目　录

一、灯光线路

1. 一只单连开关控制一盏灯并另外连接一只插座 …… (1)
2. 两只单连开关控制两盏灯 …… (1)
3. 用两只双连开关在两地控制一盏灯 …… (1)
4. 用三个开关控制一盏灯 …… (2)
5. 将两只 110 V 灯泡接在 220 V 电源上用 …… (3)
6. 五层楼照明灯开关控制方法 …… (3)
7. 低压灯泡在 220 V 电源上使用 …… (5)
8. 延长白炽灯寿命 …… (5)
9. 用二极管延长白炽灯寿命 …… (6)
10. 简易调光灯 …… (7)
11. 简单的可控硅调光灯 …… (7)
12. 无级调光台灯 …… (8)
13. 探照灯、红外线灯、碘钨灯接线方法 …… (9)
14. 紫外线杀菌灯接线方法 …… (10)
15. 高压水银灯接线方法 …… (10)
16. 黑光灯接线方法 …… (11)
17. 日光灯的一般连接方法 …… (12)
18. 双日光灯接线方法 …… (12)
19. 用直流电点燃日光灯 …… (13)
20. 日光灯电子快速起辉器 …… (14)
21. 具有无功功率补偿的日光灯 …… (15)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

22. 日光灯四线镇流器接法 …… (16)
23. 自制 20 W 日光灯调光器 …… (16)
24. 家用简单照明控制线路 …… (17)
25. 直接点燃的日光灯线路 …… (18)
26. 低电压时日光灯起辉线路 …… (18)
27. 日光灯兼做电视机交流稳压器 …… (19)
28. 用日光灯起辉器做家用电器指示灯 …… (20)
29. 简易闪光指示灯 …… (21)
30. 路灯光电控制 …… (22)
31. 楼房走廊照明灯自动延时关灯 …… (23)
32. 简易音乐控制彩灯 …… (24)
33. 简易流动闪光灯 …… (24)
34. 大功率"流水式"控制彩灯 …… (25)

二、电动机控制线路

35. 手动正转控制 …… (27)
36. 采用闸刀开关的控制 …… (28)
37. 用倒顺开关的正反转控制 …… (28)
38. 具有自锁的正转控制 …… (29)
39. 具有过载保护的正转控制 …… (30)
40. 按钮联锁正反转控制 …… (32)
41. 接触器联锁的正反转控制 …… (32)
42. 按钮、接触器复合联锁的正反转控制 …… (34)
43. 限位控制 …… (35)
44. 用按钮点动控制电动机起停 …… (36)
45. 可逆点动控制 …… (37)
46. 既能点动又能长期工作的控制 …… (38)
47. 可逆点动、起动混合控制 …… (39)
48. 自动循环控制 …… (41)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

49. 由三个接触器组成的正反转控制 …… (42)
50. 用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制
…… (43)
51. 多台电动机同时起动控制 …… (44)
52. 钻床主轴电动机和液压电动机的联锁控制 …… (45)
53. 绕线式异步电动机转子串电阻起动控制 …… (46)
54. C620 型车床的电气控制 …… (48)
55. M7130 型平面磨床线路 …… (50)
56. 用电流继电器控制机械扳手 …… (51)
57. 防止相间短路的正反转控制 …… (52)
58. 另一种防止相间短路的正反转控制 …… (54)
59. 间歇运行控制 …… (55)
60. 又一种间歇运行控制 …… (56)
61. 短暂停电,电动机自动快速再起动 …… (57)
62. 低速点动控制 …… (58)
63. 利用转换开关预选的正反转起停控制 …… (58)
64. 利用转换开关改变运行方式 …… (59)
65. 能发出开车信号的起停控制 …… (60)
66. 粗细保险丝自投控制 …… (61)
67. 一台电动机停止运行后另一台才能停止的控制
…… (62)
68. 两台电动机联锁控制 …… (64)
69. 另一种两台电动机联锁控制 …… (65)
70. 用八档按钮操作的行车控制 …… (66)
71. 多点控制 …… (66)
72. 单线远程起停控制 …… (68)
73. 单线远程正反转控制 …… (69)
74. 双速电动机的控制 …… (70)
75. 双速电动机用三个接触器的变速控制 …… (72)
76. 双速电动机自动加速控制 …… (73)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

77. 单按钮控制电动机起停 …… (74)
78. 串激直流电动机刀开关可逆控制 …… (75)
79. 按速度原则控制直流电动机起动 …… (75)
80. 按电流原则控制直流电动机起动 …… (76)
81. 按时间原则控制直流电动机起动 …… (77)
82. 直流电动机使用变阻器起动控制 …… (78)
83. 直流电动机正反转控制 …… (79)

三、电动机降压起动线路

84. 自耦减压起动 …… (81)
85. 手动串联电阻起动控制 …… (82)
86. 定子绕组串电阻(或电抗)降压起动 …… (83)
87. 采用自耦变压器与时间继电器起动控制 …… (84)
88. 另一种采用自耦变压器与时间继电器起动控制
…… (85)
89. 自耦变压器手动起动控制 …… (86)
90. 用中间、时间继电器延时转换的 Y－△降压起动控制 …… (87)
91. 用时间继电器自动转换 Y－△起动控制 …… (88)
92. 鼠笼式电动机 Y－△换接起动控制 …… (89)
93. 手动 Y－△降压起动控制 …… (90)
94. 用两个接触器实现 Y－△降压起动控制 …… (90)
95. 用三个接触器实现 Y－△降压起动控制 …… (92)
96. 自动控制补偿器降压起动 …… (93)
97. 频敏变阻器起动控制 …… (95)
98. 延边三角形降压起动 …… (96)

四、电动机制动线路

99. 三相鼠笼式异步电动机短接制动 …… (98)
100. 可逆点动控制的简单短接制动 …… (99)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

101. 电磁抱闸制动控制 …… (100)
102. 断电后抱闸可放松的制动 …… (101)
103. 异步电动机反接制动 …… (102)
104. 串电阻降压起动及反接制动 …… (103)
105. 不对称电阻反接制动 …… (105)
106. 可逆转动反接制动 …… (106)
107. 一种简单实用的能耗制动 …… (107)
108. 单管整流能耗制动 …… (107)
109. 直流能耗制动 …… (109)
110. 鼠笼式电动机能耗制动 …… (110)
111. 单相桥式整流能耗制动 …… (111)
112. 三相半波整流能耗制动 …… (112)
113. 电容－电磁制动 …… (114)
114. 三相鼠笼式异步电动机自励发电-短接制动 …… (115)
115. 直流电动机反接制动 …… (116)
116. 直流电动机能耗制动 …… (116)

五、电气保护线路

117. 电动机用双闸式保护装置 …… (118)
118. 羊角间隙避雷器、阀型避雷器 …… (119)
119. 采用隔离变压器与负载连接 …… (119)
120. 安全低压变压器 …… (120)
121. 安全电压控制电动机起停 …… (121)
122. 电动机保安接地 …… (122)
123. 用电器插座接零 …… (123)
124. 电动机保安接零 …… (123)
125. 星形接法的电动机断相保护器 …… (124)
126. 零序电压电动机断相保护 …… (125)
127. 采用欠流继电器做断相保护 …… (127)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

128. 三角形电动机零序电压继电器断相保护 …… (128)
129. 加一中间继电器做简易断相保护器 …… (129)
130. 一种节电式三相异步电动机断相保护器 …… (130)
131. 电动机断相自动保护 …… (132)
132. 使用电流互感器的热继电保护 …… (133)
133. 三相电动机过流保护 …… (134)
134. 低压电压型触电保安器 …… (135)
135. 简单电压型低压触电保安器 …… (135)
136. 电流型低压触电保安器 …… (137)
137. 高压电网自控保安装置 …… (139)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

六、自动控制线路

138. 单机照明双路互备自投供电 …… (141)
139. 双路三相电源自投装置 …… (142)
140. 另一种双路三相电源自投装置 …… (143)
141. 茶炉开水加热自动控制 …… (145)
142. 简单的温度控制器 …… (146)
143. 简易可控硅温度自动控制 …… (146)
144. 用双向可控硅控制温度 …… (147)
145. 简易温度控制 …… (148)
146. 自动气体循环炉控温 …… (149)
147. 车床空载自停 …… (151)
148. 光电控制自动停机 …… (152)
149. 电力变压器自动风冷 …… (152)
150. 齿轮车床空载自停 …… (154)
151. 砂轮机脚踏开关 …… (155)
152. 用电接点压力表做水位控制 …… (156)
153. 简易水位控制 …… (158)
154. 全自动水位控制水箱抽水 …… (159)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

155. 改进的抽水自动控制 …… (160)
156. 大型水塔自动控制供水 …… (161)

七、家庭生活电器用品线路

157. 关电视机用于黄管消亮点电路 …… (163)
158. 显像管灯丝保护电路 …… (163)
159. 显像管灯丝的过压保护电路 …… (165)
160. 晶体管电视机加装高压延时电路 …… (167)
161. 运放 FCS2 接成电视机高压延时电路 …… (169)
162. 两台电视机共用一副接收天线 …… (170)
163. 高低频道共用电视天线 …… (171)
164. 单管电视天线放大器 …… (172)
165. 元器件的选择 …… (174)
166. 安装制作要点 …… (175)
167. 调整与使用 …… (177)
168. 抑制电视机蜂音的一种方法 …… (178)
169. 复活彩色显像管的简单方法 …… (179)
170. 一种提高显像管灯丝电压的方法 …… (181)
171. SG317 电视机集成稳压器的应用 …… (182)
172. 简单易行的电视馈线匹配法 …… (182)
173. 1.5 V 电视机伴音接收机 …… (184)
174. 提高已磨损磁头的录放音效果 …… (186)
175. 简易磁头消磁器 …… (190)
176. 声音电平指示灯 …… (191)
177. 在半导体收录机上加装充电二极管 …… (192)
178. 盒式录音机的自动断电电路 …… (193)
179. 应急照明灯 …… (194)
180. 声控开关 …… (195)
181. 台灯触摸开关 …… (197)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

182. 简易电子调压器 …… (198)
183. 电灯遥控开关 …… (199)
184. 照明延时开关 …… (201)
185. 照明灯自动关灯装置 …… (203)
186. 自动关灯装置 …… (204)
187. 灯光亮度调节线路 …… (206)
188. 家用照明自动开关线路 …… (207)
189. 水开报警 …… (209)
190. 电子报警器 …… (210)
191. 用晶体管闹钟加装门铃 …… (212)
192. 钱包的电子卫士 …… (214)
193. 报警电路 …… (214)
194. 与非门组成的光电报警器 …… (217)
195. 与非门带动声响器 …… (218)
196. 细丝报警电路 …… (218)
197. 用砷化镓红外发光管制作的报警装置 …… (220)
198. 感应报警器 …… (221)
199. 简单报警器 …… (222)
200. 电子门铃 …… (223)
201. 集成电路音乐门铃 …… (224)
202. 触摸式变调门铃 …… (225)
203. 不用继电器的光电报警器 …… (227)
204. 触摸式电子门铃 …… (228)
205. 简单的电子门铃 …… (230)
206. 高保密性报警电子锁 …… (231)
207. 磁控锁 …… (235)
208. 插塞式电子锁 …… (237)
209. 下雨报警电路 …… (237)
210. 下雨探测器 …… (237)
211. 婴儿尿布干湿检查器 …… (239)
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

212. 电风扇简易无级调速电路 …… (240)
213. 单速台扇改装成双速或三速台扇电路 …… (241)
214. 接近报警断路器 …… (242)
215. 自制洗衣机定时器 …… (243)
216. 电子温度调节器 …… (245)
217. 电冰箱过电压保护电路 …… (246)
218. 电冰箱保护器 …… (248)
219. 电褥子的几种典型电路 …… (250)
220. 煤气炉自动点火器 …… (252)
221. 养鱼缸保温器 …… (253)
222. 保险丝熔断指示电路 …… (253)
223. 简易触摸式电子开关 …… (254)
224. 漏电保护器 …… (256)
225. 自制保安插座 …… (257)
226. 电子体温表 …… (258)
227. 测试食品新鲜度的小巧仪表 …… (259)
228. 装在帽子里的助听器 …… (263)
229. 记忆力增进器 …… (264)
230. 电子灭蝇器 …… (266)
231. 电子灭鼠器 …… (267)
232. 电子驱鼠器 …… (268)
233. 电子驱蚊器 …… (270)
附录　书中字母符号说明 …… (272)

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

一、灯光线路

1. 一只单连开关控制一盏灯并另外连接一只插座

加接的插座一般并联于电源上，见图 1。为了维修方便，减少故障点，接头可接入内部接线柱上，外部连线可做到无接头。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

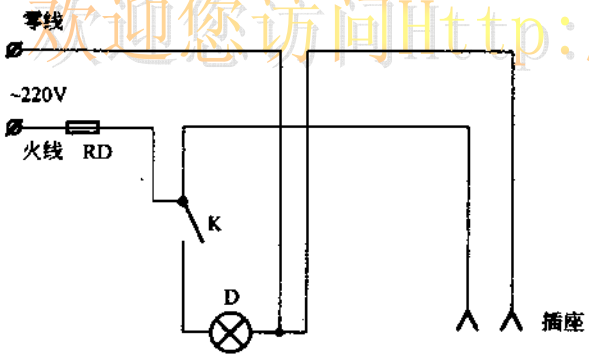


图 1　一只单连开关控制一盏灯并另外连接一只插座线路

2. 两只单连开关控制两盏灯

两只单连开关控制两盏灯可按图 2 实线部分连接。多只单连开关控制多盏灯，可参照同样方法连接，如图 2 虚线所示。

3. 用两只双连开关在两地控制一盏灯

有时为了方便，需要在两地控制一盏灯。例如楼梯上使

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

用的照明灯，要求在楼上、楼下都能控制其亮灭。它需要多用一根连线，其接线方法见图 3。K_1、K_2 用单刀双掷开关。

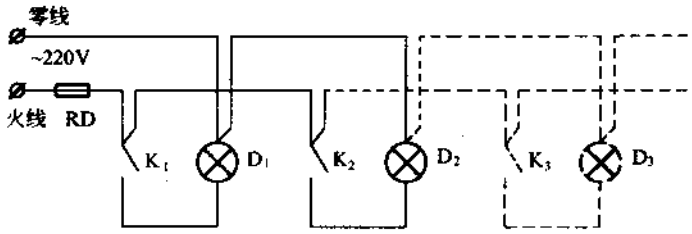


图 2　两只单连开关控制两盏灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

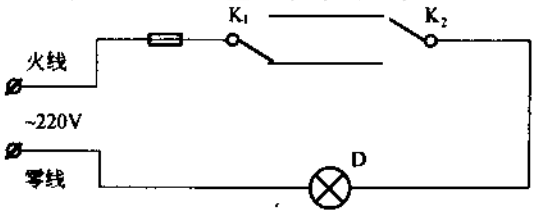


图 3　用两只双连开关在两地控制一盏灯线路

4. 用三个开关控制一盏灯

在日常生活中，经常需要用两个或多个开关来控制一盏灯，如楼梯上有一盏灯，要求上、下楼梯口处各安一个开关，使上下楼都能开灯或关灯。这就需要一灯多控。图 4 所示是三个开关控制一盏灯线路。开关 K_1 和 K_3 用单刀双掷开关，而 K_2 用双刀双掷开关。K_1、K_2、K_3 三个开关中的任何一个都可以独立地控制电路通断。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

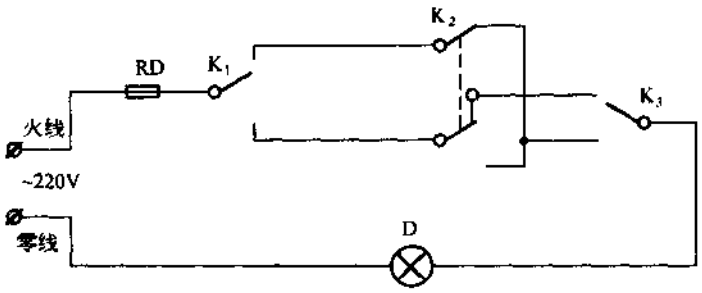


图 4　用三个开关控制一盏灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

5. 将两只 110 V 灯泡接在 220 V 电源上用

某些地区用的电源电压为 110 V，因而有 110 V 灯泡售品，而目前我国绝大多数地区所用的电源电压为 220 V，按图 5 方法可将两只 110 V 的灯泡接在 220 V 电源上使用，接线方法为串联法。注意：两只 110 V 的灯泡功率必须相同，否则，灯泡功率比较小的一个将极易烧坏。

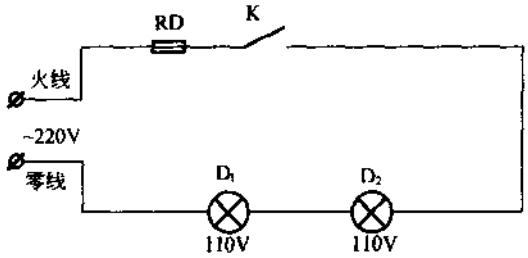


图 5　将两只 110 V 灯泡接在 220 V 电源上用线路

6. 五层楼照明灯开关控制方法

如图 6 所示，K_1～K_5 分别装在一、二、三、四、五层楼的

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

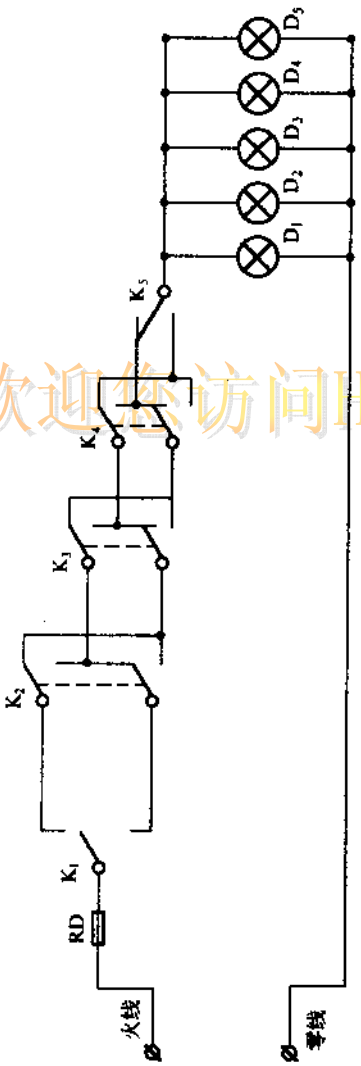


图6 五层楼照明灯开关控制方法线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

楼梯上，灯泡也分别装在各楼层的走廊里。这样在任何一个地方都可控制整座楼走廊的照明灯。例如，上楼时开灯，到五楼再关灯，或从四楼下楼时开灯，到一楼再关灯。

7. 低压灯泡在 220 V 电源上使用

一般低压灯泡接入 220 V 交流电源时需要一只变压器，这样体积增大，价格也高。如果将低压灯泡和一只容量合适的电容串联后，就可直接接入 220 V 电源，如图 7 所示。这种方法简便易行，如在车床上安装指示灯时可采用。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

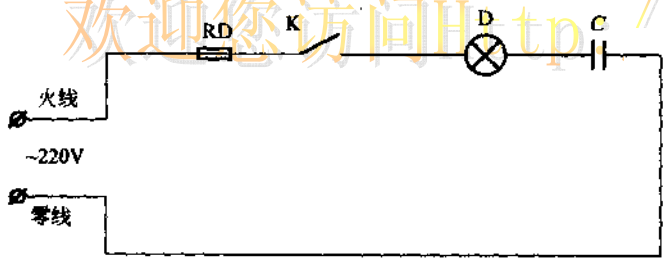


图 7　低压灯泡在 220 V 电源上使用线路

串联的电容器起降压作用。容量要适当，过大烧坏灯泡，过小则灯光太暗，可根据实验而定。它的估算公式为 $C = 15\ I(\mu F)$，I 为低压灯泡的额定电流(A)。另外，电容的耐压值要大于 300 V。低压灯泡的这种使用方法应特别注意绝缘保护，以防触电。

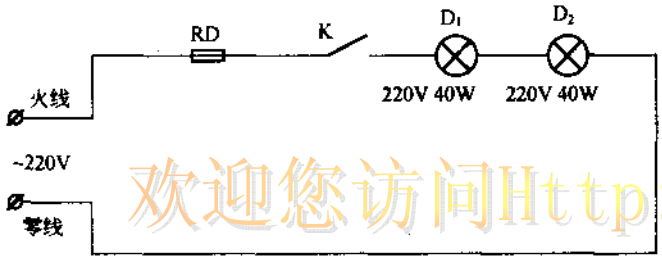
8. 延长白炽灯寿命

在楼梯、走廊、厕所等场所使用的照明灯，照明度要求不高，但由于夜晚电压升高或在点燃瞬间受大电流冲击的影响，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

很容易烧坏灯泡。因此需要经常更换，使电工人员感到很麻烦。延长寿命的一个简便方法，是采用两只功率相同，电压均为 220 V 的白炽灯相串联，一起连接在电压为 220 V 的电源上，如图 8 所示。因为每只灯泡的电压降低了，故发光效率也降低了。



欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 8　延长白炽灯寿命线路

9. 用二极管延长白炽灯寿命

在楼梯、走廊、厕所等照明亮度要求不高的场所，可采用这个方法延长灯泡寿命。即在拉线开关内加装一只耐压大于 400 V、电流为 1 A 的整流管。

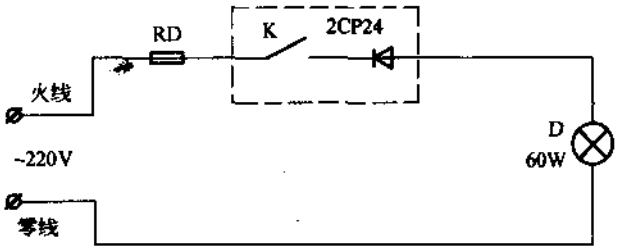


图 9　用二极管延长白炽灯寿命线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

它的工作原理是:220 V 交流电源是通过半波整流使灯泡只有半个周期中有电流通过,从而达到延长白炽灯寿命的目的,但灯泡亮度降低。见图 9 所示。

10. 简易调光灯

图 10 是一种简易调光灯线路,光线的调节由多挡开关 K 控制。当 K 拨到"1"时灯灭;当 K 拨到"2"时,灯通过电容连接发出微光;当 K 拨到"3"时,电源经二极管半波整流给灯泡供电,灯泡亮度约为平时的一半;当 K 拨到"4"时,灯泡在额定电压下工作,亮度最亮。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

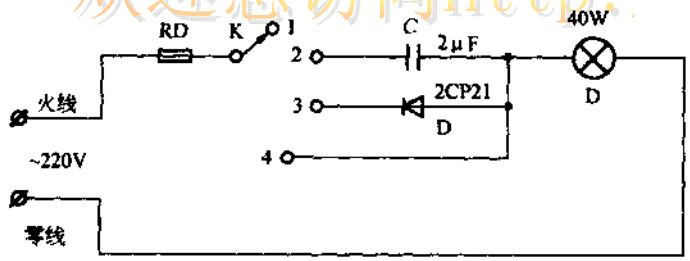


图 10　简易调光灯线路

11. 简单的可控硅调光灯

如图 11 所示是一种简单的可控硅调光灯线路。将线路中电位器 W 的阻值调小时,可控硅导通角增大,灯光亮度增强;阻值调大时,可控硅的导通角减小,灯光亮度减弱。它还可用于电热器加热温度的调节。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

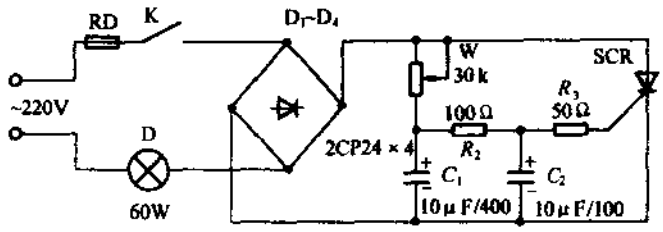


图 11　简单的可控硅调光灯线路

12. 无级调光台灯

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

自制一台小型可控硅调光器，可根据工作学习等需要，随意调整台灯的亮度，不但能为你在工作或家庭生活中带来方便，而且还可达到节电目的。

工作原理如图 12 所示，R_1、W、C、R_2 和 ST 组成移相触发电路，在交流电压的某半周，220 V 交流电源经 W、R_1 向 C 充电，电容 C 两端电压上升。当 C 两端电压升高到大于双向

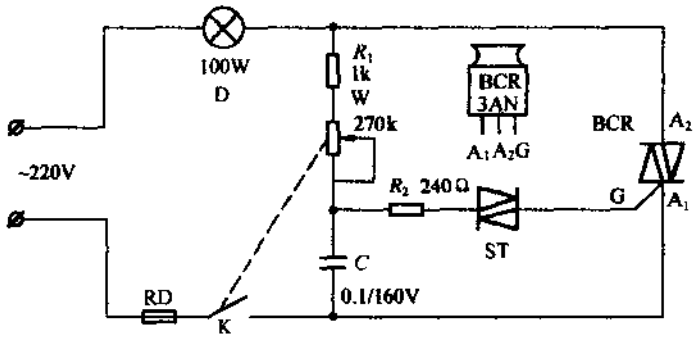


图 12　无级调光台灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

触发二极管 ST 的触发值时，ST 和双向可控硅 BCR 才相继导通，然后 BCR 在交流电压零点时截止。BCR 的触发角由 W、*R*、*C* 的乘积决定，调节电位器 W 便可改变 BCR 的触发角，从而改变负载电流的大小，即改变灯泡两端电压，起到随意调光的作用。

本电路由于使用可控硅调光，故具有调光范围大、体积小，线路简单易制作等优点。整机可安装在一个很小的盒内或者安装在台灯底座下。电位器 W 可选用带开关的中型电位器，电位器上的开关可做台灯开关用。双向可控硅 BCR 应选用 3 A、400 V以上型号，台灯灯泡选用 60～100 W 的白炽灯。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

13. 探照灯、红外线灯、碘钨灯接线方法

探照灯适用于铁路、建筑工地及远距离照明。探照灯只要它的额定电压和电源电压一致即可直接并接在电源上。见图 13 所示。

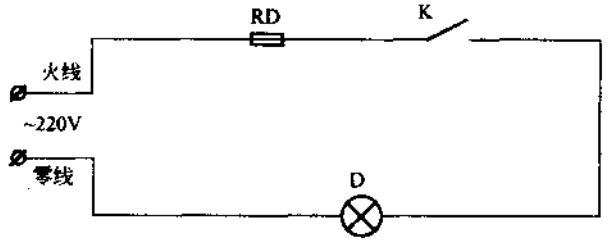


图 13　探照灯、红外线灯、碘钨灯接线方法线路

红外线灯主要应用于医疗、化工等方面，其接线线路同上。

碘钨灯具有体积小、使用时间长、光线好、光效高等优点，灯管两端的接线柱也同样是直接与电源相连接。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

另外，自镇流高压水银荧光灯、工厂安全型照明灯、普通反射型灯、白炽灯都可按图 13 接线。

14. 紫外线杀菌灯接线方法

紫外线杀菌灯适用于医学、制药工业方面，灯与电源接线见图 14。紫外线杀菌灯必须配接符合配套要求的专用漏磁变压器。

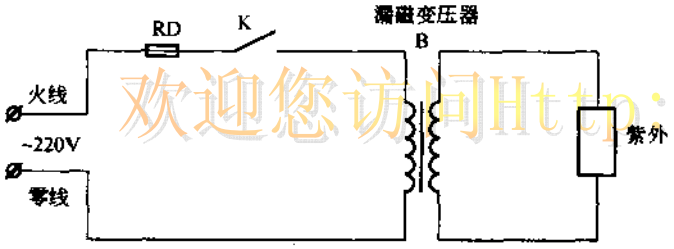


图 14　紫外线杀菌灯接线方法线路

15. 高压水银灯接线方法

高压水银灯具有节省电能、发光效率较高、寿命较长、安装线路简单、外型美观等优点，故得到广泛应用。安装线路如图 15 所示。

使用高压水银灯应注意以下几点：(1)电源波动不宜过大，如果在使用中电源电压中途降落 5%，有可能造成灯泡熄灭，熄灭后也不能及时重燃。(2)灯泡与镇流器要配套使用。高压水银灯的灯座额定功率必须足够大，以防止灯泡热量过高而烧坏灯座。另外，反射型高压水银荧光灯、反射型黑光高压水银灯也均可按图 15 接线。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

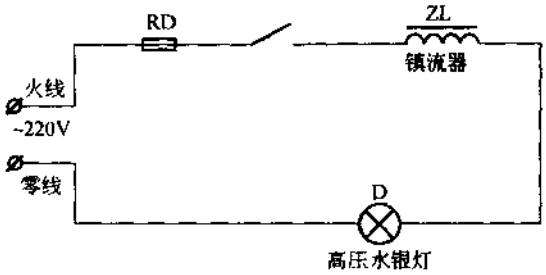


图 15　高压水银灯接线方法线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

16. 黑光灯接线方法

黑光灯一般应用于农业，它能辐射出波长很短的不可见光，用于夜间诱虫和预测虫害情况。黑光灯与日光灯的区别仅是管壁内涂荧光粉不同，所以接线方法是和一般日光灯相同的。见图 16。

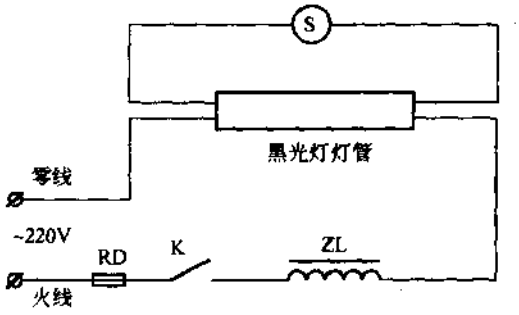


图 16　黑光灯接线方法线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

17. 日光灯的一般连接方法

日光灯大量应用于家庭以及公共场所等地方的照明，具有发光效率高、寿命长等优点，图 17 为日光灯的一般连接线图。

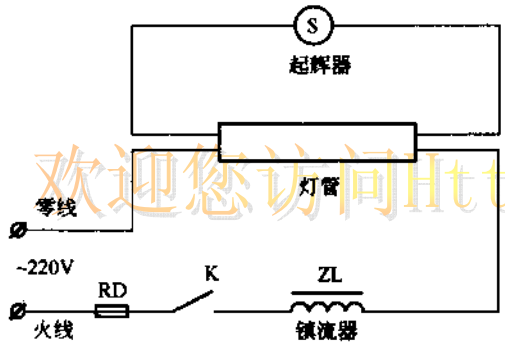


图 17　日光灯的一般连接方法线路

日光灯的工作原理是：当开关闭合，电源接通后，灯管尚未放电，电源电压通过灯丝全部加在起辉器内两个双金属的触片上，使氖管中产生辉光放电发热，两触片接通，于是电流通过镇流器和灯管两端的灯丝，使灯丝加热并发射电子。此时由于氖管被双金属触片短路停止辉光放电，双金属触片也因温度降低而分开，在此瞬间，镇流器产生相当高的自感电动势，它和电源电压串联后加在灯管两端引起辉光放电，使日光灯点亮。

18. 双日光灯接线方法

双日光灯接线线路见图 18。一般在接线时尽可能减少

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

外部接头。安装日光灯时，镇流器、起辉器必须和电源电压、灯管功率相配合。

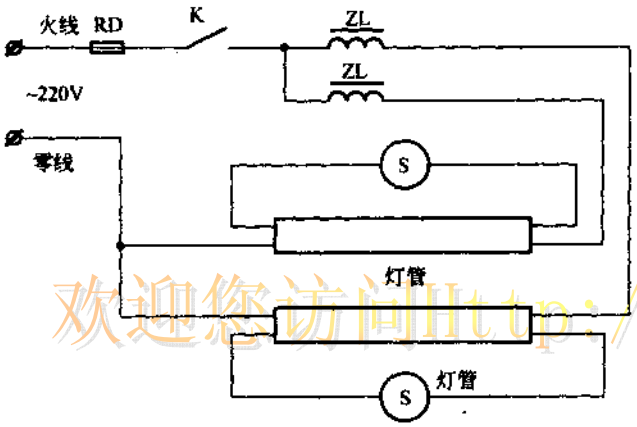


图 18　双日光灯接线方法线路

19. 用直流电点燃日光灯

如图 19 所示为直流电点燃日光灯线路，可用来直接点燃 6~8 W 日光灯。实际上它是由一个晶体三极管 BG 组成的共发射极间歇振荡器，通过变压器在次级感应出间歇高压振荡波，点燃日光灯。

线路中 R_1 和 R_2 为 0.25 W 电阻，电容 C 可在 0.1~1 μF范围内选用，改变 C 值，间歇振荡器的频率也会改变。变压器 B 的 $N_1 = N_2 = 40$ 匝，线径为 0.35 mm；N_3 为 450 匝，线径为 0.21 mm。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

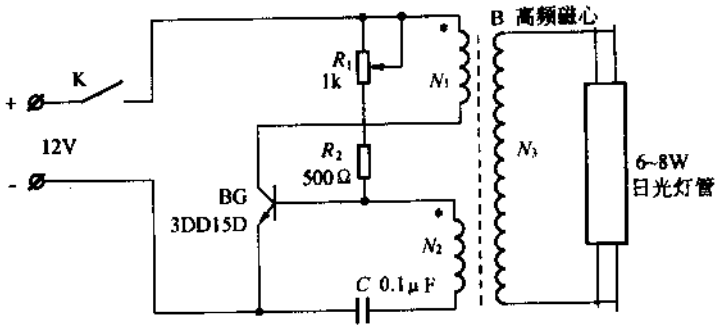


图 19　用直流电点燃日光灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

20. 日光灯电子快速起辉器

用一只二极管和一只电容器可组成一只电子起辉器，其起辉速度快，可大大减少日光灯管的预热时间，从而延长日光灯管的使用寿命，在冬天用此起辉器可达到一次性快速起动。

工作原理如图 20 所示。其中关键是，二极管的反向击穿

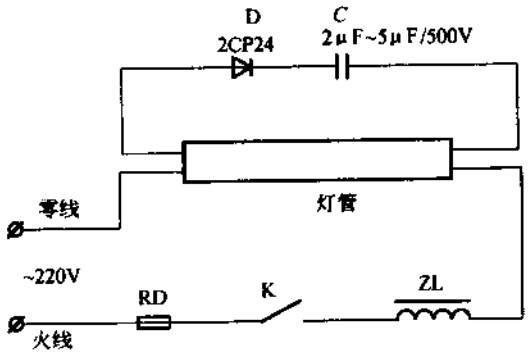


图 20　日光灯电子快速起辉器线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电压选定在 190 V 左右。开灯时，闭合开关 K，电流某一半周（零线为正时）经镇流器、灯丝、二极管给电容充电；另一半周时，电源电压与电容电压叠加，击穿二极管（因时间短，电流不很大，一般不会造成二极管损坏），产生高压，点燃日光灯管。在灯管点燃后，因两端灯丝间的电压降到 50～108 V，低于二极管的击穿电压，这时日光灯管便正常工作。

21. 具有无功功率补偿的日光灯

由于镇流器是一个电感性负载，它需要消耗一定的无功率，致使整个日光灯装置的功率因数降低，影响了供电设备能力的充分发挥，并且降低了用电地点的电压，对节约用电不利。为了提高功率因数，在使用日光灯的地方，应在日光灯的电源侧并联一个电容器，这样，镇流器所需的无功功率可由电容器提供。见图 21 所示。电容器的大小与日光灯功率有关。日光灯功率为 15～20 W 时，选配电容容量为 2.5 μF；日光灯功率为 30 W 时，选配电容容量为 3.75 μF；日光灯功率为 40 W 时，选配电容容量为 4.75 μF。所选配的电容耐压均为 400 V。

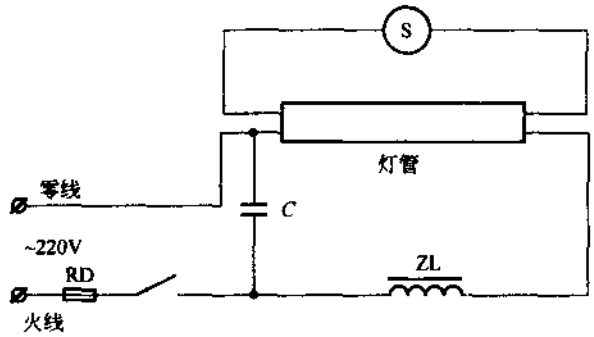


图 21　具有无功功率补偿的日光灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

22. 日光灯四线镇流器接法

四线镇流器有四根引线，分主、副线圈，主线圈的两引线和二线镇流器接法一样，串联在灯管与电源之间。副线圈的两引线，串联在起辉器与灯管之间，帮助起动用。由于副线圈匝数少，交流阻抗亦小，如果误把它接入电源主电路中，就会烧毁灯管和镇流器。所以，把镇流器接入电路前，必须看清接线说明，分清主副线圈。也可用万用表测量检测，阻值大的为主线圈，阻值小的为副线圈，正确接线法如图 22 所示。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

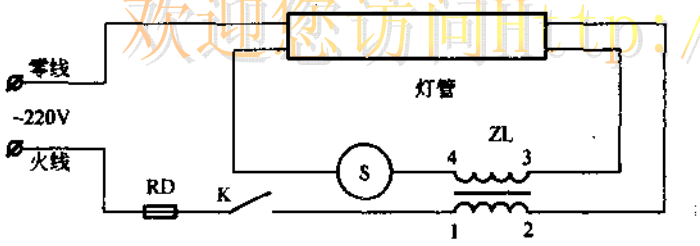


图 22　日光灯四线镇流器接法线路

23. 自制 20 W 日光灯调光器

采用串联电容的方法能方便地控制日光灯的亮度，以适应不同的照明要求。如图 23 是改装后的线路图。当开关与“1”接触，灯管发出正常亮度，实际功率 20 W；与“2”接触，亮度中等，功率为 10 W 左右；与“3”接触，亮度微弱，功率为 5 W 左右。

使用时应注意灯管必须先正常点燃后，才可调光。调光时拨开关动作必须迅速，以免开关断开过久而熄辉，而需重新起动。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

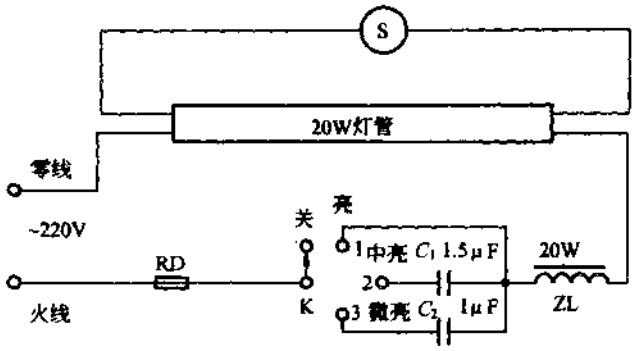


图 23　自制 20 W 日光灯调光器线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

24. 家用简单照明控制线路

图 24 是可以获得不同亮度的家用简单照明控制电路。该电路仅用一只大灯(40 W 白炽灯)、一只小灯(3 W 冷阴极荧光灯)和三只控制开关,就能灵活地获得四种不同的照明亮度,而且灯的接通、关断始终由一只开关控制,使用方便,节电效果好。

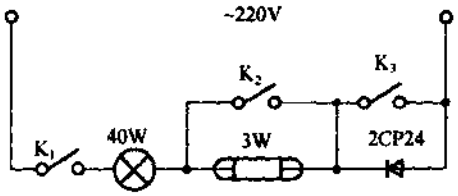


图 24　简单照明控制线路

电路原理是:K_1 为通断开关,它控制灯的亮灭,K_2 为大、

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

小灯选择开关，它决定用大灯或小灯。K_2 闭合时小灯被短接，用大灯；K_2 断开时，小灯串接入电路，用小灯。此时小灯电流虽然也流过大灯，但因电流小，大灯不会发光。K_3 为亮度选择开关，它决定灯的亮度。K_3 断开时，二极管 2CP24 串入电路，只允许交流电的半波通过，故灯发暗光；当 K_3 闭合时，二极管被短接，交流全波都能通过，电灯获得额定的电流，发出正常的亮光。K_1、K_2、K_3 均采用拉线开关。

25. 直接点燃的日光灯线路

从日光灯镇流器两个线圈中间引出一个抽头，再按图 25 所示电路接好后，接通电源，日光灯就会点燃。这种电路可省掉一个起辉器，灯管不会出现闪烁现象，能使日光灯管达到最长的使用寿命，不存在烧毁问题。即使是灯丝已烧断的灯管，只要不漏气，仍能正常使用。

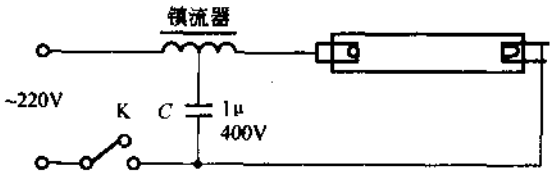


图 25　直接点燃的日光灯线路

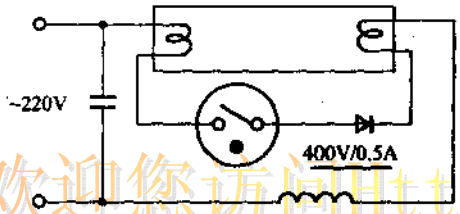
26. 低电压时日光灯起辉线路

按照图 26 所示的方法，在电路中增加一只二极管，起辉器起辉电离时，二极管在正半周导通，起整流作用，使电路中的电流近似为直流。对这种整流后的电流，镇流器阻抗较小，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

使流过灯丝的瞬时电流加大，增强了电子的发射能力。另一方面，镇流器因流过的电流较大，贮存的磁能也较大，在起辉器断开的瞬间，产生的自感电势也较高，因此，灯管容易起辉点燃。如果接上二极管后，灯管仍不容易起辉，应将起辉器的两脚对调一下。



欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 26　低电压起辉日光灯线路

上述方法既可加速灯管的起辉，又可延长灯管寿命。二极管应选反向耐压 400 V，整流电流 500 mA 的任何型号的二极管。这种电路可以在 −10℃、180 V 电压下使 8 W 和 20 W 日光灯满意地快速起辉。

27 日光灯兼做电视机交流稳压器

有些地方电网电压很不稳定，致使电视机不能正常收看，如果将 40 W 或 30 W 日光灯线路略微改装，就可以兼做电视机交流稳压器，且不影响日光灯正常使用，线路如图 27 所示。当需作为日光灯照明使用时，波段开关的两组触片 K_2、K_3 应处于接通位置，K_4、K_5 处于断开位置。K_1 为灯控制开关。如果要收看电视节目时，拨动一下波段开关，使 K_2、K_3 断开，K_4、K_5 闭合，日光灯的补偿电容器和镇流器就组成交流稳压电路。合上 K_1 就可以使交流电压基本稳定在 220 V 上。该

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

稳压器除可供 12 英寸或者 14 英寸黑白电视机使用外，也可供 35 W 以下的其它用电设备(但不宜用于电抗性设备)使用。在使用中，如果网路上的电压低于 180 V，应加大日光灯的补偿电容器容量，一般在电容 C 上再并联一只 2 μF 电容即可。电容器耐压应在 350 V 以上。

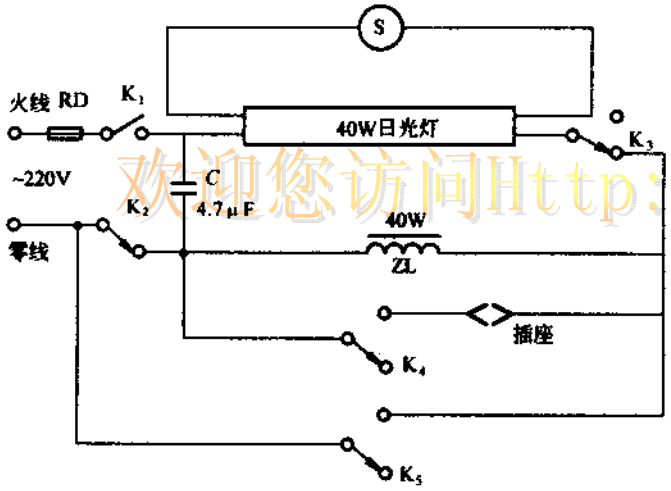


图 27　日光灯兼做电视机交流稳压器线路

28. 用日光灯起辉器做家用电器指示灯

日光灯起辉器的内部装有一个氖泡和一只 4 700～5 100 pF 的纸质小电容器。这只小电容器常因受潮而击穿，使起辉器不能使用。但起辉器中的氖泡还是好的，可以用它做一个家用电器的电源指示灯。图 28a 中 R 是限流电阻，一般在 220 V 的电源电路中，电阻可选 50～100 kΩ，其电阻的功率选

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

用 1 W。

也可以使用一个好的日光灯起辉器直接制作指示灯，只要将起辉器内的氖泡和电容改为串联连接后，接入 220 V 交流电源上即可，见图 28b 所示。此法非常简单方便。

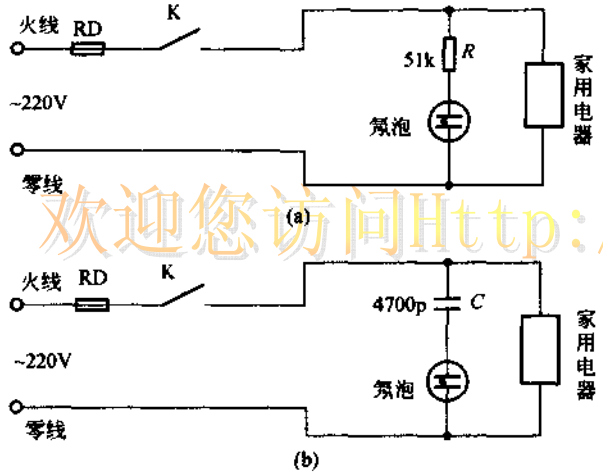


图 28　用日光灯起辉器做家用电器指示灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

29. 简易闪光指示灯

如图 29 所示是一种简单的闪光指示灯线路。当合上开关 K 时，电容充电，开始有很大充电电流通过继电器线圈，J 吸合，随后电容充电，电流逐渐减小，使 J 释放，各触点立即复位，这时电容通过灯泡放电，灯亮，电容放电完毕，另一个周期又重新开始。这种线路可作为家用节日闪光灯，线路中的电容容量可选用 2 000 μF，继电器 J 线圈直流电阻为 700 Ω 为宜。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

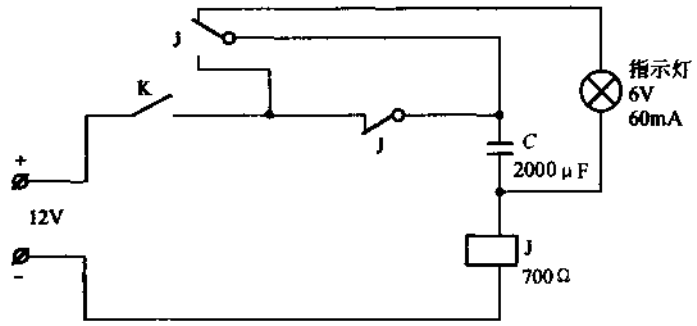


图 29　简易闪光指示灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

30. 路灯光电控制

这是一种简单的光控开关电路，工作原理如图 30 所示。

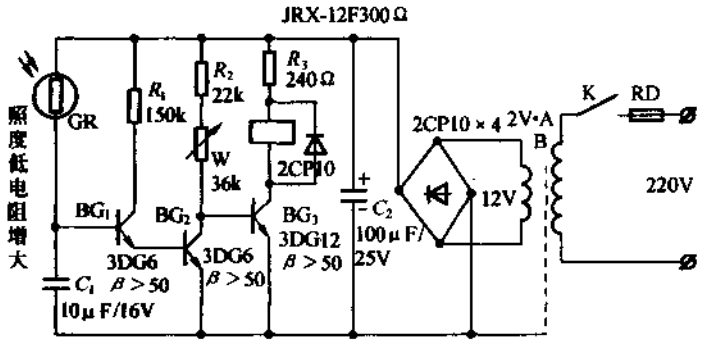


图 30　路灯光电控制线路

当晚上(照度低)时，光敏电阻 GR 的电阻增大，BG_1 的基极电流减小直至截止，于是 BG_2 也截止。BG_2 的集电极电压上升

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

使 BG_3 导通，继电器 J 吸合，点亮路灯。早上天刚亮（照度高），GR 的阻值减小，使 BG_1 导通，于是与上述过程相反，关闭路灯。继电器 J 为 JRX－13F 型。

电源变压器采用次级输出为 12 V 的小型电源变压器，功率约 2 V·A 即可。桥式整流器采用 2CP10 型整流管。

光敏电阻安装点应只受自然光而不受路灯的光照。且应防雨及定时除尘。

31. 楼房走廊照明灯自动延时关灯

如图 31 为楼房走廊照明节电线路，当人走进楼房走廊

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

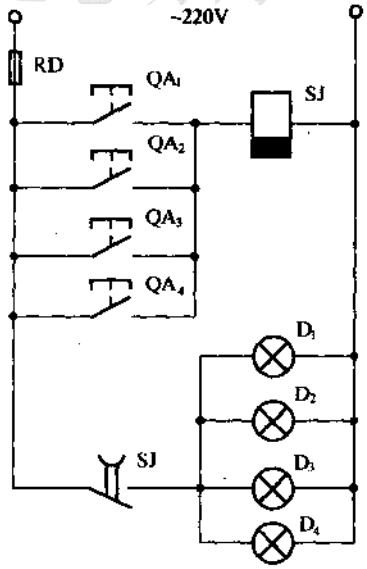


图 31　楼房走廊照明灯自动延时关灯线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

时，按下任何一个按钮，SJ 时间继电器吸合，使 SJ 常开触点即时闭合，照明灯点亮。然后行人开始行走，松开按钮，SJ 释放，等走到室内后，SJ 常开触点延时分断，使走廊的灯自动熄灭。

电路中的延时继电器选用 JS7－44 断电延时继电器，其线圈电压为 220 V。这种延时时间继电器在线圈得电后动作，使 SJ 吸合，然后在线圈失电后延迟一段时间后才断开。此方法简单易行，非常方便。

32. 简易音乐控制彩灯

按图 32 所示连接，音频电压经 4.7 kΩ 电位器 W 分压后通过变压器可触发双向可控硅 BCR，使灯根据音乐信号强弱交替发光。使用时将电位器两端直接接到收录机喇叭两端即可。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

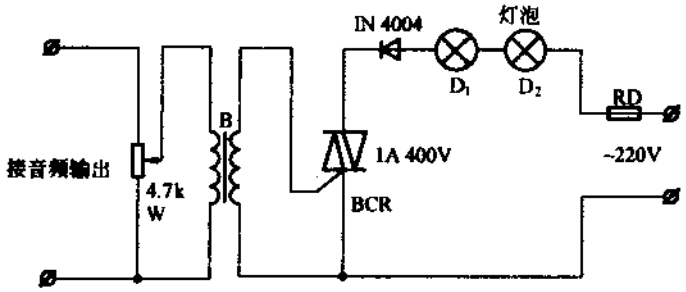


图 32　简易音乐控制彩灯线路

33. 简易流动闪光灯

如图 33 所示，是一种利用电容充放电来延时控制继电器吸合的闪光灯线路。

工作原理是：当按下按钮开关 QA 时，电容 C_1 充电，继

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

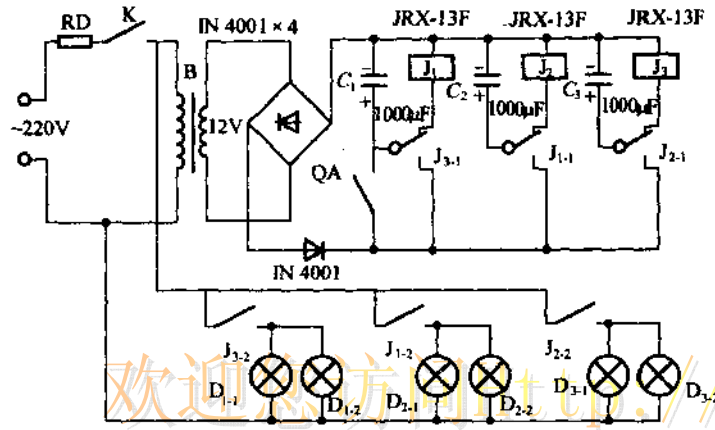


图 33　简易流动闪光灯线路

电器 J_1 吸合，接点 J_{1-2} 接通，所连灯组点亮，同时接点 J_{1-1} 将电容 C_2 接通电源，电容 C_2 充电。当放开 QA 后，由于 C_1 放电，使 J_1 仍保持吸合。过一段时间后，继电器 J_1 接点释放，电容 C_2 对 J_2 放电，致使 J_2 吸合，其接点 J_{2-2} 接通，所连灯组点亮，同时接点 J_{2-1} 将 C_3 电容接通电源，经过一段时间后，J_2 释放。电容 C_3 又通过 J_{2-1} 接点对 J_3 放电，使 J_3 吸合，接点 J_{3-2} 接通，所连灯组点亮，同时接点 J_{3-1} 又将电容 C_1 接通电源，使 C_1 充电。以下过程相同。这样继电器依次接通、释放，灯泡依次点亮、熄灭，就成了一种简易流动闪光灯。

34. 大功率"流水式"控制彩灯

大功率"流水式"彩灯，可以在剧院、舞厅或其它建筑物上使用，使夜景显得很美，特别在节日使用时，更增加节日的欢

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

乐气氛。

这里介绍一种元件少、功率大，可同时点亮 60 只 20 W 彩灯的线路。灯光呈追逐式跳动闪光。线路如图 34 所示，BCR_1、BCR_2、BCR_3 组成相同的三个单元电路。当接通电源后，电源通过 D_1、R_1 对 C_1 充电，使 A 点电位升高。同理，B、C 点电位也逐渐升高。由于电子元件性能的差别，某一组双向可控硅会首先触发导通，如 C 点电位升高使 BCR_1 首先触发导通，D_1 灯亮，电容 C_3 经 R_5 充电，同时经 R_6 向 BCR_1 放电，充少放多，C 点电位下降。而电容 C_1 则由于 BCR_1 导通而只放不充，A 点电位亦下降，只有 C_2 不断充电，B 点电位上升，BCR_3 导通，C_3 只放不充，BCR_1 关断。C_1 充电，A 点电位由零上升，升至触发 BCR_2 时，BCR_2 导通，C_2 只放不充，BCR_3 关断。C_3 充电，C 点电位由零上升，BCR_1 导通。以下过程相同。这样，灯泡按次序轮流发光，产生“流水式”效果。

若灯泡亮灭时间不符合追逐要求，可适当调整 C_1～C_3 容量。

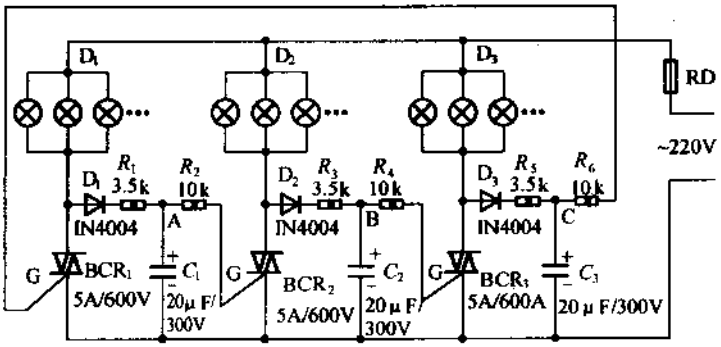


图 34　大功率“流水式”控制彩灯电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

二、电动机控制线路

35. 手动正转控制

利用铁壳开关或胶盖瓷底刀开关的控制线路如图 35 所示。一般工厂中使用的三相电风扇及砂轮机等设备常采用这种控制线路。图中 HK－RD 表示铁壳开关(或胶盖瓷底刀开关)。当合上铁壳开关,电动机就能转动,从而带动生产机械

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

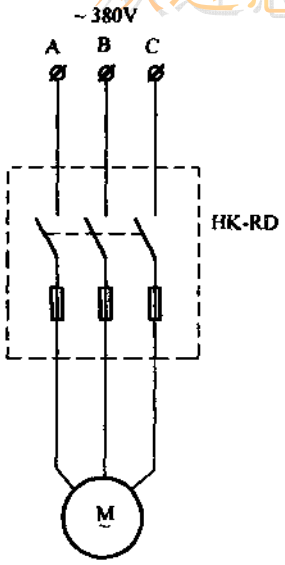


图 35　手动正转控制线路

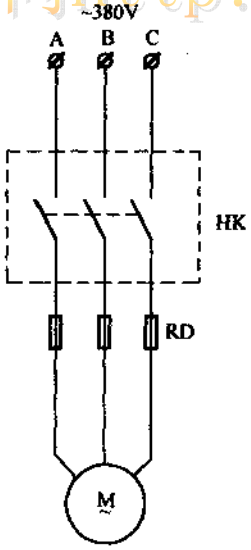


图 36　采用闸刀开关的控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

旋转。拉闸后，熔断器就脱离电源，以保证安全。

36. 采用闸刀开关的控制

闸刀开关控制线路如图 36 所示。图中 HK 为闸刀开关，它的作用是引入电源以控制小容量电动机的起动和停止。

机床电气控制中闸刀开关常用 HZ10 系列转换开关。这种转换开关有三副静触片，每一触片的一端固定在绝缘垫板上，另一端伸出盒外，并附有接线柱，以便和电源、用电设备相接。三个动触片装至绝缘垫板上，垫板套在附有手柄的绝缘杆上。手柄能向任一方向每次转动 90°，并带动三个动触片分别与三副静触片同时通断。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

37. 用倒顺开关的正反转控制

常用的倒顺开关有 HZ3－132 型和 QXI－13M/4.5 型。控制线路如图 37 所示。

倒顺开关有六个接线柱：L_1、L_2 和 L_3 分别接三相电源，D_1、D_2 和 D_3 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，开关的两组动触片都不与静触片接触，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，这是 a、b、D、E 触片接通，电动机换相反转。

在使用过程中电动机处于正转状态时欲使它反转，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 4.5 kW 以下的电动机控制线路。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

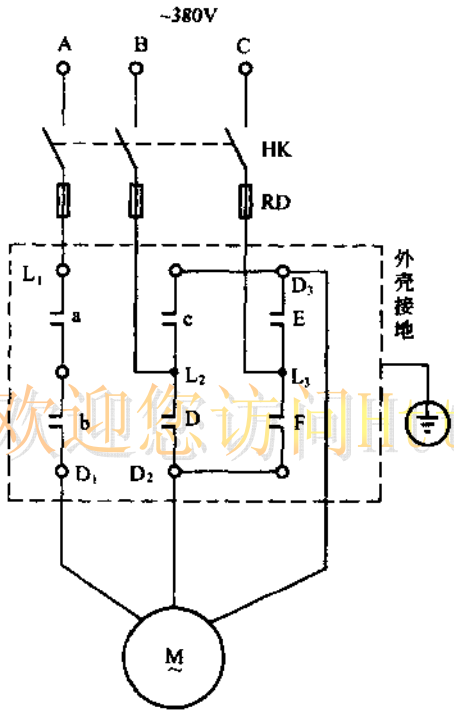


图 37　用倒顺开关的正反转控制线路

38. 具有自锁的正转控制

具有自锁的正转控制线路如图 38 所示，当起动电动机时合上电源开关 HK，按下起动按钮 QA，接触器 C 线圈获电，C 主触点闭合使电动机 M 运转；松开 QA，由于接触器 C 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 TA 接触器 C 线圈断电，C 主触点断开，电动机

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

M 停转，同时自保持辅助触点分断。

具有自锁的正转控制线路的重要特点是它具有欠压与失压(或零压)保护作用。

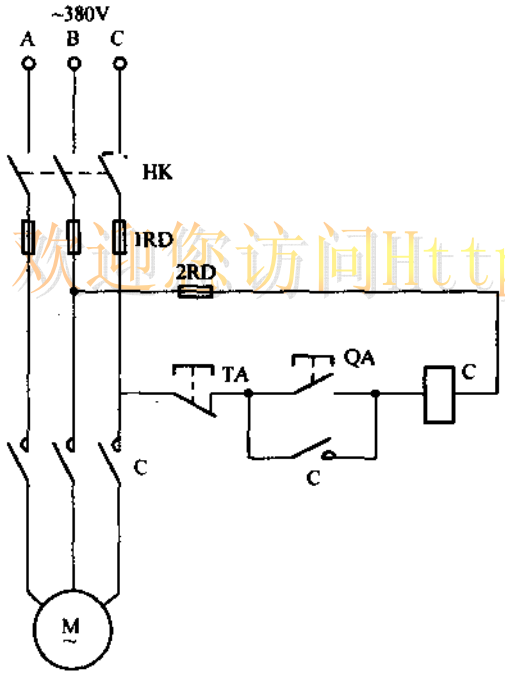


图 38　具有自锁的正转控制线路

39. 具有过载保护的正转控制

有很多生产机械因负载过大、操作频繁等原因，使电动机定子绕组中长时间流过较大的电流，有时熔断器在这种情况下尚未及时熔断，以致引起定子绕组过热，影响电动机的使用

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

寿命，严重的甚至烧坏电动机。因此，对电动机还必须实行过载保护。

具有过载保护的正转控制线路如图 39 所示。当电动机过载时，主回路热继电器 RJ 所通过的电流超过额定电流值，使 RJ 内部发热，其内部双金属片弯曲，推动 RJ 常闭触点断

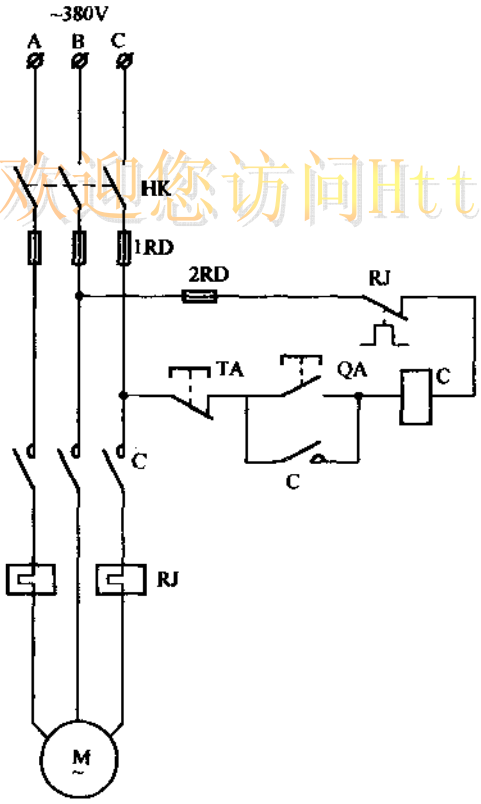


图 39　具有过载保护的正转控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

开，接触器 C 的线圈断电释放，电动机便脱离电源停转，起到了过载保护作用。停电后，RJ 的双金属片冷却，但其常闭触点不会自动复位闭合的，必须查出过载故障后，手动复位。

40. 按钮联锁正反转控制

线路如图 40 所示，它采用了复合按钮，按钮互锁联接。当电动机正做正向运行时，按下反转按钮 FQA 时，首先是使接在正转控制线路中的 FQA 的常闭触点断开，于是，正转接触器 ZC 的线圈断电释放，触点全部复原，电动机断电做惯性运行，紧接着 FQA 的常开触点闭合，使反转接触器 FC 的线圈获电动作，电动机立即反转起动。这既保证了正反转接触器 ZC 和 FC 不会同时通电，又可不按停止按钮而直接按反转按钮进行反转起动，同时，由反转运行转换成正转运行，也只需直接按正转按钮。

这种线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。

41. 接触器联锁的正反转控制

如图 41 所示为接触器联锁正反转控制线路。图中采用了两个接触器，即正转用的接触器 ZC 和反转用的接触器 FC，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单独工作时，电动机的旋转方向相反。

线路要求接触器不能同时通电。为此，在正转与反转控制电路中分别串联了 FC 和 ZC 的常闭触点，以保证 ZC 和 FC 不会同时通电。该触点称互锁触点，或联锁触点。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

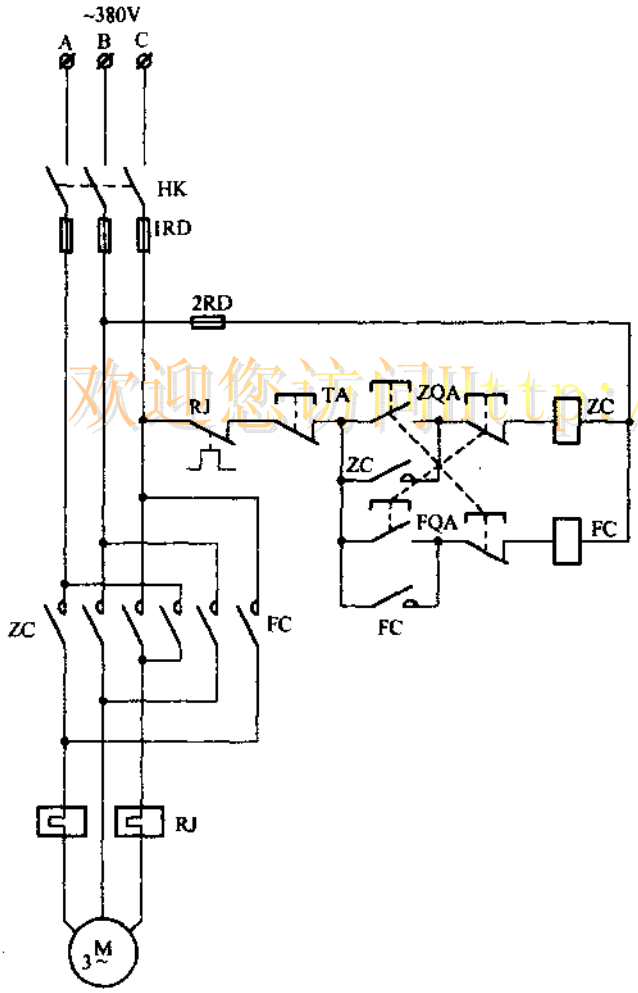


图 40　按钮联锁正反转控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

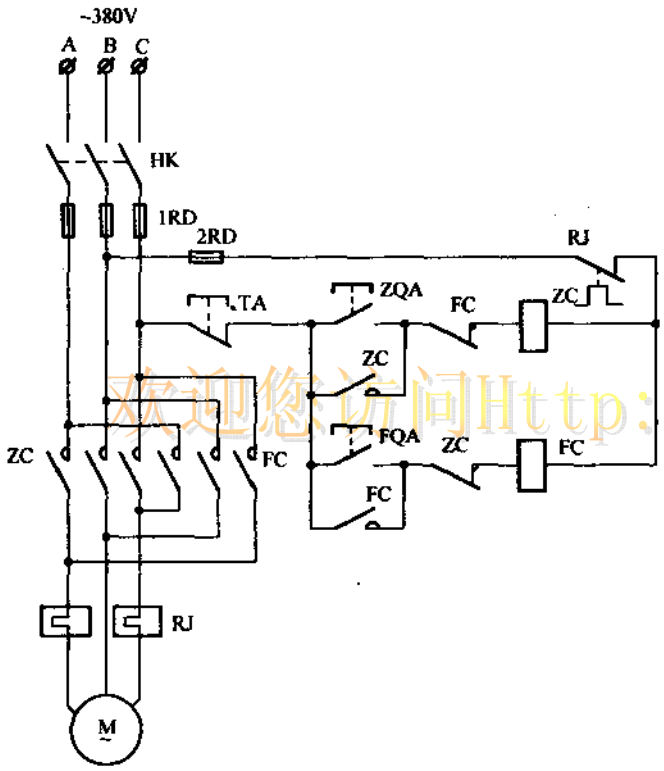


图 41　接触器联锁的正反转控制线路

42. 按钮、接触器复合联锁的正反转控制

如图 42 所示是复合联锁正反转控制线路，它集中了按钮联锁、接触器联锁的优点，即当正转时，不用按停止按钮即可反转，又可避免接触器主触点发生熔焊分断不开时，造成短路事故。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

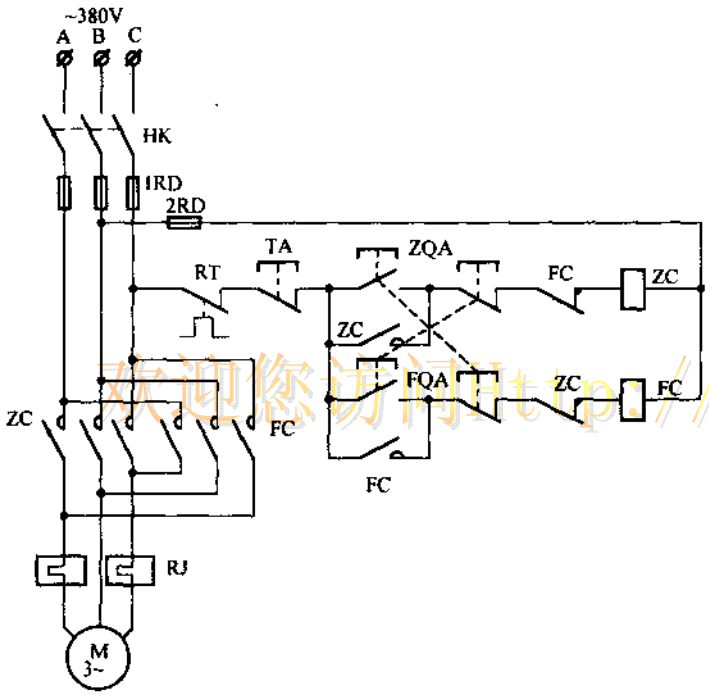


图 42　按钮、接触器复合联锁的正反转控制线路

43. 限位控制

限位控制线路如图 43 所示。图中 1XWK 和 2XWK 为限位开关，装在预定的位置上。

当按下 ZQA，接触器 ZC 线圈获电动作，电动机正转起动，运动部件向前运行，当运行到终端位置时，装在运动物体上的挡铁碰撞行程开关 1XWK，使 1XWK 的常闭触点断开，接触器即 ZC 线圈断电释放，电动机断电，运动部件停止运

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

行。此时，即使再按 ZQA，接触器 ZC 的线圈也不会获电，故保证了运动部件不会越过 1XWK 所限定的位置。当按下 FQA 时，电动机反转，运动部件向后运动至挡铁碰撞行程开关 2XWK 时，运动部件停止运动。如中间需停车，可按下停止按钮 TA。

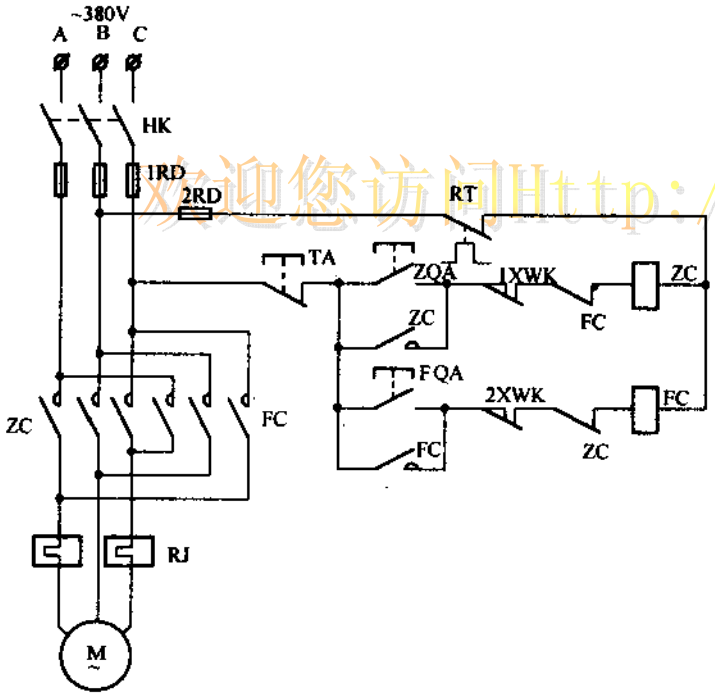


图 43　限位控制线路

44. 用按钮点动控制电动机起停

在工业生产过程中，常会见到用按钮点动控制电动机起

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

停。它多适用在快速行程以及地面操作行车等场合。控制线路如图 44 所示，当需要电动机工作时，按下按钮 QA，交流接触器 C 线圈获电吸合，使三相交流电源通过接触器主触点与电动机接通，电动机便起动运行。当放松按钮 QA 时，由于接触器线圈断电，吸力消失，接触器便释放，电动机断电停止运行。

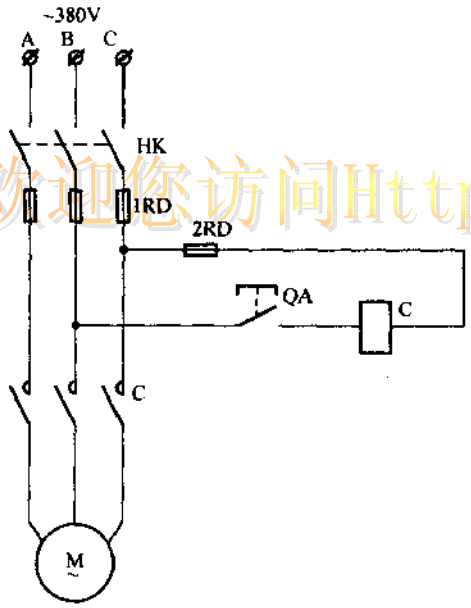


图 44　用按钮点动控制电动机起停线路

45. 可逆点动控制

可逆点动控制线路如图 45 所示。当按 ZA 时，接触器 ZC 得电吸合，电动机 M 正向转动，当按下 FA 时，接触器 FC 得电吸合，电源相序改变，电动机反向转动，当松开 FA 或 ZA

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

时，电动机停转实现了可逆点动要求。

为了防止两个接触器同时接通造成两相短路，在两个线圈回路中各串一个对方的常闭辅助触点作联锁保护。

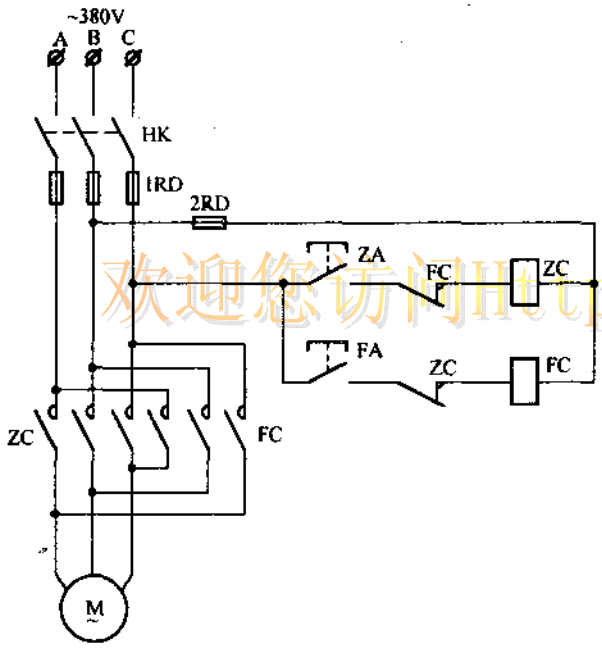


图 45　可逆点动控制线路

46. 既能点动又能长期工作的控制

在实际生产工作中，有时需要人来点动操作电动机，也有时需要长期使电动机运行。如图 46 所示是既有点动按钮，又有正常长期运行按钮的控制线路。点动时，按下 DA，接触器吸引线圈 C 得电，主常开触点 C 闭合，电动机运行；放开按钮

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

开关时，由于在点动接通接触器的同时，又断开了接触器的自锁常开触点 C，所以在 DA 按钮松开后电动机停转。那么当按长期工作按钮开关 QA 时，C 得电吸合，而 C 自锁点便自锁，故可以长期吸合运行。应用这种线路有时会因接触器出现故障使其释放时间大于点动按钮的恢复时间，造成点动控制失效。TA 是电动机停止按钮，线路中 RJ 为热继电器。

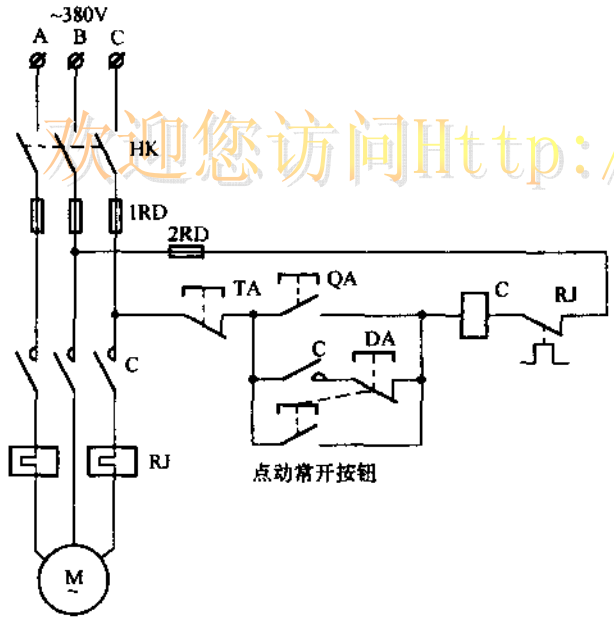


图 46　既能点动又能长期工作的控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

47. 可逆点动、起动混合控制

可逆点动、起动混合控制电路如图 47 所示，它具有可逆

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

点动、可逆运转功能，并设有触点、按钮双重联锁机构，使用时操作方便，工作原理见图 47 所示。当按下点动按钮 ZDA 时，ZC 线圈得电，电动机正转，同时按钮又断开了 ZC 的自锁触点。当松开 ZDA 按钮时，接触器 ZC 失电断开，电动机停转。如需长期使电动机运行，可按下 ZA 按钮。此时接触器 ZC 得电吸合，ZC 自锁触点自锁，松开 ZA 按钮后电动机继续运转。在按下按钮 ZA 时，按钮 ZA 的另一组常闭触点断开，这时即使按下 FA 反转按钮，FC 一定不会得电吸合，从而组成按钮联锁机构。另外，ZC 的一组常闭触点串联于 FC 线圈回路

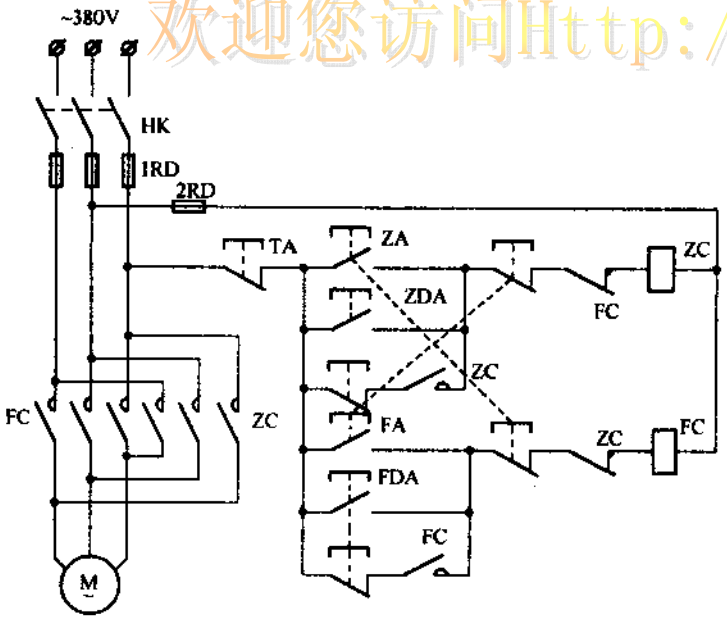


图 47　可逆点动、起动混合控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

中，接触器 FC 的一组常闭触点又串联于 ZC 的线圈回路中，从而组成接触器联锁机构。

48. 自动循环控制

在有些生产机械中，要求工作台在一定距离内能自动循环移动，以便对工件连续加工。

如图 48 所示是工作台自动循环控制电路。按下 ZQA，接触器 ZC 线圈获电动作，电动机起动正转，通过机械传动装

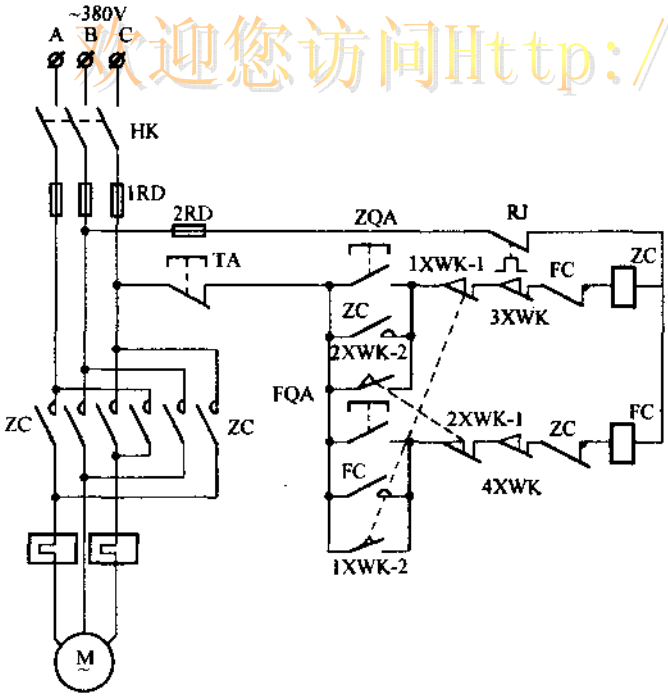


图 48　自动循环控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

置拖动工作台向左运动；当工作台上的挡铁碰撞行程开关1XWK(固定在床身上)时，其常闭触点1XWK－1断开，接触器ZC线圈断电释放，电动机断电；与此同时1XWK的常开触点1XWK－2闭合，接触器FC线圈获电动作并自锁，电动机反转，拖动工作台向右运动，这时行程开关1XWK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2XWK，使常闭触点2XWK－1断开，接触器FC线圈断电释放，电动机断电，同时2XWK－2闭合，接通ZC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TA，电动机停转，工作台停止运动。

另外，还有两个行程开关3XWK、4XWK安装在工作台循环运动的方向上，它们处于工作台正常的循环行程之外，起终端保护作用，以防1XWK、2XWK失效，造成事故。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

49. 由三个接触器组成的正反转控制

线路图见图49。按下正转按钮ZA时，正转接触器ZC吸合ZC常开辅助触点闭合自锁，这时因为ZA常闭触点是断开的，所以接触器C不动作。放松ZA后，接触器C获电动作，电动机才正向转动；反转时，按下反转按钮FA，首先断开正转接触器ZC，接触器C随之断开，这时两个接触器组成四断点灭弧电路实现灭弧，随后接通反转接触器FC电路，FC常开辅助触点闭合自锁。松开FA后，接触器C获电动作，电动机才反向转动。

这种主电路由于采用了四断点电路，能有效地熄灭电弧，防止电弧短路。但当接触器容量较大时，电器投资高。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

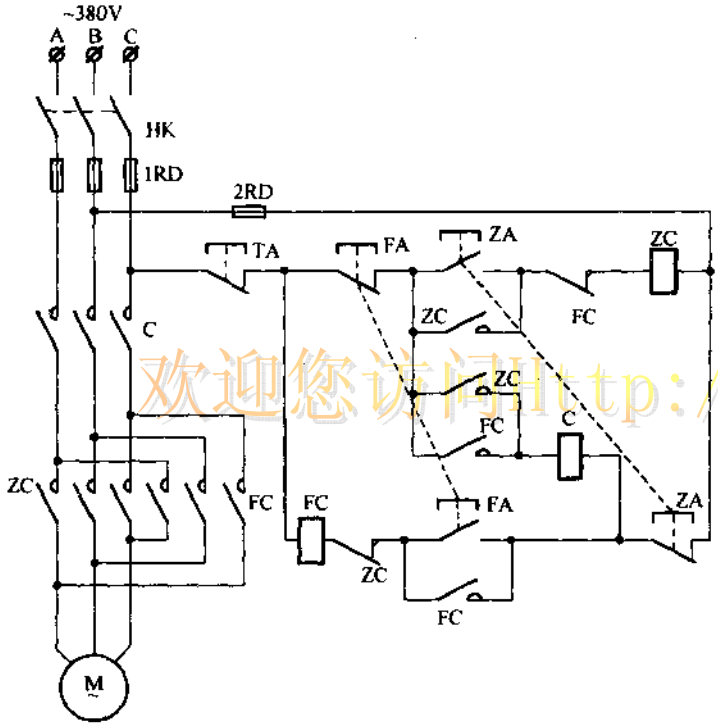


图 49　由三个接触器组成的正反转控制线路

50. 用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制

线路见图 50。按下正转按钮 ZA 时，正转接触器 ZC 获电动作，电动机正向转动，ZC 常开辅助点闭合，使电弧联锁继电器 J 获电动作，串联在 ZC、FC 电路的 J 常闭触点断开；按下反转按钮 FA 时，首先断开 ZC 控制电路，ZC 失电释放。当主触点电弧完全熄灭后，电弧联锁继电器 J 释放，这时 J 常闭

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

触点闭合，FC 获电动作，电动机反向转动。

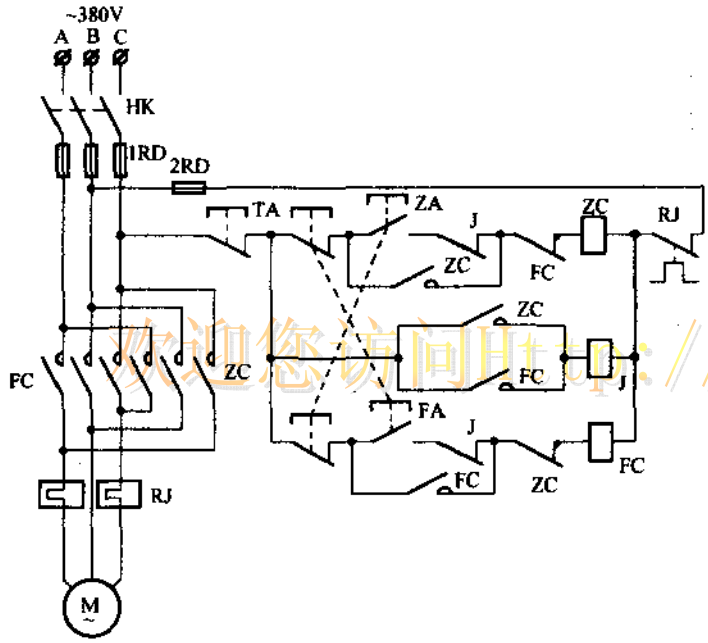


图 50　用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制线路

这种电路能完全防止正反转转换过程中的电弧短路，适用于转换时间小于灭弧时间的场合。电弧联锁继电器的线圈额定电压应与主电路相同。

51. 多台电动机同时起动控制

如图 51 所示为多台电动机同时起动控制线路。当按下起动按钮 QA 时，接触器 1CJ、2CJ 和 3CJ 同时吸合并自锁，因三台电动机可同时起动。按下停止按钮 TA，1C、2C 和 3C 都

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

断电释放，三台电动机同时停转(主回路未画)。图中 1K、2K 和 3K 是双刀双掷钮子开关，作为选择控制元件。如拨动 1K，使其常开触点闭合，常闭触点断开，这时按下按钮 QA，只能接通 2C、3C。这样，经 1K、2K、3K 开关的选择，可以按要求来控制一台或多台电动机的起停。

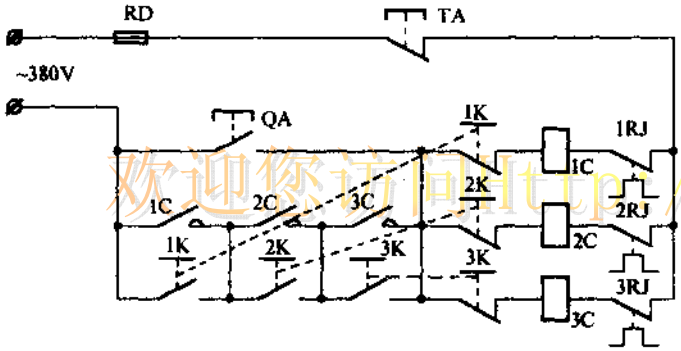


图 51　多台电动机同时起动控制线路

52. 钻床主轴电动机和液压电动机的联锁控制

如图 52 所示：是钻床主轴电动机和液压电动机的联锁控制线路。在此线路中，不管是接触器未吸合，还是电路存在短路、过载故障，都可避免只有一台电动机工作而另一台停转的现象。

按下起动按钮 QA，接触器线圈 1C、2C 通电，两台电动机同时起动。常开辅助触点 1C 和 2C 串联后，作为两个接触器的自锁触点。当任一接触器有故障而不能吸合时，两台电动机均不能工作。当任一主电路中发生短路或过载时，2HK 或 3HK 自动开关脱扣，主触点和辅助触点 2HK、3HK 分断，此

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

时接触器线圈 1C 或 2C 断电，无论 1C 释放或 2C 释放，自锁点必然断开，使另一接触器也断电释放。故控制电路全部断电，两台电机均停转。

线路中钮子开关 1NK 和 2NK 用来分别对主轴或液压电动机进行单独控制、调整。

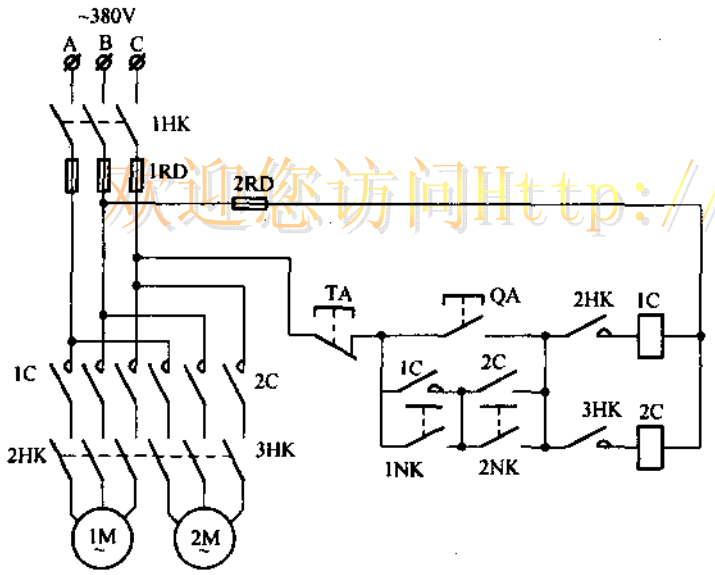


图 52　钻床主轴电动机和液压电动机的联锁控制线路

53. 绕线式异步电动机转子串电阻起动控制

如图 53 是绕线式异步电动机三级电阻起动控制线路。它根据电动机转子电流的大小变化，利用电流继电器控制电阻的切除，把起动电流控制在一定范围内，提高起动转矩。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

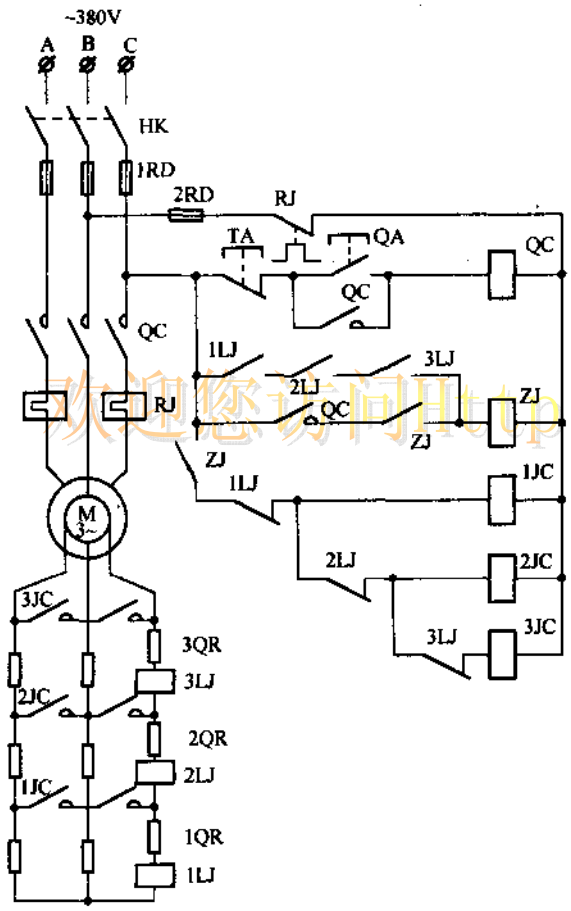


图 53　绕线式异步电动机转子串电阻起动控制线路

按下起动按钮 QA，QC 获电动作并自锁，电动机转子电路串入三级电阻起动。这时 1LJ、2LJ、3LJ 吸合，其常闭触点断开，使加速接触器 1JC、2JC、3JC 都断开不动作；LJ 常开触

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

点闭合，使中间继电器 ZJ 得电动作，ZJ 常开触点闭合，使 ZJ 自锁并为电动机加速做好准备。待电动机转速升高后，转子自流减小，首先 1LJ 释放，其常闭触点闭合，加速接触器 1JC 获电动作，其常开触点闭合，把第一段起动电阻 1QR 短接。这时电流又增大，当转速再升高后，转子电流又减小，2LJ 释放，其常闭触点闭合，2JC 获电动作，又将第二段起动电阻 2QR 短接……直到起动电阻全部切除，电动机起动过程结束。

起动电路中，三个电流继电器 1LJ、2LJ、3LJ 吸合电流相同，但释放电流不一样大，1LJ 最大，2LJ 次之，3LJ 最小。中间继电器 ZJ 的作用是为了保证在起动开始时使全部电阻都接入。要求当三个电流继电器的常闭触点都打开后，ZJ 常开触头才能闭合。如果立即闭合，则在转子电流由零值递增的过程中，三个电流继电器都尚未动作，其 LJ 常闭接点仍闭合，加速继电器 1JC、2JC 和 3JC 因获电而同时动作，将全部电阻短接，造成电动机转子未串电阻直接起动。

54. C620 型车床的电气控制

C620 型车床是普通车床的一种。它有主线路、控制线路和照明线路三部分。

主线路共有两台电动机，其中 1M 是主轴电动机，拖动主轴旋转和刀架作进给运动。由于主轴是通过摩擦离合器实现正反转的，所以主轴电动机不要求有正反转。主轴电动机 1M 是用按钮和接触器控制的。2M 是冷却泵电动机，直接用转换开关 2HK 控制。

当合上转换开关 1HK，按起动按钮 QA，接触器 QC 线圈获电动作，其主触头和自锁触点闭合，电动机 1M 起动运转。需要停止时，按下停止按钮 TA，接触器 QC 线圈断电释放，电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

动机停转。

冷却泵电动机是当 1M 接通电源旋转后，合上转换开关 2HK，冷却液泵电动机 2M 即起动运转。2M 与 1M 是联动的。

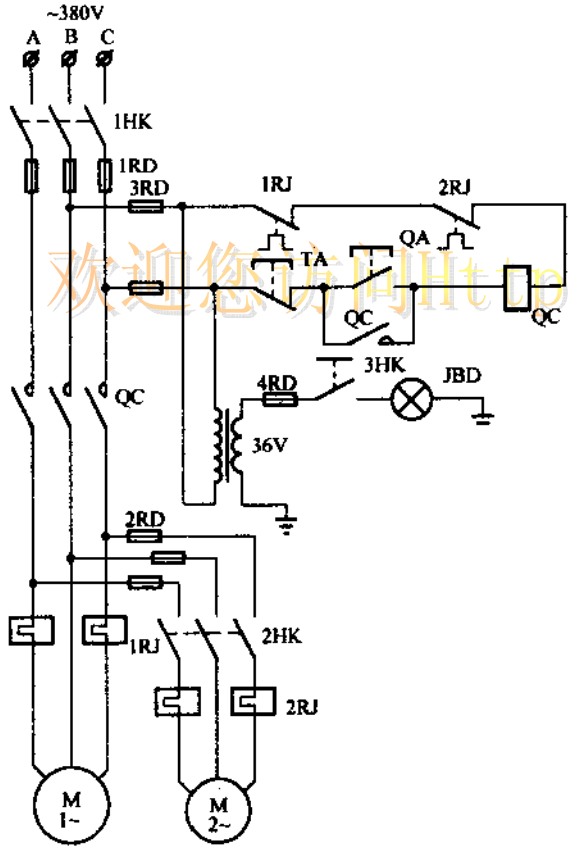


图 54　C620 型车床的电气控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

照明线路由一台 380 V/36 V 变压器供给 36 V 安全电压,使用时合上开关 3HK 即可。

55. M7130 型平面磨床线路

图 55 是 M7130 型平面磨床的电气原理图。它由四部分组成:主线路、电磁工作台线路、控制线路和照明线路。

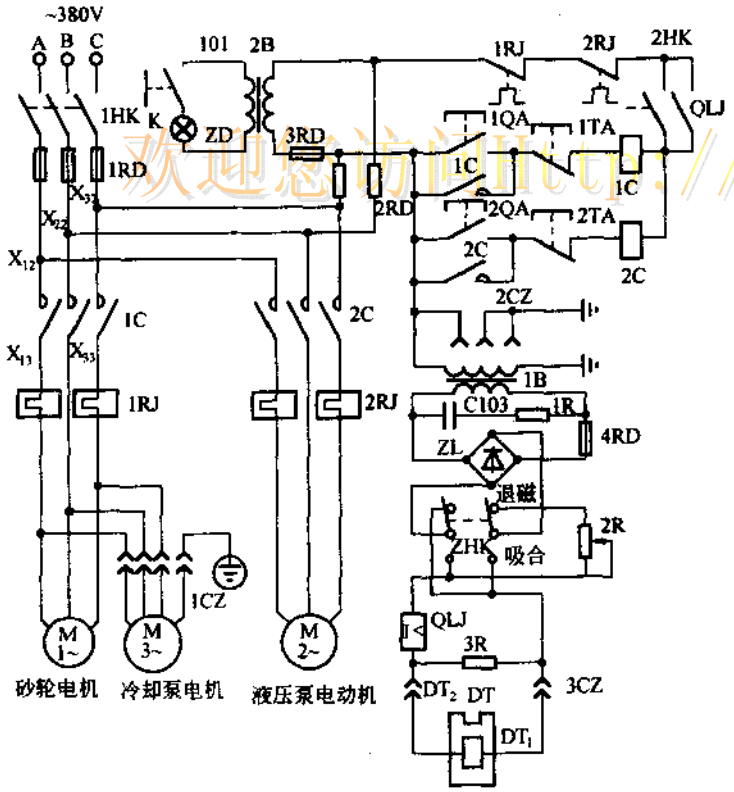


图 55　M7130 型平面磨床线路线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

M7130 型平面磨床工作时，先合上电源开关 1HK，再将工作台的控制开关 ZHK 扳到吸合位置，使电磁工作台的励磁线圈正向通电，将工件牢牢吸住。串接在电磁工作台线圈回路中的 QLJ 是欠电流继电器的吸引线圈。当电磁工作台正常工作时，通过 QLJ 线圈的电流足以使触头 QLJ 闭合，从而接通控制电路，这样各电动机方有可能起动。

按下起动按钮 1QA 和 2QA，线圈 1C 和 2C 通电，常开触点 1C 和 2C 接通，接触器线圈自锁，砂轮电动机、冷却泵电动机、液压泵电动机起动，磨床开始工作。

当加工完毕需要取下工件时，先按下停止按钮 1TA、2TA 使各电动机停止旋转，然后将组合开关 ZHK 扳向退磁位置。此时，电磁工作台的励磁线圈经退磁限流电阻 2R 反向通电，对工件进行退磁。开关 ZHK 在“退磁”位置只要稍停一短暂时间，再扳回到“放松”位置，电磁工作台线圈脱离电源即可取下工件。

插座 2CZ 是供退磁器用插座。

56. 用电流继电器控制机械扳手

在自动控制中，有时需要根据线路中工作电流的大小来接通或分断某些线路。例如，龙门刨床的横梁可在立柱上做上下移动，但在切削加工时则必须夹紧在立柱上。横梁的夹紧可由电动机拖动夹紧机构来实现。当夹紧力达到所要求的数值时，电动机的电流相应地增大到某一值，此时电动机必须停下来，否则电流和夹紧力过大，会使电机及机件损坏。下面是一个用电流继电器控制机械扳手的线路。

工作原理如图 56 所示，按下按钮 TA，线圈 ZC 通电，电动机正转，这时通过丝杆连动铁板向前推动，使放在工作台上的工件慢慢被夹紧。当夹紧丝杆上紧后，电动机发生堵转。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

这时，电动机电流增大，电流继电器 CLJ 动作，它的常闭触点断开，使线圈 ZC 断电，电动机停转，然后即可对工作件操作。当加工完毕后需松开工件时，按下松开按钮 SA，线圈 FC 点动通电，电动机反转，松开工作件。

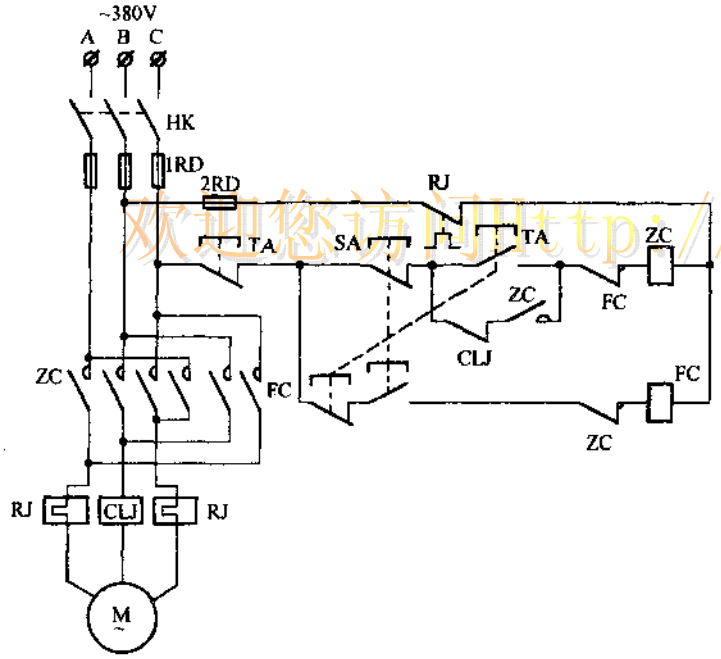


图 56　用电流继电器控制机械扳手线路

57. 防止相间短路的正反转控制

在电动机正反转换接时，常因电动机的容量较大或操作不当等原因，触点产生较严重的起弧现象。如果尚未完全灭

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

弧时，反转的交流接触器闭合，就会引起相间短路。如果在正反转起动线路中，加一个中间继电器 J，就可防止相间短路。见图 57，它是将电弧联锁继电器 J 的常闭触点接入正反转接触器吸引线圈供电路内，如果电弧未熄灭，J 就吸合，常闭触点断开切断转换电路，从而保证只在电弧熄灭后，才能接通转换电路。

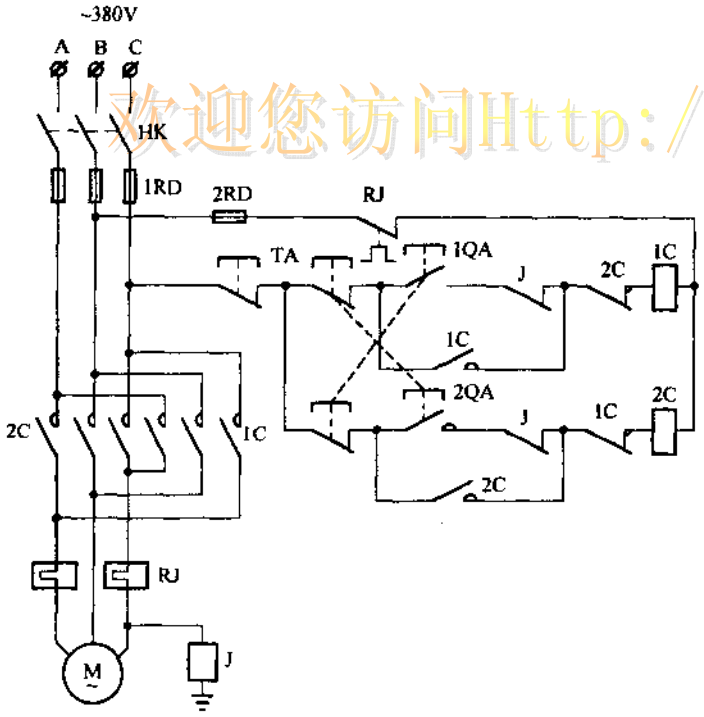


图 57　防止相间短路的正反转控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

58. 另一种防止相间短路的正反转控制

如图 58 所示，它多加了一个接触器 C，当正反转换时，正转接触器 1C 断电后，接触器 C 也随着断开，1C 和 C 两个接触器组成四断点灭弧主电路，可有效地熄灭电弧，防止相间短路。

若再把接触器 C 的两个常闭辅助触点，分别串在 1QA 和

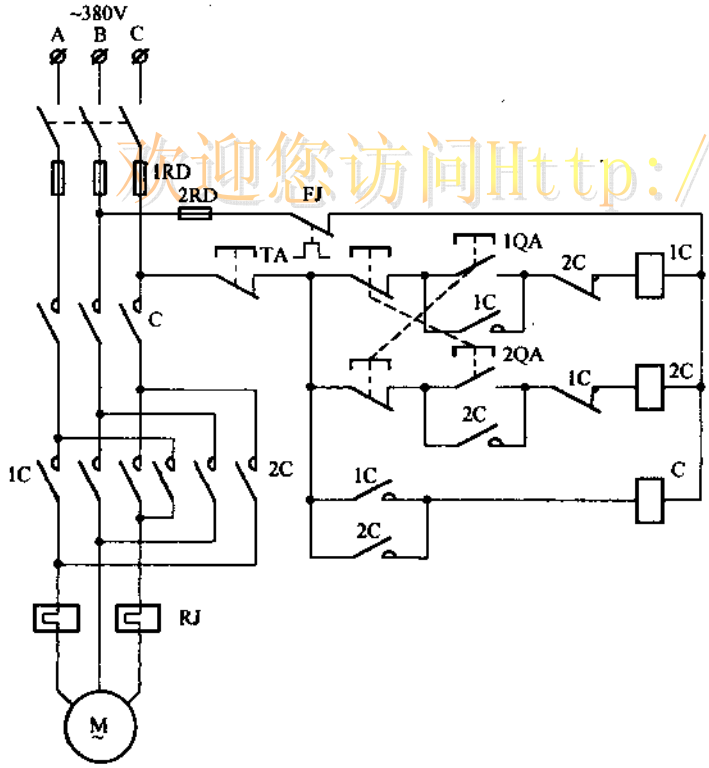


图 58　另一种防止相间短路的正反转控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

2QA 上，灭弧效果更好。

59. 间歇运行控制

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，然后再自动起动运行，这样反复进行。如图59所示就是一种电动机间歇运行控制线路。当合上开关K时，交流接触器C和时间继电器1SJ得电吸合，电机起动运行。当运行一段时间后，1SJ延时闭合触点闭合，接通继电器J和时间继电器2SJ电路，J常闭触点断开，电动机停止工作。当经过一段时间后2SJ延时断开触点断开，使J断电释放，J的常闭触点闭合，再次接通C线圈电路，电动机重新运行。重复上述动作，可以实现电动机的间歇运行。按钮AN操作点动。

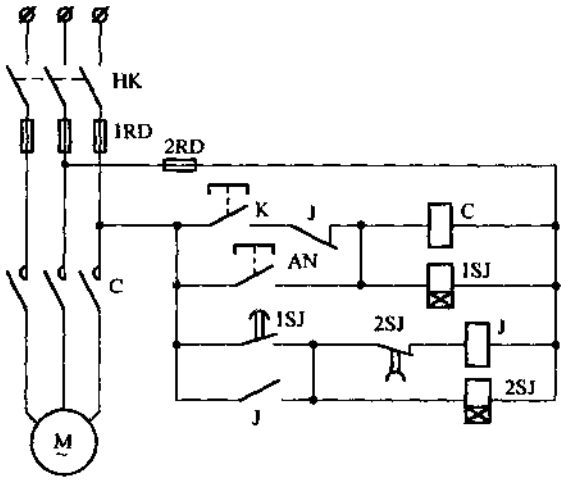


图59 间歇运行控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

60. 又一种间歇运行控制

如图 60 所示为另一种电动机间歇运行控制线路，可用于机床自动间歇润滑控制等。

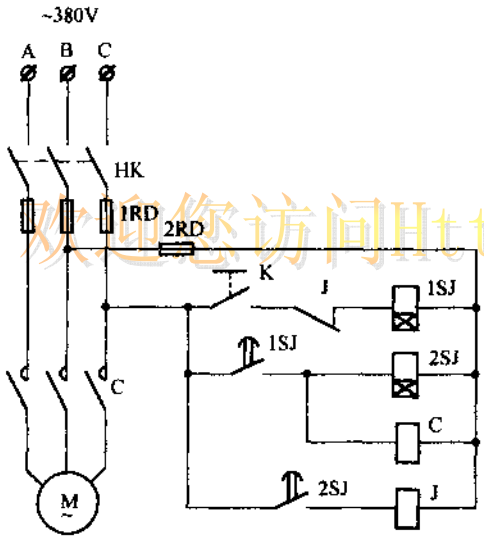


图 60　又一种间歇运行控制线路

当合上电源开关 HK 及控制开关 K 后，电动机并不马上起动，而要延迟一段规定的时间。待 1SJ 时间继电器动作后，电源接通 C 接触器，电动机运转。同时接通了 2SJ，经一段时间后，2SJ 动作，J 得电吸合，断开 1SJ，使 1SJ 释放，常开点立刻断开，C 断电，电动机停转。此时 2SJ 也失电动作，立刻断开 J 的线圈回路，J 断电从而又接通了 1SJ 时间继电器电源，电动机运行一定时间后，自行停转至规定的时间，然后再起

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

动。这样就周而复始地间歇运行下去。

61. 短暂停电，电动机自动快速再起动

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起动电动机。例如，需要连续作业不能停动的重要场合，当线路断电后，又自动投入了备用电源，这时要求电动机能马上自动再起动。

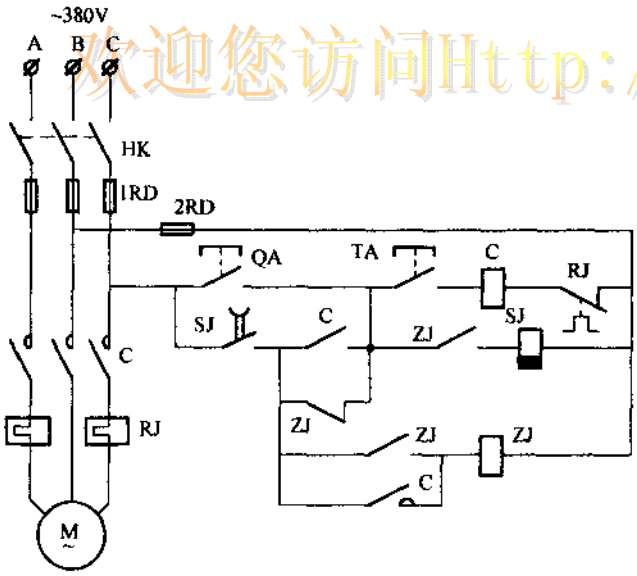


图 61　电动机自动快速再起动线路

如图 61 所示是电动机自动快速再起动线路。当起动电动机后，交流接触器 C 闭合，中间继电器 ZJ 和时间继电器 SJ 先后吸合，这是正常工作时各电器的状态。如果这时发生断

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电，中间继电器 ZJ 释放。时间继电器 SJ 断电，其延时断开触点将延时断开。如果在触点 SJ 未断开期间又恢复供电，C 由延时断开触点 SJ、常闭触点 ZJ、TA 按钮及 RJ 线路构成回路，使 C 再次吸合，电动机立即再起动。

在正常停止时，要使按下停止按钮 TA 的时间超过 SJ 延时时间，这样电动机就会在按钮 TA 松开时不再起动。

62. 低速点动控制

电动机低速点动控制线路一般用于机床变速、对刀等场合，它的接线方法如图 62 所示。当按下控制按钮 AN 时，交流接触器线圈得电吸合，电动机运行。当电动机转速上升到速度继电器动作时，SDJ 常闭触点断开，接触器 C 释放，电动机断电；当电动机速度下降到速度继电器复位时，SDJ 触点又重新闭合，使 C 再次接通，电动机再次起动运行，这样重复上述动作，使电动机在低速点动中转动(电动机主电路未画出)。

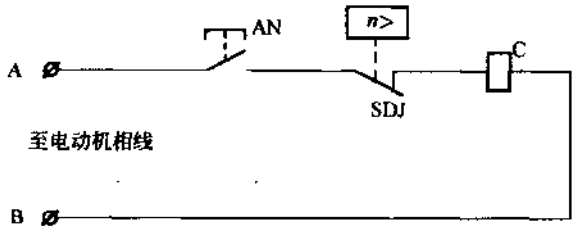


图 62　低速点动控制线路

63. 利用转换开关预选的正反转起停控制

大家知道，要使三相异步电动机反转，只需将引向电动机定子的三相电源线中的任意两根导线对调一下即可。图 63

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

所示线路是利用开关 K 先预选正反转，然后用单个按钮控制起停，主回路未画。

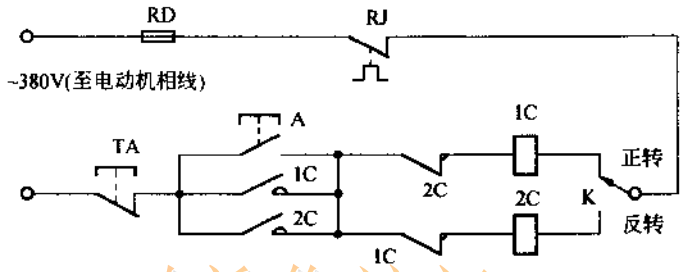


图 63　利用转换开关预选的正反转起停控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

64. 利用转换开关改变运行方式

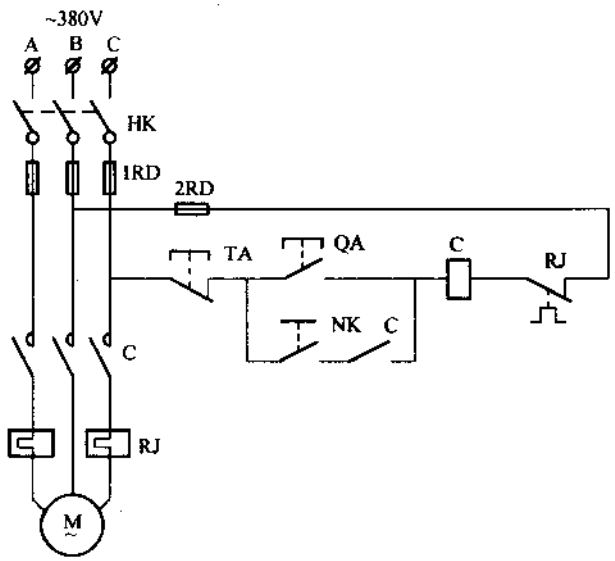


图 64　利用转换开关改变运行方式线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

在线路中加一只转换开关，就能灵活地改变点动或连续运行的操作控制方式。图 64 中当 NK 断开时，由 QA 按钮开关进行点动控制；当 NK 开关闭合时，接通交流接触器的自锁触点 C，可由 QA 按钮进行正常的起停控制。

65. 能发出开车信号的起停控制

一些大型的机械设备，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。经过一段时间再起动电动机，以便告知工作人员及维修人员远离设备。图 65 所示线路可实现自动发开车信号功能。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

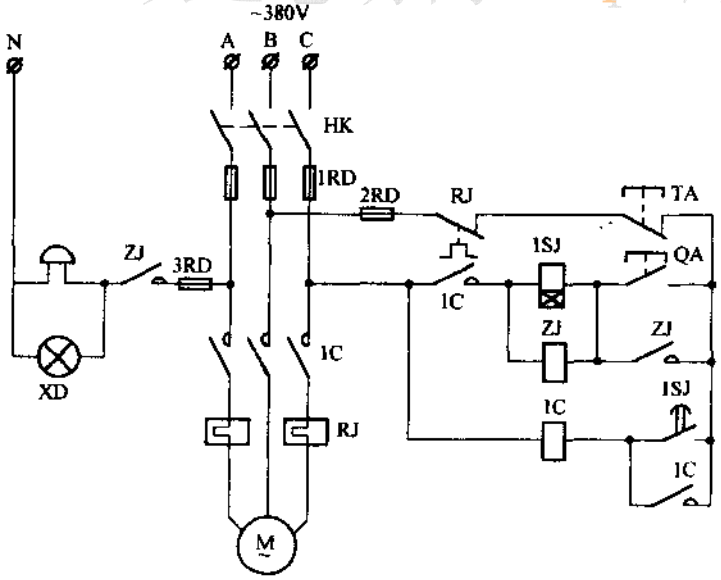


图 65　能发出开车信号的起停控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

需要开车时，按下 QA 开车按钮，中间继电器 ZJ 得电吸合，电铃和灯光均发出开车信号。此时时间继电器 1SJ 也同时得电，经过 1 min 后（时间可根据需要调整），1SJ 常开触点闭合，接通 1C 并自锁，主电动机开始运转，同时由于 1C 的吸合，又断开了 ZJ，电铃和灯泡失电停止工作。

利用时间继电器 1SJ 的两个瞬动常开触点，可省去中间继电器 ZJ。

66. 粗细保险丝自投控制

三相交流电动机因起动电流很大，一般是电动机额定工作电流的 5～7 倍，故选用的保险丝的额定电流较大，这对保护运行中的电动机是很不利的。图 66 所示是一种双路保险起动自投控制线路。当电动机起动时，第二路起动保险装置与第一路运行保险装置并联工作。待电动机起动完毕，正常运行时，第二路起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，一旦发生过流或其它故障，能迅速熔断保险丝，安全保护电动机。

当起动电动机时，按下 QA 按钮，接触器 2C 得电，第二路起动保险装置与第一种运行保险装置并联工作。同时，时间继电器 1SJ 得电，经过零点几秒后（时间调到最小位置），使 1SJ 常开触点闭合，接通 1C，电动机正常运行。在 2C 得电时，时间继电器 2SJ 也同时得电，经过 1～33 s 后（时间继电器 2SJ 调到电动机起动完毕，正常运行时）动作，使 2SJ 常闭触点断开，2C 接触器释放，第二路起动保险装置退出，并且使时间继电器 1SJ、2SJ 断电。

在选择保险丝时，第一路运行保险丝的额定电流应等于

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电动机的额定电流。第二路起动保险丝的额定电流一般可选择和第一路同样大，如果是重负荷起动，则应酌情增大。

如果短时间工作，接触器 2C 可选用小电流型号。

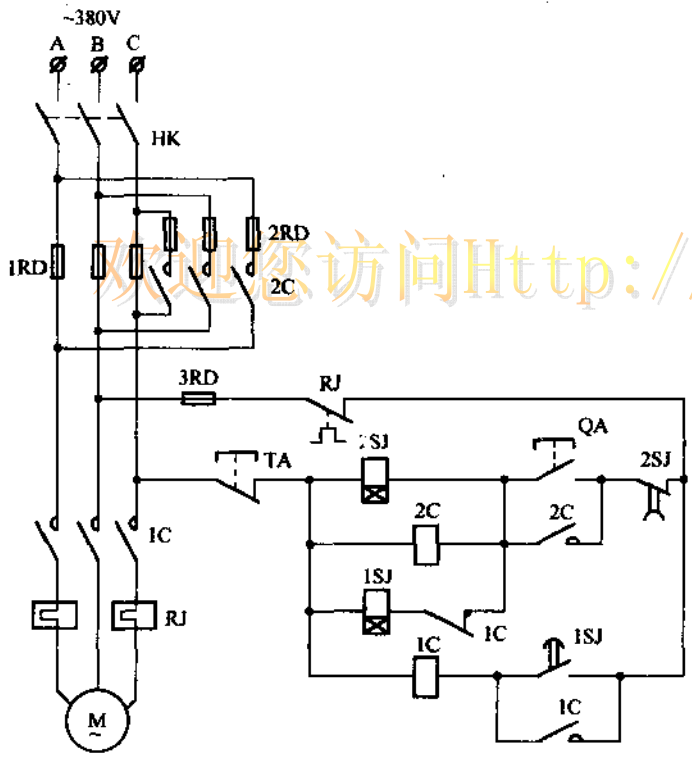


图 66　双路保险起动自投控制线路

67. 一台电动机停止运行后另一台才能停止的控制

在某些工作过程中，要求一台电动机停止运行后，另一台电动机才能停止运行。例如，整流子主机在开机后，送冷风机

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电动机也需起动运行，并且在主电动机不停止运行的情况下，要求风机不能随时按停，这样才能保证主电动机的正确工作。此线路就适用于这种主副电动机的控制要求，如图 67 所示，当按下 QA_1 按钮开关后，风机向主电动机送冷风，然后按下 QA_2，接触器 C_2 吸合，主电动机运行。由于 C_2 的吸合，C_2 的常开触点自锁。这时即使误按操作按钮 TA_1，C_1 接触器也不会失电释放，风机也不会停送冷风。只有将主机停止后，C_2 失电，常开触点释放，按下 TA_1，风机才能停止。

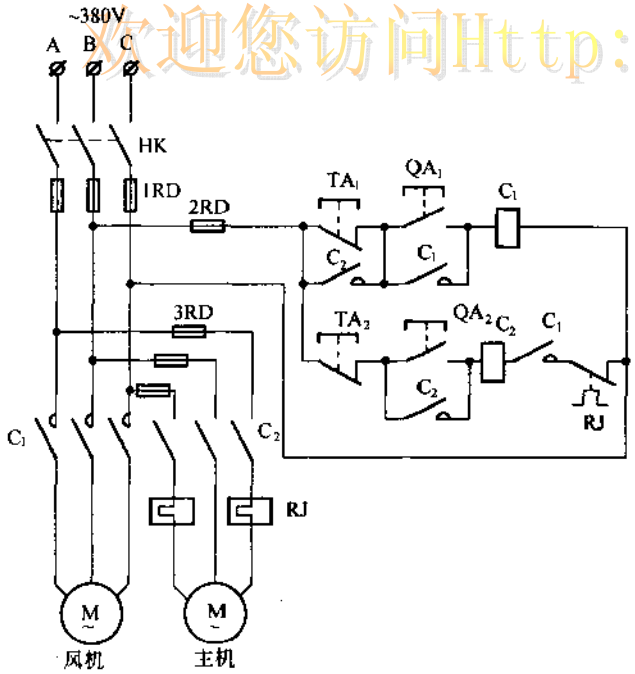


图 67　一台电动机停止运行后另一台才能停止的控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

68. 两台电动机联锁控制

在装有多台电动机的生产机械上，因各电动机所起的作用不同，有时必须按一定的顺序起动，方能保证工作安全。例如，在车床的主轴工作之前，必须先起动油泵电动机，使润滑系统有足够的润滑油以后，方能起动主轴电动机。

图 68 中 1M 为油泵电动机，2M 为主轴电动机。当按下起动按钮 1QA 时，线圈 1C 通电，主触点及自锁触点 1C 闭合，电动机 1M 起动。当 1M 起动后，2M 才有可能起动。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

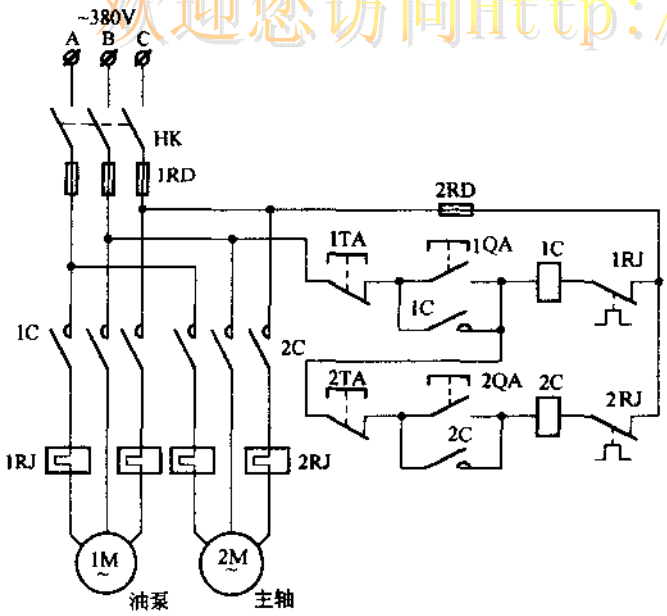


图 68　两台电动机联锁控制电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

如果在 1M 起动以前，误按下按钮 2QA，2M 也不能起动。

69. 另一种两台电动机联锁控制

控制线路如图 69 所示。按下电动机 1M 的起动钮 1QA，使接触器 1C 线圈通电，这时 1C 主触点闭合，1M 起动。同时接触器 1C 的常开联锁触点也都闭合。串接在电动机 2M 控制线路中的 1C 接触器常开联锁触点闭合后，为电动机 2M 做好了起动准备。如误动作先按下 2QA，因接触器 1C 常开联锁触点开路，接触器 2C 不通电，电动机 2M 不能起动。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

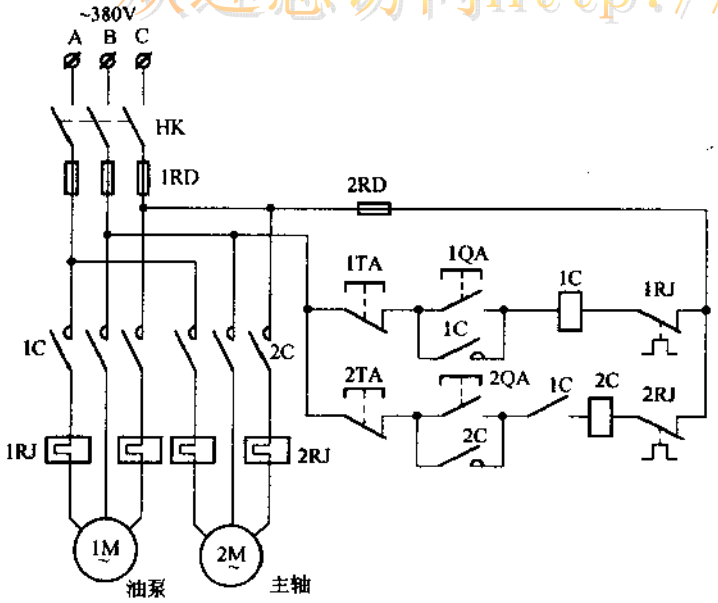


图 69　另一种两台电动机联锁控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

70. 用八档按钮操作的行车控制

在一些工厂里，行车是起吊重物的重要工具之一。图 70 画出一般行车用八档按钮操作控制线路。其中总开、总停为一般交流接触器连接方法，图中上、下、左、右、前、后控制线路为点动，对应的交流接触器为 3C、4C、5C、6C、7C、8C，并且线路中附加有限位开关以及换相互锁线路。

71. 多点控制

由于生产实际需要，要求在两个或两个以上地点都能对

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

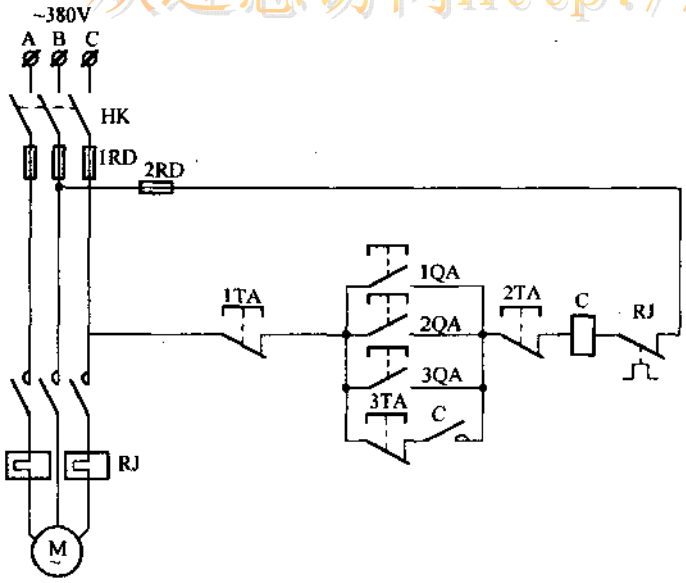


图 71　多点控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

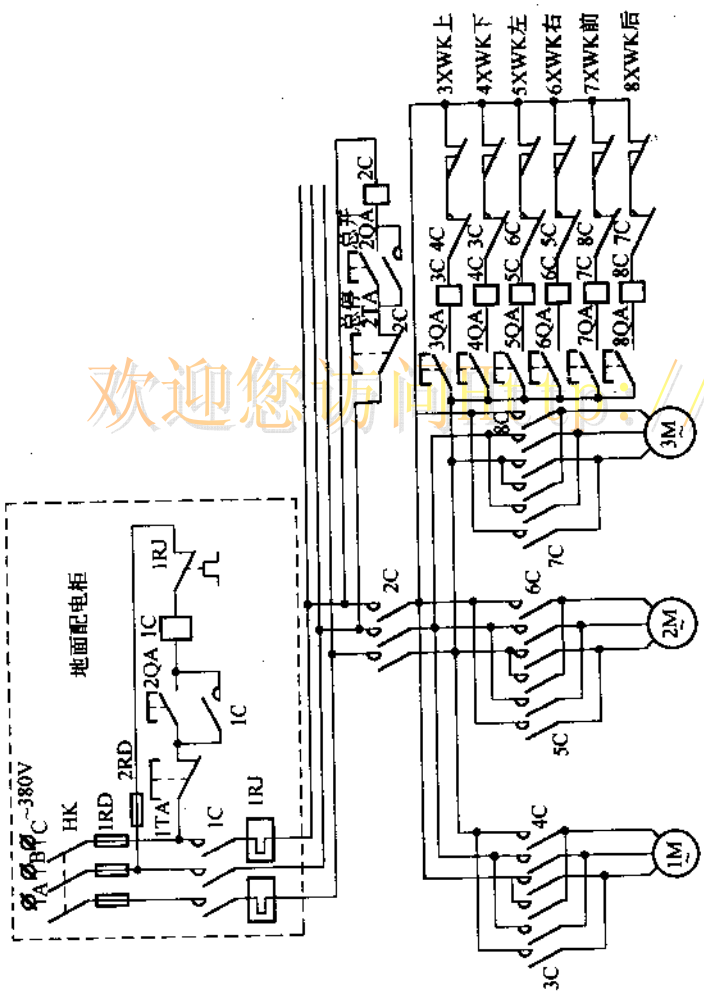


图 70　用八档按钮操作的行车控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电动机进行控制，常称多点控制。那么只要按图 70 所示方法连接，即可在两个或多个地方操作。接线方法：常开按钮并联连接在线路中；常闭按钮串联连接在线路中。图中 1TA、1QA 为第一地点控制按钮，2TA、2QA 为第二地点控制按钮。3TA、3QA 为第三地点控制按钮。图 70 所示可实现在三个地点控制电动机。每组起、停按钮引线仅有三根。

72. 单线远程起停控制

一般用两个按钮控制一台电动机的起动和停止，需要三根导线来连接按钮。如果用一根导线能够实现远地控制电动机的起动和停止，可节约大量导线。

如图 72 所示，是一种单线远程控制电动机起停线路。本

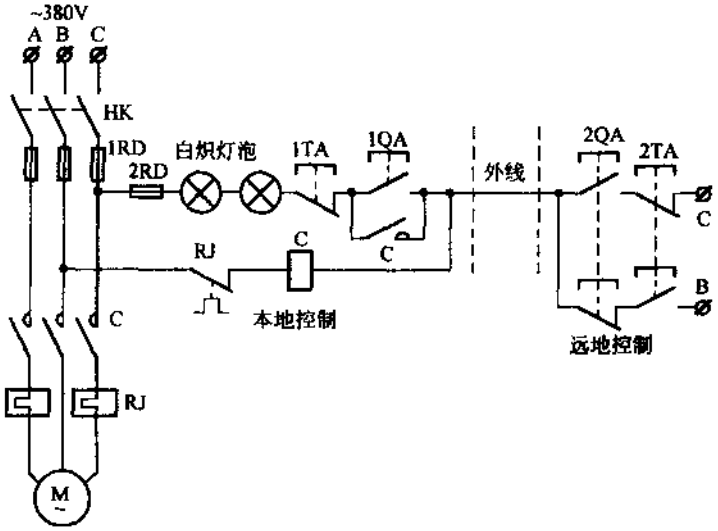


图 72　单线远程起停控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

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。当起动电动机时，按下远程控制按钮2QA，远地的C相电源给交流接触器C线圈供电，C吸合，电动机起动运转，放松按钮2QA，本地C相电源通过两只灯泡继续给交流接触器C供电。远地停车时，按下按钮2TA，C线圈两端都为B电源，无电压差，C释放，电动机停止运行。

在正常运行时C线圈与两只为220 V的电灯泡串联，灯泡的功率可根据接触器的规格型号来确定。经过实验，CJ10-40型的交流接触器，可用功率分别为60 W的两只灯泡串联，即能使40 A的交流接触器可靠吸合。如果是大于40 A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2TA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个的三相四线制电力系统中。安装时要注意电源相序。

如把灯泡改为电容器，性能就更可靠。

73. 单线远程正反转控制

在某些情况下，需要在离电动机较远的场所控制电动机的起停或正反转运行。按图73架设一根导线，就可完成电机起停和正反转的控制过程。

工作原理如图73所示：用户在甲地拨动多挡开关K，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36 V通过D_1，再经过地线、大地使D_3导通，继电器J_1吸合，接触器1C动作，电动机开始正转运行；当拨到位置“3”时，此时二极管D_2、D_4导通，继电器J_2吸合，这时2C得电吸合，电动机反转运行。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

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 J 可选用 JRX－13F 型号，并根据线路长短、降压的多少，可选用继电器线圈电压 12 V 或 24 V。

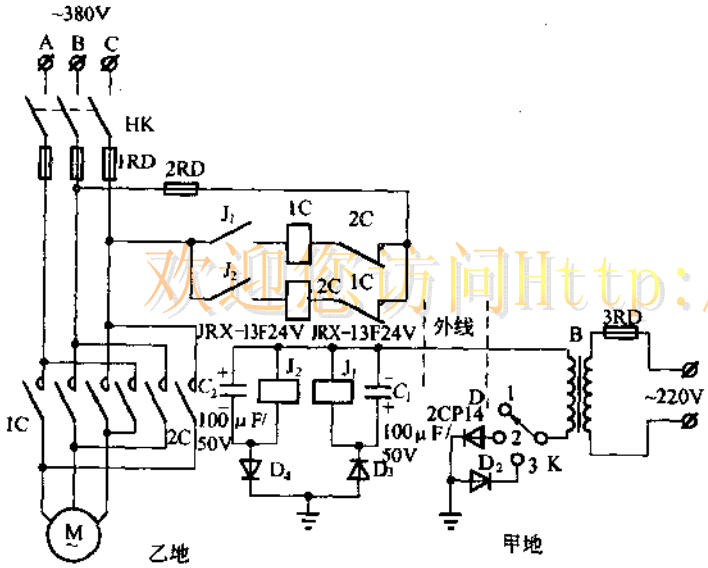


图 73　单线远程正反转控制线路

74. 双速电动机的控制

某些生产机械常采用双速电动机来工作，以扩大调速范围，例如车床等。

如图 74 所示是双速电动机定子绕组的接线方法和双速电动机的控制线路。

工作原理如下：按下低速起动按钮 DQA，低速接触器线

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

圈 DC 通电，电动机低速运转。此时电动机的绕组作△连接。
如需换为高速运转，可按下高速起动按钮 GQA，于是线圈 DC

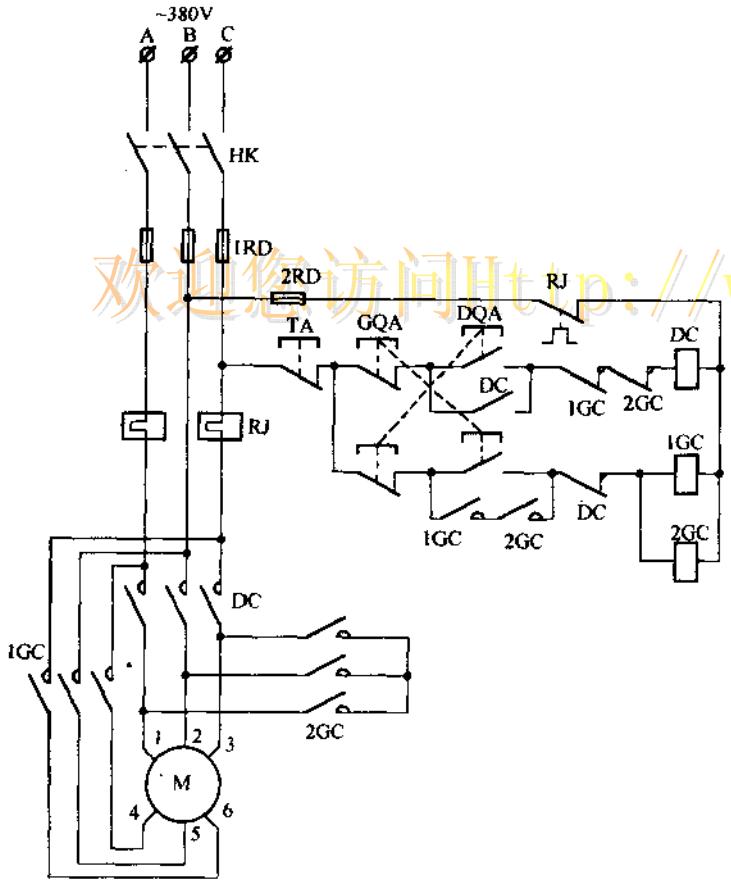


图 74　双速电动机的控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

断电，高速接触器线圈 1GC 和 2GC 接通，电动机高速运转。此时电动机绕组作双 Y 并联。

75. 双速电动机用三个接触器的变速控制

见图 75。按下低速按钮 DA，低速接触器 DC 获电动作，其常开辅助触点闭合自锁，电动机定子绕组接成三角形低速运转。变速时，按下高速按钮 GA，GA 常闭触点断开使 DC 失电释放，同时 GA 常开触点闭合，高速接触器 GC_1 获电动作，其常开辅助触点闭合后，GC 才获电动作，以避免 GC 闭合时电流很大，使 GC_1 触点烧坏。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

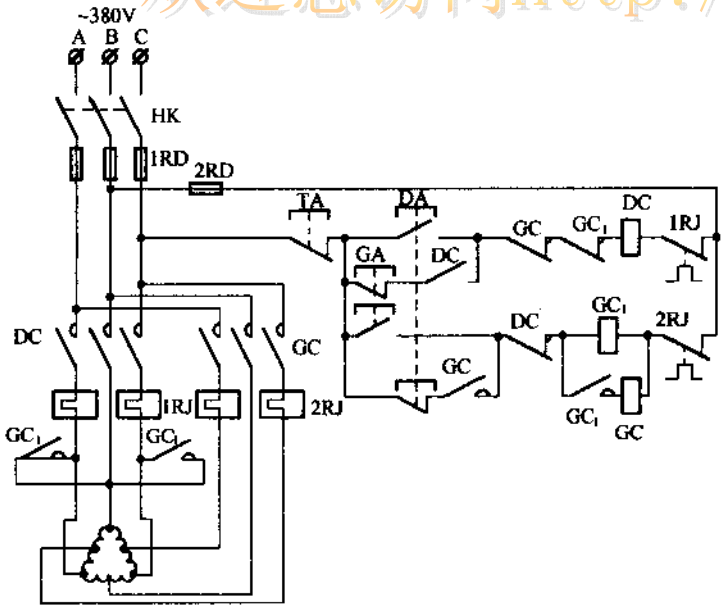


图 75　双速电动机用三个接触器的变速控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

76. 双速电动机自动加速控制

双速电动机自动加速控制线路如图 76 所示。当速度选择开关 K 放在"0"位置时，电动机不加电处于停止状态；当将 K 旋到"Ⅰ"位置时，接触器 C 动作，电动机按△接法与电源连接，三相电源由 D_1、D_2、D_3 三个接点接入。当开关旋到"Ⅱ"位置时，电动机则由低速转动，经过时间继电器 SJ 延时后自动切换到高速。这时接触器 1C、2C 动作，三相电源从 D_4、D_5、D_6 接入，为 Y 形接法，转速增加一倍。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

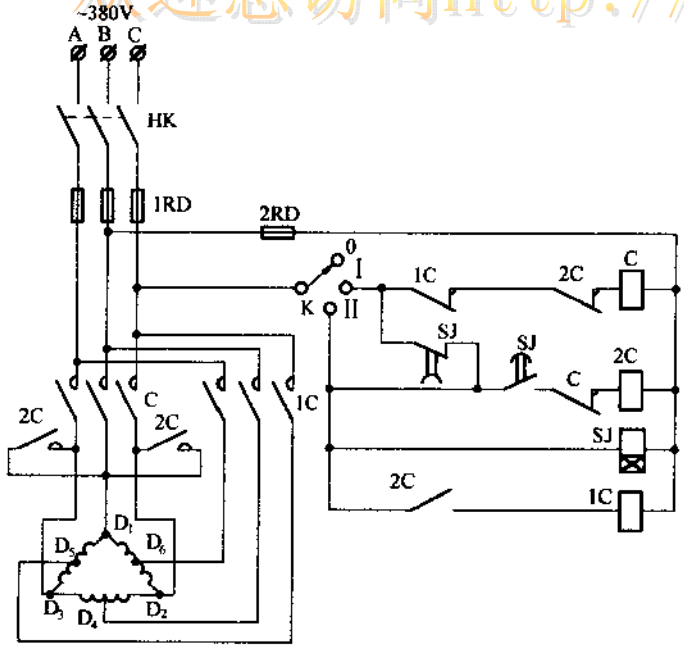


图 76　双速电动机自动加速控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

77. 单按钮控制电动机起停

常规电动机起动、停止需用两个按钮，在多点控制中，则需按钮引线较多。利用一个按钮多点远程控制电动机的起停，则可简化控制线路又节省导线。

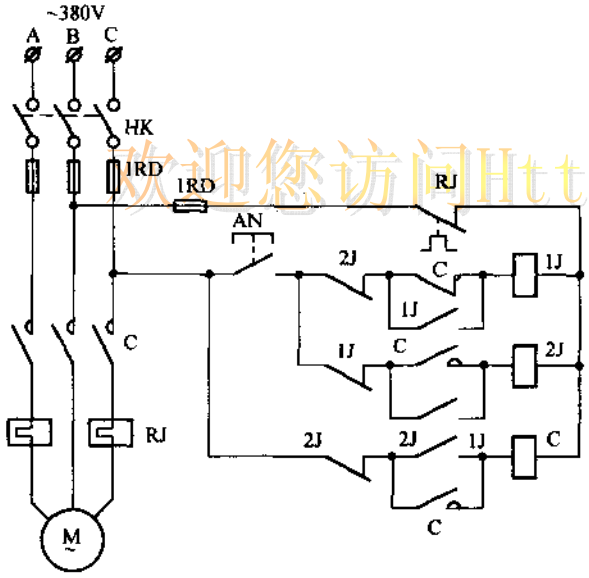


图 77　单按钮控制电动机起停线路

如图 77 所示，其工作原理是：起动时，按下按钮 AN，继电器 1J 线圈得电吸合，1J 常开触点闭合，交流接触器 C 线圈通电，C 吸合并自锁，电动机起动。C 的常开辅助触头闭合，常闭辅助触头断开，这时，继电器 2J 的线圈因 1J 的常闭触点已断开而不能通电，所以 2J 不能吸合。松开按钮 AN，因 C

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

已自锁，所以交流接触器 C 仍吸合，电动机继续运转。但这时 1J 因 AN 放松而断电释放，其常闭触点复位，为接通 2J 作好准备。

在第二次按下按钮 AN，这时继电器 1J 线圈通路被 C 常闭触头切断，所以 1J 不会吸合，而 2J 线圈通电吸合。2J 吸合后，其常闭触点断开，切断 C 线圈电源，C 断电释放，电动机停转。

78. 串激直流电动机刀开关可逆控制

如图 78 为串激直流电动机刀开关可逆控制线路。图中 K 为双刀双掷开关，通过 K 可改变电枢绕组的电流方向，但电动机激磁绕组的电流方向始终不变，从而可以改变电动机的方向。这种线路可用在电瓶车上等。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

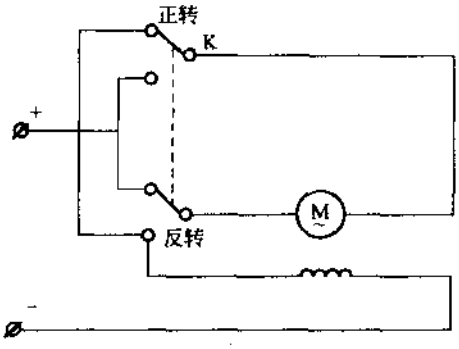


图 78　串激直流电动机刀开关可逆控制线路

79. 按速度原则控制直流电动机起动

如图 79 所示，是按速度原则控制直流电动机起动线路。它的工作原理是：闭合 DK，按动起动按钮 QA 后电动机

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电枢串入电阻开始起动。随着转速的上升，反电势增大，电枢两端电压逐渐增高，使 1QC、2QC、3QC 按顺序依次动作，把 R_1、R_2、R_3 电阻逐个短接。1QC、2QC、3QC 根据实际直流电动机电压需要选取不同的线圈吸合电压，要求满足 $U_{1QC}<U_{2QC}<U_{3QC}$。当所有电阻被切除后，电动机就从起动过程过渡到正常运转过程。

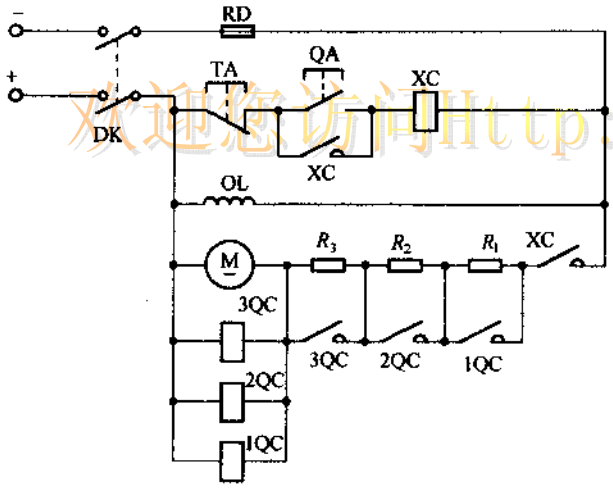


图 79　按速度原则控制直流电动机起动线路

80. 按电流原则控制直流电动机起动

如图 80 所示：闭合 DK，按下起动按钮 QA，接触器 XC 获电动作，其常开触点闭合，电动机电枢回路串入电阻 R 起动。同时，电流继电器 JC 动作，其常闭触点断开。当电动机转速升高使电枢电流下降，JC 释放，其常闭触点闭合，2C 获电动

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

作，其常开触点闭合，把电阻 R 短接，电动机在额定电压下正常运转。采用延时继电器 SJ 是为了防止起动开始时，电阻 R 被 2C 短接。

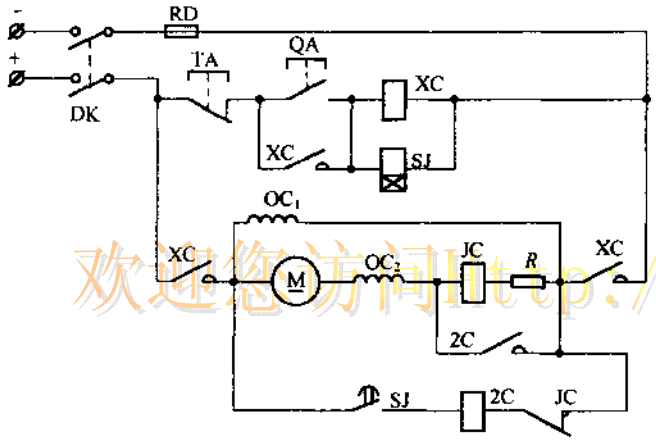


图 80　按电流原则控制直流电动机起动线路

81. 按时间原则控制直流电动机起动

如图 81，是一种按时间原则控制的直流电动机起动线路。

闭合 DK，按下起动按钮 QA，接触器 XC 得电动作，其常开触点闭合，使电动机电枢回路串入电阻起动。而时间继电器 1SJ 也同时得电动作，其常开触点经延时闭合，使 1QC 得电动作，从而将 R_1 短接，电动机加速。这时，时间继电器 2SJ 也获电动作，其常开触点延时闭合，使 2QC 得电动作，又将 R_2 短接。这样，起动过程便告结束。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

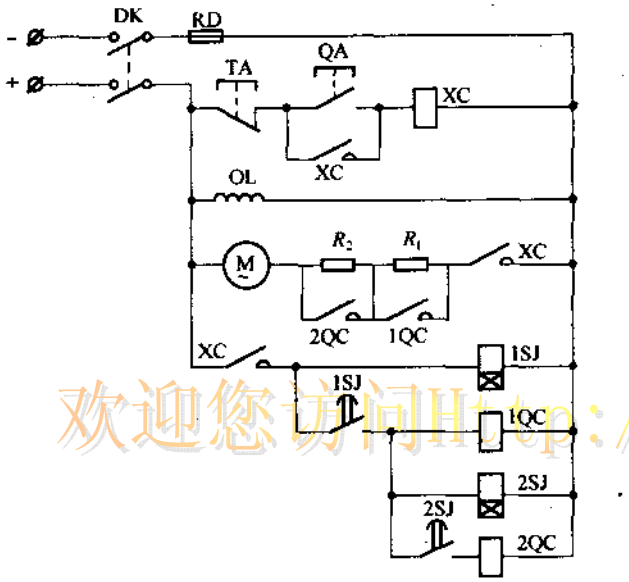


图 81　按时间原则控制直流电动机起动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

82. 直流电动机使用变阻器起动控制

如图 82，是一种直流电动机使用变阻器起动的控制线路。

接通电源，时间继电器 1SJ 动作，其常闭触点立刻断开。按下起动按钮 QA，1C 获电动作，其常闭触点断开 1SJ 线圈电路，电机电枢回路串入全部起动电阻起动，电枢电流在 R_1 上产生的压降使时间继电器 2SJ 动作，其常闭触点立刻使 3C 线圈电路断开。这样经延时后，首先 1SJ 延时闭合的常闭触点闭合，2C 获电动作，把 R_1 及 2SJ 线圈回路短接，电动机只串

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

入 R_2 部分，速度提高，又经延时后，2SJ 延时闭合的常闭触点闭合，3C 获电动作，把 R_2 也短接，电动机电枢在额定电压下工作，起动过程结束。

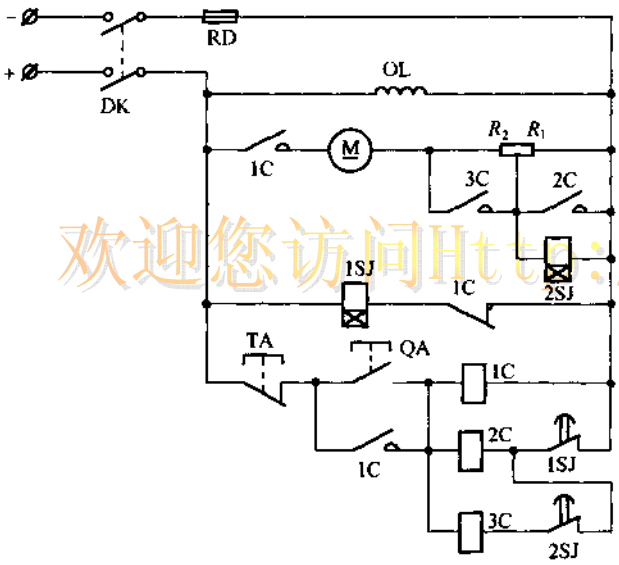


图 82　直流电动机使用变阻器起动控制线路

83. 直流电动机正反转控制

对于要求频繁进行正反转运行的直流电动机，常采用改变电枢电流方向的方式来改变电动机的转向。其控制电路如图 83 所示。

按下正转按钮 ZA，正转接触器 ZC 获电动作，其辅助触点动作：一方面常开触点闭合自锁，接通正转控制电路；另一

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

方面，常闭触点释放，断开反转控制电路，电动机正向转动。反转时，先按下停止按钮 TA，电动机断电，再按反转按钮 FA，反转接触器 FC 获电动作，经类似过程，电动机反向转动。

为了避免过电压损坏电机，在激磁电路中接有放电电阻 R_f，其阻值一般为激磁绕组阻值的 5～8 倍。

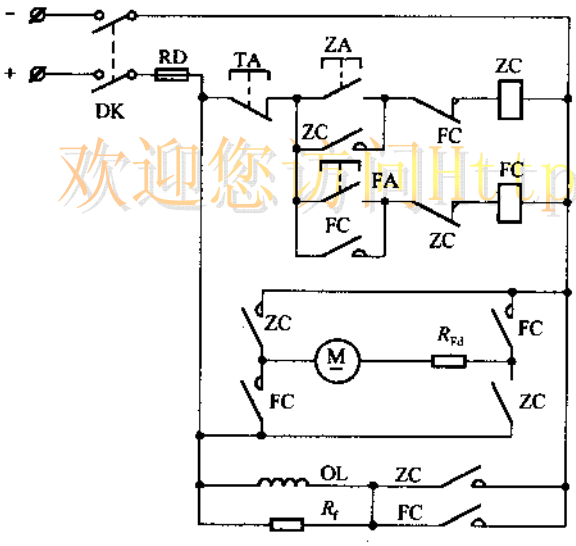


图 83　直流电动机正反转控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

三、电动机降压起动线路

84. 自耦减压起动

自耦减压起动是鼠笼式感应电动机起动方法之一。其装置具有结构紧凑，不受电动机绕组接线方式限制的优点，还可按容许的起动电流和所需要的起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。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

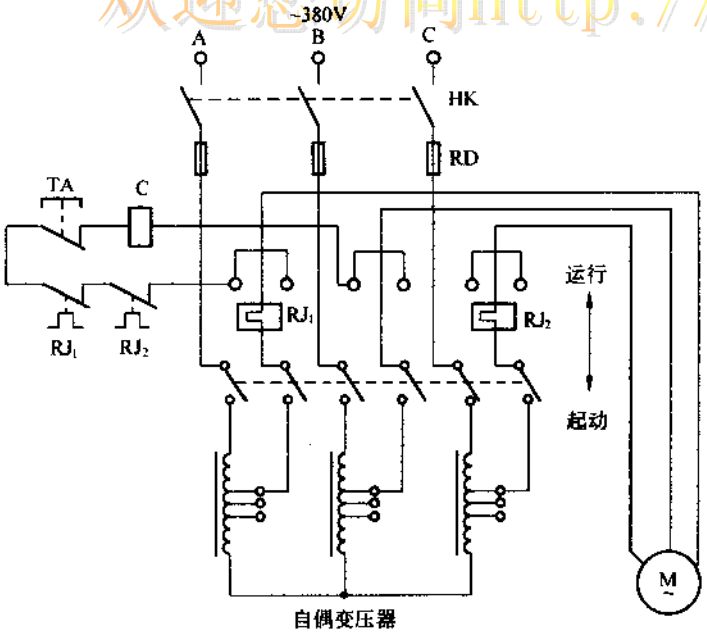


图 84　自耦减压起动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

工作原理如图 84 所示：起动电动机时，将刀柄推向起动位置，此时三相交流电源通过自耦变压器与电动机相连接。待起动完毕后，把刀柄拉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，电动机正常运转。此时吸合线圈 C 得电吸合，通过连锁机构保持刀柄在运行位置。停转时，可按下 TA 按钮即行。

自耦变压器副边设有多个抽头，可输出不同的电压。一般自耦变压器副边电压是原边的 40%、60%、80%等，可根据起动转矩需要选用。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

85. 手动串联电阻起动控制

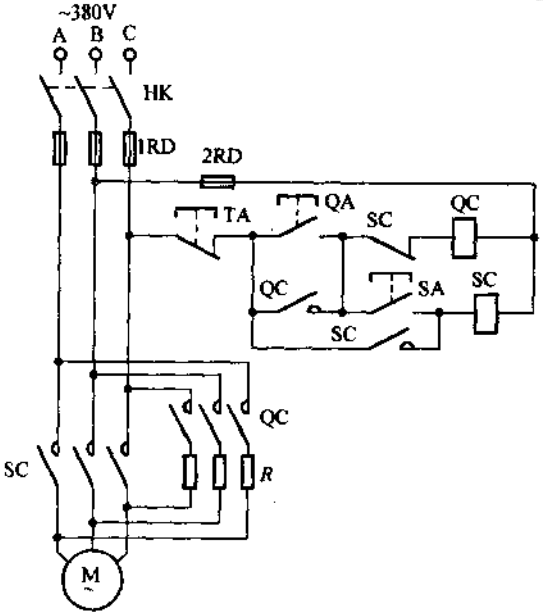


图 85　手动串联电阻起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

当三相交流电动机标牌上标有额定电压为 220/380 V (△/Y)的接线方法时,但又不能用 Y-△方法作降压起动时,则可用手动串联电阻或电抗器方法起动。

工作原理如图 85 所示:当需起动电动机时,按下开关按钮 QA,电机串联电阻起动。待电动机转速达到额定转速后,再按下 SA,电动机电源改为全压供电,使电动机正常运行。

86. 定子绕组串电阻(或电抗)降压起动

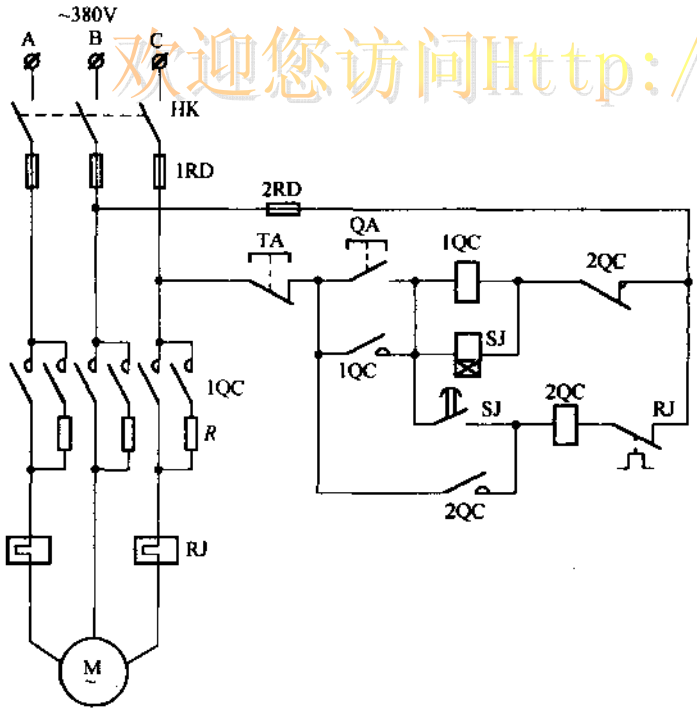


图 86 定子绕组串电阻(或电抗)降压起动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

按下起动按钮 QA，1QC、SJ 获电动作，其常开辅助触点闭合自锁，电动机定子绕组串入电阻降压起动。时间继电器达到整定时间后，SJ 常开延时闭合触点闭合，2QC 获电动作，其主触点闭合将电阻短接，电动机定子绕组加上电源全电压，起动过程结束，见图 86 所示。

这种电路适用于要求起动平稳的中等容量的鼠笼式异步电动机。它的不足之处是起动转矩因起动电流减小而降低；另外，起动电阻要消耗一定的功率，所以不宜频繁起动。

87. 采用自耦变压器与时间继电器起动控制

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

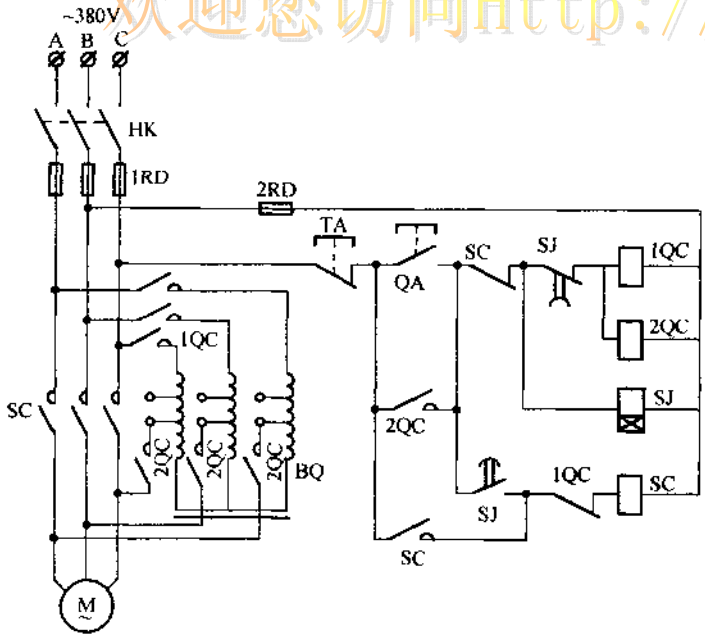


图 87　采用自耦变压器与时间继电器起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

对容量较大的 220/380 V△/Y 型鼠笼式电动机不能用 Y-△方法起动时，可用自耦变压器及时间继电器控制起动，见图 87。只要按下操作按钮 QA，1QC、2QC 吸合，进行降压起动，经一段时间，电动机达到额定转速后，时间继电器 SJ 动作，1QC 失电，SC 得电，电动机在全压下正常运转。按下 TA 停止按钮，电动机便失电停转。

88. 另一种采用自耦变压器与时间继电器起动控制

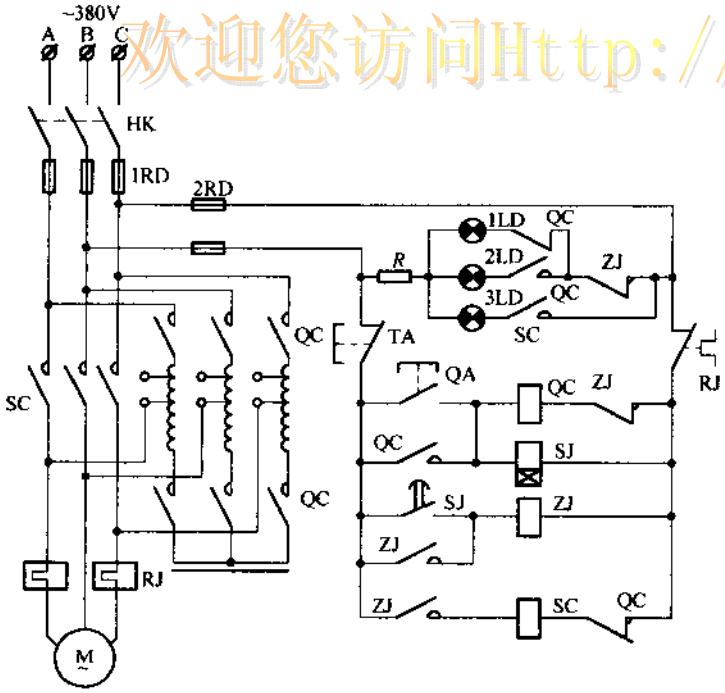


图 88　另一种采用自耦变压器与时间继电器起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

如图 88 也是一种自耦变压器与时间继电器起动控制线路。工作时按下起动按钮 QA，电动机降压起动。待电动机起动完毕，通过时间继电器能自动转换为全压运行。另外还加有指示灯线路，用于指示整个起动过程情况。

89. 自耦变压器手动起动控制

自耦变压器手动起动控制线路如图 89 所示：当起动电动机时，按下 QA 按钮，这时 QC 接触器得电吸合，电动机通过自耦变压器起动。待电动机起动完毕后，按一下 SA 按钮，电机即可变为正常全压运行。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

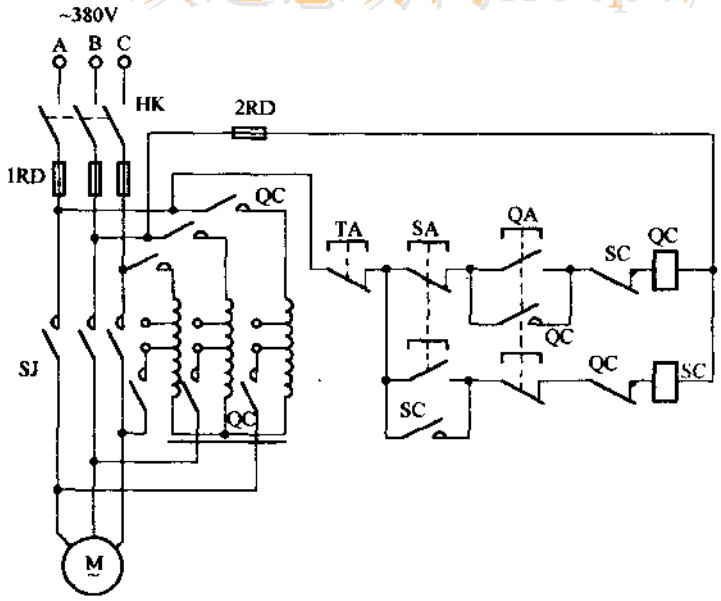


图 89　自耦变压器手动起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

90. 用中间、时间继电器延时转换的 Y-△降压起动控制

这种控制线路在设计上增加了一级中间继电器和时间继电器，可以防止大容量电动机在 Y-△转换过程中，由于转换时间短，电弧不能完全熄灭而造成的相间短路。它适用于 55 kW以上三角形接法的大容量电动机，见图 90。

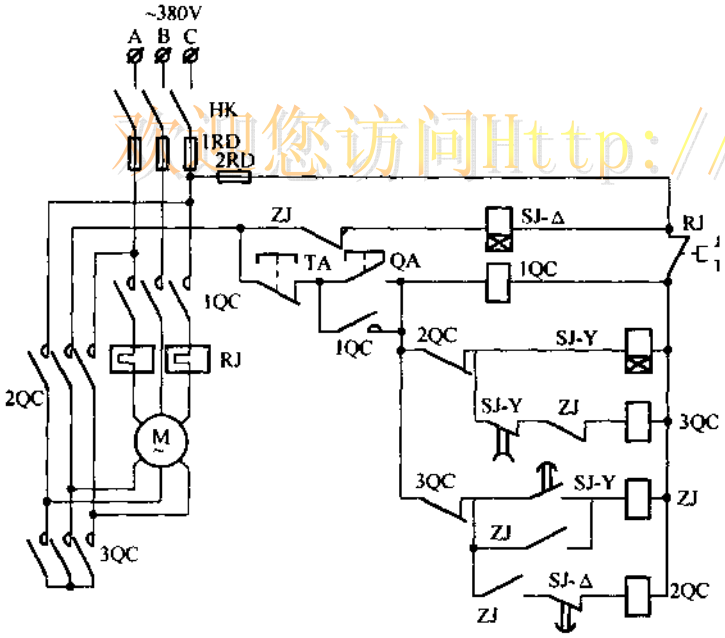


图 90　用中间、时间继电器延时转换的 Y-△降压起动控制线路

接通电源时，时间继电器 SJ-△获电动作，其常闭触点切断 2QC 电路，为起动做好准备。按下起动按钮 QA，1QC、SJ-Y、3QC 获电动作。1QC 常开辅助触点闭合自锁，电动机

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

绕组接成星形接法降压起动。SJ－Y达到整定延时时间后，SJ－Y延时断开的常闭触点断开，使3QC失电释放，同时SJ－Y闭合延时的常开触点闭合，使中间继电器ZJ获电动作。ZJ常闭触点断开使SJ－△失电释放，同时ZJ常开触点闭合。当SJ－△断电，延时常闭触点达到延时时间(0.5～1 s)闭合后，2QC才获电动作。这时电动机由星形接法转换为三角形接法，起动过程结束。此时，1QC、2QC、ZJ处于吸合状态，其余电器则分断。

91. 用时间继电器自动转换Y－△起动控制

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

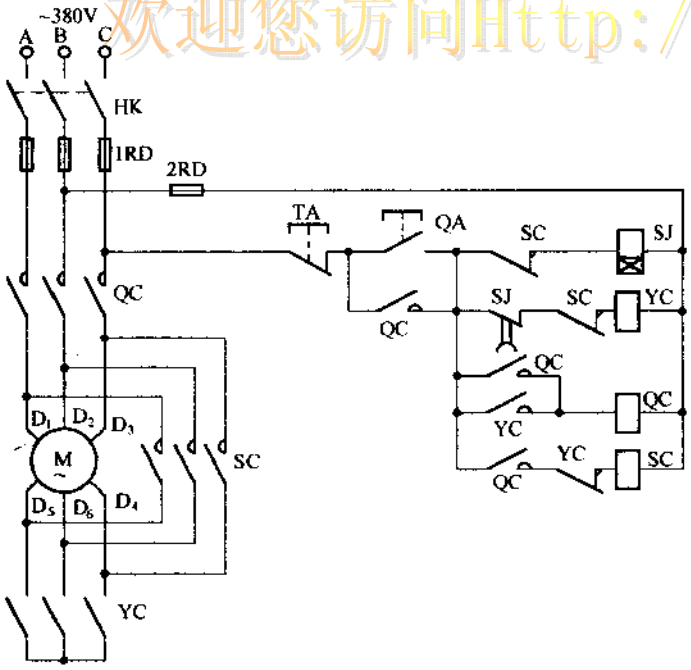


图91　用时间继电器自动转换Y－△起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

用时间继电器自动转换 Y-△起动电动机控制线路如图91所示。当按下按钮 QA 时，接触器 YC、QC 吸合，这时电动机为 Y 运行。当经过一定延时，电动机起动完毕后(时间继电器一般控制在 30 s)，时间继电器常闭触点断开，使 YC 失电释放，同时由于 YC 的释放又接通了 SC 线圈的电源，SC 吸合，电动机改为△运行。

92. 鼠笼式电动机 Y-△换接起动控制

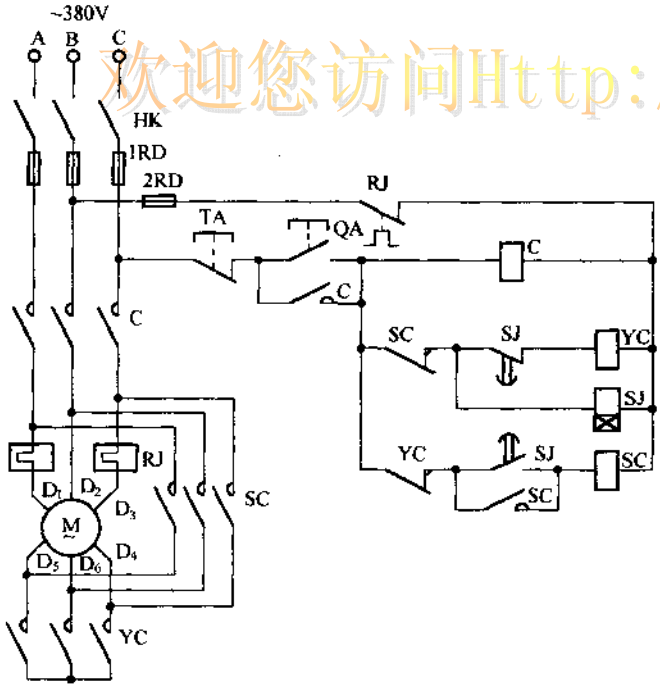


图 92　鼠笼式电动机 Y-△换接起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

其工作原理如图 92 所示：在起动电动机时，先合上开关 HK，按下按钮 QA，接触器 C 得电吸合，接触器自锁。星形起动接触器线圈 YC 和时间继电器线圈 SJ 保持通电，常开主触点 YC 接通，电动机接成 Y 形起动。同时，常闭辅助触点 YC 分断，使接三角形运行接触器线圈 SC 断路。待时间继电器延时到一定时间后（时间继电器可由电动机的容量和起动时负载的情况来调整），时间继电器 SJ 的常闭延时分断和常开延时闭合的触点分别动作，使 YC 断电，使线圈 SC 通电，并使其触点自锁，使电动机接成△运行。同时常闭辅助触点 SC 断开，使线圈 SJ 和 YC 断电。

图 92 中热继电器 RJ 与电动机的相绕组串联，其整定电流应为电动机相电流的额定值，在△接法的电动机中，热继电器按上述方法连接较为可靠。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

93. 手动 Y-△降压起动控制

见图 93，按下起动按钮 QA 时，1QC 得电，其常开触点闭合，3QC 得电，常开触点闭合，电动机绕组接成星形接法降压起动。当转速达到（接近）额定转速时，按下 SA 按钮，使 3QC 失电释放，2QC 得电吸合，电动机由星形接法转换成三角形接法。

这种控制电路适用于 55 kW 以下、13 kW 以上的三角形接法的电动机。

94. 用两个接触器实现 Y-△降压起动控制

图 94 是用两个接触器的 Y-△降压起动控制线路。

按下起动按钮 QA，1QC、SJ 获电动作，1QC 常开辅助触点闭合自锁，2QC 无电，其接在电机星点的常闭辅助触点闭

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

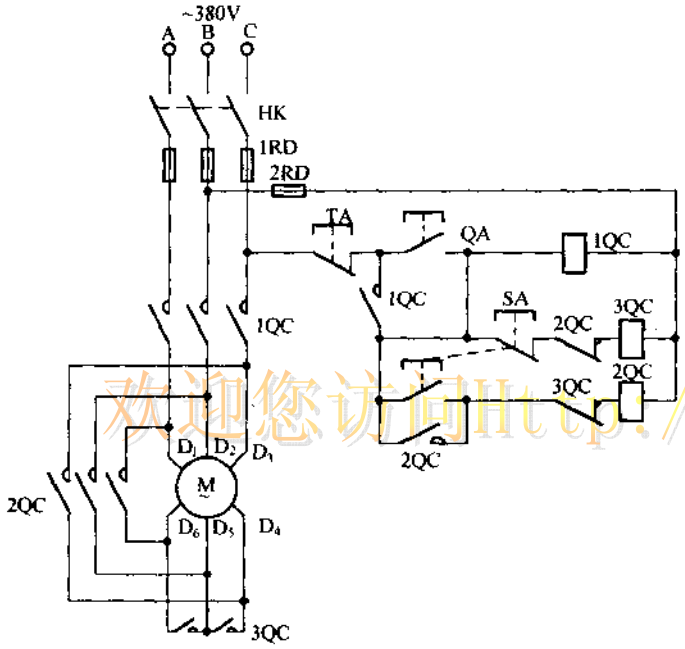


图 93　手动 Y-△降压起动控制线路

合，电动机绕组接成星形接法降压起动。经过一段时间，SJ 延时断开的常闭触点断开，1QC 失电释放，其常闭辅助触点闭合。同时 SJ 延时闭合的常开触点闭合，作临时自锁，2QC 获电动作，其常闭触点打开，将主电路星形接线断开，同时其常开触点闭合，使 1QC 得电动作，闭合其主回路常开接点，电动机由星形接法转换为三角形接法。

这种线路仅适应于功率在 13 kW 以下的三角形接法的小容量电动机。否则，由于 2QC 接触器常闭辅助触点接在主电路中，容量小，很易烧损。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

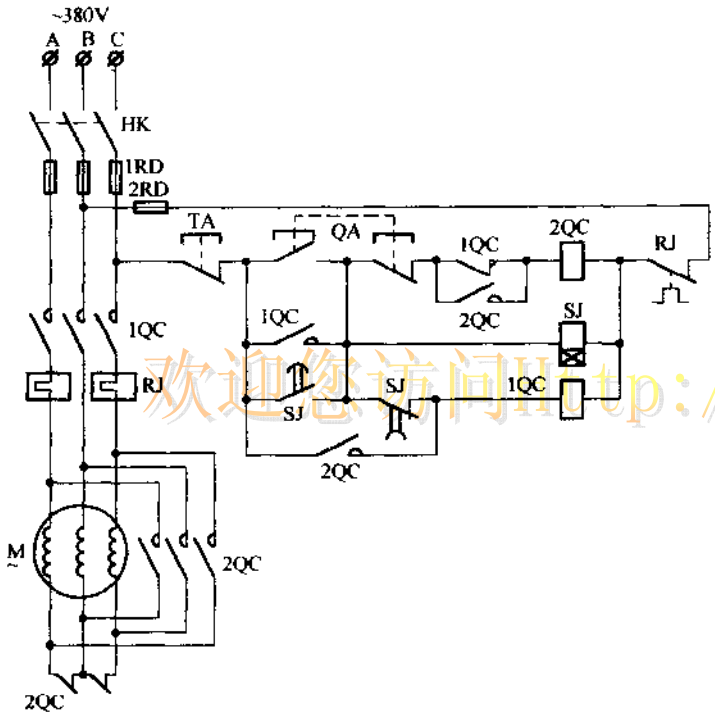


图 94　用两个接触器实现 Y-△降压起动控制线路

95. 用三个接触器实现 Y-△降压起动控制

用三个接触器的 Y-△降压起动控制电路如图 95 所示。按下起动按钮 QA，1QC、3QC、SJ 获电动作，电动机绕组接成星形接法降压起动。时间继电器达到整定延时时间后，延时闭合的常开触点闭合，延时断开的常闭触点断开，3QC 失电释放，这时 3QC 常闭辅助触点闭合，使 2QC 获电动作，电动

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

机绕组由星形接法转换成三角形接法，起动过程结束。

这种控制电路适用于 55 kW 以下、13 kW 以上的三角形接法的电动机。

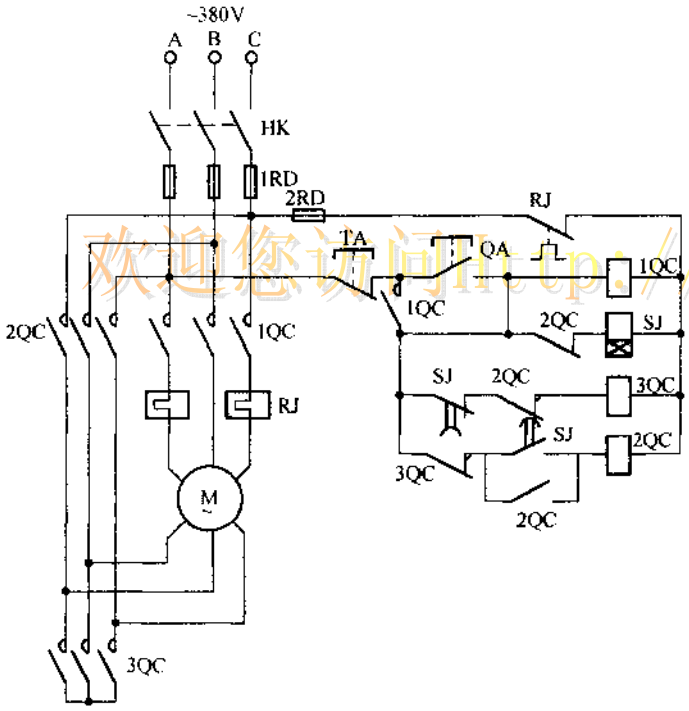


图 95　用三个接触器实现 Y-△降压起动控制线路

96. 自动控制补偿器降压起动

在需要自动控制起动的场合，常采用 XJ01 型自动起动补偿器。主要由自耦变压器、交流接触器、中间继电器、时间

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

继电器和控制按钮等组成。

XJ01 型自动起动补偿器工作原理如图 96 所示：接通电源，灯Ⅰ亮，按下起动按钮 QA，QC 线圈得电，QC 主触点闭合，电动机降压起动。QC_1 闭合，灯Ⅱ亮。QC_2 常闭触点断开，灯Ⅰ灭，QC_3 自锁。SJ 得电，其常开触点延时闭合，ZJ 线圈获电，ZJ_2 自锁，常闭触点 ZJ_1 断开，QC 断电，QC 常闭触点闭合，同时常开触点 ZJ_3 闭合，SC 线圈得电，SC 主触点闭合，电动机全压运行，其常开触点 SC_1 闭合，灯Ⅲ亮。

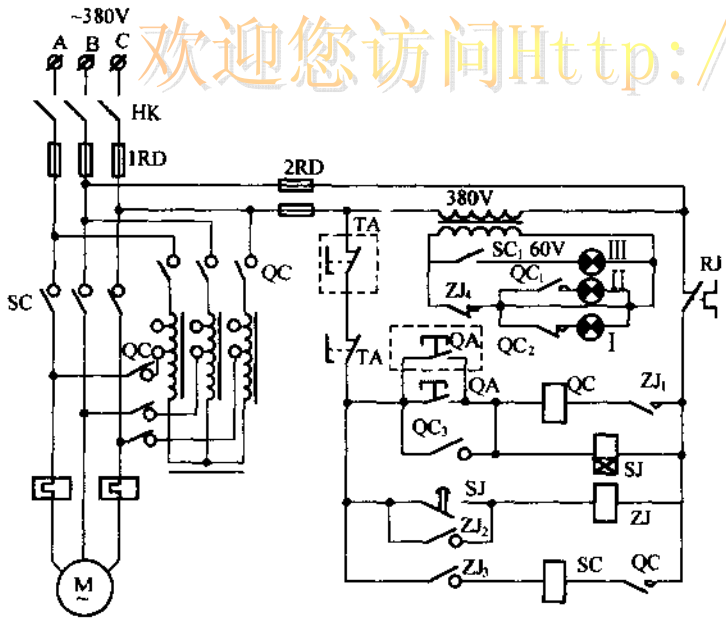


图 96　自动控制补偿器降压起动线路

欢迎您访问Http://www.

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

97. 频敏变阻器起动控制

如图 97 所示，是绕线式异步电动机应用频敏变阻器的起动控制电路。它是利用频敏变阻器的阻抗随着转子电流频率的变化而显著变化的特点来实现的。

起动时按下起动按钮 QA，SJ、QC 获电动作，其常开辅助触点闭合自锁，电动机转子电路串入频敏变阻器起动。当时

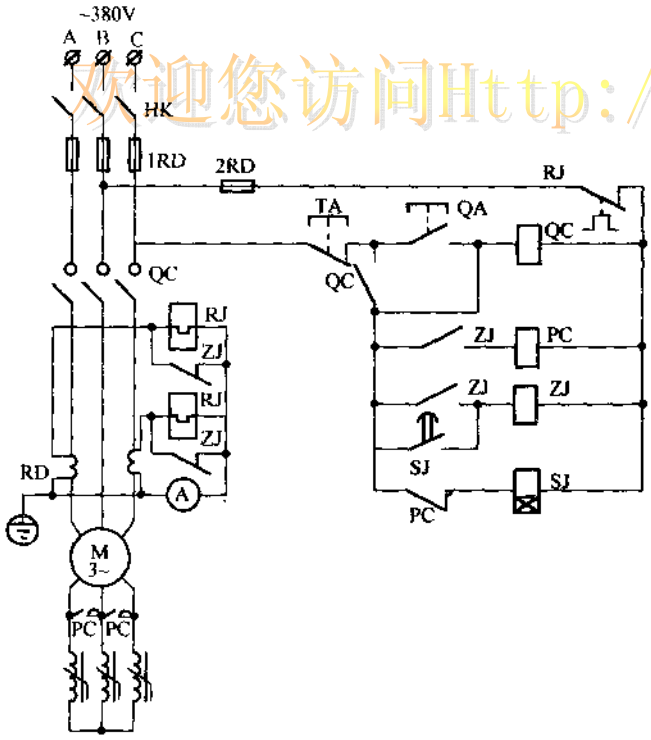


图 97　频敏变阻器起动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

间继电器 SJ 达到整定时间后，延时闭合的常开触点闭合，中间继电器 ZJ 获电动作，其常开触点闭合，PC 获电动作，常闭触点断开，使时间继电器 SJ 断电，同时 PC 常开触点闭合，将频敏变阻器短接，起动过程结束。

ZJ 的作用是：在起动时，由其常闭触点将热继电器的发热元件短接，以免因起动时间过长造成热继电器误动作。起动结束后，ZJ 动作把热继电器投入运行（该作用可用 PC 常闭触点实现，省去 ZJ）。

98. 延边三角形降压起动

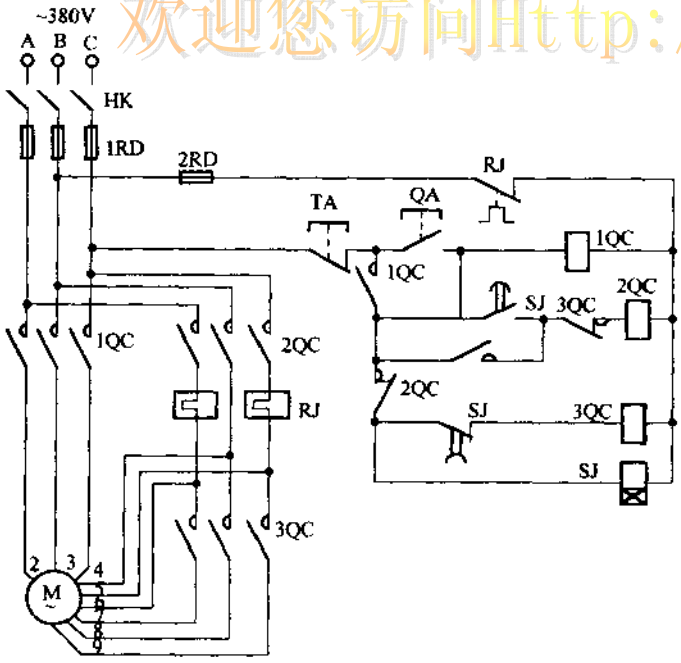


图 98　延边三角形降压起动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

见图 98，按下起动按钮 QA，1QC 获电动作，其常开辅助触点闭合自锁，3QC、SJ 获电动作，电动机绕组接成延边三角形降压起动。SJ 达到整定时间后，延时断开的常闭触点断开，使 3QC 失电释放，3QC 常闭辅助触点闭合。同时，SJ 延时闭合的常开触点闭合，2QC 获电动作，其常开辅助触点闭合自锁，电动机绕组由延边三角形转换为三角形接法，起动过程结束。这种接法适用于要求起动转矩较大的场合。

欢迎您访问Http:

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

四、电动机制动线路

99. 三相鼠笼式异步电动机短接制动

在定子绕组供电电源断开的同时，将定子绕组短接，由于转子存在剩磁，形成了转子旋转磁场，此磁场切割定子绕组，在定子绕组中产生感应电动势。因定子绕组已被 C 常闭触

欢迎您访问Http://

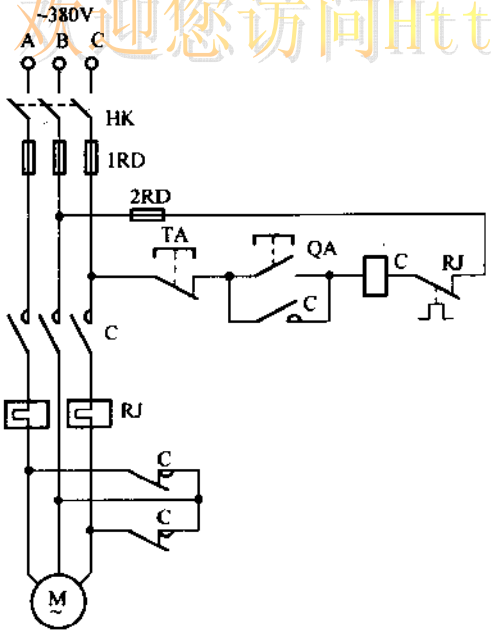


图 99　三相鼠笼式异步电动机短接制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

点短接，所以在定子绕组回路中有感应电流，该电流又与旋转磁场相互作用，产生制动转矩，迫使转子停转。见图 99 所示。

这种制动方法，适用于小容量的高速异步电动机及制动要求不高的场合。短接制动的优点是无需特殊的控制设备，简单易行。

100. 可逆点动控制的简单短接制动

如图 100 所示，是一种用在可逆点控制中的简单制动线

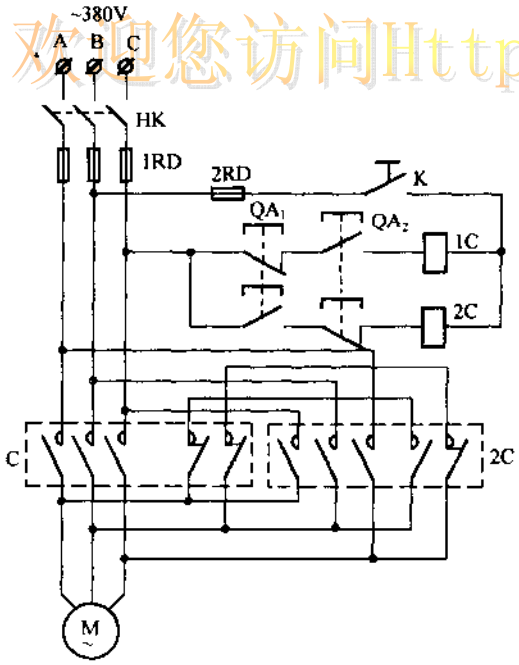


图 100　可逆点动控制的简单短接制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

路。当按下 QA_2 时，接触器 1C 吸合，从而断开制动短接点，使电动机正转运行；当松开 QA_2 时，接触器释放，主触点断开，而此时辅助触点接通制动短接点，使电动机线圈产生制动力矩进行制动。按下 QA_1，电动机反转运行；松开 QA_1 按钮，电动机停电，并同时又通过接触器的辅助触点进行短接制动。此方法应用于制动要求不高的正反转工作场合，且电动机功率在 3 kW 以下。

101. 电磁抱闸制动控制

机械制动是利用机械装置使电动机在切断电源后迅速停转。采用比较普遍的机械制动设备是电磁抱闸。电磁抱闸主要由制动电磁铁和闸瓦制动器两部分组成，

电磁抱闸制动的控制线路与抱闸原理如图 101 所示。当按下按钮 QA，接触器 QC 线圈获电动作，电动机通电。电磁抱闸的线圈 ZJ 也通电，其铁心吸引衔铁运动，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。当按停止按钮 TA，接触器 QC 线圈断电释放，电动机的电源被切断时，电磁抱闸的线圈也同时断电，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被广泛采用，当重物吊到一定高处，线路突然发生故障断电时，电动机断电，电磁抱闸线圈也断电，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。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

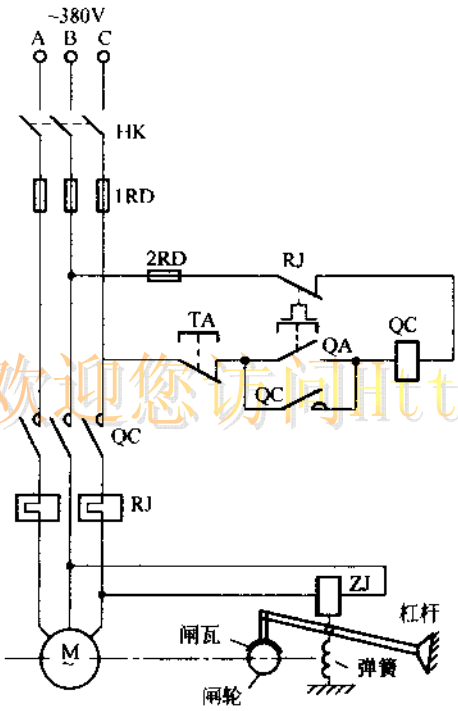


图 101　电磁抱闸制动控制线路

102. 断电后抱闸可放松的制动

当电机经制动而停止以后，设备有时还需用人工将工作件传动轴做转动调整。如图 102 可满足这种需要。当制动时，按下电动机停止按钮 TA，接触器 QC 释放，电动机断电，同时 TC 得电吸合，使 ZJ 动作，抱闸抱紧使电动机停止。松开 TA，TC 失电释放，电磁铁释放，抱闸放松。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

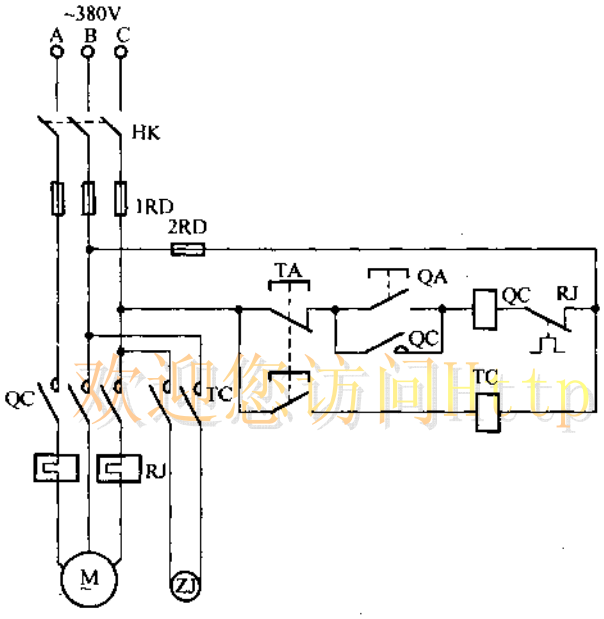


图 102　断电后抱闸可放松的制动线路

103. 异步电动机反接制动

异步电动机在改变它的电源相序后，就可以进行反接制动。这是当相序改变后，电动机定子的旋转磁场反向，则电动机产生的转矩和原来的转矩相反，因而起制动作用。

异步电动机反接制动线路如图 103 所示。当按下按钮 QA，接触器 QC 吸合，使电动机带动速度继电器 SDJ 一起旋转。当电机转动后 SDJ 常开触点闭合，做好制动准备。当按下 TA 停止按钮后，QC 断电，其常闭触点闭合，SDJ 在电动机惯性作用下触点仍然闭合，这时，TC 吸合，电动机反接制动。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

当电动机转速下降直至停止时，SDJ 断开，TC 释放，制动完毕。

在使用操作中应特别注意，电动机在反接制动时，有时会出现短暂反向转动现象。

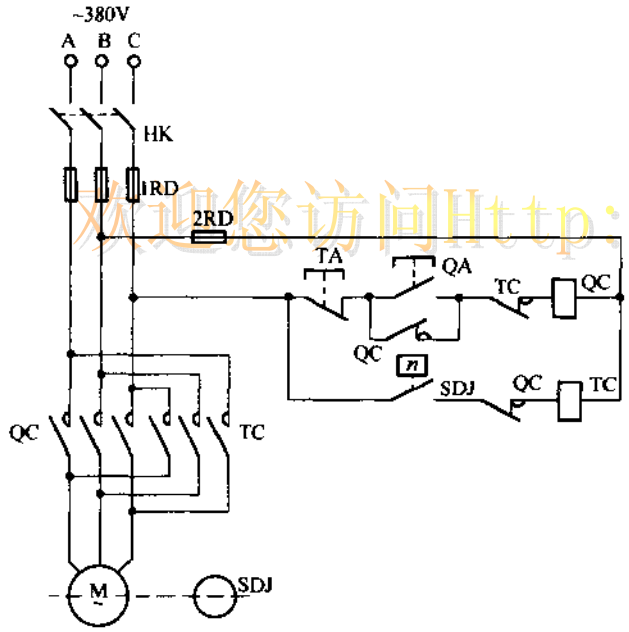


图 103　异步电动机反接制动线路

104. 串电阻降压起动及反接制动

串电阻降压起动及反接制动控制线路如图 104 所示：图中 ZJ 是中间继电器，SDJ 是速度继电器。起动电动机时，按下 QA 按钮，1C 线圈通电，$1C_1$ 自锁闭合，$1C_4$ 联锁断开，1C

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

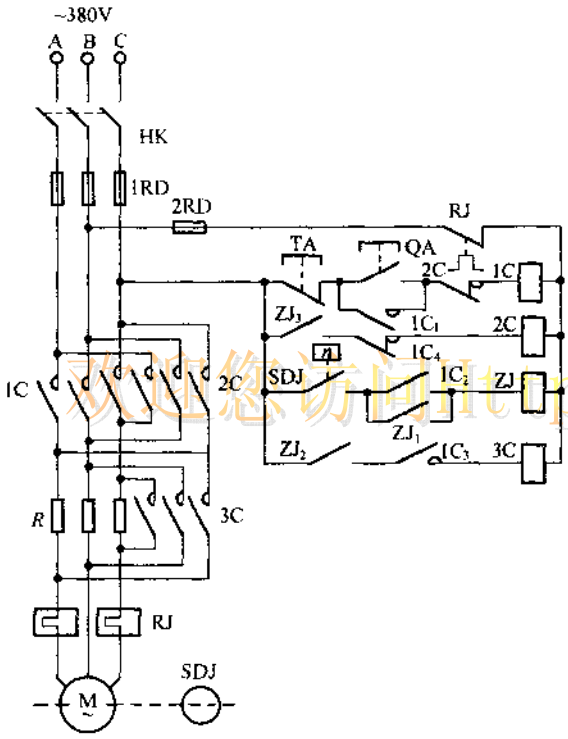


图 104　串电阻降压起动及反接制动线路

主触点闭合，电动机降压起动。当转速 $n_2 > 100$ r/min 时，SDJ 速度继电器闭合。由于 $1C_2$ 也为闭合状态，ZJ 中间继电器通电，这时，ZJ_1 自锁触点闭合，ZJ_3 闭合，为 2C 线圈做好通电准备。ZJ_2 闭合，使 3C 线圈通电，3C 主触点闭合，短接电阻 R，电动机进入全压运行。当需要停机时，按下 TA 停机按钮开关，1C 线圈断电，所有常开触点均断开。这时电动机处

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

于惯性运行状态。$1C_3$ 断开，3C 线圈也断电，使 3C 主触点断开短接的电阻。由于 $1C_4$ 联锁闭合，2C 线圈此时通电，使电动机反接制动。待电机转速迅速降到 $n_2 < 100$ r/min 时，SDJ 断开，这时中间继电器 ZJ 线圈断电，使 ZJ_3 断开 2C 线圈，电动机脱离电源，此时制动结束。

105. 不对称电阻反接制动

制动线路如图 105 所示：当按下停止按钮 TA 时，接触器

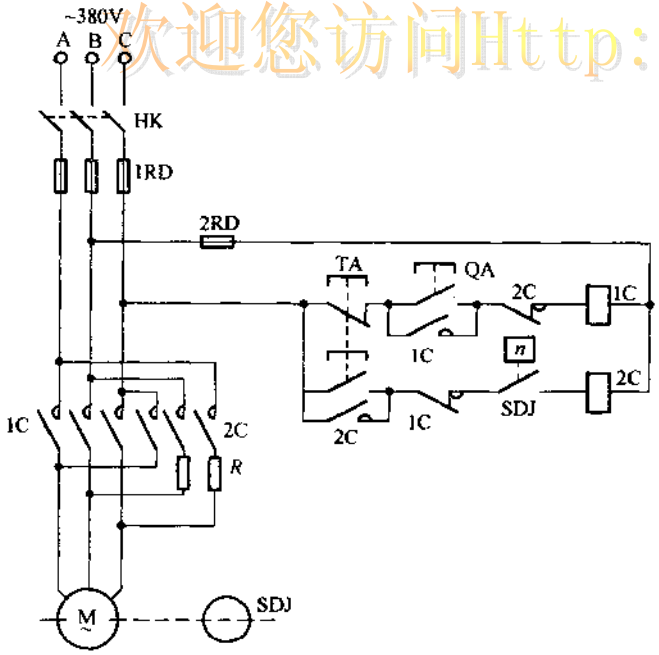


图 105　不对称电阻反接制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

1C失电，其常闭触点1C接通，这时接触器2C动作，电动机反接，使电动机由正转控制立即变为反转控制，使正转速度很快下降，直至零速。此时速度继电器常开触点切断接触器2C控制电源。采用不对称电阻法只是限制转动力矩，没加制动电阻的一相，仍有较大的制动电流。这种制动法线路简单，但能耗大、准确度差，用在不频繁的场合中。此法适用于容量较小的电动机，且要求制动不频繁的场合。

106. 可逆转动反接制动

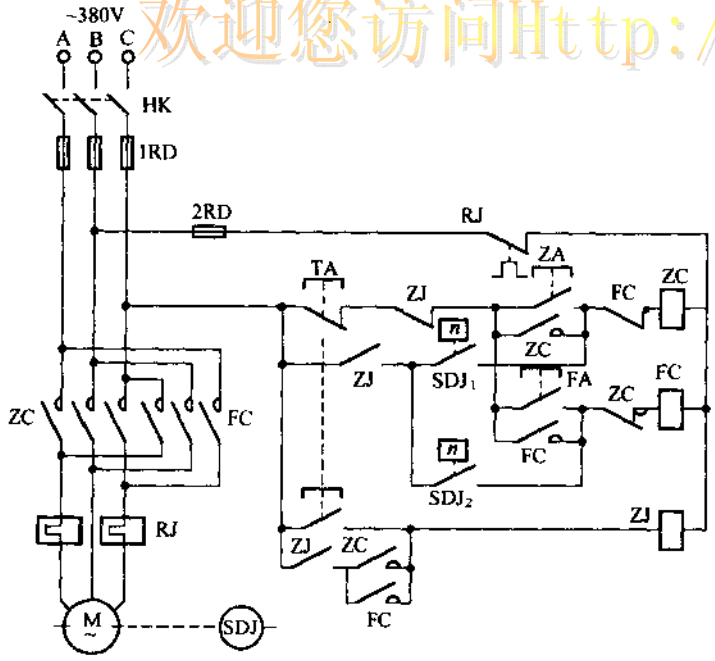


图106　可逆转动反接制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

此线路在电动机正、反转运行时均可实现反接控制，见图106。开车时，按下按钮 ZA，正转接触器 ZC 获电动作，电动机正向转动，速度继电器 SDJ_2 闭合，为制动做好准备。停车时，按下停止按钮 TA，ZC 失电释放，同时 TA 常开触点闭合，使中间继电器 ZJ 获电动作，其常开触点闭合，反转接触器 FC 获电，电动机反接制动，当转速接近于零时，速度继电器 SDJ_2 触点断开，FC 失电释放，制动过程结束。反向转动时的反接制动过程同正转时类似。线路中 SDJ 速度继电器是和电机同转，图中 SDJ_1、SDJ_2 是两组常开触点，速度继电器正转时 SDJ_2 闭合，反转时 SDJ_1 闭合。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

107. 一种简单实用的能耗制动

工作线路如图 107 所示：制动时，按下 TA，接触器 1C 或 2C 失电，电动机脱离电源，常闭触点 $1C_3$ 或 $2C_3$ 闭合，3C 得电，其三个常开触点 $3C_1$、$3C_2$ 和 $3C_3$ 闭合，这时立即在其中两相定子绕组中通入直流电流，于是定子绕组就产生一个恒定的静止磁场，转子切割这个直流磁场的磁力线而感生电流，形成制动力矩，使电机迅速制动。在制动开始时，$1C_4$ 或 $2C_4$ 断开，使时间继电器 SJ 失电，其触点 SJ 延时断开后使 3C 失电，$3C_1$、$3C_2$ 和 $3C_3$ 断开，切除直流电源，制动完毕。

108. 单管整流能耗制动

如图 108 所示是单管整流能耗制动线路。当停车时，按下停止按钮 TA，C、SJ 失电释放，这时 SJ 延时断开的触点仍然闭合，使制动接触器 ZC 获电动作，电源经制动接触器接到电动机的 C 相绕组，由 A 相经整流管回到零线。达到整定时

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

间后，SJ 常开触点断开，ZC 失电释放，制动过程结束。

这种制动线路简单、体积小、成本低，常用于 10 kW 以下电动机且对制动要求不高的场合。

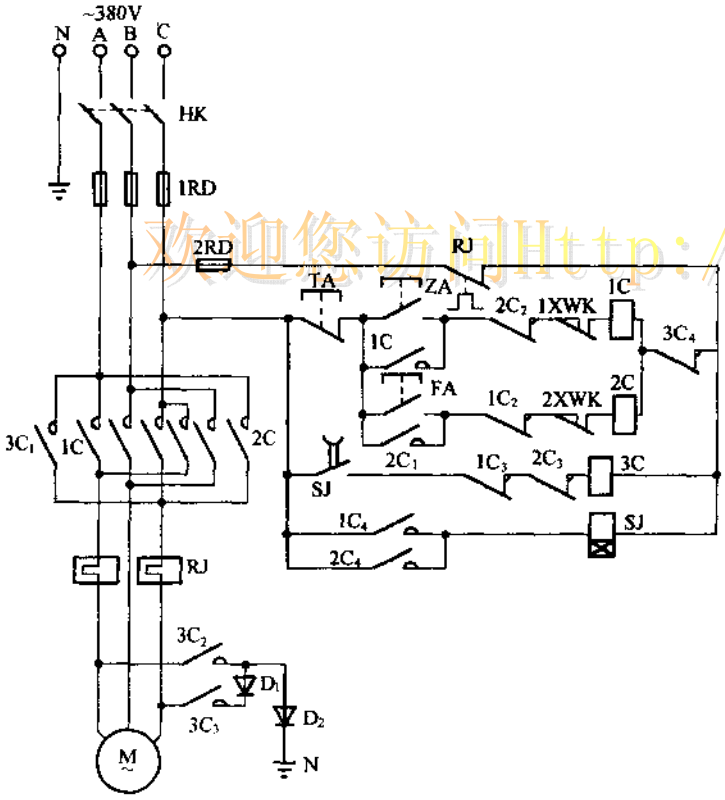


图 107　一种简单实用的能耗制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

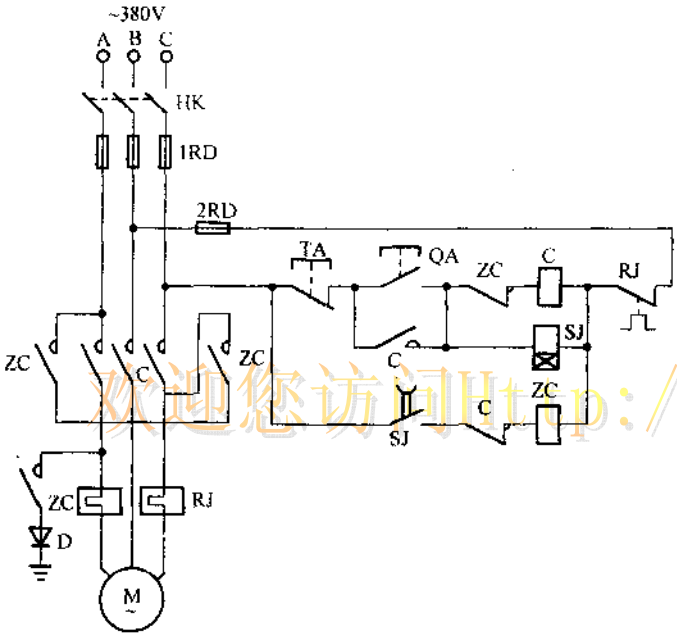


图 108　单管整流能耗制动线路

109. 直流能耗制动

本线路适用于容量较小的电动机的能耗制动，特点是线路简单，不用时间继电器，成本低。

工作原理如图 109 所示：合上刀闸 HK，按下起动按钮 QA，接触器 1C 线圈得电，电动机转动，同时电容器 C 被充电。按下停止按钮 TA 时，接触器 1C 失电，电容器 C 对线圈阻值为 3 kΩ 的高灵敏继电器 J 放电，使 J 吸合，2C 接触器线圈得电，从而进行直流能耗制动。经一定时间后，C 放电完

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

毕，继电器 J 释放，此时制动结束。选择电容器 C 的容量大小可改变制动时间的长短，整流二极管 $D_1 \sim D_4$ 反向击穿电压要求大于 500 V，电流根据电动机容量大小选择。2C 采用小电流接触器。

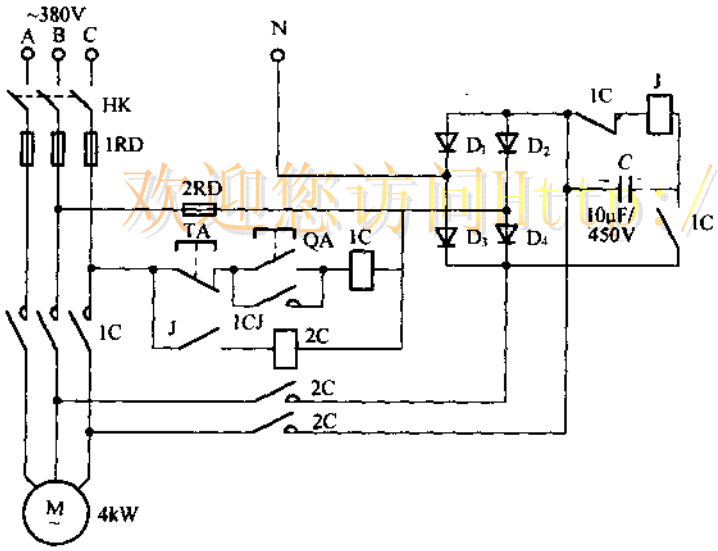


图 109　直流能耗制动线路

110. 鼠笼式电动机能耗制动

鼠笼式电动机能耗制动线路如图 110 所示：当按下起动按钮 QA 时，线圈 1C 通电，主触点和常开辅助触点闭合，电动机起动运行。当接触器 1C 动作后，时间继电器 SJ 通电，其常开延时分断触点 SJ 立刻接通。但由于常闭辅助触点 1C 已分断，故 2C 不能得电动作。而当需要停机时，按下停止按钮

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

TA，于是 1C 断电，常开触点断开，SJ 断电，常闭辅助触头 1C 接通，使线圈 2C 通电，常开触头 2C 闭合，电动机定子绕组通入直流电，使其制动。

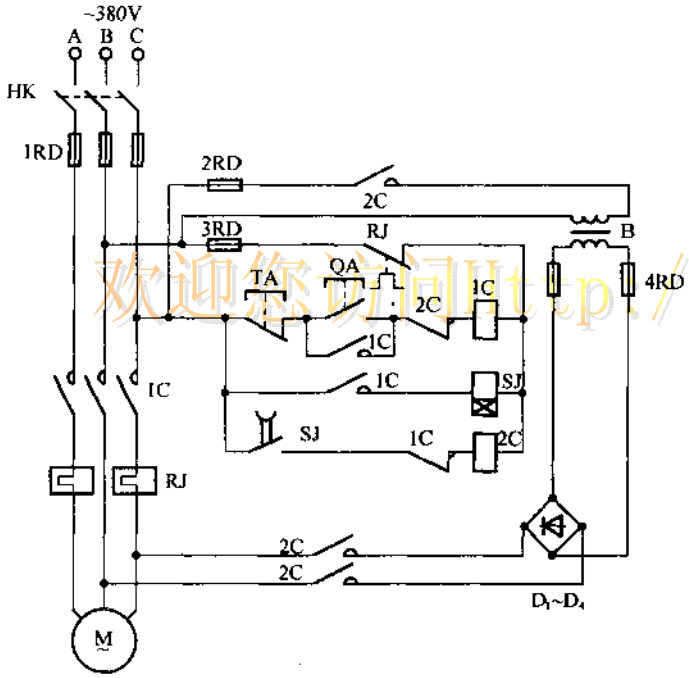


图 110　鼠笼式电动机能耗制动线路

经过一定时间后，时间继电器延时分断触头断开，使线圈 2C 断电，切断直流电流，制动结束。

111. 单相桥式整流能耗制动

如图 111 是单相桥式整流能耗制动线路。当电动机停转时，按下停止按钮 TA，1C 失电释放，同时 TA 常开触点闭合，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

使 ZC、SJ 获电动作，将经桥式整流后的直流电接入电动机定子绕组，开始制动。达到整定时间后，SJ 延时断开的常闭触点断开，ZC 失电释放，制动过程结束。

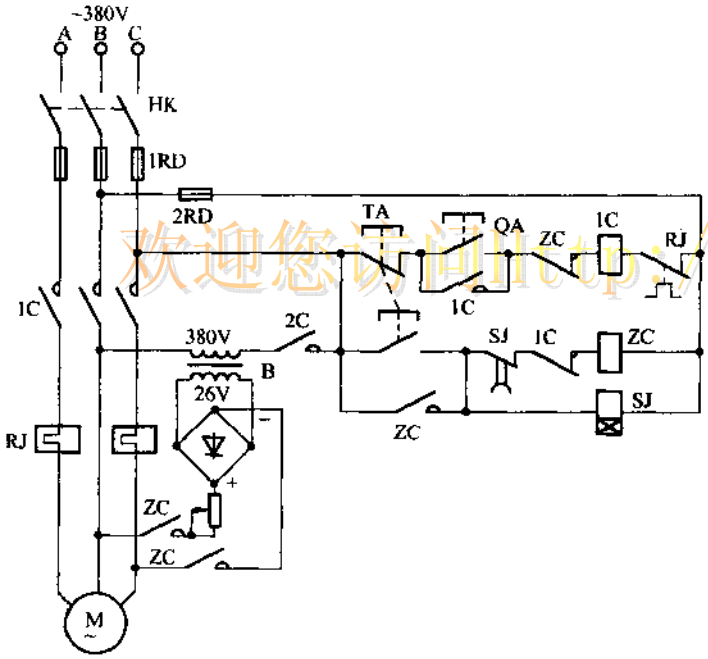


图 111　单相桥式整流能耗制动线路

112. 三相半波整流能耗制动

如图 112 所示，是电动机三相半波整流能耗制动线路。

按下 TA，接触器 1C 断开电源后，2C、SJ 时间继电器便立即通电动作，2C 主触点短接电动机三根绕组引线并通入三相

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

半波整流电源，使电动机定子绕组接成一端接零线的并联对称线路，达到制动之目的。然后 SJ 延时断开，2C 失电释放，制动结束。此电路按下 TA 的时间不宜太长，否则反复制动。

这种制动线路只适用于星形接法的电动机。它具有体积小、成本低、线路简单等优点，而且也适用于容量较大的电动机。

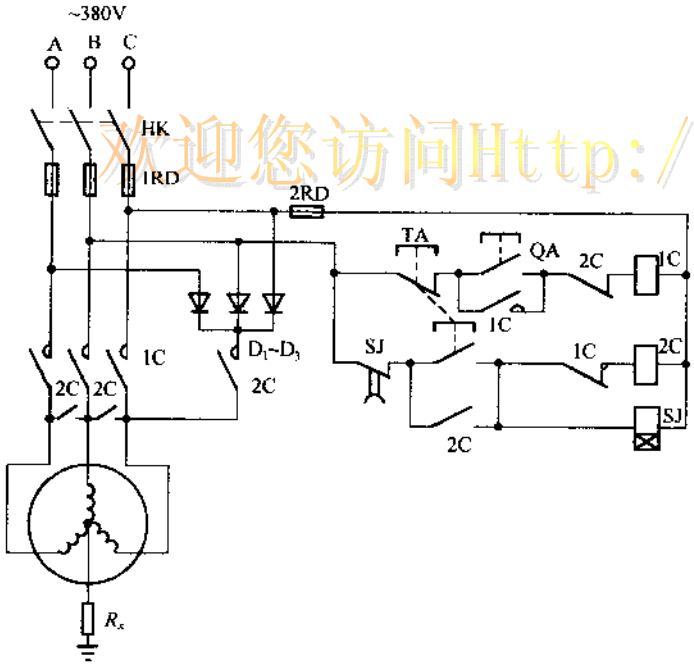


图 112　三相半波整流能耗制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

113. 电容-电磁制动

当制动时，按下停止按钮 TA，C 失电释放，其常闭辅助触点闭合，电容器接入定子绕组进行电容制动。同时 TA 常开触点闭合，使时间继电器 SJ 获电动作，延时继电器常开触点闭合，使制动接触器 ZC 获电动作，其主触点闭合将三相绕组短接进行电磁制动，使电动机迅速停转。见图 113，制动完毕，SJ 断开。

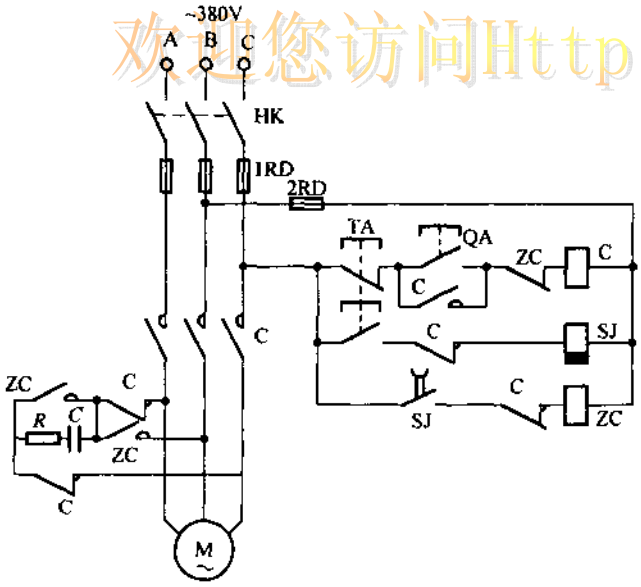


图 113　电容-电磁制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

114. 三相鼠笼式异步电动机自励发电-短接制动

如图 114 所示是三相鼠笼式异步电动机自励发电-短接制动线路。其中一相采用自励发电制动，另外两相采用短接制动，这样，既可发挥自励发电制动效果好的优点，又可发挥短接制动线路简单的优点。

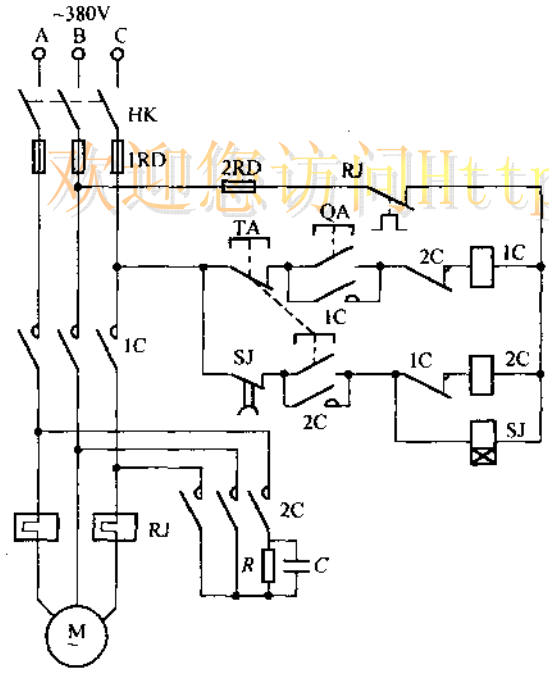


图 114　三相鼠笼式异步电动机自励发电-短接制动线路

当按 TA 时，1C 断开，2C 接通电源，进行自励发电-短接制动，制动完毕后，时间继电器将 2C 断开。此电路适用于功率较小的三相鼠笼式异步电动机。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

115. 直流电动机反接制动

图 115 所示为直流电动机反接制动线路。制动时，按下停止按钮 TA，断开常闭触点，使 C 失电释放，而后接通制动接触器 ZC 电路。ZC 获电动作，将电枢电源反接，电动机电磁转矩成为制动转矩，使电机转速迅速下降到接近零时，放开停止按钮 TA，制动过程结束。若按下 TA 的时间过长，电机反转。

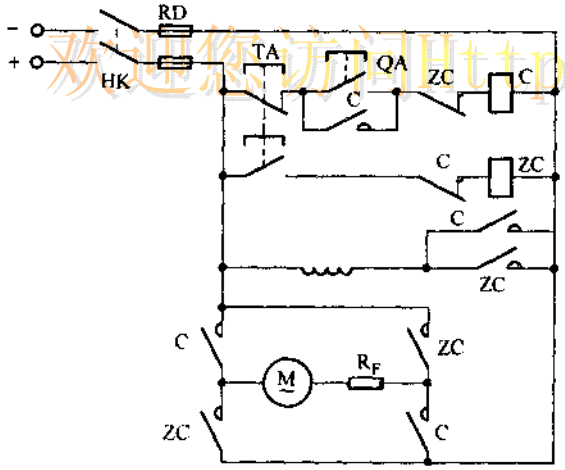


图 115　直流电动机反接制动线路

116. 直流电动机能耗制动

如图 116 所示是直流电动机能耗制动线路。制动时，按下停止按钮 TA，接触器 C 失电释放，其常闭触点接通，电压继电器 YJ 获电动作，其常开触点闭合，使制动接触器 ZC 获

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电动作，将制动电阻 R_{zd} 并联在电枢两端，这时因激磁电流方向未变，电动机产生的转矩为制动转矩，使电动机迅速停转。当电枢反电势低于电压继电器 YJ 释放电压时，YJ 释放，使 ZC 失电释放，制动过程结束。

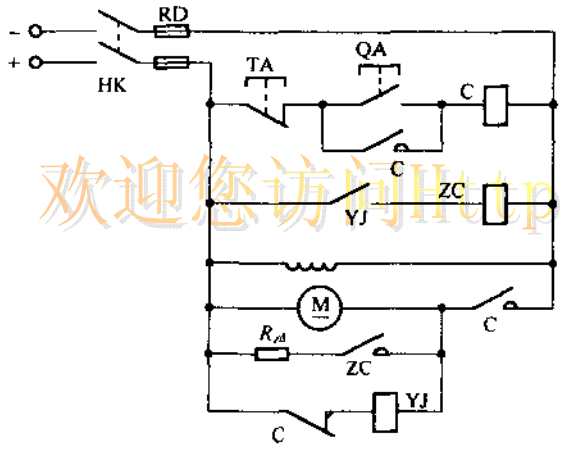


图 116　直流电动机能耗制动线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

五、电气保护线路

117. 电动机用双闸式保护装置

电动机用双闸式保护装置是用两只闸刀开关控制电动机，如图 117 所示。起动时先合上起动闸开关，它的保险丝额定电流较大(按电动机额定电流 1.5～2.5 倍选择)，因此在起动时保险丝不会熔断。当电动机进入正常运行后，再合上运行闸刀开关，拉开起动闸刀开关。运行闸刀开关上的保险丝的额定电流要选得小些，等于电动机的额定电流，所以在电动机正常运

欢迎您访问Http://www.

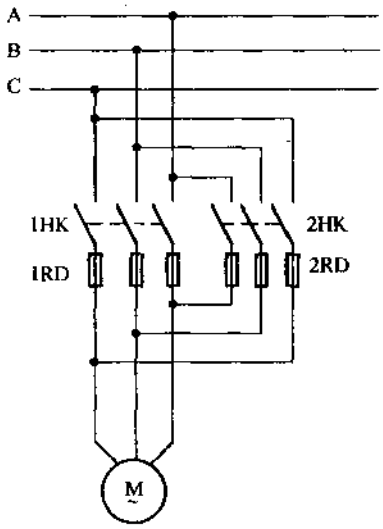


图 117　电动机用双闸式保护装置线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

行的情况下，保险丝不会熔断。但在单相运行时，电流增加到电动机额定电流的 1.73 倍左右，这样大的电流可以使运行闸刀开关的保险丝熔断，断开电源，保护电动机不被烧毁。

118. 羊角间隙避雷器、阀型避雷器

为了防止电气设备被雷电侵袭，就需采用避雷器作防护。羊角间隙避雷器（或称保护间隙避雷器）是当过电压侵入时，羊角间隙放电，将雷电引入大地，从而保护电气设备不受损害，接线方法见图 118a。有的也利用阀型避雷器防止过电压，工作原理是当线路有过压发生时，火花间隙被击穿而放电，阀片电阻下降，将雷电引入大地，线路见图 118b。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

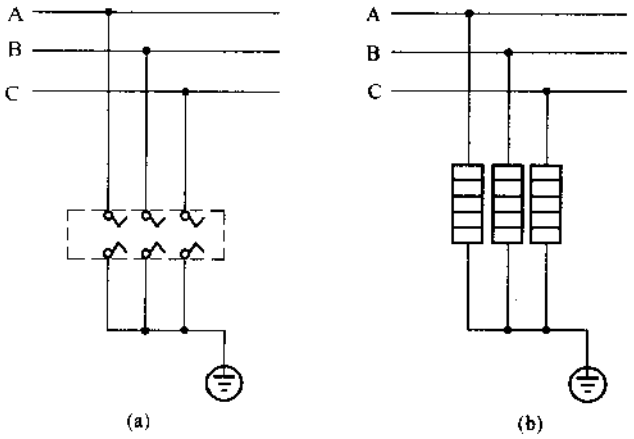


图 118　羊角间隙避雷器、阀型避雷器线路

119. 采用隔离变压器与负载连接

采用隔离变压器可以在局部范围内避免触电事故，如图

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

119 所示为 220 V/220 V 隔离变压器接负载线路。由于隔离后的线路和用电设备对地是绝缘的，故当人体接触一根带电导线时，也不会触电。但要防止人体接触两根带电导线，否则仍会有触电危险。

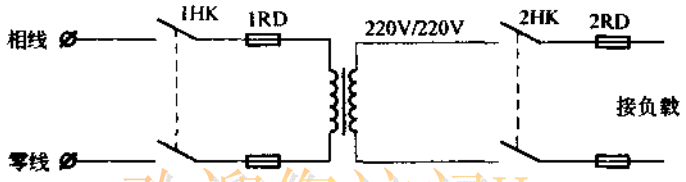


图 119　采用隔离变压器与负载连接电路

欢迎您访问Http://ww

120. 安全低压变压器

如图 120 所示为安全低压变压器接线线路。为了避免触电事故，保障人身安全，一般在人经常触及到的地方采用低压变压器安全电压供电方式，如 12 V、24 V、36 V 等。它常用于照明灯和理发用具等电器的供电。

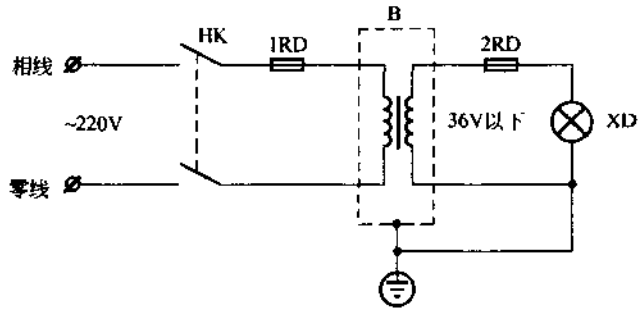


图 120　安全低压变压器线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

121. 安全电压控制电动机起停

用安全电压控制电动机起停线路在工厂应用很广泛，主要用于操作环境条件极差、潮湿易发生漏电的工作场所，保证人体在接触按钮时，即使按钮漏电，也不会造成触电危险。它采用一台行灯变压器为控制电路供电，并使交流接触器线圈的吸合电压选为 36 V。其工作原理与常规的电动机起停线路完全一样。见图 121。

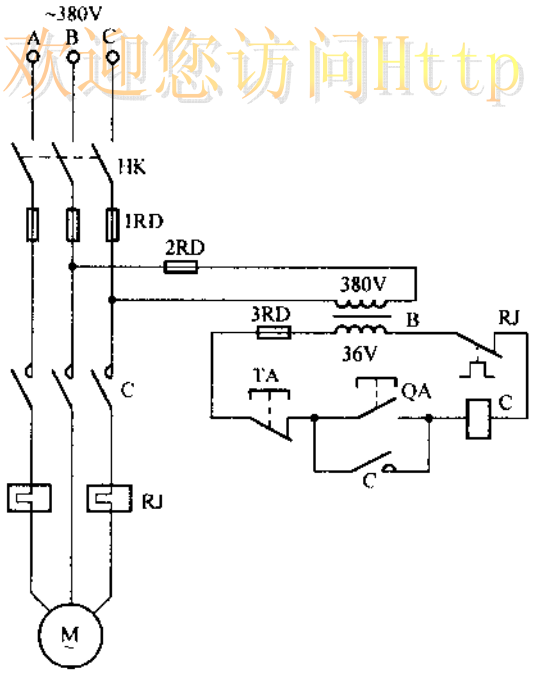


图 121　安全电压控制电动机起停线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

122. 电动机保安接地

为了保证工作人员的安全，将电动机的金属外壳用导线接地，称保安接地。当电动机外壳漏电时，产生的大电流将熔断电动机保险丝，使人身安全得到保证。其接线如图 122 所示。

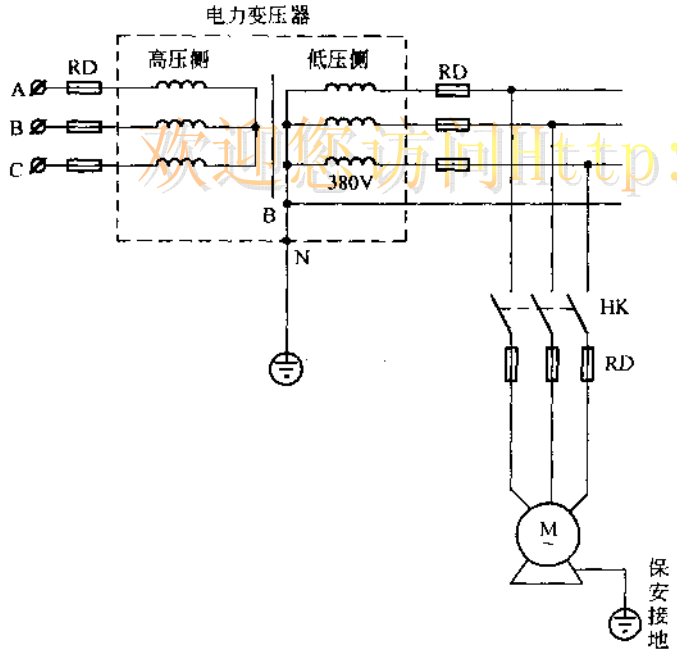


图 122　电动机保安接地线路

使用此方法做保安接地保护时，应使接地电阻小于 4 Ω，且只能用于小功率的电动机。在应用中还要注意一点，那就是在同一电网电力系统中不允许一部分电气设备外壳采取接

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

地保护，而另一部分电气设备外壳采用接零保护。

123. 用电器插座接零

将用电器插座的接地端接到三相四线制的零线上，可达到保护接零之目的。它可用于家用电器的保护上，如洗衣机、电冰箱等，因这些家用电器工作在潮湿的环境中，其金属外壳易发生漏电。但应用此方法需要把插座的接地端直接接到进户前的零线上，见图 123。

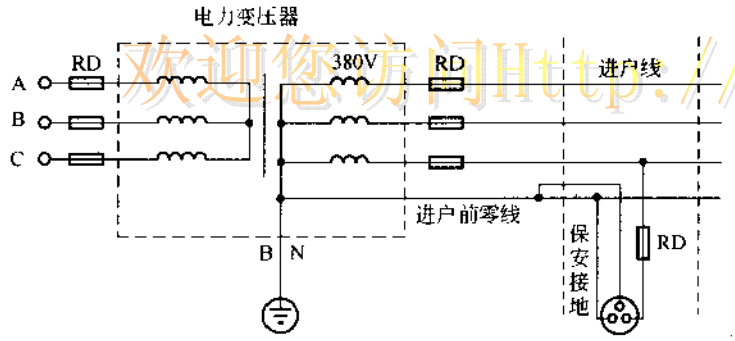


图 123　用电器插座接零线路

124. 电动机保安接零

为了保证人身安全，将电动机的金属外壳与三相四线制的零线连接，称为保安接零。见图 124 所示。一旦电动机线圈绝缘被破坏，外壳发生漏电现象，则在相线、电动机金属外壳和中性线间产生短路，迅速熔断电动机的保险，把电源隔开，从而保护人身安全。

在应用此方法时，应注意在同一三相四线制电网中，不允

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

许一部分电气设备采用接零保护，而另一部分电气设备采用接地保护。

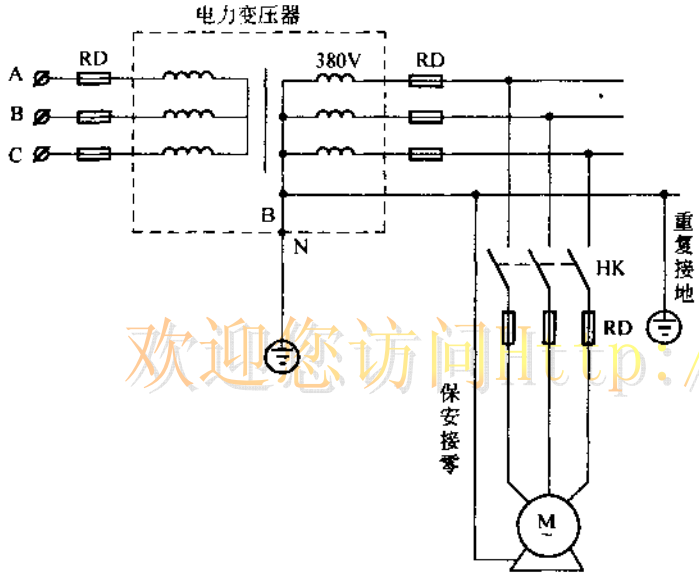


图 124　电动机保安接零线路

125. 星形接法的电动机断相保护器

如图 125 所示，是一种星形接法的电动机断相跳闸装置，此线路适用于 7.5 kW 以下的电动机。起动电动机时，按下 QA 按钮，交流接触器 C 得电吸合，松开 QA 按钮，C 自保点自保，电动机继续运行。当三相交流电中某一相断路时，电动机的中性点电位不是零电位，与地形成电位差，此电压经过整流、稳压，使继电器 J 得电动作，交流接触器 C 释放，从而使电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

动机断电，保护电动机定子绕组不被破坏。

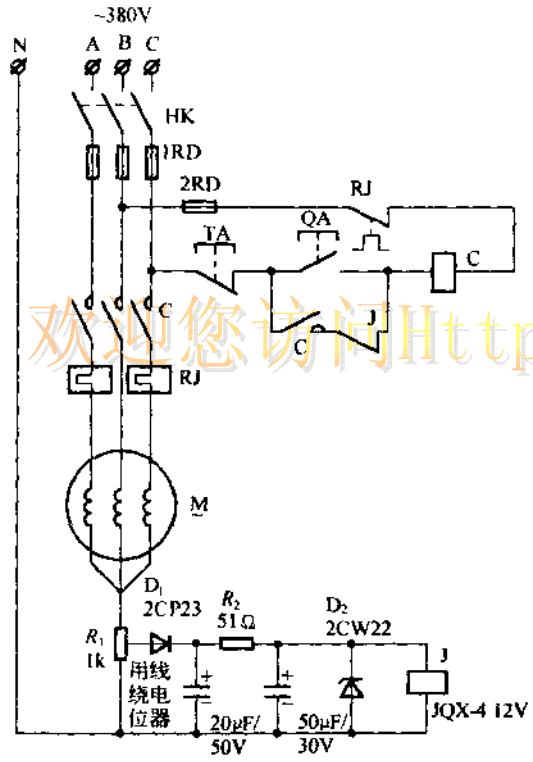


图 125　星形接法的电动机断相保护器线路

126. 零序电压电动机断相保护

如图 126 所示是零序电压电动机保护线路。当运行的电动机发生单相断电时，保护装置能自动切断电源，从而避免电动机断相运行。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

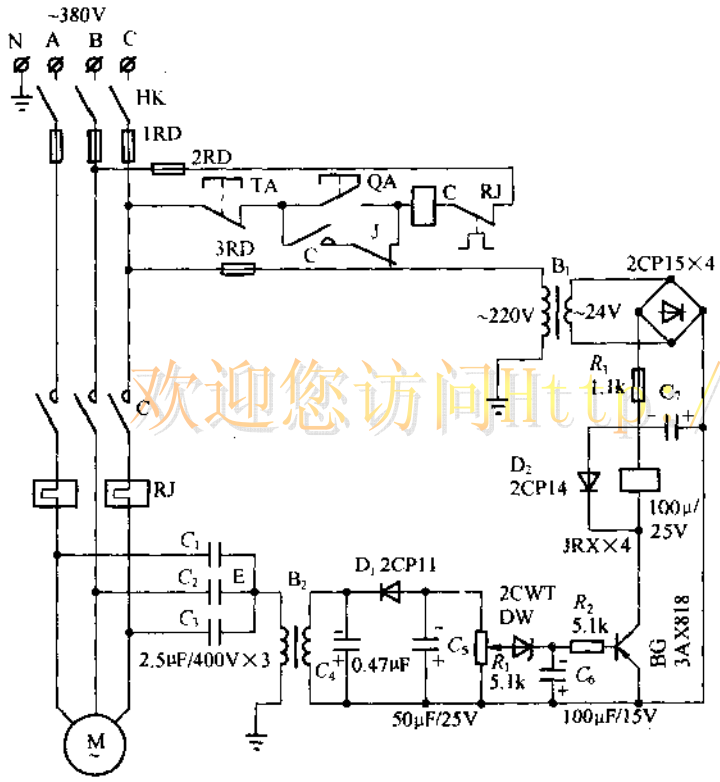


图 126　零序电压电动机断相保护线路

工作原理：正常运行时，三相电源平衡 E 点的电位为零，变压器 B_2 无输出信号，三极管 BG 截止，继电器 J 不动作，其动断触点 J_1 闭合，电动机正常运行。当三相电源中任一相断电时，由于三相不平衡，E 点的电位便高于零电位，通过变压器耦合，经 D_1 整流，C_5 滤波，又经稳压管 D_W、电容 C_6 和电阻 R_1 延时加至三极管 BG，并使之导通，继电器动作，J_1 断

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

开,C 主触点断开,切断电动机电源,从而保护电动机不因断相烧坏。控制器电源电压为 24 V,它是由变压器 B_1 供给 24 V交流电压,经桥式整流供整机电源用。

127. 采用欠流继电器做断相保护

如图 127 所示是一种用三只欠流继电器做断相保护的线路。

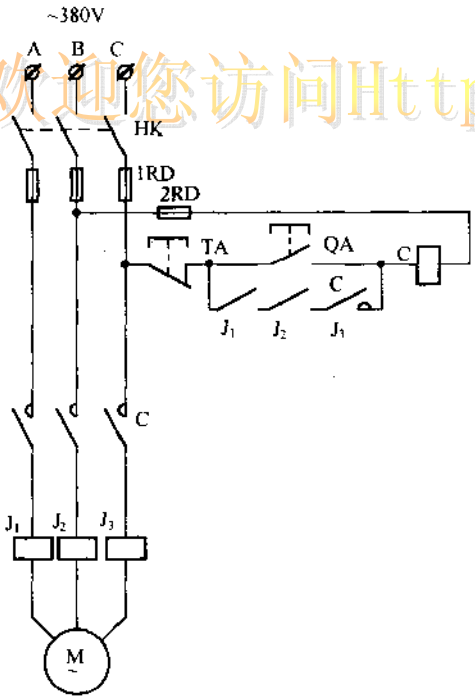


图 127　采用欠流继电器做断相保护线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

在电动机发生断相运行时，接在断相上的欠电流继电器释放，其常开接点 J_1、J_2 或 J_3 断开，使接在交流接触器的线圈自锁线路断开，接触器释放，电机停转。

128. 三角形电动机零序电压继电器断相保护

如图 128 所示，三角形电动机的断相保护可采用下面方

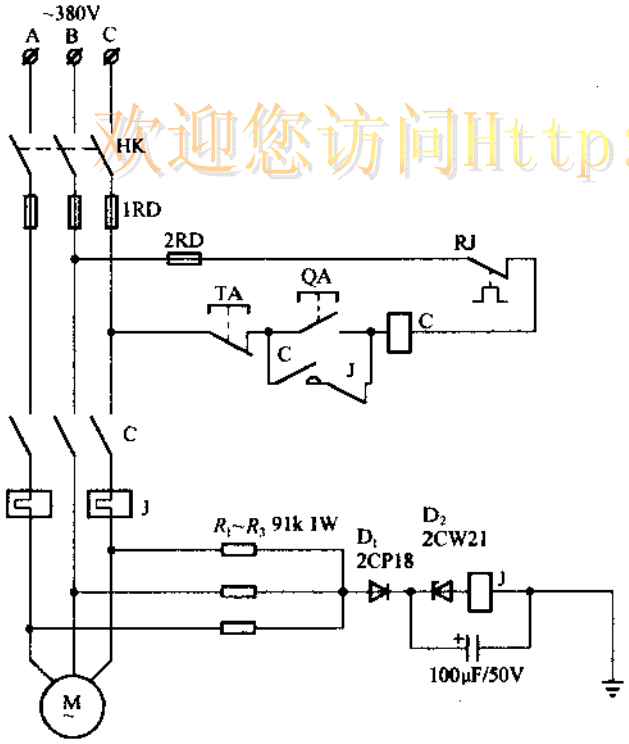


图 128　三角形电动机零序电压继电器断相保护线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

法:用三只电阻接成一个人为中性点,当电动机断相时,因人为中性点电位发生偏移,继电器J便得电吸合,继电器的常闭点切断交流接触器C线圈回路,C释放,从而保护电动机。线路中的电阻 $R_1 \sim R_3$ 应根据实际实验选定。

129. 加一中间继电器做简易断相保护器

当电动机控制线路使接触器吸合的电源是从AB相上引出时,C相断线,电动机两相仍能运转。在普通的电动机起停

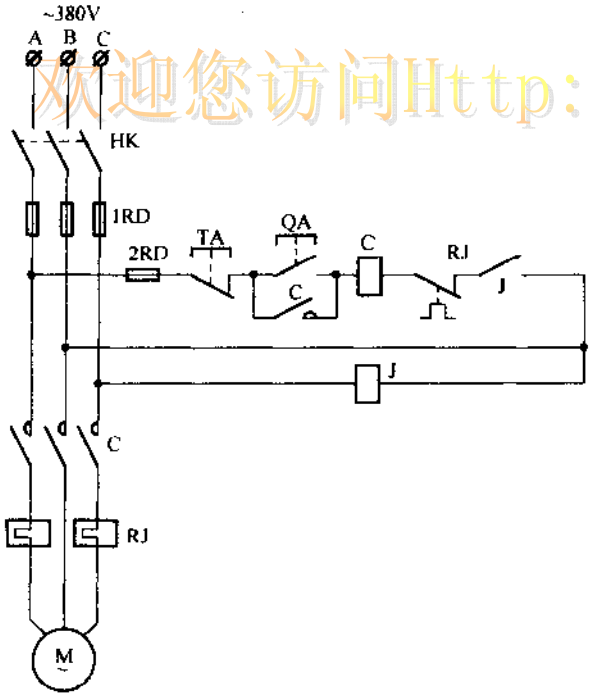


图129 加一中间继电器做简易断相保护器线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

线路中加一中间继电器 J，其吸合电压为 380 V，这使 J 在 C 相电源有电的情况下，其常开点才能闭合，从而保证 A、B、C 三相都有电，接触器 C 才能得电工作，起到电动机断相保护作用。见图 129。

此线路一般应用于电动机负荷较重的工作场合，如果电机负荷较轻，一旦电动机在运行中，保险丝熔断，使其中一相断电，由于其它两相电源通过电动机可返回另一相断电的线圈上，虽然电压较低，但接触器线圈仍可继续吸合，故难以起到保护电机的目的。为此，应选释放电压大于 190 V 的接触器。

130. 一种节电式三相异步电动机断相保护器

欢迎您访问Http://www

如图 130 所示，在电动机的三相电源 Y 接线柱上，各用导线引出，分别接在电容 C_1、C_2、C_3 上，并通过这三只电容器，使其产生一个“人为 Y 中性点”。当电动机正常运行时，“人为 Y 中性点”的电压为零，与三相四线制的中性点电位一致，故此两点电压通过整流后无电压输出，继电器不动作。当电动机电源某一相断相时，则“人为 Y 中性点”的电压会明显上升，电压高达 12 V 时，继电器 J 便吸合，此时交流接触器控制回路切断，接触器释放，从而达到保护电动机的目的。

由于此断相保护器是在 A、B、C 三相电源上投入三只电容器进行运行工作，而电容器在低压交流电网上又能起到无功功率补偿作用，故断相保护器在正常工作时，不浪费电，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。该电路动作灵敏，在电动机缺相小于或等于 1 s 时，继电器便会动作。该电路无论负载轻重，也无论是星形接法的电动机，还是三角形接法的电动机均可使用。本电路适用于 0.1～22 kW 的电动机。换用容量更大的继电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

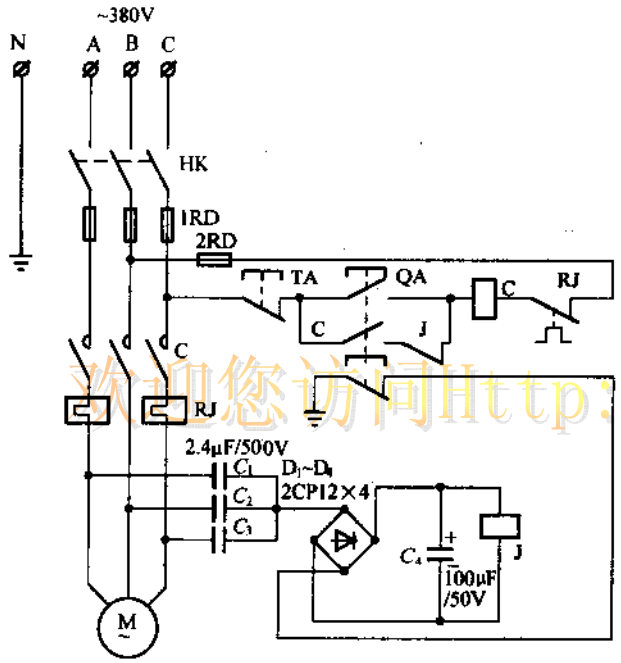


图 130　一种节电式三相异步电动机断相保护器线路

器，则可在 30 kW 以上电动机上使用。

为了防止电动机在起动时交流接触器触点不同步引起继电器 J 误动作，该电路采用一常闭的双连按钮作起动按钮，使在起动的同时断开保护器与三相四线制中性点的连线。待电动机起动完毕，操作者松手使按钮复位，断相保护器才能正常工作。

元件的选择：电容 C_1、C_2、C_3 耐压均为 500 V 以上，容量均为 2.4 μF。D_1～D_4 可选用正向电流大于 100 mA，反向电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

压大于 100 V 的整流二极管，如 2CP25。为了适应控制较大电机的需要，继电器 J 也可选择 RJX4F/12V 型号。

131. 电动机断相自动保护

如图 131 所示，是一种采用三只互感器测量三相电流是否平衡的电动机保护线路。它的工作原理是：当按下起动按钮 QA，接触器 C 得电，常开触点闭合，保护器电源接通工作。当电动机三相均有电时，L_1、L_2、L_3 的感应电压经 D_1、D_2、D_3 使三极管饱和，三只三极管的集电极输出电位为零，D_4～D_6 构成的

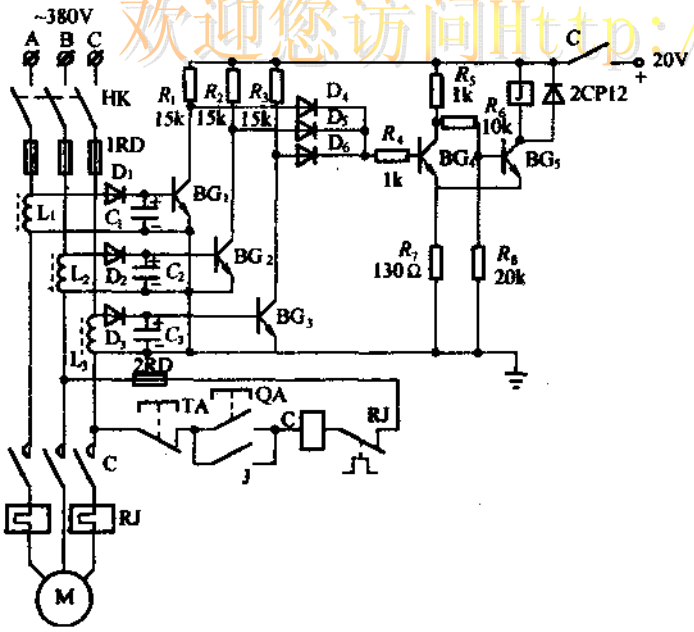


图 131　电动机断相自动保护线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

二极管或门电路输出为零，BG_4 截止，BG_5 饱和，继电器 J 获电工作，其常开触点闭合，电动机正常运行。当断相时，其中一只三极管将截止，或门输出高电位，使 BG_4 饱和，BG_5 截止，继电器 J 失电断开，接触器 C 线圈断电，电动机停止运行。

线路中的三极管选用 $3DG_6$，BG_5 选用 3DG12；继电器 J 选用 JR－4 型。

132. 使用电流互感器的热继电保护

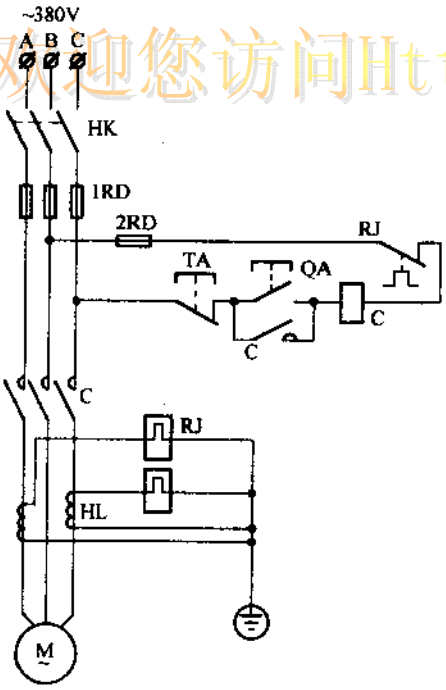


图 132　使用电流互感器的热继电保护线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

为了防止电动机过载损坏，常采用热继电器进行过载保护。

对于容量较大的电动机，如果没有合适的热继电器，可以用电流互感器变流，将热继电器接在两侧进行保护，如图 132 所示。热继电器动作电流一般设定为电动机额定电流通过电流互感变比换算后的电流值。在室温 35 ℃，过载 125%时，在 20 min 内动作；过载为 600%～1 000%时，瞬时动作。

133. 三相电动机过流保护

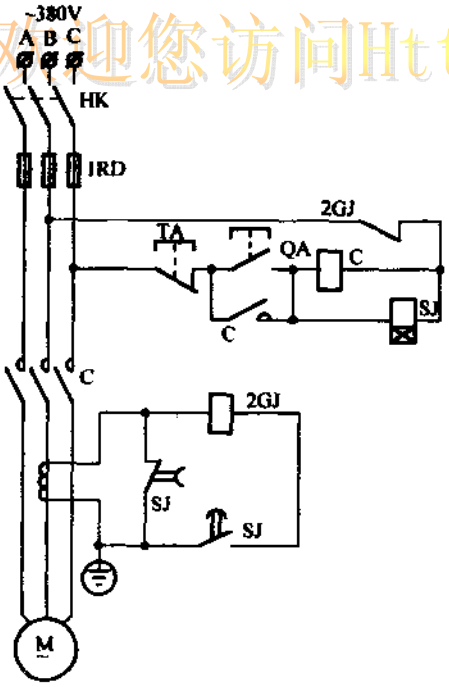


图 133　三相电动机过流保护线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 133 所示，是一种三相电动机过流保护线路。它使用一只电流互感器来感应电流，在三相电动机电流出现超过正常工作电流时，过流继电器 2GJ 达到吸合电流而吸合，使主回路断电，从而保护电动机过流时断开电源。

由于电动机在起动时，电流很大，所以本电路将时间继电器的常闭点先短接电流互感器，当电动机起动完毕后，SJ 时间继电器动作，SJ 常闭点断开，SJ 常开点闭合，把 2GJ 接入电流互感器线路中。

134. 低压电压型触电保安器

欢迎您访问Http://www.

安装低压触电保安器，是一种有效的触电保安措施。如图 134 所示是一低压电压型触电保安线路。动作原理是：当人接触到线路中的某根火线，与大地构成回路时，灵敏继电器动作，使交流接触器线圈失电断开主回路电源。而当人脱离了电源以后，线路便能手动恢复供电。

在安装电压型保安器线路中，中性点不允许重复接地，设备也不允许接零，这样，中性点必须装低压避雷器等保护元件。

采用电压型触电保安线路做保护时，线路绝缘必须良好。它的缺点是线路漏电严重时，即使没有人触电，也将自动断开电源。另外，这种保安器能使变压器低压侧电网全部列入保护范围内，故动作时停电范围大，并且只适合于容量很小的电力变压器使用。

135. 简单电压型低压触电保安器

简单电压型低压触电保安器如图 135 所示：当发生触电事故时，经人体、大地、桥式整流及灵敏继电器和变压器中性线成一闭合回路，有电流流过。当电流达到灵敏继电器的起

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

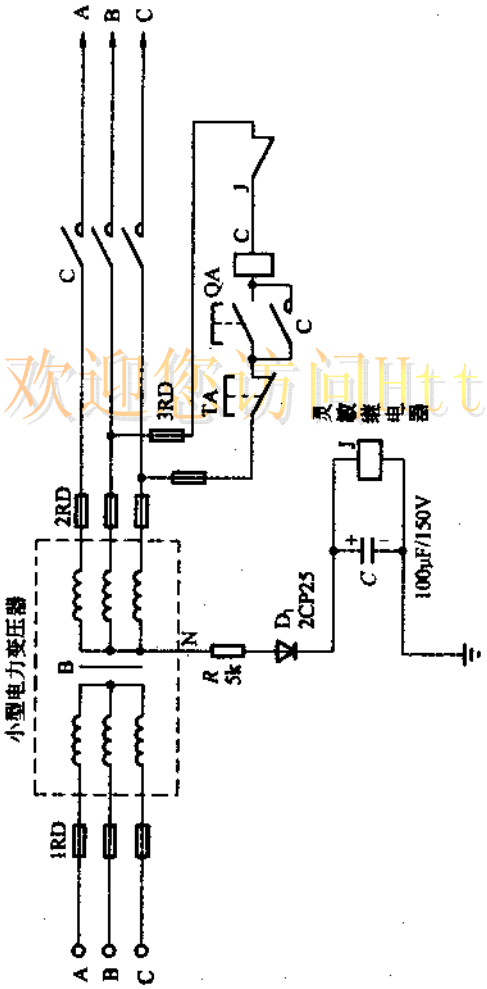


图 134　低压电压型触电保安器线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

动电流值时，继电器 LJ 吸合，断开交流接触器线圈回路中的常闭触点 LJ，使交流接触器失电，切断电源，人体得到安全保护。图中 SA 为模拟触电实验按钮。

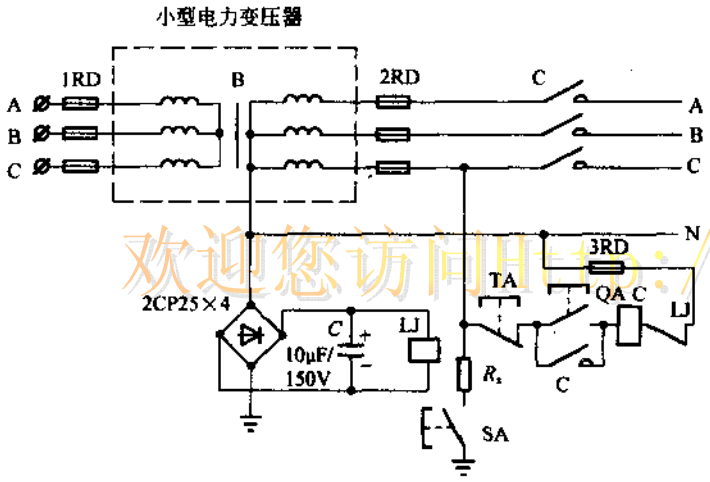


图 135　简单电压型低压触电保安器线路

136. 电流型低压触电保安器

电流型触电保安器的工作原理如图 136 所示：当线路发生触电事故时，电流经零序电流互感器、人体、大地到中性点成一闭合回路。此时零序电流互感器的副线圈因一次电流不平衡而产生电势和电流。这个电流经放大元件放大后，送往灵敏继电器的线圈，推动灵敏继电器动作吸合，把串联在交流接触器控制回路的常闭触点 J 打开，使交流接触器失压而切断电源，保证了人身的安全。图中 SA 为模拟触电实验按钮。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

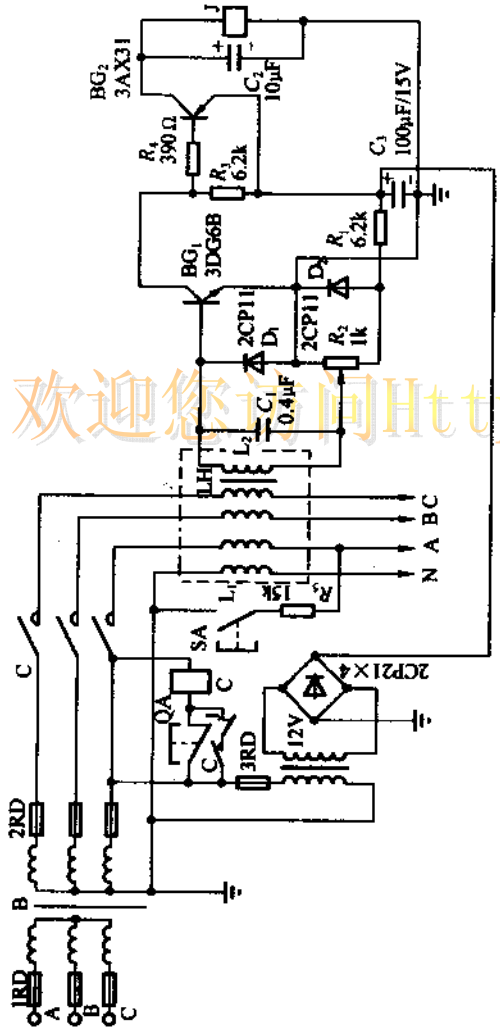


图 136　电流型低压触电保安器线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

137. 高压电网自控保安装置

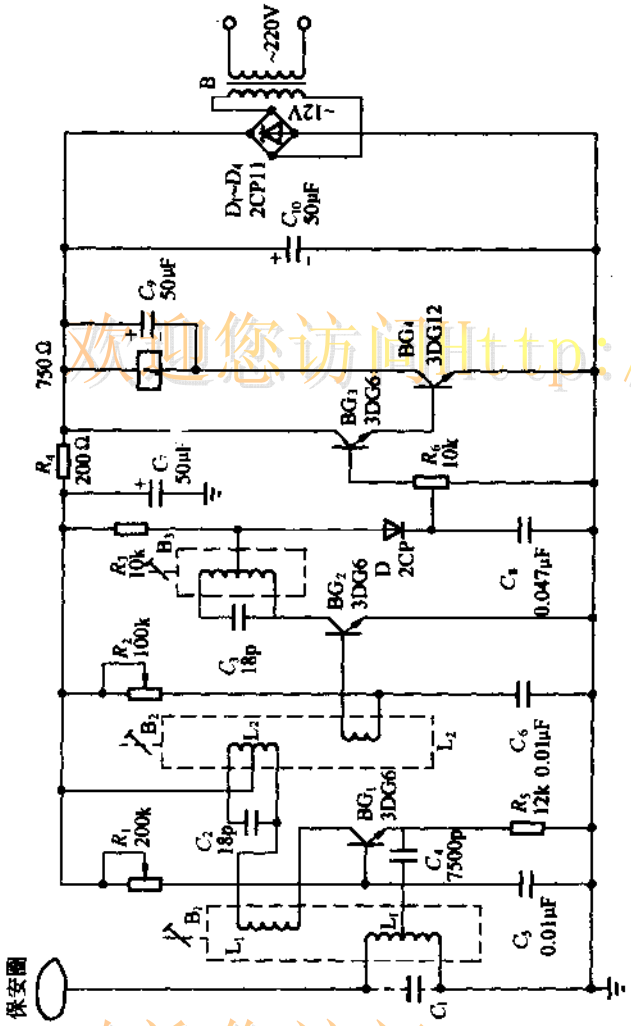


图 137　高压电网自控保安装置线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

如图137所示，是高压电网自控保安装置。线路中 BG_1 组成振荡器；BG_2 组成选频放大电路；BG_3 组成开关电路；C_9 为 BG_4 的保护电容。当无人畜靠近保安圈时，开关电路导通，继电器J动作，其动合触点 J_1 接通，高压电网的电源接通高压线路。当人畜接近保安圈时，分布电容 C_1 值改变，振荡频率也变化，选频放大级输出很小，开关电路 BG_3、BG_4 截止，继电器J释放，并通过其触点切断高压电网电源，从而保护人畜接近高压时产生触电的危险。装设高压电网主要用于农村消灭虫害，保安圈应架设在高压电网外圈以保护人和牲畜误进危险区。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

六、自动控制线路

138. 单相照明双路互备自投供电

如图 138 是单相照明双路互备自投供电线路，当一号电

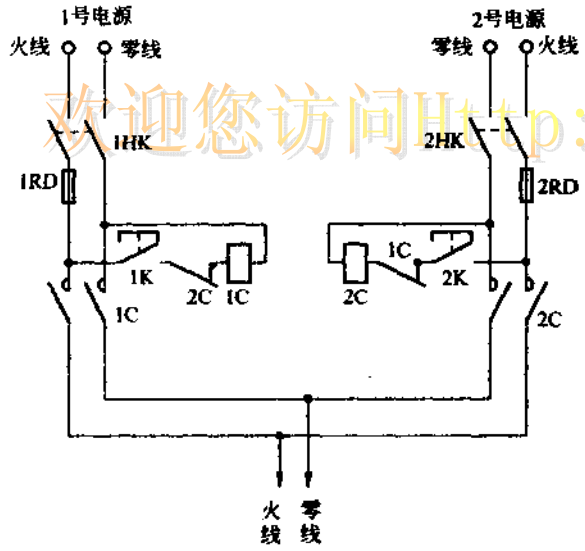


图 138　单相照明双路互备自投供电线路

源因故停电时，备用电源能自动投入。图中 1K、2K 为小型开关，1C、2C 为交流接触器。工作时，先合上开关 1K，交流接触器 1C 吸合，由 1 号电源供电。然后合上开关 2K，因 1C、2C 互锁，此时 2C 不会吸合，2 号电源处于备用状态。如果 1 号

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电源因故断电，交流接触器 1C 释放，其常闭触头闭合，接通 2C 线圈电路，2C 吸合，2 号电源投入供电。也可以先合上开关 2K，后合上开关 1K，使 1 号电源为备用电源。

139. 双路三相电源自投装置

如图 139 所示是一双路三相电源自投线路。用电时可同

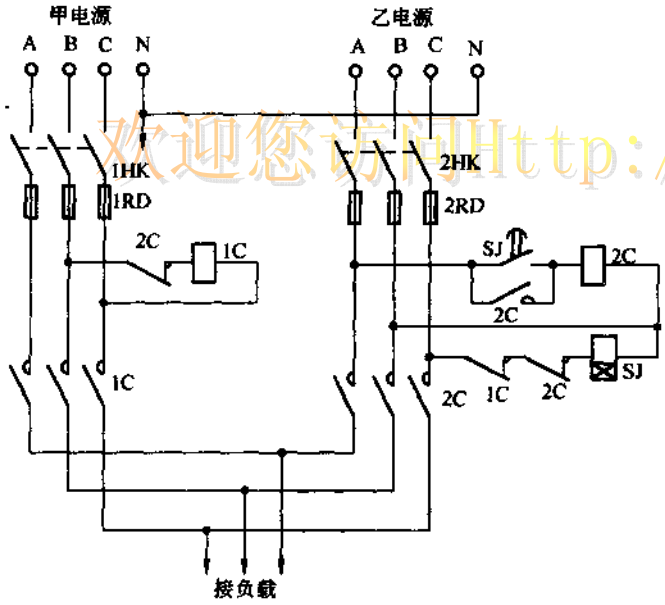


图 139　双路三相电源自投装置线路

时合上刀闸开关 1HK 和 2HK，1C 得电吸合。1C 常闭触点断开了 SJ 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，1C 接触器释放，这时 1C 常闭点闭合，接通时间继电器 SJ 线圈上的电源，时间继电器经延时数秒钟后，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

使 SJ 延时常开点闭合，2C 得电吸合，并自锁。由于 2C 的吸合，其常闭点一方面断开延时继电器线圈电源，另一方面又断开 1C 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，2C 常闭点会自动接通线圈 1C 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 0～60 s 的交流时间继电器。

140. 另一种双路三相电源自投装置

如图 140 所示，是一双路三相电源自投线路。工作时，可同时合上电源刀闸开关 1HK 和 2HK，交流接触器 1C 得电吸合，1C 得电时闭合主触点给用电设备供电。这时 1C 的辅助常闭点断开 3C 线圈电源。在供电过程中，如果 1 号电源因故停电，交流接触器 1C 失电释放，1C 的辅助常闭点闭合，接通 3C，3C 得电吸合，其常开触点闭合，将延时电路接通，同时 3C 的常闭触点断开，C_2 通过 R_1 充电，延时开始。充电1～2 s 后，U_{A1} 开始低于 U_{B1}，则 D_5 导通，BG_1 截止，BG_2 导通，继电器 J 通电吸合，接通 2C，使 2C 的主触点接通 2 号电源进行供电。在 2C 吸合后，2C 的辅助常闭点又断开接触器 3C 的线圈电源，3C 释放切断晶体管延时电路，继电器 J 的触点同时断开，但因 2C 的常开触点闭合，实现了自锁，故 2C 继续吸合，所以 2 号电源进行正常供电。若经一段时间后，2 号电源停电，则 2C 释放，1C 吸合，转由 1 号电源供电。若先合 2HK，2～3 s 后才合上 1HK，即 J 已动作，2C 吸合，此时由 2 号电源供电。

本线路适用于三相四线制低压供电系统中。若需用双回路单相照明电源，可将线路中三相线按图中虚线连接后接上单相照明火线，双路零线接在单相照明零线上。负载部分接

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

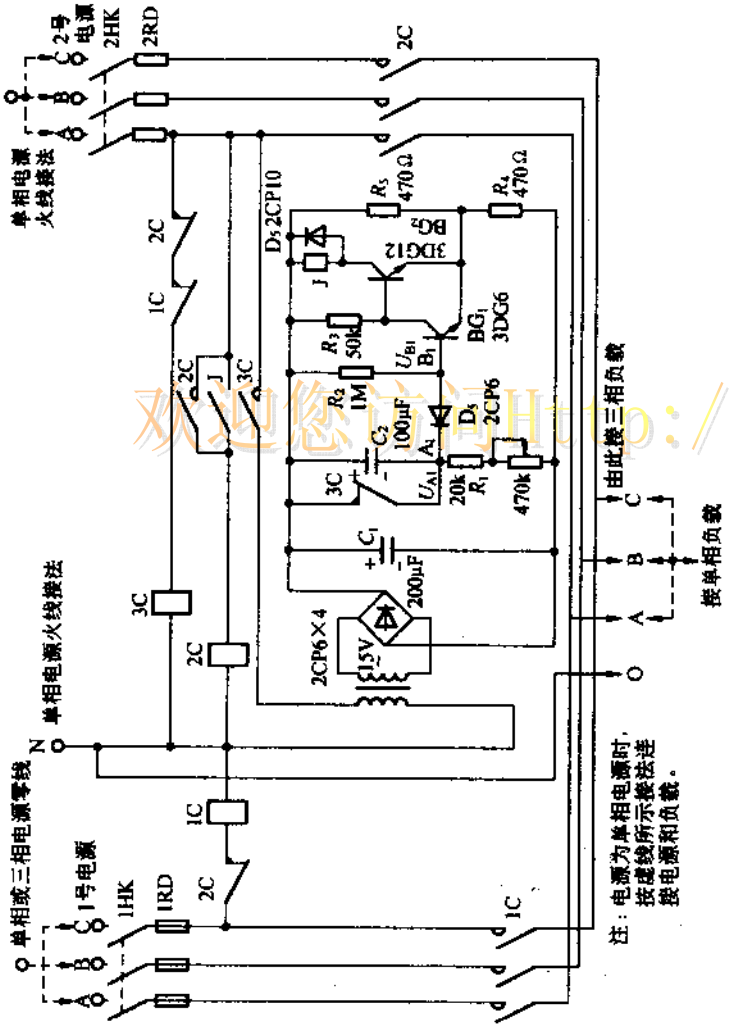


图 140　另一种双路三相电源自投装置线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

线方法同上。图中 1C、2C、3C 为交流接触器，1C、2C、3C 的线圈工作电压为 220 V，继电器 J 选用 JRX－13F 线圈电压为 18 V。

141. 茶炉开水加热自动控制

如图 141 所示是一简单的茶炉开水加热自动控制线路。当水箱中水不开时，电接点温度计的常闭触点闭合，使电磁阀通电吸合，从而使蒸汽管进汽。当水开时，热敏电阻阻值变化，使电接点温度计常闭触点断开，关闭蒸汽管道，从而达到节约用汽，自动控制水温作用。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

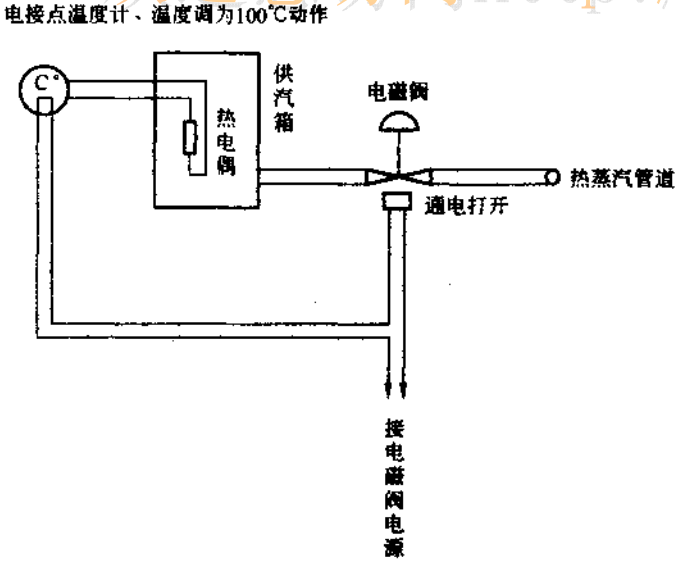


图 141　茶炉水加热自动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

142. 简单的温度控制器

如图 142 是一简单的温度控制线路，KK 为 WJZ(WJQ)系列电接点压力式温度计，电接点温度计放入水中。当水温不到 100 ℃ 时，J 吸合，C 得电吸合，C 接点，接通电炉进行加热；当水温达到 100 ℃时，电接点触点断开，从而使 J 释放，电炉停止加热。

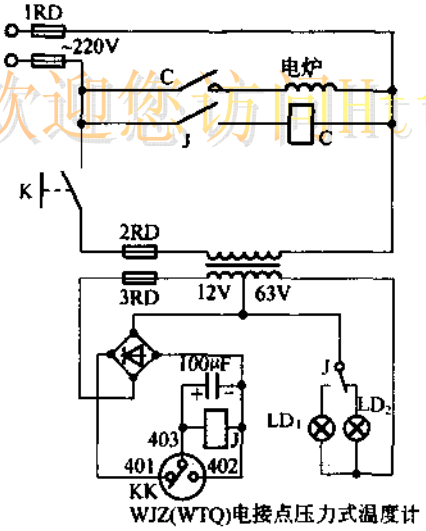


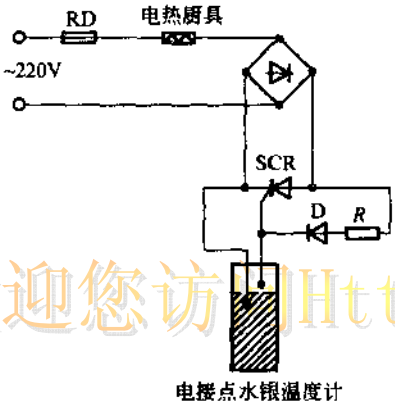
图 142　简单的温度控制器线路

143. 简易可控硅温度自动控制

如图 143 是一种可控硅温度自动控制线路。当温度较低、温度计两个探针断开时，可控硅元件 SCR 导通，电热器通电，开始加热。当温度达到所需要值时，温度计上两个探针被

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

水银柱接通，使可控硅控制极和阴极短路，可控硅截止，从而断开电热器，电热器停止加热。



欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 143　简易可控硅温度自动控制线路

线路中 R 阻值由调试来确定，一般使温度计两探针断开时，可控硅完全导通，在探针短接时，流过 R 上的电流以不太大为好。

144. 用双向可控硅控制温度

在箱式电阻炉或是带变压器供电的电阻炉设备中大都采用接触器控制温度，这样存在着控制温度精度差、耗电多、维修量大等缺点。利用可控硅控制温度，则是一种较好的方法。

如图 144 是一双向可控硅温度控制线路，线路中的 J 为继电器触点，J 吸合，双向可控硅 BCR 则导通，电炉接通三相电源加热；J 断开，电炉停止加热。J 吸合与断开由原控制柜上的电接点温度表控制。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

双向可控硅的电流参数，要根据电炉负载来决定。

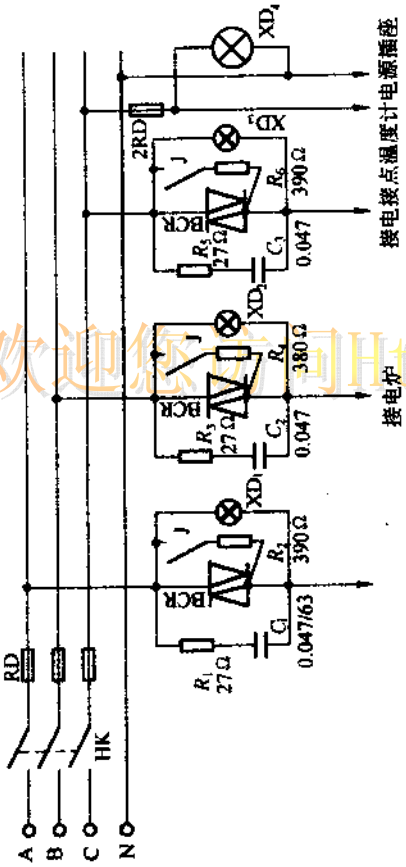


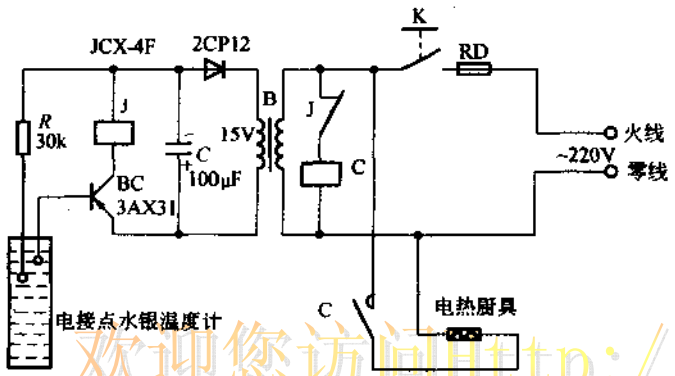
图 144　用双向可控硅控制温度线路

145. 简易温度控制

如图 145 所示是用电接点水银温度计构成的温度自动控

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

制线路。



欢迎您访问Http://www.

图 145　简易温度控制线路

工作原理：合上电源开关 K，温度低于需要的温度时，电接点水银温度计的两个探针断开，三极管基极开路，因此处于截止状态，继电器不动作，它的常闭点接通 C 的线圈回路，C 吸合，电热器开始加热。当温度升到需要值时，电接点水银温度计中的水银接点接通，使三极管接通，J 吸合，C 接触器释放，此时电热器断开电源，停止加热。

146. 自动气体循环炉控温

气体循环炉是工厂热处理车间用于低温回火或气体渗碳的井式三相电阻炉。它的电气工作原理如图 146 所示：当需要气体循环炉工作时，应合上刀闸开关 HK，并把炉盖盖紧，此时控制电路中行程开关 CK 闭合。在工作时，可用开关 KK 选择手动、自动两种控温方式。下面分别说明其工作原理。

(1)手动方式：首先将组合开关 KK 扳到“手动”位置，这

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

时 KK1 触头接通，中间继电器 J 线圈得电吸合，使交流接触器 1C 动作，电阻炉通电升温，当炉温升至所需要的温度时，把 KK 扳到“0”位置，使 J 和 1C 线圈断电，电炉断开电源，不再升温。

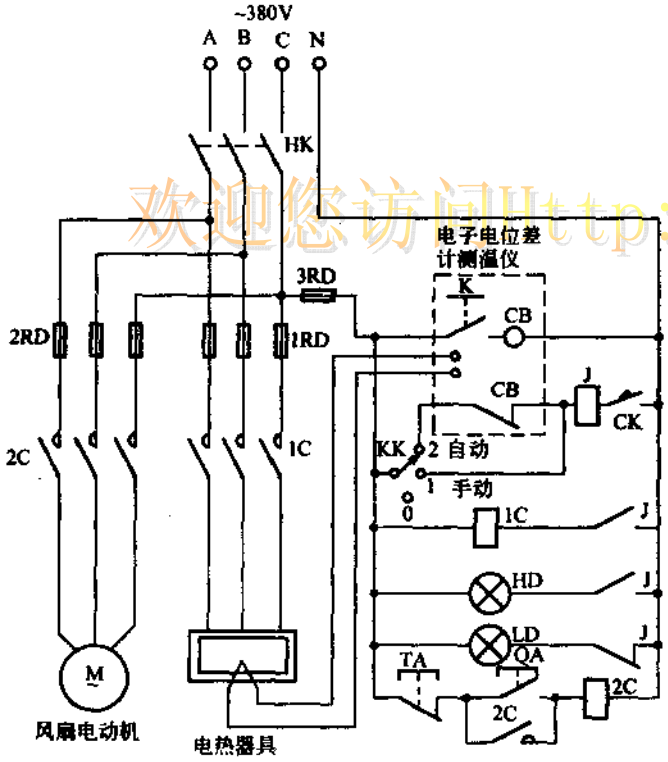


图 146　自动气体循环炉控温线路

(2)自动方式：将组合开关 KK 扳到“自动”位置，这时 KK2 接通。由于电子电位差计测温仪表 CB 在温度低于预定

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

温度时，触头 CB 呈闭合状态，使 J 继电器通电吸合，同时 1C 线圈通电，电炉通电升温；当炉温达到预定温度时，触头 CB 自动分断，使 J 线圈断电，1C 断电，电炉停止升温。实现了自动控温。

QA 为风扇电动机直接控制起动自锁按钮；TA 为其停止按钮。在实际工作中，根据需要可随时手动控制风扇起停。

图中 K 为仪表的电源开关，HD 和 LD 分别为电炉通电和断电指示灯。

147. 车床空载自停

欢迎您访问Http://www.

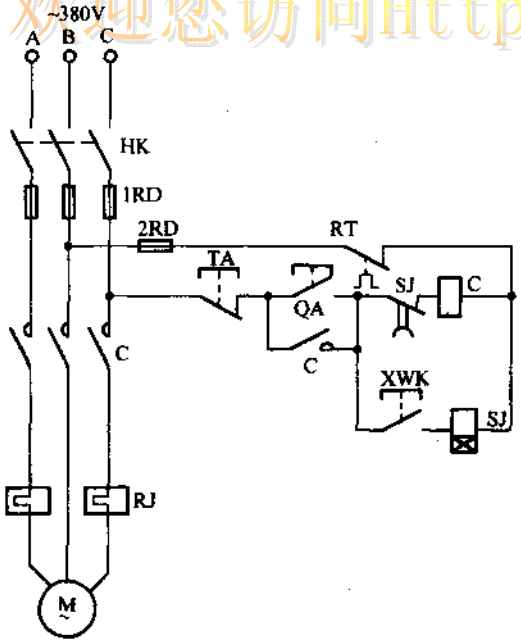


图 147　车床空载自停线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

如图 147 所示是车床空载自停线路。图中 XWK 为限位开关，它受主轴操纵杠的控制。按下按钮 QA，车床电动机起动运转。这时车工可操作操纵杆进行操作，在车工工作时由连动杆使 XWK 断开，在加工停止时，车工控制操纵杆，打到空挡位置，连动杆便压下限位开关 XWK，此时时间继电器 SJ 吸合。如果在 SJ 延时的时间内，限位开关没有复位，则 SJ 将延时切断 C 线圈电源，C 断电释放，电动机停止。SJ 延时的时间可根据车床操作要求来定。如果车工在车床操作时有较长一段时间不工作，即使起动了电动机，空载运行超过 SJ 延时时间，也会自动停车，以节约用电。

欢迎您访问Http://www.

148. 光电控制自动停机

在印刷厂切纸时，往往是把很厚的纸用手放入切纸机内，这时如误用脚踩动切纸开关，切刀就会自动切纸，极易造成工伤。利用光电控制使工人在误操作时使切纸机停机，可避免事故的发生。见图 148 所示。

其工作原理是：由 BG_1、BG_2 组成射极耦合双稳态触发电路，当切纸工人用手放纸时（在机器一边装有灯泡并向另一边照射，另一边装有接收光敏三极管），手正好遮挡住灯泡照射的光线，使光敏管呈高阻值。于是 BG_1 导通，BG_2 截止，继电器 J 释放，因继电器的常闭触点串入切纸机下刀操作的线圈回路，这时即使误踩切纸机下刀开关，也不会下刀，从而避免事故的发生。

149. 电力变压器自动风冷

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。图 149 所示

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

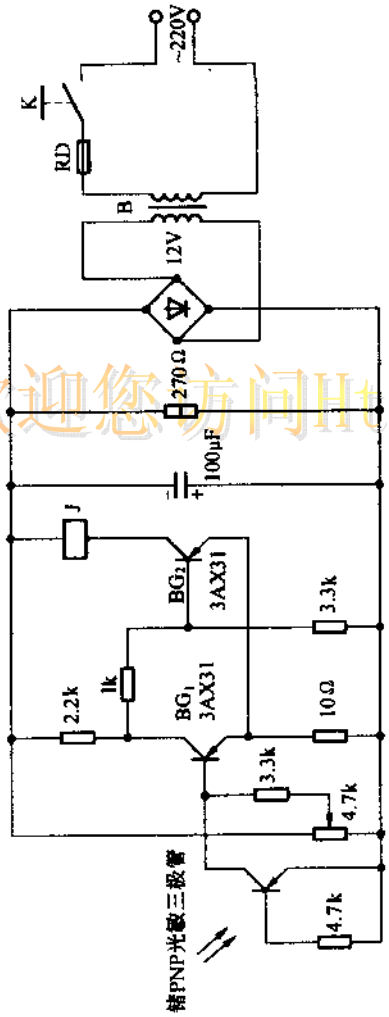


图 148　光电控制自动停机线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

是一种利用电接点温度计改制的电力变压器自动风冷装置线路。在高温时起动吹风机；在低温时，则停止吹风机工作。WJ_1 为电接点温度计的上限触点，WJ_2 为下限触点。当变压器运行、温度升到上限值时，WJ_1 闭合，风扇起动；当变压器温度降为下限时，WJ_2 闭合，J 动作，使风扇停止工作。

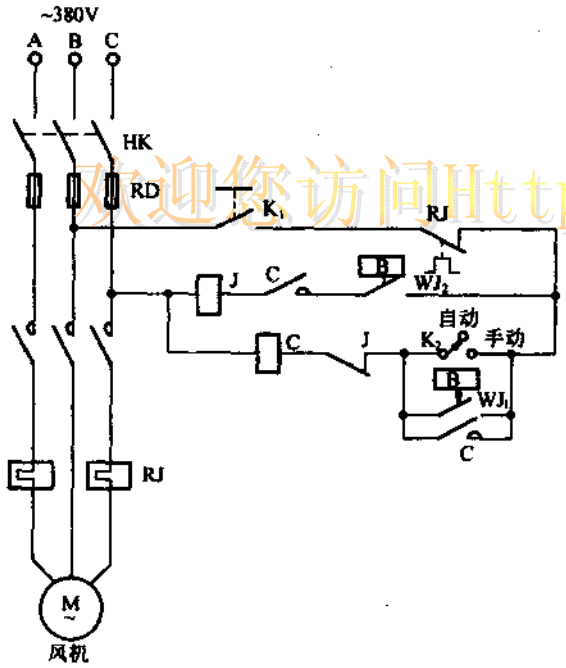


图 149　电力变压器自动风冷线路

150. 齿轮车床空载自停

如图 150 所示是齿轮车床空载自停线路。当车床离合器

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

置于停止位置时，限位开关 XWK 被分断，交流接触器 C 的线圈立即断电，使电动机停止运行。这样便可实现空载自停。

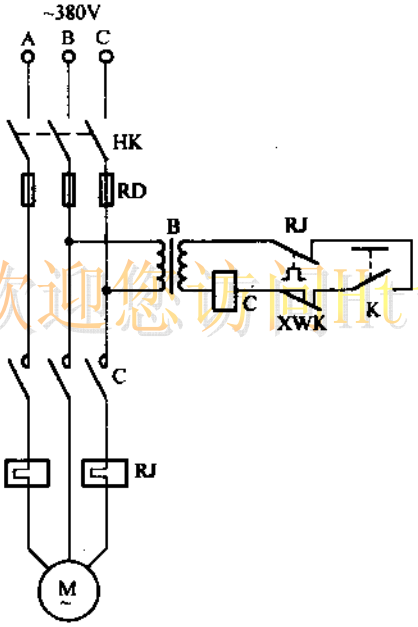


图 150　齿轮车床空载自停线路

151. 砂轮机脚踏开关

如图 151 所示是一种砂轮机脚踏开关线路。脚踏开关 JK 装在砂轮机的旁边，当砂轮磨工件时，只要工作人员踏上开关 JK，电磁开关线圈 JC 立即通电，电动机运转；当工作完毕后，工作人员离开砂轮，脚踏开关 JK 自动开路，电磁开关断开，电动机停止工作。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

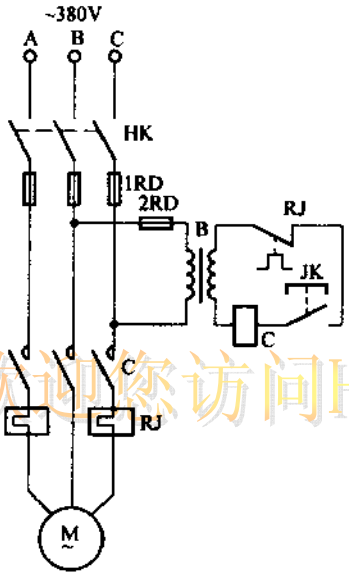


图 151　砂轮机脚踏开关线路

152. 用电接点压力表做水位控制

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。

如图 152 所示，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 K 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 J_1 继电器线圈，继电器 J_1 吸合，接触器 C 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 J_2 接通，J_2 吸合其常闭触点断开 1C 线圈回

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

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，J_1 再次吸合，接通接触器 C 线圈电源，使水泵重新运转抽水。这样反复进行下去，达到自控水位的目的。如需人工操作时，可将线路中开关 K 拨到“手动”位置，按下按钮 QA 可起动水泵电动机，而按下按钮 TA 可使水泵停止向水箱供水。

线路中 J_1、J_2 继电器线圈电压为 380 V，也可使用 JC－10 接触器代替使用。

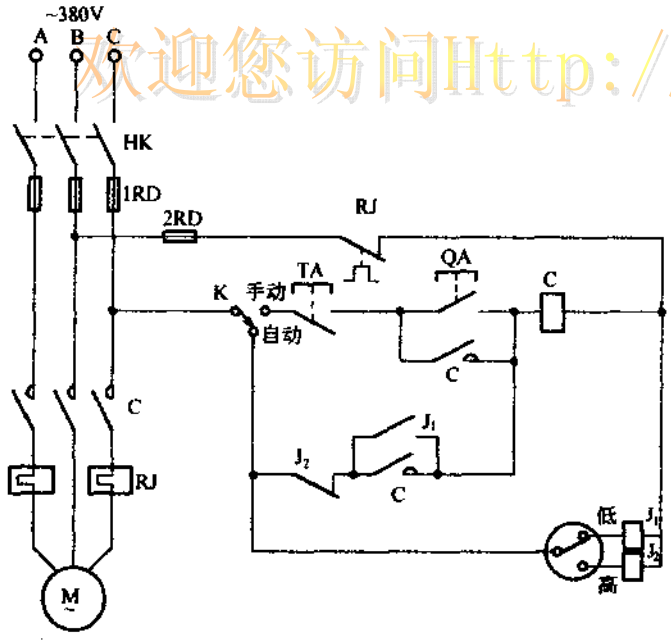


图 152　用电接点压力表做水位控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

153. 简易水位控制

如图 153 所示是一个简单的水位控制线路。当开关 2K

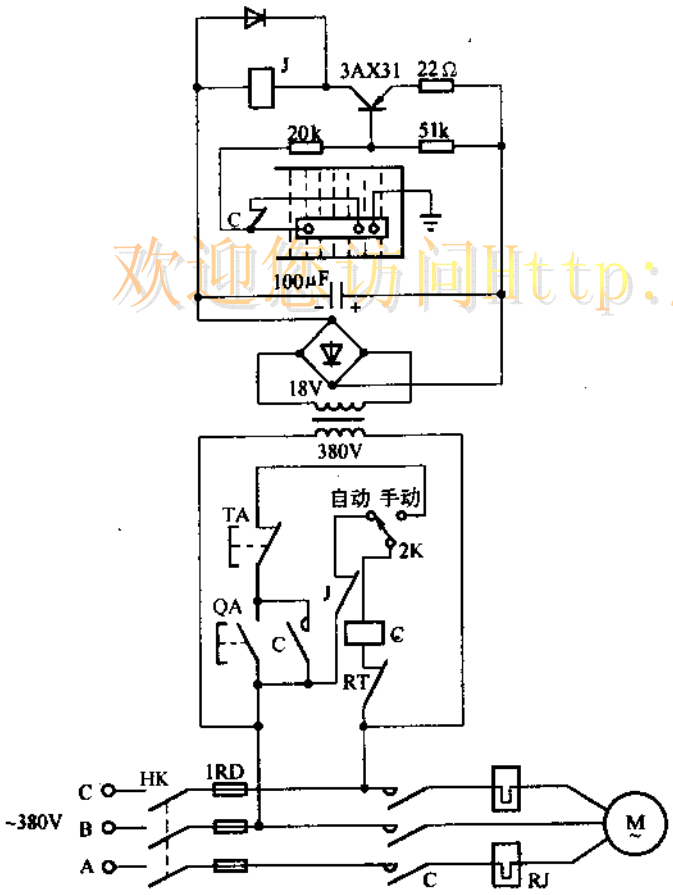


图 153　简易水位控制线路

欢迎您访问Http://w
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

打在“自动”位置时，水泵电动机受继电器J控制。合上开关HK，水泵电动机起动运转，向水池中加水。当水位上升到高水位时，三极管导通，继电器J吸合，其常闭触点切断接触器C线圈通路，水泵电动机停转。当水位下降至中水位以上，高水位以下时，三极管的基极通过C常闭触点接地，三极管继续导通，因此继电器J继续吸合，水泵电动机不起动。当水位下降至中水位以下时，三极管因基极开路而截止，继电器断电释放，水泵电动机又起动。将2K打在“手动”位置时，可通过按钮QA、TA控制水泵电动机的起停。

154. 全自动水位控制水箱抽水

欢迎您访问Http://w

图154是一种晶体管自动水位控制水箱抽水线路。当水箱水位高于c点时，三极管BG_2基极接高电位，BG_1、BG_2导

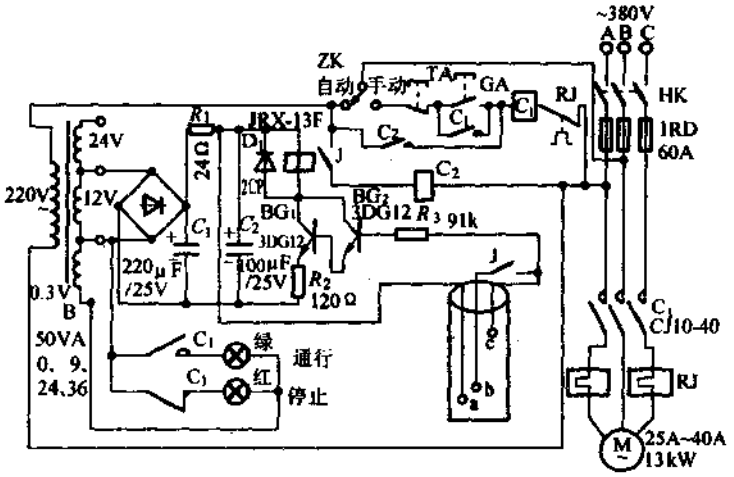


图154　全自动水位控制水箱抽水线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

通，继电器 J 得电动作，使继电器 C_2 也吸合，因此接触器 C_1 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 J 触点闭合，故仍能使 BG_1、BG_2 导通，水泵继续抽水。只有当水位下降到 b 点以下时，BG_1、BG_2 才截止，继电器 J 失电释放，致使水箱无水时停止向外抽水。当水箱水位上升到 c 点时，再重复上述过程。

变压器选用 50 VA 行灯变压器，为保护继电器 J 触点不被烧坏，加了一个中间继电器 C_2。在使用中，如维修自动水位控制线路可把开关 ZK 拨到手动位置，这样可暂时用手动操作起停电动机。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

155. 改进的抽水自动控制

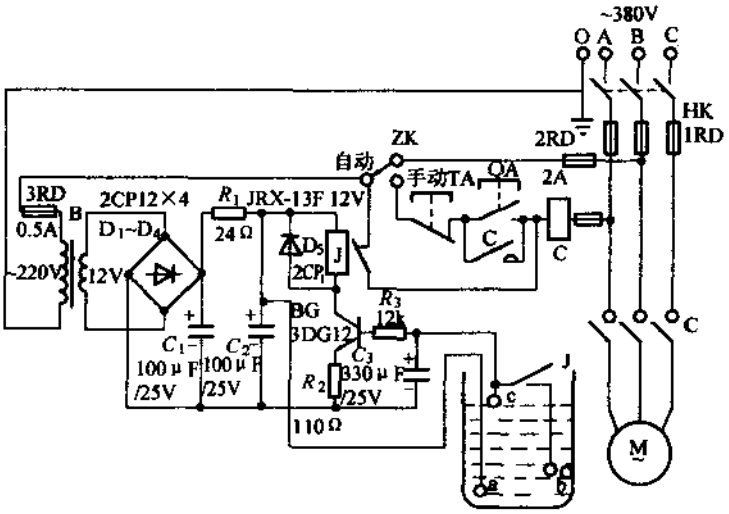


图 155　改进的水位自动控制线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

水位自动控制在实际应用中，因水箱里水面上下浮动，使接触导电触点时通时断，造成接触器频繁吸合释放，很容易烧坏接触器触点。在一般的晶体管水位控制线路中，加一只电容 C_3，使三极管的导通或截止时间延迟，不使接触器马上动作，即可保护接触器触点。如图 155 是改进的水位控制线路（为水箱水满后向外自动抽水线路）。

156. 大型水塔自动控制供水

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 40～75 kW 左右。因此一般都采用工人看守水塔，并且应用降压配电柜来起动电动机。现市场上虽有晶体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供水的控制线路。工作原理是：当 NK 拨到手动位置时，电动机配电柜进行正常的降压起动。当开关 NK 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，BG_2 截止，BG_1 导通，这样使得继电器 J 吸合，中间继电器 Z 也得电吸合，Z 的常闭触点断开，使得起控制指示灯作用。而 Z 的常开触点闭合，接通配电降压起动柜控制线圈回路，使 JC_1 吸合，电动机进行降压起动。降压起动完毕后，SJ 动作，接通 ZJ，其常闭触点断开，JC_1 失电，并使 XC 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，BG_2 导通，BG_1 截止，使 J 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。见图 156 所示。水位下降低于中位时，再度自动起动电机。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

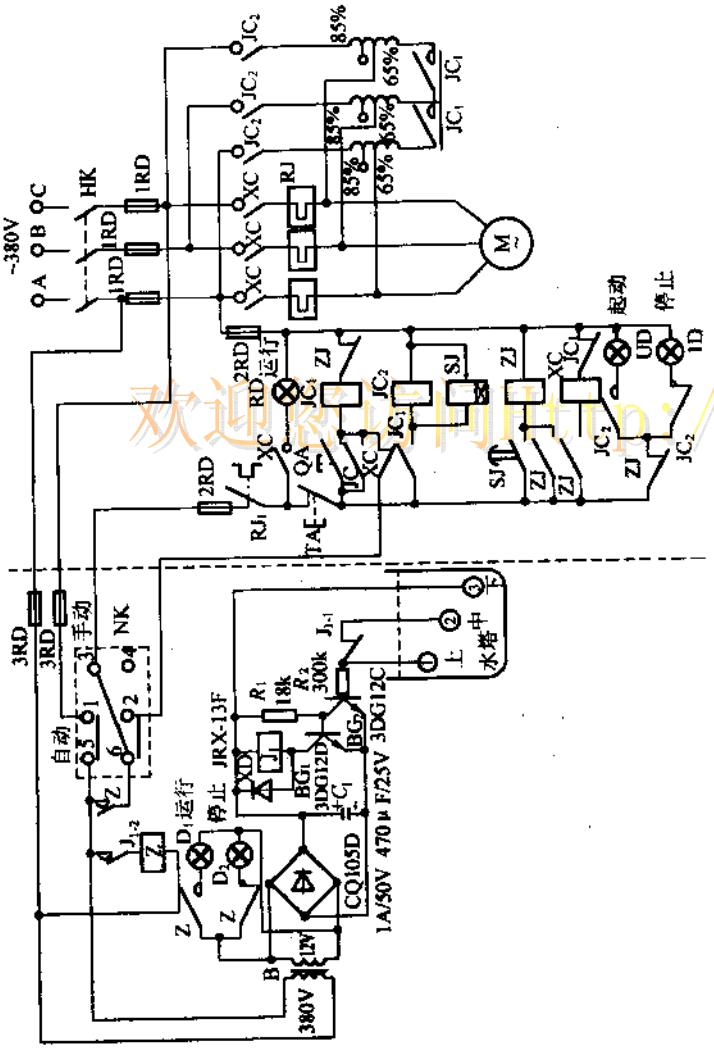


图 156　大型水塔自动控制供水线路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

七、家庭生活电器用品线路

157. 关电视机用干簧管消亮点电路

图 157 是一种关电视机用干簧管消亮点电路。在亮度电位器 W 接地端串联一只干簧管，电视机正常收看时，干簧管触点闭合，电容器 C 充电电压约为 160 V。关机时，干簧管触点断开，由于 C 的容量较大，而且它的主要放电支路已切断，从而使显像管阴极电压将保留一段时间，以截止电子束，达到消亮点的目的。干簧管外面应加绕一个线圈，线圈用 0.1 mm 漆包在骨架上密绕 5 200 匝，线圈一端接地，另一端接电源 + 12 V。

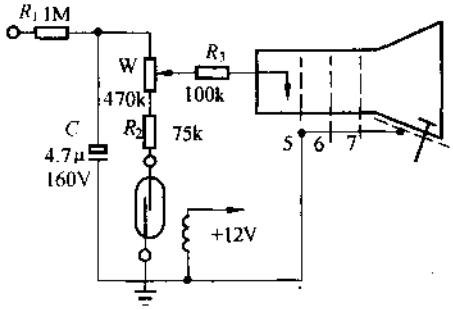


图 157　干簧管消亮点电路

158. 显像管灯丝保护电路

电视机显像管灯丝在冷态时的电阻比热态时的电阻小得多，所以在刚开机时，灯丝瞬时冲击电流很大，灯丝会突然亮

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

一下，从而影响显像管的使用寿命。另外，电视机稳压电源一般没有保护电路，当调整管击穿或基极稳压管断开时，整流输出的直流电压(20 V 左右)会全部加在显像管灯丝上，这就更增加了灯丝烧断的危险。

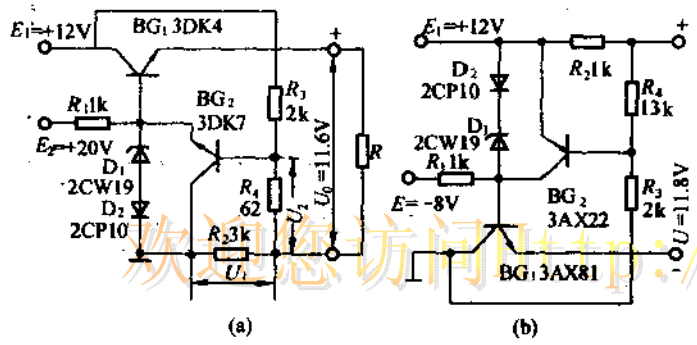


图 158　显像管灯丝保护电路

图 158a 所示电路适用于稳压电源调整管串联于电源正极端的电压，图 158b 所示电路则适用于调整管串联于电源负极端的稳压电路，a 图中 E_1 为稳压电源输出电压，E_2 取自整流输出电压，输出电压 U_0 接入显像管灯丝电路。正常工作时，显像管灯丝处于热态，其电阻值 R 较大，电流较小，电阻 R_2 上压降 U_1 小，BG_2 的基极电压 $U_1 + U_2$ 较低，BG_2 处于截止状态。这时整个电路是一个简单的串联电压反馈稳压电源，BG_1 基极由 D_1、D_2 稳压在 13 V，BG_1 导通。在开机时，显像管灯丝处于冷态，R 很小，电流很大，R_2 上压降上升，BG_2 基极电位 $U_1 + U_2$ 上升到足以使 BG_2 导通，这时 BG_1 基极电位降低，BG_1 的发射极电位(即输出电压 U_0)降低，使负载电流减小。如果稳压电源出现故障，E_1 电位升高，U_2 随之增

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

大，也使 BG_2 导通，BG_1 基极电位下降，从而抑制了输出电压，不使它升高。

电路调整方法如下：首先断开 R_3，用 $R=140\ \Omega$ 电阻代替显像管灯丝（热态），接上电源，这时测量 BG_1 集电极电压应为 12.6 V。如有降低，可减小 R_4，使 U_2 达到 11.6 V。再用 $R=20\ \Omega$ 电阻来模拟显像管冷态电阻，这时输出电压 $U_0 \approx 2.5$ V，可通过 R_2 来调整。

R_2 功率较大，可用 ϕ0.1 mm 漆包线绕在电阻上使用。

159. 显像管灯丝的过压保护电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

过压保护电路原理如图 159 所示，仅用 2 只三极管和 3 只电阻构成。BG_1 和 R_1 作限流保护用，使开机瞬间的灯丝电流不超过额定值的 1.2～1.5 倍。当灯丝正常工作后，BG_1 就处于饱和状态，管子上只有 0.2 V 的饱和压降，对灯丝电路无影响 $R_1=(E-0.6)\Big/\dfrac{(1.2\sim1.5)I}{\beta}$，式中 β 是 BG_1 电流放大倍数，E 电源电压，单位为 V；I 为灯丝额定电流，单位为 A，其值为 85 mA 左右，也有的进口管（如 $12VCAP_4$）额定电流为 130 mA 左右。但是当 BG_1 基极电流太大，就失去了限流作用，灯丝在大电流下长时间工作就会烧毁。所以接入了由 BG_2、R_2、R_3 组成的过压保护电路。BG_2 工作在临近放大状态的截止区，平时 BG_2 有一定的导通，相当于一个阻值很大的电阻，对 BG_1 基极无分流作用。当电源电压升高时，通过 R_2、R_3 分压，BG_2 基极电压随之升高，此时 BG_2 进入导通状态，电源电压升高得越多，BG_2 导通的程度就越深，就等于在 BG_1 基极并联一个分流电阻。随着输出电压的变化，BG_2

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

对 BG_1 的分流程度也不同，可使 BG_1 从饱和导通到完全截止。实际上，当电源电压从 12 V 升到 14 V 时，BG_1 就完全截止了，这样就保护了显像管。此保护电路，不论整机电路是正极接地还是负极接地都可使用，不需要作任何改动。

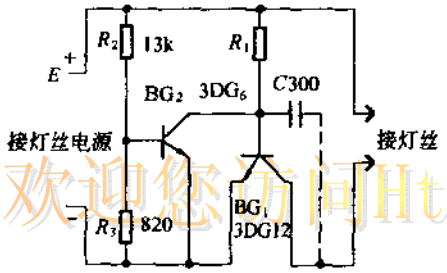


图 159　显像管灯丝过压保护电路

BG_1 采用 3DG12 或 3DK4 等型号的管子，要求 $U_{(BR)CEO} \geqslant 25$ V，$P_{CM} \geqslant 500$ mW，$\beta = 50 \sim 80$。对于 3DG27 等一类的高反压管，因集电极—发射极间的饱和电压较大，不宜使用。BG_2 采用的管子型号为 3DG6 或 3DK3、3DG8 等，要求 $U_{(BR)CEO} \geqslant 25$ V，β 为 80 左右。所有电阻都用 RTX 型 1/16W 的碳膜电阻。

调整时，先按图 160 接好，测试电路接灯丝电源。改变 R'_1 的阻值，使电流表的读数为所限定的电流值（如 85 mA）。然后用万用表测出此时 R'_1 的阻值，换成相应的固定电阻。接入 R_F 是为了防止 BG_1 在调整过程中集电结功耗过大而烧毁管子。

限流保护电路调整完后，再调过压保护电路。过压保护电路的调整如图 161 所示。从大到小改变 R'_2 的阻值，当电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

流表的读数将要减小但还没有减小时，R'_2 阻值就是所需要的 R_2 值，换上相同阻值的固定电阻即可。在调整保护电路时，可能会出现电流表指示值超过 500 mA 的情况，这是 BG_1 自激造成的。这时可在 BG_1 的基极及集电极间加接一只电容，如图 161 中虚线所示。此电容不宜过大，否则 BG_1 不易导通，但也不能太小，否则不能抑制自激，以 300 pF 为好，选用小型瓷片电容即可。

安装时，只要把显像管灯丝接线焊下来（即管座的 3、4

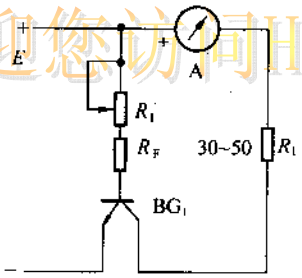


图 160　调整限流保护电路

脚），将保护电路输出端直接焊接固定在管座上，将原灯丝接线按正负焊在线路板的输入端。

加了保护电路后，由于 BG_1 的限流作用，灯丝在开机时就不会被烧得白炽，而是呈暗红色，对显像管的起动没有影响。

160. 晶体管电视机加装高压延时电路

高压延时电路的电路见图 162。电路一接通，由于电容器 C_1 两端电压不能突变，A 点电位为零，BG_3 不导通，BG_2 因此截止，同时因 R_2 上无电压降，B、C 两点同电位，BG_1 亦截

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

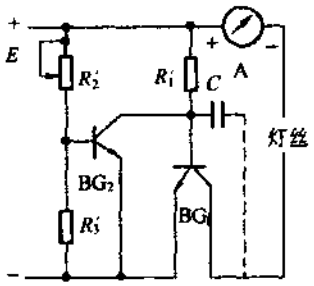


图 161　调整过压保护电路

止。故无直流电压输出，行扫描电路不工作。随着 R_1 对 C_1 的充电，A 点电压逐渐上升，BG_3 的 b－c 极间反向电阻随之逐渐减小。当 A 点电压上升到 7 V 左右时，BG_3 的 b－c 极间反向电阻降到 20 kΩ 左右，使 BG_2 的基极电压升高，BG_2 导通。这时流过 R_3 的电流增加，B 点电位下降，又使 BG_1 导通。只要适当选择 R_2 和 R_3 的阻值，可以使 BG_1 饱和，这

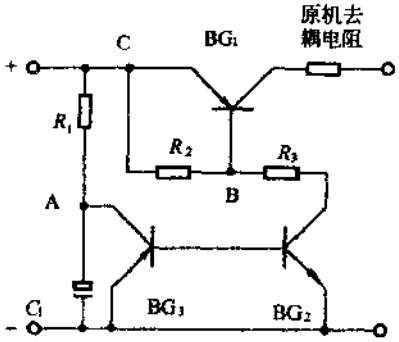


图 162　晶体管电视机加装高压延时电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

样，直流电压才馈送到行振荡级，使行扫描电路正常工作。

为稳定延时时间，C_1 的漏电流和晶体管的穿透电流应尽可能小。

161. 运放 FC52 接成电视机高压延时电路

在晶体管电视机里，由于采用了高压硅堆，所以在电视机一开机即有 9 000～14 000 V 电压加到显像管第三阳极上，而此时显像管灯丝还未热透，这样无形中会缩短显像管寿命。当使用高压延时电路后，电视机一开机，显像管灯丝先预热，而第三阳极高压要经过 30 s 到 1 min 再加到显像管上，延长了显像管寿命。图 163 所示电路是高压延时电路的接线图。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

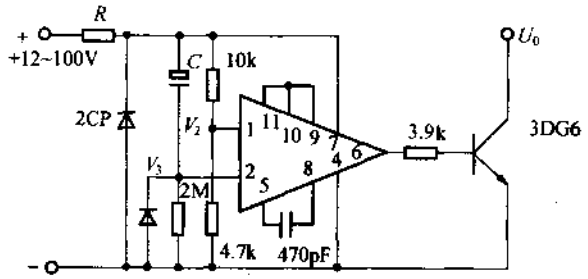


图 163　集成电路组成的电视机高压延时电路

具体接法：当电视机电源为 + 32 V 时（如友谊 16 英寸），R 用 3.9 kΩ；当电视机电源为 12 V（12 英寸），R 用 1.2 kΩ。输出（3DG6 的集电极）接行推动管（一般该管为 3DG12）的基极。开机时，由于 $V_3 > V_2$，所以 FC52 输出高电平，3DG6 饱和，于是行推动管截止，行输出不工作，没有 9 000～14 000 V 高压输出，30 s 到 1 min 后，由于电容 C 充电，使 $V_3 < V_2$，于

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

是 FC52 翻转，输出低电平，3DG6 截止，行推动恢复正常工作，产生高压加到显像管第三阳极，电视机屏幕亮。当电容 C 采用 10 μF 时，延迟约 20～30 s。调试时，只需将万用表直流电压挡连接 U_0 端，即可看到输出是高电平还是低电平。如果 3DG6 用业余品，只要求功能而不要求参数。运算放大器用其它型号效果一样，只要管脚对应即可。

162. 两台电视机共用一副接收天线

天线和电视机联接时，应该阻抗匹配。用特性阻抗为 300 Ω 的扁平馈线连接时，一副天线接一台电视机，两者的阻抗都是 300 Ω，全线处于匹配状态，电视信号能顺利地进入电视机；两台电视机合用一副天线时，只要采用图 164 所示的连

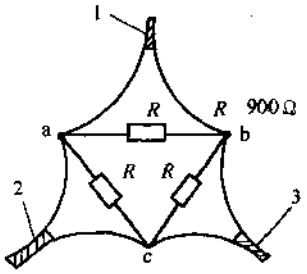


图 164　两台电视机共用一副接收天线电路

接方式，把 3 只 900 Ω(或 910 Ω)的电阻接成三角形即可。三角形的一边接入天线引下的馈线，另外两边分别用馈线引入电视机。这样在电视机一侧，馈线的 300 Ω 阻抗分别与三角形端面的 900 Ω 电阻并联，其阻抗为两个并联阻抗串联以后又与天线一侧的 900 Ω 电阻并联。这样 a－b 端面上实际具有 300 Ω 阻抗，正好等于天线引下的馈线特性阻抗 300 Ω，所

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

以天线到三角形处完全匹配了。同样，从 a－c 端面向电视机 A 看去的阻抗也是 300 Ω，从 b－c 端面向电视机 B 看去的阻抗也是 300 Ω，都属于匹配状态。

163. 高低频道共用电视天线

X 型两频道电视接收天线的外形及尺寸见图 165。现以二、八频道为例，介绍一下各振子及相互距离的计算方法和安装制作。

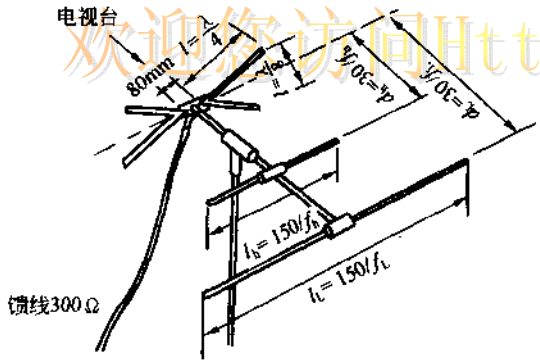


图 165　高低频道共用电视天线

X 型天线的四个主振子长度 l，均等于所接收的最高频道的中心波长 λ_h（八频道 $\lambda_h=1.6$ m）和最低频道的中心波长 λ_L（二频道 $\lambda_L=4.96$ m）算术平均值的 1/4。高低频道的中心波长的算术平均值 $\lambda=(\lambda_h+\lambda_L)/2=3.28$ (m)。所以 $l=\lambda/4=3.28/4=0.82$ (m)。同一侧的两个主振子，固定在 8～10 mm厚塑料支架一端，然后联接在一起，两振子的张开距离

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

等于上述算术平均值的1/8，即 $l=\lambda/8=3.28/8=0.41$（m）。两侧两副主振子的距离为60～80 mm。反射振子的长度按下式计算：高频道反射振子的长度 $l_h=150/f_h$（m），其中，f_h 为高频道的中心频率（MHz），八频道的中心频率为187 MHz。所以 $l_h=150/187\approx0.81$（m）；低频道反射振子的长度 $l_L=150/f_L$（m），其中，f_L 为低频道的中心频率（MHz），二频道的中心频率为60.5 MHz。所以，$l_L=150/f_L\approx2.48$（m）。高频道（角 $\alpha=30°$）；输入阻抗略小于300 Ω，因此，可与平衡扁馈线直接配接。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

天线振子的制作材料可用 $\phi10$～$\phi20$ mm 的铝管或铜管，管径越大，通频带越宽，性能越好一些。天线支架的横杆，可用木材做成矩形，也可用金属杆，但所有振子均应与金属杆绝缘为好。装好后俯视时，两边两副主振子的夹角应小于180°（约为150°），这样，天线的方向性会更佳。反射振子应水平安装，轴线与X型主振子的中心轴线平行。

高频道（即八频道）反射振子与主振子间的距离 $d_h=30/f_h=30/187\approx0.16$（m）；低频道（即二频道）反射振子与主振子间的距离 $d_L=30/f_L=30/60.5\approx0.5$（m）。此天线的参数：增益为6dB；前后比为20 dB；方向夹角 $\alpha=30°$；输入阻抗略小于300 Ω。因此，以水平使用效果较好。由于电路简单，尤其适合业余爱好者装置。

164. 单管电视天线放大器

这里介绍一种单管电视天线放大器，增益可达20～25 dB，在离电视发射台40～50 km范围内使用效果较好。由于电路简单，尤其适合业余爱好者装配。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

单管电视天线放大器的电路如图 166 所示。它主要由放大器和电源两部分组成。因为放大器要安装在室外电视天线附近，若用干电池作电源，定期更换比较麻烦，所以这里的供电方法比较特殊，供电线在此处同时又是高频信号的传输线，它一方面从放大器取出传输的高频电视信号；另一方面又将交流电源通过传输线加给放大器。

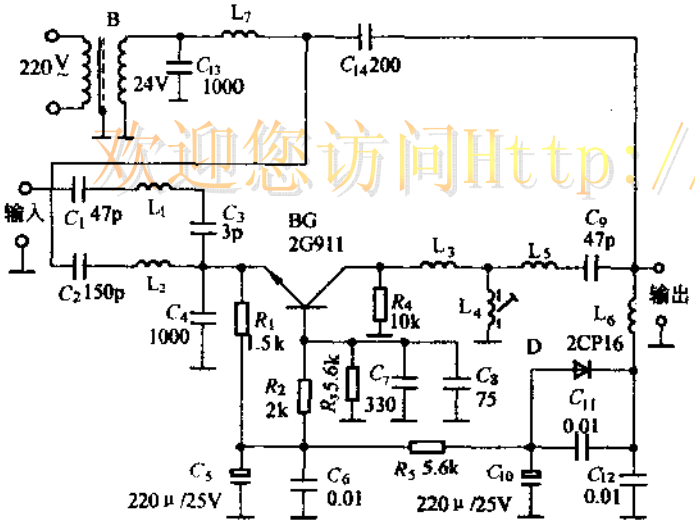


图 166　单管电视天线放大器电路

图 166 中，L_1、L_2、C_1、C_2、C_3 和 C_4 组成带通滤波器，仅让 VHF 电视通过，将信号加至 BG 的发射极。由于放大器工作频率很高，故采用共基极放大电路，以获得输入阻抗低，稳定性好，增益高的效果。电阻 R_2、R_3 是晶体管 BG 的偏置电阻，改变 R_2 阻值可调节放大器增益。电容 C_7、C_8 使高频信

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

号接地。由于此放大器频率范围较宽，故对不同频率下产生的容抗不同，为了能适应1～12频道均匀放大的需要，使用了C_7、C_8两只旁路电容，其容量分别为330 pF和75 pF，以使整个频率内BG基极对地的容抗都最小。

电感线圈L_3、L_4与晶体管BG的输出端分布电容构成一个并联谐振回路，从而获得Q值高、通频带较宽的特点。为了使放大器有足够的带宽，电路中加有阻尼电阻R_4，通过降低回路Q值，使谐振频率为45～90 MHz。电感L_5与电容C_9组成一个串联谐振回路，谐振频率为160～230 MHz。上述一串一并两回路参差谐在45～230 MHz范围内，故放大器对1～12频道电视信号均能起到良好的放大作用。

该天线放大器的电源部分由电源变压器B和高频扼流圈L_7、滤波电容C_{13}等组成。变压器B的次级绕组为24 V，D为整流二极管，整流后由C_{10}、R_5、C_5、C_6、R_1和C_4组成滤波电路去耦滤波后，供放大器使用，整流滤波后的直流电压为10 V左右。图166中L_6为高频扼流圈，C_{12}为高频旁路电容，用于滤除留下的高频成分。

165. 元器件的选择

本电路中所有电阻均采用0.5 W或0.25 W，RJ型金属膜电阻，合成电阻和碳膜电阻不宜采用。电容器除C_5、C_{10}采用电解电容外，其余均采用CCX－1型瓷片电容或CI型高频独石电容。这类电容不仅体积小，而且引线电感小，适用于高频电路。

晶体管BG要求$f_T \geqslant 800$ MHz，$NF \leqslant 4 \sim 5$ dB，本电路选用2G911，如无该型号管子，也可用2G910、2G912、3DG84、

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

3DG80B、3DG56B 等型号的管子代换，晶体管 β 值在 60～120 之间为宜。管子质量对制作效果影响很大，不宜采用处理品或业余品。

电感线圈 L_1～L_7 均采用 ϕ0.55～ϕ0.72 mm 的 QZ 漆包线绕成 ϕ5 mm 直径的空心线圈，具体绕制数据见下表。

线圈编号	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7
匝数	12	$5\frac{1}{2}$	12	10	$5\frac{1}{2}$	21	21
绕法	ϕ5 空心线圈			ϕ5 绕圈中间加高频磁心	ϕ5 空心线圈		

欢迎您访问Http://w

需要说明的是 L_4 需要加高频率磁心，如果用镀银铜线绕制，则效果更好，不过圈与圈之间要留 0.5 mm 的间距，以防短路。

电源变压器 B 可用普通电子管收音机的输出变压器铁心，截面积尺寸为 1.5×1.5 cm^2。初级用 ϕ0.07 mm 漆包线绕 3 960 匝，次级用 ϕ0.12 mm 漆包线绕 454 匝，初、次级间加静电屏蔽层，以减小电网对天线放大器的干扰。

印刷板最好用聚四氟乙烯敷铜板，不仅绝缘性能好，而且高频介质损耗小；如无此材料，也可用玻璃纤维环氧敷铜板，介质损耗较以上者为大；纸质纤维敷铜板不适宜在天线放大器采用，应特别注意。

166. 安装制作要点

放大器印刷电路板及其元件布置见图 167；电源部分印刷

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电路板及其元件布置见图 168。元件布置应十分紧凑，尽量缩短连线。晶体管 BG 的管脚焊接点，要特别注意焊接方法。

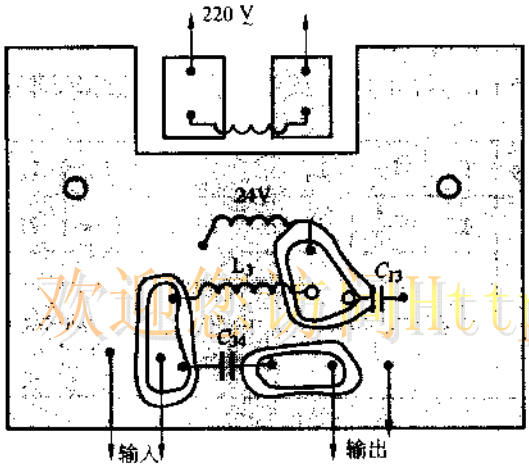
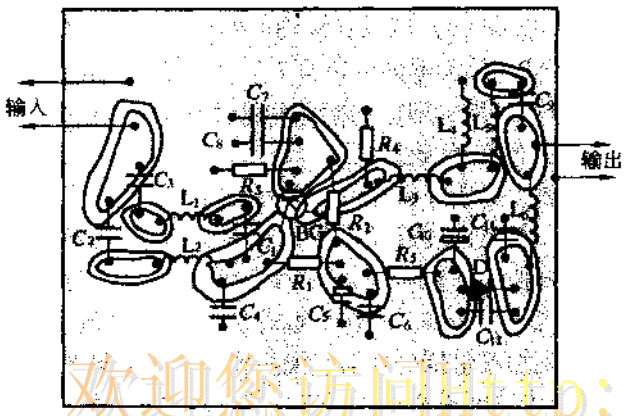


图 167　放大印刷电路图

比较好的方法是用螺钉穿过敷铜板接至屏蔽盒上，接地脚用螺钉紧固接地，这样可以有效防止寄生电容和减小寄生振荡的产生。电路中所有线圈用一只 ϕ0.5 mm 心棒绕制，L_1、L_2 应紧靠输入级，L_6 紧靠输出级，以防高频自激产生。线圈在心棒上绕好后，圈间距保持在 0.5 mm 即可，不宜拉得过长，整个印刷电路板装在屏蔽盒内（用 0.2～0.3 mm 厚的薄铜板），注意诸线均用地线包围，以获得良好的屏蔽。

天线放大器的输入、输出阻抗为 75 Ω，用高频电缆从屏蔽盒内引出。高频电缆选用 SYV－50－2－2 或 SWY－75－5－1 型，或者用 SS75－5－4 型电视专用电缆。普通多股心线的屏蔽电缆不宜采用，因为它的高频损耗太大。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com



欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 168　电源部分印刷电路图

因超高频管 BG 基区很薄，很容易击穿，在集电极开路状态时不能通电；另外，在焊接管子时，烙铁应有良好的接地，调试时也不允许使用通电的烙铁焊晶体管，以防损坏。

167. 调整与使用

安装完毕后，经仔细检查无误后方可通电调整。首先，用万用表将晶体管集电极静态电流调至 3 mA 左右。将万用表串入集电极回路，观察表针变化，并用手触碰集电极回路的其它元件。如果变化很大，表明放大器本身有自激振荡，应先加以排除。排除方法是先检查各焊点有无虚焊、假焊，再检查基极回路电容是否良好，去耦电路各元件是否良好。一般按比例顺序检查，可以排除自激故障。

业余条件下因无扫频仪，可通过收看电视节目来进行调整。先将天线接在放大器输入端，输出端接上电视机，调整天

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

线方位，使图像、伴音最佳。然后调整晶体管集电极回路的L_4（包括L_1的磁心），以及各线圈的间距，尽量使接收效果达到最佳。此时，放大器即可正常工作。若使用扫频仪调试，则可迅速、方便地调出理想的幅频特性曲线来。调试方法因各种书刊多有介绍，此处从略。

天线放大器应安装在电视室外天线离天线振子1.5 m左右的下方。如离得过近易产生自激振荡，影响收看效果。引入馈线最好使用高频电缆，这样不但噪音小、抗干扰好，而且高频损耗也小。如用300 Ω平衡式馈线，则需在放大器输入、输出端分别加接阻抗变换器。天线放大器的电源部分安装在室内，而放大器因需安装在露天，故要用塑料布或其它盒子封装好，以防雨淋日晒损坏。

168. 抑制电视机蜂音的一种方法

电视机产生蜂音是一种常见故障。一般情况下，它是由于电视信号中周期为20 ms的场扫描频率对伴音调频信号的寄生幅度调制所引起的。

在超外差内载频电视机中（国产电视机几乎都采用这种形式），图像中频信号和伴音调频信号是通过公共道后加到检波二极管上的。这时，若两者幅度比例不当，即伴音调频信号幅度过大，就会造成图像信号对伴音调频信号的寄生调幅，这样就会产生伴音蜂音。

为了排除这一故障，我们可以调整中放30.5 MHz的吸收点，或调伴音比例鉴频器，以提高S曲线的对称性和线性度，这样有利于提高比例鉴频器所具有的自动限幅作用。但是，有时还是不能令人满意，特别是业余爱好者自制的电视机。往往因为选用的中放正向AGC管是次品，当外来信号变

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

化时，不能保证中放幅频特性完全不变。也就是说，当 AGC 电压变化时，正向 AGC 管将影响通带内各频率的变化。这样，就有可能发生伴音蜂音。为了克服这一弊病，可在伴音比例鉴频器的输入端加接一个由两只开关管 2CK1 组成的零偏压双向限幅器（如图 169 中的 D_1 和 D_2）。这样加接后，要适当地提高一下伴音中放和伴音低放的放大量就能获得满意的效果。2CK1 的开在特性越好，对伴音蜂音的抑制就越好。

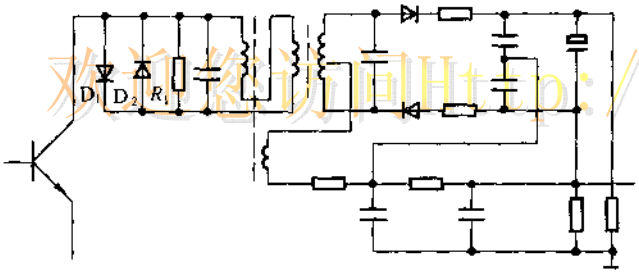


图 169　抑制电视机蜂音的电路

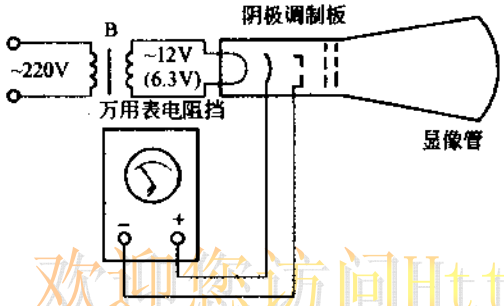
169. 复活彩色显像管的简单方法

彩色显像管用久了就会老化，可以用万用表进行简单的测量。如图 170 所示，将显像管灯丝接上额定工作电压，把万用表拨到电阻挡，正表笔接显像管的阴极，负表笔接调制极。显像管灯丝在加热状态下，阴极发射的电子将部分地打到调制极上去，如果阴极发射电子能力强，打到调制极上的电子就多，阴极与调制板之间的电阻值就小；反之阻值就大。利用这一特点，测量其阻值大小就可以判断显像管的老化程度。正常情况下，$R<10\ \text{k}\Omega$，说明阴极发射电子能力是强的，显像管

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

还有较长的寿命。当 R 在 100 kΩ 左右时，表明显像管已老化，但如果经复活处理，还可继续使用一段时间。



欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 170　测量彩色显像管示意图

对于彩色管来说，它有红、绿、蓝三个阴极，因此可测得三个电阻值。不仅要求三个枪的电阻值要小，而且还要求它们的阻值尽可能一致，否则彩色管会失去自平衡。

如显像管三支枪都已老化，可同时进行复活，方法与黑白管相同。如额定灯丝电压为 6.3 V，可提高 9 V；如额定灯丝电压为 12 V，可提高到 16 V。同时在调制极加上 5 V 的正电压，保持 5 min 左右。如果仅一支枪老化，可单独进行复活。因绝大多数彩色管红、绿、蓝三枪的灯丝是并联的，复活时如将灯丝电压提得过高，会影响两个正常阴极的使用寿命。所以复活时灯丝电压不要提得过高，原 6.3 V 的，可提高到 7.5 V；原 12 V 的，可提高到 15 V，同时让需要复活的那个电子枪的调制极比阴极高出 5 V 的正电压，保持 10 min 左右。

用此法复活彩色管应掌握两条原则：

(1) 对严重老化的显像管（阴极、调制极间电阻 $R \geqslant$

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

100 kΩ),可提高复活规范,适当增加灯丝电压,并增加调制极对阴极的正电压,适当延长持续时间。

(2)对一般老化的显像管(R 为几十 kΩ)来说,不宜随便提高复活规范,要持续 5 min 后装机试看,如图像亮度基本满意就可以了,随意提高规范会影响显像管寿命。如装机试看仍嫌亮度较暗,可稍提高规范再进行复活。

170. 一种提高显像管灯丝电压的方法

9 英寸和 12 英寸显像管灯丝,一般是由 12 V 稳压电源供电。当显像管衰老时,常常需要提高灯丝电压来提高显像管的亮度。但稳压电源电压的提升是有限度的(最高不宜超过 13 V),如果升过多,除引起光栅幅度增大和整机功耗增加外,还容易引起功率级(特别是行输出)电路过载,造成元器件损坏。另外,如遇电压低落,还会使电源波纹增加,引起图像扭曲。

如采用电源变压器次级(16～18 V)交流电压或整流后的直流(18～25 V)电压经降压来供电,也会因电网电压的变化而使输出电压波动,对显像管阴极寿命有不利影响。

如利用行输出级提升电容的电压来提高显像管灯丝电压,效果较好,且简单易行。电路如图 171 所示。在提升电容 C 的正极上,对地有 25.5～27 V(各种机型不同,可能略有差异)的稳定电压,利用电容 C 两端的 13.5～15 V 直流以电压供灯丝使用是很适宜的。图中灯丝串联电阻 R 是用来控制灯丝电压用的,可根据显像管阴极衰老的程度在 5～30 Ω 之间选取,对于有些机型来说,C 两端电压可能稍偏低,此时电阻 R 也可省去不用。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

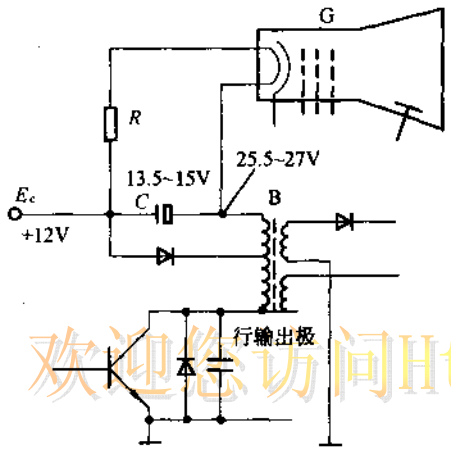


图 171　提高显像管灯丝电压的电路

171. 5G317 电视机集成稳压器的应用

5G317 集成电路是双列直插式 8 脚封装。它是专为 9 英寸和 12 英寸黑白电视机生产的集成稳压器，具有取样基准、电流放大等部分，外加调整管和少量元件使能方便地使用。

5G317 的接线应用如图 172 所示。

在应用中，5G317 的最高输入电压应小于 25 V，5G317 的输出电压为 10～18 V，最大输出电流（不外接调整管）为 30 mA，内阻≤1 Ω。图示线路输出电流可达 2 A，调节 1.5 kΩ 电位器可以改变输出电压。

172. 简单易行的电视馈线匹配法

在电视外接天线接收条件较差时，环境噪声严重，画面粒

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

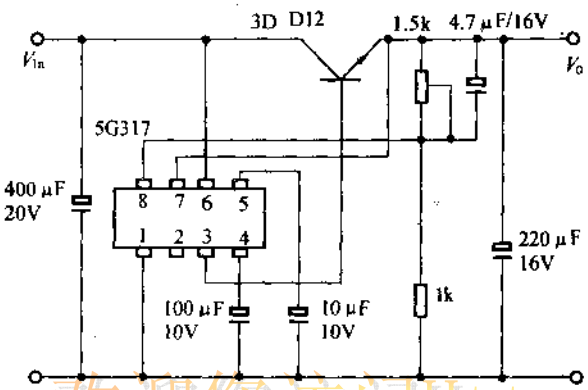


图 172　电视机集成稳压器电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

子粗大，呈现雪花状背景，严重影响收看效果。在天线馈线输入端并入一根双股平行胶质短路线（见图 173），长度为 λ/4，可明显改善画面质量。

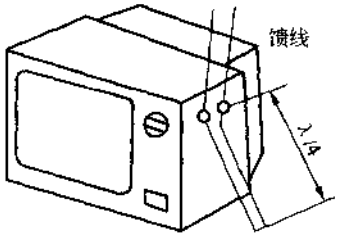


图 173　简单易行的电视馈线匹配示意图

其基本原理如下：对某一频道而言，它的中心频率为 nMHz，中心波长为 λ，短路线长 λ/4，对该频道中心频率具有无穷大的阻抗特性，而对偏离 nMHz 的其它噪音信号（包括

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

伴音信号)都不满足短路特性,具有一定的衰减作用。因此,这种短路线提高了该频道的信噪比。

根据上述原理对五、八频道的中心波长,使用 $l=0.42$ m 的双股胶质平行线作匹配线。由于五频道的中心波长为 3.41 m,八频道的中心波长为 1.60 m,因此 $l=\lambda_8/4=\lambda_5/8$,结果使五、八频道接收效果都有了明显的改善。对八频道的作用,按上述原理很容易理解。由于 $l=\lambda_5/8$,它构成了五频道中心频率的反射器,理论上它能将馈线上传输过来的信号完全反射至电视机馈线端子,而对偏离中心频率 88 MHz 的其它信号的反射作用较差。这样,它同 $\lambda/4$ 短路线一样,明显地抑制了所选频道以外的各种噪声,改善了画面质量。虽然这样做使伴音信号有所衰减,但它并不影响接收效果,因为一般电视机的音量都有很大余量。

除五、八频道可共用 $l=0.42$ m 的短路线以外,其余频道凡满足:$\lambda_a=N\lambda_b$,λ_a 为当地两个频道中频率较低一个的中心波长,λ_b 为较高一个的波长,$N=2$、3(或 4)的条件,都可使用 $\lambda_b/4$;凡不符合 $\lambda_a=\lambda_b$ 条件的,都需单独采用 $\lambda/4$ 短路线。

为使短路线与馈线、电视机输入端更好地匹配,短路线最好采用 $D:d=6:1$ 的平行馈线(d 为金属导线直径,D 为导线间距离)。这种馈线的特性阻抗接近 300 Ω。

173.1.5 V 电视机伴音接收机

一般普通的半导体收音机,是不能收到电视伴音信号的。但是,只要在靠近半导体收音机磁棒线圈的地方,放置一只简单的电视伴音接收附加器,便能使半导体收音机稳定地接收到清晰的电视伴音节目。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电视伴音接收附加器的电路如图 174 所示。该电路是在电容反馈式振荡电路基础上，引入控制电压完成调频超再生接收功能。也就是把电视伴音的调频波变成调幅波，同时又用本身电路振荡的发射，被半导体收音机接收，并经检波、放大，最后由扬声器，还原出声音来。所以，该电路既是“调频接收机”，又是一架小小的“调幅发射机”。

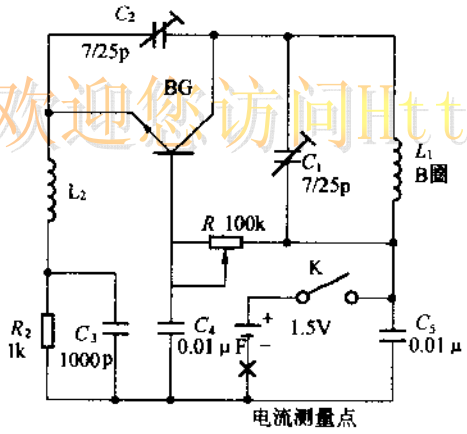


图 174　电视机伴音接收机电路

图中 L_1、C_1 为并联谐振伴音接收回路，L_2 为高频阻流圈，C_2 为反馈电容，R_1 为偏流电阻，R_2 为直流反馈电阻并与 C_3 在电路中产生控制电压，C_4 为高频旁路电容。

电感线圈的绕制：绕线圈 L_1，用 $\phi 1 \sim \phi 1.5$ mm 的铜线，在 5 号电池上平绕 6 圈，取出电池，然后把线圈拉长到 25 mm 左右即可。阻流线圈 L_2，用 38# 漆包线在 1/4W、100 kΩ 以上的碳膜电阻上，分两段共乱绕 80 圈，两端线头可直接焊在电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

阻引出线上。

本机原则上只适用于1～5频道，且在距电视发射天线5～10 km的范围内可取得较好的效果。晶体管BG选用高频小功率NPN型硅管，$f_T > 250$ MHz，$\beta > 40$，如3DG6C、3DG8C、3DG9E、3DG12C等。如想收听6～12频道的伴音，L_1圈数要大大减小，且选用2G211、3DG11F、3DG15、3DG17等f_T高的晶体管，但实际调试比较困难。

调机时，把伴音附加器放在半导体收音机机壳上（靠近棒线圈的地方），收音机调在540 kHz或1 600 kHz附近。当有电视播音时，一般调节C_1即能收到微弱的电视伴音信号，然后把伴音接收机适当移动位置或转动一定的角度，使伴音最响。若接收噪声大，人体感应严重，多数情况属于接收机地点的电场强度弱。解决的方法：①携带伴音附加器和收音机，在房间内走一圈，同时不断转动接收机的角度，寻找最响位置，再反复细调R_1、C_1、C_2即可；②在原试验地点，用一根1.5 m长的电线，一头在伴音附加器机壳上绕2圈，另一头拖着。

174. 提高已磨损磁头的录放音效果

录音机磁头在录、放过程中会被磁带逐渐磨损，工作缝隙增大，使高音受到损失，于是声音变轻，失真增大，最后模糊不清。为应急使用，可以在电路上采取下述的一些简单措施来补偿频率损失，从而延长磁头使用寿命。

（1）增加磁头输入端的谐振电容，降低谐振频率

一般盒式录音机，为了在放音时对高频进行补偿，常在放音磁头两端并联一只电容，如图175中的C_2。其补偿点在10 kHz左右（见图176曲线A）。当磁头磨损后，适当加大C_2

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

的数值，让补偿移到磁头能工作的频率附近，如 3～6 kHz(图 176 曲线 B、C)，使高音明显地亮出来，但 C_2 不宜过大，一般取 0.04 μF 以下为宜，否则反而会把高频从旁路漏掉，同时应采用损耗小的玻璃釉或云母介质的电容器。

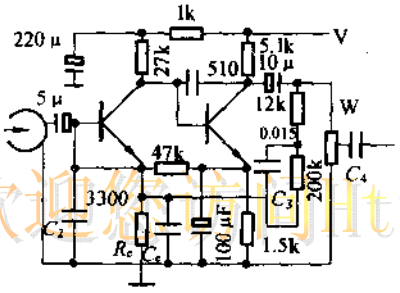


图 175　磁头加接补偿电容的电路

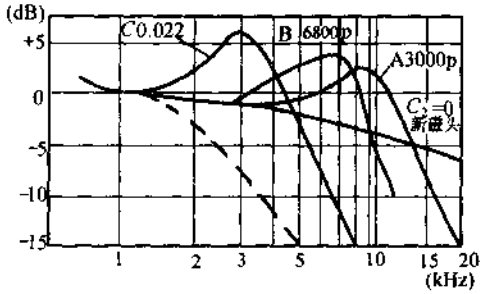


图 176　加补偿电容后的频率特性曲线

(2)减少放音均稀网络中高音负反馈量，提高第一级高音放大量

对于图 177 一样的电路(后接电路未画出)，可以在第一

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

级晶体管的发射极电阻上并联一只 0.6～2 μF 电容(类似图 175 中的 C_e),使这一级的高音放大量大大增加,即使磁头已磨损得比较厉害,也可得到较好的效果。如果产生高频自激,可在电容上串一只几十欧的电阻来消除。

对于采用集成电路的录音机,可以用 1 μF 左右的电容器,一端接地,另一端寻找相应的一点来达到补偿的目的。

(3)增大放音前置放大器低音反馈量,相对提高第一级高音放大量

图 178 是图 175 放大电路的中低音频率响应曲线,这条曲线的转折频率一般取在 1 kHz 左右,为了提高高音的放大量,可以在 C_3 两端并上一只 0.015～0.022 μF 的电容,使起始点移至 500 Hz 左右处。此时低音及中音的反馈量增加,音量比原小些,可通过开大音量来弥补。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

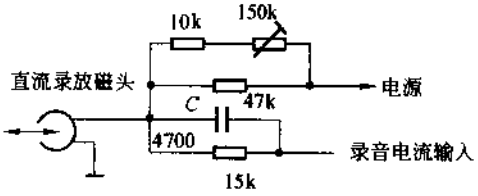


图 177

(4)提高偏磁电流,建立合适的录音工作点

磁头的工作缝隙增加后,录音时的偏磁磁场也相应地发生变化,使录音时失真明显增加,音量减弱。要校正偏磁磁场,对于用交流偏离磁录音的机器,可调节图 179 中的微调电阻 W,改变偏磁电流。如机中无可调元件,可在超音频振荡器选频回路的初级或次级上并联一只几百 pF 至几千 pF 的

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电容(见图 179 中的电容 C),降低超音频振荡频率,使磁头中的电流改变,达到合适的偏磁磁场强度。

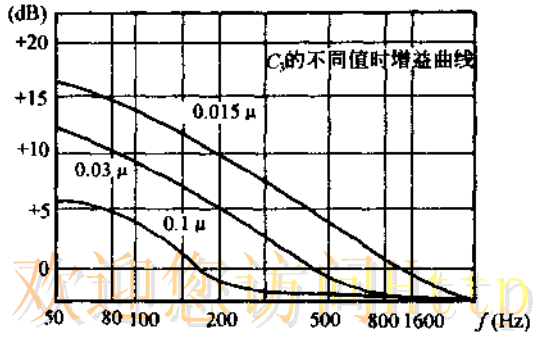


图 178　加补偿电容后的频率特性曲线

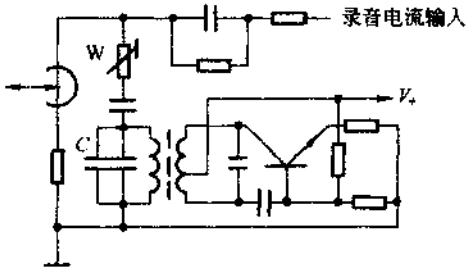


图 179　提高偏磁电流的电路

对采用直流磁录音的机器(见图 177),可在原来的直流偏磁电阻上并联一只电阻以增加偏电流。这只电阻可选用 150 kΩ 的电位器与 10 kΩ 的电阻串联(可防止烧坏磁头)代替,然后一边减小电位器的阻值,一边录音,看哪段录音质量最好,测出

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电位器及电阻的阻值，换上一只相同阻值的电阻即可。

改变好的录音机用一盘较好的音乐带试放，如有一段音乐显得特别刺耳，可适当减小电容量。如有一段音乐显得特别低沉和贫乏，可适当加大电容量，使效果最佳。

对于磁头磨损较严重的机器，可以同时采用以上几种措施。

由于没有改动原线路的元件，等找到合适的磁头后，把加上的元件去掉，机器便又恢复原来的性能了。

175. 简易磁头消磁器

该消磁器的制作方法如下：

(1)消磁器的铁心用一段 ϕ8 的软铁棒(如一般的铁钉)制成，具体尺寸形状要参考图 180。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

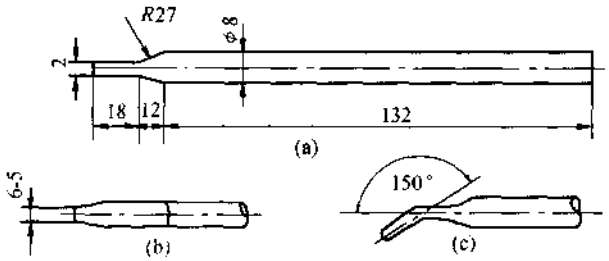


图 180

(2)铁心上包一层 1 cm 厚的青壳纸，对叠处应注意平整。青壳纸的长短可参考图 180。

(3)剪一条 2.5 cm 宽的牙膏管铅皮，按照图 181 将铁心末端紧紧包几层，使其与绕线机的机轴直径(一般为ϕ10 mm)相同。再剪一条 4～5 cm宽的牙膏管铅皮，在铁心末端与绕线机轴对接处紧包几层，然后再用细铁丝固定。注意两者轴

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

线应同心。可参见图 182。

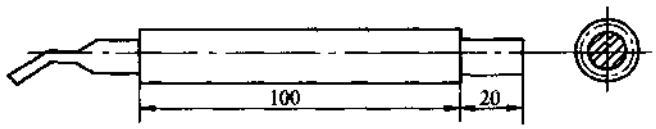


图 181

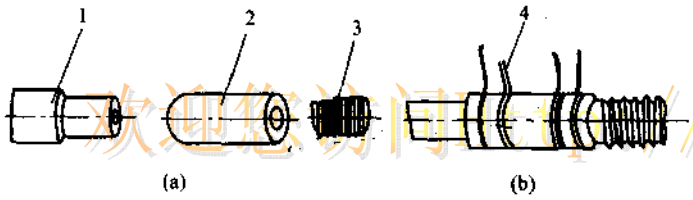


图 182

1—铅牙膏管加铁心； 2—对接包口用铅片；
3—线绕机轴； 4—对接后用铁线扎牢

(4)在青壳纸上用 0.08 mm 漆包线密绕 12 000 匝。青壳纸两端应各留 5 mm 不绕线，注意线头与线尾之间的绝缘。由于青壳纸两端没有挡板，可将线圈绕成纺锤形。若两端加上挡板，也可绕成前后一样粗。

(5)从机轴上卸下铁心，线圈两引出线端与线圈之间垫上两层黄蜡绸，并接上 1.5 m 长的电源线，然后将整个线圈连同铁心后端包上 3～4 层塑料电工胶布。在楔形工作端能吸起大头针。

176. 声音电平指示灯

目前生产的收录机，一般都装有发光二极管电平表。机器工作时，随着输出功率的变化，发光二极管交替闪闪发光。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

在交流收音机输出级也可以装一种简易的声音电平指示灯。

如图 183 所示。W 可用一般微型指示灯，电解电容器用来改善收音机音质，用 20 μF/10 V 的普通产品即可。如果有音箱的话，在其面板上装上两三个不同颜色的指示灯，就会使你的音箱更加美观。

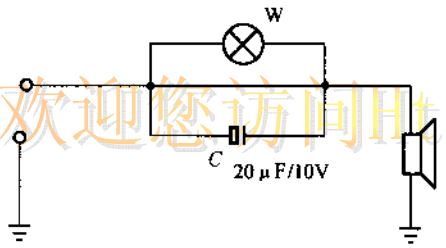


图 183　声音电平指示灯电路

177. 在半导体收录机上加装充电二极管

在半导体收录三用机上加装一个充电二级管可以延长电池的使用寿命。电路原理见图 184 所示。

二极管可用反向漏电小的 2CP10、2CP11 等硅管，反向接在交流插座开关处。为了保险，可串一只 110～200 Ω 的电阻。由于交流供电时能通过二极管向电池充电，保证电池经常处于电压充足，减慢锌壳腐蚀，从而延长电池使用寿命。加接二极管后没有改变原机状态，当交流电源关断时，由于二极管是反向的，故不会导通；只有拔掉交流电插头，插座开关才接通电池电源。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

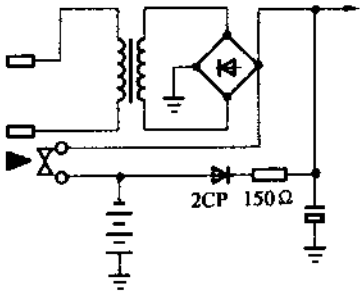


图 184　加装充电一极管电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

178. 盒式录音机的自动断电电路

在盒式录音机上加装如图 185 所示电路，当录音机倒带、录放结束时，以及发生轧带故障时，能自动切断电机供电电源。

从图可见，当电机 M 正常工作时，电流流过电机中的集流环时会产生一定的脉动电压，该电压通过电容器 C_3 加到晶体管 BG_1 基极上，放大后的信号被二极管 D_1、D_2 整流后加到晶体管 BG_2 基极上，此时 BG_2 中有电流流过，导致晶体管 BG_3 导通，电源电压加到电机上，维持电机继续转动。当电机制动时，电机可能停转，也可能转速大大下降，这将使脉动电压消失或频率大大下降，从而导致晶体管 BG_2 截止，随之晶体管 BG_3 也截止，电源被切断。改变可变电阻 W 的值能调节该电路反应的灵敏度，以保证只在电机过载时电路才动作。电路中 C_1 的作用有两个：一是减小了整流以后电压的脉动成分，使 BG_2、BG_3 更可靠地导通；二是在开机瞬间，由于其充

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电作用使晶体管 BG_2、BG_3 迅速导通。因此，在本电路产生断电作用以后，要想恢复原来状态，只需关断录音机电源，然后进行正常操作即可。

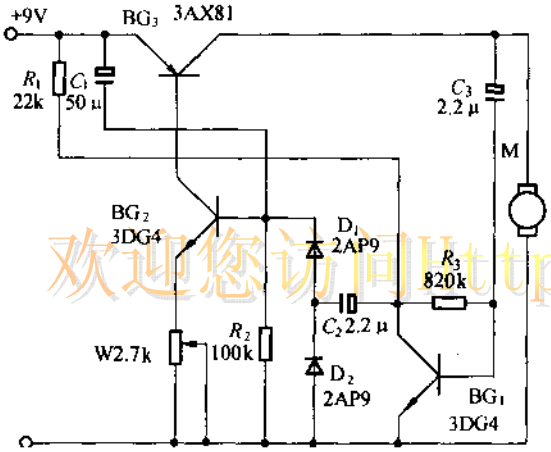


图 185　盒式录音机自动断电电路

本电路在元件选择方面无特殊要求。晶体管的放大倍数高一些较好，希望在 50 倍以上。调试时应适当选择 R_3 的阻值，使 BG_1 的集电极电位在 4.5 V 左右为宜。当电源电压不是 9 V 时，只需将电路中电阻数值适当调整。另外值得注意的是，有些录音机电机中已装有脉动滤波电容器，这时使用本电路无效。但只要该脉动滤波电容器移至电路的电源输入端，问题就能解决。

179. 应急照明灯

应急照明灯电路如图 186 所示。当开关 K 在 1 的位置

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

时，220 V 的交流电经变压器 B_1 降压及 D_1～D_4 整流后向蓄电池 E 充电。当停止交流供电时，可把开关 K 拨向 2 的位置，此时蓄电池向逆变电路供电，由逆变变压器 B_2 次级输出高压，使灯管起辉。

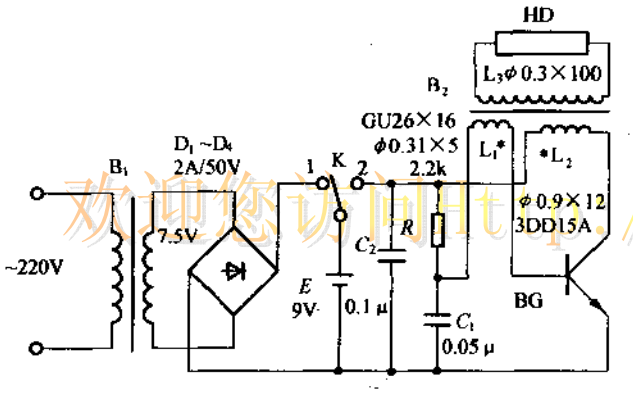


图 186　应急照明灯电路

逆变变压器采用铁氧体罐形磁心绕制，规格为 GU26×16。绕制时，注意高压组 L_3 的绝缘。电池组可根据条件选用。电源变压器可用 10 V·A 铁心绕制。灯管可选用 7 W、H 型(或 U 型)节能灯。

线路安装无误后，如通电不起振，有可能是反馈线圈接反，可将 L_1 两端对调，一般来讲即可正常工作。调整 C_1 可改变振荡频率，C_1 越大，振荡频率越低。

180. 声控开关

在图 187 的声控开关电路中，可用拍手的声音控制室内灯的开关。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

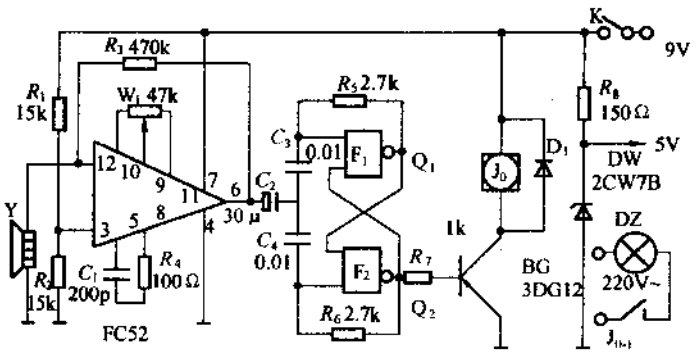


图 187　声控开关电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

集成运算块 FC52 及其外围元件组成高增益音频放大器。由 7MY23A 双与非门(图中 F_1、F_2)等组成双稳态触发器。晶体管 BG 将触发器输出的脉冲进行放大,带动继电器 J_0 工作,以便控制灯的明灭。图中压晶体扬声器 Y 能将声音信号转为电信号并加到运放块的反相输入端。R_1、R_2 组成分压电路,因其阻值相同,所以 FC52 的同相输入端"3"脚就等于接在电源电压的 1/2 处,这就使得本在双电源状态下工作的集成电路也可以在单电源的电路中正常工作,同时使其输出端"6"脚也能工作在电源电压的 1/2 处。R_3 是反馈电阻,改变其阻值,可以改变运放声的放大倍数,R_3 增大,放大倍数增大,反之则减小。W_1 是调零电阻,用以调节输出直流电位,从而调节触发脉冲幅度。电容 C_1 和电阻 R_4 作相位补偿用,防止自激。双与非门 F_1、F_2 组成的触发器是受 FC52 输出的触发脉冲控制的。触发电压经 C_2 耦合到触发器输入端,每来一个脉冲,触发器就翻转一次,Q_2 的电位也就变换一

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

次。在晶体管放大电路中，R_8、DW 组成稳压电路，给整个触发器门电路提供电源。

具体工作过程如下：当拍一下手，声音信号由 Y 转成电信号经 FC52 放大后触发 F_1、F_2 组成的触发器，于是 Q_2 输出高电位(假设原来电灯是灭了的)，经 R_7 加到 BG 输入端，BG 导通，继电器 J_0 吸合，其常开触点接通电灯电源，电灯就亮；当再一拍手时，触发器翻转，Q_2 输出低电位(0V)，于是 BG 截止，J_0 释放，其触点断开电灯电源，电灯就不亮了。

电路中，DW 用稳压值为 4.5～5.5 V 的管子，继电器可选 9 V 的小型继电器，如 JRX－13F 或 DZ100 系列。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

调试时，整机工作电流为 30 mA 左右(J_0 吸合时，FC52 的 12、3 和 6 脚电压均为电源电压的 1/2，F_1、F_2 的输出端 Q_1、Q_2 应分别为 0 V 和 3.5 V(或反过来)。“6”脚的对地电压，当有声音发出时，电压应升高。调节 W_1，使有一定强度的声音信号时，继电器 J_0 正好吸合，这时整个电路就调整好了。

181. 台灯触摸开关

图 188 中，集成块 IC 为 5G－1555 时基电路，接成双稳压工作方式中。当手指触摸 A 片电极时，人体感应的杂波信号经电容 C_4 耦合进电路，由 D_6 整流后，IC 的“2”脚得一负电压。“3”脚输出高电平，J_0 吸合，J_{0-1} 闭合，台灯就亮了。当再摸 B 片时，“6”脚得正电压，“3”脚输出低电平，灯灭。

图中 D_6、D_7 用点接触二极管，也可用 3DG6 的 e、b 结代替。继电器用 JRX－13F。电极 A、B 可用镀铬铜皮制作，也可用金属徽章或小玩具代替。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

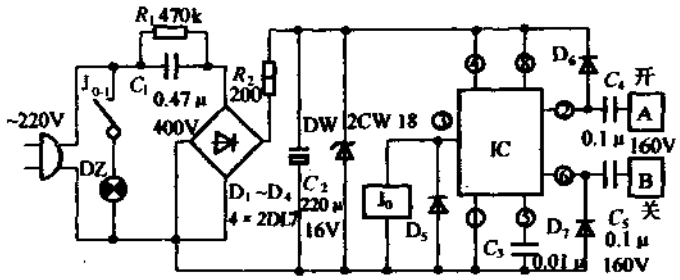


图 188　台灯触摸开关电路

欢迎您访问Http://www

因触发"2"脚很灵敏，所以电极 A 远离交流电源线。C_1 应接电源的火线端。

182. 简易电子调压器

图 189 的简易电子调压器既不用变压器，又不用可控硅，而是用一只大功率三极管 BG 的导通程度来调整负载的工作电压。图中，D_1 ~ D_4 组成整流桥路，BG 为大功率三极管，R_L 为负载。改变 W 的阻值，实现了电压的调整。此电路中，即使 W 调到零，三极管 BG 也不会烧坏，这是因为管子的饱和压降很小，流过管子的电流又与负载电流相同，因而管子本身耗散的功率很小。由于本电路实际上是一个电压负反馈的电路，因而工作比较稳定。

由于 D_1 ~ D_4 直接接在 220 V 交流电网中，所以要求反向击穿电压应大于 400 V，三极管 BG 的 $U_{(BR)CEO}$ ≥ 300 V，三极管应加适当大小的散热片。

如果是直流负载（如电灯调光），可按图 a 安装调试；如果是交流负载（如交流电风扇），可按图 b 安装调试。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

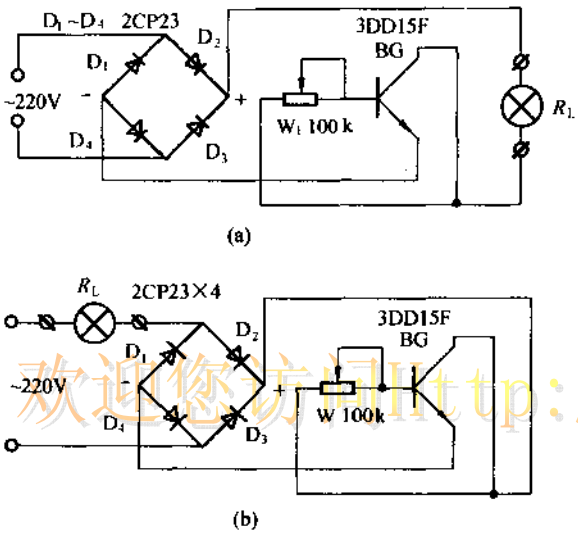


图 189　简易电子调压器电路

183. 电灯遥控开关

房间里的灯，若为了休息时开、关灯方便，一般希望把电灯开关安装在床头附近；若为了进出门时开、关灯方便，又希望把电灯开关安装在门口。为此，可以设计一个无线电遥控开关，在离开关 10 m 的范围内，可以很易地任意开、关电灯。

(1)工作原理

电灯遥控开关装置由接收机和发射机两部分组成。发射机部分的电路见图 190，这是一个短波发射机，当合上开关 K 时，振荡电路工作，发出高频振荡信号，调节电容 C_1 可以改变发射机频率。这个高频振荡信号不经过调制，直接从天线

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

发射出去。

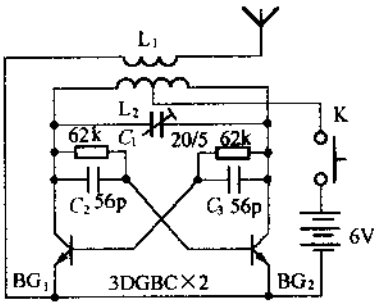


图 190　遥控开关发射机电路

欢迎您访问Http://www

接收部分见图 191。天线收到信号后，谐振回路选出发射机发射来的短波信号。由于这一短波信号较强，加在 BG_3 的基极，使得 BG_3 饱和导通。BG_3、BG_4 组成复合管，有较大的电流输出，于是集电极电路中的继电器吸动，继电器动作时，带动机械执行机构，控制了电灯的开与关。

(2)元器件选择与制作

发射机部分的 BG_1、BG_2 的 $f_T \geqslant 250$ MHz(实验中用的 f_T 为 30～40 MHz)，β 值要大于 100。用直径为 1.25 mm 的镀银线在 10 mm 粗的有机玻璃管上绕 8 匝为 L_2，匝间距离为 1.5，在 4 匝处抽一个头。再用塑料皮导线在 L_2 的外面绕 5 匝为 L_1。抽头要固定，并且用蜡封。发射机电源用一块 6F22 的 6 V 积层电池。一般按图 190 所示元器件数据安装好后，电路就能正常工作。整个发射机部分的电路，元器件可装在一个塑料小盒内。

按钮开关 K 做好后直接焊在印刷板上，在盒子的适当位

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

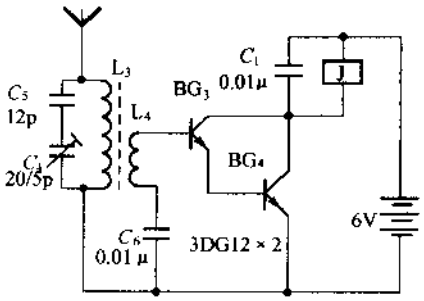


图 191　遥控开关接收机电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

置开一孔，使塑料棍按钮伸出盒外。在按钮附近的盒面上固定一个接线柱为天线引出端，然后再用一根导线接到印刷板上作为发射天线。

接收机电路中的晶体管 BG_3、BG_4 的 $I_{CEO}<10\ \mu A$，BG_3 的 $\beta>80$，BG_4 的 $\beta<30$（节约电能）。

用 ϕ1.25 mm 镀银线在 ϕ10 mm、长为 30 mm 的短波磁棒上绕 9 匝为 L_3，匝间距离为 1.5 mm；再用 ϕ0.8 mm 的漆包线在磁棒上绕 6 匝为 L_4，然后用蜡将线圈封固。

图中 J 为一小型电磁铁，可用它控制开关的通断。

接收天线为一根一米长的单股塑料皮电线，焊在底板上即可。

184. 照明延时开关

照明延时开关的电路见图 192。

当电灯开关 K 打开后，A、B 两端便有电压，经过二极管 $D_1\sim D_4$ 的桥式整流，在可控硅 SCR 的阳-阴极间出现单相全波整流后的脉动电压，于是电容器 C 通过电阻 R_1、二极管 D_5

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

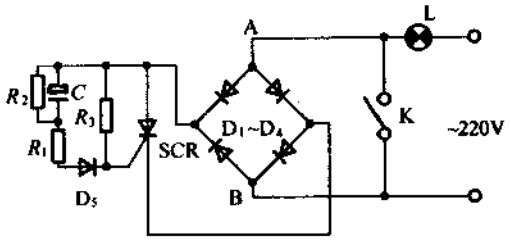


图 192　照明延时开关电路

和可控硅的控制极开始充电，可控硅导通，从而使电灯 L 与电源构成通路，使电灯仍然燃亮。随着电容的充电，可控硅控制极的电流逐渐减小，经过一段延时后，可控硅截止，电灯灭。

照明的延时时间决定于 C 的容量及 R_1、R_2 和 R_3 的阻值，一般选择 1～2 min。有了这段延时，人们来得及走出房间并上好锁。

当电灯的功率为 60 W 时，电流 $I_L = 60/220 = 0.27$ (A)，即为流过 SCR 的电流。D_1～D_4 中的电流为 $I_L/2 = 0.14$ A。故 SCR 可选用 3CT1A/500 V；D_1～D_4 可选用 2CP23，也可采用最高反向工作电压峰值不小于 300 V 的其它型号；D_5 可选用 2CP 或 2AP 型，性能要求不高；C 及 R_1～R_3 根据延时时间来决定。当 C 为 50 μF/450 V、R_1 为 6.8 kΩ、R_2 为 220 kΩ、R_3 为 320 kΩ(均为 1/4 W)时，延时时间约为 1.5 min。

另外，还可采用更简单的电路，如图 193 所示。

该电路的工作原理与图 192 类似，调试方法也大致相同。所不同的是，当开关 K 打开后，加在可控硅阳-阴间的是单相半波整流后的脉动电压，因此在延时熄灭的这段时间里，电灯的亮度大为减少，且光线有闪烁现象。60 W 的电灯，其亮度

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

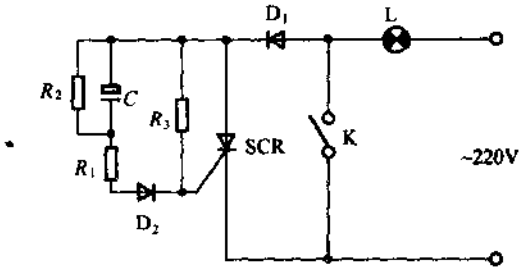


图 193　照明延时开关电路

相当于一只 15 W 左右的电灯，不过也足以满足实用要求了。当 C 为 50 μF/450 V、R_1 为 6.8 kΩ、R_2 为 400 kΩ、R_3 为 280 kΩ 时，延时时间约为 1.5 min。以上两种开关几乎都不耗电。K 闭合后，电灯 L 一直燃亮，延时部分不工作。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

185. 照明灯自动关灯装置

图 194 是一个三层楼楼梯的照明灯控制电路。其中 W_1、W_2、W_3 分别为一、二、三层楼梯的照明灯，K_1、K_2、K_3 为这些灯的对应按钮。

工作原理如下：无论按下 K_1、K_2 或 K_3，均可使三盏照明灯亮及变压器 B 带电。灯刚亮时，C_2 两端刚开始充电，故单结管 BG_1 无输出。此时 BG_2 截止，其集电极电压 V_{C_2} 接近电源电压。BG_3 为射极跟随器，所以继电器 J 两端电压亦接近电源电压，因而 J 吸合。其触点接通，电路自锁，使所有负载保持接通。随着时间的增加，当 $t = R_1 C_2 \ln \frac{1}{1-\eta}$（$\eta$ 为单结管 BG_1 的分压比），C_2 上的电压正好充到 BG_1 峰点电压，BG_1

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

就输出一个正脉冲，使 V_{C_2} 立即下降。由于 BG_3 的跟随作用，继电器 J 两端的电压亦随之下降，从而使继电器释放，自动切断所有负载。二极管 D_5 起隔离作用，用以防止 C_1 中贮藏的电能放出使继电器继续保持吸合而不能切断负载电路。调节 R_1 可改变灯亮时间的长短。

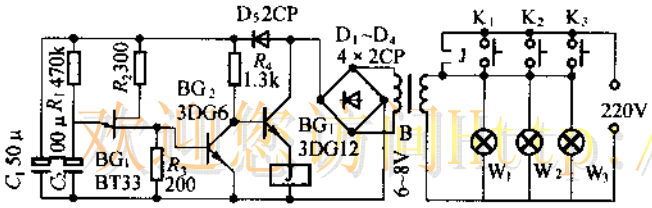


图 194　照明灯自动关灯电路

图中，B 为一般电铃变压器，次级输出为 6～8 V。D_1～D_5 为硅整流二极管，$U_{RM}>15$ V。BG_1 为单结管（也称双基极管）。BG_2 的 $\beta>120$，$U_{(BR)CEO}>30$ V。C_2 要求漏电小。继电器选用 JRX－13F 型，直流电阻 300 Ω，吸合电流 20 mA，将两组触点并联以增加触点容量，W_1～W_3 限定使用 220 V15 W 白炽灯，以保护继电器（如必须用大瓦数灯，则应回设中间继电器，并增大控制继电器的功率）。K_1～K_3 可用电铃按钮开关。必须注意：D_5 接反或不安装（短路），继电器将不吸合或不释放。

186. 自动关灯装置

此电路能在开灯后 20 min 左右把灯熄灭。图 195 是其电路图。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

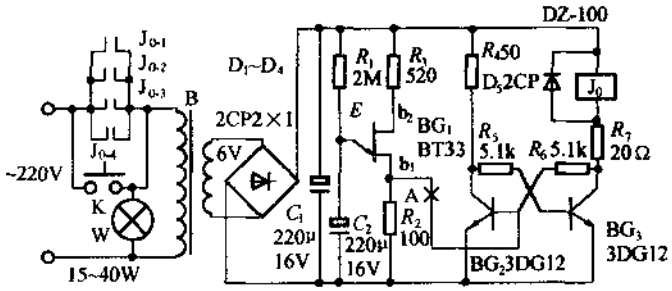


图 195　自动关灯电路

当按下开关 K 时，变压器 B 初级通电，次级经整流、滤波，得到 6 V 左右直流电压，使双稳态电路中的 BG_3 饱和导通、BG_2 截止，继电器 J_0 吸合，常开触点 J_{0-1}～J_{0-4} 闭合，因此在松开按钮开关 K 后电灯 W 继续保持亮着。与此同时，次级电源经 R_1 向 C_2 充电。当电容器 C_2 两端电压增高到单结晶体管 BG_1 的峰点电压时，BG_1 导通，C_2 通过 BG_1 的 E－b_1 向 R_2 放电，在 R_2 上产生一个正脉冲，触发 BG_2 使其饱和导通，BG_3 截止，继电器释放，J_{0-1}～J_{0-4} 恢复常开状态，电灯灭。该装置在灭灯期间不消耗电能。

电路中的 BG_2、BG_3 也可改用 3DK4。继电器为 DZ－100 型，直流电阻为 50 Ω，有四组触点，使用时将其并联，以减小其触点电流。变压器 B 的输出电压为 6 V，负载电流≥150 mA。K 可选用按钮开关或自制。

调试时，可先用 4 节 1 号电池作电源，不接电灯 W 及变压器 B。在 R_1 上并联一个 50 kΩ 电阻，将图中 A 点断开，在 R_2 两端接一只 2.5～5 V 的直接电压表，接上电源，观察电压表，如每过 2～3 min 指针摆动一次，则证明单结晶体管工作

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

正常，可将 50 kΩ 电阻焊下。如果电压表指针不摆动则可调 R_1 或更换 BG_1。双稳态电路这一部分主要是调 R_7 的阻值，保证 BG_5 在接通电源时能先饱和导通即可。R_7 的值一般在 5～30 Ω 范围。调试完毕，将 A 点焊上。然后做一个合适的外壳即可使用。

187. 灯光亮度调节线路

图 196 是灯光亮度平滑调节器的电路图。图中，Q 是三端双向可控硅，它相当于两只单向可控硅反向并联。这种双向可控硅可以直接工作于交流电源。调节电位器 W 可以控制 Q 在电网电压正、负两个半周的导通角，以改变电灯 R_L 的工作电压，达到调节灯光亮度的目的。

本电路的触发电路简单。这里用廉价的氖灯 DI 来作为触发电路。工作原理是这样的：接通电源后，电源电压通过 R_3、W 向电容 C_3 充电，C_3 上的电压又经过 R_4 向 C_2 充电，当 C_2 两端的电压达到等于氖灯 DI 的起辉电压时，氖灯导通，从而双向可控硅 Q 被触发导通。我们调节电位器 W 时，改变了电容的充电速度，Q 的导通角也发生改变，加在电灯 R_L 两端的电压也随之改变，因而灯光亮度也改变了。

图中，双向可控硅 Q 是外国型号 SC141D，其主要参数是：正向平均电流 $I_F = 6$ A，正向阻断峰值电压 $U_{PF} = 400$ V。此管可用国产管 KS 双向晶闸管（参数相近者）代用。此电路中的 R_1 和 C_1 是可控硅保护电路，防止可控硅 Q 在承受过电压时遭到损坏。氖灯可以选用起辉电压为 60 V 左右的，例如 NHO－4C 型。

本电路还可以作为电风扇的无级调速器。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

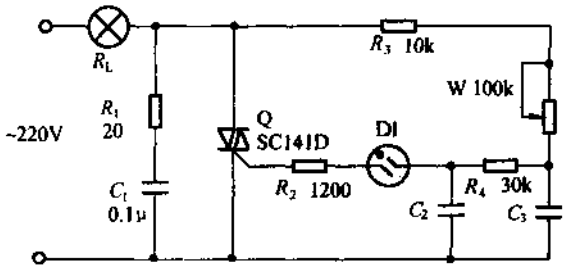


图 196　灯光亮度调节电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

188. 家用照明自动开关线路

本电路有延时关灯和声控开灯的功能，电路如图 197 所示。

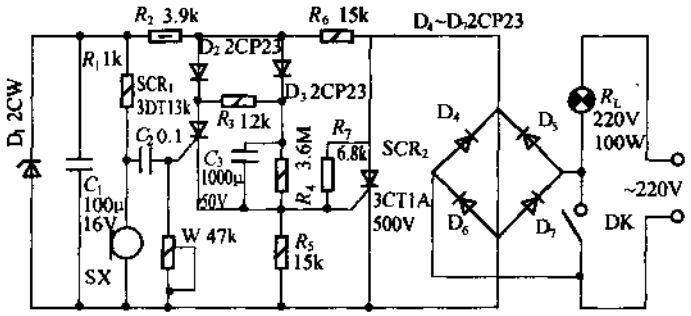


图 197　家用照明自动开关电路

当灯开关 DK 断开时，电容 C_3 通过电阻 R_6、二极管 D_3、可控硅 SCR_2 的控制极开始充电，可控硅 SCR_2 导通。结果使整流桥对交流电来说形成通路，所以电灯 R_1 继续亮着。随

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

着电容 C_3 充电电压的升高，可控硅 SCR_2 控制极电流逐渐减小，经过一段时间，可控硅关断，灯灭。C_3 为 1 000 μF 时，延时关灯时间约 2 min。

声控开灯原理是：电阻 R_2 和 R_6 组成分压器，从中取出 31 V 左右的电压经二极管 D_2 接可控硅 SCR_1 的阳极，炭精受话器 SX 经电阻 R_1 与分压器串联。C_1 的作用是将受话的脉动电流滤波，D_1 进行稳压。

当灯灭后，电容 C_3 即充好电，电压约 44 V。这时我们如拍手要求灯亮，声波作用于受话器，受话器输出的正信号使可控硅 SCR_1 导通，电容 C_3 通过 R_3 和 SCR_1 放电，持续时间约 10 s。这时可控硅 SCR_2 的控制极电流是经电阻 R_6、二极管 D_2 和可控硅 SCR_1，流过正弦脉动直流电流，此电流使可控硅 SCR_2 触发导通，从而把灯 R_L 点亮。此时，二极管 D_3 因电容 C_3 上的电压极性与之反向而截止，所以 C_3 不能充电。当 C_3 放电电流减小到不能维持可控硅 SCR_1 导通时，SCR_1 关断。此后电容 C_3 经电阻 R_6、二极管 D_3 和可控硅 SCR_2 的控制极重新开始充电，使可控硅 SCR_2 仍保持导通，直至充电电流减小到不能触发可控硅 SCR_2 时为止，电源电压过零时关断。

调节电位器 W 可以改变自动开关声控的灵敏度。例如将电位器 W 阻值调到 33 kΩ 时，距受话器距离 1 m 左右拍手能使灯亮；将其调到 47 kΩ 时，距受话器 1.5 m 处拍手能使灯亮。

实验证明，电路工作稳定，不受环境杂乱声音影响，只有在上述距离内声强达到拍手声时，灯才会亮。

调试时，先不要焊电阻 R_7，这时如 DK 断开，电灯能持续亮 2 min 以上，则 R_7 就不要。如持续时间不到 2 min，则应焊

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

上电阻 R_7。R_7 阻值越小，灯保持亮的时间越长，但一般不要大于 3 min 为好。

189. 水开报警

水开报警电路见图 198。图中，BG_1、BG_2 与 C_1、C_2、R 组成音频振荡器，音频信号通过喇叭发出。调节 R，可以改变音频频率。电源开关 K 是一个感温元件，当温度达到某一预定温度（比如烧开水应是 100 ℃）时，它把振荡器的电源接通，振荡器工作，发出报警音频信号。温度未达到时，振荡器电源是断开的，所以振荡器不工作，也不消耗电源。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

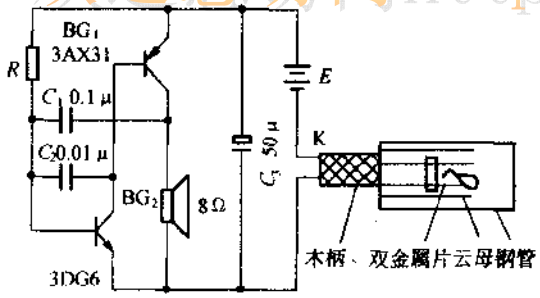


图 198　水开报警电路

感温元件是用废旧日光灯的氖泡中的双金属片做的，要把氖泡的玻璃外壳打碎后取出。电源用两节 5 号电池。调试时 R 可用一个电位器和一个电阻串联后代替，接到线路 R 处；电开关可用一短路线代替。这样接上电源后，调节电位器，使振荡器振荡且音调合适，然后换上同阻值的电阻。

调试感温元件时，先把双金属片间的间隙调到约 1 mm，用引线把它们接到音频振荡器上，取一只 100 ℃温度计与双

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

金属片置于同一火上烘烤。当温度上升到约为 100 ℃时(这个温度可视需要选择),调整双金属片的间隙使其接通。这时喇叭应发出音频叫声,双金属片的音隙就算合适。若没有温度计,也可以将双金属片装在一个铜管里,插入开水中,调整双金属片的间隙使其接通。调整好后,将双金属片封入一节直径约为 10 mm、长约 240 mm 的铜管或其它金属管中,如图 198 右侧所示,内衬一层云母片,防止金属片与外壳短路,封口用锡焊牢封闭,不能透水,否则水气进入管内会使双金属片氧化失效。在封口处安一木柄,感温元件引线从木柄穿出接至振荡器。

欢迎您访问Http://www

调试好后,把线路部分的元器件及胶木板装入一塑料盒固定在室内合适位置,把感温元件放在厨房。烧开水时,把装在感温元件的铜管插入壶嘴即可。这个小仪器用电很省,工作对整机电流仅十几毫安,二节 5 号电池可用半年以上。

190. 电子报警器

这种报警器是用集成块装的。当有人触动安了报警器的门锁时,它就会发出长达 5 min 的警报信号。

(1)工作原理

报警器电路见图 199,是由延时触发器、笛音振荡器、放大器等部分组成。

当人体接触到场效应三极管 BG_1 的栅极 G 时,由于感应电场的作用,它的源极 S 和漏极 D 之间的电流就急骤减小,电阻 R_1 上的电压降也随之减小,与非门 1 的输出端电平下跌,由与非门 2 和 3 组成的双稳态触发器被触发翻转。这时与非门 2 的输出端为高电平,用以控制振荡器起振。同时,与非门 3 的输出经与非门 4 反相后,通过电阻 R_5、W 给电容 C_1

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

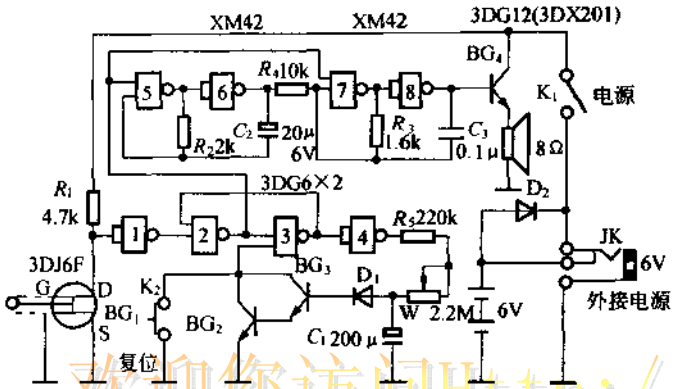


图 199　电子报警器电路

欢迎您访问Http://www

充电。当 C_1 上的电压上升到 2.1 V 时，二极管 D_1 开始导通，复合管 BG_2、BG_3 也导通，复合管的输出加至与非门，于是触发器又被触发翻转回到原始状态，振荡器停振。振荡器由与非门 5、6，电阻 R_2 和电容 C_2 组成，发出约为 3～5 Hz 超低频信号。超低频信号经电阻 R_4 加到与非门 7 的输入端，与非门 7、8 和 R_3、C_3 等组成音频振荡器，产生一个频率约 4 000 Hz的音频信号。这个音频信号受到超低频信号调制后，加到 BG_4 进行放大，推动喇叭发出警笛一样的报警声。调节电位器 W 可以改变充电电流的大小，从而可以改变警笛声延时时间的长短。

(2)元器件选择

与非门 1～8 用两块双输入、四与非门集成电路；BG_1 用 3DJ 型结型场效应三极管，选用夹断电压小于 2 V 的；BG_2、BG_3 的 β 值大于 100；BG_4 的耗散功率应大于 300 mW；喇叭

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

可用2.5英寸的;电源用四节2号电池。

(3)安装调试与使用

若元器件完好,焊接准确无误,装好后接通电源,用导线将 R_1 短路一下,喇叭里就能有声。

确定灵敏度时,先用一个 10 kΩ 的电位器(最好是线性的)代替 R_1 接入电路。将这个电位器旋至最大值,先按一下复位按钮,使喇叭没有声音,然后逐渐减小电位器阻值,直到喇叭里突然发声为止。将电位器拆下,再用一个阻值相当的电阻焊上,作为 R_1。

最后是调整延时时间。一般最短为 0.5 min 左右,最长为 5 min 左右。如果觉得 0.5 min 还长,可减少 R_5 的阻值;要是感到 5 min 还不够长,可将 C_1 容量加大。注意每次实验前,应将 C_1 中的电荷放尽。

整个电路板可以放在小型半导体收音机壳内。原设计用于放置电位器,电池的位置不必改动。插孔可利用收音机外接电源插孔位置。引出线要用金属屏蔽线。

使用时,先将引出线一端的夹头(焊在金属屏蔽线的心线上,金属丝网部分空着)夹在门锁上没有漆的地方,然后接通电源开关,并按一下 K_2。为了检验引出线夹头的接触是否良好,你可以自己碰一下门锁的锁头,如果马上发出警笛声,说明一切正常。你再按一下 K_2,便可以放心离去,有人碰到门锁的话,报警器就会发出报警信号。

191. 用晶体管闹钟加装门铃

这个门铃是利用晶体管闹钟内的闹铃,加上一个门铃开关、两根软线、插头插座等制成。具体接线方法见图200。即

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

在晶体管闹钟背面外加AB、CD两根软线，其中AB线的A端与电池正极连接，B端与插座接点连线。另一根线C端与插座接点连接，D端接在止闹帽的螺钉上，再装一个插头与门铃按钮开关相连，这样门铃开关就并联在时轮起闹开关两端(见图201)。把钟上止闹开关接通(不按下)，把插头插入插座内，门铃即可使用。由于门铃开关是并联在起闹开关两端，所以安装门铃后，不会影响晶体管闹钟本身的正常走动和定时。

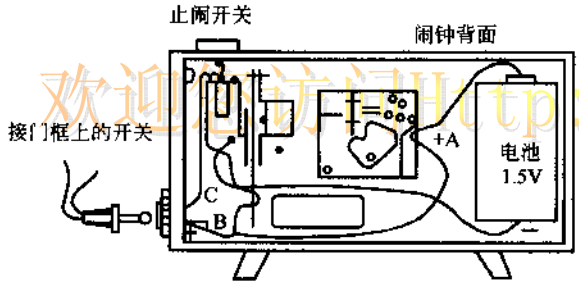


图200　用晶体管闹钟加装门铃示意图

把门铃按钮开关装在室外门框上。来客人时，按一下按钮，室内闹铃就响。电铃所耗电流约50 mA左右。家中无人时，按下止闹帽，电路切断，这时再按门铃按钮，电铃也不响了。

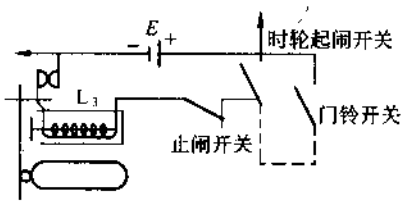


图201　用晶体管闹钟加装门铃电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

192. 钱包的电子卫士

电路见图 202，BG_1、BG_2 等组成多谐 振荡器，改变电容 C_1、C_2 就可以调节音调；BG_3、BG_4 等组成直接耦合输出级。

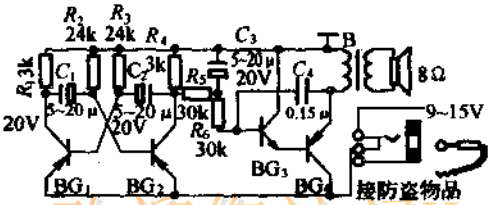


图 202 钱包电子卫士电路

使用时，将防盗物品如钱包通过尼龙线栓在耳塞插头上，将插头插在插孔中，这时，电路中的电源是断开的，电路不工作，喇叭没有音频信号发出；当有人拿走钱包时，就会把插头拔出，使电源接通，电路工作，喇叭发出音频报警信号。

BG_1、BG_2、BG_4 用 3AX 型管子；BG_2 用 3DG 型管子；B 用半导体收音机输出变压器；喇叭用 8 Ω 动圈喇叭。整机可装在一个小塑料盒内。

193. 报警电路

(1)火焰报警

报警电路见图 203。图中两个金属板作为检查火焰的两个电极。没有火焰时，两个电极间绝缘，这时场效应管 BG_1 的栅极经由 20 MΩ 电阻接地，而漏极电流在源极 10 kΩ 电阻上产生的压降作为场效应管的栅偏压(负的)加在栅极。这时场效应管工作在负栅压状态，漏极电流不大，因此稳压管不导通，晶体管 BG_2 不导通，继电器不吸动；当有火焰时，两电极

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

间的气体在高温下被电离，极板间导电，BG_1 的漏极电流增大，电阻 10 kΩ 上的压降增大，稳压管击穿导通，BG_2 也导通，集电极电流通过继电器绕组，继电器吸动，它的常开触点闭合，接通报警器，发出报警信号。

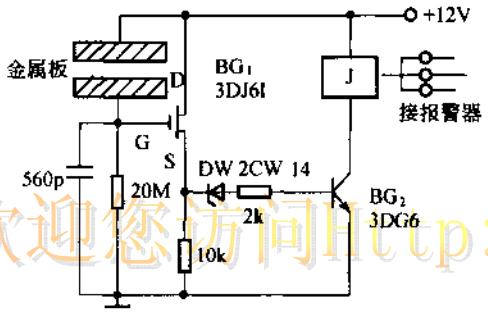


图 203　火焰报警电路

(2)降温报警

电路原理见图 204。图中 BG_1 起温度传感器的作用，当降温时，BG_1 的集电极电流减小，BG_2 的集电极电流增大，R_2 上的电压降增大，使得 BG_3 偏流增大而导通，点亮了小灯泡 DZ。调节 W_1，比如使整个电路在气温为 3 ℃以上时不工作，灯不亮；当气温低于 3 ℃时，电路工作，灯光亮。图中稳压管为 BG_1 基极提供一个恒定电压。由于加了电容 C 和电阻 R_4，当 BG_3 导通时，电源给 C 充电，C 上的电压作为反向偏压加在 BG_1 的基极，促使 BG_1 很快截止，BG_3 迅速导通，使灯泡亮得快。

(3)潮湿报警器

利用潮湿物体能够导电的特性，可以作成潮湿报警器，电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

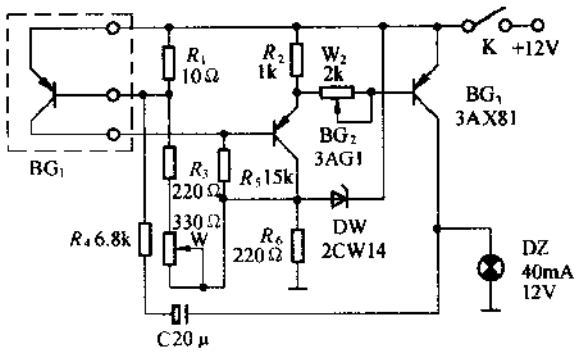


图 204　降温报警电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

路见图 205。当有一定湿度时，A、B 之间导通，接通 BG_1 的偏置电路，BG_1 导通，BG_2 也导通并进入饱和状态。这时电源通

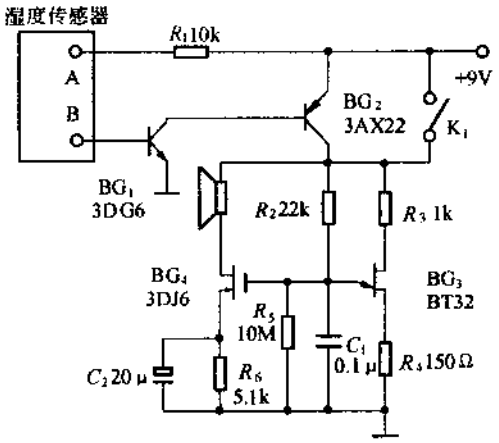


图 205　潮湿报警电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

过 R_2 给电容 C_1 充电，当充电到 BG_3 峰点电压时，单结管 BG_3 导通，电容 C_1 通过 R_4 放电；当 C_1 两端电压低于 BG_3 的谷点电压时，BG_3 又处于截止状态，则 C_1 又被充电。这一过程的反复进行，就产生了音频振荡。音频振荡信号从电容 C_1 两端取出加在 BG_4 的栅极，通过 BG_4 放大后，扬声器发出报警信号。

图中自检开关 K_1 用来检查电路工作是否正常。当 K_1 闭合时，如扬声器报警，说明音频振荡部分工作正常。

194. 与非门组成的光电报警器

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

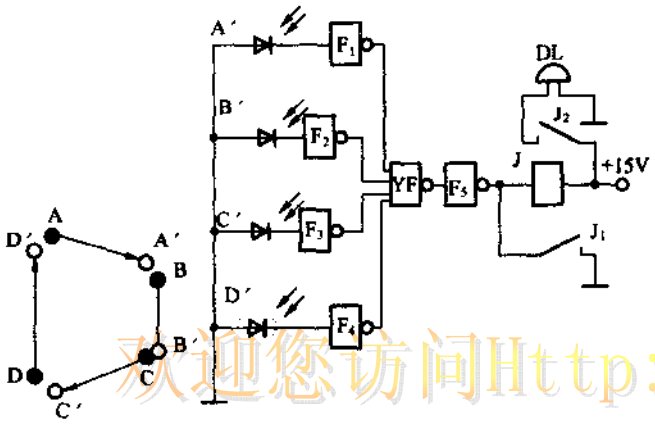
光电报警器在劳动保护和安全保护方面有一定的用处。图 206 是光电报警器的接线图。图中 A、B、C、D 是四个可见光(或不可见光)光源，A′、B′、C′、D′是对应的四个光电二极管。没有闲人进入危险区时，光电二极管 A′、B′、C′、D′都得到光源的照射，它的反向电阻很小。图中非门 F_1～F_4 都输入“0”电平，这样与非门 YF 四个输入端的电平都是“1”，输出为“0”，集电极开路的非门 F_5 输出为“1”，继电器不吸动(集电极开路非门在输出为“0”时继电器 J 吸合)。

当有人进入危险区时，必有某个光源的光线受阻，非门 F_1～F_4 的输入电平就不全为“0”，与非门 YF 的四个输入端就不全为“1”，有“0”输入时，与非门 YF 输出为“1”，F_5 输出为 0，最后使继电器吸合，电铃发出报警信号。

图中继电器安装有两组常开触点，其中 J_2 用以控制电铃电源。考虑到光线受阻的时间很短，由此产生的短促铃声往往不引起注意，因此利用触点 J_1 接成自保电路，继电器一经吸合，绕组通过 J_1 自成回路，保持铃声不断。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com



欢迎您访问Http://www

图 206　与非门组成的光电报警电路

195. 与非门带动声响器

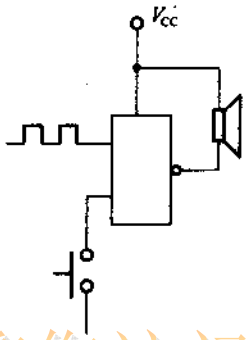
与非门可以直接带动一只 4 Ω 或 8 Ω 的小扬声器，不用添加任何元件，只需将扬声器由与非门输出接至地线或电源即可，见图 207 所示。由于 TTL 的输入输出动态线性范围不宽，而且在线性区静态功耗较大，故不宜像 CMOS 电路那样作线性放大器用，但作为脉冲声响输出却是可以的。这种声响器可用于数控设备的发音、数字钟的报时或电铃等。在用 4 Ω 扬声器时，输出 300 mW，无信号时，扬声器中电流为零。

196. 细丝报警电路

利用图 208 所示的电路，把非常细的金属丝张拉在门、窗两旁，或者张拉在需要警戒的过道两旁，当有人闯入警戒区

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com



欢迎您访问Http://www

图 207　与非门带动声响器电路

时，不知不觉地弄断细金属线，触发 BG 和可控硅，报警器 DL 报警。细金属丝可以用 0.1 mm 粗的漆包线。此电路也可用作火情报警，其方法是用一根橡皮筋悬吊一木块，当失火燃烧的热量使皮筋伸长，木块击断金属丝致使报警。

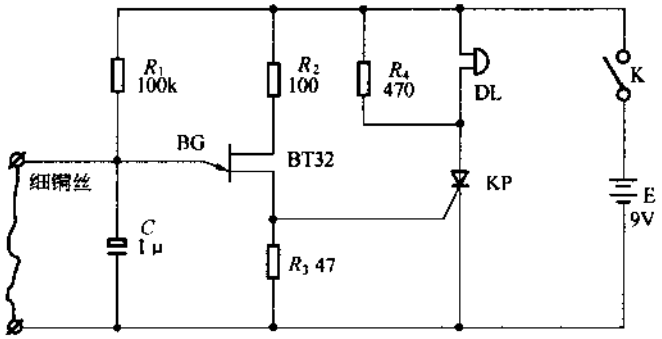


图 208　细丝报警电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

197. 用砷化镓红外发光管制作的报警装置

利用红外发光管发出的不可见光制作报警装置是十分适宜的。当物体或人体通过警戒区时，红外光被遮断，报警装置就会立即发出报警信号。它具有可靠性高、寿命长、抗干扰能力强等优点。

报警装置电路如图 209 所示。电源接通后，砷化镓红外发光二极管即发出红外光。这些红外光被光电三极管 3DU 接收，3DU 内阻下降，使 BG_1、BG_2、BG_3 导通，BG_4 截止，继电器 J 不动作。当红外光被物体或人体遮住后，3DU 内阻变大，使 BG_1、BG_2、BG_3 截止，BG_4 导通，继电器 J 动作，接通报警装置，发出报警信号。

欢迎您访问Http://www.

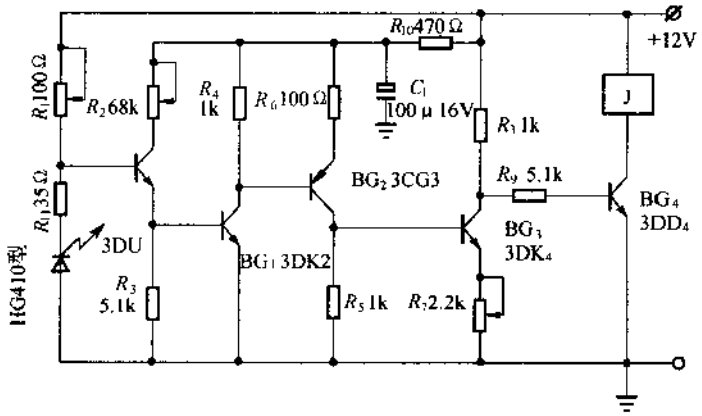


图 209　红外发光二极管报警装置电路

在选择元件时，发光二极管应根据控制距离的大小来选择。控制的距离小时，可选用小功率发光管，如 HG410 系列，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

使用时应注意工作电流不要超过 30 mA；控制的距离较大时，可选用 HG500 系列或 GH520 系列。

调试时应先接入红外发光管，并使其有一定的工作电流，然后再接入 3DU、BG_1、BG_2。此时用万用表测量 R_5 两端电压，当有红外光照射时，R_5 两端电压应升高；若 R_5 两端电压无变化，此时可调 R_2 和检查电路是否接错。若电路无误，可适当减小 R_1，以增大发光管的工作电流，也可采用缩短发光二极管和光电三极管间距离的方法来解决。R_5 两端电压正常后接入 BG_3、BG_4，并调节电阻 R_7，使继电器正常工作。

欢迎您访问Http://www.

198. 感应报警器

图 210 是感应报警器的电路图。它的基本原理是利用人体的感应来动作电子开关，接通报警电路。

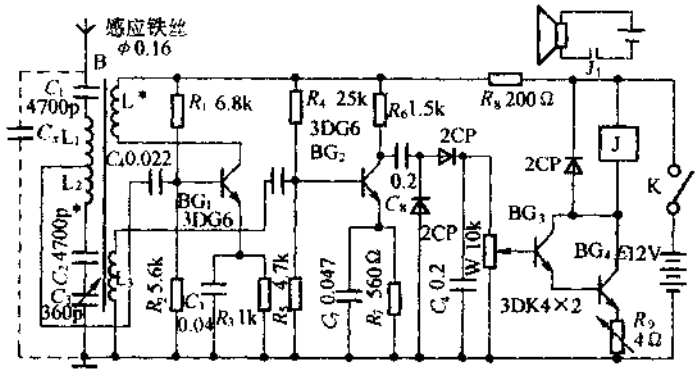


图 210　感应报警器电路

把感应铁丝安装在门或窗户上，若有人靠近这些部位（0.5 m 左右）时，由于人体分布电容 C_x 的作用，由 L、L_1、L_2、

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

C_1、C_2、C_3、C_x 和 BG_1 组成的振荡器起振，振荡信号由 L_3 输入 BG_2 基极，放大检波后，输入到 BG_3 的基极，使复合管 BG_3、BG_4 导通，断电器 J 吸合，其触点接通报警电路。

感应变压器 B 可用 18K630 型罐形磁心绕制，L_1、L_2、L_3 各为 65 匝，均用 ϕ0.16 mm 的漆包线绕制。

在调试时，要注意 L_1～L_4 的极性，做模拟试验时，如继电器不动作，可倒换线圈地首、尾端，同时调整 C_3 及 W 的大小。

199. 简单报警器

欢迎您访问Http://www.

这里介绍的报警器，具有结构简单、元件小、便于安装等优点。它利用电桥平衡原理，主要元件是四个电阻和一个小型电磁继电器。

图 211 是两路的报警器。交流电源经降压整流后为 60～70 V 直流。无信号时 A、B 通过外电路的干簧管(一种小型磁性开关)接通。每路耗电量不大于 3.5 W。

如果为了防盗，A、B 两点可通过导线接在干簧管两端，把干簧管装在门框(或窗框上)上，磁铁装在门上，关门后两者距离应不超过 1 cm。关门时，干簧管接通，电桥平衡，继电器 J 无电流通过。开门时，干簧管断开，电桥失去平衡，J 通过电流，其接点接通电铃和电珠，同时 R_2 短路自锁。于是哪个电珠亮就可以判断哪一路出现问题。

电路对电铃和电珠规格要求不严，但要注意两者配合恰当，否则电珠易烧毁。图中 R_2 短路自锁的目的是防止有人开门进屋后又立即将门关上时，电铃和电珠反映短促，不能引起人们的注意。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

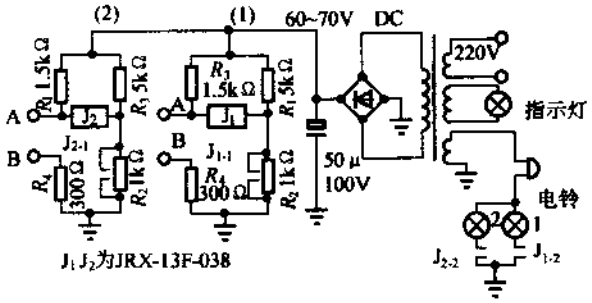


图 211 简单报警器电路

欢迎您访问Http://www

这种报警器性能可靠，元件不易损坏，每增设一路，外加元件不多。当然，这种报警器并不限于防盗，在其它方面也可以应用。

200. 电子门铃

该电子门铃用 1.5 V 直流供电，具有体积小、耗电少、声音柔和、不受交流电网停电影响、安全可靠和经济实用等特点。由于电路简单、原理清楚、元件少且无严格要求，容易制造。电子门铃主要是一个音频振荡器构成，电路见图 212。

这是一个由振荡变压器 B 的初级线圈、反馈电容 C 和晶体三极管 BG 构成的电感三点式音频振荡电路。电源开关 K 接通的瞬间，在 BG 基极产生一个变动电压，这个电压经 BG 放大后由集电极输出，通过 C 选频回授到基极进行再放大……如此往复循环，电路使产生连续的振荡。振荡电压通过变压器 B 次级圈耦合到扬声器，推动扬声器发音。R_1、R_2 是 BG 的偏置电阻，同时也是 C 的充放电通路。R_1 阻值不同，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

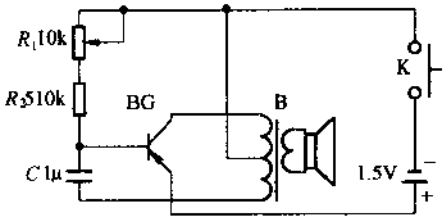


图 212　电子门铃电路

C 的充放电时间不同，振荡周期也随之改变。R_2 是保护电阻，目的是防止 R_1 调到最小值时使 BG_1 电流过大而烧毁。

振荡变压器 B 可用任何型号的半导体收音机小型推挽输出变压器。晶体管用 3AX 型低频管，$\beta>30$ 即可，其它参数不用考虑，业余品也可用。由于对振荡频率无严格要求，C 可用电解电容器或其它电容器。扬声器可选择 2～4 英寸直径的。

将各元件按线路图焊接好，如无错误，电路即能起振，调整 R_1 声音频率适合你的喜爱就可以了。

201. 集成电路音乐门铃

现在各种专用的音乐集成电路（IC 音乐晶片）规格型号很多，只要将几只电阻、电容、晶体管直接插焊在集成块的小印刷线路板上，接好扬声器和电源，即可正常工作。图 213 介绍了集成电路音乐门铃电路。

电路采用 KD－156 音乐集成块，加了一个小型双刀双位拨动开关，在不同位置可发出“叮咚”声和鸟鸣的两种音响。

IC 有 A、B 两个触发端，A 为正脉冲触发端，B 为负脉冲触发端。当 K 在图示位置时，按下 AN，A 端得到正脉冲，IC

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

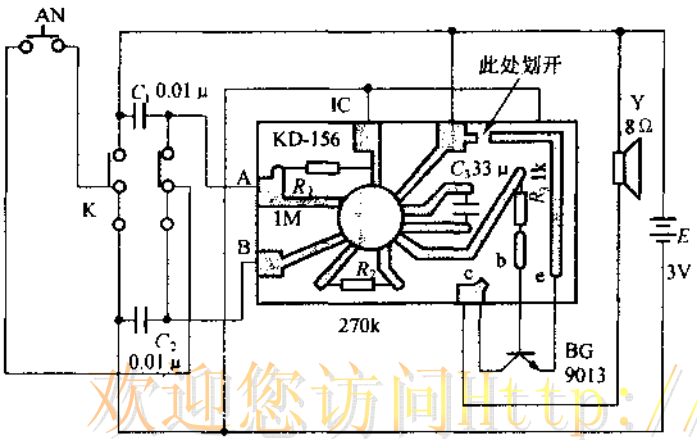


图 213　集成电路音乐门铃电路

输出内贮的鸟鸣信号，经 BG 放大，推动扬声器发出声响。如将 K 拨向另一位置，线路即为“叮咚”门铃。此时，按下 AN，B 端得到负脉冲，扬声器就发出清脆的“叮咚”声。

线路中 C_1、C_2 瓷片电容的作用，是为了滤掉干扰，避免误触发。C_1、C_2 可直接焊在开关 K 上。印刷线路板上的少许改动（图中的划开处），是为了提高音量、降低静态功耗。

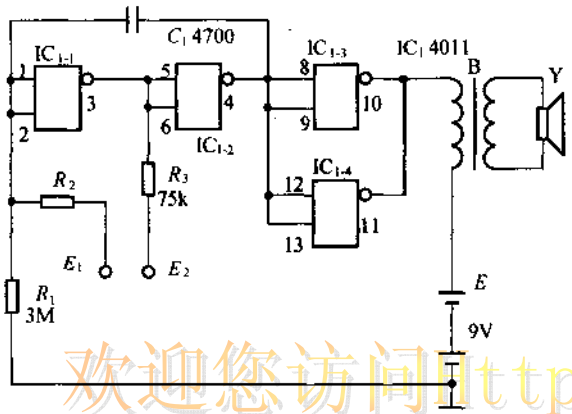
202. 触摸式变调门铃

图 214 是由一块 CMOS 集成电路构成的电子门铃电路。其原理是由与非门 IC_{1-1}、IC_{1-2} 组成多谐振荡器，由 IC_{1-3}、IC_{1-4} 并联构成功率放大器，通过变压器 B_1 推动扬声器 Y_1 发出声响。

在手指未触摸 E_1、E_2 处时，门 IC_{1-1} 的输入端通过电阻

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com



欢迎您访问Http://w

图 214　触摸式变调门铃电路

R_1 接零电平，因此多谐振荡器不起振。当手指触及触摸开关 E_1 和 E_2 时，手指间的电阻接通了 IC_{1-1} 的直流负反馈电路，于是，振荡器起振。其振荡频率与电阻（R_2、R_3 和手指接触电阻之和）的大小有关，因此改变手指的压力就可以在一定范围内改变门铃的频率。

集成电路 IC_1 可选用任何型号的四与非门或者用四或非门的 CMOS 门电路。把每个门的两个输入端连在一起，形成四个反向器。变压器 B_1 可采用半导体收音机的输出变压器。Y_1 可用 0.25 W8Ω 的小型扬声器。电源用 9 V 时音量大，6 V 也可以工作。

触摸开关可用小块印刷线路板自行设计制作，E_1 点与 E_2 点之间的距离为 1.5～2 mm。

电路焊接无误即可工作。电路调整时，只须选择 C_1 得

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

到满意的音调即可。

203. 不用继电器的光电报警器

图 215 介绍的光电报警器，可省去灵敏继电器，电路简单、调试方便、耗电量小，可用于防盗报警或电子玩具。用 2 节电池的手电筒在 3～5 m 处照射光电二极管 $2CU_2$，当有人遮住光线时，声光同时报警。

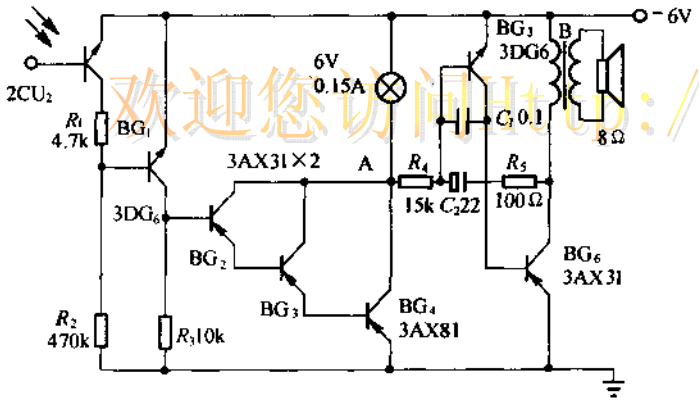


图 215　不用继电器的光电报警器电路

工作原理是：当光电二极管 $2CU_2$ 受到光线照射时，它的光电阻小，三极管 BG_1 截止，复合管 BG_2、BG_3 和 BG_4 得不到基极偏流，也处于截止状态。此时 A 点电位接近于 -6 V，使 BG_5 和 BG_6 均截止，因而灯不亮，喇叭无声。

当有人遮光时，$2CU_2$ 暗电阻大，选择适当的 R_2 阻值使 BG_1 饱和导通，给复合管 BG_2～BG_4 提供足够的基极偏流使它们也饱和导通。此时红灯亮，A 点电位接近于零（约 0.6

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

V)，BG_5 和 BG_6 组成的互补管正反馈振荡器工作，产生振荡信号，推动喇叭发声报警。本机不报警时，由于各管均处于截止状态，所以耗电极少。

调整：先调整 R_2 的阻值，使有光照射 A 点电位接近于电源电压（约 -5.8 V 左右），遮光时 A 点电位不大于 -0.6 V。再调整 R_4 的阻值，使遮光时喇叭发声宏亮。调整 R_5 可改变音调，R_4 的阻值对音调也有影响。

这个报警器对元件要求不严。三极管都可用业余品。BG_1 和 BG_5 可用任何型号的 NPN 型硅管。BG_2 ~ BG_4 的 β >20。BG_6 的 β 尽量大些，这样易于起振，声音也响。变压器 B 用半导体收音机输出变压器（推挽输出变压器的初级只用半边，将另一半空着）。光电管用任何型号都行。

如果把光电管 $2CU_2$ 接在 BG_1 基极下边，R_1 与 R_2 的位置也互换，R_2 阻值调整在 120 kΩ 左右，就做成了光电枪的靶。有光照在 $2CU_2$ 上时，红灯亮，喇叭响，可用于电子玩具电路。

204. 触摸式电子门铃

触摸式电子门铃具有结构简单、使用安全、易于安装的特点。例如可以把接触线安在门的拉手等金属部分上，当手一接触这块金属，门铃即发出响声。适当地改变接触点的结构和位置，这种电子门铃也可以做成简易报警器。

图 216 是触摸式电子门铃的电路图。它是由振荡器和讯响器两部分组成的。BG_1 和 B_1 等组成电感反馈式振荡电路，由于 B_1 的初级 1、3 两端数较少，在其两端又未并联谐振电容，由于此振荡器的工作点调得较低，起振后发射极电流很

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

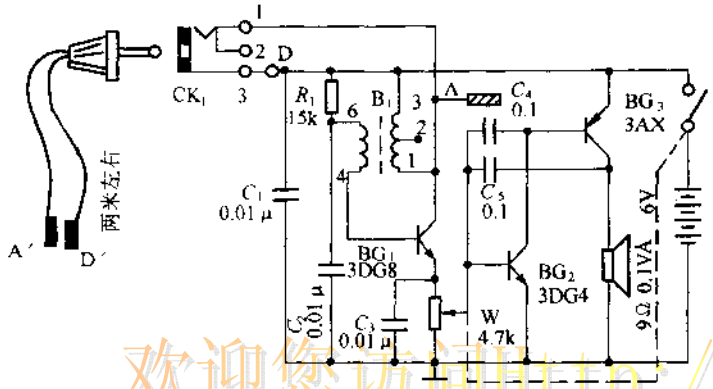


图 216　触摸式电子门铃电路

小，在 W 上产生的压降也很低，平时把电位器 W 中心头调到使 BG_1 和 BG_3 组成的讯响器处于临界振荡状态。当手触及与 A 点连接的接触板时，由于人体感应的关系，相当于给振荡器加了一个很重的负载，从而使 BG_1 停止振荡，于是，BG_1 发射极电流有很大增加，使得 W 中心抽头上的电压也随之增加。这个电压直接耦合到 BG_2 的基极，使 BG_2 和 BG_3 等组成的讯响器发出声音。当人体离开触摸板时，振荡恢复正常，BG_1 发射极电压减小，BG_2、BG_3 组成的讯响器停止发声。

此电路元件选择要求不高。BG_1 选用 3DG8，β 值为 100 左右；BG_2 选用 3DG4，要求 β 值 50 左右；BG_3 选用 3AX 型三极管，β 值 50 左右；B_1 采用晶体管超外差式收音机上用的中波振荡线圈。

调试时，首先断开电位器 W 中心头连线，接通电源，调整 BG_1 偏流电阻 R_1，使 BG_1 发射极电流在 0.5 mA。这时，W

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

两端电压为 2 V 多一点。用手捏住螺丝刀金属部分碰 BG_1 集电极，如 W 两端电压上升 1 V 左右，说明工作正常。如果电压不升高，由可检查 B_2 有否断线或者将 B_1 的 4、6 两端调换一下。

将 W 中心头接好，调整 W 中心头位置，等到喇叭里发出振荡叫声后，再把电位器中心反方向转回一点，使振荡叫声刚刚停止时就是讯响器的临界振荡状态了。这时，如用手捏住螺丝刀金属部分碰 BG_1 集电极，喇叭应发出振荡叫声。整机电流在讯响器不响时，约为 4 mA 左右。另外，电子门铃接触点离电路本身不宜太远，一般不超过 2 m。

使用时，在电路中的 D 点引出一条 2 m 以上长的塑料导线，拖在地下或挂在门上。在 A 点引出一条线安装在要碰触的地方，如门把手等地方。也可以把 A、D 两点接到 CK_1 插孔上，通过插头连接金属触板及拖线。本电路一定要注意调整电位器，使讯响器处在临界振荡状态，否则电子门铃有可能失灵。

205. 简单的电子门铃

电子门铃可代替电铃或蜂鸣器，发出悦耳的音响。图 217 是电子门铃的电路图。它由自激多谐振荡器、放大器、振声器和电源等部分组成。晶体管 BG_2、BG_3 组成一自激多谐振荡器。R_2、R_5 为其集电极电阻，两管基极分别经 R_4、R_3 和 W 取得正向偏压，两管间通过 C_2、C_3 交流耦合，当接通电源后，由于 C_2、C_3 交替地充、放电，使 BG_2、BG_3 轮流导通和截止，所以无须加触发信号，它自己就能产生一定频率和一定脉冲宽度的矩形波。经 C_1 进入 BG_1，使振声器LS响。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

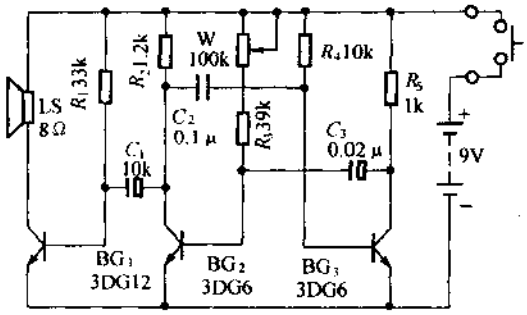


图 217　简单的电子门铃电路

欢迎您访问Http://w

206. **高保密性报警电子锁**

此报警电子锁仅由两块 CMOS 门电路和一些分立元件组成，具有线路新颖简单、选材容易、保密性很强的特点。“钥匙”的阻值可在 1 kΩ 到 10 kΩ 之间选取，如果用阻值不符的“假钥匙”去开锁，电路就会发出响亮的报警声。

(1)电路原理简介

电子锁的电路图如图 218 所示。

两个电阻 R_{Y_1}、R_{Y_2} 是“钥匙”，它们被焊在两个小型插头 CT_1、CT_2 上，当 CT_1、CT_2 没插入插口 CZ_1、CZ_2 时，与非门 YF_1、YF_3 输入为高电平；这样 YF_1、YF_3 的输出为低电平，YF_2、YF_4 的输出为高电平。由于这时或非门 HF_1～HF_3 的电源负端(V_{SS})端与 E_c 负端断开，因此电路不报警，J_1 不吸动，电子锁处于紧锁静止状态。开锁时，将 CT_1、CT_2、R_{Y_1}、R_{Y_2} 插入，因此使得 YF_1～YF_4 的输入电平由高变低，而 YF_2、YF_4 的 A 端输入电平仍为高电平。这样 YF_2、YF_4 输出

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

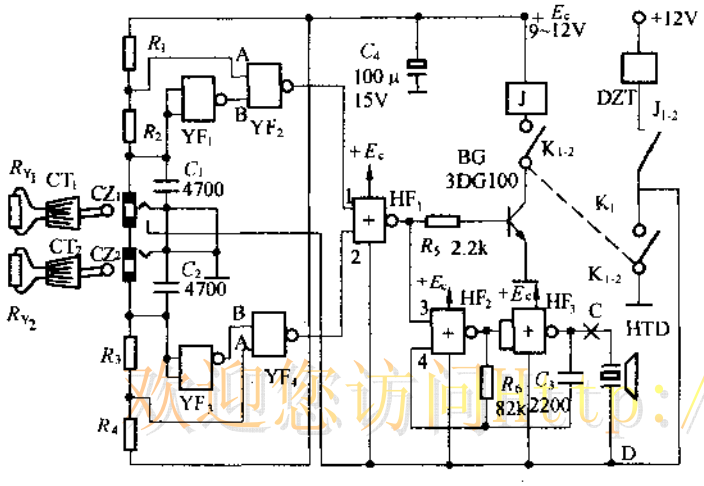


图 218　电子锁电路

为低电平。同时当 CT_1、CT_2 插入 CZ_1、CZ_2 时，HF_1～HF_3 的 V_{SS}端已接通电源，所以 HF_1 的输出为高电平。这个高电平一方面封住了 HF_2，使由 HF_2、HF_3 等组成的报警电路不起振；另一方面通过 R_5 给开关管 BG_1 加上了足够的基极偏流。这样在开关 K_1 合上时，BG_1 导通，J_1 吸动，从而带动电磁铁 DZT 及执行机构将锁打开。

如有人试图用“假钥匙”开锁，那么只要 R_{Y_1}、R_{Y_2} 中有一个不合要求，就会造成 YF_2 或 YF_4 的输出为高电平，从而使 HF_1 输出为低电平。结果不仅锁不会开启，而且由于 HF_2 的输入端“3”为低电平，因此解除了振荡器的封锁，开始报警。例如，设 R_{Y_1} 阻值正确，但 R_{Y_2} 大于所定阻值时，R_{Y_2} 上压降增大，使 YF_3 输入端和 YF_4 的 A 输入端都为高电平，因此 YF_4

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

输出为高电平，HF_1 输出为低电平，HTD 发出报警声，锁也不会开启。如 R_{Y_2} 小于所定阻值时，R_{Y_2} 上压降变小，使 YF_3 输入端和 YF_4 的 A 的输入端都为低电平，因此 YF_4 输出也是高电平，HF_1 输出为低电平，同样电路报警，锁不开启。

由此可见，R_{Y_1} 和 R_{Y_2} 都可由设计者自定一个“特定密码阻值”，而且 R_{Y_1}、R_{Y_2} 中只有一个与“密码阻值”不符，电路就会报警，因此这个电子锁保密度很高。另外，本电路还有以抽屉锁锁舌触动的保密性开关 K_1。开锁时，在 CT_1、CT_2 插入 CZ_1、CZ_2 之后还必须开动抽屉锁，使 K_1 闭合后才能打开锁。如果先开抽屉锁，把 HF_1～HF_3 的电源负端通过 $K_{1\ 2}$ 接地，则电路也会发出报警声。这就进一步提高了电子锁的保密性。

(2)元器件选用和制作

CT_1、CT_2 和 CZ_1、CZ_2 用 CSX_2 和 CKX_2 型小型插头插口，CZ_1、CZ_2 要改成插头插入后触点闭合的结构。R_{Y_1}、R_{Y_2} 用经过修正阻值的 RJ1/4W 电阻。R_{Y_1}、R_{Y_2} 可直接焊在 CT_1、CT_2 内。CT_1、CT_2 用氯仿或 502 胶并排胶合后再套上一节塑料管而成为一把“钥匙”(见图 219)。注意要保证 CZ_1、CZ_2 胶合为一体后能同时插入 CZ_1、CZ_2，否则电路要报警。

YF_1～YF_2 选用 C006、C036 四与非门；HF_1～HF_3 选用 C009、C039 四或非门。因要求不高，故均可用副品。如购不到 C009、C039，可按如图 220 那样改用与非门(包括振荡电路中的两个门)，但此时要多用一块集成电路。图中，箭头接至振荡电路或非门的输入端。为保证电子锁的高保密性，YF_1～YF_4 在安装前要加以测试，尽量挑选转移电平值差不多的

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

两个门作 YF_1、YF_2 或 YF_3、YF_4。测试电路如图 221 所示。测试时，电位器 W 由 E_c 负端转向正端，至某一点时，电压表 V_2 指示会由高突然变低，这时 V_1 指标值正好为该门电路的转移电平值。



图 219

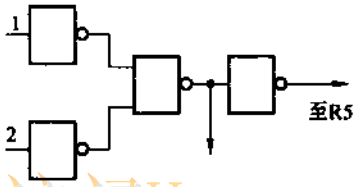


图 220 代用电路原理图

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电路中的 HTD 可用直径 20～35 mm 的压电陶瓷片，如搞好助声腔的制作，一般在用 9～12 V 的 E_c 时，发声强度不亚于 2 英寸扬声器。如需强报警，可将发声器部分按图 222 安装。晶体管的 β 值在 80～150 之间选取。J_1 选用 JRX－13 或 HG4099 等小型继电器，动作电压选 9～12 V。K_1 用磷铜片自制，它与抽屉锁的安装示意图如图 223 所示。

(3)电路调试

调试时，先选定 R_{Y_1}、R_{Y_2} 的阻值(如 R_{Y_1} 可用 8.6 kΩ；R_{Y_2} 用 59 kΩ 等)再用比 R_{Y_1}、R_{Y_2} 阻值分别大于 2～3 倍的电位器代替 R_1 和 R_4；R_2(或 R_3)的阻值一般选择比 R_{Y_1}(或 R_{Y_2})的阻值小于 10～20 倍。随后在 YF_2 的输出端接一个直流电压表。接通 E_c，插上 CT_1、CT_2 后，电压表指示为高电平，报警电路工作。这时调 R_1，至某一点时 YF_2 的输出会突然变低，然后又会突然变高。取上述两中间的阻值定为 R_1

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

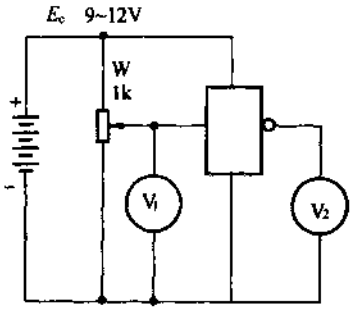


图 221　测试电路原理图

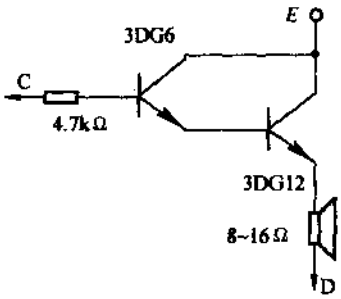


图 222　改动后的发声电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

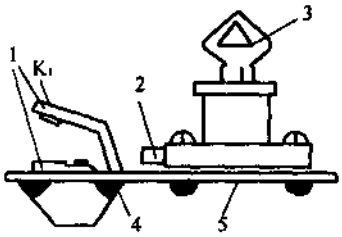


图 223　与抽屉锁的安装示意图

1—磷铜片；　2—锁舌；　3—钥匙；　4—焊点；　5—印制板

的阻值，然后再按同样方法定下 R_4 的阻值。当 R_1、R_2 都调好后，报警声自行停止。这时合上 K_1、J_1 即吸动，锁开启，最后反复插拨 CT_1、CT_2 多次，直到锁的动作正常无误，即可将 R_1、R_4 换上固定电阻。

207. 磁控锁

这种锁“钥匙”是一种带有小型永久磁铁的卡片。这种卡

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

片是用硬纸片、塑料片或非铁磁性材料的金属片制成的，上面镶嵌了一组按特定方式排列的小磁铁。当这张卡片贴近锁的时候，电路接通，电磁铁线圈通电，吸出插栓将门锁打开。

磁控锁的电路见图 224。锁的控制部分由 5 只干簧管的触点串联而成。其中第一只、第三只是常闭触点（在磁场作用下触点才断开），其余都是常开触点（在磁场作用下触点才闭合）。小型永久磁铁按图中位置安放，当磁铁位置正好与干簧管相对应时，第二、四、五只干簧管触点接通，由 A 到 B 电路接通。A、B 两点接至继电器绕组电源电路，继电器吸动，带动电磁执行机构。

干簧管可以放在隐蔽的地方，上面覆盖一张不导磁的金属片（铜、铝或不锈钢）。开锁时，将金属片拨开。干簧管的排列方式只有主人自己知道。一般说来，别人想开这个磁控锁是无从下手的。这种锁的控制部分平时不耗电。

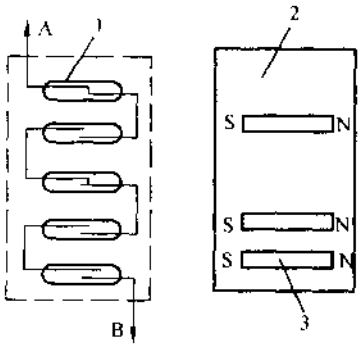


图 224　磁控锁的原理图

1—干簧管；2—卡片；3—小磁铁

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

208. 插塞式电子锁

这种锁是用耳塞机插头来接通控制电路图，电路如图225所示。插头接了一个二极管，当插头插入塞孔时，右半部分接成了半波整流电路，直流继电器J的线圈里有电流通过，继电器吸动，其常开触点接通了电磁执行机构，门锁打开。如果插头上接的不是二极管，电路是不能接通的。

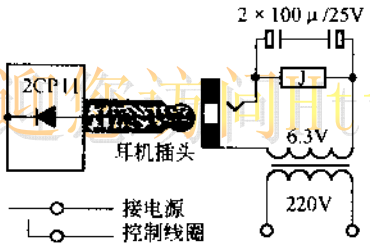


图225　插塞式电子锁原理图

209. 下雨报警电路

当雨水降落在作为传感器(图226)的两条紧靠而不相接触的金属线或金属箔条之间时，传感器被短路，晶体管导通使继电器J吸合，使警铃或蜂鸣器发出声响。晶体管可用3DK型，继电器可用额定电压为6 V的干簧继电器JAG-2-1$\frac{H}{Z}$A，自制传感器直径为15 cm。可用小块印刷线路板制作。

210. 下雨探测器

这种下雨探测器会在下雨时发出报警信号，其电路原理图如图227所示，实际上它是一个简单的音频振荡报警器。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

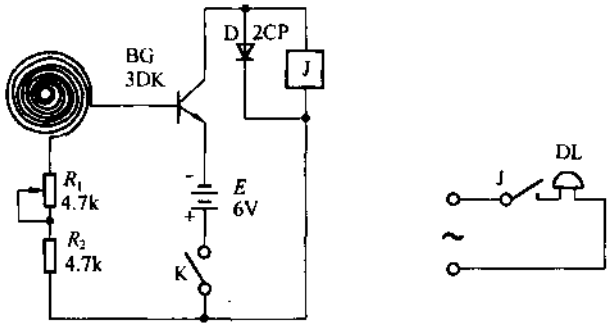


图 226　下雨报警电路原理图

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

BG_2、BG_3 及电容 C 和扬声器组成音频振荡电路，其振荡受 BG_1 控制、探头和 BG_1 组成传感电路。当雨点落到探头的两组叉指形探针之间时，相当于有一个大阻值电阻接入 BG_1 基极回路，BG_1 因获得正向偏置而导通，驱动振荡电路工作，扬声器发出音频报警声，告诉主人外面下雨了。

BG_1、BG_3 用 NPN 型硅管，BG_2 用 PNP 型硅管。只要接线无误，安装完毕即可工作。试验时，用手指同时接触 BG_1 的集电极和基极，扬声器发声，即可认为电路工作正常。然后把探头接入 BG_1 的基极与集电极间就行了。

探头由两组叉指形探针组成，探针可用一定长度的裸铜线制作，两组探针交错固定在绝缘板上，相互保持一定的距离，不可短路。当然也可用敷铜板制作。

从工作原理可知，只要将叉指探头改变成两片互不接触的金属片，该电路也可用作手触门铃。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

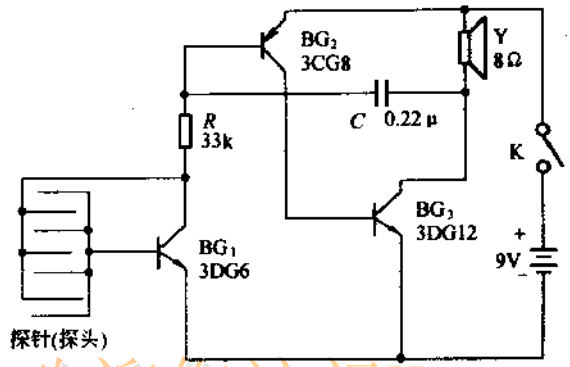


图 227　下雨探测器电路

欢迎您访问Http://

211. 婴儿尿布干湿检查器

婴儿的尿布要勤换，这是大家都知道的，但婴儿的小便次

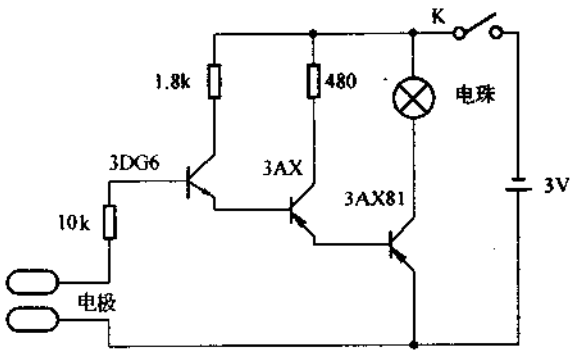


图 228　婴儿尿布干湿检查电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

数频敏而又无规律，很难掌握。用图 228 所示电路安装一个尿布干湿检查器。使用简捷，灵敏度很高，效果甚佳。平时，将二个电极放在尿布中间，检查时，合上电源开关 K，若小电珠亮了，表示布已湿，反之未湿。

212. 电风扇简易无级调速电路

图 229 是 16 英寸以下台式电风扇的无级调速器电路图。它实际上是一个可控硅调速电路。其电路图如下：

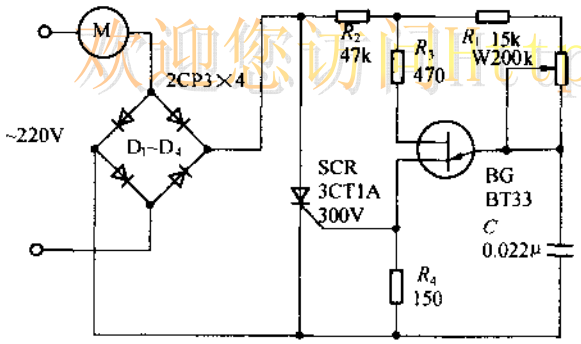


图 229　电风扇简易无级调速电路

电网电压经 $D_1 \sim D_4$ 整流后加在可控硅 SCR 的阳极和阴极之间，这是一个脉动直流电压，此电压经 R_2 降去一部分后供给触发电路。触发电路是由单结晶体管 BG，电阻 R_1、R_3、R_4、电位器 W 和电容 C 组成的弛张振荡器。在电网电压的每半个周期内，电容 C 被充电。当充电电压达到 BG 的峰点电压时，BG 导通，电容上的电压经过 BG 和 R_4 放电，并且在 R_4 上形成一个正向尖脉冲去触发可控硅 SCR，使其导通。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

这样就有电流流过可控硅以及电扇马达的绕组 M。SCR 导通后其阳极与阴极之间的电压降很小，使触发电路不能工作。电网电流过零点时，SCR 截止。等到下一个半周时，电容 C 重新充电，重复上述过程。

调节电位器 W 可以改变电容 C 的充电速度，进而改变每半个周期内可控硅导通角的大小，这样就控制了电风扇马达输入电压的大小，也就控制了风扇的转速。由于电位器是连续可调的，因而风扇的转速也是连续变化的。此电路亦可用作灯光亮度调节。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

213. 单速台扇改装成双速或三速台扇电路

用串接电容器的简单方法，可把单速台扇改装成双速或三速台扇，电路如图 230 所示。

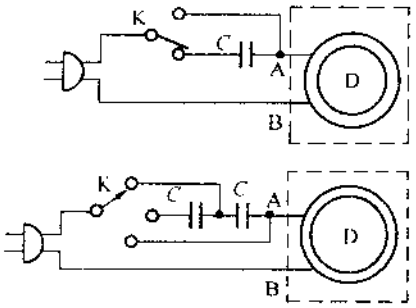


图 230　电扇变速电路

图中的虚线框内部分是台扇原来的电路图，A、B 为原来接电源的两根线，在其任意一根线上按图串接一个或两个电容器和一个换挡开关，就可把单速台扇改装成双速与三速台扇。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电容器应采用纸介质电容器，双速时电容容量为 1.2～2 μF，低值用于小台扇，高值用在大台扇，三速时电容容量应在 2.4～3 μF 之间选取。电容耐压应大于 630 V。K 开关宜采用台扇调速专用开关，以保持台扇外形美观。如果没有这种开关，用其它换挡开关代替也行。

改装好的台扇调速比可达 70%左右，而不会加剧电机发热和电功率的消耗。如果你有一台单速台扇，不妨用几只电容器试一试，满意后再改动面板、安装调速开关。

214. 接近报警断路器

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电风扇加装接近报警断路器后，当人的手指靠近网罩时，电风扇会立即断电停转并发出音响报警。

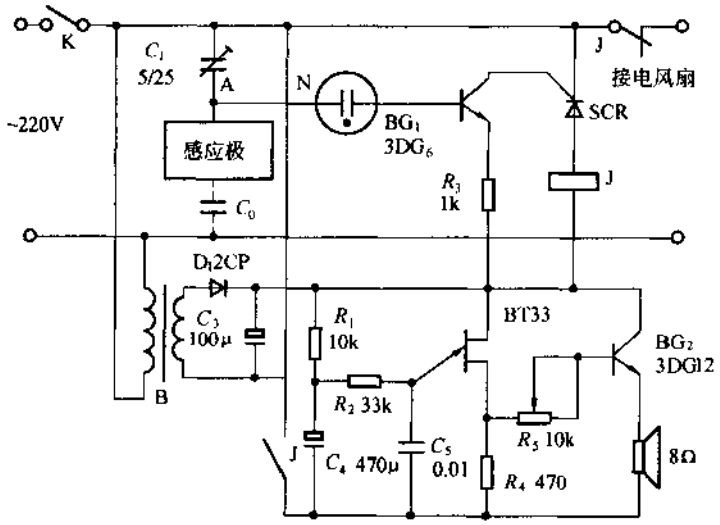


图 231　接近报警断路电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 231 所示是用氖管触发可控硅的接近保护断路电路图。工作原理是：当人体接近感应板时，使 A 点与火线间交流电压升高而点燃氖管 N，氖管点燃时，向 BG_1 基极提供约几百微安脉冲放电电流，此电流经过 BG_1 放大而触发可控硅 SCR。可控硅导通后，继电器 J 吸合，其常闭触点切断风扇电路；其常开触点接通了报警电路。电路中 C_1 可用半可变电容，可调节感应灵敏度，变压器 B_1 可用小型灯丝变压器，继电器 J 可采用 6 V 灵敏继电器，感应板可用电风扇网罩代替，但注意应将网罩和整个风扇部分绝缘。报警后，拉开电源开关 K，电路复位。

欢迎您访问Http://

215. 自制洗衣机定时器

洗衣机工作时，其波盘需要定时正反向旋转，在改变转向前，又必须停顿几秒钟，以减轻电机负荷。这个动作，是通过洗衣机定时器控制的。定时器有机械式的，也有电子式，图 232 是洗衣机的一种电子式自动控制电路图。

图中，BG_1、BG_2 组成不对称多谐振荡器，其振荡周期为 33 s，脉宽 6 s，BG_4、BG_5 组成计数触发器，BG_3、BG_6 为继电器的驱动级。

接通电源后，BG_1、BG_2 等元件组成的多谐振荡器起振，当 BG_2 导通时，为计数器提供一触发脉冲使其翻转，并使 BG_3 导通。J_1 导通时，这时不管 BG_6 是否导通，交流电源将通过 J_1、J_2 使电动机绕组总有一相被接通。BG_2 截止时，由于其集电极输出正跳变脉冲，计数器并不翻转，但 BG_3 截止，J_1 释放，使电动机断电停转。6 s 钟之后，多谐振荡器又一次翻转，BG_2 导通，其集电极输出负跳变脉冲触发计数触发器使其

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

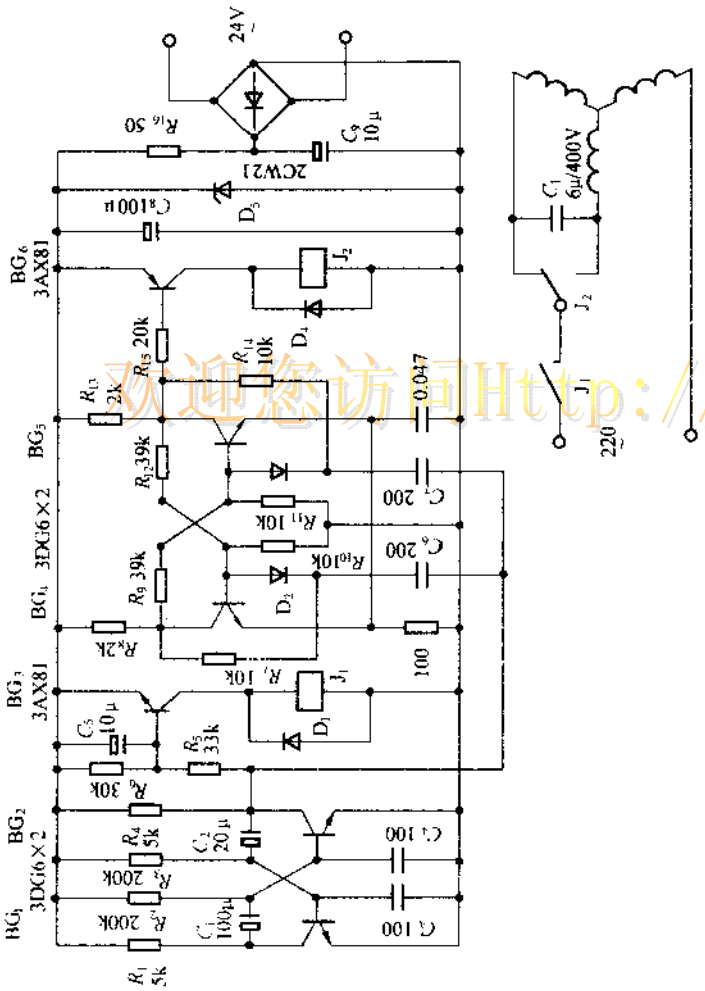


图 232　自制洗衣机定时器电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

翻转，电机转向。同时由于 BG_3 导通使 J_1 吸合，电动机开始倒转，如此不断循环，于是实现了：

正转 27 s→停 6 s→倒转 27 s→停 6 s→……的自动正、倒转和延迟控制。

图中电动机为三相 120 W 交流电动机，改成图中单相电动机运行，实际功耗约 80 W 左右。

216. 电子温度调节器

在电熨斗上安一个电子温度调节器，可以在很宽的范围内灵活地调节其温度。图 233 是其电路图。

欢迎您访问Http://

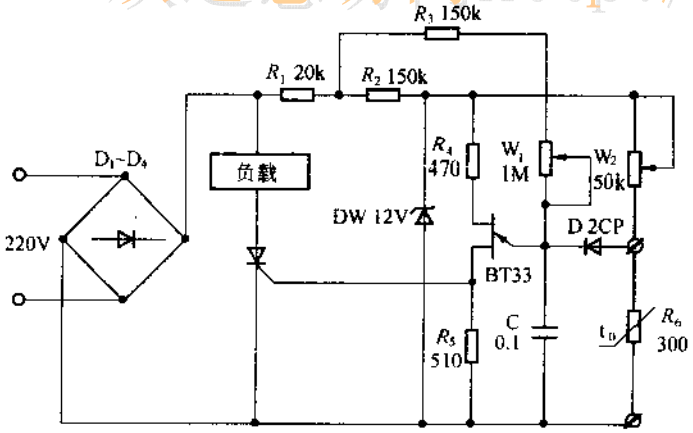


图 233　电子温度调节器电路

电容 C 由 W_1、W_2 充电，开始时，C 主要通过 W_2 充电；当 C 电压等于或大于 W_2、R_6 分压值时，D 截止，C 通过 R_3、W_1 充电。可变电阻 W_1 用作温度校正，W_1 电阻数值增大，C 充电曲线变平坦，可控硅触发角增大，电压下降，电熨斗温度

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

较低。W_2 用作温度设定，W_2 电阻数值大，分压点降低，R_3、W_1 后期充电时间延长，可控硅导通角减小，温度降低，反之 W_2 数值小，分压点上升，R_3、W_1 后期充电时间缩短，可控硅导通角增大，电熨斗温度较高。

电熨斗温度上升，热敏电阻 R_6 阻值减小，W_2、R_6 分压点下降，触发角增大，使负载电压降低，电熨斗温度降低。如电熨斗温度低于设定，则 R_6 阻值较大，W_2、R_6 分压点较高，触发角减小，使负载电压升高，电熨斗升温。

热敏电阻工作温度不能太高，所以不能直接贴近电熨斗底板，可以将热敏电阻固定在一个金属薄壁管内，固定在电熨斗手柄的金属连接部分上，间接地测得电熨斗的温升。

调试时，先用一只 220 V 白炽灯接在负载位置。调节 W_1、W_2 时，灯泡亮度应有明显变化，一般应能调至灯泡熄灭和全亮。再用一把电烙铁靠近热敏电阻，当热敏电阻温度升高时，灯泡应变暗。最后校验 W_2 刻度整定值，因电熨斗要求控制温度范围为 60～280 ℃，所以，调节 W_1，使 W_2 阻值最大时电熨斗温度为 50 ℃，W_2 阻值最小时为 300 ℃。调节方法是：用高温温度表贴在电熨斗底面上，调节 W_2，使电熨斗温度符合 W_2 的两个极限位置，中间温度的刻度是非线性的，可在调节 W_2 时测出电熨斗的底板温度予以标注。

217. 电冰箱过电压保护电路

电冰箱的压缩机必须昼夜工作，经常起动、停止，而一昼夜内电源的变化幅度，往往会超过电冰箱压缩机工作的允许电压范围。如果电机长期过电压或欠电压运行，均会使电机损坏或造成不能起动的故障，一般条件下不容易修复。根据

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电冰箱对电压变化范围的要求及工作特点，可以安装过电压保护电路，以延长电冰箱使用寿命。

电路见图 234。图中 1J 为电冰箱原有的温控接点。2J 为 12 V460 Ω 直流继电器，仅用一对常闭触点 2J。W 为可锁定电位器。R 为 50 W120 Ω 可调电阻，将它的调整头放置在正中间位置为一端，把两头连接起来作另一端，即得 50 W30 Ω 电阻。注意连接要可靠。电容 C_2 在这里起一定的延时作用，以保证降压作用在电冰箱起动之后才发生。3AX81 与 $3DG_6$ 组成仿可控硅电路，两管间互相提供偏流，因此具有强烈的反馈。在 3AX81 的 e、b 极间输入很小的正向电压即可使两管立即进入深度饱和的状态，从而消除了电网电压接近临界值时继电器吸与不吸的过渡状态，避免了继电器抖动，改善了继电器的工作条件。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

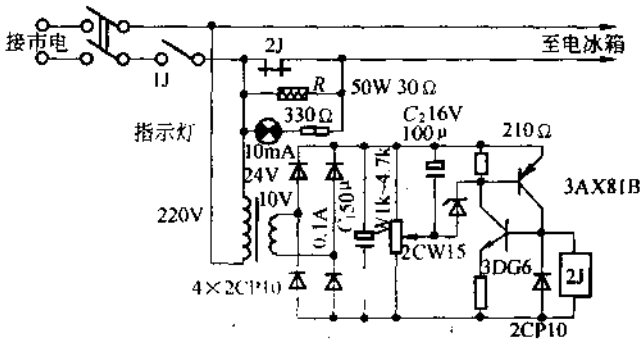


图 234　电冰箱过电压保护电路

按图将电路接好后，在电源电压为 220 V 时调节 W 使继电器刚好从释放状态转入吸合状态，调节动作要细致。这样，当电网电压升高到 220 V 以上时，继电器 2J 即吸合，其常闭

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

触点 2J 打开，在主回路中串入电阻 R 降压 20 V；电网电压低于 220 V 时，电路不动作。一般电冰箱允许电压范围为 180～230 V，最佳工作电压为 200～220 V，因此选 220 V 为临界值是合理的。使用本装置后，允许电源电压为 180～250 V，一般已经够用。在电网电压经常偏低的情况下，可用一自耦变压器升压后再酌情使用本电路作过压保护。

要注意，因电冰箱电机功率因数很低，R 上的压降不等于电冰箱所获得的实际压降，两者差值很大。例如西冷牌电冰箱 93 W 电机 R(30 Ω)两端压降 31 V，实得压降 20 V。

温控接点 1J 分断时，2J 复位。1J 再闭合时，再由电源电压值确定 2J 是否闭合。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

218. 电冰箱保护器

电冰箱压缩机工作时，最怕忽然停电，随后又很快送电。这样很容易把电冰箱压缩机烧毁。一般来讲，压缩机断电后，应经过 5 min 以上的时间后再送电。根据这一要求，可自制一个简单实用的电冰箱保护器。图 235 是电冰箱保护器的电路图。

在图 235 中，220 V 的交流电源，经过 C_1 降压，D_1～D_4 整流，C_2 滤波，稳压二极管 D_5 将电压稳定在 24 V 左右，向由单结晶体管 BT33 组成触发电路供电。通电后，稳压电源首先通过 R_3 向电容 C_3 充电，经过 6 min 左右，C_3 上的电压达到 BT33 的峰点电压时，BT33 导通，继电器 J 吸合，其触点 $J_{1\text{-}1}$ 闭合，接通了冰箱的供电电源。$J_{1\text{-}2}$ 闭合，接通了继电器 J 的供电回路，直接由整流滤波后的电源供电，提高了线路工作的可靠性。$J_{1\text{-}3}$ 断开，使单结晶体管和稳压管 D_5 断电，C_3

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

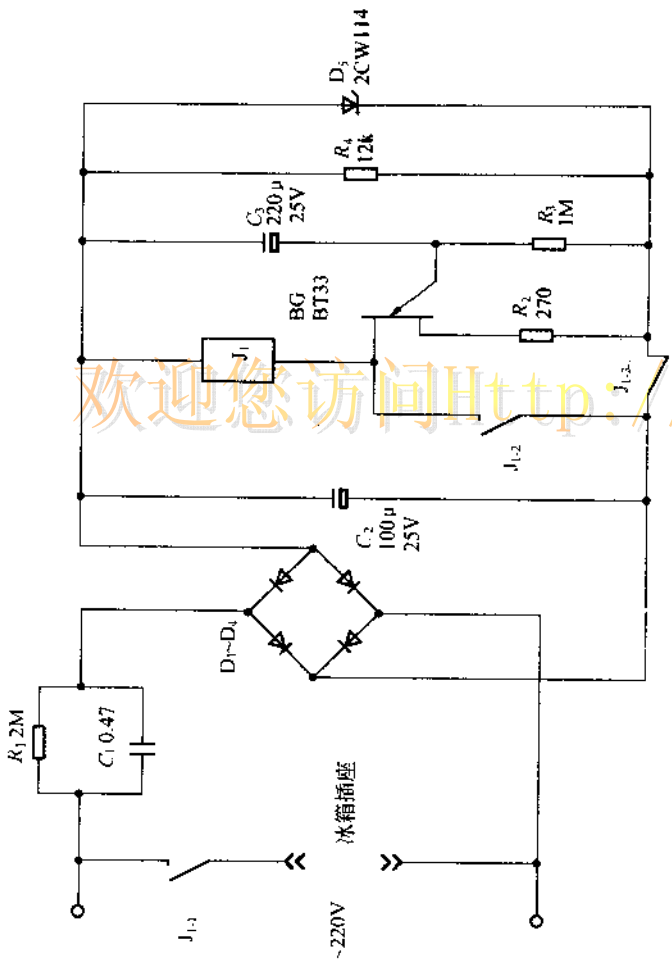


图 235　电冰箱保护器电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

上残存的电荷经 R_4 放电，以保证再次工作时延时时间的准确性。R_2 是单结晶体管的温度补偿电阻。

元件选择：C_1 为 CJ_{10} 型、0.47 μ400 V；D_1 ～ D_4 选用 2CP13；D_5 选用 2CW114；继电器 J 选用 JQX－4 型；电解电容 C_3 要选漏电小的；所有电阻都选用 1/8～1/4W 的金属膜电阻。

219. 电褥子的几种典型电路

电褥子的常见电路有下列几种：

(1)简易普遍型电褥子

这种电褥子不可调温，把电热元件直接与交流电源接通，产生电热。为了进行短路保护，电路中串联保险丝，如图 236 所示。使用时，靠人工控制温度。当温升过高时，必须人工将电源开关 K 关断，电热元件 R_L 中无电流通过，电褥子停止升温。过一段时间，如果温度降得过低，可再将电源接通。显然这种控温方式很麻烦，但制造简单，成本较低。图中，RD 为保险丝。

(2)电容调压型电褥子

这种电褥子的电路图如图 237 所示。当电源开关 K_1 合上时，电路中只串有一只电容 C_2 压降。这时，电褥子升温约至 30℃时稳定下来。当需要温度升高时，再将开关 K_2 合上，这时 C_1 与 C_2 并联，容抗减小，电路中电流加大，等于提高了电热元件上的电压，使电褥子温度升至 40℃。这种电路不用变压器等器件可实现调温，成本也较低。图中，RD 为保险丝，ZD 为指示灯，利用电热元件 R_{L1} 上的一段电阻的分压作用，来点亮低压灯泡作指示。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

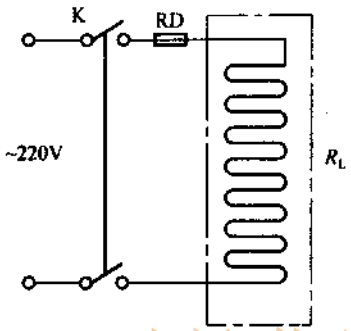


图 236　简易型电褥子电路

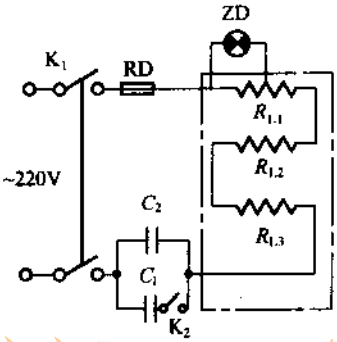


图 237　电容调压型电褥子电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

(3)变压器降压调温型电褥子(图 238)

利用变压器 BK 将电源电压降低到 12 V、18 V 和 24 V,通过选择开关接通所需电压,调整电热元件 R_L 的电压降,实现控温。这种控制方式较上述两种方式安全,不会因被褥潮湿或电热元件断头扎在褥面上发生漏电、触电事故。它是较为理想的控温方式,只是因增加了变压器,使产品成本稍有提高。

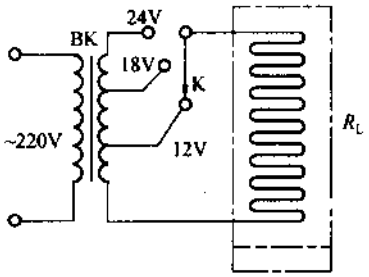


图 238 变压器降压调温型电褥子电路

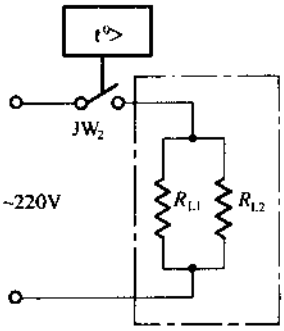


图 239　继电器电褥子电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

(4)温度继电器电褥子

它的电路较为简单,如图 239 所示。

图中,JW_2 为温度继电器,可采用 5J23 型双金属片温度继电器。当电褥子表面温度超过 24 ℃时,继电器切断电源,电热元件 R_{L1}～R_{L2}停止生热。当温度降至 15 ℃时,继电器自动接通电源,继续加热。这种电褥子实现了控温自动化,控制效果较为理想,成本也不算高,使用十分方便。

220. 煤气炉自动点火器

图 240 是煤气炉自动点火器电气图。它是根据电容放电

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

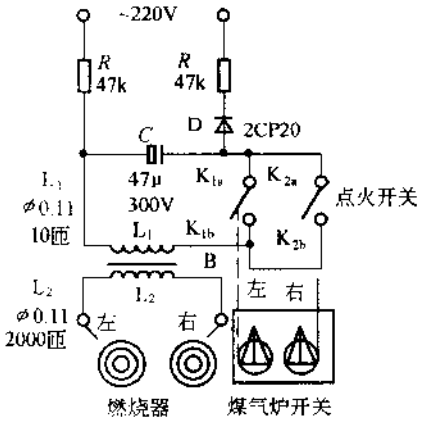


图 240　煤气自动点火器电路

原理设计的。220 V 交流电经两只金属膜电阻 R 降压限流和二极管 D 整流后,给电容器 C 充电。当煤气炉开关旋转到最大位置时,接通点火开关 K,电容器 C 通过低压线圈 L_1 放电,与此同时,高压线圈 L_2 感应出一个数万伏高压脉冲,在放

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电针和燃烧器之间产生电火花，将煤气点燃。升压线圈 B 可用 $\phi 10 \times 60$ mm 的磁棒分层绕制，先绕 L_1，缠上三层高压涤纶薄膜，然后分层绕 L_2，层间加涤纶薄膜绝缘。

221. 养鱼缸保温器

在图 241 电路中，用 24 只 300 Ω、0.5 W 的电阻并联作为发热元件 R_7，埋在养鱼缸的铺底沙中，用 24 V 灯泡接在加热器两端作通电指示。电阻和联接物用环氧树脂防水。B 是电源变压器。养鱼缸温度由热敏电阻 R_2 决定。本设备适用于 15 kg 水的鱼缸。

欢迎您访问Http://

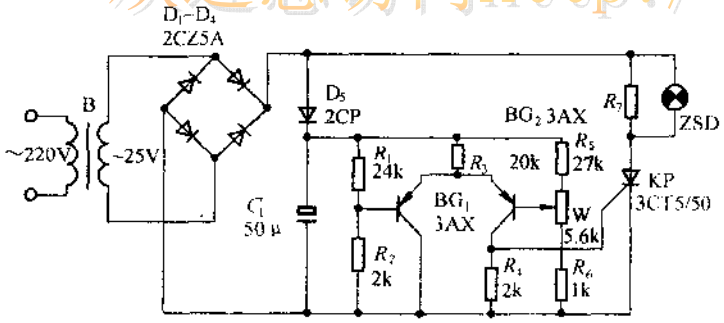


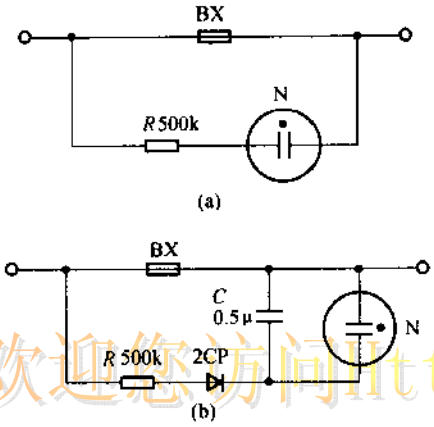
图 241　养鱼缸保温器电路

222. 保险丝熔断指示电路

保险丝烧断后，可用图 242a 电路迅速显示出来。原理是：一旦保险丝烧毁，电压就会通过限流电阻 R 加在氖管两端，使其起辉。如按图 242b 装接，氖管能发出闪烁光，更加醒目。同样道理，如果氖管并接在灯开关上，那么在夜间走入屋内，氖管的亮光将会清楚地告诉人们开关的位置，从而带来很大的方便。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com



欢迎您访问Http://

图 242　保险丝熔断指示电路

223. 简易触摸式电子开关

简易触摸式电子开关的电路图见图 243a。BG_1 作开关管，BG_3、BG_2 等分别组成“触摸开”和“触摸关”的控制电路，干簧管 G 为输出元件。当用手指触摸 K_1 的瞬间，相当于在 K_1 两端接入一个几十 kΩ 到 2 MΩ 的人体接触电阻，于是 BG_3 由截止变为导通，其集极电流亦即 BG_1 的基极电流，使 BG_1 导通。只需取合适的 R_2 阻值，则 BG_1 进入深度饱和状态，这时输出电压 $U_{c1} \approx E_c$，U_{c1} 所产生的电流 I_{c1} 在干簧管线圈 G 中形成电磁场，使 G 吸合，接通 b 图收音机。同时 U_{c1} 又通过 R_3、D_1 向 BG_3 提供了足够的自锁电流，从而保证了在手指离开 K_1 后，开关仍保持闭合状态。当需要开关断开时，可用手指触摸 K_2，这时 BG_2 集电极电流在负载电阻 R_3 上产生的压降使 BG_2 瞬间饱和，短

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

路了 BG_3 基极，于是 BG_3 截止，BG_1 也截止，干簧管失电，接点被断开，整个电路恢复原始状态。

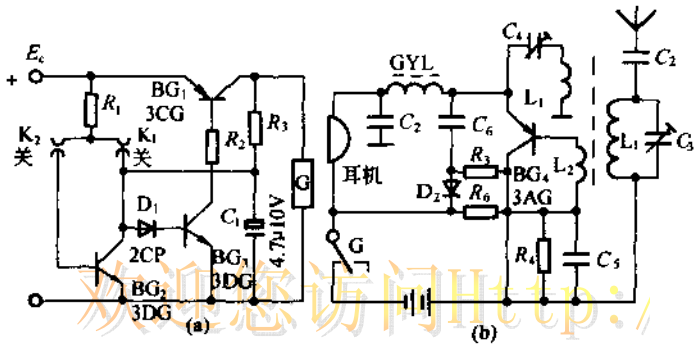


图 243　简易触摸式电子开关电路

晶体管可选用业余品，但要求 β 大一些，穿透电流 I_{ceo} 要小。对于 NPN 硅管，要求 $\beta>120$，$I_{CEO}<10\ \mu A$，若 I_{CEO} 过大，会引起开关失控。BG_1 的功率选择取决于干簧管线圈绕组的阻值。电阻 R_1、R_2、R_3 的阻值随 E_c 的选取而变化，可参考表 7－1 中数据。

表 7－1

电阻 \ 电压 (V)	3	4.5	6	9	12
阻值 (kΩ)					
R_1	10	10	10	15	15
R_2	2	3.9	6.2	8.2	10
R_3	30	30	30	39	39

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

如果元件良好，焊接无误，一般不需调试即能正常工作。若发现触摸开关开起特别灵敏，关断有迟滞现象，则可增大 R_3 阻值，使开与关灵敏度趋于平衡。反之则减小 R_3 的阻值。如 BG_2、BG_3 都采用复合管，则开关的灵敏度将大为提高。

如在开关电路的输出端，不是接入收音机，而是接入一只继电器，那么就可以控制电视机、电风扇、电灯等其它电器了。

224. 漏电保护器

电路见图 244。图中负载为家用电器，外壳即家用电器的外壳。当家用电器外壳漏电时，外壳对地即有电压 V_L，这个电压经 $D_1 \sim D_4$ 桥式整流后的输出电压为 $0.9\,V_L$。设继电器 J_1 的线圈直流电压为 V_J，当 $0.9V_L \geqslant 0.7V_J$ 时，保护器就动作。将负载与 220 V 电源断开，使人身免于遭受触电危险。

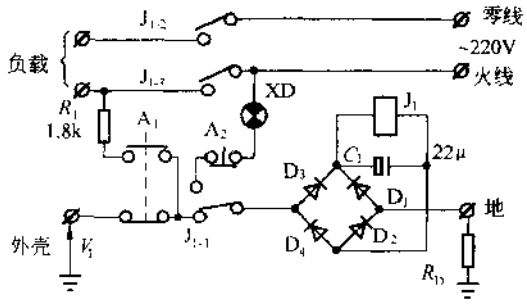


图 244　漏电保护器电路

由图可知，接地体的接地电阻 R_D 对 V_L 是有影响的，其关系为 $V_L = 0.78V_J + 0.78\,V_J R_D / R_J$(V)。这里用的直流继

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电器 J_1 为 JQX－10 型，它的 $V_J=24$ V，$R_J=250\ \Omega$，所以 $V_L=18.7+0.075R_D$(V)。若 R_D 在 230 Ω 以内时，则 J_1 能在交流漏电压 18.7～36 V 之间动作。

如果家用电器电源火线直接碰壳，其对地电压为 220 V。若 $R_D<30\ \Omega$ 时，J_1 线圈将承受 198 V 直流电压的冲击，因保护器动作时间短，约为 0.03 s，所以 J_1 线圈温升约为 0.73 ℃，还不致于损坏继电器。

图中 J_{1-1}、J_{1-2}、J_{1-3} 为 J_1 的常闭触点，其中 J_{1-2}、J_{1-3} 在保护器动作时用于切断电源，J_{1-3} 接通 J_1 的自锁回路，同时，使 XD 发出漏电指示。待故障排除后，可按一下 A_2，J_1 复位。A_1 用于检查保护器是否正常工作，若按一下 A_1，J_1 吸合，则说明保护器工作正常。

J_1 可选线圈直流电压 $V_J=24$ V，直流电阻 $R_J=200$～350 Ω 的继电器。D_1～D_4 选用 2CP17－2CP20 型二极管。电解电容器 C_1 选用 20 μF、耐压为 160 V 以上的。R_1 功率为 1/2W，XD 为 15 W、220 V 指示灯泡。

接地体电阻 R_D 可利用小于 200 Ω 的自然接地电阻，比如自来水管道。保护器与接地体应用截面不小于 1mm² 铜线连接。

225. 自制保安插座

在三眼插座上可以加装一个漏电指示和报警电路，当家用电器的外壳漏电时，可发出声光报警。这样可立即拔下电源插头进行修理，从而保证了安全用电。

保安插座电路如图 245 所示。当家用电器外壳漏电时，泄漏电流经 R_1 使氖泡发亮。同时经 C 降压及 D 整流使振

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

荡器振荡，压电陶瓷片 HTD 发出尖厉的报警声。

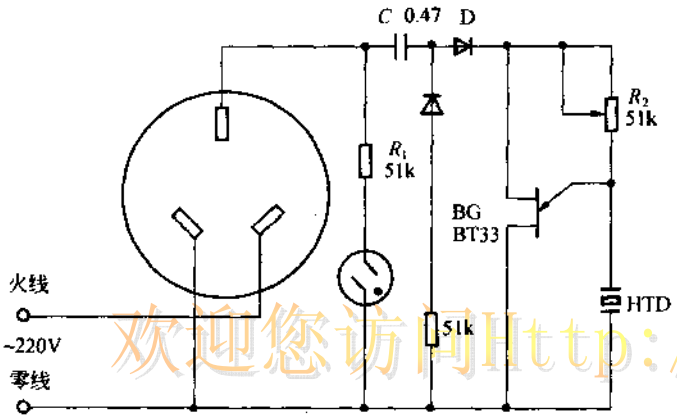


图 245　保安插座电路

电气部分可装在三眼插座板后，板上适当位置钻两个小孔，使氖泡和压电陶瓷片分别位于孔下。

该电路所用元件：C 选用 CJ_{10} 0.47μ 400 V，D 选用 2CP19 氖泡起辉电压在 60 V 左右，BG 选用 BT33C 型。为加大报警音量，压电陶瓷片可加助声腔。

226. 电子体温表

电子体温表的电路见图 246。R 是热敏电阻，FC_3 是集成运算放大器，$D_1 \sim D_4$ 组成桥式整流电路，输出单向信号。BG_1、BG_2 等组成开关电路。

当热敏电阻 R 的阻值随所测物体的温度变化到一定阻值时，A、B 两点有差值信号输出，此信号经 FC_3 放大、$D_1 \sim D_4$ 整流后，加到 BG_1 的基极，BG_1 导通，BG_2 截止，小灯泡 DZ 不

欢迎您访问Http://www.yjwr.com
欢迎您访问Http://www.yjwr.com

亮，这时旋动电位器 W_2，使 A、B 两点间无差值信号输出，则 BG_1 截止、BG_2 导通，小灯泡就亮。如果电位器 W 旋转角度记以温度刻度，那么就可以在灯亮时，读出被测物体的温度了。

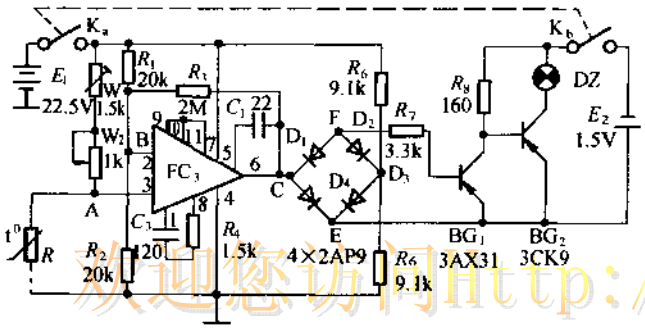


图 246　电子体温表电路

R 为负温度系数的金属壳热敏电阻，型号为 RRC－3J22，20 ℃时阻值为 10 kΩ，若用玻璃壳的更理想（用正温度系数的热敏电阻也可以）。FC_3 用的是处理品中增益较大的运算放大器。BG_1、BG_2 的漏电流要小于 100 μA，β 要大于 30；小灯泡用电压为 2.5 V 以下的。E_1 用 22.5 V 仪表用积层电池，E_2 用一节 4 号电池。

227. 测试食品新鲜度的小巧仪表

食物在变质过程中，其导电性能（即内阻）会跟着变化，变质愈甚，内阻愈小。根据这一点，我们可以用测试食物内阻的方法来测定食物的新鲜度。而某种食物的新鲜度标准可在一定的环境中通过测定该种食物新鲜时的内阻而定出，具体电路图见图 247 所示。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

由图可知，这是一个简单的高内阻晶体管电阻表。由于有些食物的内阻很高，用低阻欧姆表不能测出其内阻值；同时由于测试食物内阻时，仪表测试电流要在食物内部流通，所以为了准确测出食物内阻值而又要尽量减小流经食物的电流，以避免产生不必要的电解催化作用（这对长期连续监测食物来讲尤为重要），就需要用高灵敏和高内阻的电阻表来作新鲜度表。实践表明，输入电流小于10 μA、电阻为470 kΩ～1 MΩ的电阻表已能满足测试绝大多数日常食物的要求了。

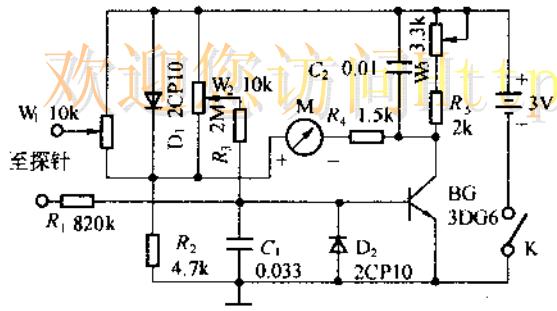


图247　食品新鲜度测试电路

图247中，M是一个灵敏度为250 μA的直流电流表，晶体管BG起直流放大作用。在探针没接触食物时，电源 E_c 经电阻 R_2 向接成正向稳压状态的二极管 D_1 提供工作电流，使 D_1 两端建立约0.7 V左右的稳定电压。此电压经电位器 W_2 分压后与 R_2 上的压降叠加，通过电阻 R_3 向BG提供基极电流。基极电流被放大后从集电极输出，输出电流通过电阻 R_5 和电位器 W_3，形成电压降。由于 R_5 的一端和电流表M负端连接，而 W_3 一端与 D_1 正极是同电位，D_1 负极又与电流表

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

M 的正端相连，因此，只要 R_5 和 W_3 上的压降与 D_1 两端的压降一样，也为 0.7 V 左右，这样 M 的两端便是等电位，表头中无电流流过，指针不动。这正是我们需要的状态。如果电流表 M 的表针转动了，说明 M 两端有电位差，这可通过调节 W_2 或 W_3 来纠正。调节 W_2 将改动 BG 的基极电流，而调节 W_3 将改变其本身的压降，两者都可改变 M 负端的电位，从而都可起到探针悬空时的 M 调零作用。这里 W_3 用半可变电位器，在调试中调好后一般都不再变动。经常性的调节用改变 W_2 的阻值实现。

当探针插入食物时，食物内阻并接到仪表的输入端。这样，BG 的基极将通过 W_1、食物内阻和 R_1 等从电源 E_c 获得另一股输入电流，从而使基极总输入电流增加，集电极电流也随之增加，W_3、R_5 上的压降变大，电流表 M 的两端产生电位差，表针就指示出这部分增加的输入电流。由于在测试时，W_1、R_1 一般固定不变，因此 BG 的基极电流大小就随食物内阻的大小而变。食物的内阻越小，输入电流越大，W_3 和 R_5 上的压降也愈高，M 的指示值也就愈大。由此可见，M 的指示值大小是与食物内阻的大小成对应的反比关系的。只要读出电流表 M 的指示值也就知道了食物的内阻值。

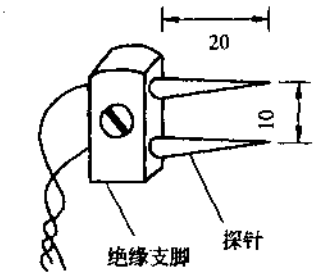
图 247 中，W_1 用作输入端短路调零。D_2 是 BG 发射结反向保护二极管。C_1 和 C_2 都是用来短路杂散耦合和干扰的，这样可使工作稳定，指示准确。

仪表的探针需自制，图 248 示出了它的外形与参考尺寸。探针要用 ϕ1～2 mm 的磷铜丝或钢丝（也可用缝衣针代替）制作，探针的前端应磨尖，以便于插入食物中。绝缘支脚用有机玻璃或环氧层压板等材料加工制作，尺寸大小无具体要求，只

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

要美观、可靠和使用方便就好。



欢迎您访问Http://www.yjwr.com

图 248　仪表探针示意图

表 7-2 为各种新鲜食物的测试参考数值。该表不但在测试时可作新鲜度参考，而且可作为干燥度参考值。另外，亦可测试西瓜等的成熟度，具体数据应试验后定。

表 7-2

序　号	食物种类	仪表指示值	相当于电阻值约(kΩ)
1	鸡肉、猪肉	190～200	150
2	牛肉、羊肉	185～195	150
3	带　　鱼	230～235	50
4	箬鳎鱼(舌鳎)	195～205	130
5	鲫(白鳞鱼)	170～180	300～200
6	菠　　菜	210(135,叶)	75(500)
7	花　　菜	215(200,叶)	60(150)
8	青菜(油菜)	220(170,叶)	60(250)
9	大 白 菜	235(220,叶)	39(60)
10	芹　　菜	140～160	300～400

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

续表 7－2

序　号	食物种类	仪表指示值	相当于电阻值约(kΩ)
11	马　铃　薯	242～245	10～27
12	芋　　艿	245～248	10
13	蚕　　豆	100～120	500～800
14	苹果、梨	235～240	39
15	萝　　卜	225～235	47
16	冬　　瓜	245	10
17	香　　菇	4～10	10 000～30 000
18	红　　枣	240～246	10～27
19	淡　　菜	80～100	800～1 200
20	香　　肠	150～180	200～400

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

228. 装在帽子里的助听器

这种装在帽子里的助听器，戴上帽子就带上了耳聋助听器，使用方便。图 249 是其电路图。来自驻极话筒 CRZ 的微弱电信号经 BG_1、BG_2 组成的两级放大器放大后，再由射级输出器 BG_3 的发射极输出，BG_4 是末级放大。

BG_1、BG_2、BG_3 采用直接耦合反馈放大电路，不但增益高，而且反馈网络兼有设置和稳定 BG_1 静态工作点的作用。由于省去了极间耦合电容，还可以展宽频带以减小频率失真。BG_4 采用分压式偏置电路，用二极管 D 作下偏置电阻，能起到较好的温度补偿作用，也有一定的自动音量控制性能。电-声换能器用一只骨传导式耳机，此耳机应紧贴耳后乳突部上方，用帽圈固定之。助听器的其它部分，可安装在帽沿上方的帽腔里。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

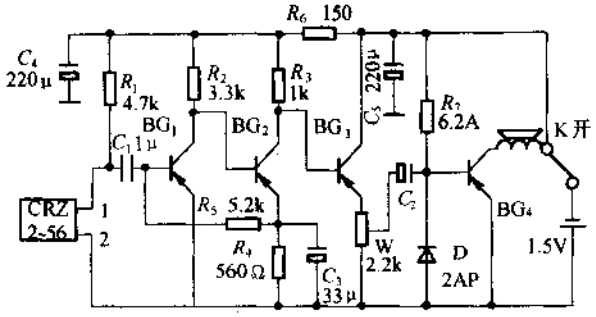


图 249　装在帽子里的助听器电路

欢迎您访问Http://www.

图中，晶体管 BG_1、BG_2、BG_3 采用业余品管 3AX23，用万用表测得 $\beta_1=\beta_2=110$，$\beta_3>250$。BG_4 应选用质量好些的管子，要求它的 β 高，I_{CEO}和 U_{CES}要低。本机是选用 3AX31C，$\beta=150$，$I_{CBO}=500\ \mu A$。二极管 D 可用 2AP 或 2AK 型，采用与 BG_4 特性相同的二极管可收到更好的补偿效果。耦合电容 C_1、C_2 和旁路电容 C_3 采用小型钽电容。音量控制电位器 W 可用 1/8 W 可调电阻代用，其余电阻都用 1/8 W 的。

229. 记忆力增进器

本装置根据人的大脑生理学，把记忆的机理一体化，使集中力得到充分的发挥，从而获得增强记忆力的效果。其结构主要由一副头戴受话器（像一副耳机，每只听筒盒内分别装一只小扬声器）、一个话筒（由扬声器Ⅰ组成）和一个音频放大电路组成。当使用者戴上本装置后，外界噪声立即被排除，造成一个安静的学习环境，无形中使注意力得到集中，为学习和记忆创造了先决条件。当他微声默读时，声音通过话筒加至音

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

频放大电路，放大后的声音由受话器送到耳中，使所读的内容存入大脑，特别是在学习外语时，既容易记住单词，又可矫正自己的发音。

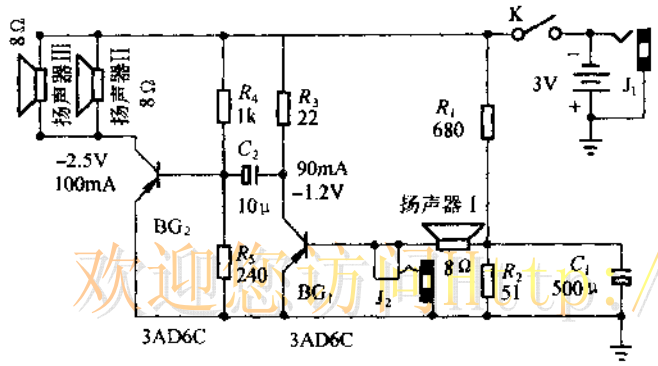


图 250　记忆力增进器电路

图 250 为本装置的电路图。这是普通的二级音频放大电路。声音由扬声器Ⅰ(代话筒)输入，经 BG_1 和 BG_2 两级放大，再由扬声器Ⅱ、Ⅲ(代受话筒)放出。电路中 BG_1 和 BG_2 均采用低内阻的 3AD6C 大功率管，因而可获得较高的增益。调试时，调整 R_1 和 R_4，使 BG_1 和 BG_2 的集电极对地电压(电源正极)分别为 -1.2 V 和 -2.5 V，相应的集电极电流分别约为 90 mA 和 100 mA。调整完后，用嘴对着话筒作深呼气和吸气，在受话筒里应能听到清晰的声音，而且不失真。如果达不到这种效果，应重新调整 R_1 和 R_4，直到符合要求为止。

插孔 J_1 供外接直流电源用。插孔 J_2 供外接录音机、收音机等音频信号输入用。当接入其它音频信号时，本装置就成为一个高增益的扩音机，扬声器Ⅱ、Ⅲ同时发声，可以产生足

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

够大的输出功率。

本装置的一些机械零件可以根据具体条件自行设计制作(本电路耗电较大)。

230. 电子灭蝇器

电子灭蝇器的电路见图 251。220 V 交流电压经五倍压整流后,输出约 1 400 V 直流电压,加在由许多等距离平行金属丝组成的电网上。电网下设有诱饵,苍蝇嗅到诱饵而来,着落时触及电网使其两根相邻金属丝短路,电容器通过苍蝇躯体发电,将苍蝇体打死,苍蝇尸体落下后,电容器又迅速充电,电网恢复高压,完成一次灭蝇过程。电容器反复充放电,不断杀死诱来的苍蝇。整个灭蝇器每日耗电不超过 0.005 kW·h(度)。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

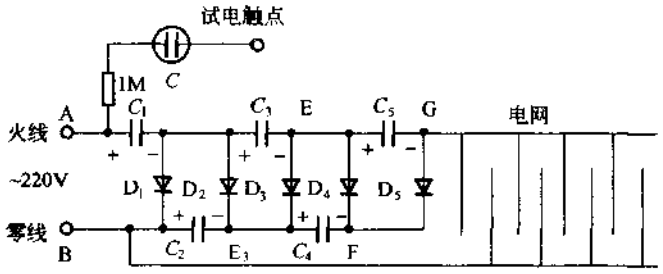


图 251　电子灭蝇器电路

每个整流二极管承受的最高反向电压和每个电容器的耐压值均为 $2\sqrt{2}\times 220$ V = 620 V。制作时,选用最高反向电压大于 800 V、整流电流为 300 mA 的整流二极管和耐压 630 V、容量为 0.47 μF 的金属化纸介电容器。高压电网的金属丝安

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

装在陶瓷绝缘板上，正负极相间，同极性并联，然后分别接到B点和G点。电源插头必须按图接线，即A点接火线，B点接零线，以免触电。本机设有安全试电装置，在接通开关时，氖灯亮说明线路对，氖灯不亮时，应将电源插头反插。在关断电源时，电容器上的剩余电荷自动泄放，保证安全。

231. 电子灭鼠器

图252为电子灭鼠器电路图。220 V市电经自耦变压器B升压至300 V左右，经二极管整流后给电容器 C 充电。电容器两端电压可达 $\sqrt{2}\times 300$ V(约420 V)。老鼠吃食饵时，扳动杠杆，接通开关K，电容器通过鼠体迅速放电，将老鼠电死。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

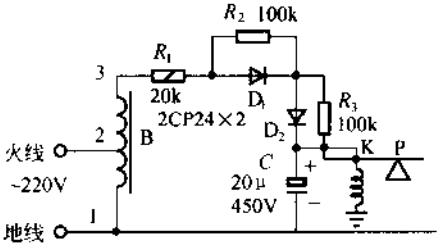


图252　电子灭鼠器电路

变压器B是利用废旧交流接触器的铁心和线包(原设计电压为380 V)，一般这种线包为8 500匝左右，再在外层用 ϕ0.07~0.09 mm漆包线绕3 000匝左右。R_1 是限流电阻，电容器 C 为10~30 μF/450 V。D_1、D_2 可用反向电压大于450 V、电流大于100 mA的任何整流二极管。用一段 ϕ1~2 mm的铜丝(铁丝也可)作杠杆，一头穿上食饵(可用熟肉或其它食物)，中间放在支点P上，另一头用一个小弹簧拉着，

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

平时使铜丝保持水平状态。在食饵下边放一块金属板，并用导线与电容器 C 的负极相连。金属板与食饵之间的距离约 10 cm。当老鼠咬住食饵向下拖时，铜丝杠杆另一端拉伸小弹簧向上翘，当它与接在电容器 C 正极上的金属片接触时，电容器被老鼠短路，迅速放电，杀死老鼠，电容器随之失去短路导体，小弹簧将铜丝拉回水平位置，电路恢复原状。

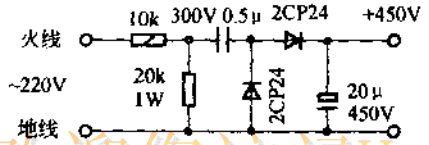


图 253　直接用市电的电子灭鼠器电路

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

电容器 C 的充电电压也可用 220 V 市电经倍压整流后取得，见图 253。

要注意的是，电源插头必须按图上要求连接，否则有触电危险。

232. 电子驱鼠器

老鼠对于 20 kHz 左右的超声波十分敏感，其灵敏度比人高数百倍。老鼠在长期受到强超声波刺激后，会引起肌肉萎缩、食欲不振，生殖腺退化甚至丧失生殖能力。图 254 所示电路图为一进口驱鼠线路图，该机可发出 15～20 kHz 连接可调波，具有连接工作和断续工作两种方式，输出电功率 8 W，标称有效驱鼠面积 60 m^2。

图中集成块内有两个振荡器，分别产生 15～20 次/min 的控制波和 15～20 kHz 连续工作波。两种波形都近似方波。

BG_1 为电子开关。BG_2～BG_4 组成功放级，输出功率可

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

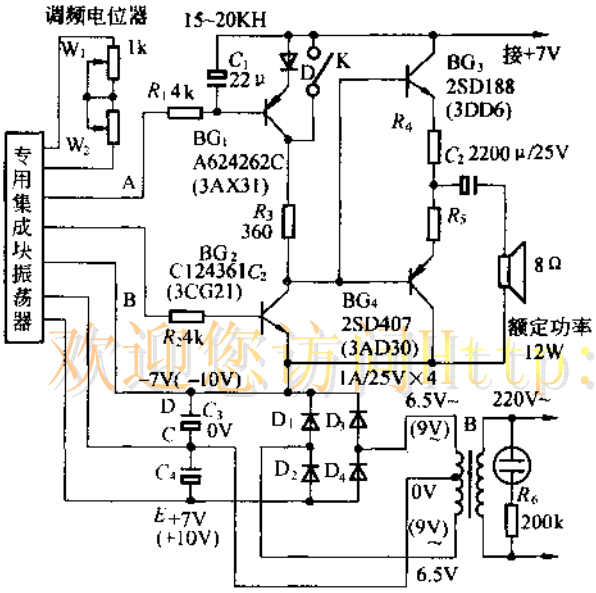


图 254　电子驱鼠器电路

达 8 W。当 K 闭合时，BG_1 截止，BG_2 集电极经 300 Ω 电阻接电源，功放级呈连续工作状态，若 K 断开，则 BG_2 集电极的供电必须经过 BG_1 的 c、e 极，即仅在 BG_1 导通时，BG_2 才能工作。而 BG_1 的导通取决于控制波的电平高低：控制波为高电平时，BG_1 截止；控制波为低电平时，BG_1 导通。此时功放级呈断续工作状态。

该机扬声器额定功率为 12 W，最大功率为 30 W，口径约 90 mm，“纸盆”用特殊塑料制成。

除扬声器外，其它元件用国产元件对该机可进行仿制，用两个 FC54 运算放大器（业余器也可用）组成控制波及工作波

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

振荡器，电路参数见图 255。据实际测定，主要电性能指标与进口机相同。功放级电路与原机相同；电阻电容值相同，晶体管型号见图 255。为了提高功率，可将供电电压略加提升，具体数据也如图 255。

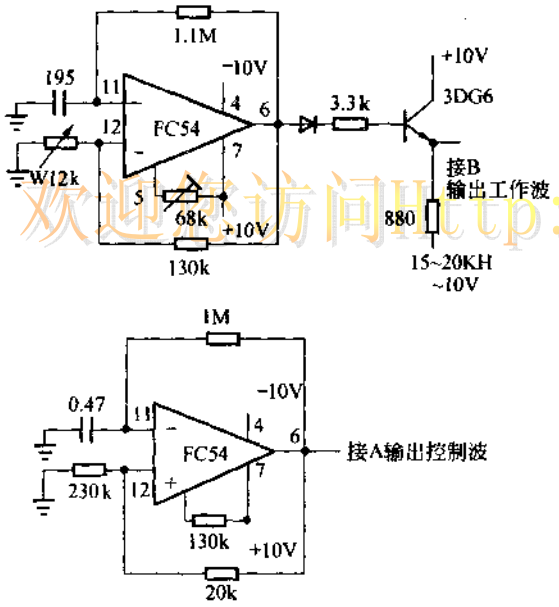


图 255

233. 电子驱蚊器

随着仿声学的不断发展，人们逐渐揭示了蚊子的一些奥秘和特性。一般说来，雄蚊不咬人，怀卵的雌蚊叮人吸血。雌蚊怀卵期间不喜欢与雄蚊接触，听到雄蚊发出 21～23 kHz 的

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

超声波信号时，便立即逃跑。据此，应用电子线路产生模仿雄蚊的超声波信号，从而达到驱蚊的目的。

超声波电子驱蚊器典型电路如图 256 所示。其中单结管 BT32 是一个弛张振荡器，10 kΩ 电位器 R_2 用来调节振荡频率；三极管 3DG6 工作的脉冲状态，起功率放大作用；二极管 D 为续流二极管。

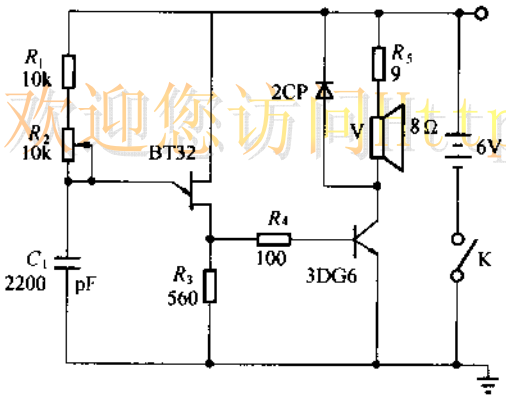


图 256　电子驱蚊器电路

这种驱蚊器工作后，在距它 2 m 左右的范围内有一定驱蚊防咬效果。尽管仍有蚊子在飞，甚至还会落在人身上，但一般不咬人。原因是喜欢叮人吸血的雌蚊已被驱，剩下的蚊子基本都不咬人。本机扬声器是个关键，应选用高频响应特性好的扬声器或高音扬声器，确保多辐射超声波功率，提高驱蚊效果。在业余条件下，采用耳机作电声换能器亦可。

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

附　录

书中字母符号说明

AN	一般按钮开关
B	变压器
SCR	可控硅
BG	晶体三极管
C	接触器(未特殊注明,均为交流接触器)
C	电容器
CZ	插座
D	灯
D	晶体二极管
DL	电铃
DT	电磁铁
GLJ	过电流继电器
HK	转换开关
J	继电器
K	一般开关
LED	发光二极管
LJ	电流继电器
M	电动机

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

NK	钮子开关
QLJ	欠电流继电器
R	电阻
RD	熔断器
RJ	热继电器
BCR	双向可控硅
SJ	时间继电器
SDJ	速度继电器
W	电位器
XD	信号灯
XWK	限位开关
YJ	电压继电器
ZJ	中间继电器
ZL	镇流器

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

在本书中,对于有特定用途的按钮开关和接触器还加有辅助字头,以示区别(此时按钮开关符号简写为"A")。其字头含义如下:

Q	起动
Z	正转
F	反转
J	加速
D	低速
G	高速
T	停止

欢迎您访问Http://www.yjwr.com

欢迎您访问Http://www.yjwr.com