动时，应在主电路中串接一限流电阻器，以限制反接制动电流。这个电阻器称为反接制动电阻器，用 RB 表示。

93. 双向运转反接制动电路

电路图

图 5-4 所示是由速度继电器控制的双向运转反接制动电路。

工作原理

合上电源开关 QS，正转启动时，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M 正转启动。当电动机转速高于 120r/min 时，速度继电器的常开触点 KS2 闭合，为反接制动作准备。同时 KM1 的常开触点闭合，为中间继电器 KA 得电作准备。

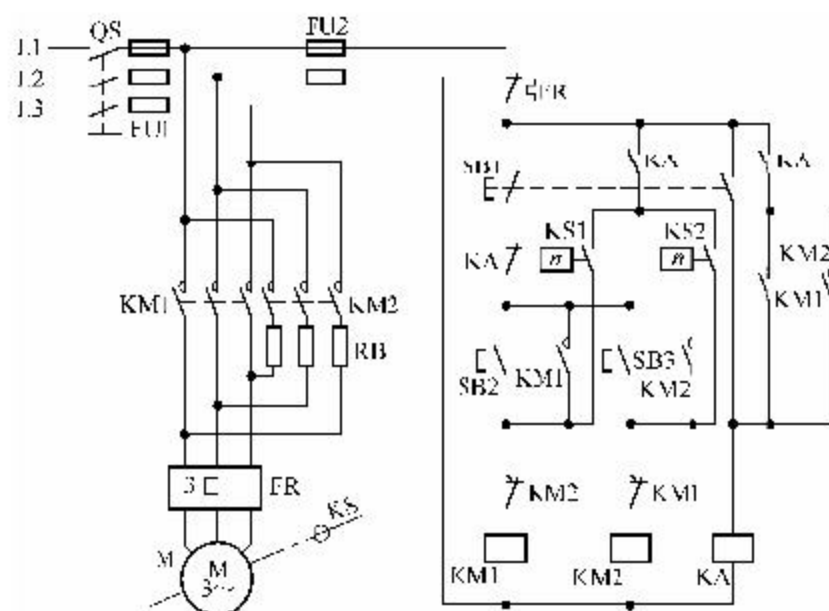


图 5-4 双向运转反接制动电路

要正向运行停止并进行反接制动时,可按下复合停止按钮 SB1, 其常闭触点首先断开, 使接触器 KM1 失电释放, 电动机 M 失电作惯性运转; 同时其常开触点闭合, 使中间继电器 KA 得电吸合并自锁, KA 的常开触点闭合, 使接触器 KM2 通过触点 KS2 得电吸合, KM2 主触点闭合, 电动机 M 串入电阻器 RB 进行反接制动, 当电动机转速低于 100r/min 时, 速度继电器的常开触点 KS2 断开, 接触器 KM2 失电释放, 其主触点断开, 正向运行停车, 制动结束。KM2 的辅助触点复位断开, 使 KA 失电释放。与 SB1 串接的 KA 的常闭触点的作用是反接制动时, 断开反向启动的自锁回路, 防止反接制动后电动机反向启动。

反向运行及反接制动控制的工作原理与正向运行的启动、反接制动工作原理相同。

94. 单向运转半波整流能耗制动电路

能耗制动是指在电动机切断三相电源后，在定子绕组中加入一个直流电源，使定子绕组产生一个静止磁场，此时转子由于惯性继续旋转，转动的转子在静止磁场中切割磁力线，产生一个与惯性转动方向相反的电磁转矩，使电动机迅速制动停转。

电路图

单向运转半波整流能耗制动电路如图 5-5 所示。该电路适用于功率 10kW 以下，且对制动要求不高的场合。

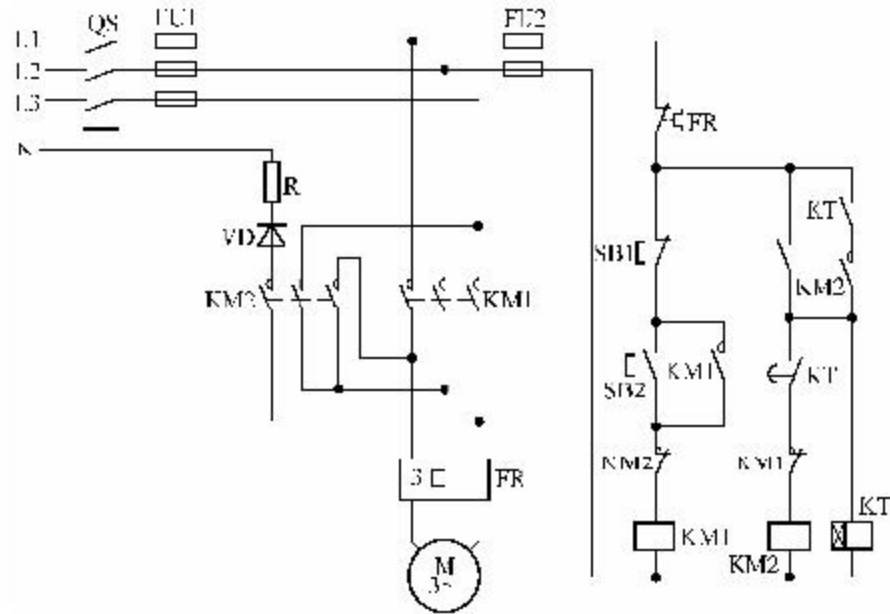


图 5-5 单向运转半波整流能耗制动电路

工作原理

启动时合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机启动运转。

停止制动时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM1 失电释放，

其主触点断开，电动机 M 失电作惯性运转，同时接触器 KM2 和时间继电器 KT 得电吸合，KM2 主触点闭合，电动机进行半波整流能耗制动。能耗制动结束后，KT 常闭触点延时断开，使接触器 KM2 失电释放，其主触点断开半波整流脉动直流电源。

图中，时间继电器 KT 瞬时闭合的常开触点的作用是，当 KT 发生线圈断线或机械卡阻故障时，电动机在按下停止按钮 SB1 后能迅速制动，同时避免三相定子绕组不致长期通入半波整流脉动的直流电源。

95. 单向运转全波整流能耗制动电路

电路图

单向运转全波整流能耗制动电路如图 5-6 所示。

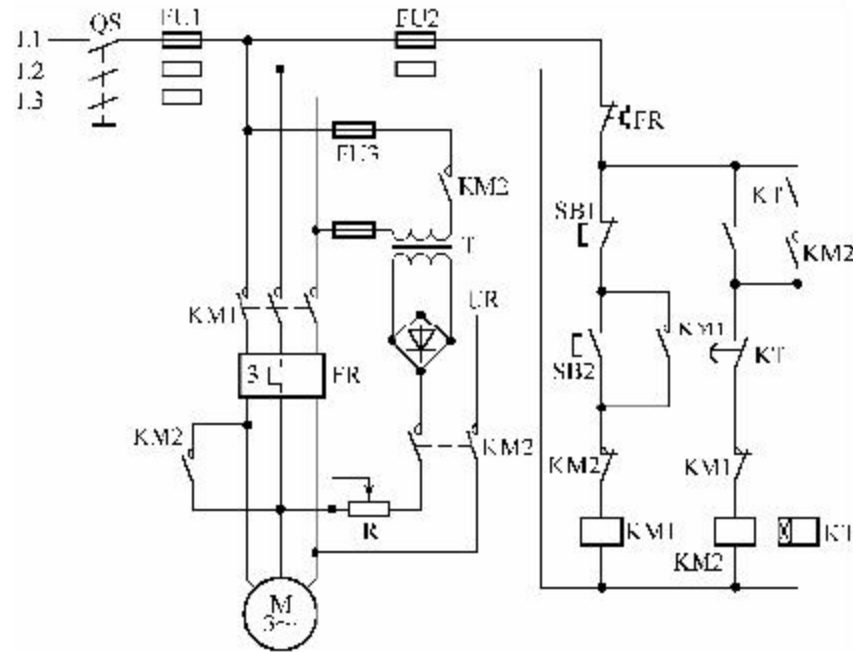


图 5-6 单向运转全波整流能耗制动电路

工作原理

当按下启动按钮 SB2 时，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机启动运行。

停车时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，电动机失电作惯性运转，同时 KM1 常闭触点闭合，接触器 KM2 得电吸合，KM2 主触点和常开触点闭合，电动机绕组通入全波整流直流电进行制动。KM2 线圈得电同时，时间继电器 KT 也得电动作，其常开触点闭合，使 KM2 和 KT 线圈吸合并自锁，时间继电器 KT 延时断开的常闭触点延时动作。经过一定时间后，时间继电器延时断开的常闭触点断开，使接触器 KM2 失电释放，切断直流电源，制动结束。

96. 双向运转全波整流能耗制动电路

电路图

图 5-7 所示是由速度继电器控制的双向运转全波整流能耗制动电路。

工作原理

合上电源开关 QS，根据需要，按下正转或反转启动按钮 SB2 或 SB3，相应的接触器 KM1 或 KM2 得电吸合并自锁，电动机正常运行。此时，速度继电器 KS 相应触点 KS1 或 KS2 闭合，为停车时接通 KM3 实现能耗制动作准备。

停车时，按下复合停止按钮 SB1，其常闭触点断开，使接触器 KM1 或 KM2 失电释放，电动机定子绕组脱离三相交流电源，同时其常开触点闭合，使接触器 KM3 得电吸合并自锁，电动机定子绕组接入直流电源进行能耗制动。电动机转速迅速下降，当转速小于 100r/min 时，速度继电器的触点 KS1 或 KS2 断开，此时接触器 KM3 失电释放，能耗制动结束。

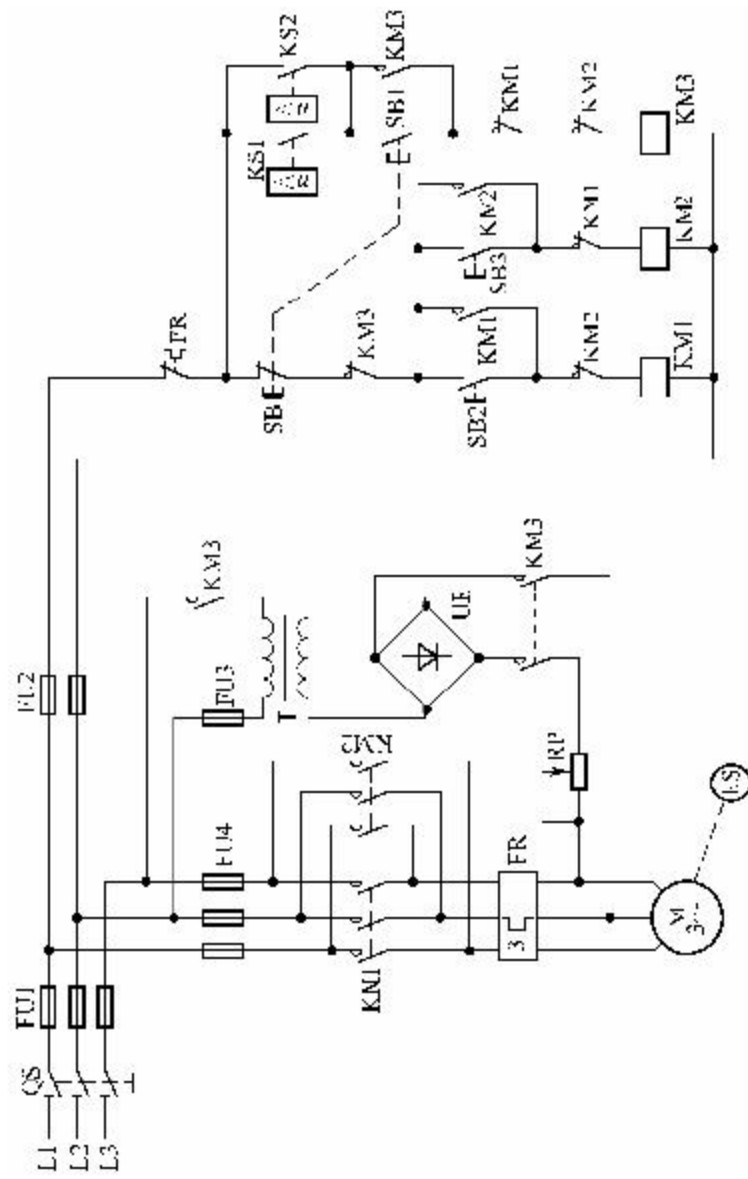


图 5-7 双向运转全波整流能耗制动电路

97. 电容制动电路

电容制动又称自激发电机制动。电动机切失电源后，定子绕组的出线端通过阻容电路形成闭合回路。此时，转子内尚存剩磁，转子由于惯性而继续转动，转动的转子磁场切割定子绕组，在定子绕组中产生感应电流，并向电容充电。充电电流在定子绕组中形成磁场，该磁场与转子磁场相互作用，产生与转子转向相反的制动力矩，使电动机迅速停止运转。

电路图

电容制动电路如图 5-8 所示。

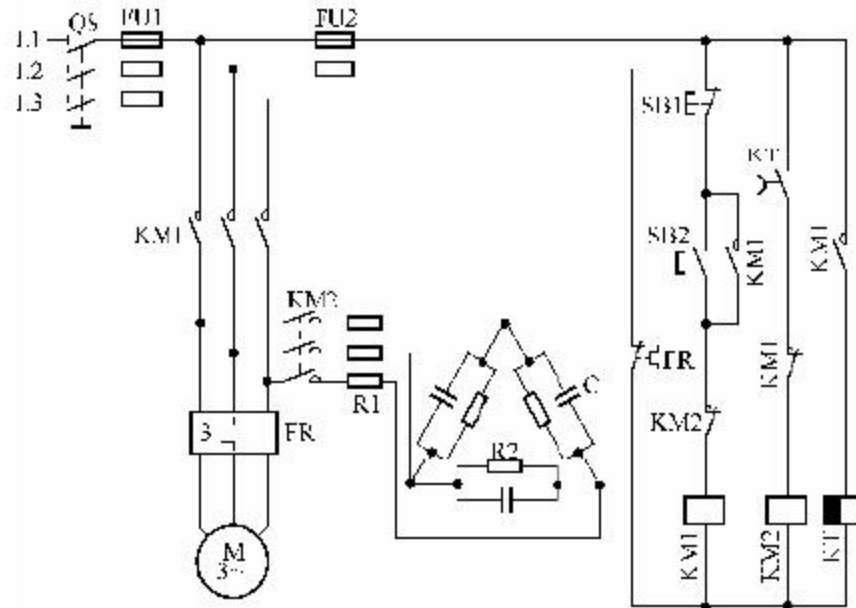


图 5-8 电容制动电路

工作原理

启动时，合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机启动运转。KM1

的常开辅助触点闭合，失电延时时间继电器 KT 得电吸合，其失电延时断开的常开触点闭合，为接通制动电路作准备。

制动时，按下按钮 SB1，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，电动机脱离电源，惯性运行。KM1 常闭触点闭合，接触器 KM2 得电吸合，其主触点闭合，电动机接入三相电容制动。经过一段时间后，时间继电器 KT 延时断开的常开触点断开，接触器 KM2 失电释放，其主触点断开，切除三相电容，制动结束。

电容器的容量，对于 380V、50Hz 的三相电动机而言，每千瓦每相约需 $150\mu\text{F}$ 左右，电容器的工作电压应不低于电动机的额定电压。

98. 电容-电磁制动电路

电容-电磁制动是指先进行电容制动，然后将定子绕组短接进行电磁制动。

电路图

电容-电磁制动电路如图 5-9 所示。

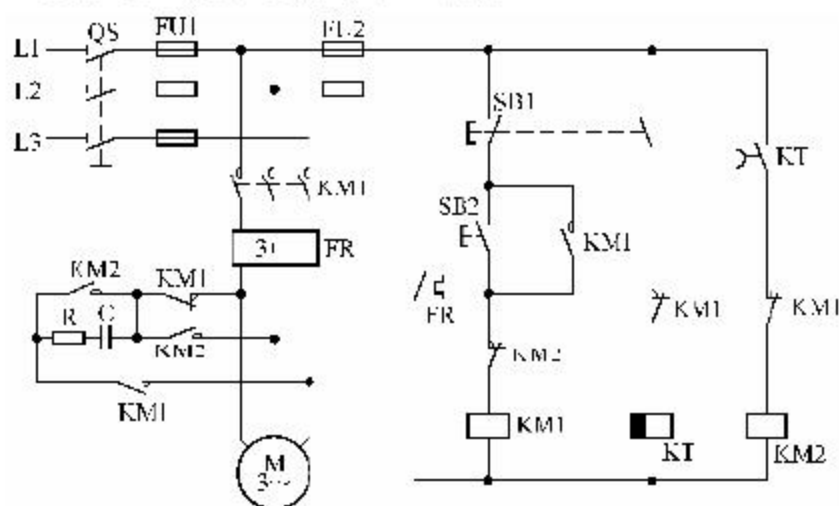


图 5-9 电容-电磁制动电路

工作原理

启动时，合上总电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，电动机 M 启动运转。

当按下停止按钮 SB1 后，KM1 失电释放，其辅助触点闭合，将电容器接入电动机的定子绕组进行电容制动。同时 SB1 的常开触点闭合，使失电延时时间继电器 KT 得电吸合，KT 延时断开的常开触点闭合，使接触器 KM2 得电吸合，其主触点闭合，将三相绕组短接进行电磁制动，使电动机迅速停止转动。达到整定时间后，时间继电器 KT 延时断开的常开触点断开，使 KM2 失电释放，制动结束。

六、电动机保护电路

99. 电动机过电流保护电路

电路图

图 6-1 所示是一种三相电动机过电流保护电路。

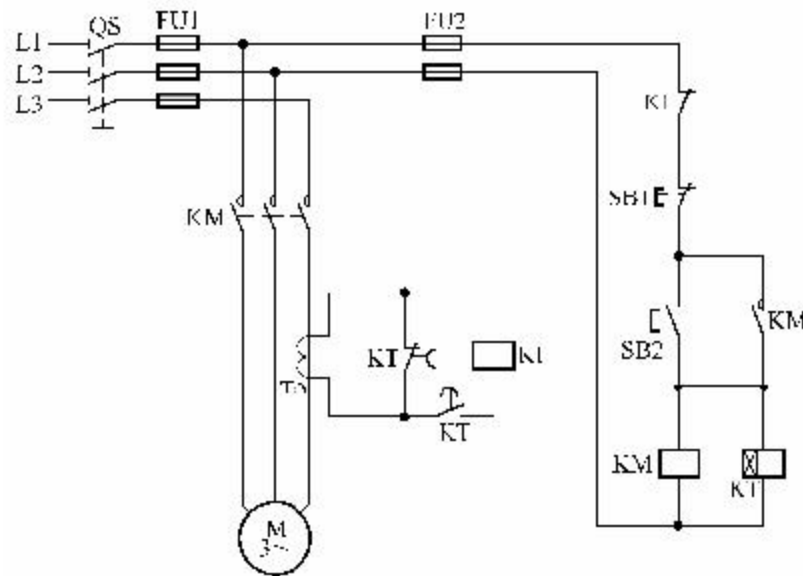


图 6-1 电动机过电流保护电路

工作原理

本例电路使用一只互感器来感应电流，在三相电动机电流出现超过正常工作电流时，过电流继电器 KI 达到吸合电流设定值而吸合，其常闭触点断开，KM 失电释放，使主回路失电，

从而保护了电动机，使其在过流时断开电源。

在电动机启动时，电流较大，用时间继电器的常闭触点先短接电流互感器，避免电动机启动电流流过 KI 而产生误动作。待电动机启动完毕后，电流降为正常，时间继电器 KT 经延时后动作，其常闭触点断开，常开触点闭合，把 KI 接入电流互感器线路中。

100. 晶闸管断相保护电路

对线圈工作电压为 380V 的交流接触器而言，线圈只能接在三相电源中的任意两相上。如果这两相中的任意一相断路，接触器线圈就会失电释放，切断电动机的工作电源。但是，如果断路发生在这两相以外的另一相，则交流接触器仍将继续工作，造成电动机缺相运行，严重时使电动机烧毁。如果采用断相保护电路，则可防止这种事故的发生。

电路图

采用晶闸管的断相保护电路如图 6-2 所示。

工作原理

合上电源开关 QS，按下按钮 SB2，交流接触器 KM 的线圈得电吸合，其主触点闭合，电动机启动运行。电流互感器 TA 有感应信号输出，双向晶闸管 VS 被触发导通，起到接触器辅助触点自锁的作用。断开 SB2 后，接触器 KM 仍保持吸合，电动机 M 继续运行。

当三相交流电源中的 L3 相断路时，晶闸管失去触发信号而关断，KM 失电释放，电动机 M 的工作电源被切断，实现断相保护。如果是 L1 相或是 L2 相断路，则接触器 KM 的线圈将失去工作条件，使 KM 线圈失电释放，切失电动机电源，完成断相保护的任务。

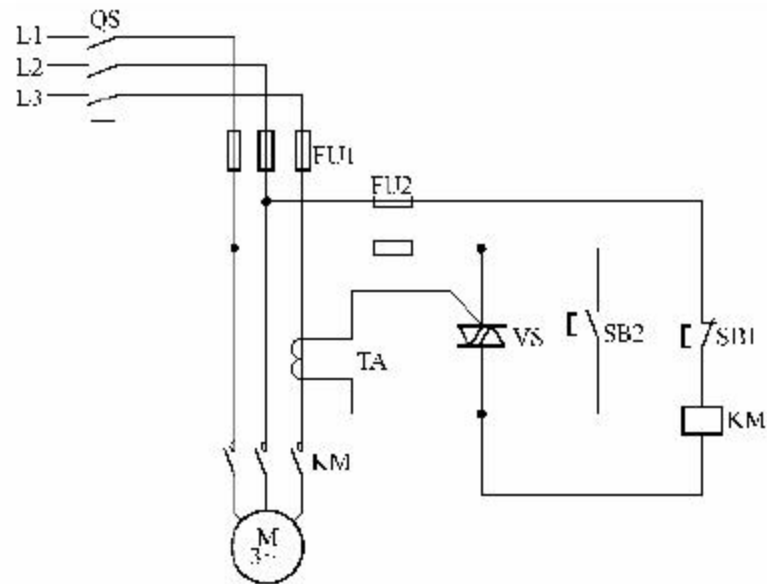


图 6-2 晶闸管断相保护电路

101. 零序电压断相保护电路

电路图

零序电压断相保护电路如图 6-3 所示。

工作原理

电容器 C1~C3 接成人为的中性点“E”。当电动机正常运行且三相电源平衡时，“E”点电位为零，变压器 T2 无输出，三极管 VT 截止，继电器 KA 不吸合，其常闭触点保持闭合，电动机正常运行。当三相电源断相或三相不平衡时，“E”点电位高于零电位，通过变压器耦合，经 VD1 整流，C5 滤波，再经稳压管 VZ、电阻 R1、电容 C6 延时加至三极管 VT 基极，使其导通，继电器 KA 得电吸合，其常闭触点断开，使 KM 失电释放，电动机 M 失电停转。

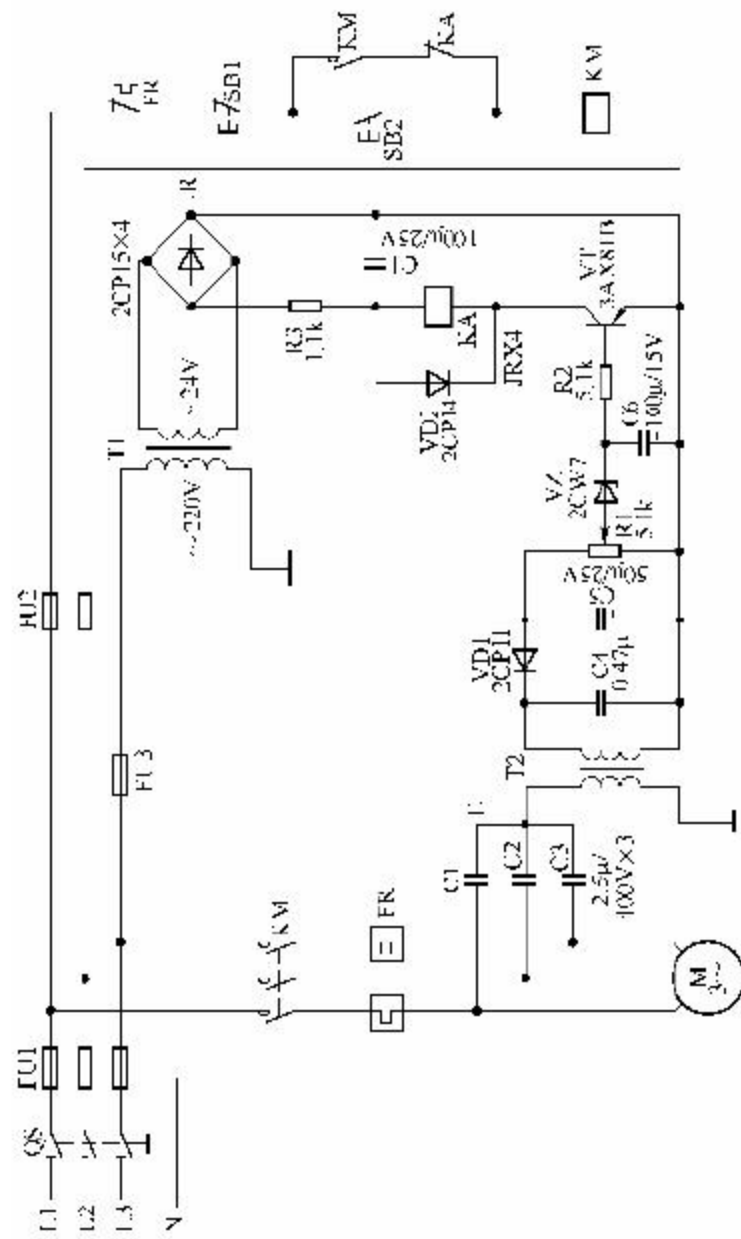


图 6-3 零序电压断相保护

102. 一种节电型零序电压断相保护电路

本例电路动作灵敏，在电动机缺相小于或等于 1s 时，继电器便会动作。该电路无论负载轻重，也无论是 Y 形接法的电动机，还是△形接法的电动机均可使用。

由于在三相电源上接入三只电容进行运行工作，电容器在低压交流电网上能起到无功功率补偿的作用，故该保护电器在正常工作时不浪费电能，相反还会提高电动机的功率因数，减少无功功率的损耗，可称是一个小型节电器。

电路图

一种节电型零序电压断相保护电路如图 6-4 所示。本电路适用于 0.1~22kW 的电动机。如换用容量更大的继电器，则可在 30kW 以上的电动机上使用。

工作原理

电容 C1~C3 接成人为的中性点“E”。当电动机运行正常和三相电源平衡时，“E”点电位为零，经 UR 整流后无电压输出，继电器 KA 不吸合，其常闭触点保持闭合，电动机正常运行。当电动机电源某一相断相时，“E”点电位升高，当达到 12V 时，KA 得电吸合，其常闭触点断开，接触器 KM 失电释放，切断电动机电源，电动机 M 停转。

103. 利用三只电流互感器和一只电流继电器作电动机断相保护电路

电路图

利用三只电流互感器和一只电流继电器作电动机断相保护电路如图 6-5 所示。

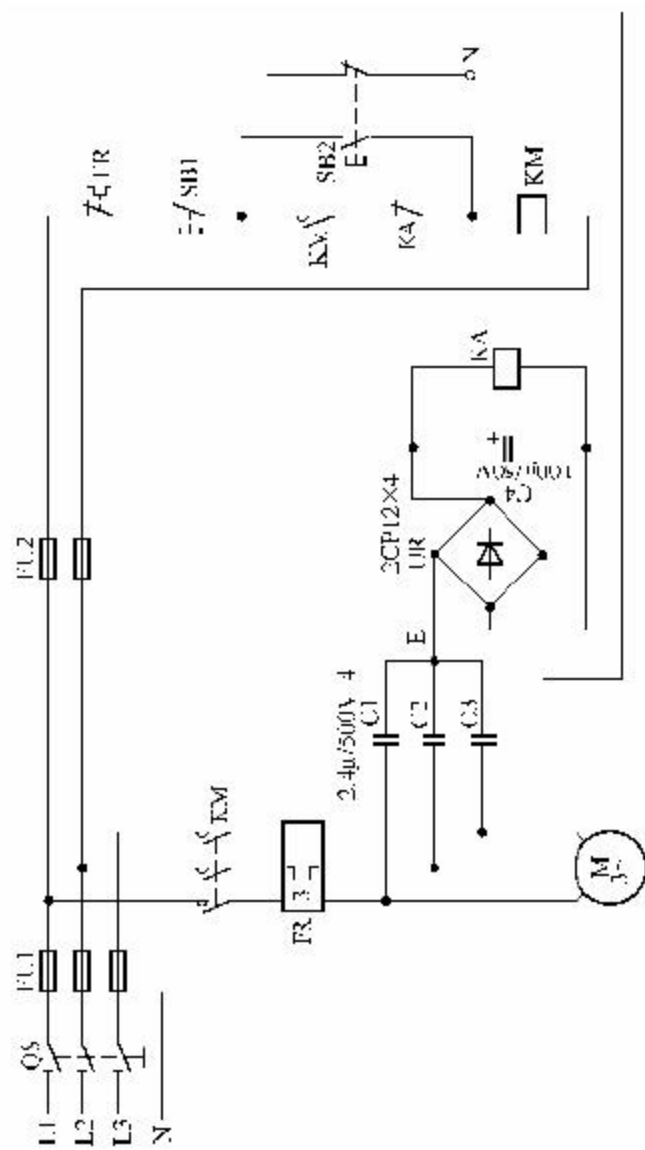


图 6-4 一种节电型零电压压断相保护电路

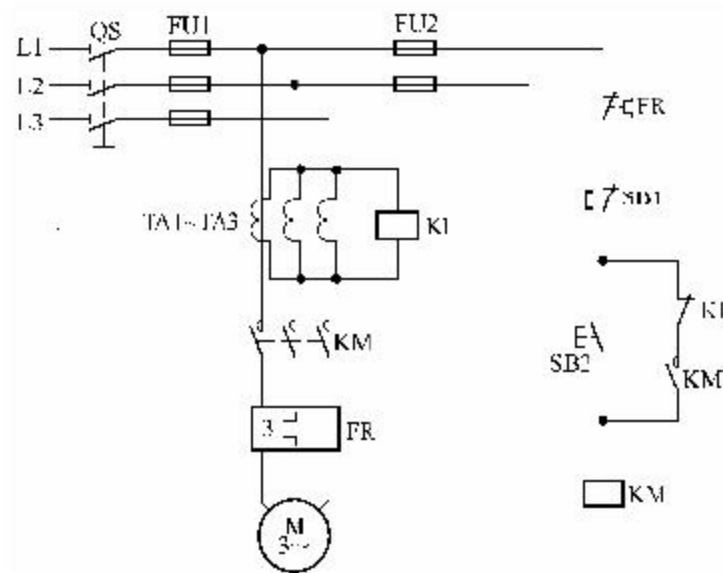


图 6-5 利用三只电流互感器和一只电流继电器作电动机断相保护电路

工作原理

将三只电流互感器 TA1~TA3 并联接在电流继电器 KI 线圈两端，KI 的常闭触点与接触器 KM 自锁触点相串联。电路工作正常时，三相电流之和为零，无电流流过 KI，其常闭触点串入接触器 KM 自锁支路，不影响电动机 M 的正常启动与运转。当三相电动机断相时，三相电流不平衡，不平衡电流流经 KI，KI 吸合动作，其常闭触点断开，使 KM 失电释放，切断电源，电动机停转。

104. 穿心式互感器与电流继电器组成的断相保护电路

电路图

穿心式互感器与电流继电器组成的断相保护电路如图 6-6 所示。

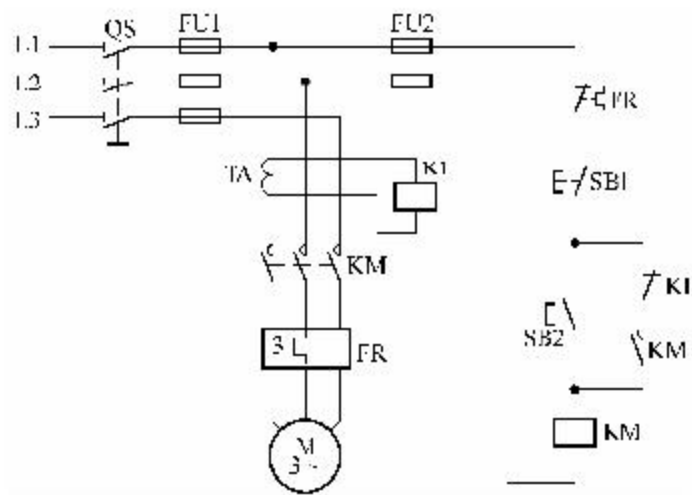


图 6-6 穿心式互感器与电流继电器组成的断相保护电路

工作原理

将电动机的三根电源线一起穿入一只穿心式互感器TA中，再将电流互感器TA与电流继电器KI连接。KI的常闭触点与接触器KM的自锁触点相串联。如果电动机断相，穿心式互感器有输出，KI动作，其常闭触点断开，KM失电释放，切断电源，电动机停转。

105. Y形接法电动机断相保护电路

电路图

图 6-7 所示是一种 Y 形接法的电动机断相跳闸装置，此电路适用于 7.5kW 以下的电动机。

工作原理

按下启动按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合并自锁，电动机启动正常运行。当三相交流电中某一相断路时，电动机的中性点出现电位差。此电压经过整流、稳压，使继电器 KA 得电吸

合，其常闭触点断开，使接触器 KM 失电释放，KM 主触点断开，电动机 M 失电停转。

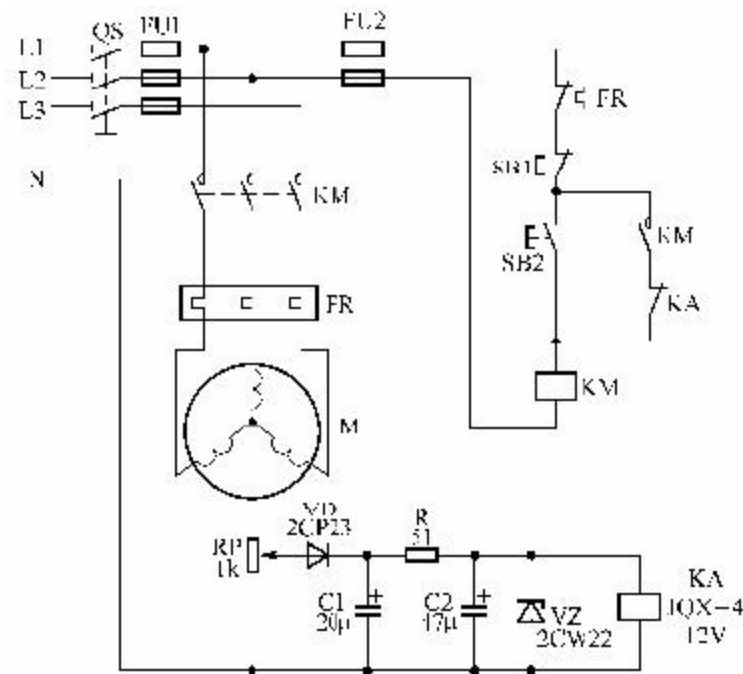


图 6-7 Y形接法电动机断相保护电路

106. Δ 形接法电动机断相保护电路

电路图

Δ 形接法电动机断相保护电路如图 6-8 所示。

工作原理

用三只电阻 $R_1 \sim R_3$ 接成一个人工的中性点，当电动机断相时，此中性点发生偏移，继电器 KA 得电吸合，继电器的常闭触点切断接触器 KM 线圈回路，KM 失电释放，电动机停转。

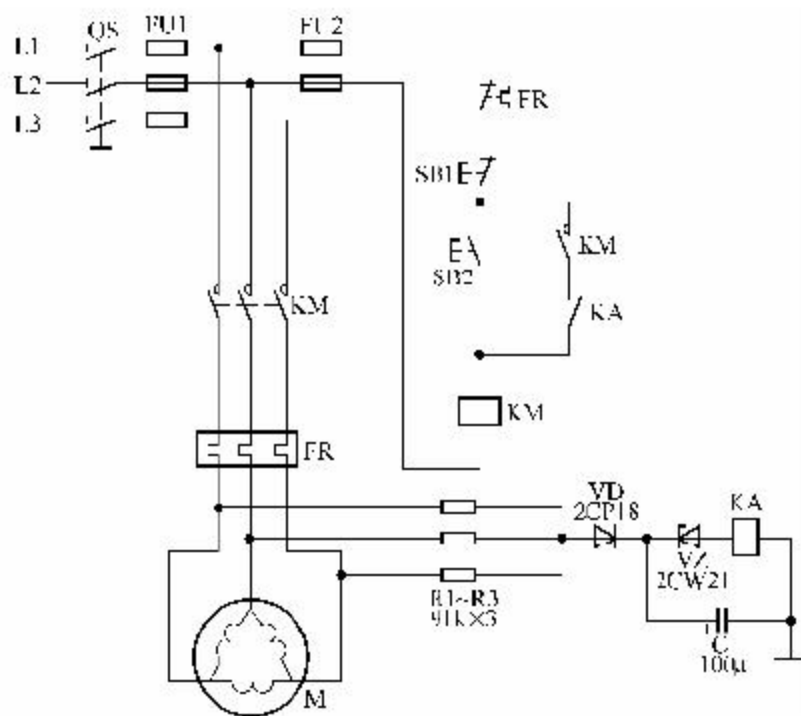


图 6-8 Δ 形接法电动机断相保护电路

107. 三极管断相保护电路

电路图

三极管断相保护电路如图 6-9 所示。

工作原理

由磁环 L1~L3、二极管 VD1~VD3、电容 C1~C3 以及三极管 VT1~VT3 组成断相故障信号取样电路。VT1~VT3 构成反相器，其输出通过二极管 VD4~VD6 相并联构成或门电路。VT4、VT5 组成三极管继电器。

当电动机工作正常时，TA1、TA2、TA3 上的感应电动势经 VD1~VD3 整流，C1~C3 滤波，使 VT1~VT3 饱和导通，其

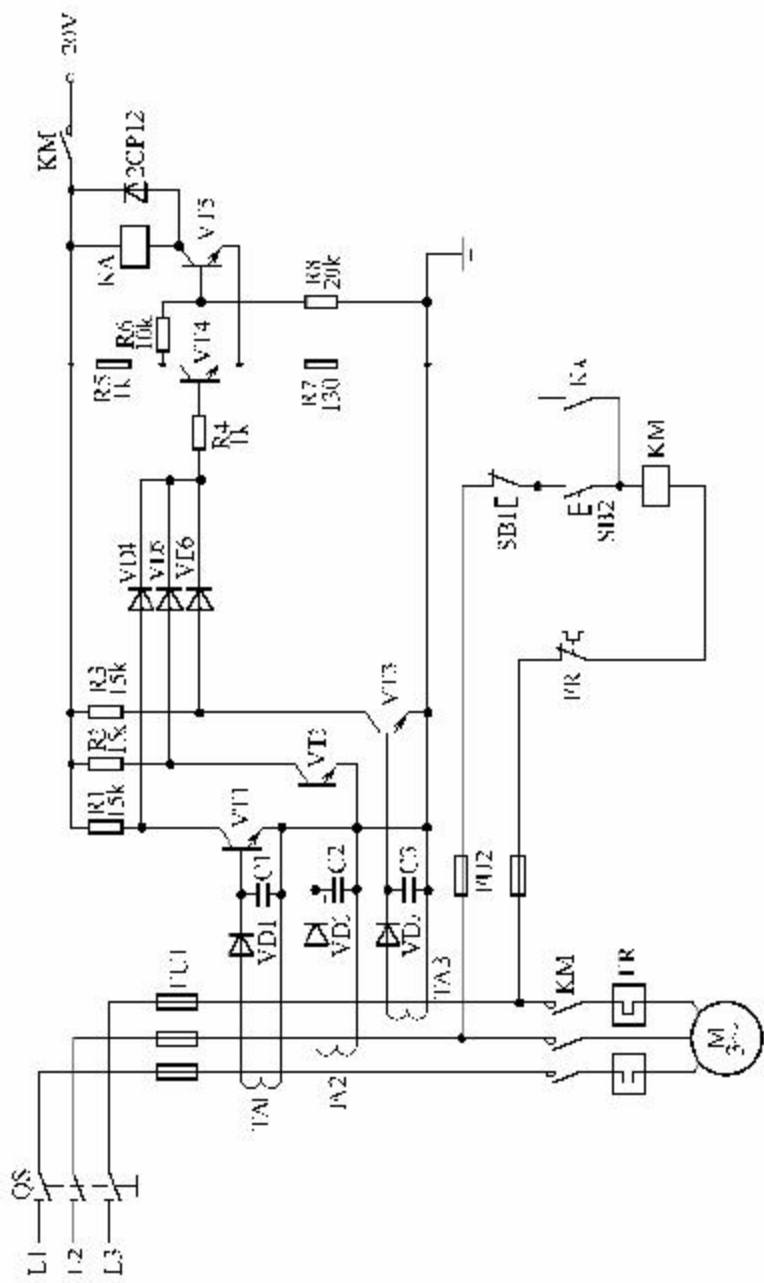


图 6-9 三极管断相保护电路

集电极输出电位为“0”。对于 VD4~VD6 组成的或门来说，输入全是低电位“0”，使其输出为低电位“0”，致使 VT4 截止、VT5 饱和导通，中间继电器 KA 得电吸合，其常开触点闭合，电动机正常运行。

当出现断相时，例如 L3 相断开，则 L3 上的感应电动势为零，使 VT3 截止，其集电极输出高电位“1”，因此或门 VD4~VD6 输出高电位“1”，导致 VT4 饱和导通，VT5 截止，KA 失电释放，其常开触点断开，使接触器 KM 失电释放，切断电动机电源，电动机 M 停转。

108. 电动机过热、进水保护电路

本例电路能杜绝电动机过热、进水事故的发生，适用于各种功率的电动机。

电路图

电动机过热、进水保护电路如图 6-10 所示。

工作原理

传感部分由开关型正温度系数热敏电阻 RT 和埋在电动机中的两根靠得很近且头部剥去绝缘的绝缘电线组成。前者是检测过热信号，后者是检测进水信号。

按下启动按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合并自锁，其主触点闭合，主电路电源接通，电动机启动运行。与此同时，变压器 T 输出电压经整流桥 UR 整流、C 滤波、IC7812 稳压后供保护电路使用。如果电动机温升正常且没有进水，热敏电阻 RT 阻值较小，传感部分中线头 1、2 不会被短接，这时电路设置成使三极管 VT 截止，晶闸管 VS 也因为没有触发信号而阻断，继电器 KA 不吸合，其常闭触点保持闭合，电动机正常运行。

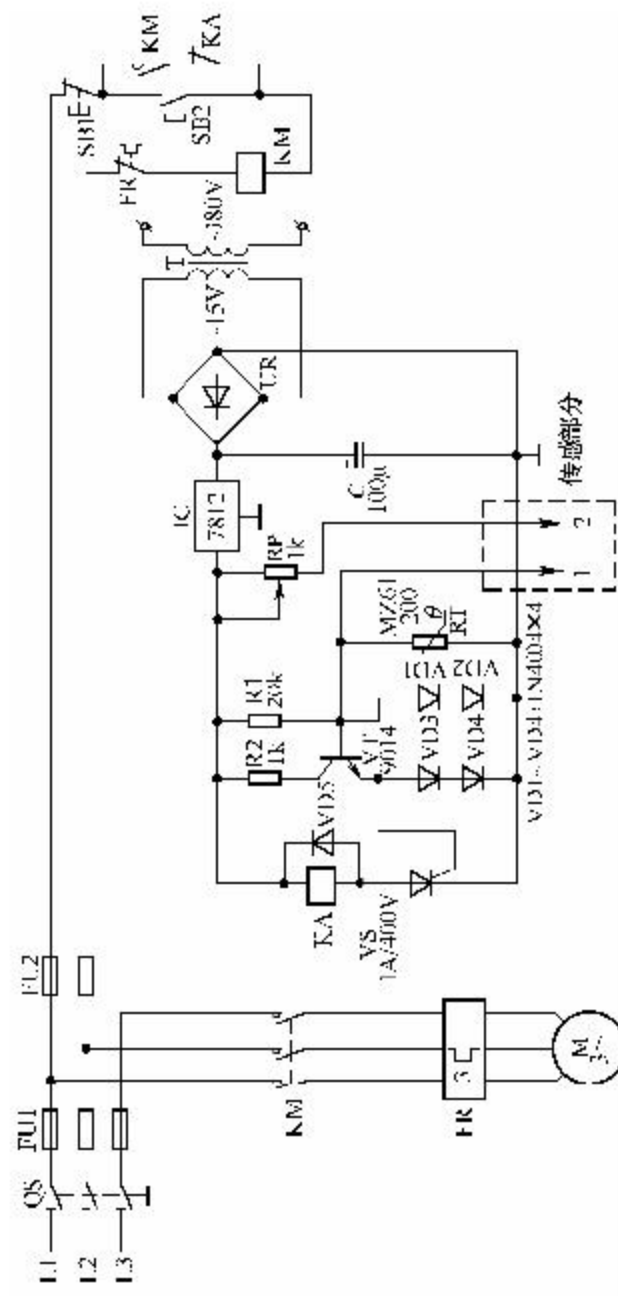


图 6-10 电动机过热、进水保护电路

倘若电动机内进水，传感部分中 1、2 线头被水短接，直流电源经电位器 RP 给 VT 提供足够的基极电流，使 VT 饱和导通，VS 被触发导通，KA 得电吸合，其常闭触点断开，接触器 KM 失电释放，其主触点断开，切断电动机电源，从而起到对电动机进水的保护作用。

如果是因断相、过载等原因引起电动机绕组温升超过允许值，则 RT 的阻值突增几百倍甚至几千倍，改变了电阻 RT 与 R1 的分压比，抬高 VT 的基极电压，使 VT 饱和导通，VS 相继导通，KA 得电吸合，KM 失电释放，从而使电动机的电源被切断，确保电动机不致过热烧毁。

电动机因进水或发热而停转后，由于 KM 失电释放，使整个保护电路也失电并恢复到起始状态，必须等到故障排除后方可再次启动。

109. 电动机综合保护电路

电路图

图 6-11 所示是一种电动机多功能保护电路，能实现过载保护、断相保护、短路保护等。

工作原理

接触器 KM 的自锁电路中串接有中间继电器 KA 的常开触点，而 KA 由三极管 VT 控制，控制 VT 的保护信号由电流互感器 TA1、TA2 和热敏电阻 RT 提供。当电动机正常工作时，VT 导通，KA 得电吸合，其常开触点闭合；当电动机出现故障时，VT 截止，KA 失电释放，其常开触点断开，使 KM 失电释放，电动机失电停转。

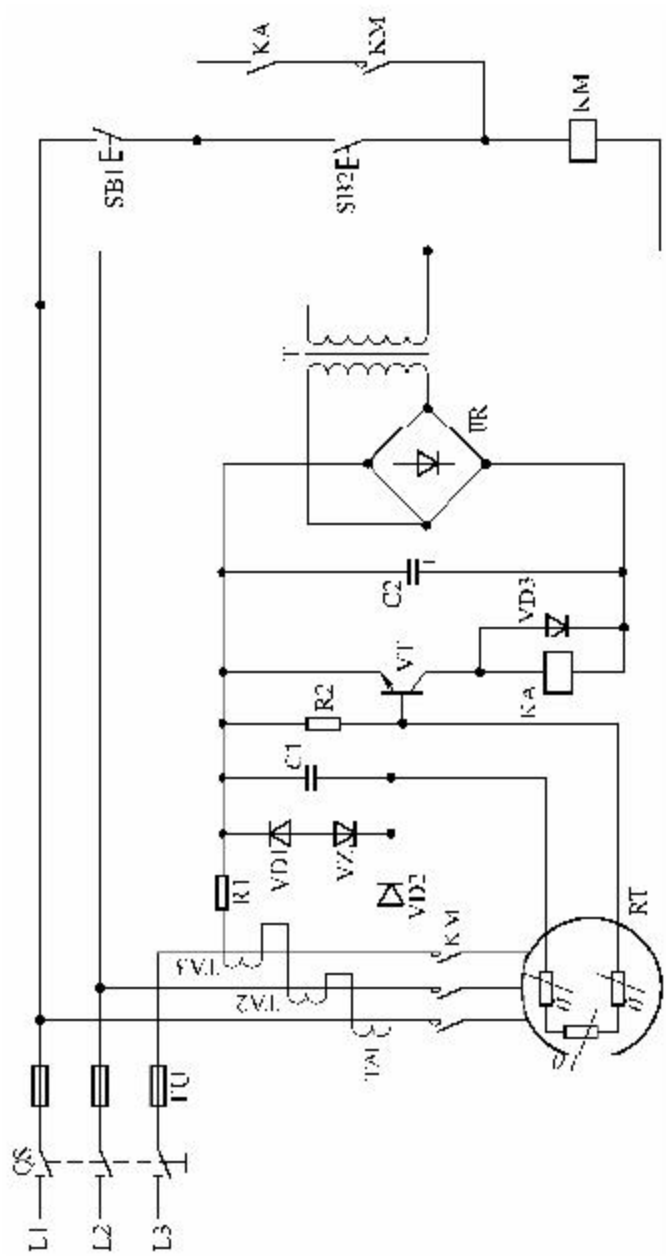


图 6-11 电动机综合保护电路

110. 工泰 GT—JDG1 电动机保护器应用电路

工泰 GT—JDG1 保护器与交流接触器组成的电动机保护电路，主要用于交流 50Hz 或 60Hz、额定电流 600A 及以下三相电动机在运行中可能出现的断相、过载、堵转、三相不平衡等故障进行保护，是热继电器的更新换代产品。

电路图

工泰 GT—JDG1 电动机保护器典型应用电路如图 6-12 (a) 所示，配合电流互感器的应用电路如图 6-12 (b) 所示。

工作原理

GT—JDG1 保护器有 16A、20A、120A、160A 和 600A 等型号。本例中采用的是 GT—JDG1—16 型保护器，由于电流小，主电路直接接至保护器主触点上。端子 A1、A2 接一只电压表，端子 95、98 内接保护器一对常闭触点，只要保护器动作，95、98 即断开，从而断开电动机电源，如图 6-12 (a) 所示。

GT—JDG1—16 型保护器如果配合电流互感器使用，则能使较小容量的 16A 保护器用来保护较大功率的电动机，电路如图 6-12 (b) 所示。

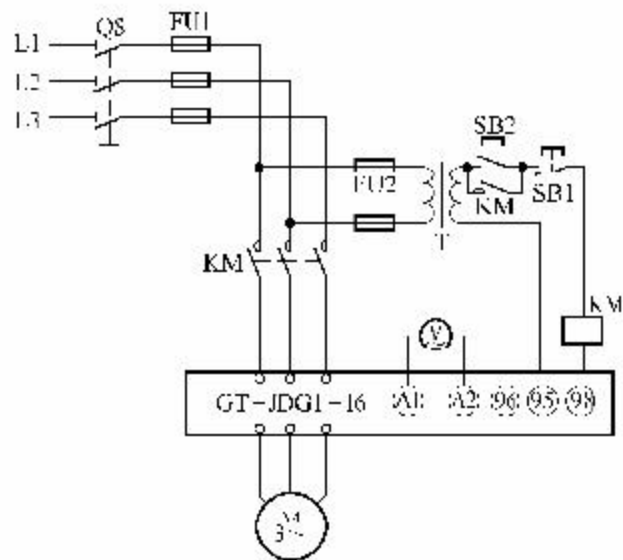
111. 新中兴 GDH—30 系列数字显示智能电动机保护器应用电路

新中兴 GDH—30 系列数字显示智能电动机保护器具有显示直观、控制精度高、保护功能齐全、工作稳定等优点，同时还具有三相电流的动态监视、三相电流不平衡度监视、最大电流值、启动时间监视等功能。

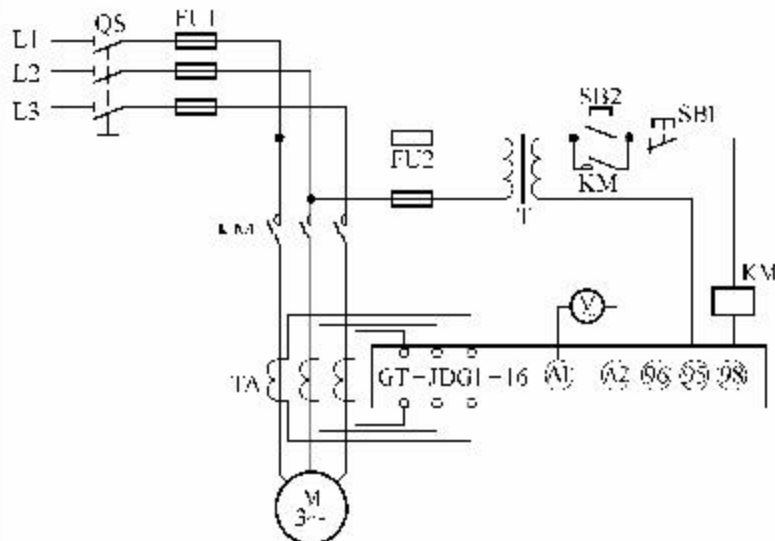
电路图

新中兴 GDH—30 系列数字显示智能电动机保护器的典型

应用电路如图 6-13 所示。



(a) 应用电路



(b) 配合电流互感器使用的应用电路

图 6-12 工泰 GT-JDG1 电动机保护器应用电路

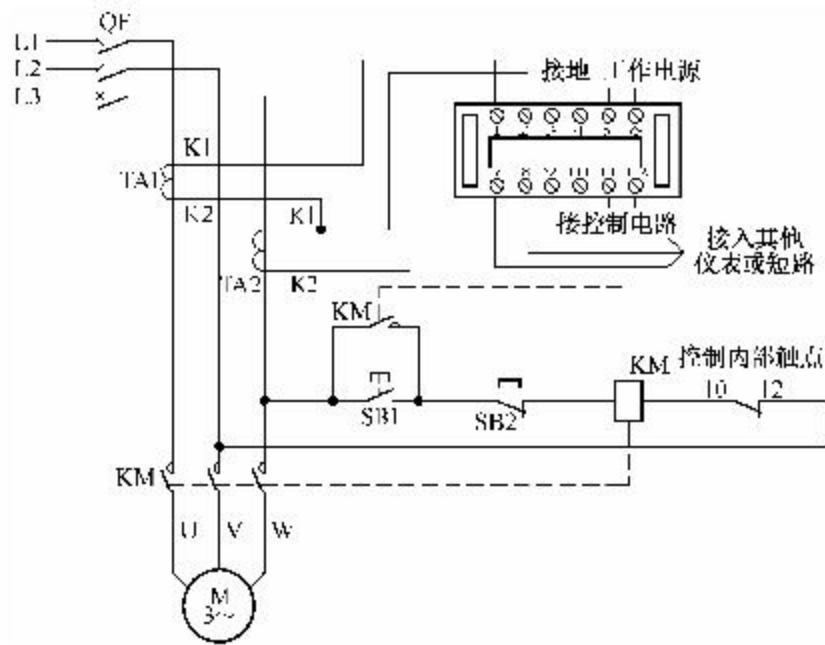


图 6-13 新中兴 GDH—30 系列数字显示智能电动机保护器应用电路

工作原理

保护器的端子 1、2、3 接电流互感器 TA1、TA2。端子 4 接地。端子 5、6 接工作电源。端子 7、8、9 可以用导线短接，也可以串接电流表。

当电路出现故障时，保护器动作，使接触器 KM 失电，从而保护电动机。

112. 普乐特 MAM—A 系列电动机微电脑保护器应用电路

普乐特 MAM—A 系列电动机微电脑保护器是以微电脑控制器为核心元件，通过高精度 CT 检测电流进行 A/D 转换后再经过微处理器进行处理和判断，从而有效地保护电动机。对过载、断相、堵转、短路、三相不平衡等具有可靠的保护

作用，同时具有可选的欠载保护功能，定时停机功能等。广泛用于机床、冶金、化工、纺织等行业电动机及其他电器的保护。

电路图

普乐特 MAM—A 系列电动机微电脑保护器的典型应用电路如图 6-14 所示。

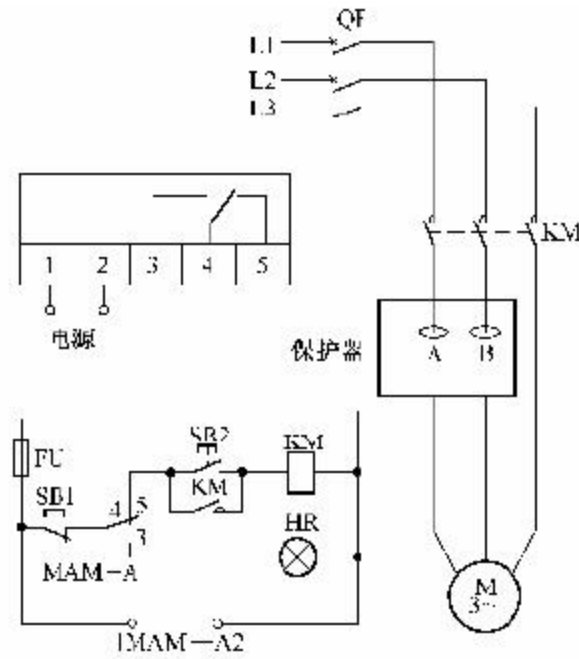


图 6-14 普乐特 MAM—A 系列电动机微电脑保护器的典型应用电路

工作原理

作保护器用时，按下 SB2 按钮，电动机启动运行，当有断相等故障发生时，保护器 4、5 间断开，3、4 间接通，电动机停转，HR 点亮。

当有定时停机功能时，按下 SB2 按钮，电动机启动运行，定时时间到，保护器 4、5 间断开 2s，电动机停转。

当有欠载功能时，电动机启动后，当保护器检测电流小于设定的欠载电流时，保护延时 10s 后，4、5 间断开，3、4 间接通，HR 点亮，电动机停转。

七、电动机调速电路

113. 双速电动机定子绕组的连接方式

在有些机床中，如 T68 型镗床和 M1432A 型万能外圆磨床的主轴，为了得到较宽的调速范围，采用了双速电动机来传动，有的机床还采用了 3 速和 4 速电动机。

电路图

双速电动机是采用改变极对数来改变电动机的转速。双速电动机定子绕组的连接方式如图 7-1 所示。

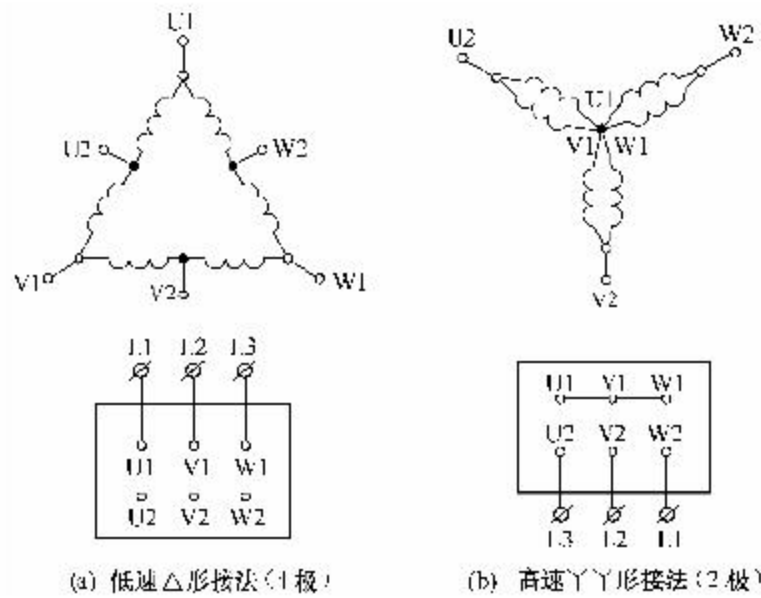


图 7-1 双速电动机定子绕组的连接方式

工作原理

图中，电动机的三相定子绕组接成 Δ 形，3个绕组的3个连接点接出3个出线端U1、V1、W1，每相绕组的中点各接出一个出线端U2、V2、W2共有6个出线端。改变这6个出线端与电源的连接方式就可得到两种不同的转速。要使电动机低速工作时，只需将三相电源接至电动机定子绕组 Δ 形连接顶点的出线端U1、V1、W1上，其余3个出线端U2、V2、W2空着不接，此时电动机定子绕组接成 Δ 形，如图7-1(a)所示，极数为4极，同步转速为1500r/min。

若要电动机高速工作时，把电动机定子绕组的3个出线端U1、V1、W1连接在一起，电源接到U2、V2、W23个出线端上，这时电动机定子绕组接成YY形连接，如图7-1(b)所示。此时极数为2极，同步转速为3000r/min。必须注意，从一种接法改为另一种接法时，为了保证旋转方向不变，应把电源相序反过来。双速电动机高速运转时的转速接近低速时的两倍。

114. 接触器控制的双速电动机调速电路

电路图

接触器控制的双速电动机调速电路如图7-2所示。

工作原理

低速控制时，先合上电源开关QS，然后按下启动按钮SB2，接触器KM1得电吸合，其主触点闭合，电动机M接成 Δ 形低速启动运转。

高速控制时，按下高速启动按钮SB3，接触器KM1失电释放，接触器KM3和KM2同时得电吸合，KM3主触点闭合，将电动机M的定子绕组U1、V1、W1并接，KM2主触点闭合，将三相电源通入电动机定子绕组的U2、V2、W2端，电动机接

成YY形高速运转。

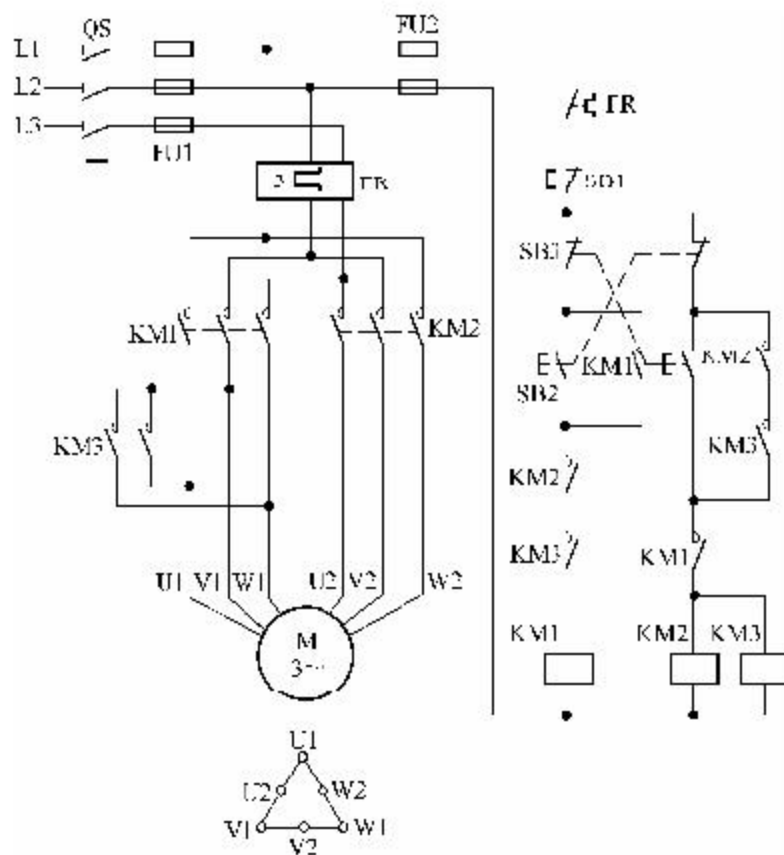


图 7-2 接触器控制的双速电动机调速电路

115. 时间继电器控制的双速电动机自动加速电路

有时为了降低高速运转时的能耗，启动时电动机先按 Δ 形连接低速启动，然后自动地转为YY形连接高速运行。这个过程可以用时间继电器来控制。

电路图

时间继电器控制的双速电动机自动加速电路如图 7-3 所示。

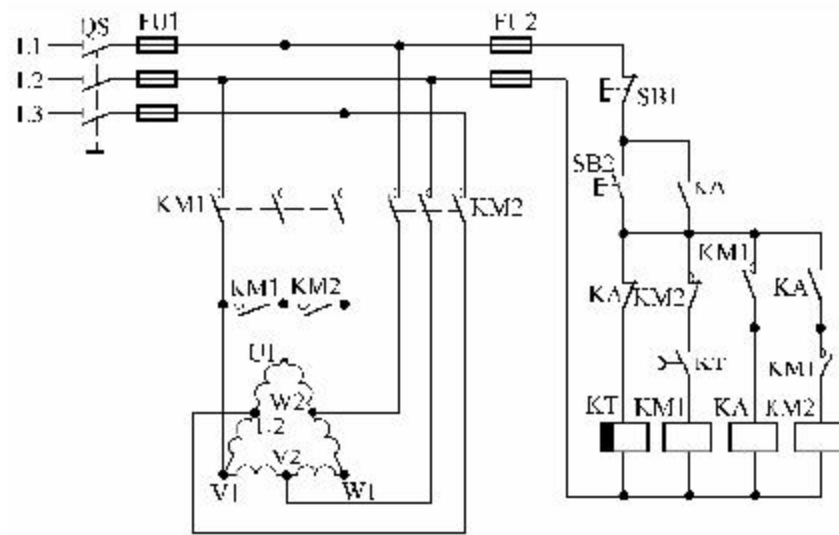


图 7-3 时间继电器控制的双速电动机自动加速电路

工作原理

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，失电时间继电器 KT 得电吸合，其瞬时动作延时断开的触点闭合，接触器 KM1 得电吸合，其主触点闭合，电动机定子绕组接成 Δ 形启动。KM1 常开触点闭合，中间继电器 KA 得电吸合并自锁。KA 的常闭触点断开，时间继电器 KT 失电。经延时，时间继电器 KT 延时断开的触点断开，接触器 KM1 失电释放，其主触点断开，解除 Δ 形连接。同时由于 KM1 常闭触点的闭合，接触器 KM2 得电吸合，其主触点闭合，电动机自动从 Δ 形改变成 YY 形运行，完成自动加速过程。

116. 三速笼型电动机定子绕组的连接方式

三速笼型电动机定子绕组的结构与双速笼型电动机不同，其定子绕组有两套绕组 10 个线端，改变这 10 个线端与电源的

连接方式，就可得到 3 种不同的转速。

电路图

三速笼型电动机定子绕组的连接方式如图 7-4 所示。

工作原理

要使电动机低速工作时，只需将三相电源接至 U1、V1、W1，并将 W1 和 U3 出线端并头，其余 6 个出线端空着不接，电动机定子绕组接成 Δ 形低速运转，如图 7-4 (b) 所示。

若要电动机中速工作，只要将三相电源接至 U4、V4、W4 的出线端，而将其余 7 个出线端空着不接，电动机定子绕组接成 Y 形以中速运转，如图 7-4 (c) 所示。

若将三相电源接至 U2、V2、W2 出线端，而将 U1、V1、W1 和 U3 并头，其余 3 个出线端空着不接，则电动机定子绕组接成 YY 形高速运转，如图 7-4 (d) 所示。

图中，W1 和 U3 出线端分开的目的是当电动机定子绕组接成 Y 形中速工作时，不会在 Δ 形接法的定子绕组中产生感应电流。

117. 接触器控制的三速笼型电动机调速电路

电路图

图 7-5 所示是接触器控制的三速笼型电动机调速电路。

工作原理

按下任何一个速度启动控制按钮 (SB2 为低速、SB3 为中速、SB4 为高速按钮)，对应的接触器线圈得电，其自锁和互锁触点动作，完成对本线圈的自锁和对另外接触器线圈的互锁。主电路对应的主触点闭合，实现对电动机定子绕组对应的接法，使电动机工作在选定的转速下。在该线路中，要从任何一种速度转换到另一种速度，必须先按下停止按钮，否则由于互锁，按钮将不起作用。

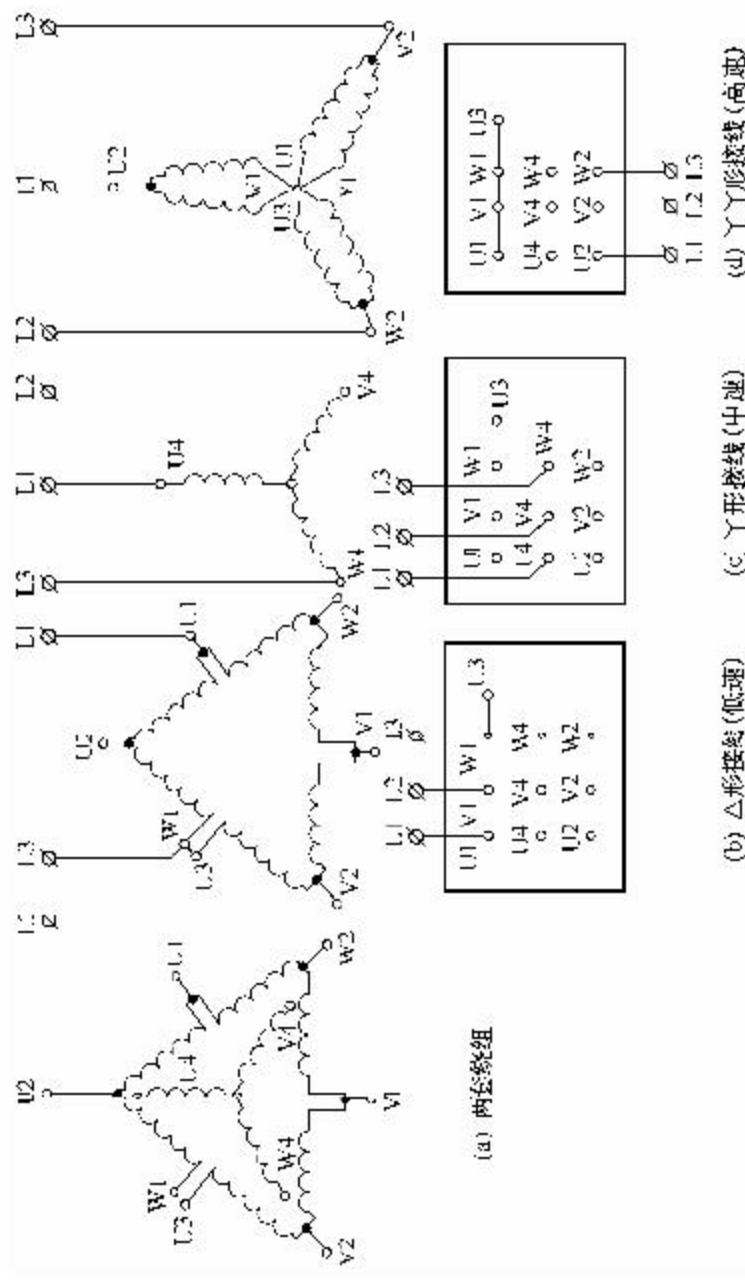


图 7-4 三速笼型电动机定子绕组的连接方式图

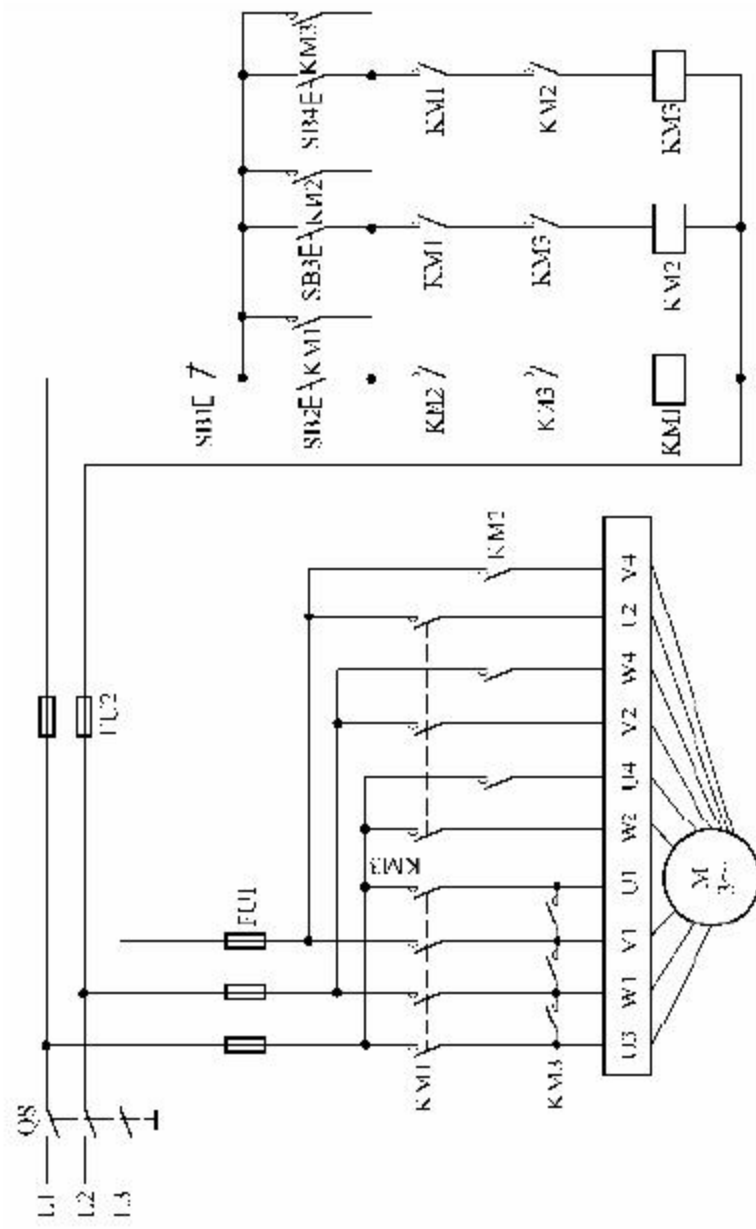


图 7-5 接触器控制的三速笼型电动机调速电路

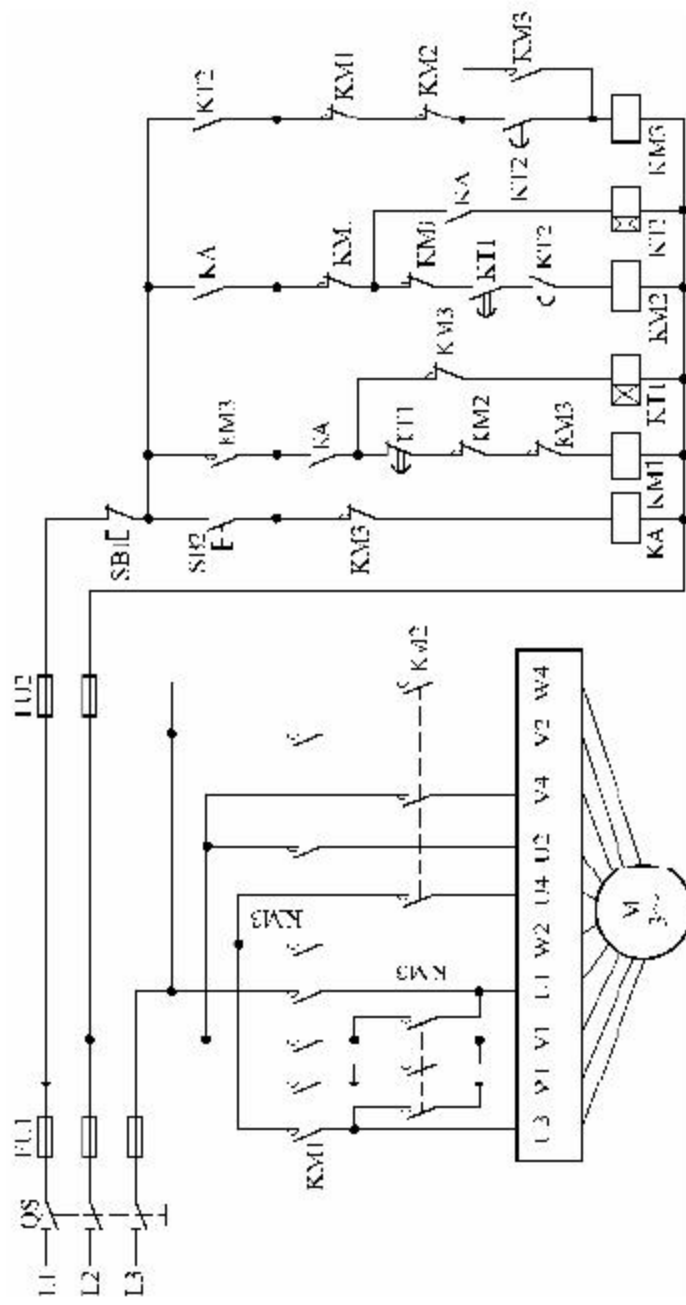


图 7-6 时间继电器控制的三速电动机自动加速电路

119. 单相感应电动机无级调速电路

电路图

单相感应电动机无级调速电路如图 7-7 所示。

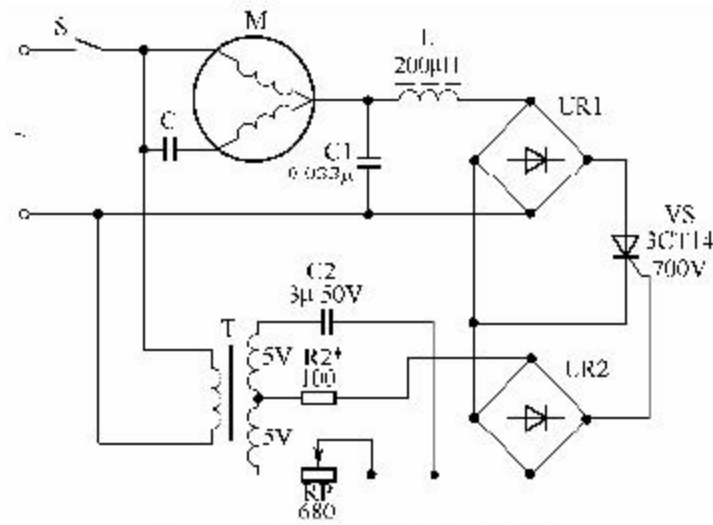


图 7-7 单相感应电动机无级调速电路

工作原理

图中，C2 和 RP 组成阻容移相桥，调节 RP，便可改变移相电桥输出的交流电压的相位，经整流桥 UR2 加在 VS 控制极上，控制 VS 的导通角，从而改变电动机 M 的工作电压，实现无级调速。

120. 具有遥控设定箱的变频器调速电路

电路图

具有遥控设定箱的变频器调速电路如图 7-8 所示。它适于

变频器不能就地操作或无法实现集中控制时采用。

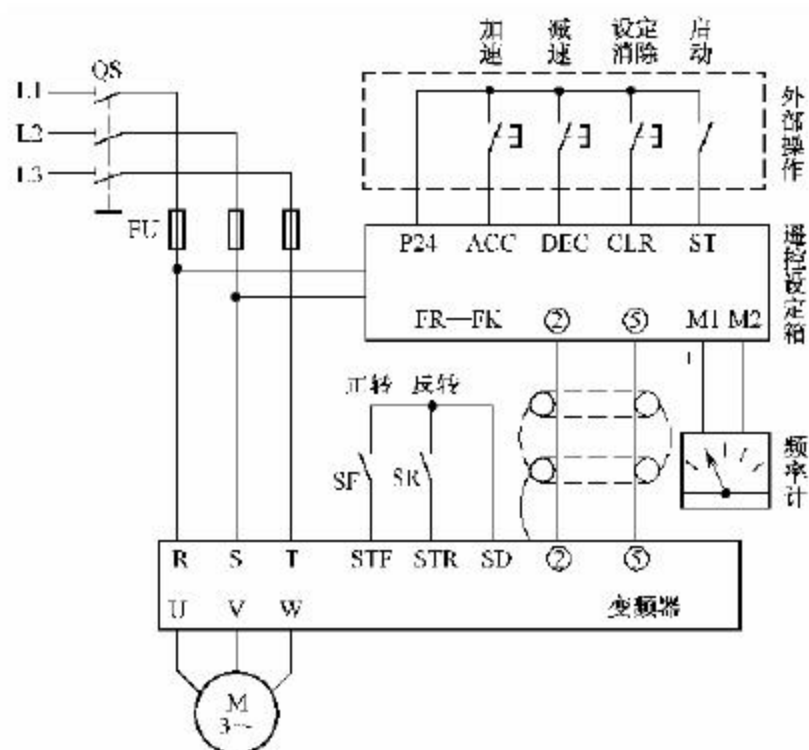


图 7-8 具有遥控设定箱的变频器调速电路

工作原理

图中，FR—FK 为遥控设定箱。遥控设定箱外接加速、减速、设定消除 3 个按钮和 1 个启动开关。操作时先合上启动开关，然后根据需要按动其他按钮。变频器不仅可调速，而且可换向，如图所示，将 SF 合上时，电动机 M 正转；扳下 SF，合上 SR 开关，电动机 M 反转。

FR—FK 的 M1、M2 端子用来连接频率计。其②、⑤端与变频器的②、⑤端用屏蔽线相连。

121. 具有三速设定操作箱的变频器调速电路

电路图

具有三速设定操作箱的变频器调速电路如图 7-9 所示。它适于抛光、研磨、搅拌、脱水、离心、甩干、清洗等机械设备在需要多段速度的工序中采用。

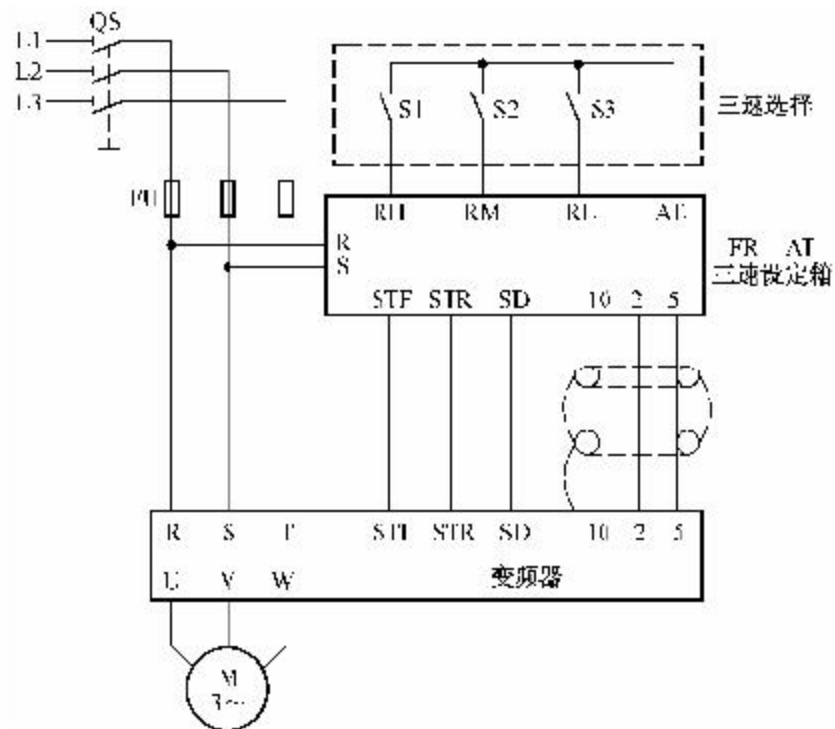


图 7-9 具有三速设定操作箱的变频器调速电路

工作原理

图中 FR—AT 为三速设定操作箱，它与变频器之间需用屏蔽线连接。通过 S1、S2、S3 三个手动开关控制，可以实现三速选择。

122. 有正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路

对于有正反转功能的变频器，可以采用继电器来构成正转、反转、外接信号。

电路图

有正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路如图 7-10 所示。

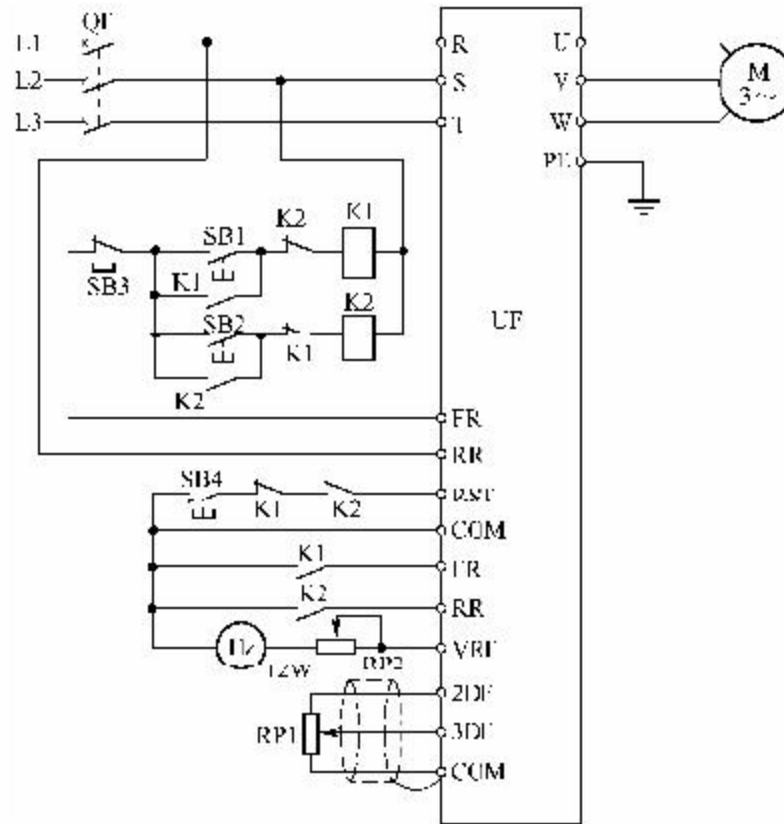


图 7-10 有正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路

工作原理

正转时，按下按钮 SB1，继电器 K1 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，FR—COM 连接，电动机正转运行；停止时，按下按钮 SB3，K1 失电释放，电动机停止。

反转时，按下按钮 SB2，继电器 K2 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，RR—COM 连接，电动机反转运行；停止时，按下按钮 SB3，K2 失电释放，电动机停止。

事故停机或正常停机时，复位端子 RST—COM 断开，发出报警信号。按下复位按钮 SB4，使 RST—COM 连接，报警解除。

图中，Hz 为频率表，RP1 为 2W、1k Ω 线绕式频率给定电位器。RP2 为 12W、10k Ω 校正电阻，构成频率调整回路。

123. 无正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路

有些变频器无正反转功能，只能使电动机向一个方向旋转，这时采用本例电路可实现电动机正反转运行。

电路图

无正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路如图 7-11 所示。

工作原理

正转时，按下按钮 SB1，中间继电器 K1 得电吸合并自锁，其两副常开触点闭合，IRF—COM 接通，同时时间继电器 KT 得电进入延时工作状态，待延时结束后，KT 延时闭合触点动作，使交流接触器 KM1 得电吸合并自锁，电动机正转运行。

欲要使 M 反转，在 IRF—COM 接通后，变频器 UF 开始

运行，其输出频率按预置的升速时间上升至与给定相对应的数值。当按下停止按钮 SB3 后，K1 失电释放，IRF—COM 断开，变频器 UF 输出频率按预置频率下降至 0，M 停转。按下反转按钮 SB2，则反转继电器 K2 得电吸合，使接触器 KM2 吸合，电动机反转运行。

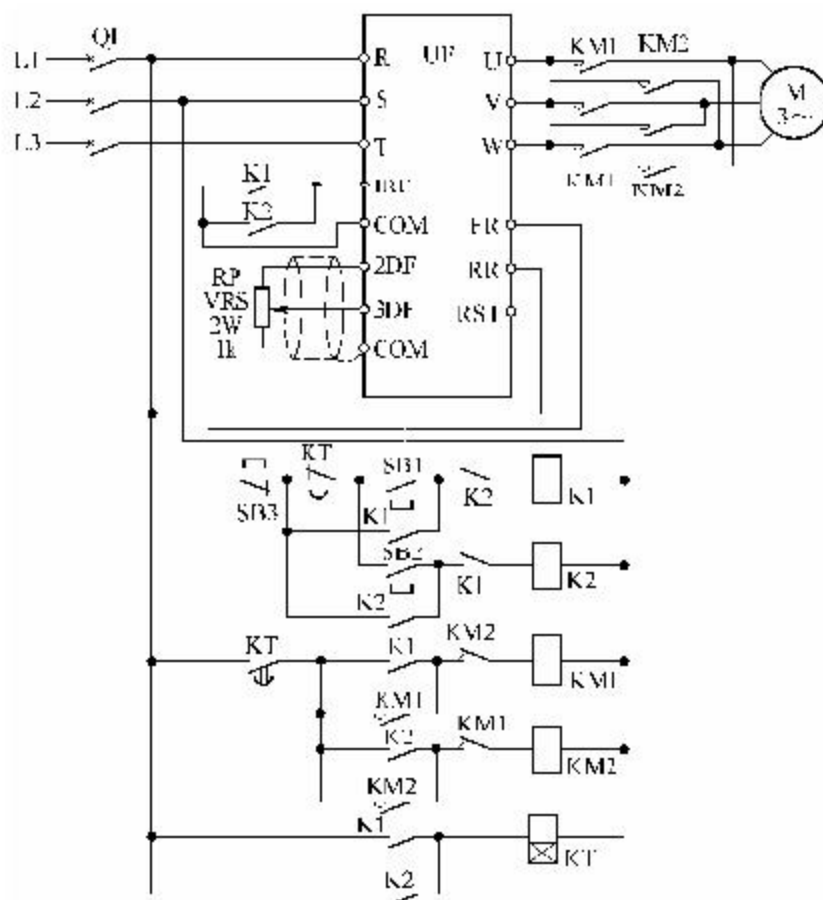


图 7-11 无正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路

为了防止误操作，K1、K2 互锁。

RP 为频率给定电位器，需用屏蔽线连接。时间继电器 KT

的整定时间要超过电动机停止时间或变频器的减速时间。在正转或反转运行中，不可关断接触器 KM1 或 KM2。

124. JD1A 型电磁调速控制器电路

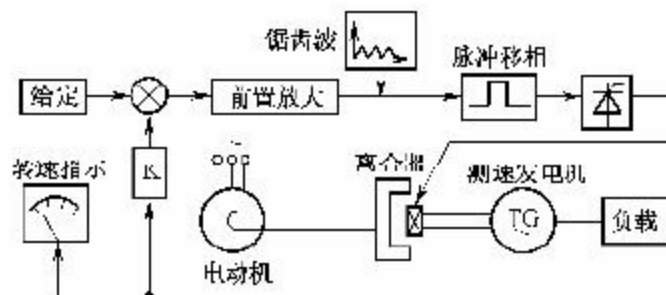
电磁调速控制器用于电磁调速电动机（又称滑差电动机，简称滑差电机）的速度控制，实现恒转矩无级调速。

电路图

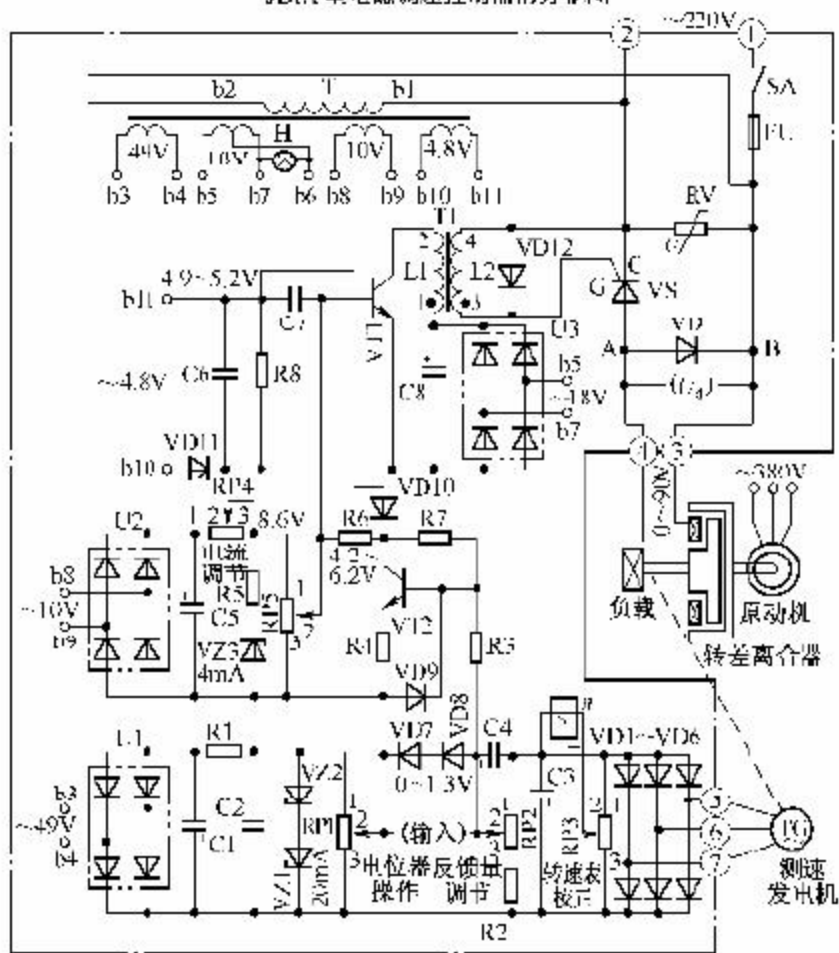
图 7-12 所示为常用的 JD1A 型电磁调速控制器的电气原理图。

工作原理

JD1A 型电磁调速控制器由速度调节器、移相触发器、晶闸管整流电路及速度负反馈等环节所组成。速度指令信号电压和速度负反馈信号电压比较后，其差值信号被送入速度调节器进行放大，放大后的信号电压与锯齿波相叠加，控制了三极管的导通时间，产生了随着差值信号电压改变而移动的脉冲，从而控制了晶闸管的导通角，使滑差离合器的励磁电流得到了控制，即滑差离合器的转速随着励磁电流的改变而改变。由于速度负反馈的作用，故使滑差转速电动机实现恒转矩无级调速。



JD1A 型电磁调速控制器的方框图



JD1A 型电磁调速控制器的电路图

图 7-12 JD1A 型电磁调速控制器的电气原理图

八、直流电动机控制电路

125. 并励直流电动机单向运转启动电路

电路图

并励直流电动机单向运转启动电路如图 8-1 所示。

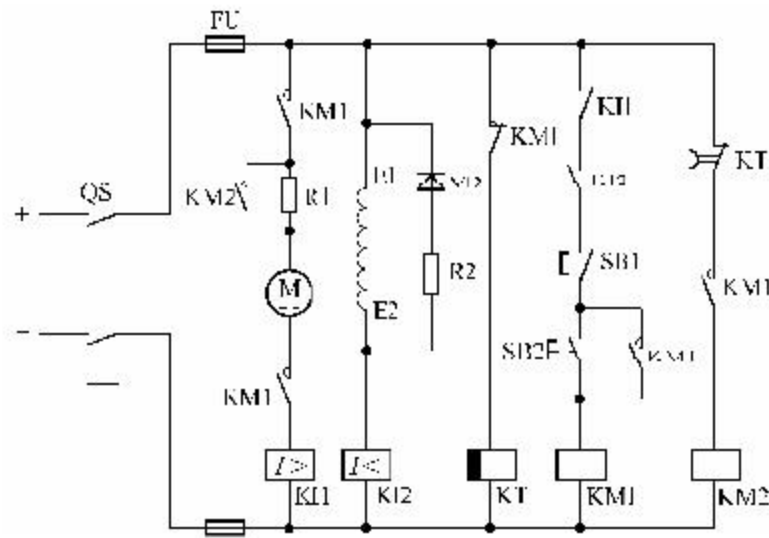


图 8-1 并励直流电动机单向运转启动电路

工作原理

图中，KI1 为过电流继电器，对电动机进行过载和短路保护；KI2 为欠电流继电器，作励磁绕组失磁保护，以免励磁绕组因断线或接触不良引起“飞车”而发生事故；电阻 R2 为电动机停转时，励磁绕组的放电电阻；VD 为截流二极管，使励

磁绕组正常工作时，电阻 R2 上没有电流流入。

启动时合上电源开关 QS，励磁绕组得电励磁，时间继电器 KT 得电，欠电流继电器 KI2 得电，KI2 常开触点闭合，然后按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M 串电阻 R1 启动。KM1 的常闭触点断开，时间继电器 KT 失电释放，经过一段时间，KT 延时闭合的触点闭合，接触器 KM2 得电吸合，KM2 常开触点闭合将电阻 R1 短接，电动机正常运行。

126. 并励直流电动机正反转控制电路

并励直流电动机常采用电枢反接法来实现正反转，这种方法是保持磁场方向不变而改变电枢电流的方向，使电动机反转。

电路图

并励直流电动机正反转控制电路如图 8-2 所示。

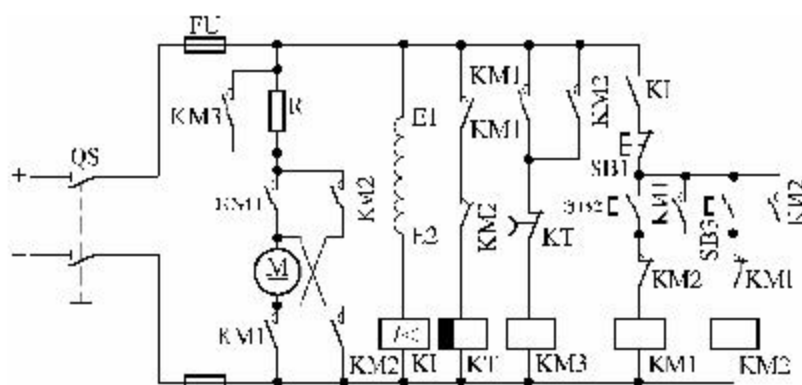


图 8-2 并励直流电动机正反转控制电路

工作原理

合上开关 QS，通入直流电源，励磁绕组得电，欠电流继电器 KI 得电吸合。启动时按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电

吸合并自锁，电动机正转。

若要反转，则需先按下停止按钮 SB1，使 KM1 失电，这时再按下反转按钮 SB3，接触器 KM2 得电吸合并自锁，使电枢电流反向，电动机反转。

127. 串励直流电动机正反转控制电路

串励直流电动机常采用磁场反接法来实现正反转，该方法是保持电枢电流方向不变而改变励磁电流方向使电动机反转，内燃机车和电力机车的反转均采用此法。

电路图

串励直流电动机正反转控制电路如图 8-3 所示。

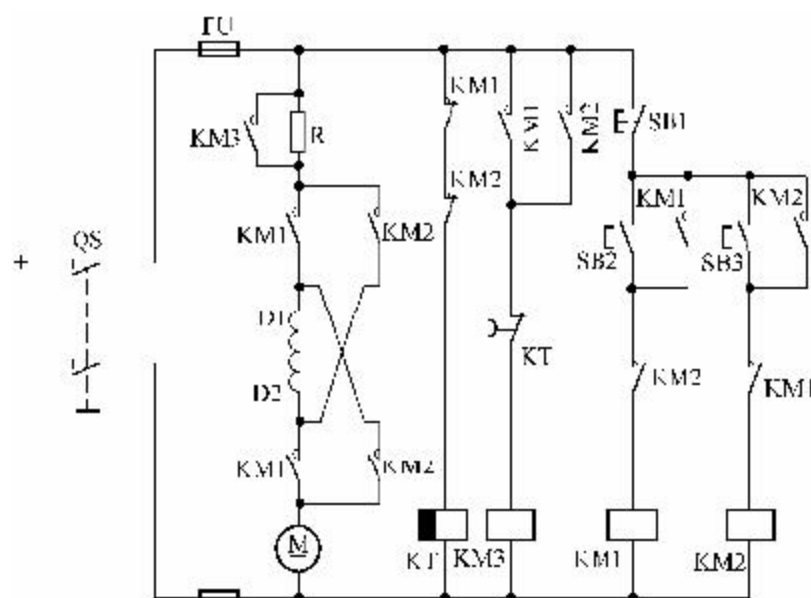


图 8-3 串励直流电动机正反转控制电路

工作原理

启动时合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB2，接触器 KM1

得电吸合并自锁，其主触点闭合，励磁绕组电流从 D1 端流向 D2 端，电动机启动正转。

若要反转，则先按下停止按钮 SB1，使接触器 KM1 失电释放后，再按下反转按钮 SB3，接触器 KM2 得电吸合并自锁，其主触点闭合，励磁绕组电流从 D2 端流向 D1 端，电动机反转。

128. 并励直流电动机单向运转能耗制动电路

电路图

并励直流电动机单向运转能耗制动电路如图 8-4 所示。

工作原理

启动时合上电源开关 QS，励磁绕组得电励磁，欠电流继电器 KI 得电吸合，其常开触点闭合；同时时间继电器 KT1 和 KT2 得电吸合，KT1 和 KT2 常闭触点瞬时断开，保证启动电阻 R1 和 R2 串入电枢回路中启动。

按下启动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其常开触点闭合，电动机 M 串 R1 和 R2 电阻启动。KM1 两副常闭触点分别断开 KT1、KT2 和中间继电器 KA 线圈回路；经过一定的整定时间，KT1 和 KT2 的常闭触点先后延时闭合，接触器 KM3 和 KM4 先后得电吸合，启动电阻 R1 和 R2 被短接，电动机正常运行。

停止电动机运转作能耗制动时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM1 失电释放，KM1 常开触点断开，使电枢回路失电。由于惯性运转的电枢切割磁力线（励磁绕组仍接在电源上），在电枢绕组中产生感应电动势，使并联在电枢两端的中间继电器 KA 得电吸合，KA 常开触点闭合，接触器 KM2 得电吸合，KM2 常开触点闭合，接通制动电阻 RB 回路；这时电枢的感应电流方向与原来方向相反，电枢产生的电磁转矩与原来反向而成为

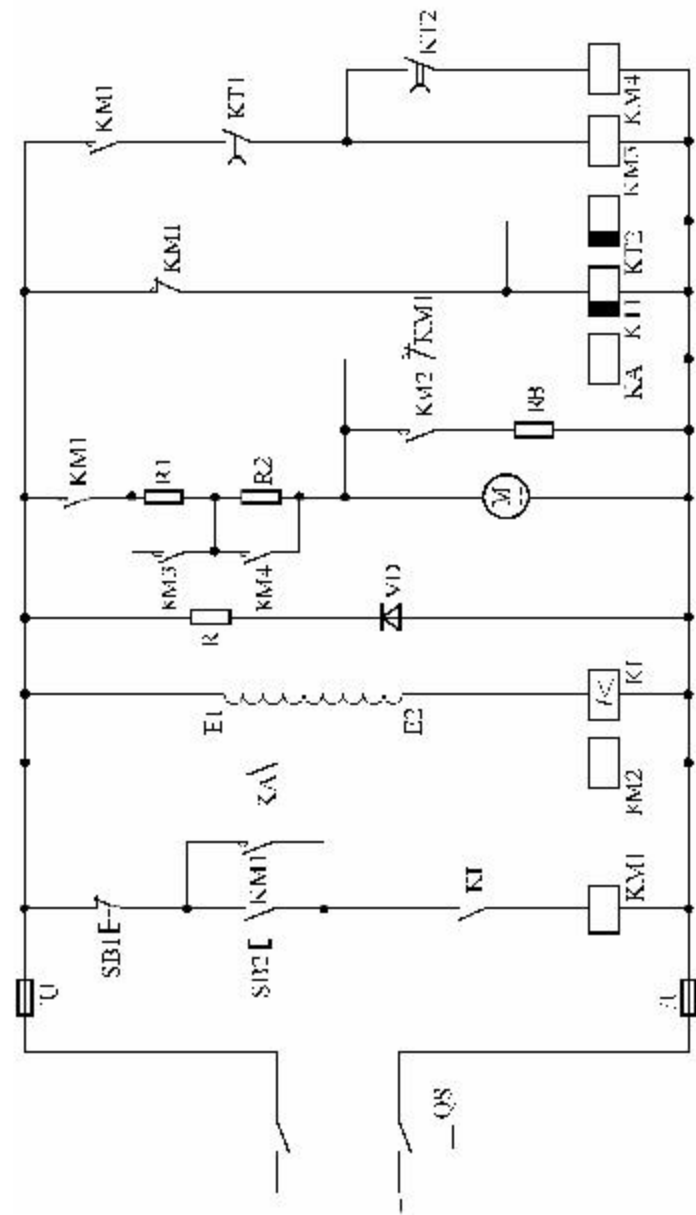


图 8-4 并励直流电动机单向运转能耗制动电路

制动转矩，使电枢迅速停转。

当电动机转速降低到一定值时，电枢绕组的感应电动势也降低，中间继电器 KA 释放，接触器 KM2 线圈和制动回路先后断开，能耗制动结束。

129. 并励直流电动机正反向运转能耗制动电路

电路图

并励直流电动机正反向启动和能耗制动电路如图 8-5 所示。

工作原理

图中，KAL 和 KAR 为电压继电器，在正反向能耗制动中作接通 RB 能耗制动回路用。KA3 为欠电压继电器，起零位保护作用，只有当主令开关 SA 扳到“0”位置，即启动电阻 R1 和 R2 串入电枢电路中，电动机才能启动。主令开关 SA 可控制五条控制线路，左和右各可扳动三挡位置，以便实行正反转控制。扳到某挡位置，上面有“·”的这条控制线路就接通。

启动前先将主令开关 SA 扳到“0”位置，只有 SA1 接通，然后合上断路器 QF，欠电流继电器 KA2 线圈得电吸合，KA2 常开触点闭合；同时时间继电器 KT1 得电吸合，KT1 常闭触点瞬时断开；欠压继电器 KA3 通过主令开关 SA1 得电吸合，KA3 常开触点闭合自锁。将 SA 扳到左面“1”位置时，SA2 触点接通，接触器 KML 和 KM1 先后得电吸合，电动机串电阻 R1 和 R2 启动正转，并联在 R1 两端的 KT2 得电吸合，KT2 常闭触点瞬时断开。KML 的常闭触点断开，KT1 失电释放。随着电动机转速的升高，反电动势也升高，通过 KML 常开触点并联在电枢两端的电压继电器 KAL 吸合，KAL 常开触点闭合为能耗制动作准备。经过一定整定时间，KT1 常闭触点延时闭合，并将 SA 扳到左“2”位置，SA2 和 SA4 接通，接触器 KM2 得电

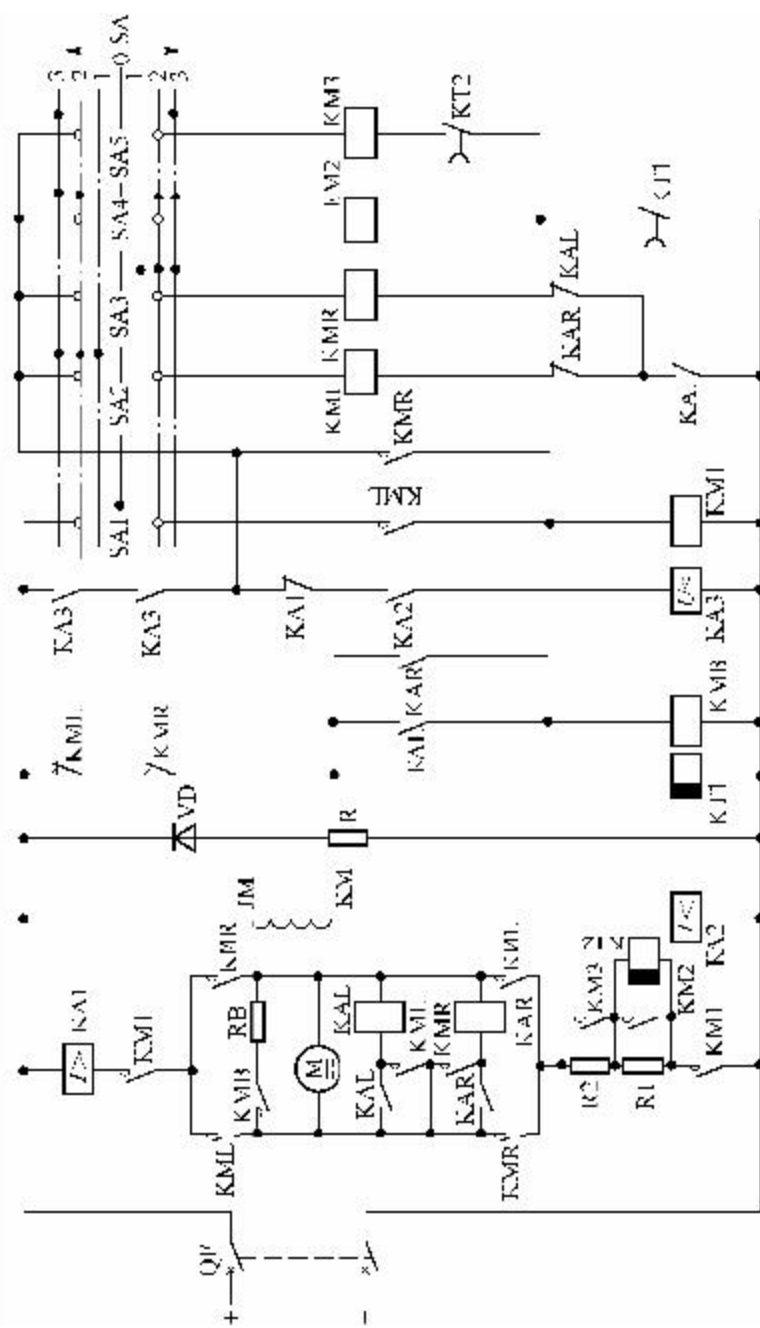


图 8-5 并励直流电动机正反向运转能耗制动电路

吸合, KM2 常开触点闭合短接电阻 R1, 电动机加速, 同时 KT2 也被短路, 经过一定的整定时间, KT2 常闭触点延时闭合, 并将 SA 扳到左“3”位置, SA2、SA4 和 SA5 接通, 接触器 KM3 得电吸合, KM3 常开触点闭合短接电阻 R2, 电动机正转启动结束。

停止电动机运转作能耗制动时, 将主令开关 SA 扳到“0”位置, 接触器 KM1、KML 和 KM3 均失电, 此时电动机 M 惯性运转, 电压继电器 KAL 由于反电动势作用仍吸合, KAL 常开触点仍闭合, 故接触器 KMB 得电吸合, KMB 常开触点闭合, 接通 RB 能耗制动回路, 电动机 M 能耗制动, 使电枢迅速停转。当电动机转速接近于“0”时, 电压继电器 KAL 释放, 使接触器 KMB 也释放, 能耗制动结束。

反向启动及能耗制动的工作原理与上述相似, 这里不再赘述。

130. 并励直流电动机正反向运转反接制动电路

电路图

并励直流电动机正反向运转反接制动电路如图 8-6 所示。

工作原理

启动时合上断路器 QF, 励磁绕组得电开始励磁; 同时欠电流继电器 KI 得电吸合, 时间继电器 KT1 和 KT2 得电吸合, KT1 和 KT2 的常闭触点瞬时断开, 使接触器 KM4 和 KM5 处于失电状态, 以保证电动机串电阻启动。按下正转启动按钮 SB2, 接触器 KMF 得电吸合, 其主触点闭合, 电动机串电阻 R1 和 R2 启动, KMF 常闭触点断开, 时间继电器 KT1 和 KT2 失电释放, 经过一定的整定时间, KT1 和 KT2 常闭触点先后延时闭合, 使接触器 KM4 和 KM5 先后得电, KM4 和 KM5 的常开触点先后切除 R1 和 R2, 直流电动机正常运行。

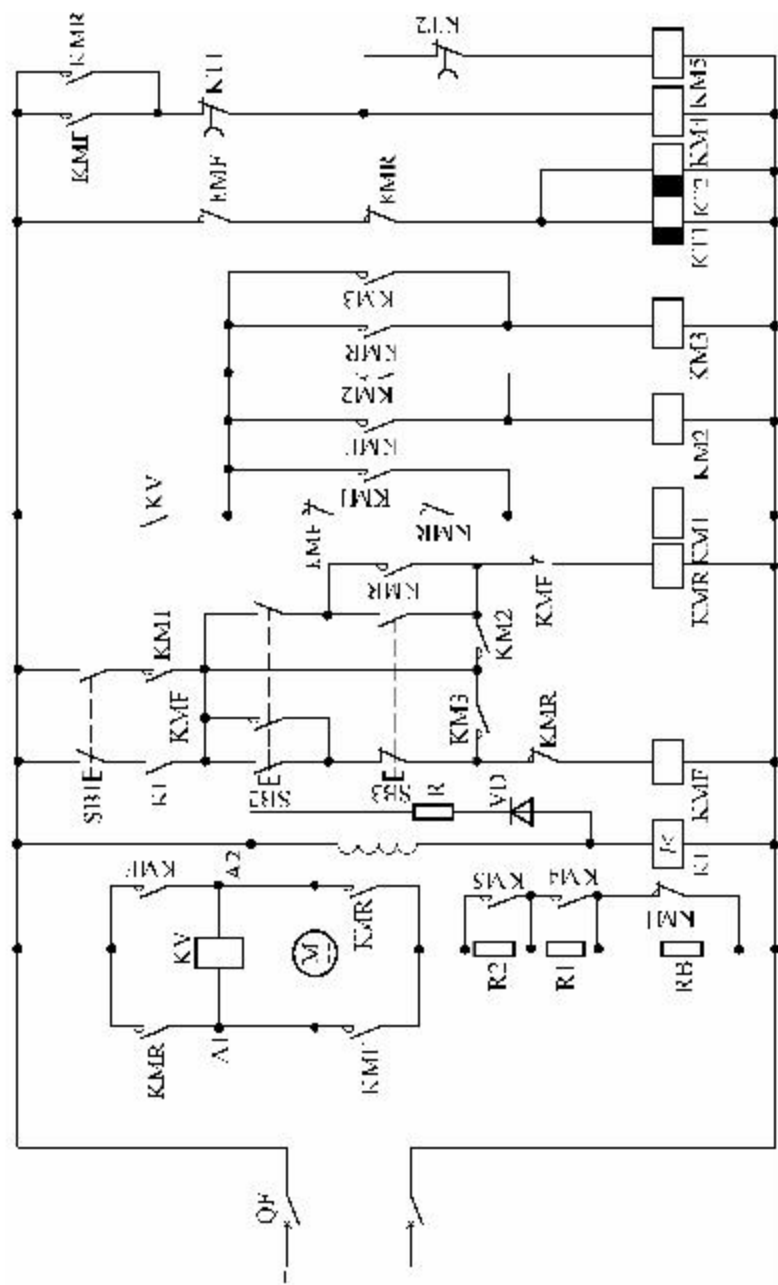


图 8-6 并励直流电动机正反转反接制动电路

随着电动机转速的升高，反电动势也增大，当反电动势达到一定值后，电压继电器 KV 得电，KV 常开触点闭合，使接触器 KM2 得电，KM2 的常开触点闭合，为反接制动作准备。

停转制动时，按下停止按钮 SB1，接触器 KMF 失电释放，电动机作惯性运转，反电动势仍很高，电压继电器 KV 仍吸合，接触器 KM1 和 KM2 先后得电，KM1 常闭触点断开，使制动电阻 RB 接入电枢回路，KM1 和 KM2 的常开触点闭合，使接触器 KMR 得电，电枢通入反向电流，产生制动转矩，电动机进行反接制动而迅速停转。待转速接近零时，电压继电器 KV 失电，KM1 也失电，接着 KM2 和 KMR 也先后失电，反接制动结束。

反向启动及反接制动的工作原理与上述相似，不再多述。

131. 直流电动机调速电路

电路图

直流电动机调速电路如图 8-7 所示。

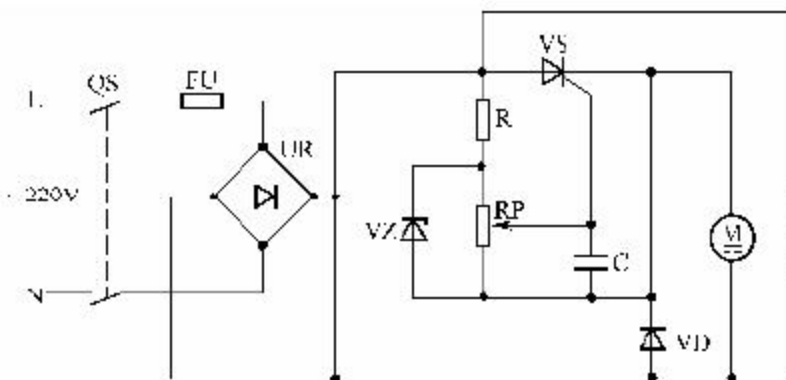


图 8-7 直流电动机调速电路

工作原理

220V 交流电经整流桥 UR 整流后，通过晶闸管 VS 加到直流电动机的电枢绕组上，还直接向励磁绕组提供励磁电流；与此同时，还通过 R、RP、电动机的电枢绕组向 C 充电，C 上的充电电压为上正下负。当 C 上充电电压达到晶闸管 VS 的导通电压时，VS 导通，整流电压通过 VS 加到直流电动机的电枢绕组上，M 启动运转。调节 RP，就能改变晶闸管 VS 的导通角，从而改变输出电压的大小，实现直流电动机的调速。

九、常用机械设备的电气控制电路

132. 电动葫芦的电气控制电路

电动葫芦是用来提升或下降重物，并能在水平方向移动的起重运输机械。它具有起重量小、结构简单、操作方便等优点。一般电动葫芦只有一个恒定的运行速度，广泛应用于工矿企业中进行小型设备的安装、吊运和维修中。

电路图

电动葫芦的电气控制电路如图 9-1 所示。

工作原理

电动机 M1 为吊钩升降电动机，用来提升货物，由接触器 KM1、KM2 进行正反转控制，以实现吊钩升降。YB 为吊钩电动机 M1 的电磁制动器，它的线圈两端与电动机 M1 的两相电源线并联在一起，当 M1 得电时，YB 也得电并松闸，让电动机 M1 转动；M1 失电时，YB 也失电，靠弹簧力将 M1 制动。

SB1、SB2 为吊钩电动机 M1 的正反向复合启动按钮，正反向接触器 KM1、KM2 线圈电路间采用复合按钮和接触器双重连锁。由于无自锁触点，因此松开按钮 SB1 或 SB2，KM1 或 KM2 就失电释放，电动机 M1 就停止转动。SQ1、SQ2 为上下限位行程开关。

M2 为移动机构电动机，用来水平移动货物，由接触器 KM3、KM4 进行正反转控制，采用复合按钮和接触器双重连锁，实现电动机 M2 的水平移动，M2 停止时不需要电磁制动，控制

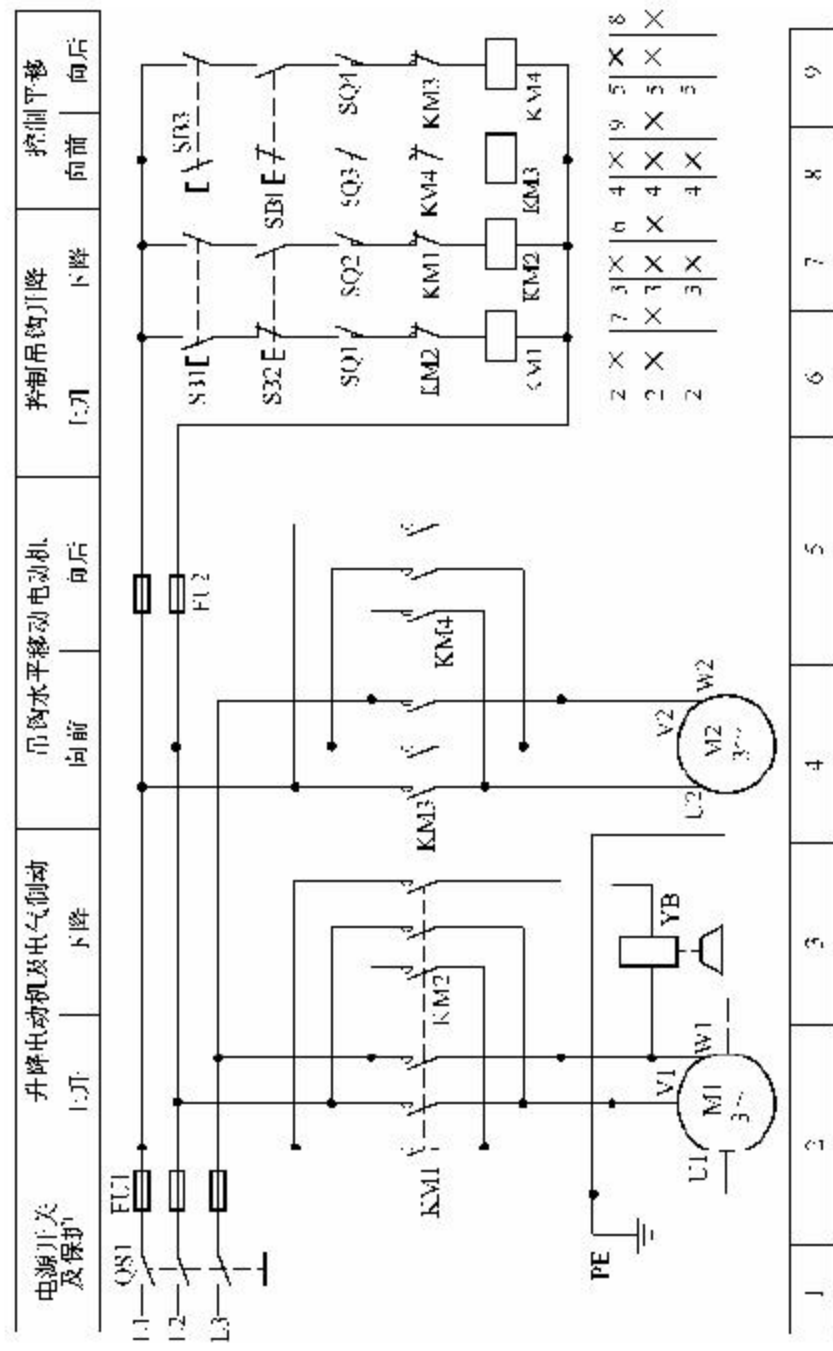


图 9-1 电动葫芦的电气控制电路

电路中设有限位开关 SQ3、SQ4 进行限位保护，防止电动葫芦移位时超出允许行程。

133. 混凝土搅拌机的电气控制电路

混凝土搅拌机是将具有一定配合比例的原材料（水泥、砂石、水及附加剂），按规定顺序和时间进行搅动拌合的机械，是建筑施工中的一种重要的机械。混凝土搅拌机主要由搅拌机构、上料装置、给水系统等组成。

电路图

混凝土搅拌机的电气控制电路如图 9-2 所示。

工作原理

(1) 搅拌机构的控制。搅拌机构是由电动机 M1 的正反转运转来完成的，电动机 M1 正转时进行搅拌，反转时将搅拌的混凝土排出。

搅拌过程：按下按钮 SB1，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M1 得电正转，进行搅拌。

排料过程：按下按钮 SB2，SB2 常闭触点先断开，使接触器 KM1 失电释放，电动机 M1 停转。SB2 常开触点闭合，使接触器 KM2 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M1 反转，将混凝土排出。停止时，只需按动 SB5 即可。

(2) 上料装置的控制。上料装置是由电动机 M2 的正反转运行完成的，电动机 M2 正转时料斗上升，M2 反转时料斗下降，在其上升、下降运行的极限位置都设有极限位置开关 SQ1、SQ2 加以保护。为了防止料斗负载运行时停电，以保证运行时的安全，采用电磁制动器 YB 作机械制动装置。

料斗上升：按下 SB3，接触器 KM3 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M2 正转，料斗上升。

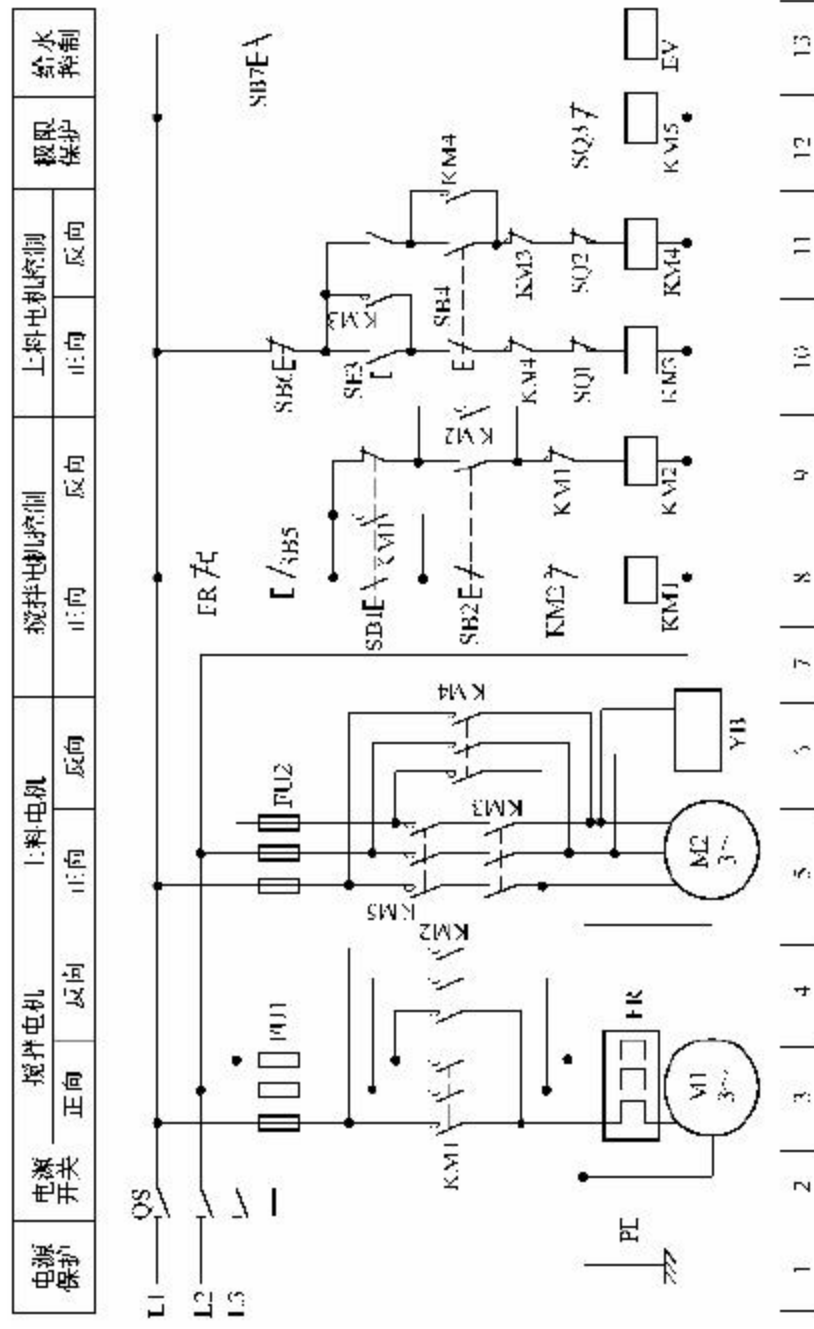


图 9-2 混凝土搅拌机的电气控制电路

料斗下降：按下 SB4，SB4 常闭触点先断开，使接触器 KM3 失电释放，电动机 M2 停转。SB4 常开触点闭合，使接触器 KM4 得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M2 反转，料斗下降。

料斗上升、下降的自动停车由限位开关 SQ1 和 SQ2 控制。在上升极限位置另设位置保护开关 SQ3，且配有限位接触器 KM5，当料斗上升碰到 SQ1 时，限位开关失控，料斗将继续上升到碰到 SQ3，使接触器 KM5 失电，其主触点分断，料斗立即停车。

为了使料斗能在规定或任何位置停下来，或避免突然停电而造成料斗下降，在料斗提升机 M2 主电路中增设一制动器 YB。

(3) 供水系统操作。供水系统由电磁阀 EV 得电供水。

搅拌需要用水时，按动 SB7，电磁阀得电供水，松开按钮 SB7，停止供水。

134. QTZ—60 型塔式起重机的电气控制电路

塔式起重机是建筑施工现场最主要的垂直运输机械，主体施工阶段的所有建筑材料，几乎全部是用塔式起重机搬运至施工操作平面。

QTZ—60 型塔式起重机是普通上回转塔式起重机，适用于 18 层以下混凝土结构高层建筑施工用。QTZ—60 型塔式起重机具有升降、行走、回转、变幅四个基本动作。

电路图

QTZ—60 型塔式起重机的主电路如图 9-3 所示，控制电路如图 9-4 所示。

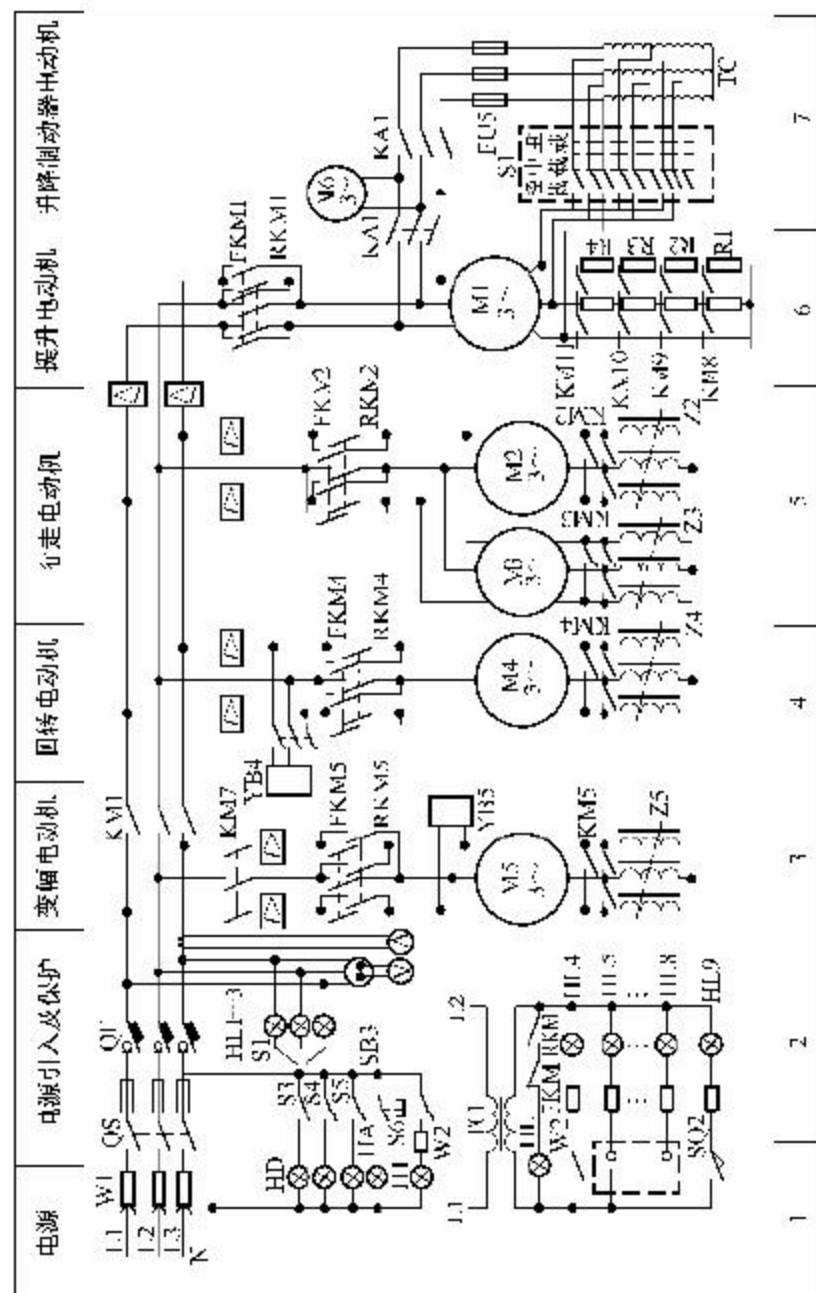


图 9-3 QTZ-60 型塔式起重机主电路

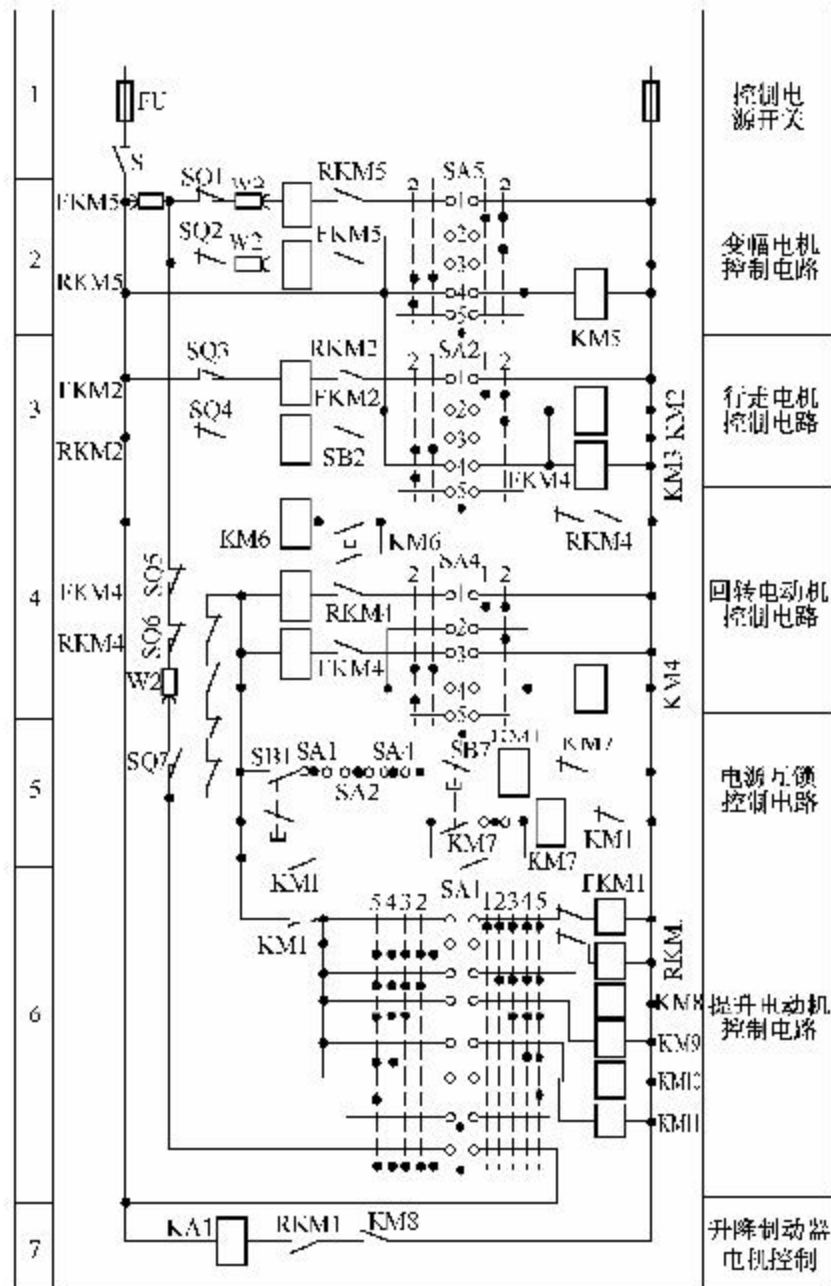


图 9-4 QTZ—60 型塔式起重机控制电路

工作原理

先合上电源开关 QS 和自动开关 QF，全部主令控制开关 SA1~SA5 置于“0”位，按下 SB1，使接触器 KM1 线圈得电动作，KM1 主触点闭合，为提升、回转及行走电动机 M1、M4、M3、M2 的运行作好准备。同时接触器 KM1 的两个辅助触点闭合，一个实现自锁，另一个为提升控制回路提供通路。KM1 的常闭触点分断，限制 KM7 线圈接通，即限制了变幅机构动作。KM1 和 KM7 之间采用这种互锁制约关系，是为了提高塔吊运行的安全性和准确性。

提升重物时，操作主令控制器 SA1 转换到提升第一挡位，KM1 线圈得电，全部电阻串入转子绕组中，转速较低，物体慢慢提升；当 SA1 转换到第二挡位时，接触器 KM8 线圈得电动作，外接电阻被短接一段，使提升物体速度加快。以后每换一挡位，短接电阻一段，直到第五挡时全部电阻短接切除，此时提升重物的速度最大。

若空钩下降时，先操作主令控制器 SA1，从第二挡变换到第五挡的过程中，速度逐渐加快，使空钩快速下降。

若重物下降时，从下降第二挡位转换到第五挡位再转换到第一挡位时，电动机 M1 处于发电制动状态，电动机转速由快变慢，用第一挡进行机械制动。当慢速下降重物时，中间继电器 KA1 工作，KA1 常闭触点断开、常开触点闭合，电动机 M6 通过三相自耦变压器 TC、转换开关 S1 接到 M1 电动机转子电路，由于转子电路的交流电压频率较低，使电动机 M6 转速下降，闸瓦与闸轮之间的间隙变小，两者发生摩擦，使电动机 M1 速度变慢运行。

塔式起重机的行走动作是由电动机 M2、M3 两台绕线式电动机完成的。正转前进，反转倒退，并加以限制保护

措施。

当塔吊需要行走时，操作主令控制器 SA2，使正转接触器 RKM2 或反转接触器 FKM2 的线圈得电，主触点 RKM2 或 FKM2 闭合，电动机 M2 和 M3 正转或反转，使塔吊前进或倒退。为了行走安全，在塔吊行走的轨道的终端加装限位开关 SQ3 和 SQ4，以控制塔吊的行程。

当塔吊需要回转时，操作主令控制器 SA4，使接触器 FKM4 或 RKM4 线圈得电，其主触点闭合，电动机 M4 得电转动，使重臂向左或向右旋转指定位置。将手柄返回“0”位置，电动机 M4 先停止转动，然后按动 SB2，使接触器 KM6 线圈得电，其主触点闭合，三相电磁制动器 YB4 得电，将重臂紧锁在某一个位置上。

当塔吊需要变幅时，操作主令控制器 SA5，使接触器 FKM5 或 RKM5 线圈得电，控制电动机 M5 的正反转来达到起重臂俯仰变幅的过程。SQ1 和 SQ2 限位开关起俯仰的限位保护作用。电动机 M5 停止，制动器 YB5 失电，使制动器 YB5 迅速制动。

限位开关 SQ5、SQ6、SQ7 分别对起重机超高、起重和钢丝绳脱槽起保护作用。

135. 10t 桥式起重机的电气控制电路

桥式起重机是一种用来吊起和放下重物，以及在固定范围内装卸、搬运物料的起重机械，广泛应用于工矿企业、车站、码头、港口、仓库、建筑工地等场所，是现代化生产不可缺少的机械设备。

电路图

10t 桥式起重机的电气控制电路如图 9-5 所示。

工作原理

(1) 基本控制电路。图中，有 4 台绕线式电动机，即提升电动机 M1、小车电动机 M2、大车电动机 M3 和 M4，R1~R4 是 4 台电动机的调速电阻。电动机转速由 3 只凸轮控制器控制：QM1 控制 M1，QM2 控制 M2，QM3 控制 M3 和 M4。停车制动分别由制动器 YB1、YB4 进行。

三相电源经开关 QS1、线路接触器 KM 的主触点和过流继电器 FA0~FA4 的线圈送到各凸轮控制器和电动机的定子。

扳动 QM1~QM3 中的任一个，它的 4 副主触点能控制电动机的正、反转，中间 5 副触点能短接转子电阻以调节电动机的转速，大车电动机、小车电动机和提升电动机的转向和转速都能得到控制。

(2) 控制小车电路。M2 是小车电动机，R2 是调速电阻，YB2 是制动电磁铁，KM 是线路接触器，FA0 与 FA2 是过流继电器，SQ6 是门开关的安全保护，SA1 是紧急停开关，SB 是启动按钮。QM2 为 KTJ1-50/1 型凸轮控制器，其中上面 4 副常开触点（1~4）用来控制电动机的正反转，下面 5 副常开触点（5~9）用来切换电动机的转子电阻以启动和调节电动机的转速，最后 1 副常开触点 12 作零位保护用（此触点只有在零位时才接通），另两个触点（10、11）分别与两个终端限位开关 SQ3 和 SQ4 串联，作终端保护用。触点 10 只有在零位和正转（向前）时是接通的，触点 11 只有在零位和反转（向后）时是接通的。

如果门开关 SQ6 和紧急开关 SA1 是闭合的，控制器放在零位，合上电源开关 QS1 后，按下启动按钮 SB，接触器 KM 得电吸合并自锁。自锁回路有两条，分别由控制器触点 10 和 SQ3 以及触点 11 和 SQ4 组成。三相电源中有一相直接接电动

机定子绕组。若将控制器放到正转 1 挡, 触点 1、3、10 闭合 (此时 KM 仅经 SQ3、触点 10 和自锁触点得电), 定子绕组得电, 制动电磁铁 YB2 将制动器打开, 转子接入全部电阻, 电动机启动工作在最低转速挡。当控制器放在正转 2、3、4、5 各挡时, 触点 5~9 逐个闭合, 依次短接转子电阻, 电动机运转速度越来越快。

将控制器放在反转各挡时, 情况与放在正转各挡时相似 (KM 经触点 11 及限位开关 SQ4 自锁)。

在运行中, 若终端限位开关 SQ3 或 SQ4 被撞开, 则 KM 线圈失电, 电动机和制动电磁铁同时失电, 制动器在强力弹簧下对电动机制动, 迅速停车。若要重新启动电动机, 必须先将凸轮控制器置零位, 再按按钮 SB, 然后将控制器扳到反方向, 电动机反向启动退出极限位置。

(3) 保护电路。图 9-5 中, 坐标 7~10 是保护柜的电气原理图。当 3 台电动机的控制器都置于零位时, 坐标 8 上的 3 个零位保护触点 QM1 (12)、QM3 (12)、QM3 (17) 都接通。当急停开关 SA1、舱口安全开关 SQ6、横梁栏杆门安全开关 SQ7、SQ8 和过流继电器的常闭触点 FA0~FA4 在闭合位置时, 启动条件满足。这时按下按钮 SB 后, 接触器 KM 得电, 其主触点接通主电路, 其辅助触点与终端限位开关触点 (SQ1~SQ5) 及控制器的触点 [QM1 (10) 和 QM1 (11)、QM2 (10) 和 QM2 (11)、QM3 (15) 和 QM3 (16)] 串联后形成自锁环节。因此, 松开 SB 或控制器离开零位都不会使 KM 释放。

十、自动控制电路

136. 单相照明电源双路自投电路

在重要的场所里，照明一般是不允许停电的，例如大型商场、公共场所、变电所等，这就需要双路电源供电。如果把双路电源安装成自动切换投入，就会省去人工操作切换备用电源的麻烦，达到自动采用备用电源恢复供电的目的。

电路图

图 10-1 所示是单相照明电源双路自投电路。

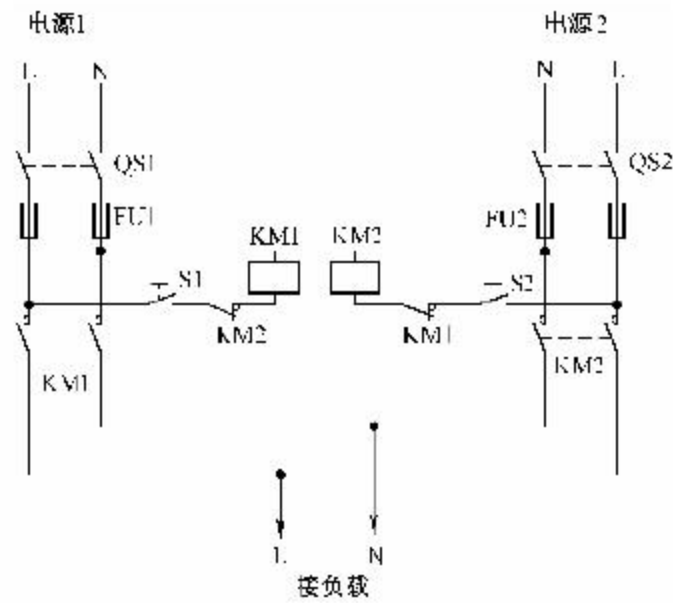


图 10-1 单相照明电源双路自投电路

工作原理

图中 S1、S2 为小型开关，KM1、KM2 为交流接触器。工作时，先合上开关 S1，交流接触器 KM1 吸合，由 1 号电源供电。然后合上开关 S2，因 KM1、KM2 互锁，此时 KM2 不会吸合，2 号电源处于备用状态。如果 1 号电源因故失电，交流接触器 KM1 释放，其常闭触点闭合，接通 KM2 线圈电路，KM2 吸合，2 号电源投入供电。在操作中也可以先合上开关 S2，后合上开关 S1，使 1 号电源为备用电源。

137. 三相电源双路自投电路

电路图

三相电源双路自投电路如图 10-2 所示。

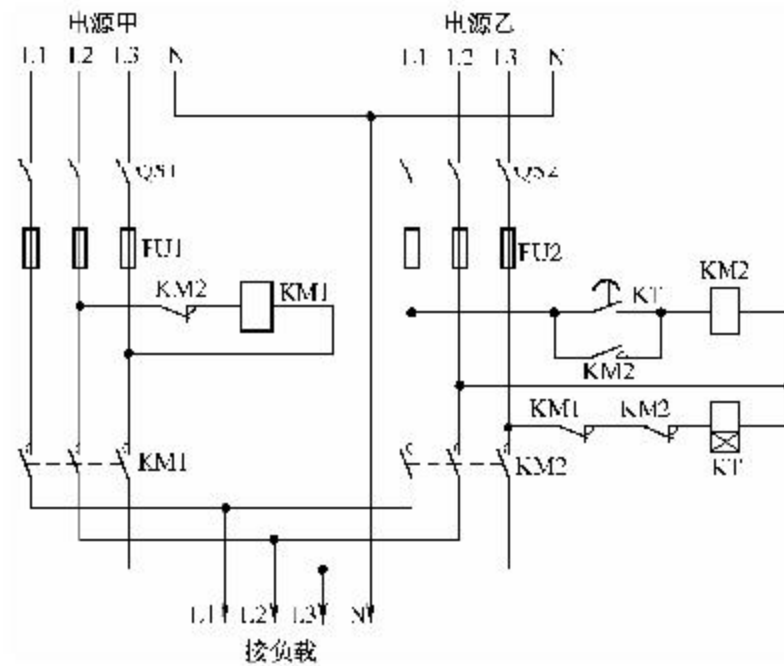


图 10-2 三相电源双路自投线路

工作原理

用电时可同时合上开关 QS1 和 QS2, KM1 得电吸合, 同时, 时间继电器 KT 也得电, 但由于 KM1 的吸合, KM1 常闭触点又断开了时间继电器的电源, 这时甲电源向负载供电。当甲电源因故停电时, KM1 接触器释放, 这时 KM1 常闭触点闭合, 接通时间继电器 KT 线圈上的电源, 时间继电器经延时数秒后, 使 KT 延时常开触点闭合, KM2 得电吸合, 并自锁。由于 KM2 的吸合, 其常闭触点一方面断开延时继电器线圈电源, 另一方面又断开 KM1 线圈的电源回路, 使甲电源停止供电, 保证乙电源进行正常供电。如果乙电源工作一段时间停电后, KM2 常闭触点会自动接通线圈 KM1 的电源换为甲电源供电。

接触器应根据负载大小选定; 时间继电器可选用 0~60s 的交流时间继电器。

138. 自动定时喷水电路

电路图

自动定时喷水电路如图 10-3 所示。

工作原理

时间继电器 KT1~KT4 构成延时自动控制电路(虚线框内为由微型电动机控制的时间继电器结构图)。当接通 QS 开关, 并将控制开关 SA 拨到“自动”位置, KT1 得电, 延时开始。在到达其整定时间之后, KT1 的常开触点 3—4 闭合; KT2 线圈经 KT4 的常闭触点 5—6 得电动作, KT2 常开触点 5—6 闭合, 接通接触器 KM 线圈电源, KM 主触点闭合, 加压泵电动机 M 运转, 开始喷水。与此同时, KT2 的常闭触点 7—8 处于延时状态, 在达到整定时间之后, KT2 的常闭触点 7—8 断开, KM 失电, M 停转, 喷水停止。此时 KT2 的常开延时触点 3—4 闭

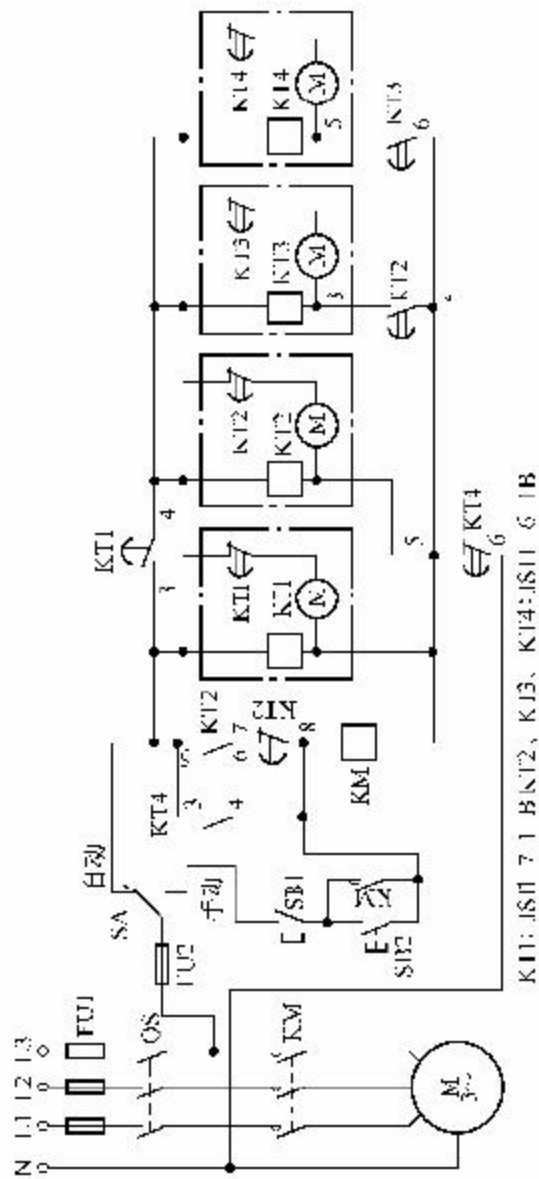


图 10-3 自动定时喷水电路

合，使 KT3 线圈得电吸合；在达到整定时间之后，KT3 的延时闭合触点 5—6 闭合，使 KT4 得电吸合；KT4 的常开触点 3—4 闭合，使接触器 KM 得电动作，M 运转，喷水又开始。KT4 常闭延时触点 5—6 在到达整定时间之后又断开，KM 失电，M 失电，喷水又停止。至此，各时间继电器延时触点复位，并重复以上过程。

139. 小型空气压缩机控制电路

空气压缩机的压力传感器 SP 安装在储气罐上，压力传感器 SP 的动触点由气罐内的气体驱动。当储气罐内的气压达到设定高压值时，压力传感器 SP 的动触点立即动作，使动断触点断开，动合触点闭合。若储气罐停止进气，不向外供气，气罐内的压力不再变化，则 SP 不能返回到初始状态。若储气罐停止进气后向外供气，则气罐内的压力会逐渐降低。当气罐内的压力下降到预定低压值时，SP 会立即返回到初始状态。将压力传感器 SP 的动断触点串接在接触器线圈回路中，可利用气罐压力控制电动机工作。

电路图

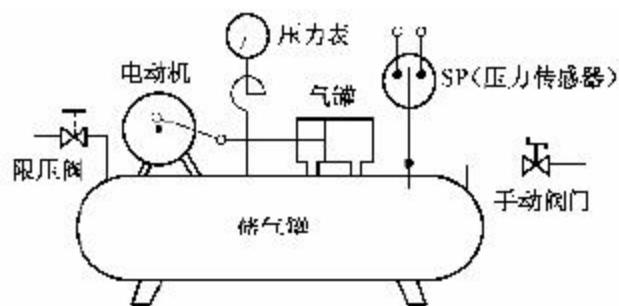
小型空气压缩机控制电路如图 10-4 所示。

工作原理

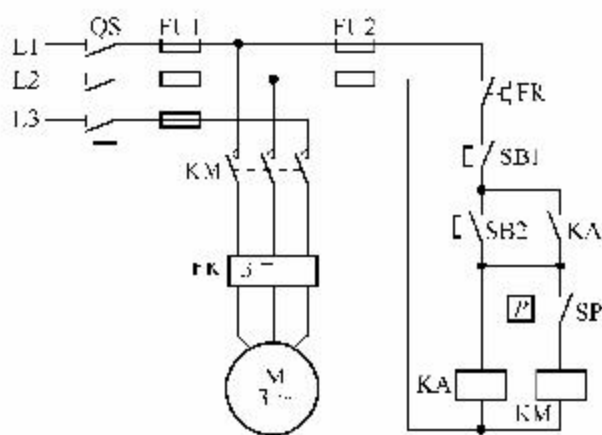
启动时，按下按钮开关 SB2，中间继电器 KA 得电吸合并自锁。由于空气压缩机内无压力，压力传感器 SP 常闭触点闭合，于是 KM 线圈在继电器 KA 得电的同时也得电吸合，其主触点闭合，压缩机启动运行储气。当储气罐内的压力升高到压力传感器设定的高压值时，SP 的触点断开，KM 失电，其主触点断开，电动机 M 停止工作。当气罐内的气压下降到动断触点 SP 闭合时，电动机 M 再次启动储气，如此反复循环，保证供

气压力。

如果要使空气压缩机停止运行，可按下停止按钮开关 SB1，继电器 KA 失电释放，电路恢复到初始状态。



空气压缩机工作原理示意图



小型空气压缩机控制电路

图 10-4 小型空气压缩机控制电路

140. 电力变压器自动风冷控制电路

电力变压器在夏天连续运行时，自身温度会超过 65℃，故需加风机进行降温，否则会烧坏电力变压器。

电路图

图 10-5 所示是一种利用温度传感器改制的电力变压器自动风冷控制电路。

工作原理

图中，ST1 为温度传感器的上限触点，ST2 为下限触点。当变压器运行，温度升到上限值时，ST1 闭合，KM 得电吸合，风扇启动；当温度下降到下限值时，ST2 闭合，KA 动作切断 KM 线圈回路，风机停止工作。

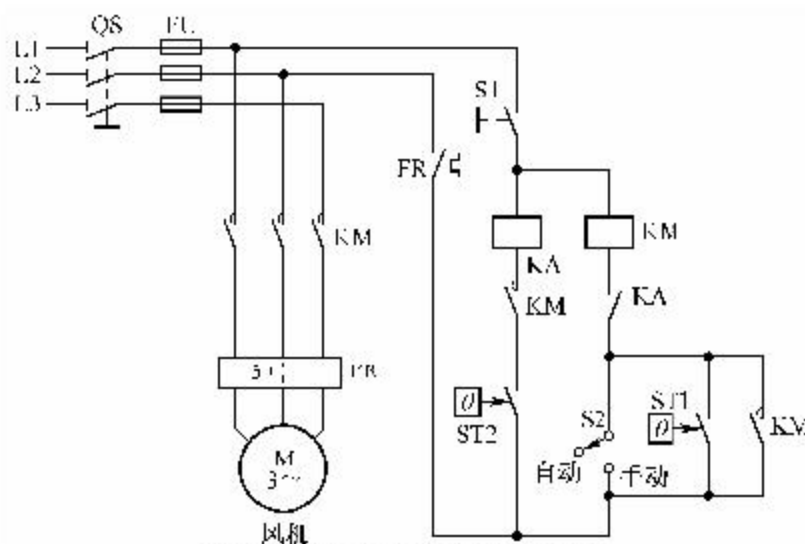


图 10-5 电力变压器自动风冷控制电路

141. 抽出式水位控制电路

抽出式水位控制电路用于污水池排水控制。SA 为手动/自动选择开关，置于手动位置时，为一般的按钮接触器控制电路；置于自动位置时，可以自动实现高水位开泵、低水位停泵。

电路图

抽出式水位控制电路如图 10-6 所示。

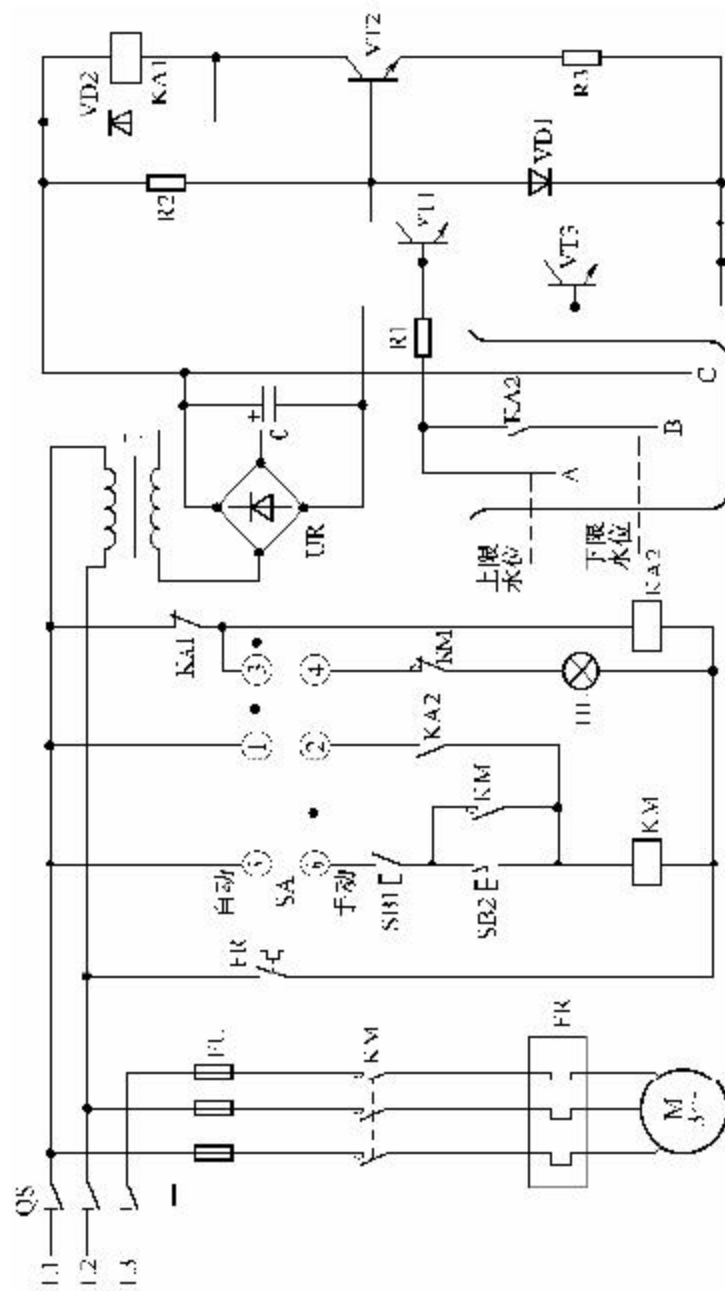


图 10-6 抽出式水位控制电路

工作原理

当污水池水位达高水位的上限水位时，电极 A、C 接通，使三极管 VT1 导通，VT2 截止，继电器 KA1 处于释放状态，其常闭触点保持闭合，使水位继电器 KA2 得电吸合，KA2 常开触点闭合，接触器 KM 得电吸合，其主触点闭合，水泵运行排水。KA2 的另一常开触点闭合，使水位由上限水位下降后，电极 A、C 断开，但由于常开触点闭合，电极 B、C 闭合，使 VT1 继续保持导通、VT2 继续保持截止。

当水池水位下降到下限水位以下时，电极 B、C 断开，使三极管 VT1 截止，VT2 导通，继电器 KA1 得电吸合，其常闭触点断开，从而使水位继电器 KA2 失电释放，进而使接触器 KM 失电释放，水泵停转。

142. 用电接点压力表做水位控制电路

用电接点压力表做水位控制，可有效地防止由于金属电极表面氧化引起导电不良，使晶体管液位控制器失控。

电路图

用电接点压力表做水位控制电路如图 10-7 所示。

工作原理

将电接点压力表安装在水箱底部附近，把电接点压力表的三根引线引出，接入此线路中。当开关 S 拨到“自动”位置时，如果水箱里面液面处于下限时，电接点动触点接通 KA1 继电器线圈，继电器 KA1 吸合，接触 KM 得电动作，电动机水泵运转，向水箱供水，当水位液面达到上限值时，电接点的动触点与 KA2 接通，KA2 吸合其常闭触点断开 KM 线圈回路，使电动机停转，停止注水。待水箱里面的水用完，下降到下限时，KA1 再次吸合，接通接触器 KM 线圈电源，使水泵重新供水，

这样反复进行下去，达到自控水位的目的。

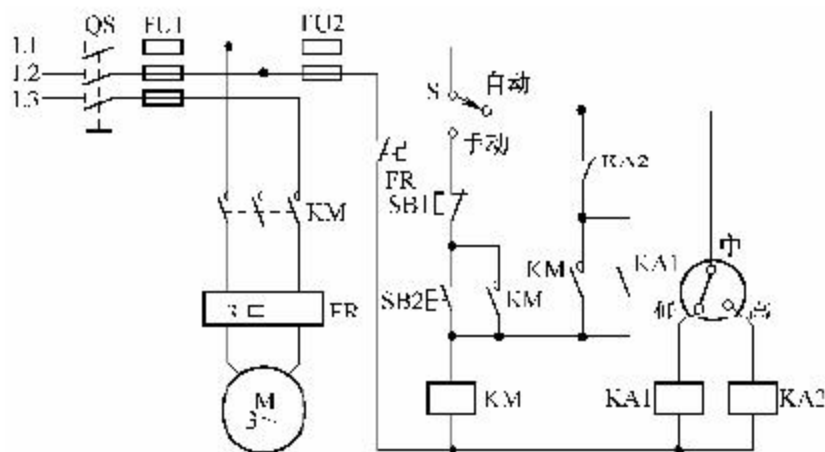


图 10-7 电接点压力表做水位控制电路

如需人工操作时，可将线路中开关 S 拨到“手动”位置，按下按钮 SB2 可启动水泵电动机。按下按钮 SB1 可使水泵停止向水箱供水。

143. 全自动水箱放水电路

电路图

图 10-8 所示是一种三极管全自动水箱放水电路。

工作原理

当水箱水位高于 c 点时，三极管 VT2 基极接高电位，VT1、VT2 导通，继电器 KA1 得电动作，使继电器 KA2 也吸合，因此接触器 KM1 吸合，电动机运行，带动水泵抽水。此时，水位虽下降至 c 点以下，但由于继电器 KA1 触点闭合，故仍能使 VT1、VT2 导通，水泵继续抽水。只有当水位下降到 b 点以下时，VT1、VT2 才截止，继电器 KA1 失电释放，致使水箱无水时停止向外

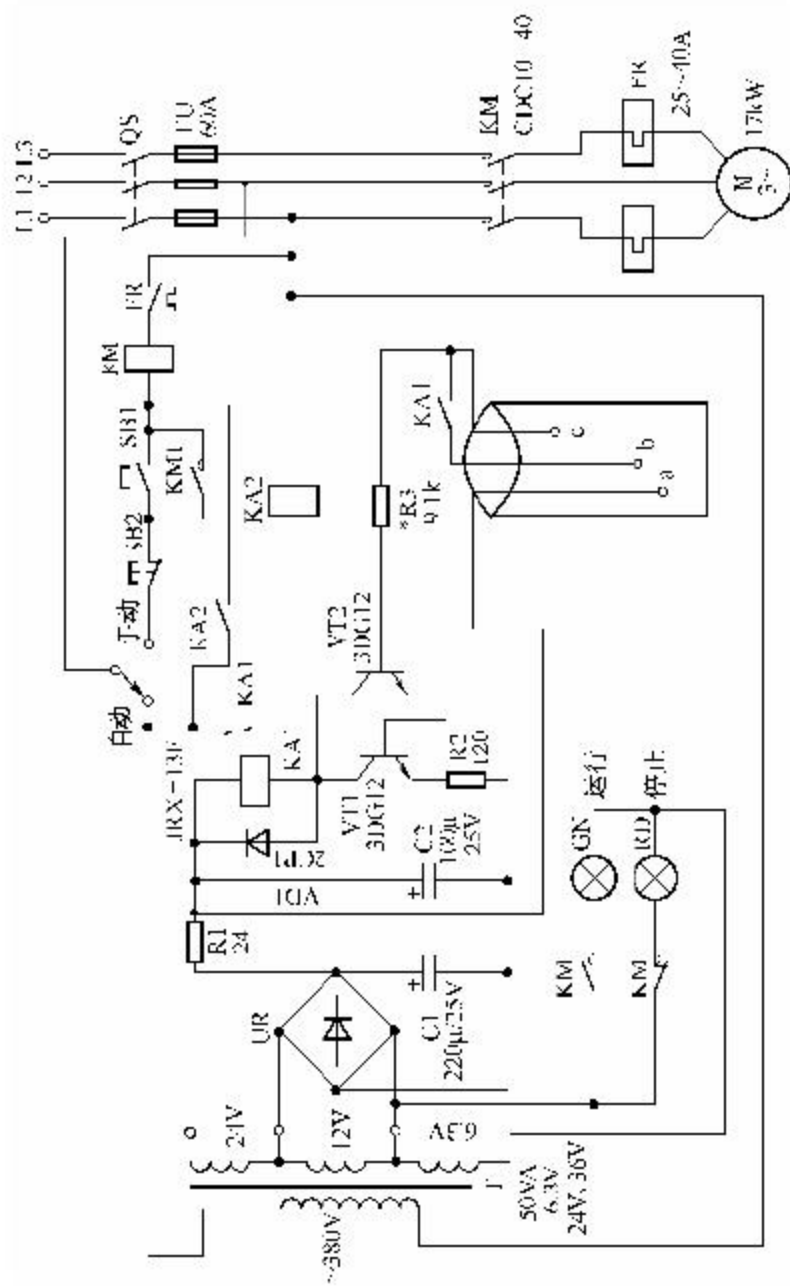


图 10-8 全自动水箱放水电路

抽水。当水箱水位上升到c点时，再重复上述过程。变压器选用50V·A行灯变压器，为保护继电器KA1触点不被烧坏，加了一个中间继电器。在使用中，如维修自动水位控制电路可把开关拨到手动位置，这样可暂时用手动操作启停电动机。

在实际应用水位自动控制时，水箱里水面上下移动，使接触导电触点时通时断，造成接触器频繁动作，很容易烧坏接触器触点。在水位控制电路中，加一只电容器，使三极管的导通或截止延时，不使接触器马上动作，即可保护接触器触点不被烧坏。图10-9所示是改进后的水位自动控制电路。

144. 大型水塔自动供水电路

在自备大型水塔的单位，往往供水抽水泵电动机容量较大，一般均在40~75kW。因此一般都采用人工看守水塔，并且应用降压配电柜来启动电动机。现市场上虽有三极管自动水位控制器出售，但对大型水塔供水实现自动控制还有很多连接上的问题难以解决。

这里介绍一种能使大型水塔实现自动化供水的控制电路。

电路图

大型水塔自动供水电路如图10-10所示。

工作原理

当SS拨到“手动”位置时，电动机配电柜进行正常的启动，待降压启动完毕后，自动投入运行。当开关SS拨到“自动”位置时，水位自动控制器得电工作，此时如水塔水箱水位下降到最低水位时，VT2截止，VT1导通，这样使得继电器KA1吸合，中间继电器KA2也得电吸合，KA2的常闭触点断开，而KA2的常开触点闭合，接通配电降压启动柜控制线圈回路，使KM2吸合，电动机进行降压启动。降压启动完毕后KT动作，接通

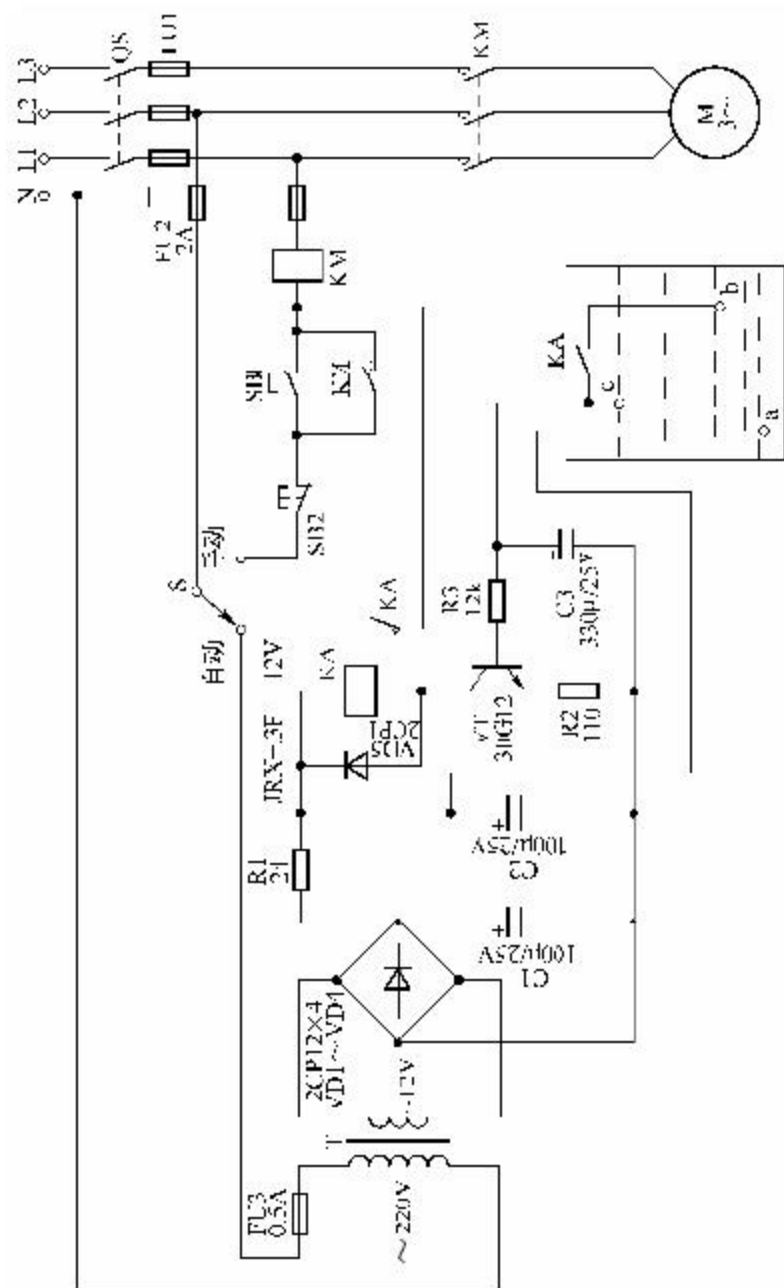


图 10-9 改进的水位自动控制电路

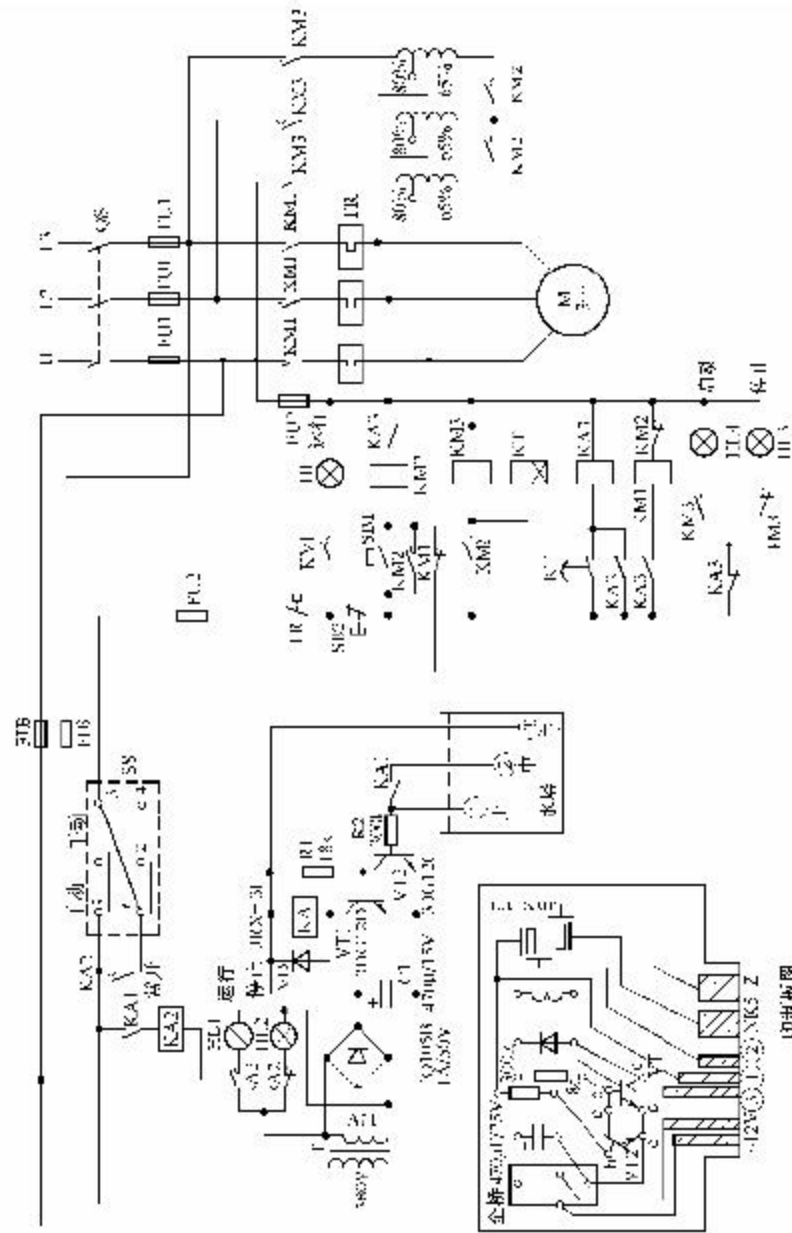


图 10-10 大型水塔自动供水电路

KA3, 其常闭触点断开, KM2 失电, 并使 KM1 运行接触器得电吸合, 电动机正常运行。待水箱里面的水满时, VT2 导通, VT1 截止, 使 KA1 释放, 断开电动机配电柜控制电源回路, 从而使电动机停止运行。

145. 水塔和水井联动控制电路

电路图

水塔和水井联动控制电路如图 10-11 所示。

工作原理

电极 A、B 放置于水井底部高于水泵吸水口的水位线 L1 处, 其作用是检测水是否被抽完。当水塔中水位未达到水位线 L4 而井水已被抽干低于水位线 L1 时, 使 KA 和 KM 均失电释放, 电动机失电, 防止电动机长时间空转。当水位回升到水位线 L1 时, 虽然控制部分电源已接通, 但由于 VS1 截止, 执行部分仍不能工作。只有当水位升到比水位线 L1 高 50~100mm 的水位线 L2, 接触电极 C 时, VS1 被触发导通, 电路才能工作, 防止了水位过低时电动机频繁启动。

D、E、F 三个电极置于水塔中, 其中 D、E 电极在水塔底部的水位线 L3 上, 检测水是否已用完。电极 F 置于水塔上部, 与电极 D 一起检测水塔中是否已蓄满水。

当水塔中无水, 水井中有水且水位达到或超过水位线 L2 时, 电极 A、B 两点的脉冲电压经水电阻、电极 C、VD2、R7 加到晶闸管 VS1 控制极, 使 VS1 导通, 进而使 VT3、VT1、VT2 导通, KA 得电吸合, 其常开触点闭合, KM 得电吸合, 水泵向水塔加水。同时, 红色发光二极管 LED1 发光, 指示正在加水。

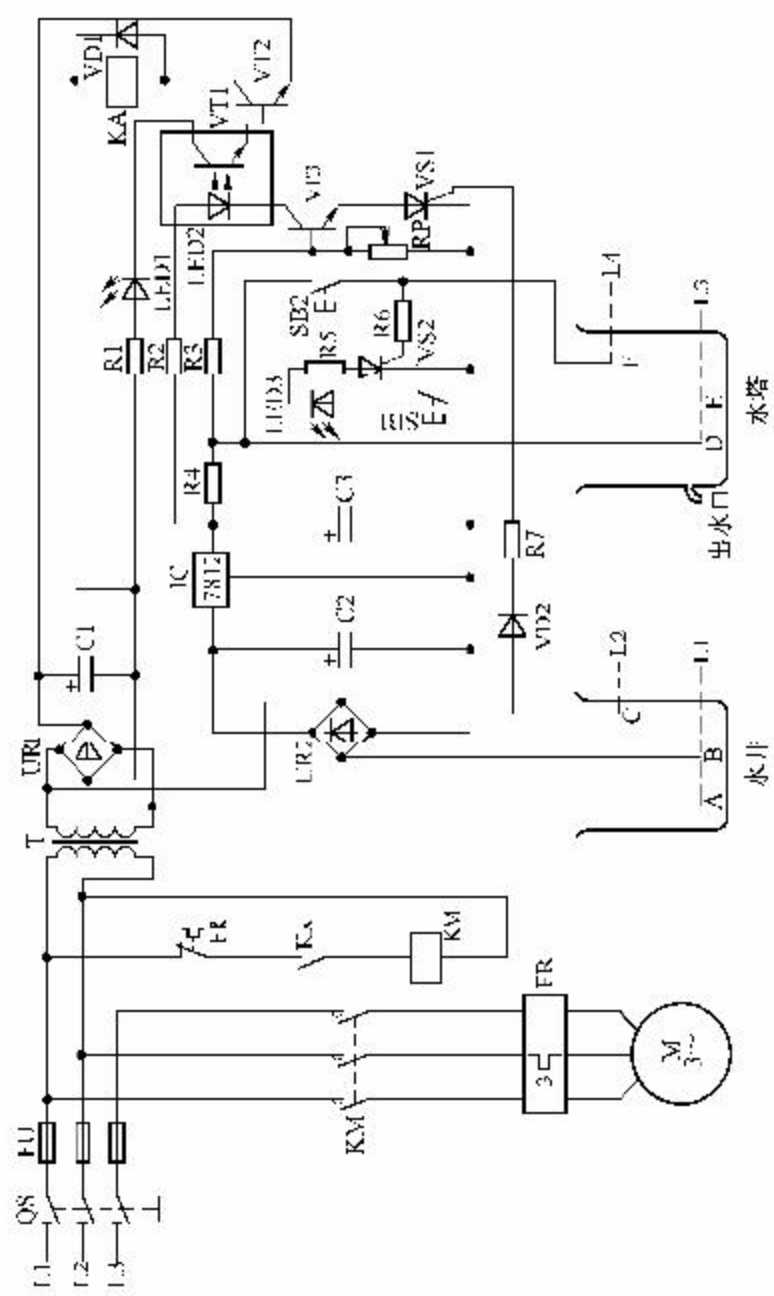


图 10-11 水塔和水井联动控制电路

当水塔中水位达到水位线 L4，触到电极 F 时，VS2 导通，致使 VS1、VT3 截止，于是 VT1、VT2 截止，KA 失电释放，KM 失电释放，水泵停止抽水，同时，红色发光二极管 LED3 发光，指示水塔内已加满水。

当用水后水位低于水位线 L4 而高于水位线 L3 时，由于电极 D、E 间有水电阻，VS2 维持导通，VS1 截止，电路仍处于停止抽水状态。只有当水用完，水位低于 L3 时，D、E 间无水电阻，VS2 截止，VS1 导通，电路如前述又开始抽水。当水位达到水位线 L3 时，由于 VS2 已截止，故电路仍维持抽水状态，直至水位达到水位线 L4，接触电极 F 为止。

SB2 为手动启动水泵抽水按钮，SB1 为手动停止水泵抽水按钮。

十一、电工经验电路

146. 交流接触器校验电路

电路图

交流接触器校验电路如图 11-1 所示。

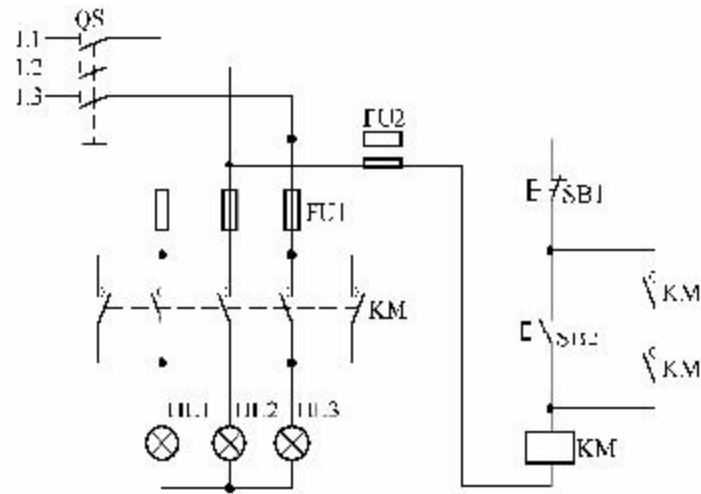


图 11-1 交流接触器校验电路

工作原理

通断试验：用可靠的导线，按图所示电路连接好被校验接触器，并且固定好。合上电源开关 QS 后，HL1、HL3 点亮，表示接触器的两个常闭触点良好。如果 HL1 不亮，则表示连接在 HL1 回路中的常闭触点接触不良或断路；如果是 HL3 不亮，则表示连接在 HL3 回路中的接触器常闭触点接触不良或

断路。按下启动按钮 SB2，接触器 KM 的线圈得电后应能正常吸合，松开按钮 SB2 后，接触器应能保持自锁。否则，接触器的两个常开触点中有一个触点接触不良或全部接触不良，应检查后再试。按下 SB1，接触器线圈失电，应能正常释放。如果接触器线圈失电后 HL2 仍然点亮，则表示接触器铁芯或触点粘连。

灵敏试验：当通断试验完毕且良好后，再进行接触器动作灵敏试验。按每 6s 完成一次分合动作，在 1min 内连续进行 10 次分合试验。如果 10 次试验全部成功，则被试交流接触器视为合格，否则说明被试接触器不合格。

电压波动试验：当试验电压下降值为电源电压的 5% 时，接触器能正常工作的视为合格，否则视为不合格。当试验电压上升值达到电源电压的 10% 时，接触器线圈不应当发热，否则同样视为不合格。

147. 用行灯变压器校验电流继电器电路

工矿企业、电力系统中的电路，其速断保护以及过流保护中所用的电流继电器每年度均应定期校验一次。

电路图

用行灯变压器校验电流继电器电路如图 11-2 所示。

操作方法

接好线后闭合开关 QS，慢慢调节调压器，使电流表 PA 读数慢慢地增大到电流继电器 KA 刻度盘的数值。当 KA 动作时，它的触点接通使电珠 H（手电筒灯泡 2.5V / 3A）点亮。此时电流表 PA 所指示的电流值，即为 KA 的“动作电流值”；再慢慢调节调压器，使电流表 PA 的读数减小，当 H 熄灭时，电流表 PA 所指示的电流值就是 KA 的“返回电流值”。将“返回电流

值”除以“动作电流值”，即为电流继电器 KA 的“返回系数”，该值在 0.85~0.9 为合格。

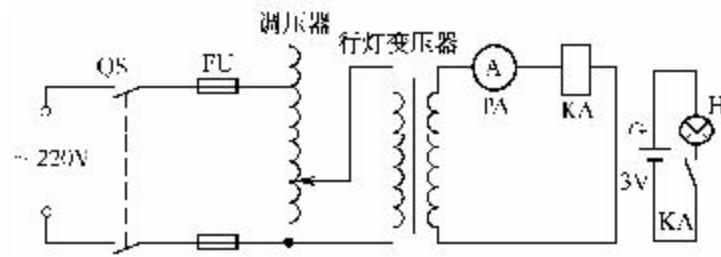


图 11-2 用行灯变压器校验电流继电器电路

148. 用行灯变压器校验电流互感器的 10%误差电路

电流互感器的 10%误差允许值是否合格，对电力系统中的继电保护有着直接的影响。如不合格，将会造成电流保护拒动，使事故扩大，所以必须定期校验。

电路图

用行灯变压器校验电流互感器的 10%误差电路如图 11-3 所示。

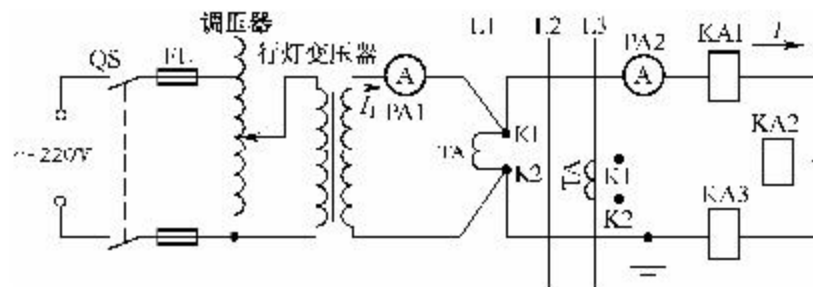


图 11-3 用行灯变压器校验电流互感器的 10%误差电路

操作方法

接好线后合上控制开关 QS，慢慢地调节调压器，使电流表

操作方法

首先将受潮后的电压互感器的绝缘油放掉，用真空脱气处理，使潮气被真空泵排出；然后在电压互感器的低压绕组中通电加热干燥。电压互感器 TV 的高压绕组 A、X 用短接线短接（短接应在失电情况下进行），低压绕组 a、x 端子接行灯变压器的 12V 挡。合上开关 QS，调节调压器使电流表的电流值为 30A 左右。这时要注意电压互感器的绕组温度不宜超过 80℃，每隔 15min 测试一次温度，并且升温不宜过快。最后温度的高低可视互感器受潮程度确定。待绝缘电阻值上升到合格值即可。

150. 用调压器焊接热电偶

工矿企业中常用的 $\phi 0.5\text{mm}$ 铂铑热电偶，由于它熔点高采用一般的方法较难焊接好。

采用 3~5kV·A 的调压器二次侧供电，经隔离变压器，在饱和食盐水中焊接工业用铂铑热电偶，经鉴定几乎全部合格，同理同法还可以焊接其他材料的 $\phi 0.5\text{mm}$ 的热电偶或不适宜锡焊（如 WZB 型玻璃铂电阻温度计的引线）的其他接线。

电路图

用调压器焊接热电偶，如图 11-5 所示。

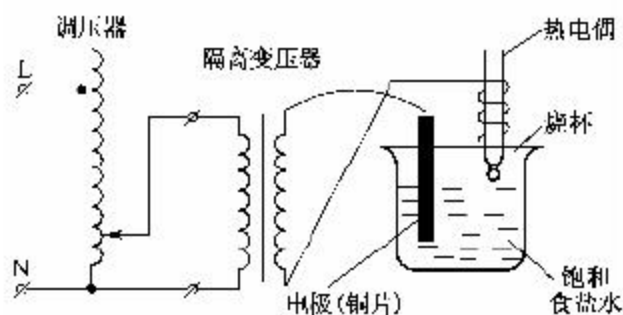


图 11-5 用调压器焊接热电偶

操作方法

焊接时，热电偶应接在调压器输出端的中性线 N 上，并用测电笔测试调压器的每个接线柱，除调压器的输入端相线 L 处测电笔氖泡发亮外其余均不发亮。这说明接线与测试是正确的。将调压器输出电压调至 25V，用电工钳夹着热电偶垂直点触饱和食盐水液面，发生强光弧进行焊接。操作时要戴上墨镜保护眼睛。如果一次未能焊接好，可再逐渐提高调压器输出电压，直至焊接好。

151. QJ3 型自耦减压启动器触点烧坏的应急修理电路

电路图

QJ3 型自耦减压启动器触点烧坏的应急修理电路如图 11-6 所示。

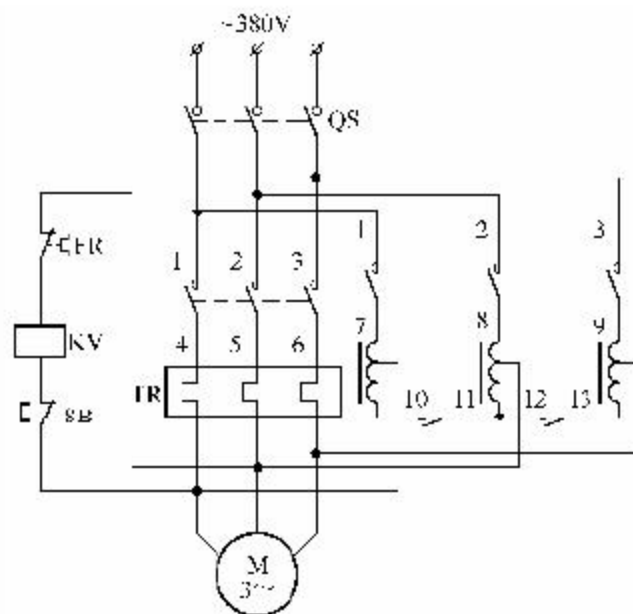


图 11-6 QJ3 型自耦减压启动器触点烧坏的应急修理电路

处理方法

QJ3 型自耦减压启动器有相同的静触点 8 个, 动触点 5 个。一般烧损不能使用的触点只有 1~2 对, 应急时可拆掉 2 对触点 (见图 11-6 中 10—11、12—13), 只用静触点 6 个, 动触点 3 个, 改成电抗启动。抽头选择时应选除星点以外的抽头, 因靠近星点的导线较细。

152. XJ01 自动减压启动箱时间继电器损坏的应急处理电路

XJ01 自动减压启动箱的切换是由时间继电器 KT 控制的, 而无手动操作控制。该启动箱的气囊式时间继电器常因调整不当或使用日久而损坏, 造成停机。这时可采用本例方法, 作应急处理。

电路图

XJ01 自动减压启动箱时间继电器损坏的应急处理电路如图 11-7 所示。

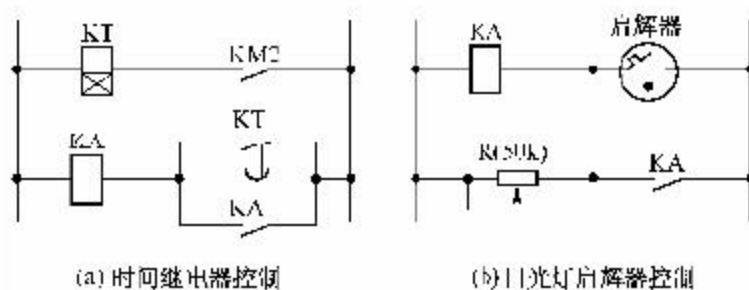


图 11-7 XJ01 自动减压启动箱时间继电器损坏的应急处理电路

处理方法

应急的解决办法是用一只 40W 日光灯用启辉器来延时, 将延时部分由图 11-7 (a) 所示改为图 11-7 (b) 所示。启辉器最

长延时可达 25s 左右，使用前先只串中间继电器 KA 线圈，试验数次。如觉得延时过长，可在 KA 线圈上并联一个可调电阻 R，以调整启辉器双金属片闭合时间。一般情况下 R 可不用。试验完毕后再整机试用较为安全可靠。

153. 缺辅助触点的交流接触器应急处理电路

当交流接触器的辅助触点损坏无法修复而又急需使用时，采用本例介绍的接线方法，可满足应急使用要求。

电路图

缺辅助触点的交流接触器应急处理电路如图 11-8 所示。

工作原理

按下 SB1，交流接触器 KM 吸合。放松按钮 SB1 后，KM 的主触点兼作自锁触点，使接触器自锁，因此 KM 仍保持吸合。图中 SB2 为停止按钮，在停车时，按动 SB2 的时间要长一点。否则，手松开按钮后，接触器又吸合，使电动机继续运行。这是因为电源电压虽被切断，但由于惯性的作用，电动机转子仍然转动，其定子绕组会有感应电动势，一旦停止按钮很快复位，感应电动势直接加在接触器线圈上，使其再次吸合，电动机继续运转。

接触器线圈电压为 380V 时可按图 11-8 (a) 所示接线；接触器线圈电压为 220V 时，可按图 11-8 (b) 接线。图 11-8 (a) 的接线还有缺陷，即在电动机停转时，其引出线及电动机带电，使维修不大安全。因此，这种线路只能在应急时采用，并在维修电动机时，应断开控制电动机的总电源开关 QS，这一点应特别注意。

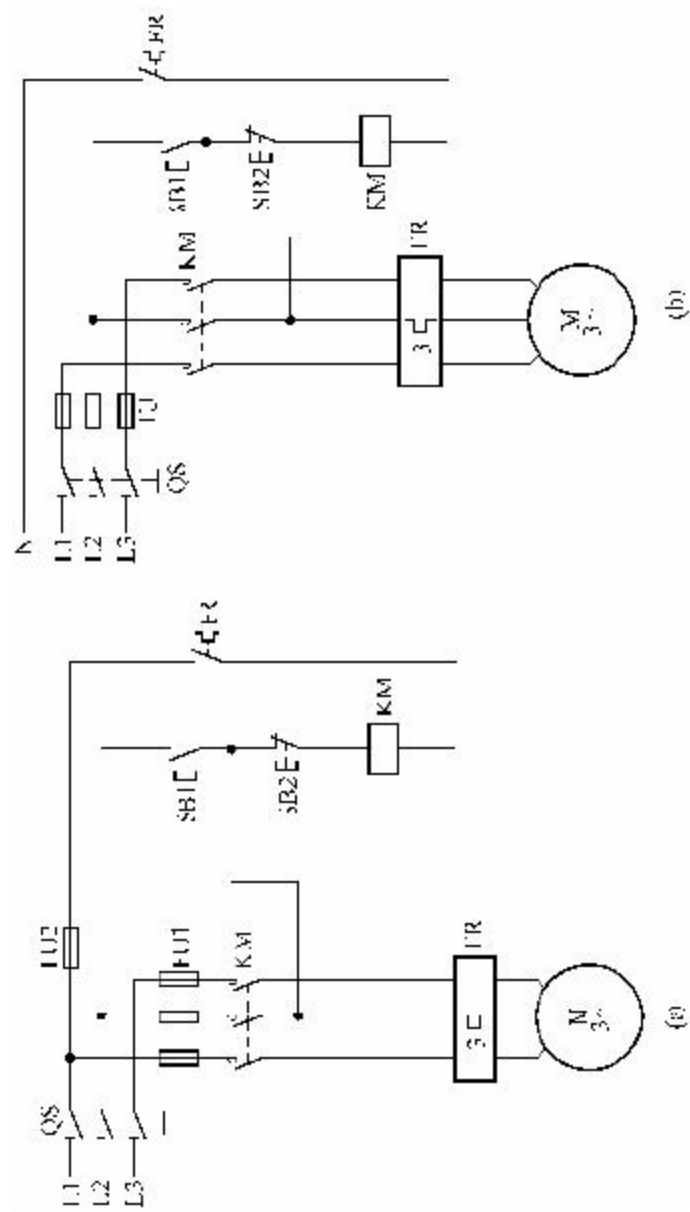


图 11-8 缺辅助触点的交流接触器应急处理电路

154. 用单相电流加热干燥电动机绕组的电路

电路图

用单相电流加热干燥电动机绕组的电路如图 11-9 所示。

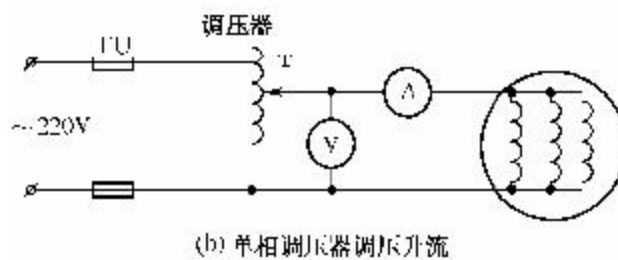
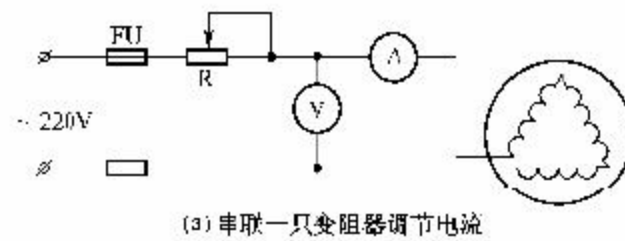


图 11-9 用单相电流加热干燥电动机绕组的电路

操作方法

把电动机的转子拆除,将三相定子绕组并联或串联起来(大中型电动机因绕组阻抗小,多采用串联形式),再串联一只变阻器后接入 220V 的单相交流电源,使绕组发热干燥,如图 11-9 (a) 所示。由于定子中无转子,必须用变阻器调节电流,使电流为电动机额定电流的 50%~70%,以控制绕组发热温度。如果有单相调压器,可不用变阻器,220V 电源经调压后进入绕组,如图 11-9 (b) 所示。

155. 用电焊机干燥低压电动机电路

采用交流电焊机作低压电源对绝缘电阻不符合标准的中、小型低压电动机进行干燥，是一种比较方便、安全的方法。其工作原理是利用交流电焊机输出端低压电流通过电动机定子绕组，产生铜耗发热，以达到驱潮、恢复电动机绝缘性能的目的。

电路图

用电焊机干燥低压电动机电路如图 11-10 所示。

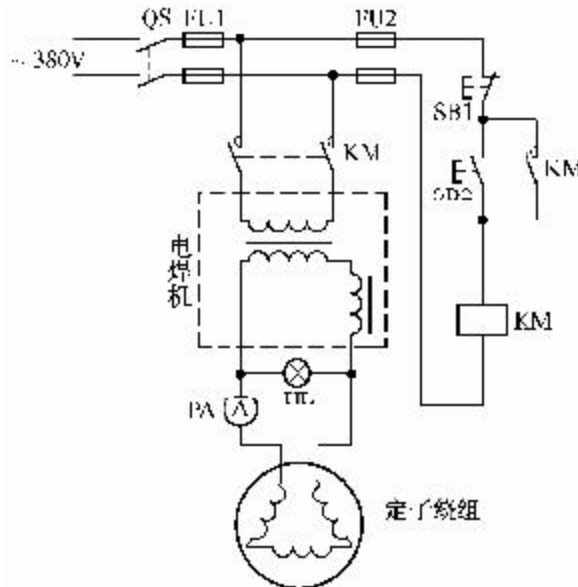


图 11-10 用电焊机干燥低压电动机

操作方法

把受潮电动机转子抽出后，先用压缩空气（吹尘器、打气筒等）把电动机定子绕组吹干净，然后将三相定子绕组接成一路串联，并接在交流电焊机的二次侧。为了保温和防止异物落入定子绕组内，可用帆布将其围起来，但要留有出气孔，以利

潮气排出。在绕组端部和铁芯等处，插入 3~5 支温度计。进行通电干燥前，应使交流电焊机二次侧输出调节到最小值，然后启动电焊机，此时电动机定子绕组两接线端即有 30V 以下的电压。接着调节电焊机动铁芯位置，改变漏磁分路的大小，从而均匀地调节电流（也可改变电焊机二次侧空载电压，粗调电流），在调节时须观察钳形电流表，使电流达到规定的数值。一般在电动机定子绕组上施加的低电压为额定电压的 7%~15%，并控制绕组中的电流为其额定电流的 50%~70%（或每 kW 容量应有 1A 的电流）。如此干燥若干个小时，当绕组的绝缘电阻达到标准，并在 5~8h 稳定不变时，即可认为干燥完毕。

注意事项

- (1) 每小时失电测量电动机绝缘电阻一次，并记录绕组、铁芯温度和电流数值。
- (2) 电动机绕组允许最高温度一般不超过 70~75℃，尤其要注意绕组上部的温度，因为它比别处的高。
- (3) 温度要逐步增高，升温速度以 5~8℃/h 为宜。
- (4) 被水浸泡过的电动机，不能用此法，应采用外热法，以避免电动机绕组绝缘击穿。
- (5) 电焊机的容量选择，可按其所需二次侧电流、电压进行估算，容量用 S 表示，即

$$S=UI=[(0.07\sim 0.15)U_N\times(0.5\sim 0.7)I_N]/1000(\text{kV}\cdot\text{A})$$

156. 用零序电流干燥变压器电路

电路图

用零序电流干燥变压器电路如图 11-11 所示。

操作方法

将三相 Y/Y 接法变压器的三个高压线圈以头尾相接的方式

串联起来，接至 220V 或 380V 的交流电源上，在低压线圈内就会感应出零序电压来。再用该零序电压作变压器外壳所缠绕的加热线圈的电源。这种接线法使变压器的高压线圈、低压线圈、油箱外壳的加热线圈中都有电流，油箱外壳、铁芯、铁质附件中都有零序磁通，从而使变压器到处都有热源，加热较均匀，同时可以缩短干燥时间、提高干燥质量。

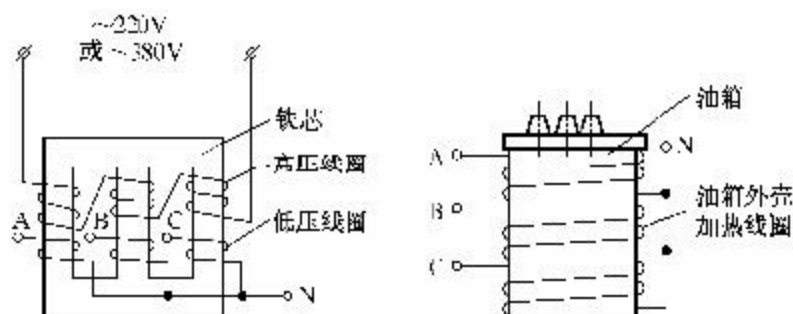


图 11-11 用零序电流干燥变压器电路

增减变压器外壳所缠绕的加热线圈的圈数可调节低压线圈和加热线圈中的电流，同时也就调节了高压线圈的电流及零序磁通的大小。

例如，变压器容量为 $1000\text{kV}\cdot\text{A}$ (高压 10kV、低压 0.4kV)，高压侧电流 57.7A，低压侧电流 1445A，满载阻抗压降 5.56%。在油箱外壳上缠绕 9 组线圈，除靠箱盖与靠箱底的两组为 4 圈外，其余的每组 3 圈。9 组线圈再按每组电流的大小进行搭配，分成大体均等的三大组后并接于变压器低压侧的三相出线端上。电流约为低压线圈额定值的 $2/3$ 。圈数多少是按所用导线的载流量，边缠绕、边通电、边用钳形电流表测定的。由于这个零序电压很低，无碍安全。该法需将变压器的线圈端接头拆开，所以对于必须“吊芯”修理的变压器较适用。

157. 用铁粉检查笼型转子的电路

笼型电动机出现转子断条故障后，启动转矩下降，在带负荷运行时，其转速比正常时要低，而且机壳振动厉害且伴有强烈的噪声。转子是否断条，一般是不易直接查看出来的。在没有短路测试器等仪器检查的情况下，可用本例电路进行检查。

电路图

用铁粉检查笼型转子的电路如图 11-12 所示。

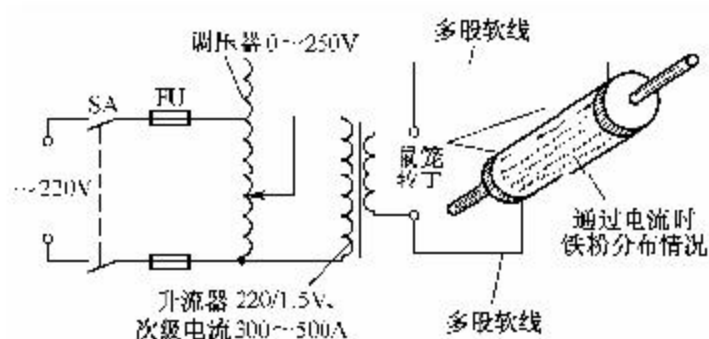


图 11-12 用铁粉检查笼型转子的电路

操作方法

将控制开关 SA 合上，调压器从零点升高，升流器的电流逐渐升高，则在笼型转子表面产生磁场。将铁粉撒在转子上，铁粉都很整齐的一行一行地排列成铜条或铝条的方向，电流大小一般可升到铁粉能排列清楚为止。如果某一根铜条或铝条上铁粉较少，则说明有可能是该铜条或铝条断条。

158. 用万用表判别电动机绕组的首尾端的电路

使用已久的三相异步电动机，常因电动机定子绕组引出线头上标记号模糊不清或遗失，而造成定子三相绕组引出线的首

尾端头混乱。因此，往往由于定子绕组一相反接而引起电动机损坏的严重事故。所以，简捷而准确地辨别出电动机定子三相绕组引出线的首尾端头是非常重要的。

利用万用表的毫安挡可以快速准确地辨别出电动机定子三相绕组的首尾端。

电路图

用万用表判别电动机绕组的首尾端的电路如图 11-13 所示。

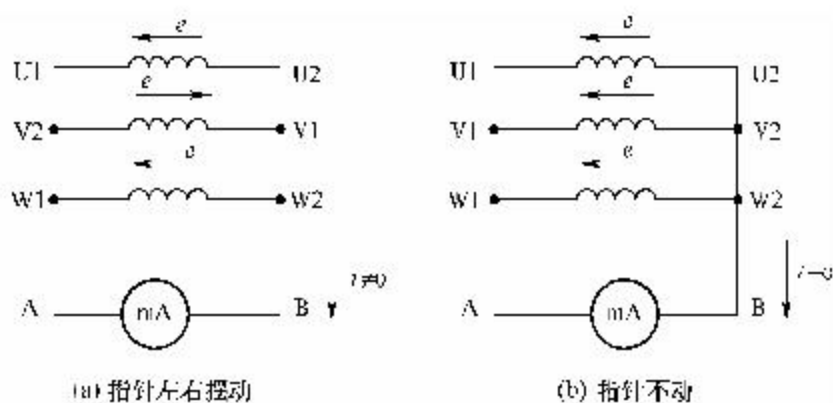


图 11-13 用万用表判别绕组的首尾端的电路

操作方法

此法所测试的电动机转子必须有剩磁，即必须是运转过的或通过电流的电动机。

首先，用万用表电阻挡找出被测电动机定子各相绕组的两根线端，电阻值最小两线端为同相绕组。并给各端头做好编号。

任意选定三相绕组的首尾，并联起来接到万用表的毫安挡上。这时慢慢匀速转动电动机转子，看万用表指针摆动情况。如果万用表指针向左右摆动明显，说明有一相绕组的首尾与其他两相绕组的首尾相反，如图 11-13 (a) 所示。任意调换其中一相绕组线端头的位置，再用上述同样的方法测试。一相一相

分别对调，看万用表指针摆动的情况，直至万用表指针无明显摆动为止，如图 11-13 (b) 所示。此时接在一起的三个线头就是被测电动机定子绕组的三个首端或尾端。

159. 用干电池和万用表判别电动机绕组的首尾端的电路

电路图

用干电池和万用表判别电动机绕组的首尾端的电路如图 11-14 所示。

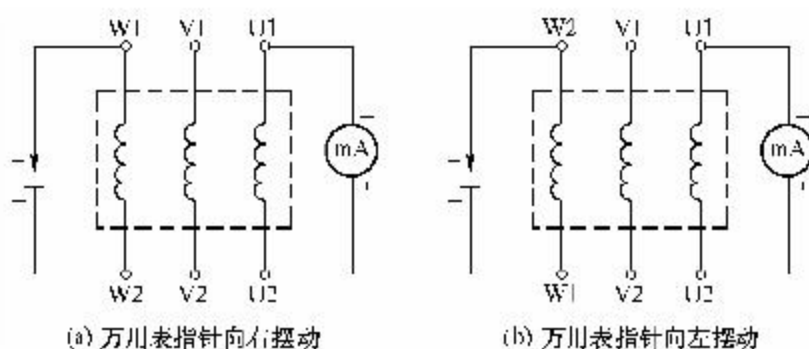


图 11-14 用干电池和万用表判别绕组的首尾端的电路

操作方法

先判别出三个绕组各自的两个线端：把万用表调到电阻挡，根据电阻的大小可分清哪两个线端属于同一相绕组，同一相绕组的电阻很小。

再判别出其中两相绕组的首尾端：先把万用表调到直流电流最小挡位，再把任意一相绕组的两个线端接到万用表上，并指定接表“—”端的为该相绕组的首端，接表“+”端的为尾端。然后将另外任意一相绕组的一个引出线线头接电池的负极，另一个引出线线头去碰触电池的正极，同时注意观察万用

表指针在线头碰触电池的瞬间偏转方向。如果万用表指针向右摆，则说明与电池正极触碰的那根引出线线头为首端（标上W1），如图 11-14 (a) 所示；如果万用表指针在瞬间反向（向左摆），则该相绕组的首尾端与上述判断相反，如图 11-14 (b) 所示。

最后，判别最后一相绕组的首尾端：前面万用表所接的这相绕组不动，将剩下的一相绕组的两个线端分别去碰触干电池的“+”和“-”极，用上述相同的方法即可判断出最后一相绕组的首尾端。

160. 用干电池和小电珠判别电动机绕组首尾端的电路

(1) 判别同一相绕组的两个线端。

电路图

用干电池和小电珠判别同一相绕组的两个线端的电路如图 11-15 所示。

操作方法

用两节干电池和一个当指示灯的小电珠串联，一头接于定子绕组引出的任意一根线端上，然后将另一头分别与其他五根线端接触。如果接触到某一根引出线端时，电珠亮了，则表明与电池和电珠相连的两根线端是属于同一相的。同法再一一找出另外两相绕组的两根同相线端，并做好标记号。

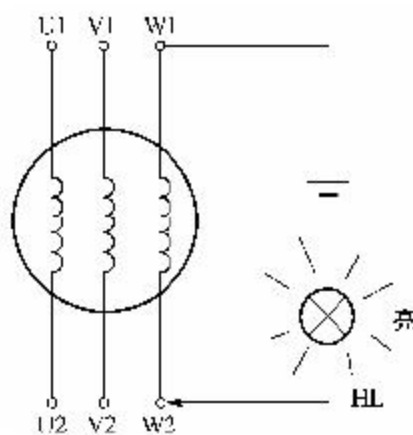


图 11-15 用干电池和小电珠判别同一相绕组的两个线端的电路

(2) 判别三相绕组的首尾端。

电路图

用干电池和小电珠判别电动机三相绕组首尾端的电路如图 11-16 所示。

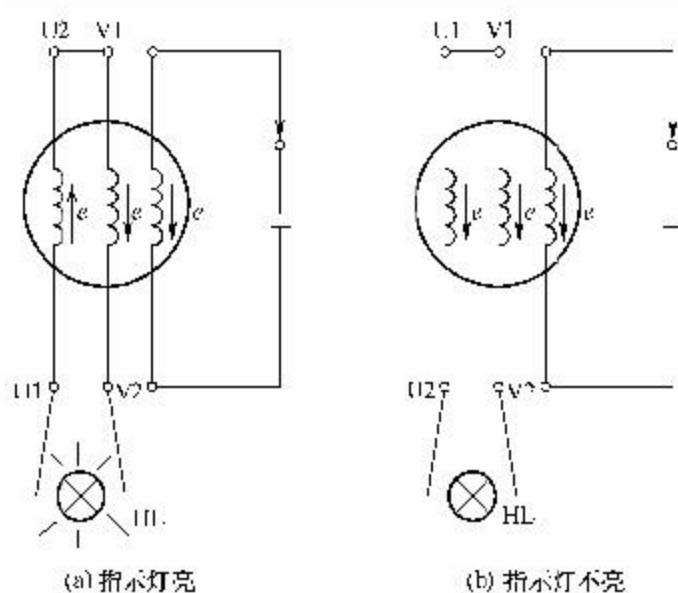


图 11-16 用干电池和小电珠判别电动机三相绕组首尾端的电路

操作方法

把任意两相绕组与小电珠三者串联成一回路，将第三相绕组的一端连接电池负极，另一线端与电池的正极碰触一下，如果电珠亮了，说明两相绕组是首尾串联，如图 11-16 (a) 所示。因为这时两相绕组中的感应电动势大小相等，而方向相反，若沿闭合回路绕一周，则两相绕组的瞬间感应电动势是相加的，所以使电珠发亮。如果电珠不亮，则表明两相绕组是首端与首端相接，尾端与尾端相接，如图 11-16 (b) 所示。这是因为两相绕组中所产生的瞬间感应电动势大小相等，方向相同。这时

在两相绕组与小电珠串联的闭合回路中，按顺时针方向沿回路绕一周，则两个电动势是相减的，即回路中的总电动势等于零，所以电珠不亮。

把已判知首尾端的一相绕组与第三相绕组串联，再照上述方法判别，即可判断出第三相绕组的首尾端。

161. 用市电和电灯判别电动机绕组首尾端的电路

(1) 判别同一相绕组的两个线端。

电路图

用市电和电灯判别电动机同一相绕组的两个线端的电路如图 11-17 所示。

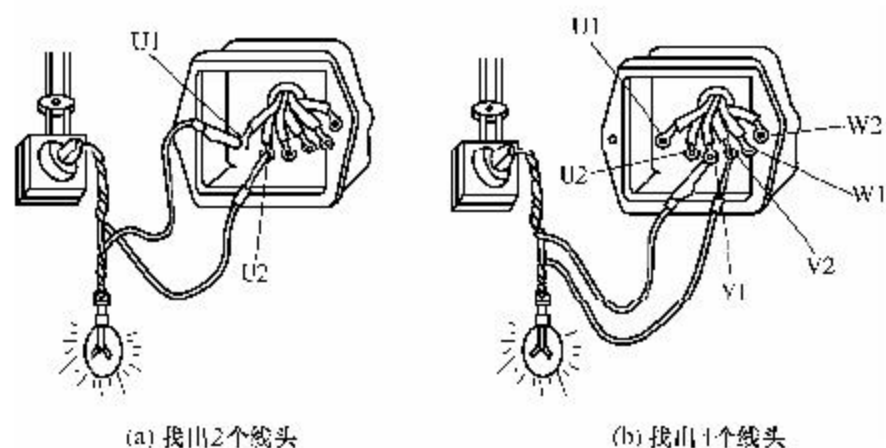


图 11-17 用市电和电灯判别电动机同一相绕组的两个线端的电路

操作方法

取 220V、60W 白炽灯泡一盏，串接在 220V 相线 L 上。把白炽灯泡的一根引出线线头与被测电动机定子绕组任意一根线头相连接，并把这个线头记为“U1”。把电源的中性线 N 线头依次与定子绕组其余 5 个线头接触，当接触到电动机某一个线



图 11-18 用市电和电灯判别电动机绕组首尾端的电路

操作方法

先假定上述的编号是正确的，把“U2”、“V1”连接起来，“U1”、“V2”跨接 220V 电源，“W1”、“W2”接白炽灯泡。接通电源后

771410

操作方法

在如图 11-19 所示的低压配电网中，若发生接地故障时，可先在配电室内的电源总开关 QS 上分相试送电（可采用临时拆除其他两相熔断器的方法），然后用钳形电流表（最好用带有毫安挡的钳形电流表，或将被测导线在钳

可判为有接地故障点的线路。

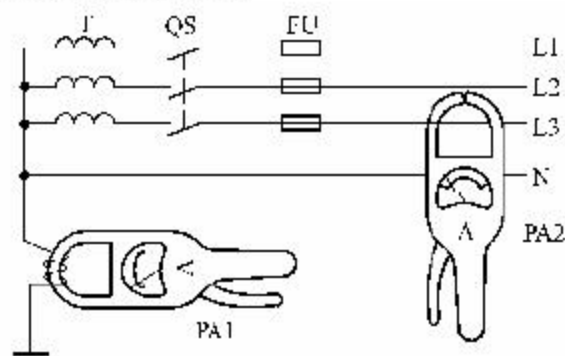


图 11-19 用钳形电流表判查低压电网接地故障点

判定有接地故障的相线路后,先对该线路主干线进行检测。查看有无架空导线断线落地或和拉线、电话线、广播线等搭连,以及故障相线路直接和中性线碰连而造成单相接地短路故障,此类接地故障点明显易找。如果故障不在主干线上,可再用钳形电流表对各相分支线进行检查(图中 PA2 钳形表所示位置)。当某一分支线有电流,其余分支线路没有电流时,可判定有电流的那条分支线路存在接地漏电故障。之后对该分支线用“对分法”进行检测,即从线路大约一半的部位找一便于检测的测试点,用钳形电流表钳测相导线,若该测试点有电流,则说明故障点在测试点的负荷一侧;若该测试点测得无电流或电流非常微弱,则说明接地点在测试点的电源一侧。确定故障点在哪一段线路后,再按上述方法从这段线路的中部检测和判断,如此逐步缩小发生接地故障的范围。当找到电流有与无的分界点时,这一点便是要查找的接地故障点。

163. 用万用表预测交流电动机转向的电路

在电源相序已知的条件下,三相异步电动机的三个引出

线应怎样与电源线相接，才能保证其转向符合规定，这对安装不宜反转的拖动装置，如带反转制动的电动机、水泵电动机、冰箱电动机等，尤其对大容量的交流电动机，具有实际意义。

电路图

用万用表预测交流电动机转向的电路如图 11-20 所示。

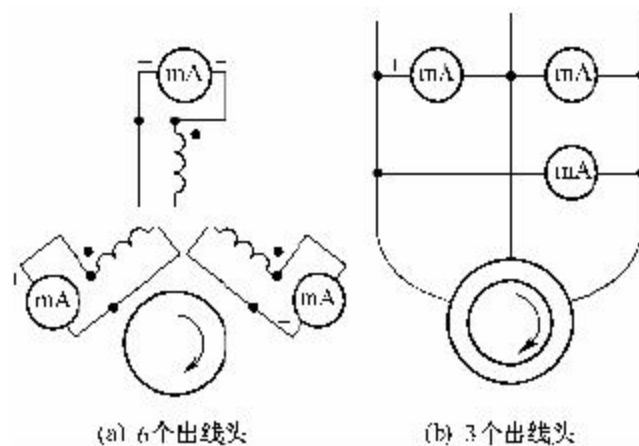


图 11-20 用万用表预测交流电动机转向的电路

操作方法

对曾经运行过的交流电动机，其电动机的转子一般都有剩磁，电动机本来有几极，剩磁也会有几极。如使剩磁场切割定子绕组，后者就会有较小的感应电动势产生，此时，可通过跨接的直流毫安表（常用万用表的直流毫安挡）显示出来。

设被测电动机三相定子绕组的头、尾端已理清。用三块同型号规格的万用表按图 11-20 所示接线。当用人力使电动机转子依规定转向缓慢均匀地盘转时，电动机实质上成为超低频的空载三相发电机。这时相差 120° 电角度的三相感应电动势使三块万用表指针都在左右交替摆动，但步调不一致。可以看出

万用表指针每次达最大右偏摆有个顺序，这个顺序也就是所要测定的电动机定子绕组的相序。当接入的电源相序与电动机定子绕组相序相同时，电动机将按盘转方向旋转。

164. 废旧气囊式时间继电器应用两例

当 JS7—A 型气囊式时间继电器线圈烧毁后，当作废品扔掉了，实在可惜，利用它还可以控制各种用电装置，这里介绍两个应用例子。

(1) 用来制作暗房曝光定时器。

电路图

利用废旧气囊式时间继电器制作暗房曝光定时器的电路如图 11-21 所示。

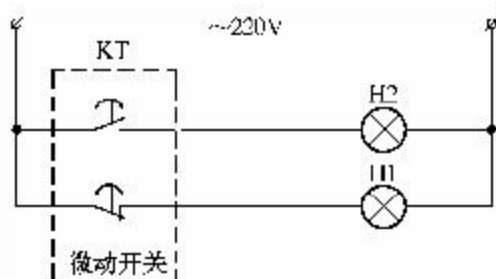


图 11-21 利用废旧气囊式时间继电器制作暗房曝光定时器的电路

制作方法

通常，暗房曝光定时器电路较为复杂，对于一般业余摄影爱好者来说不易制作，图 11-21 所示的洗相曝光定时器电路非常简单，容易制作。具体做法是将烧坏的时间继电器的延时气囊及微动开关拆下来，并按图 11-21 所示电路接线后即可通电使用，使用时只要按下延时气囊，此时安全灯 H1 灭，曝光灯 H2 亮，经一段延时后，曝光灯 H2 灭，安全灯 H1 亮，自

体积也大，线路也较复杂，故障较多。本例是一种线路简单、成本较低并具有延时功能的电焊机空载自停装置。

电路图

电焊机空载自停节电电路如图 11-23 所示。

工作原理

当使用电焊机时，合上刀开关 QS，手握电焊钳胶柄，拇指随即按下装在电焊钳胶柄上的微型按钮开关 SB，三极管 VT 导通，继电器 KA 吸合，KA 常开触点闭合，交流接触器 KM 线圈得电吸合，KM 触点闭合，电焊机开始工作。焊接完毕时，拇指抬起，SB 恢复原位，经一定时间后，继电器失电释放，KA 开路，交流接触器 KM 线圈失电释放，电焊机电源被切断。电路中 C3 是为了使继电器 KA 延时释放所加设，可避免在焊接工作时微型按钮瞬间多次通断造成电焊机工作电源的不正常。

166. 交流接触器无声运行电路

交流接触器改为无声运行有很多好处：节电效果显著，无噪音，运行温度低，延长使用寿命。

电路图

交流接触器无声运行电路如图 11-24 所示。

工作原理

按下 SB1，当电源 N 端为正，L1 端为负时，VD1 接入电路，供给接触器 KM 脉动直流电，接触器 KM 动作，接触器常闭触点 KM 断开，R1 和 VD1 退出电路。当 L1 端为正，N 端为负时，VD2 正向导通对电容 C1 充电，并同时接通接触器 KM 续流回路。当 N 端恢复为正时，则接触器 KM 靠电容 C1 维持直流供电。

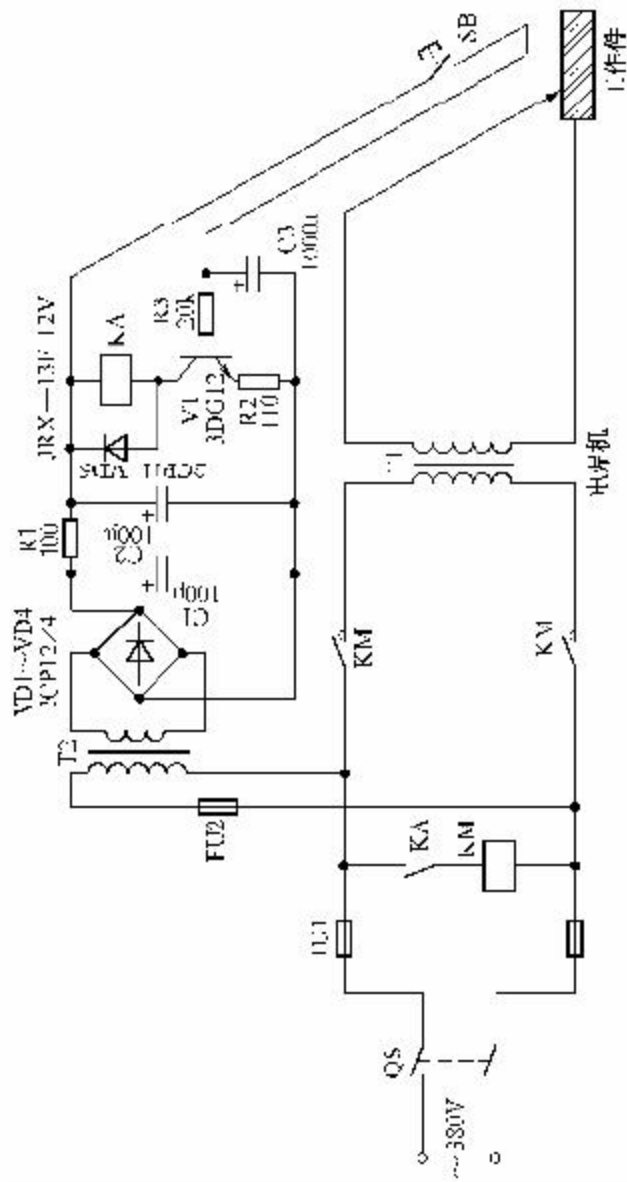


图 11-23 电焊机空载自停节电电路

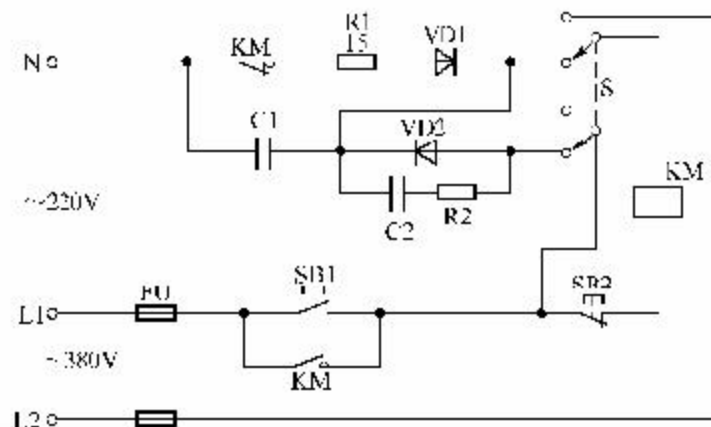


图 11-24 交流接触器无声运行电路

S 为交直流转换开关，如整流电路需要进行故障维修时，可将转换开关 S 投入交流装置，使接触器转入交流运行，不影响电气设备的正常运行。

常用交流接触器无声运行型号为 CDC10—100 时，电容容量为 $1.47\mu\text{F}/400\text{V}$ ，二极管型号为 1N4007；型号为 CDC10—150 时，电容容量为 $1.47\mu\text{F}/400\text{V}$ ，二极管型号为 1N4007；型号为 CJ12B—250 时，电容容量为 $2\mu\text{F}/400\text{V}$ ，二极管型号为 1N4007。

167. 交流接触器改为直流运行节电电路

交流接触器改为直流运行可以消除运行中的噪声，降低释放电压，节电效果显著。

电路图

图 11-25 所示是一种简单的交流接触器改为直流运行节电电路。

工作原理

当启动电动机时，按下按钮 SB1，交流接触器 KM 线圈吸合，KM 辅助触点闭合。放开按钮 SB1，SB1 常闭触点将二极

管 VD 接通，VD 与 KM 线圈相并联，这时 KM 仍保持吸合，并转为直流运行。电容 C 串入电路起降压作用，并使交流电在正负半波时都由上而下流过线圈，从而使交流接触器改为直流运行。

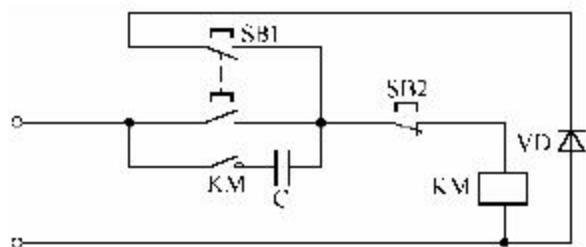


图 11-25 交流接触器改为直流运行节电电路

168. 用一根导线传递联络信号的电路

电路图

图 11-26 所示是用一根导线传递联络信号的电路。

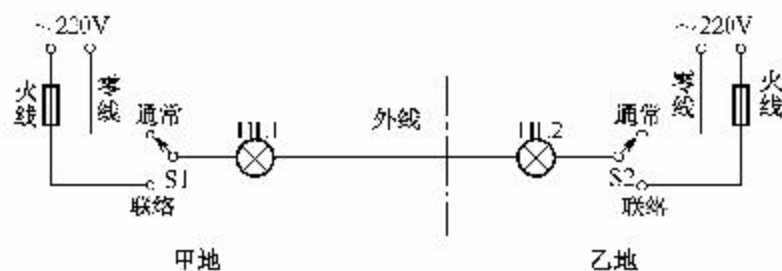


图 11-26 用一根导线传递联络信号的电路

工作原理

两地中各有一只双掷开关控制联络信号灯，信号灯分别装在两地，一地一个，当甲地向乙地发联络信号时，拨动开关 S1，乙地的指示灯亮，待乙地完成甲地所指示的任务后，乙地可把开关拨至联络位置，通知甲地工作已完成。

169. 1.5V 干电池代替 9V 叠层电池电路

一些仪表，比如数字万用表，多采用 9V 叠层电池供电。相对来说 9V 电池价格高，不易购到，给使用带来不便。这里给出的电路用一节 1.5V 干电池或一节 1.2V、500mA 镍镉电池供电，用它完全可以取代 9V 叠层电池。

电路图

1.5V 干电池代替 9V 叠层电池电路如图 11-27 所示。

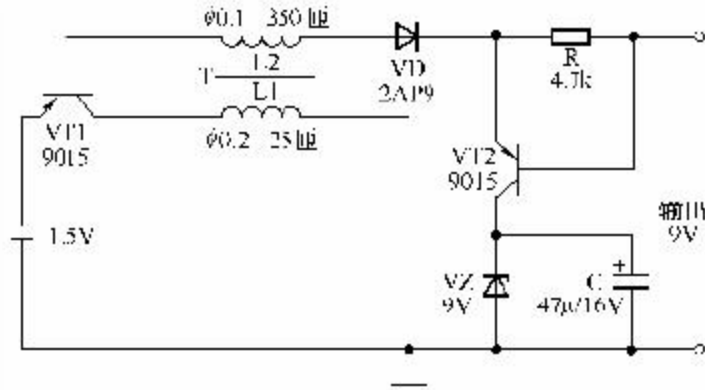


图 11-27 1.5V 干电池代替 9V 叠层电池电路

工作原理

三极管 VT1 与变压器相应绕组组成电感三点式振荡器，将干电池的直流电转换为交流电，经升压整流产生直流 9V 电压，供仪器仪表使用。电路中 VT2 为自控管，当仪表的电源开关没有打开时，电路不工作。开关打开时，仪表内部的电路给 VT2 提供了偏置通路，VT2 饱和导通，VT1 得到偏置电流，电路起振，L2 两端得到一定幅度的交流电压，经 VD 及 VZ 整流、稳压，仪表内电路的滤波，得到 9V 直流电压，供给仪表电路。

制作时，VT1、VT2 用 9015 三极管，VD 用 2AP9 二极管，

VZ 用 9V 稳压管。变压器 T 用口字型磁管 (E3 型铁氧体磁芯改造), L1 用 $\phi 0.2\text{mm}$ 漆包线绕 25 匝, L2 用 $\phi 0.1\text{mm}$ 漆包线绕 350 匝。其他元件如图所示。

170. 低压变压器短路保护电路

目前, 机床的工作灯、行灯都采用低压变压器提供 36V 安全电压。由于灯具在使用中经常移动, 极易发生短路故障, 造成熔断器熔断甚至烧坏变压器。如果使用 36V 小型中间继电器或 36V 交流接触器作变压器的通断开关, 可避免烧坏变压器。

电路图

低压变压器短路保护电路如图 11-28 所示。

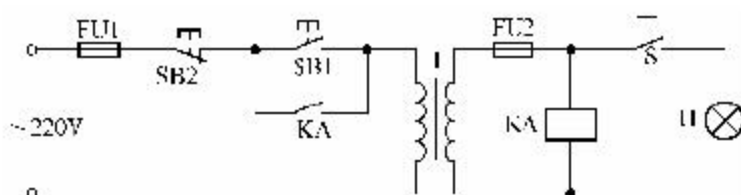


图 11-28 低压变压器短路保护电路

工作原理

闭合 S 后, 按下按钮 SB1, 变压器得电输出 36V 低电压, 使得继电器或交流接触器 KA 吸合, 放松按钮后, KA 自保触点使 KA 保持吸合, 继续给变压器接通电源。如果变压器次级发生短路故障, 继电器线圈电压为零, 此时 KA 便失电释放, 将变压器电源断开, 保护变压器不被破坏。

171. 解决电磁离合器吸合缓慢的电路

直流电磁离合器在使用时往往会出现吸合缓慢现象, 严重地影响正常工作。造成吸合缓慢的主要原因是接通电源时, 由

于电磁离合器线圈的自感作用，限制了电流的上升率，从而造成其吸合缓慢。

电路图

解决电磁离合器吸合缓慢的电路如图 11-29 所示。

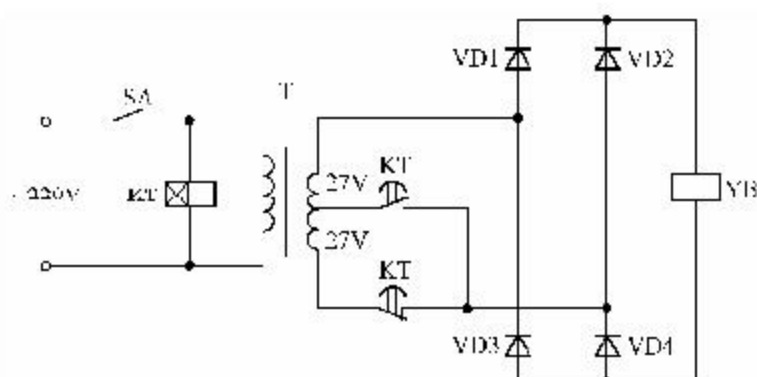


图 11-29 解决电磁离合器吸合缓慢的电路

解决方法

采用高电压强励磁的方法来解决。合上电磁离合器控制开关 SA，时间继电器 KT 线圈得电吸合。此时，电磁离合器 YB 通过 KT 延时断开的常闭触点以两倍高电压 $[(27+27) \times 0.9 \approx 48\text{V}]$ 强励磁启动。经一段延时后，KT 延时断开的常闭触点先断开切断高电压，同时延时闭合的常开触点闭合，接通正常 24V 电源工作 $(27 \times 0.9 \approx 24\text{V})$ ，由高电压强励磁启动转为正常励磁供电，从而解决了电磁离合器吸合缓慢问题。

时间继电器 KT 的延时时间为 1s 左右，不可过长，以免烧坏线圈。

172. 防止制动电磁铁延时释放电路

采用交流电磁铁制动的三相异步电动机，有时会因制动电

磁铁延时释放，造成制动失灵。造成电磁铁延时释放的原因是因接触器的主回路电源虽被切断，但电动机由于剩磁存在，定子绕组产生感应电动势加在交流电磁铁上，使电磁铁不会立即释放。采用本例电路可有效地解决电磁铁延时释放问题。

电路图

防止制动电磁铁延时释放电路如图 11-30 所示。

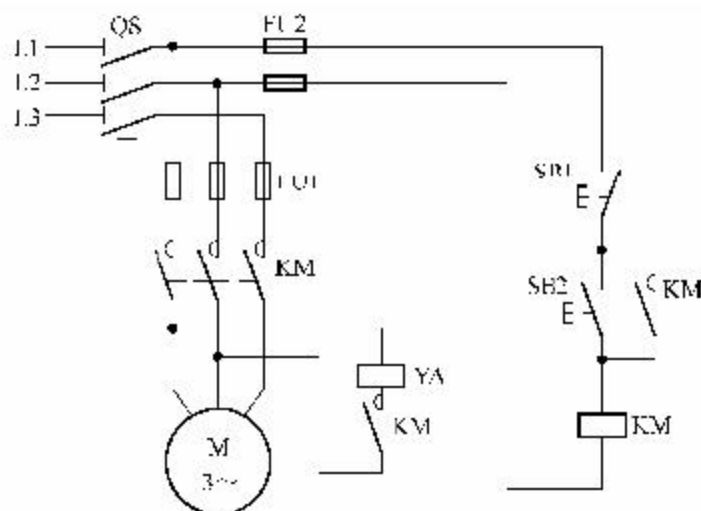


图 11-30 防止制动电磁铁延时释放电路

解决方法

很简单，只要在交流电磁铁线圈上串入一个交流接触器常开触点，当断开电动机电源时，电磁铁线圈与电动机绕组线圈的连接同时断开，使电磁铁立即释放。电路中 YA 为制动电磁铁，在通电后，制动解除，在失电后，YA 立即制动。

173. 直流电磁铁快速退磁电路

直流电磁铁停电后，因有剩磁存在，有时会造成不良后果。因此，必须设法消除剩磁。

电路图

直流电磁铁快速退磁电路如图 11-31 所示。

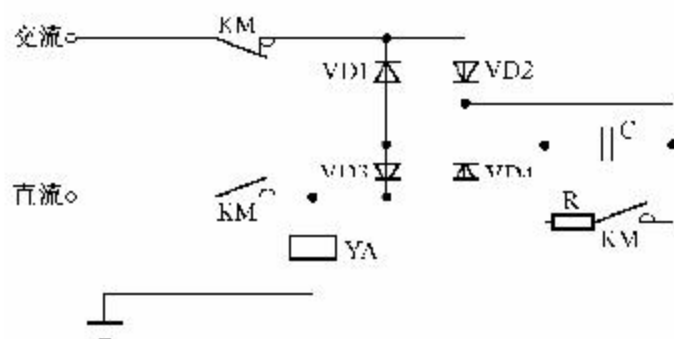


图 11-31 直流电磁铁快速退磁电路

工作原理

图中，YA 是直流电磁铁线圈，KM 是控制 YA 启、停的接触器触点。KM 吸合时，YA 得电励磁；KM 复位时，YA 断开直流电，并进行快速退磁。直流电磁铁线圈失电后，交流电源通过桥式整流电路和 YA 电磁铁线圈电路向电容 C 充电，随着电容 C 两端电压的不断升高，充电电流越来越小，而通过 YA 的电流又是交变的，从而使电磁铁快速退磁。电容 C 的容量要根据电磁铁的实际情况现场试验决定。R 为放电电阻。

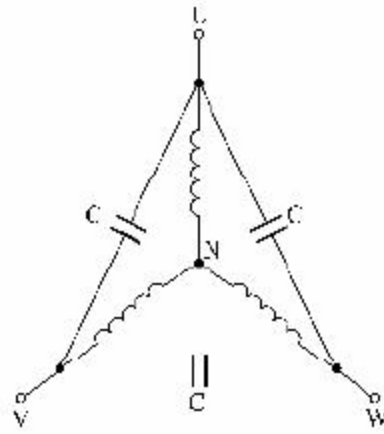
174. 用异步电动机发电电路

电路图

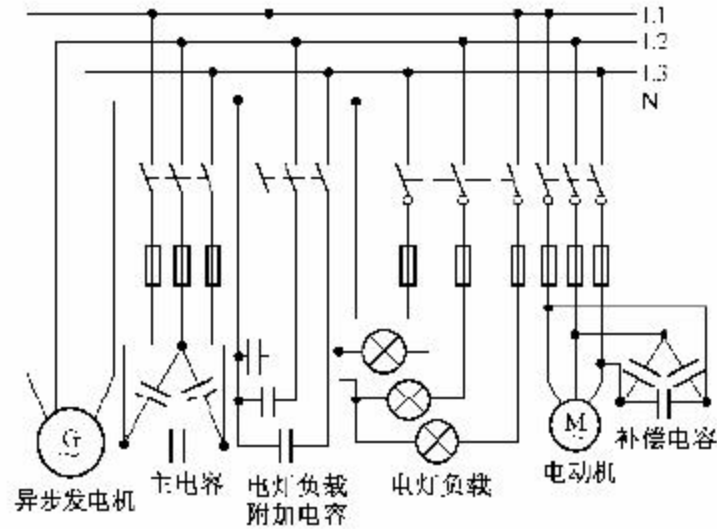
用异步电动机发电电路如图 11-32 所示。

工作原理

利用异步电动机发电一般可选择 17kW 以下的异步电动机，按图 11-32(a)所示的方法连接，并且配置无极性耐压 450V 以上的电容器。其方法是将异步电动机接成 Y 形，把 3 组电容



(a) 连接方法示意



(b) 电动机发电前连接电路

图 11-32 用异步电动机发电电路

器接成 Δ 形后并联在一起。当柴油机带动异步电动机达到一定转速后，在 U、V、W 三相任意两相上便可得到 380V 输出电压。如果需要 220V 电压时，可在 U、V、W 上任意取一相，

式中 C 为电容值，单位为 μF ； I_0 为电动机空载电流

11~25 μ F; 使用 JO42—4 型异步电动机, 功率为 2.8kW, 配置电容为 18~35 μ F; 使用 JO51—4 型异步电动机, 功率为 4.5kW, 配置电容为 28~55 μ F; 使用 JO54—4 型异步电动机, 功率为 7kW, 配置电容为 42~75 μ F; 使用 JO62—4 型异步电动机, 功率为 10kW, 配置电容为 59~130 μ F。

(4) 异步电动机作为发电机使用是利用剩磁启动的。转子有无剩磁, 将决定该发电机能否发出电来。如果在电动机转速达到额定值后, 却发不出电来, 首先应考虑的是转子无剩磁, 应停机后用 4 节 1 号电池串联起来, 对定子绕组中的一个绕组通电 2min 充磁。如果经过充磁后仍发不出电, 即是电容器容量太小, 可加大电容容量。一经发出电之后, 要经常用上述方法使其发电可靠。

(5) 用异步电动机发电时要注意电动机的温度不能超过允许值。要注意观察频率是否符合要求, 发现问题要及时解决。

(6) 发电时, 电压升到额定值后即可接入负载, 感性负载一般不应超过额定负载的 25%。

(7) 在用异步电动机发电时要对电动机绕组进行绝缘测量, 一般要求电动机绕组对外壳阻值不低于 1.5M Ω 。

(8) 供给发电机励磁电流的电容器为主要电容, 可固定在发电机绕组中, 因负载变化所增加的补充电容应根据发电机输出端的电压需要投入或切除。使用时可将附加电容分成数组, 以便根据需要进行投入或退出。

(9) 发电机各相负载应尽可能平衡, 一般发电机三相电流差额不得超过 20%, 每相电流值都不允许超过额定电流。

(10) 在运行中要防止发电机满载运行时突然失去负载, 以免电压急剧升高将绝缘击穿。若遇到这种情况应迅速切断电容器, 然后降低原动机转速。为了避免出现这种情况, 可将附加

电容接于负载端。

(11) 如发现电容器开关损坏及熔断器熔丝熔断, 电容器变形时, 要停机后将电容器并接电灯放电, 然后更换电容器, 以防电容所存电荷放电使人触电。

(12) 电动机作为发电机时, 启动前应安装接地。

(13) 三相 380V、四极异步电动机发电时, 在选择电容器容量时可参照表 11-1 进行选择。

表 11-1 异步电动机发电电容器选择

电动机功率/kW	△形接法每相电容量/ μ F	Y形接法每相电容量/ μ F	电动机功率/kW	△形接法每相电容量/ μ F	Y形接法每相电容量/ μ F
2.8	18~24	54~72	4.5	22~30	66~90
7.5	32~42	96~126	28	90~120	270~360
10	40~56	120~168	40	110~140	330~420
14	54~74	162~222	55	150~180	450~540
20	66~86	198~258			

175. 大棚、温室地埋线电路

应用地埋线来促使植物生长技术是利用导线通入电流后产生的热能使土壤增温。使用时, 将电热地埋线埋入地下后, 可以使土地升温快、地温高, 并且不受使用时间限制, 可根据不同蔬菜的种类和不同天气条件来调节控制温度和加温时间, 使地温保持在所需的范围内。

电热地埋线是一种利用铁、铬、镍等金属制成的专用导线。导线外面是塑料绝缘层, 通入额定电压后可以产生约 40℃左右的温度, 使地温升高并可以控制。

电路图

大棚、温室地埋线电路如图 11-33 所示。

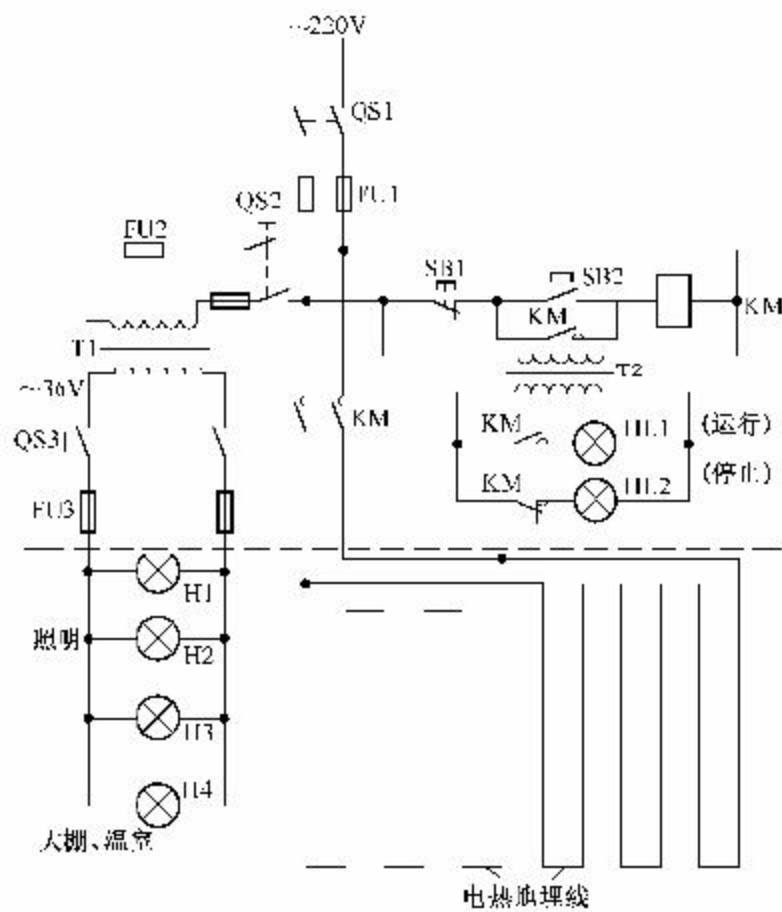


图 11-33 大棚、温室地埋线电路

工作原理

当需要使用加热装置时，先合上电源开关 QS1，然后按下加热控制按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合并自锁，电热地埋线得电放热，同时指示灯 HL1 点亮。

需要照明时，接通 QS2 和 QS3，照明灯 H1~H4 点亮。

不需要加热时，按下停止按钮 SB1，接触器 KM 失电释放，其主触点断开，电热地埋线停止加热，同时加热指示灯 HL1 熄

灭，停止加热指示灯 HL2 点亮。

元器件选择

T1 应根据照明灯的总功率进行选择，若使用 4 只 100W、36V 灯泡，可选用 500V·A、二次电压为 36V 的电源变压器；若使用 8 只 100W、36V 灯泡，则应选用 1kV·A、二次电压为 36V 的电源变压器。T2 选用 5V·A、二次电压为 10~15V 的电源变压器。

KM 选用 CDC10—10 型 220V 交流接触器。

QS1 选用 HK2—30 型刀开关；QS2 和 QS3 选用 HK1—15 型刀开关。

电热地埋线可选用 DV20410 或 DV21012 型专用电热线。

安装调试

电热地埋线在撒播育苗时应埋在深 50mm 左右的地下；对分苗床培育成苗时深度应为 100mm 左右；在采用地热进行栽培时地埋线应深埋 100~150mm。线的间距要根据地温、季节以及各地区的具体情况而定，一般在 100mm 左右为宜。如选用 DV 系列电热加温线 DV20410 型，电压为 220V，电流为 2A，功率为 400W，长度选用 100m，使用温度为 45℃；如选用 DV20608 型，电压为 220V，电流为 3A，功率为 600W，使用电热地埋线长度为 80m，温度为 40℃；如选用 DV21012 型时，使用电压为 220V，电流为 5A，功率可达 1kW，使用地埋线长度为 120m，使用温度大约为 40℃。

在采用功率小于 2kW，电流小于 10A 时，可直接采用单相 220V 供电，用刀开关连接控制。把电力电源线架设到大棚作物的室内，使电源线进入刀开关。刀开关可采用装有熔断器的 15A 单相刀开关。

注意事项

(1) 在安装使用电热地埋线时，要特别注意防止漏电、触

电事故的发生。导线接头要牢固并增强各个接头的绝缘，电热地埋线路电源进户后要加装漏电保护开关。

(2) 计算好每一组电热地埋线的功率，并以此选择熔断器、开关、接触器的容量。

(3) 电热地埋线的导线接头不能埋入土地中，以免氧化漏电，必须架空放在无人触及的地方。

(4) 电热地埋线不能交叉、重叠或打结，以免通电时热量集中发热粘连引起短路。

(5) 在选用每一部分加热地埋线时，电热地埋线每根长度是一定的，其电阻也是额定的，每根应按规定单独接入 220V 电压。不能将两根或多根串联使用，否则达不到发热效果，更不能把规定长度的电热地埋线剪短使用，这样会严重发热烧坏线路。

(6) 电热地埋线布线时，行数应为偶数。

(7) 在铺设电热地埋线时，不要用力强拉，不能打死结。在使用过程中不能用铁锹挖掘电线，以免破坏绝缘。

(8) 在苗床管理期间和浇水灌溉时，应在电热地埋线失电后进行。

176. XMT 型数字显示式温度控制调节仪接线方法

对于设有上、下限温度控制功能的数字显示式温度控制调节仪，型号如 XMT—121、122、2201、2202 等，按照产品使用说明提供的接线方法，无法实现上、下限温度控制（如图 11-34 所示，主回路未画出）。换句话说，厂家在说明书中没有提供该功能的正确电气接线方法。

现将正确接线图提供给广大读者参考。将仪器按图 11-35（主回路未画出）正确接线后，把开关拨至“下限设定”位置，

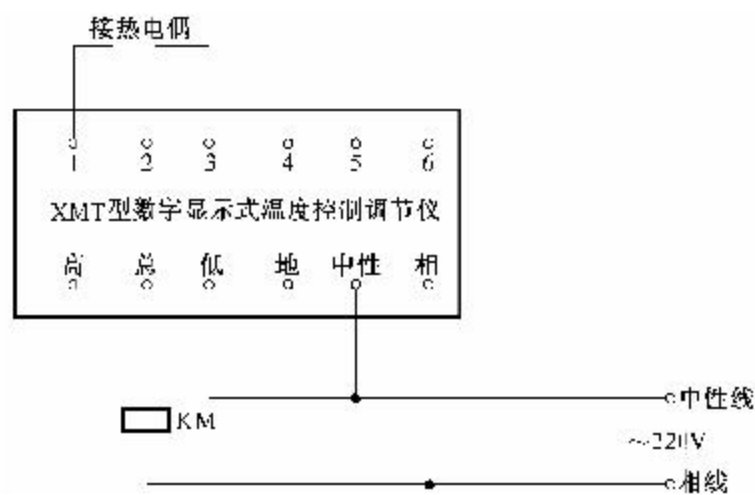


图 11-34 XMT 型数字显示式温度控制调节仪电气原理图

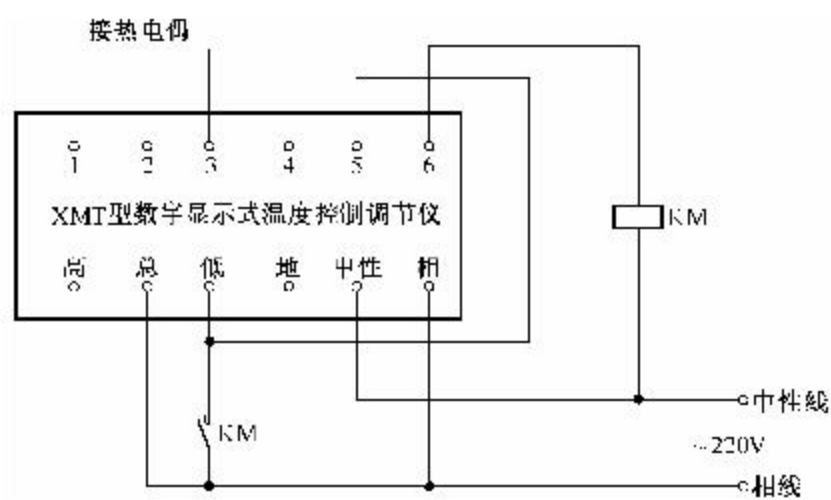


图 11-35 XMT 型数字显示式温度控制调节仪上下限温度控制接线方法

再旋转相对应的下限设定电位器，此时数字显示的数值是所需的下限温度值。再把开关拨到“上限设定”位置，旋转相对应的上限设置电位器，此时显示的数值是所需的上限温度值。再

把开关拨至“测量”位置，数字显示的数值是实际温度值。当实际值低于下限设定值时，绿灯亮，上下限继电器均为总低通、总高断。上限继电器吸合转态，(5)、(6)常开触点闭合，交流接触器 KM 线圈得电吸合且自锁，其 KM 三相主触点闭合，加热器得电开始加热。当实际值达到或超过上限设定值时，上下限继电器均为总低断、总高通，上下限继电器均停止工作，上限继电器 (5)、(6)常开触点恢复常开状态，交流接触器 KM 线圈失电释放，其三相主触点断开，加热器失电停止加热。当实际值达到或超过下限设定值而仍低于上限设定值时，绿灯红灯均熄灭，下限继电器总低断、总高通，上限继电器仍为总低通，总高断。在此状态下，交流接触器 KM 线圈不能得电吸合，加热器不工作。当实际值低于下限设定值时，绿灯亮，上下限继电器均为总低通，总高断，上限继电器吸合转态，(5)、(6)常开触点闭合，交流接触器 KM 线圈得电吸合且自锁，其 KM 三相主触点闭合，加热器得电开始加热，重复上述工作，从而实现上、下限温度自动控制。

177. 交流电子灭弧器电路

电子灭弧器作为控制负载通断的交流接触器的灭弧装置，可避免由于拉弧而造成接触器触点的损坏，从而延长了接触器的使用寿命，特别适合于在易燃易爆场合下工作的交流接触器，可大大地降低火灾及爆炸事故的发生。

电子灭弧器体积小，质量轻，功耗低及安装使用方便。使用时，只需将各级灭弧器回路与接触器各触点相并联，并将其控制端并接在接触器线圈两端即可。交流电子灭弧器适用于交流 110V、220V、380V 线路上，作为交流接触器触点的灭弧设备，其外形如图 11-36 (a) 所示。

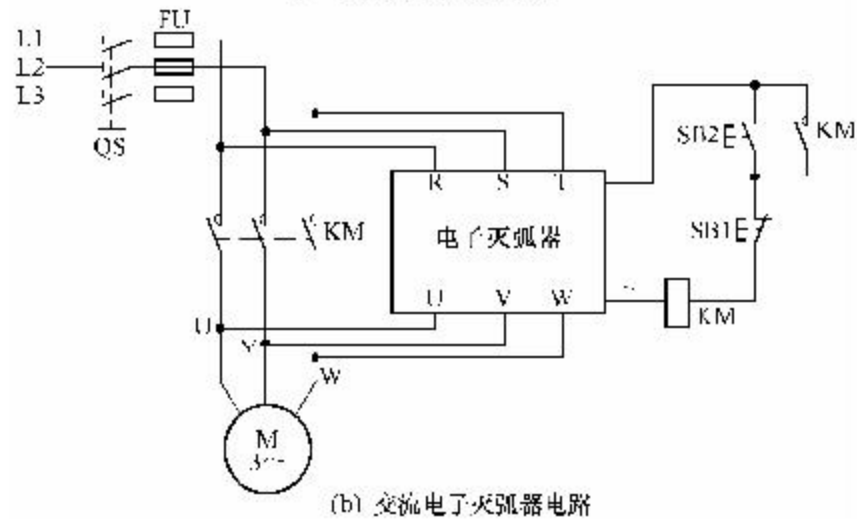
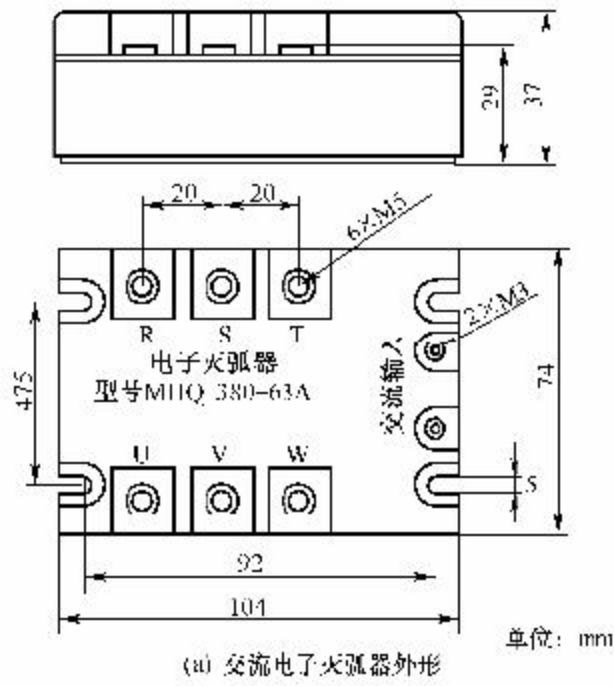


图 11-36 交流电子灭弧器外形及电路

交流接触器灭弧电路电子模块共有 8 个端子；其中 R、S、

T 与交流接触器 KM 的进线端相接；U、V、W 与 KM 主触点的出线端相连（也就是电动机 M 的进线端）；标出“~”标志的两个端子，作交流接触器线圈的输入端。

电路图

交流电子灭弧器电路如图 11-36（b）所示。

工作原理

按一下启动按钮 SB2，交流接触器 KM 吸合、电动机 M 工作；按一下停止按钮 SB1，KM 释放，电动机停转，与此同时灭弧器工作，自动将 KM 触点产生的电弧熄灭。

十二、电子电路

178. 火灾报警器电路

本例介绍的火灾报警器，在检测到烟雾时能及时发出报警声，以利于及早扑灭火灾。该装置既可用于家庭，也可用于单位宿舍、办公楼、影剧院、歌舞厅等公共场所。

电路图

火灾报警器电路如图 12-1 所示。

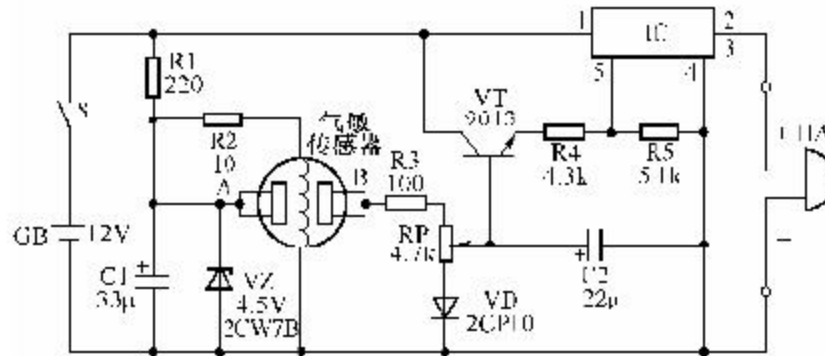


图 12-1 火灾报警器电路

工作原理

QM—N5 型气敏传感器在未检测到烟雾时，其 A、B 两极间的导电率很低，呈高电阻状态，VT 处于截止状态，IC (TWH8778) 内部的电子开关不导通，HA 不发声。

当发生火灾、气敏传感器检测到烟雾时，其 A、B 两极间

的电阻值变小，VT 因基极电位升高而导通，使 IC 的⑤脚电压高于 1.6V，IC 内部的电子开关导通，HA 得电工作，发出报警声。

179. 气体烟雾检测报警器电路

本例电路适用于对煤气、液化石油气、天然气、汽油、一氧化碳、烷类、醚类、苯类挥发性气体，以及纸张、木材、橡胶、塑料制品等燃烧生成的烟雾进行检测。

电路图

气体烟雾检测报警器电路如图 12-2 所示。

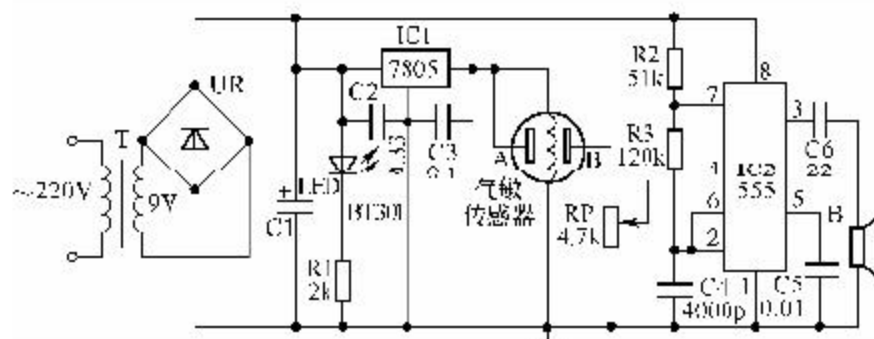


图 12-2 气体烟雾检测报警器电路

工作原理

电路采用 QM—N5 型半导体气敏元件作为传感器，实现“气/电”转换，555 时基集成电路及周围元件组成触发电路和报警音响电路。由于气敏元件工作时要求其加热电压相当稳定，所以利用三端集成稳压器 7805 对气敏元件加热灯丝进行稳压，报警器就能稳定地工作在 180~260V。电路工作时，由 555 时基电路组成自激多谐振荡器，利用它的复位端进行触发。当气敏元件接触到可燃性气体和纸张、塑料、橡胶等燃烧生成的烟

雾时，其阻值降低，使 555 时基电路复位端④脚电压上升，当电压达到 555 时基电路电源电压的 1/3 时，输出端③脚输出高电平，驱动扬声器发出报警声。

180. 电动机防盗报警器电路

将本装置与三相电动机引线相连接，平时电动机正常运转，拉下刀开关，电动机停转后，装置自动进入报警状态。

电路图

电动机防盗报警器电路如图 12-3 所示。

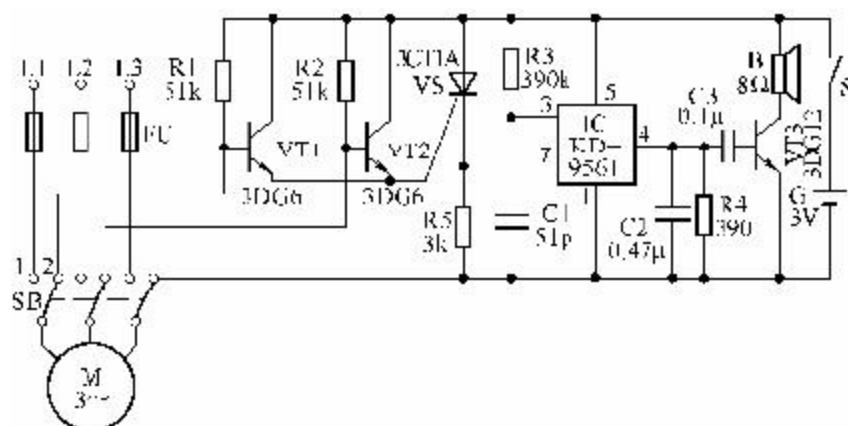


图 12-3 电动机防盗报警器电路

工作原理

图中，SB 是三相双投刀开关，合在“1”的位置，电动机正常运转，扳到“2”的位置装置处于工作状态，合上开关 S，装置处于警戒状态，断开开关 S，装置处于解除警报状态。将 SB 扳向“2”位置后，VT1、VT2 基极经电动机 M 内部线圈接地，晶闸管 VS 关断，IC 触发端无触发电压，扬声器 B 不发声。当有人偷盗电动机时，只要他拆开三相电动机三根引线中的任

意两根，都会使 VT1 或 VT2 进入饱和状态，电流通过 VT1 或 VT2，触发 VS 导通，IC 输入端获得正向触发电压，其输出端输出报警电信号，经 VT3 放大后驱动扬声器 B 发出报警声。

181. 湿度测量报警器电路

本例电路适用于有湿度限制的仓库，当湿度超过规定值时发光二极管 LED 发光报警。

电路图

湿度测量报警器电路如图 12-4 所示。

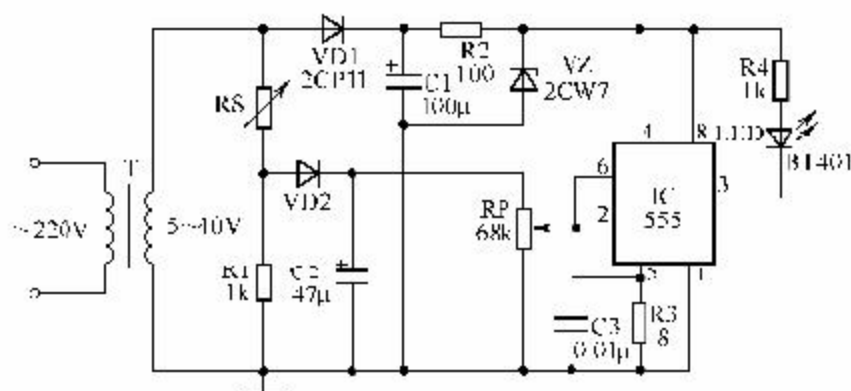


图 12-4 湿度测量报警器电路

工作原理

当湿度上升时，湿敏电阻 RS（塑料封装 MS01—A 片状湿敏电阻）阻值下降，电阻 R1 上交流电压增大，经 VD2 整流后在电位器 RP 上产生的直流电压就升高。当湿度升高到限定值以上时，555 时基电路的触发端②脚和阈值端⑥脚电压升高到电源电压的 1/3，其输出端③脚输出变为低电平，发光二极管 LED 发光报警。这时，应进行去湿。当湿度低于一定值时，RS 阻值升高，则 R1 上电压降低，555 时基电路的②、⑥脚电压低

于电源电压的 1/6 时，输出端③脚输出变成高电平，LED 熄灭。555 时基电路控制端⑤脚的外接电阻 R3 可改变 555 的输入电平阈值。

182. 粮食湿度检测器电路

农民在向粮食收购单位交售小麦、稻谷、玉米、大豆等粒状粮食时，粮食收购单位对粮食的湿度（含水量）有一定要求。目前很多地方仍采用手摸牙咬的方法来判断粮食的湿度，其准确性较差。本例介绍的粮食湿度检测器，能快速、准确、直观地给出被测粮食的湿度，可供广大粮农和粮食收购单位使用。

电路图

粮食湿度检测器电路如图 12-5 所示。

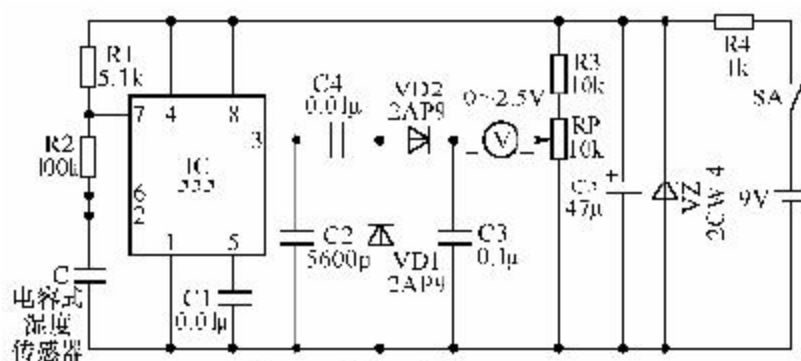


图 12-5 粮食湿度检测器电路

工作原理

合上开关 SA，+9V 电压经 R4 限流、VZ 稳压及 C5 滤波后，为 IC 提供工作电压，使多谐振荡器工作。

电容式湿度检测传感器由两块具有一定面积的金属板制成，两金属板平行并相隔一定距离，形成一个最简单的平板电容器，其电容量由两金属板中的介质和两金属板之间的距离、

面积等因素决定。将有一定湿度的粒状物体充满两块金属板中，金属板中的介质就由原来的空气变成了粒状物体，引起介质损耗的变化，使其电容量增加。

检测时，将粮食装在电容式湿度检测传感器的两块金属板之间的空间中。粮食湿度的大小使该传感器容量发生变化，从而使多谐振荡器的振荡频率发生变化。IC③脚输出的方波脉冲信号经C2、C4变成三角波信号后，再经VD1和VD2整流变成直流电压，通过电压表显示出来。平板电容传感器的电容量只要有 $10\mu\text{F}$ 的变化，直流电压表的指示就有2V的变化。粮食的湿度越大，传感器的容量也越大，电压表显示的电压也越高。

使用时，将电压表的刻度盘直接刻上湿度的百分数或涂上红绿色（红色表示不合格，绿色表示合格），就能很方便地测量出粮食的湿度是否合格。

调整RP的电阻值，可调整电压表的负极电位，使之等于其正极上的起始电压（即在湿度检测传感器中未装入粮食时，调节RP的电阻值，使电压的指示为0V）。

183. 温度控制器电路

本例介绍的温度控制器，具有取材方便、性能可靠等特点，可用于种子催芽、食用菌培养、幼畜饲养及禽蛋孵化等方面的温度控制，也可用于控制电热毯、小功率电暖器等家用电器。

电路图

温度控制器电路如图12-6所示。

工作原理

220V交流电压经C1和R1降压、VD1和VD2整流、C2滤波及VZ稳压后，一路作为IC（TL431型三端稳压集成电路）

的输入直流电压；另一路经 RT、R3 和 RP 分压后，为 IC 提供控制电压。

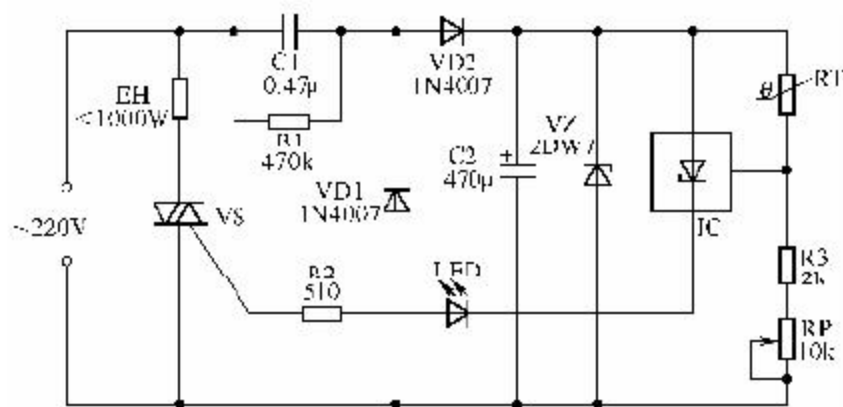


图 12-6 温度控制器电路

在被测温度低于 RP 的设定温度时，NTC502 型负温度系数热敏电阻器 RT 的电阻值较大，IC 的控制电压高于其开启电压，IC 导通，使 LED 点亮，VS 受触发而导通，电热器 EH 得电开始加热。

随着温度的不断上升，RT 的电阻值逐渐减小，同时 IC 的控制电压也随之下降。当被测温度高于设定温度时，IC 截止，使 LED 熄灭，VS 关断，EH 失电而停止加热。随后温度又开始缓慢下降，当被测温度低于设定温度时，IC 又导通，EH 又开始得电加热。如此循环不止，将被测温度控制在设定的范围内。

184. 鸡舍自动光控、温控电路

本例介绍一种用于鸡舍及其他产蛋家禽的自动光控、温控装置。该装置具有光照变暗自动开启照明灯、舍内温度下降自动启动加热器的功能。

电路图

鸡舍自动光控、温控电路如图 12-7 所示。

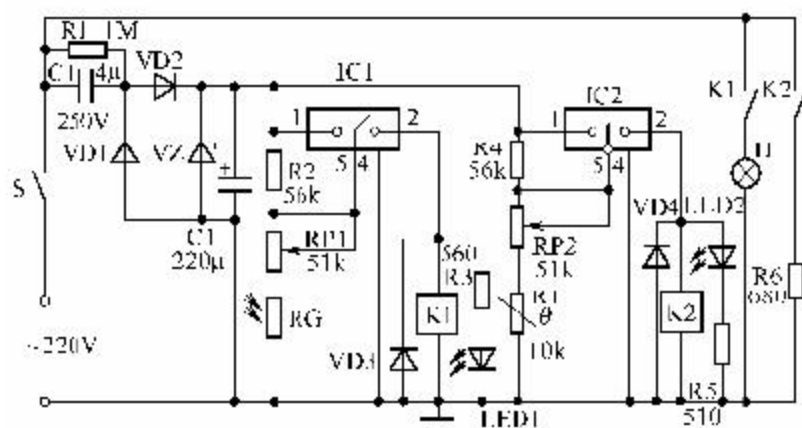


图 12-7 鸡舍自动光控、温控电路

工作原理

光控电路

光控电路传感器由光敏电阻 R_G 担任，当有光照时，其阻值变小，电阻小于 $10k\Omega$ ，当其压降降低到 $1.6V$ 时， $IC1$ 不导通，其②脚输出低电平，继电器 $K1$ 不工作，灯泡 H 不亮。当天变暗后，光敏电阻阻值变大，其压降升高至 $1.6V$ 以上时， $IC1$ 导通，②脚输出高电平，继电器 $K1$ 吸合，电灯 H 发光，为鸡舍增大照度，同时，发光二极管 $LED1$ 发光，指示处于增加照度状态。当光线变强后，继电器 $K1$ 又释放，灯泡 H 也随之熄灭。

温控电路

温控电路由 $IC2$ (TWH8778) 等元器件组成。传感器用的热敏电阻 RT 用负温度系数热敏电阻器，当温度上升时，其阻值变小，热敏电阻的压降低于 $1.6V$ ， $IC2$ 不导通，继电器 $K2$

不工作，加热器也无电源。当温度下降时，热敏电阻的阻值上升，其压降也上升，当升高到 1.6V 以上时，IC2 导通，继电器 K2 得电动作，接通加热器 R6 的工作电源，为鸡舍加热，同时，LED2 发光，指示处于加热状态。当温度又升高到一定值时，IC2 又截止，加热器停止加热。这样如此不断循环，可保证鸡舍内温度恒定。

185. 家电提前工作遥控电路

本装置可以让你下班回到家中，吃上电饭锅、微波炉已做好的饭菜；酷暑盛夏，空调已提前开启，给你带来舒心的凉爽。它可在 3km 以内，在你下班前半小时，按一下按钮即可实现上述功能。

本装置由发射机电路和接收机电路两部分组成。

(1) 发射机电路。

电路图

家电提前工作遥控电路的发射机电路如图 12-8 所示。

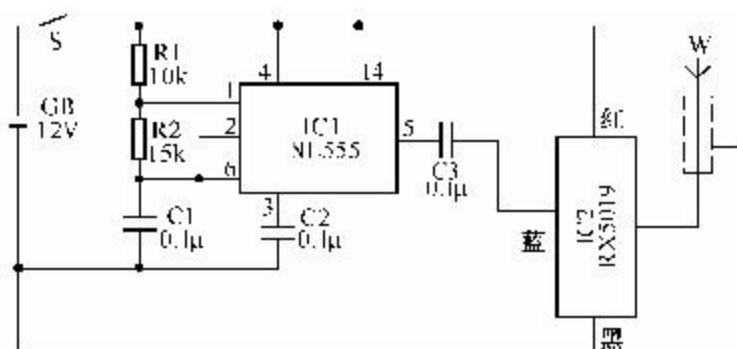


图 12-8 家电提前工作遥控电路的发射机电路

工作原理

集成电路 IC1 (NE555) 与外围元件 R1、R2、C1、C2 构

成脉冲振荡器，IC2 为固定载频无线发射组件。IC2 根据 IC1 调制频率信号，经发射天线发射出去，控制接收机双路电源插座（遥控开启电路的电源插座）。

(2) 接收机电路。

电路图

家电提前工作遥控电路的接收机电路如图 12-9 所示。

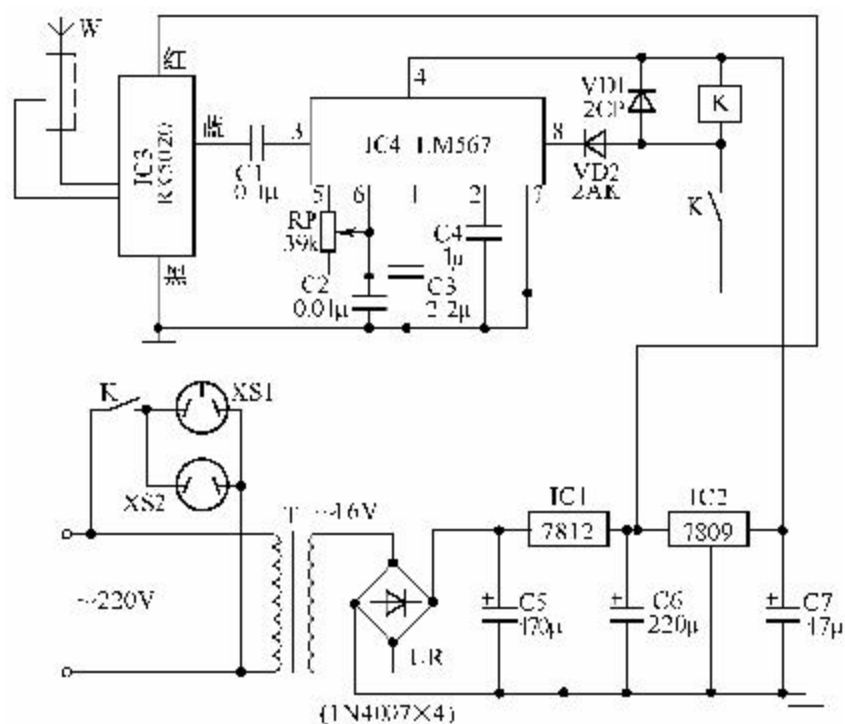


图 12-9 家电提前工作遥控电路的接收机电路

工作原理

IC3 为无线接收组件；IC4 为锁相环音频译码器 LM567，其⑤、⑥脚外接电阻、电容，确定内部压控振荡器的中心频率。因此 IC4 作为单频率信号检测仪，检测信号由③脚输入。当输入信号频率与中心振荡频率一致时，其⑧脚就由高电平变成低

电平。IC4 中心频率与发射机的调制频率相一致，此时按一下发射机按钮 S，IC4 的⑧脚变成低电平，继电器 K 得电吸合，其常开触点闭合，接通 XS1、XS2 插座电源。

在下班前半小时，只需按一下发射机电路中 S，电路就能自动接通并联的 XS1、XS2 插座的电源（根据需要，可多并联几个插座），实现远距离遥控家电的目的。

186. 家用电器遥控调速电路

本例采用超声波对家用电器如电风扇（吊扇、台扇、落地扇）等实现调速。其主要特点是发送端采用亚超声发射器，无方向性限制，无须电源，操作方便；接收部分由电压元件等组成，结构简单，成本低廉。

电路图

家用电器遥控调速电路如图 12-10 所示。

工作原理

220V 交流电源经变压器 T 降压及整流桥 UR 全波整流，再经 C1、C3 滤波，由三端稳压器 IC1 7809 稳压后得到+9V 直流工作电压。

当压电蜂鸣片 HTD 接收到亚超声信号时，先经三极管 VT1 放大，由电感 L、电容 C4 组成的选频回路选出亚超声信号，再经电容 C5 耦合、二极管 VD3 限幅、三极管 VT2 放大并输出脉冲。每次操作时，手按一下发射器，VT2 集电极就输出一个正脉冲触发信号，由十进制计数器 IC2（CD4017B）计数。由于一般电扇仅需控制三挡调速，因此可采用 CD4017B 的 Q1、Q2、Q3 挡位。当第四次遥控信号到来时，Q4 输出“1”，通过 IC2 置“0”端使 IC2 清零，从而保证信号每发出一次，控制器均能自动跳挡。当 Q1、Q2、Q3 依次输出“1”时分别推动 VT3、

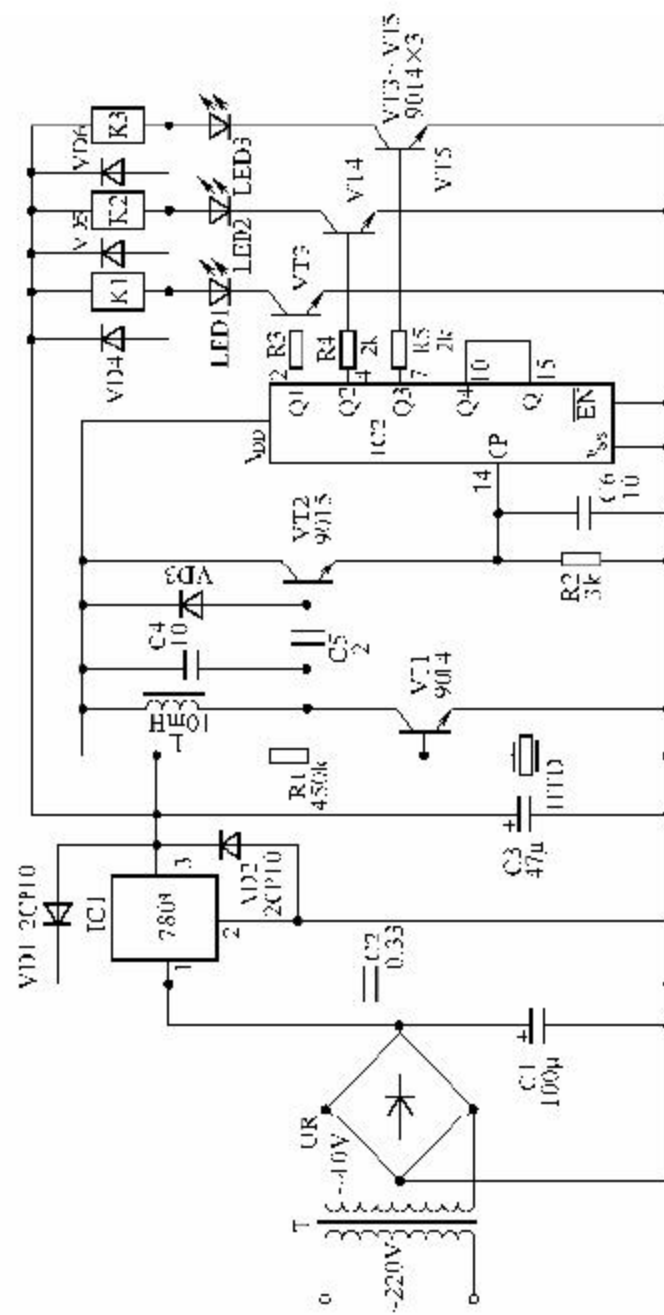


图 12-10 家用电器遥控调速电路

VT4、VT5 导通，LED1~LED3 依次发光，继电器 K1~K3 依次吸合导通。这样，就实现了电扇控制按 0、1、2、3 挡的先后顺序变化。

该电路进行适当变动，可扩充至 9 挡控制。

187. 太阳能热水器自动跟踪阳光电路

电路图

太阳能热水器自动跟踪阳光电路如图 12-11 所示。

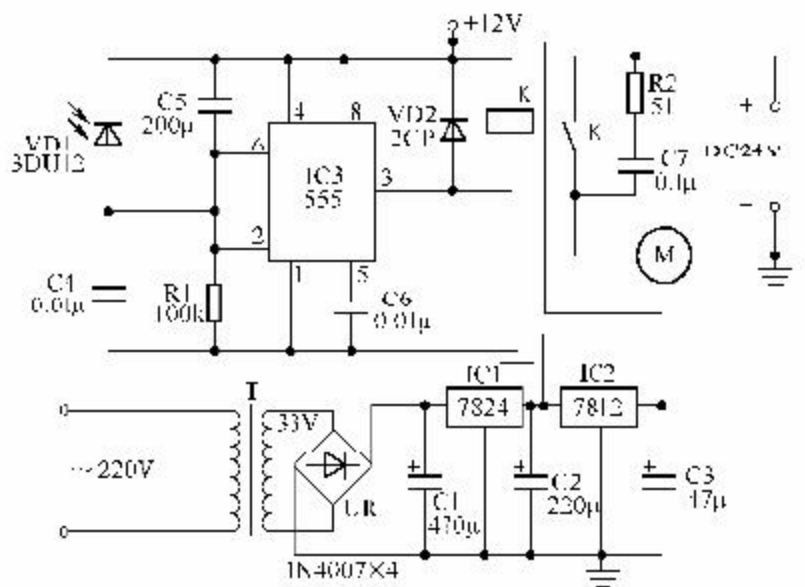


图 12-11 太阳能热水器自动跟踪阳光电路

工作原理

光敏二极管 VD1 安装在一个定向收光筒内，比太阳能热水器受光方向超前 2° ，555 时基电路作为滞后比较器工作。当太阳光直射到光敏二极管 VD1 时，其阻值下降，电流增大，使 IC 的③脚输出低电平，继电器 K 吸合，其常开触点接通电动机电

源，电动机通过减速齿轮驱动太阳能热水器顺时针运转。当照射 VD1 的阳光减弱时，IC 输出高电平，继电器 K 释放，其常开触点断开，切断电动机回路电源，电动机停止转动。这样，就使太阳能热水器始终紧追着直射太阳光，达到最佳受光状态。

188. 传输自动线堵料监视电路

电路图

传输自动线堵料监视电路如图 12-12 所示。

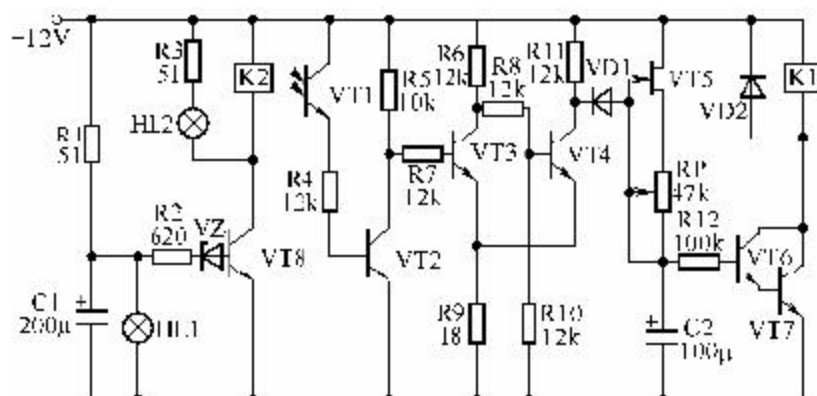


图 12-12 传输自动线堵料监视电路

工作原理

当光路被物料挡住时，光电三极管 VT1 截止，三极管 VT2 截止，VT3、VT4 组成的射耦双稳态触发器翻转成 VT3 导通、VT4 截止的状态，二极管 VD1 不能导通，由 VT5 和电位器 RP 组成的恒流源向 C2 充电，C2 上电压上升到一定值后复合管 VT6、VT7 导通，K1 吸合，控制外电路工作或报警。如果 C2 上电压还没升高到使 VT6 导通的程度。光路又通了，则射耦双稳态触发器翻转成 VT3 截止、VT4 导通的状态，VD1 导通，将电容 C2 正端钳制在低电位，K1 不能吸合。调整 RP 可改变

电路允许的最大堵料时间（短时间堵料电路不报警）。

VT8 组成光源自动切换及报警电路。HL1 正常工作时，其两端电压为 6V 左右，VZ 的击穿电压在 8V 左右，所以 VT8 不能导通。而当 HL1 损坏时，12V 电压通过 R1 和 R2 使 VZ 击穿导通，VT8 导通，指示灯 HL2 点亮，达到自动切换的目的。同时 K2 吸合，K2 的常开触点闭合后控制电铃报警，促使操作人员换灯泡。

元器件选择及调试

VT1 选 3DU5，VT2~VT4、VT6 选 3DG6、 β 值在 50~80 的三极管。VT7 和 VT8 选 3DG12 或 3DK4、 β 值在 40~50 即可。K1 和 K2 选用 JQX—4F 型 12V 的继电器或其他灵敏继电器。

调试时，光线照到 VT1 上，VT3 应截止，K1 应释放，如果不是这样，可将 VT2 换成 β 值大的（如 100 倍）三极管。如果光路挡住很长时间 K1 也不吸合，可将 R10 换成阻值小一点的电阻。

189. 传输自动线断料监视电路

有些自动生产线物料的传送是断断续续的，这就不能用一般的“亮通控制电路”来监视了，必须采用延时电路来辨别是真断料还是假断料，只有在真断料时才进行报警和控制。

电路图

传输自动线断料监视电路如图 12-13 所示。

工作原理

光电转换部分由 VT2 和 VT3 组成，物料从光源 HL1 和光电三极管 VT2 之间通过，不断地遮挡光线，使电容 C3 的电压来不及上升，VT4 截止，VT5 也处于截止状态，K2 不能吸合。

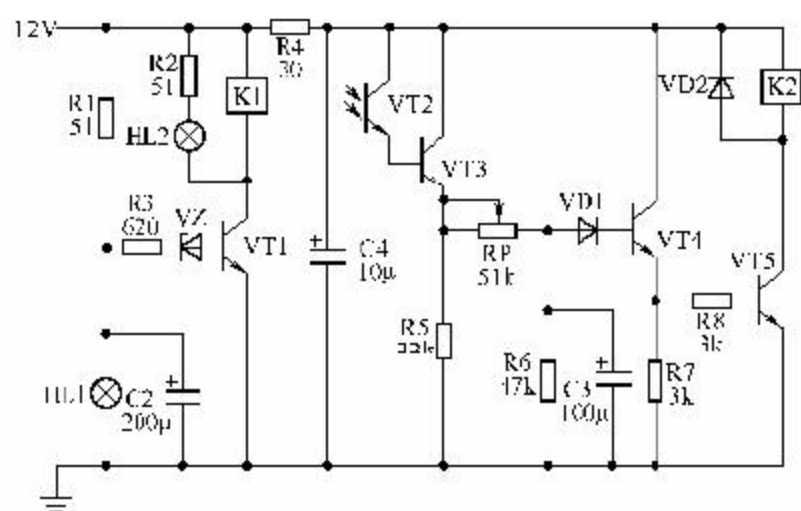


图 12-13 传输自动线断料监视电路

当物料断料时，光线长时间地照到光电三极管 VT2 上，VT2 内阻变小，向 VT3 提供足够的基极电流，VT3 导通，电源通过 RP 向 C3 充电，当 C3 上电压上升到一定值时，VT4、VT5 导通，K2 吸合，K2 的常开触点闭合后去控制外电路或报警。C3 和 RP 组成延时电路用以辨别断料的真伪。因为有些物料的运行是断断续续的，短时间的断料（比如 1~2s）是正常现象，C3 上电压上升不多，达不到使 VT4 导通的程度，而当物料继续运行后，挡住光线，C3 上的电压又通过 R6 放掉，调整 RP 可改变正常断料允许时间。

VT1 组成光源自动切换、报警电路。HL1 正常工作时，其两端电压为 6V 左右，VZ 的击穿电压在 8V 左右，所以 VT1 不能导通。而当 HL1 损坏时，12V 电压通过 R1 和 R3 使 VZ 击穿导电，VT1 导通，指示灯 HL2 点亮，达到自动切换的目的。同时 K1 吸合，K1 的常开触点闭合后控制电铃报警，促使操作人员换灯泡。

元器件选择及调试

VT1 和 VT5 选 3DK4, $\beta > 60$ 。VT2 选 3D U5 型光电三极管。VT3 和 VT4 选 3DG8 或 3DG6, $\beta > 50$ 。HL1、HL2 选用 6.3V 小电珠。

K1 和 K2 选 JQX—4F 型 12V 继电器。

调试时, 如果 HL1、HL2 同时亮, 可能是由于 VZ 稳压值较低造成的, 可换稳压值较高的稳压管; 如果物料稍一断 K2 就吸合, 而且调整也不起作用, 可能是 VT3 漏电流大或 β 值太大造成的 (光很暗时 C3 就能充电), 可换 VT3 或在 VT3 基极对地加一个 62k Ω 的电阻试一试。

190. 计数器电路

本例是一种用光控晶闸管作检测探头的计数器电路, 能方便地实现产品计数之目的。

电路图

计数器电路如图 12-14 所示。

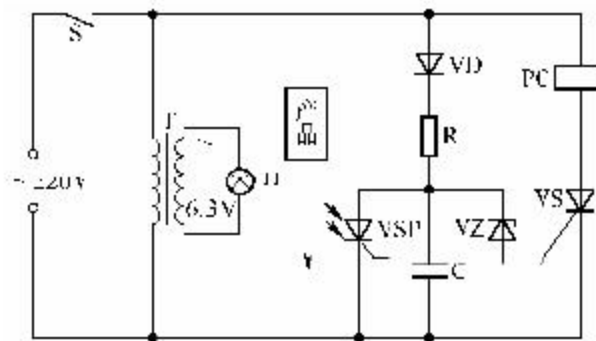


图 12-14 计数器电路

工作原理

当产品运动到光源 H 与光控晶闸管 VSP 之间时, 光线被

挡住，VSP 关断。此时电源通过 VD、R 向电容器 C 快速充电，当电容器两端电压迅速上升并略超过稳压二极管 VZ 的稳定电压值后，VZ 导通，晶闸管 VS 亦相继导通，计数器 PC 得电。当产品运动过后，H 的光线重新照射 VSP，VSP 导通，电容器 C 被短接，VZ、VS 相继关断，PC 失电。PC 每通断一次电源，便能自动累计一个数字，从而实现了计数产品目的。

PC 可以采用 JDM—II—DC/12V 电磁脉冲计数器。

191. 玻璃瓶计数器电路

用普通的计数器计数玻璃瓶往往会有误差，这是因为玻璃瓶是半透明的，它在遮挡光源时会产生透射和折射，使光敏晶体管的光电流和暗电流变化范围变小，转换成的电信号波形复杂，给正常计数造成一定困难。参照本例电路制成的计数器能有效解决这一问题。

电路图

玻璃瓶计数器电路如图 12-15 所示。

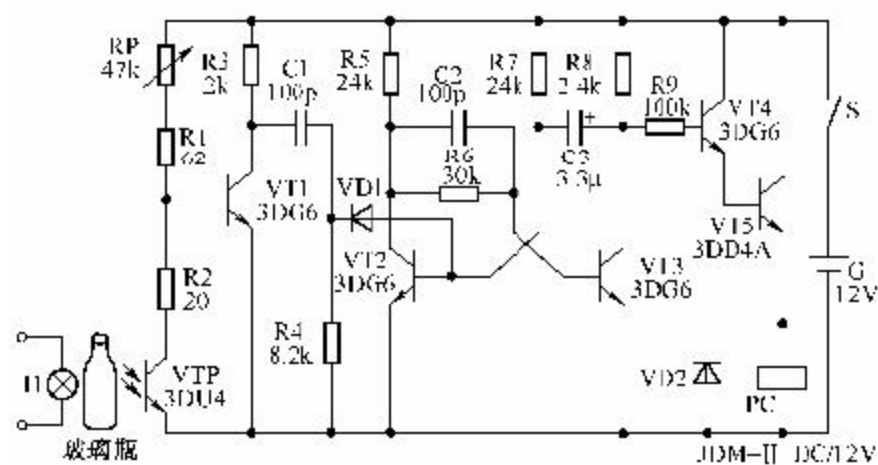


图 12-15 玻璃瓶计数器电路

工作原理

当传送带上的玻璃瓶运动至光源 H 和光敏晶体管 VTP 之间,挡住 H 光线的瞬间,VTP 由原来的低阻状态转换呈高阻状态,电源经 RP、R1 向 VT1 基极提供正向偏置电流,VT1 饱和导通,使得电容器 C1 的电压突然从 12V 降至 0V,这个负跳变经 R4、VD1 加到 VT2 基极,使 VT2 由原来的饱和变为截止,VT3 由截止变为饱和,电路进入暂稳状态。由于 VT2 呈截止状态,所以此时即使有玻璃瓶体的透射、折射干扰光信号,所形成的负脉冲加到 VT2 基极也不起任何作用。只要电路暂稳时间长于一只玻璃瓶遮光的全过程,就不会发生干扰信号参与计数的可能,从而确保了一只玻璃瓶只触发一次单稳态电路。

暂稳态维持的时间取决于 C3 放电时间的长短。C3 的放电促使 VT2 基极电位逐渐上升,当上升到 VT2 的导通电压时,电路发生翻转,VT2 重新导通,VT3 又截止,电路恢复到原来的稳定状态,为下一只玻璃瓶的到来计数作好准备。

VT4、VT5 组成复合管开关电路,在 VT3 截止时,VT4、VT5 导通,PC 得电,VT3 饱和后,VT4、VT5 截止,计数器 PC 失电。PC 每通断一次电源,便累计一个数字。

192. 具有失电保持数据功能的计时器电路

本例电路以分钟为单位累计设备的运行时间,最大累计时间为 694 天,且停电也不会掉数据。

电路图

具有失电保持数据功能的计时器电路如图 12-16 所示。

工作原理

220V 交流电经电容 C1 降压,VD1~VD4 桥式整流,C2 滤波,VZ 稳压,得到约 7.5V 的直流电压作为 NE555 的电源。

当电流通过 R2、R3、RP 使 C3 充电至 $2/3U_{CC}$ 时，NE555 的⑦脚导通，③脚输出低电平，使 VS 截止；C3 通过 RP、R3、⑦脚对地放电至 $1/3U_{CC}$ 时，⑦脚截止，③脚输出高电平，VS 导通，计数器 PC 得电累进 1 计数。调节 RP 可改变电容 C3 的充放电时间常数，即控制计数的间隔时间。

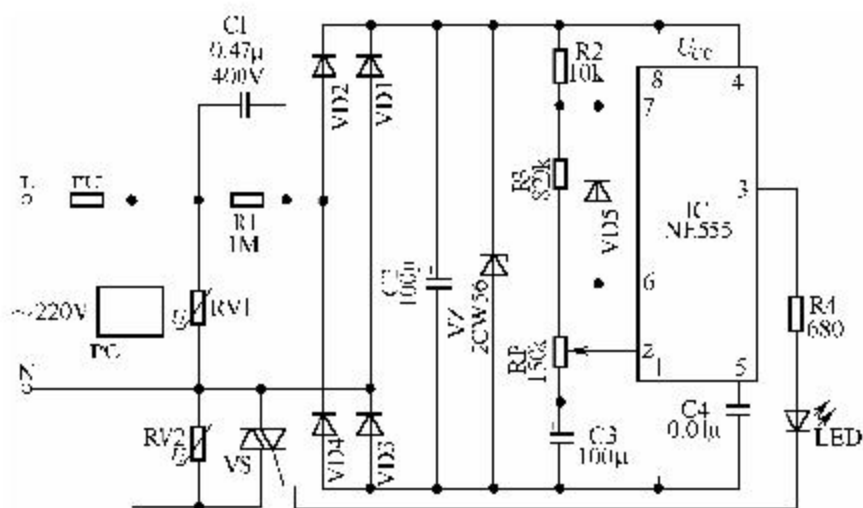


图 12-16 具有失电保持数据功能的计时器电路

本电路放电时间常数约为 58s，充电时间约为 2s，合计 60s。VS 导通截止一次，计数器计数一次。计数器 PC 可采用 JD6—III A 型继电器式计数器。

193. 湿手烘干器电路

电路图

湿手烘干器电路如图 12-17 所示。

工作原理

光电传感器 GT 内部由发射管和接收管组成。无人洗手时，光电传感器 GT 中发射管发出的脉冲光因无移动物体（手）反

射回 GT 的接收管，所以 GT 输出极（黑线）呈现低电平，开关三极管 VT 截止，继电器 K 不动作，电热丝、电风扇不工作，整个电路处于待机状态。

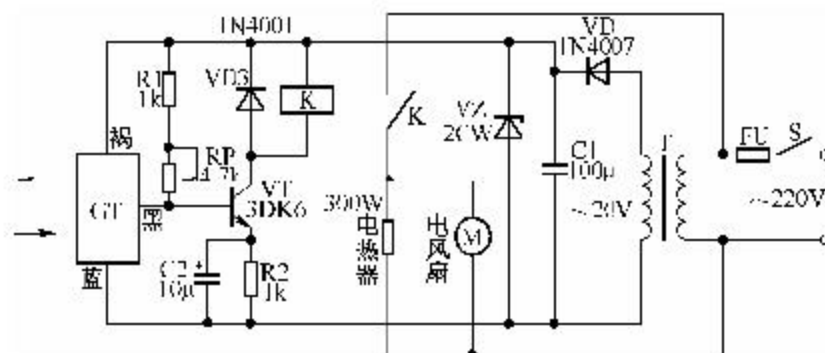


图 12-17 湿手烘干器电路

当有人烘手时，靠近光电传感器的手将 GT 发射管发出的脉冲光反射给 GT 内的接收管，经传感器内部判断，GT 输出极呈现高电平，开关三极管 VT 饱和导通，继电器 K 动作，继电器的常开触点闭合，接通控制主电路，电热丝发出的热量，经电风扇 M 吹出热风把湿手吹干，手离开烘干器后，电路又恢复待机状态。

194. 音效驱鸟器电路

本例介绍的音效驱鸟器，能在检测到鸟叫声时，发出鞭炮声，将田地里的鸟吓走。

电路图

音效驱鸟器电路如图 12-18 所示。

工作原理

在传声器 BM 未检测到鸟叫声时，VS 处于截止状态，继电器 K 不动作，其常开触点断开，常闭触点闭合，音效电路和

音频放大电路均不工作，扬声器无声。

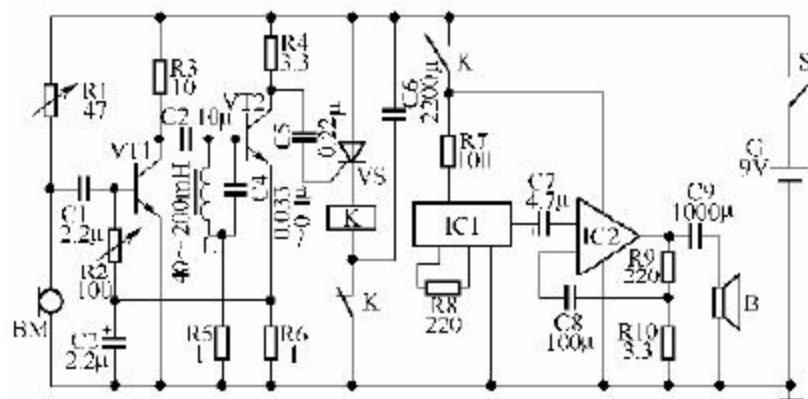


图 12-18 音效驱鸟器电路

当鸟类着陆发出叫声时，传声器 BM 将检测到的鸟叫声转换成电信号，该信号经前置放大和选频放大处理后，通过 C5 加至 VS 的门极上，使 VS 受触发而导通，继电器 K 得电吸合，其常开触点接通，使音效电路和音频放大电路工作，扬声器 B 发出响亮的鞭炮声。继电器 K 吸合后，其常闭触点虽已断开，但由于 C6 经 K 放电，继电器 K 仍能维持吸合一段时间。C6 放电结束后，K 失电释放，其常开触点断开，音效电路和音频放大器停止工作，扬声器 B 停止发声。

改变电感器 L 的电感量与电容器 C4 的容量，可改变选频电路的谐振频率 (C4 的容量越小，频率越高；L 的电感量越大，频率越低)，使电路的动作更灵敏。

IC1 选用内储鞭炮声的音效集成电路；IC2 选用 TDA2030 音频放大集成电路。

195. 雏鸡雌雄辨别器电路

利用雌、雄雏鸡叫声频率的不同这一特性可以快速、准确地

分辨出雏鸡的雌雄。对于养鸡场及养鸡专业户来说具有实用意义。

电路图

雏鸡雌雄辨别器电路如图 12-19 所示。

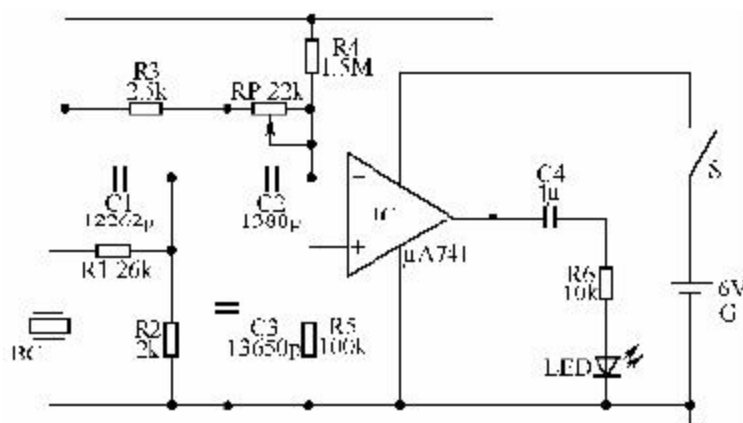


图 12-19 雏鸡雌雄辨别器电路

工作原理

雄雏鸡鸣叫声的频率为 4.76~4.84kHz，其中心频率为 4.8 kHz；雌雏鸡鸣叫声的频率为 5.16~5.24 kHz，其中心频率为 5.2 kHz。该电路就是根据雌雄鸡的这一特性制成的。

接通电源开关 S 后，IC 得电工作。压电陶瓷片 BC 将接收到的雏鸡鸣叫声转换成电信号，再经有源带通滤波器滤除 5 kHz 以下的无用频率信号，放大输出需要的频率信号。若鸣叫的雏鸡为雌鸡，则 IC 有信号电压输出，LED 点亮；若鸣叫的雏鸡为雄鸡，则 IC 无信号输出，LED 不亮。

调整 RP 的电阻值，可以改变有源带通滤波器的选频频率，使雏鸡雌、雄鉴别的准确率更高。

196. 柴油发电机保护器电路

柴油发电机组因高压油泵齿杆卡住在最大供油位置或调速

器失灵时，很容易造成“飞车”（即柴油机转速失去控制，大大超过规定的最高使用转速）现象。此时若不及时迫使柴油机停机，则会发生严重损坏机器的恶性事故。本例介绍的柴油发电机保护器，能在柴油机转速超速时及时切断柴油机的油路，有效地防止“飞车”事故的发生。

电路图

柴油发电机保护器电路如图 12-20 所示。

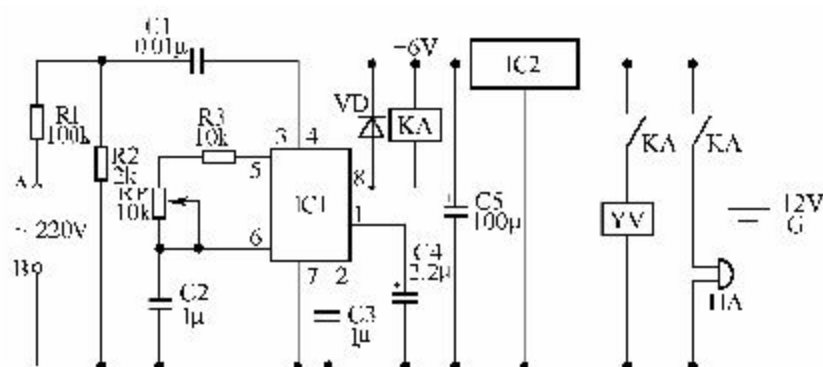


图 12-20 柴油发电机保护器电路

工作原理

蓄电池的+12V 电压经 IC2 稳压和 C5 滤波后，为 IC1 提供 +6V 直流电压。

柴油发电机组输出的正弦波电压从 A、B 两端（A 端接三相电源中 L1、L2、L3 中任一相，B 端接零线 N）进入检测控制电路。该正弦波电压经 R1 限流、R2 分压后，经 C1 加至 IC1 的③脚。当柴油发电机组转速正常（1500r/min）时，其输出交流电压频率为 50Hz，低于 IC1 内部振荡器的中心频率 53Hz，IC1 的④脚输出高电平，KA 处于释放状态，其常开触点断开，电磁阀 YV 和电铃 HA 均不工作。

当柴油发电机组的转速升高至 1590 r/min 时，发电机组输

出交流电压的频率上升至 53Hz, 与 IC1 内部振荡器的中心频率相同, IC1 的⑧脚输出低电平, 使 KA 吸合, 其两组常开触点接通, 电磁阀 YV 得电吸合, 将阀门关闭, 切断柴油机的供油回路, 迫使柴油机停机; 同时 HA 发出报警声, 告知工作人员柴油机发生高速运行故障。

197. 三相电源相序指示电路

任何供电、配电部门都应该有相序检测装置, 以确保供电相序的稳定不变。任何不可逆转的机电产品本身也应具有相序检测装置, 以便在主机运转前判别电源相序是否符合要求。

电路图

三相电源相序指示电路如图 12-21 所示。

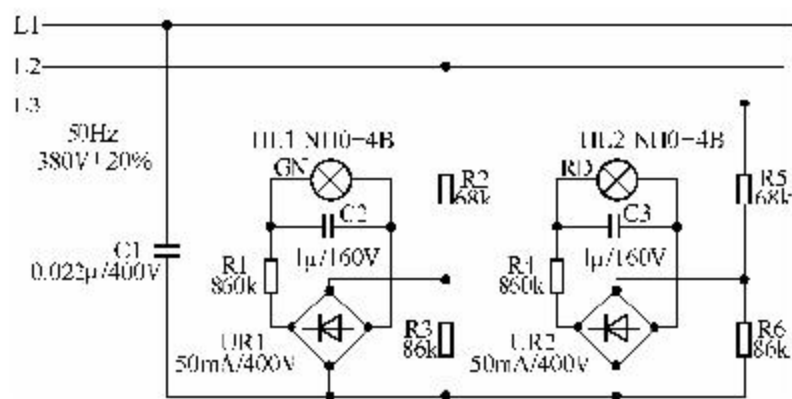


图 12-21 三相电源相序指示电路

工作原理

当顺向相序时, R3 上电压经 UR1 整流, 再通过 R1 向 C2 充电, 当 C2 上电压达到氖灯 HL1 的启辉电压时, HL1 点亮, 发出绿光, C2 通过 HL1 放电; 待 C2 上电压低于一定值时, HL1 熄灭, C2 又重新充电, 一会儿 HL1 又重新点亮, C2 重新

放电……如此周而复始，绿色氖灯 HL1 不断闪烁。同理，当逆向相序时，只有红色氖灯 HL2 不断闪烁。调整 R1、C2 和 R4、C3 的时间常数，即可调节氖灯的闪烁频率。

198. 三相电源缺相告知电路

当三相电源有一相缺电时，该电路不但能发声报警，还能根据指示灯判别是哪一相缺电。

电路图

三相电源缺相告知电路如图 12-22 所示。

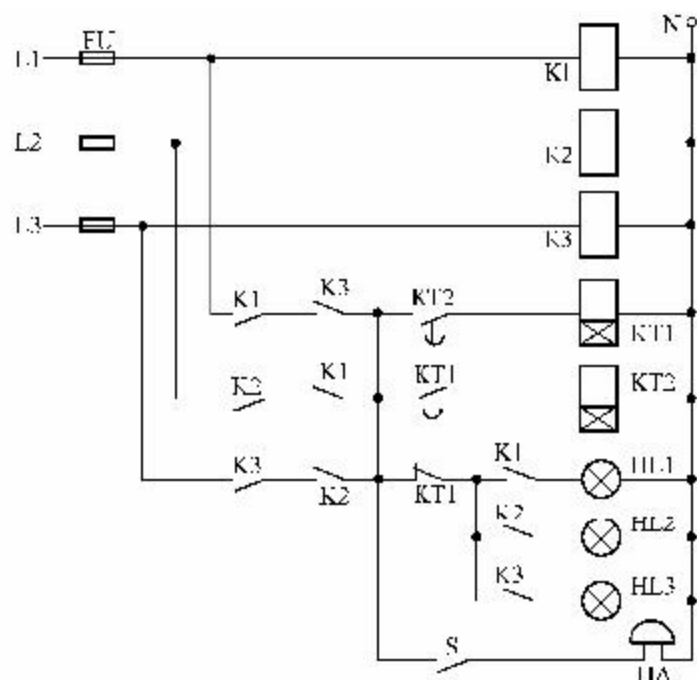


图 12-22 三相电源缺相告知电路

工作原理

合上开关 S，在正常供电时，继电器 K1、K2、K3 都吸合，

其各自的三个常闭触点都断开，常开触点都闭合，切断时间继电器 KT1、KT2、指示灯 HL1~HL3 及电铃 HA 回路。当某相缺电时，如 L1 相缺电，这样使 K1 失电，其常闭触点恢复闭合状态，KT2 得电吸合，HL1 亮，HA 响铃报警。经过一段时间后，KT2 延时到设定时间，其常开触点延时闭合，使 KT1 得电吸合，KT1 常闭触点瞬时断开，切断 HL1 电源。经过一段时间 KT1 延时到设定时间，其延时断开触点断开，使 KT2 失电释放，KT2 常开触点断开，KT1 失电释放。KT1 常闭触点闭合，HL1 点亮。这样，HL1 就会闪烁发光。L2、L3 缺相报警指示与 L1 相同。于是，值班人员通过电铃便知道缺相了，看到哪个灯亮了，便知道是哪一相缺电。在排除故障期间，可把开关 S 断开，电铃便停止报警。

199. 简单可调的直流稳压电源电路

本例介绍一款采用分立元器件制作的直流稳压电源，其输入电压为交流 200~240V，输出直流电压为 1.5~12V（1.5V、3V、4.5V、6V、9V 和 12V）可调，可用于各种采有直流电源供电的小功率用电设备。

电路图

简单可调的直流稳压电源电路如图 12-23 所示。

工作原理

220V 交流电压经 T 降压、UR 整流及 C1 滤波后，产生 +15V 左右的直流电压，该电压一路直接加至 VT1 的集电极，另一路经 R 限流后加至 VT1 的基极，经 VT1、VT2 和 LED、VZ1~VZ5 稳压调整后输出。通过拨动 S2，改变 VT2 的基极电压，使输出电压随之改变。

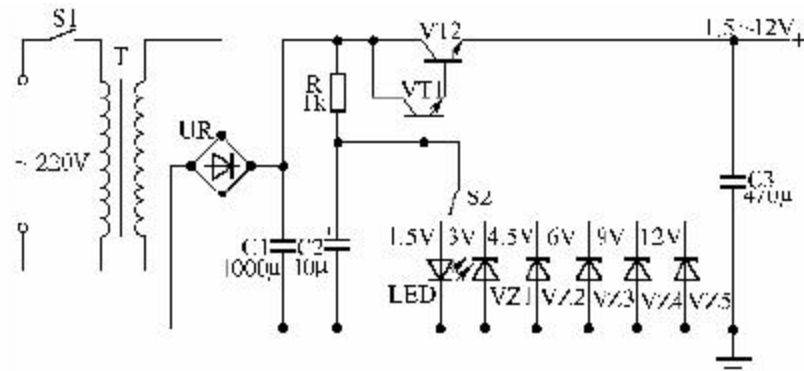


图 12-23 简单可调的直流稳压电源电路

200. 工作稳定可调的直流稳压电源电路

本例是由三端集成电路 IC (LM317) 组成的直流稳压电源。该稳压电源工作稳定、可靠、安全。可长时间连续工作；内阻小于 0.05Ω ；纹波电压小于 1mV 。适于各种电器和电子设备的检测和维修使用。

电路图

工作稳定可调的直流稳压电源电路如图 12-24 所示。

工作原理

220V 市电经电源变压器 T 降压，在 T 的二次侧得到 24V 左右的交流电压，经 UR 桥式整流、电容 C1 滤波后，在 C1 两端得到 33V 左右的不稳定直流电压。该不稳定直流电压经 IC 稳压，通过调节电位器 RP，在其②脚便可输出 $1.25\sim 30\text{V}$ 的可调直流稳定电压。

IC 是输出电压 $1.25\sim 30\text{V}$ 、输出电流为 1A 的可调集成稳压电路，具有过载保护、短路保护、调整管安全区保护等功能，其电压调整率与电流调整率都优于常见的集成稳压电路。

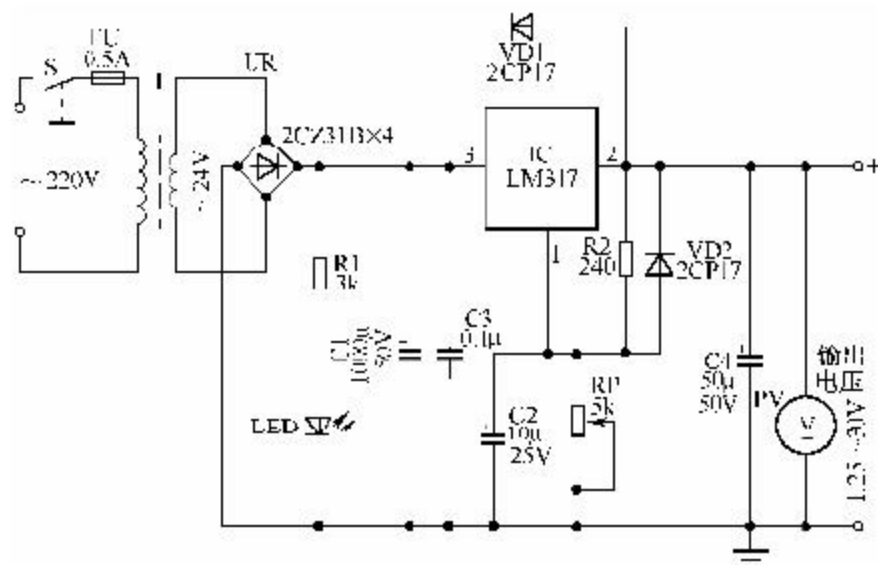


图 12-24 工作稳定可调的直流稳压电源电路

201. 电气设备工作状态指示电路

用变色发光二极管不同的光色可指示出电气设备的工作状态。

电路图

电气设备工作状态指示电路如图 12-25 所示。

工作原理

接通电源, 变色发光二极管 LED 中的红色发光二极管 (RD) 通电发出红色光, 指示 220V 电源供电正常, 当合上开关 S, 电气设备正常工作时, 双向晶闸管 VS1、VS2 均导通。VS1 导通将 LED 中的红色发光二极管短接而熄灭, VS2 导通, 使 LED 中的绿色发光二极管 (GN) 发出绿色光, 指示电气设备正常工作。若合上开关 S, 电气设备断路或熔断器 FU 熔断时, 虽合上了 S, 但 VS1 仍指示电源供电正常 (LED 发出红色光), 绿色发光二极

管不亮，说明电气设备、FU 或 S 回路有故障。

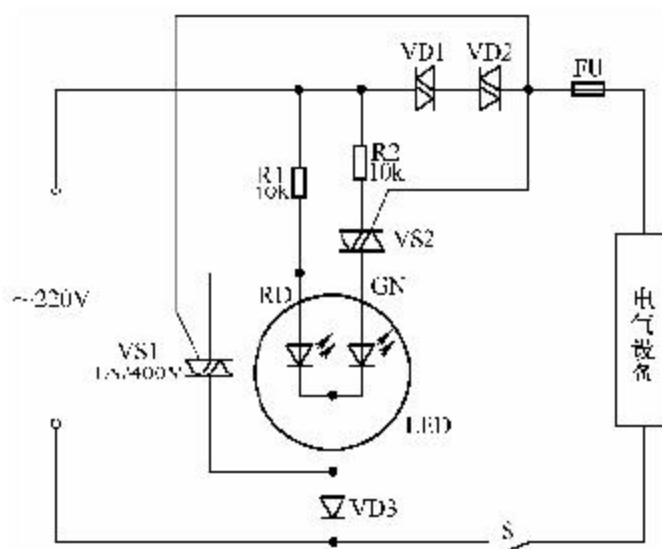


图 12-25 电气设备工作状态指示电路

202. 插座接线安全检测器电路

下面介绍一种具有七种功能的插座内部接线安全检测器，它可以测试单相插座内部接线是否正确，并能显示插座内部是否有安全可靠的接地保护措施，可作为家用电器插头的安全用电指示灯，还可用来专门检测插座的接线是否正确安全。

电路图

插座接线安全检测器电路如图 12-26 所示。

工作原理

当把插头插入插座时，若：

- (1) 插座内部接线正确：则所装绿色发光二极管 LED1、LED2 发亮，红色发光二极管 LED3 不亮，证明用电安全正常。
- (2) 插座保护接地线断线：则发光二极管 LED1 亮，而

LED2、LED3 不亮。

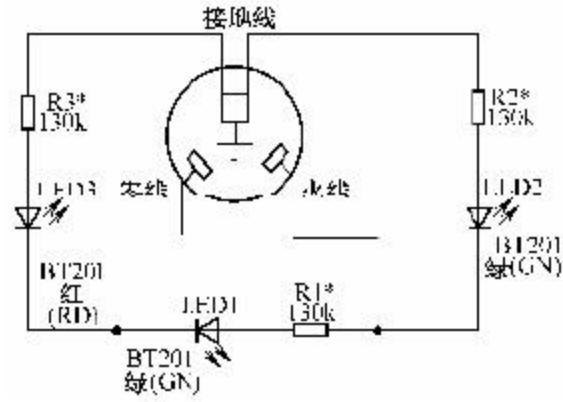


图 12-26 插座接线安全检测器电路

(3) 插座接地线与相线相反：则发光二极管 LED1 不亮，LED2、LED3 亮，证明使用家用电器很危险。

(4) 插座零线断线：则发光二极管 LED1、LED3 不亮，LED2 亮。

(5) 零线与火线相反：则发光二极管 LED1、LED3 亮，LED2 不亮。

(6) 插座火线断线：则发光二极管 LED1、LED2、LED3 均不亮。

(7) 插座保护接地线断线并且家用电器外壳漏电：则发光二极管 LED1、LED3 亮，LED2 不亮，说明非常危险应立即断开电源。

此检测器只适用于插座带有接地保护装置的线路中。