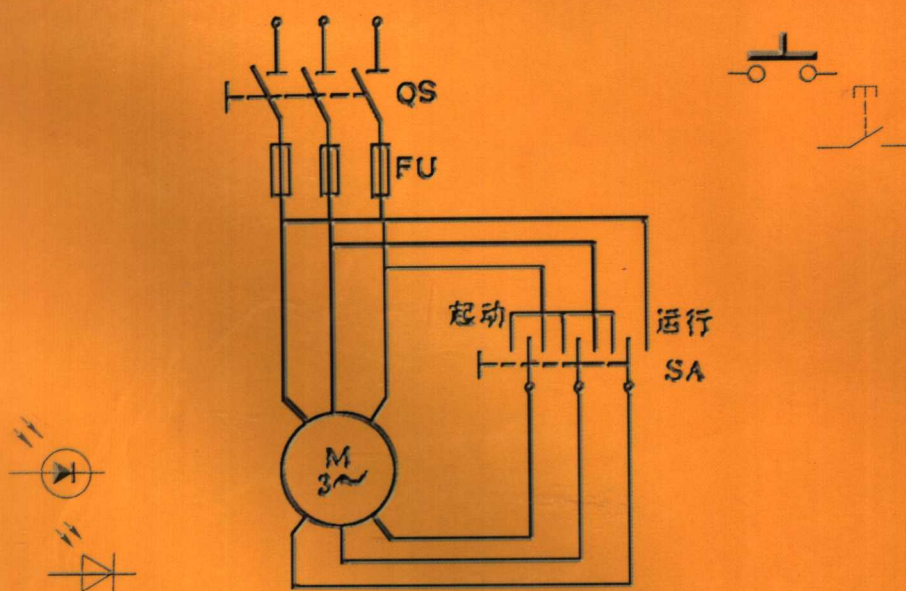


自学之星电工系列丛书

实用电工典型 线路图例

芮静康 编著



中国水利水电出版社

自学之星★系列丛书

实用电工典型 线路图例

芮静康 编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书收集了近 300 个基层电路中最常见、最典型的线路,在农村、乡镇和建筑行业广泛应用。它包括电工线路常用环节、电机的测量和试验线路、典型生产机械的电气线路、电子典型电路、电火花加工典型电路、典型家用电器电路、照明电路、典型建筑电工线路。通俗易懂、图文并茂、内容丰富、实用。

本书可供中、初级电工阅读,也可供电工技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电工典型线路图例/芮静康编著. —北京:中国水利水电出版社, 1997
(自学之星电工系列丛书)

ISBN 7-80124-469-9

I. 实… II. 芮… III. 电路图 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 13726 号

书 名	自学之星电工系列丛书 实用电工典型线路图例
作 者	芮静康 编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿局印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 285 千字 1 插图
版 次	1998 年 4 月第一版 1998 年 4 月北京第一次印刷
印 数	0001—8000 册
定 价	18.50 元

前 言

我国经济建设蓬勃发展,科学技术日新月异,电工、电子等技术也在不断深入。随着工矿企业、农村、学校等各部门用电设备的增加,与之相应的电工维修工作日益增多。市场经济体制正不断完善,这也向广大电工朋友提出了更高的要求,为满足大家的工作需要特编著本书,以飨读者。

每一个电气设备均必须有正确的电气连接,以保证它们能正常工作。电工维修者了解、熟悉这些线路,对于一般的电气安装和日常维护大有好处。编者根据有关资料和多年从事电工工作的实际经验,汇编了上百种图例。目的是给中、初级电工人员提供较为实用的参考资料,帮助大家快速、正确地处理工作中遇到的问题;亦希望读者从中得到启发,把新的方法应用到实际工作中,取得好的效果。

本书由清华大学电气副教授胡素英老师审阅,在此表示感谢。因本人水平有限,书中难免有错误和不当之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

1997年4月

目 录

前言

一、电工线路常用环节

1. 电动机的点动控制电路	1
2. 电动机单向起动或点动的控制电路	1
3. 单向起动控制电路	1
4. 可逆起动控制电路	2
5. 接触器联锁的可逆起动控制电路	2
6. 按钮联锁的可逆起动控制电路	3
7. 复合联锁的可逆起动控制电路	3
8. 串电阻（或电抗器）减压起动控制电路	3
9. 自耦变压器减压起动原理线路	4
10. QJ3 型补偿器	4
11. XJ01 型自动起动补偿器控制线路	4
12. 星—三角减压起动电机绕组联结图	6
13. 星—三角减压起动原理线路图	6
14. QX1 型星—三角起动器	6
15. 时间继电器控制星—三角减压起动线路	6
16. QX3—13 型自动星—三角起动器	8
17. 能以延边三角形（ Δ ）联结的电动机绕组联结图	8
18. 延边三角形减压起动控制线路	9
19. 转子电路串电阻起动控制线路	9
20. 单向起动反接制动控制线路	11
21. 双向起动反接制动控制线路	11
22. 能耗制动原理图	12
23. 单向起动半波整流能耗制动控制线路	12
24. 双向起动半波整流能耗制动控制线路	13
25. 单向起动全波整流能耗制动控制线路	14
26. 直流电动机反接制动控制线路	14
27. 直流能耗制动又一种控制线路	15
28. 双向起动反接制动的又一种控制线路	15
29. 串电阻降压起动及反接制动的又一种控制线路	16
30. 不对称电阻反接制动简单控制线路	17

31. 电容—电磁制动控制线路	17
32. 直流电动机能耗制动控制线路	17
33. 自动往返循环控制线路	18
34. 双速电动机接线原理图	18
35. 双速电动机控制线路	19
36. 三速电机起动和自动加速控制线路	20
37. 单线远程起停控制线路	20
38. 单线远程正反转控制线路	22
39. 三相异步电动机低速运行主电路	23
40. 用电流继电器作电动机 Y— Δ 节电转换控制线路	23
41. 采用隔离变压器与负载联结线路	24
42. 单线远程控制双向电铃线路	24
43. 用单线向控制室发信号线路	25
44. 用一根导线传递联络信号的线路	25
45. 停电报警器线路	25
46. 单线双向电铃线路	26
47. 电动机保安接零线路	26
48. 安全电压控制电动机起停线路	27
49. 交流接触器无压运行装置线路	27
50. 电动机断相自动保护线路	27
51. 直流电磁铁快速退磁线路	28
52. 低压变压器短路保护线路	28
53. 交流接触器无声运行线路	29
54. 简单电压型低压触电保安器线路	29
55. 一种节电式三相异步电动机断相保护器线路	30
56. 零序电压电动机断相保护线路	31
57. 简单星形零序电压断相保护线路	31
58. 又一种星形联结的电动机断相保护器线路	31
59. 三角形电动机零序电压继电器断相保护线路	32
60. 按电流原则控制直流电动机起动的线路	32
61. 按时间原则控制直流电动机起动的线路	32
62. 他励直流电动机失磁保护线路	33
63. 直流电动机正反转控制线路	33
64. 用晶体管延时电路自动转换 Y— Δ 起动控制线路	33
65. 缺辅助触头的交流接触器应急接线线路	34
66. 交流接触器低电压起动线路	35
67. 单按钮控制电动机起停线路	35
68. 用八档按钮操作的起重机控制线路	36

69. 摇臂升降限位控制线路	36
70. 齿轮车床空载停运线路	37

二、电机的测量和试验线路

71. 电流表电压表测量功率的线路	38
72. 二瓦特表法测量三相功率的线路	38
73. 两互感器测三相电流线路	39
74. 三互感器测三相电流线路	39
75. 三相电流、电压、功率测量线路	39
76. 带抽头的电流互感器测量线路	39
77. 采用刀闸开关的电阻测量线路	40
78. 利用电压互感器测量交流高电压的线路	40
79. 串联附加电阻扩大量程的线路	40
80. 半导体转速表线路	41
81. 最简单的电机试验线路	43
82. 空载、堵转试验法线路	43
83. 直接负载法试验线路	43
84. 回馈法试验线路	44
85. 变频法试验线路	44
86. 实际试验线路的主回路	45
87. 被（陪）试电机的快速停车（制动）线路	45
88. 采用不同容量调压器的试验线路	46
89. 交流电机平电流、耐压试验台线路（1）	47
90. 交流电机平电流、耐压试验台线路（2）	47
91. 交流电机平电流、耐压试验台线路（3）	47
92. 可靠性电机起动试验台线路	50
93. 直流高压发生器线路	50
94. 锯齿波触发电路	53
95. 直流控制台线路	57

三、典型生产机械的电气线路

96. C620 车床的电气线路	58
97. C616 车床的电气线路	59
98. C630 车床的电气线路	60
99. C516A 立式车床电气主电路	60
100. 立车伺服冲动线路	61
101. M125 外圆磨床的电气线路	61
102. 371M1 平面磨床的电气线路	63

103. M7120A 提高精度卧轴矩台平面磨床电气线路	63
104. M1432A 万能外圆磨床的电气线路	63
105. M7120 平面磨床电气线路	64
106. M7120A 平面磨床电气原理线路	67
107. M7120A 平面磨床电气接线线路	68
108. M7130 卧轴矩台平面磨床的电气线路	69
109. MGB1420 磨床的控制触发电路	69
110. MGB1420 磨床的励磁和给定信号电路	70
111. MGB1420 磨床的校正环节电路	71
112. MGB1420 磨床的电流截止保护环节电路	71
113. MGB1420 磨床的高速起动保护环节电路	72
114. MGB1420 磨床的限幅环节电路	72
115. MGB1420 磨床晶闸管无级调速系统线路	72
116. M7475 立轴圆台平面磨床的主电路及控制电路	72
117. M7475 立轴圆台平面磨床退磁电路	75
118. MM7120 平面磨床的交流拖动电气线路	75
119. MM7120 平面磨床的横向进给线路	77
120. MM7120 平面磨床的无触点行程开关 LXU 原理线路	79
121. MM7120 平面磨床的 BL1—Y1 断开延时元件—逻辑元件 BL 的线路	79
122. MM7120 磨床电磁吸盘的退磁线路	80
123. X62W 万能铣床电气控制线路	80
124. X52K 立式升降台铣床电气控制线路	84
125. X8120W 万能工具铣电气控制线路	84
126. Z35 摇臂钻床电气控制线路	86
127. Z3040 摇臂钻床电气控制线路	88
128. Z5163 立式钻床电气控制线路	89
129. T68 卧式镗床电气线路 (1)	91
130. T68 卧式镗床的配电板配线线路	93
131. 和图 3-35 相符的 T68 卧式镗床电气原理线路 (2)	95
132. 15/3t 桥式起重机 (天车) 电气控制线路	95

四、电子典型电路

133. 单相全波整流电路	100
134. 三相桥式整流电路	100
135. 滤波电路	101
136. 串联调整法电路	102
137. 并联调整法电路	102
138. 改用晶体管的调整电路	102

139. 稳压电源的基准电压和取样环节电路	103
140. 分差放大器电路	103
141. 并联的调整环节电路	103
142. 串联的调整环节电路	103
143. 复合调整管电路	104
144. 稳压电源的实用电路	104
145. 共发射极晶体管基本放大电路	104
146. 电流负反馈的偏置稳定电路	105
147. 电压负反馈的偏置稳定电路	105
148. 直流放大器电路	105
149. 单边甲类功率放大器电路	105
150. 推挽功率放大器电路	105
151. 简单的延时电路	106
152. 加入二极管的改进延时电路	106
153. 采用单个电源的延时继电器实际电路	107

五、电火花加工典型电路

154. 晶闸管脉冲电源粗加工线路 (1)	108
155. 晶闸管脉冲电源粗加工线路 (2)	109
156. 晶闸管脉冲电源粗加工线路 (3)	109
157. 晶闸管脉冲电源精加工线路 (1)	110
158. 晶闸管脉冲电源精加工线路 (1) 的并联线路	110
159. 晶闸管脉冲电源精加工线路 (2)	110
160. LC 仿真线路	111
161. 晶闸管脉冲电源精加工线路 (3)	112
162. 串联方式的电磁储能式电路	112
163. 并联方式的电磁储能式电路	112
164. 静电储能式电路	113
165. 非储能式电路	113
166. 利用三个不同直流电源的同步电源电路	114
167. 用变压器升压的高低压复合回路的高压附加电路	114
168. 用变压器升压的高低压复合回路的另一种高压附加电路	115
169. 多回路加工脉冲电源电路	115
170. 阻容移相触发电路	116
171. 晶体管触发电路	116
172. 小晶闸管触发电路	116
173. 直流偏磁系统电路	117
174. 晶闸管调压电路	118

175. 等脉冲式晶闸管脉冲电源的主电路	118
176. 变压器复合式晶闸管脉冲电源的主电路	119
177. 双电源复合式晶闸管脉冲电源的主电路	119
178. 线切割机床中的恒流源驱动电路	120
179. 线切割机床中的普通驱动电路	120
180. 光电耦合器—隔离耦合电路	121
181. +12V 直流稳压电源电路	121
182. 微机用+5V 稳压电源电路	121
183. +10V 整流电源电路	122
184. 时钟信号电路	122
185. 录音输出电路	122
186. 录音输入电路	123
187. 变频输出信号整形电路	123
188. 锯齿波发生器电路	123
189. 集成电路环形振荡式脉冲发生器电路	125
190. 集成电路数字式脉冲发生器	125
191. 单稳态电路	125
192. 简单可靠的单稳态电路	126
193. 反相放大器电路	127
194. JF—40A 晶体管脉冲电源的前置放大器实际电路	129
195. 互补射极输出放大器	129
196. 微细加工电路	130
197. 等脉冲电路	130
198. 微机集成电路	132
199. SG—30C 脉冲电源电路	133
200. D6125G 型电火花穿孔机床脉冲电源电路	133

六、典型家用电器电路

201. 拨号电路	138
202. HZ—1P 型电话机拨号电路	138
203. 分立元件组成的通话电路	139
204. 集成电路组成的通话电路	140
205. TEA1062 组成的通话电路	141
206. 免提通话电路（方框图）	142
207. 免提通话电路（实际电路）	142
208. LM8204 振铃电路	142
209. WE9140A 和 WE9140B/G 应用电路	146
210. 电冰箱瞬间断电及欠压保护电路	146

211. 采用 8751 集成电路的冰箱保护器电路	146
212. 应用四运放 LM324 的冰箱保护器电路	146
213. 电冰箱欠压、过压和断电保护电路	148
214. 使用集成电路“556”的电冰箱欠压、过压和断电保护电路	149
215. 采用集成电路“555”的电冰箱短时断电保护电路	150
216. 电冰箱开门报警电路	151
217. 全自动电冰箱保护电路	151
218. 自动延时供电冰箱保护器电路	152
219. 无触点冰箱保护器电路	152
220. 五功能电冰箱保护器电路	153
221. 简易无级调速风扇电路	154
222. 光控电风扇电路	154
223. 电风扇自动变速电路	154
224. 电风扇光控调速开关电路	155
225. 电风扇无级调速和阵风控制器电路	156
226. 电风扇多用控制器电路	156
227. 防止手触电扇叶片的保安器电路	157

七、照 明 电 路

228. 用三个开关控制一盏灯的电路	158
229. 五层楼照明灯开关控制电路	158
230. 用两只双连开关在两地控制一盏灯的电路	158
231. 简易调光灯电路	158
232. 具有无功功率补偿的日光灯电路	158
233. 日光灯在低温低压情况下接入二极管起动电路	159
234. 管形氙灯接线线路	159
235. 双日光灯接线线路	159
236. 8W 日光灯低压快速起辉电路	160
237. 日光灯四线镇流器接线线路	160
238. 快速闪光器电路	160
239. 电灯遥控开关电路	161
240. 自动照明灯电路	161
241. 调光、充电、应急台灯电路	162
242. 光控自动开关照明灯电路	162
243. 访客叫门灯电路	162
244. 停电应急照明灯电路	163
245. 自动开起延时照明灯电路	163
246. 日光灯电子镇流器电路	164

247. 连续闪光摄影控制器电路	164
248. 自动换色流水彩灯电路	165
249. 家庭小型流水灯电路	166
250. 流水彩灯电路	166
251. 大功率流水灯链电路	167
252. 自动关断楼梯灯控制电路	167
253. 应急照明灯电路	168
254. 熔断器熔断闪光灯电路	168
255. 循环灯电路	168
256. 又一种楼道自动关灯装置电路	169
257. 互补灯光控制器电路	170
258. 照相闪光延迟电路	171

八、典型建筑电工线路

259. 一台变压器的 6~10kV 变配电所主接线	172
260. 两台变压器的 6~10kV 变配电所主接线	173
261. 低压供电线路	173
262. 配电系统线路	174
263. 高压配电系统线路	175
264. 工程综合供电电气系统线路	176
265. 车间的动力和照明供电系统线路	177
266. 电压测量电路	177
267. 二次接线线路	178
268. DT8 型 5~10A、25A 三相四线制有功电度表接线线路	180
269. DT8 型 40~80A 直接接入式电度表接线线路	180
270. DX8 型 380V、5A 电流互感式无功电度表接线线路	180
271. 三相有功功率电度表接线线路	181
272. 直流电度表经附加电阻接线线路	181
273. 共用天线和闭路电视典型系统线路	181
274. 72 户共用天线电视系统线路	182
275. 30 户共用天线电视系统线路	183
276. 防烟风阀与火灾报警装置联锁关系线路	183
277. 紧急广播联锁关系线路	184
278. 床头柜接线安装图强电部分线路	185
279. 呼应信号系统电气原理线路	185
附录 常用电气图形符号新旧对照表	188
参考文献	191

一、电工线路常用环节

1. 电动机的点动控制电路

电动机的点动控制电路是电工线路中最简单、最基本的环节，其电路见图 1-1。合总电源开关 QS 后，压下按钮 SB1，接触器 KM 线圈获电，KM 常开主触点吸合，电动机 M 即转动；而松开按钮 SB1 时，KM 线圈失电，KM 主触点释放，M 停止供电。此电路能实现点一点，电动机就动一动，不点不动的点动动作（又称寸动）。

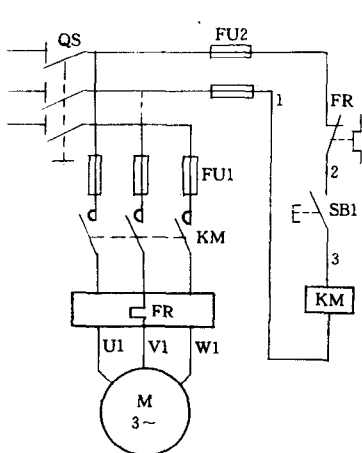


图 1-1 电动机的点动控制电路

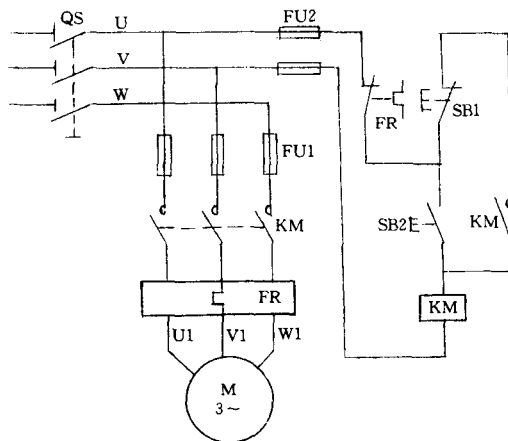


图 1-2 电动机单向起动
或点动的控制电路

2. 电动机单向起动或点动的控制电路

电动机单向起动或点动的控制电路见图 1-2。合总电源开关 QS 后，压下起动按钮 SB2，接触器 KM 线圈获电吸合，其主触头 KM 闭合，使电动机 M 运转，辅助触头 KM 闭合，实现自锁（又称自保），电动机 M 即连续运转，只有在压下停止按钮 SB1 时，KM 线圈失电 KM 主触点才释放，电动机停止。在此电路中，当同时压下 SB1 和 SB2 时，由于不能自锁，只能实现点动动作，实际机床中常有使用，如牛头刨常需寸动调整，照图 1-2 改动，只需调换按钮两点线头，施工非常简单，就可实现连续运转和寸动调整的功能。

3. 单向起动控制电路

单向起动控制电路是电工线路中运用最多的环节，其电路见图 1-3。合总电源开关 QS 后，压下起动按钮 SB2，接触器 KM 的线圈获电，KM 主、辅触点吸合并实现自锁，且电动机 M 连续运转，只有压下停止按钮 SB1 时，KM 线圈失电 KM 主、辅触点释放，电动机才停止。在此电路中，电动机以自制动形式停止运转，熔断器 FU1 起电动机的主电路的短路保护作用；FU2 起控制回路的短路保护作用；热继电器 FR 起电动机的过载保护作用，它是利用不同膨胀系数的双金属片，在和主电路串联的电阻丝的加热下，发生弯曲后推动机

止相间短路,联锁就是保护措施,其他电路工作原理和可逆起动控制电路相同。

6. 按钮联锁的可逆起动控制电路

联锁保护除利用接触器的辅助接点外,还可以利用按钮的常开和常闭两对接点互作联锁,其电路见图 1-6。

图 1-6 中起动接触器 KM1 的起动按钮 SB2 的常闭触点串联在 KM2 的线圈回路中,起动接触器 KM2 的起动按钮 SB3 的常闭触点串联在 KM1 的线圈回路中,这样,在压下一路的按钮时,就同时断开另一个回路,保证接触器 KM1 和 KM2 不能同时吸合,起到联锁保护作用,因为是利用按钮的触点,所以又称为按钮联锁。

7. 复合联锁的可逆起动控制电路

其电路见图 1-7,这是图 1-5 和图 1-6 的综合,对于保护措施,既有接触器的联锁,又有按钮的联锁,有两重保护联锁,所谓双保险,电路更为可靠。

8. 串电阻(或电抗器)减压起动控制电路

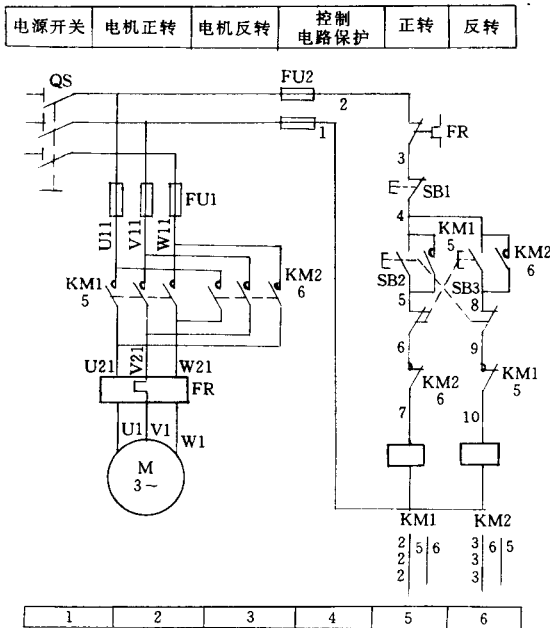


图 1-7 复合联锁的可逆起动控制电路

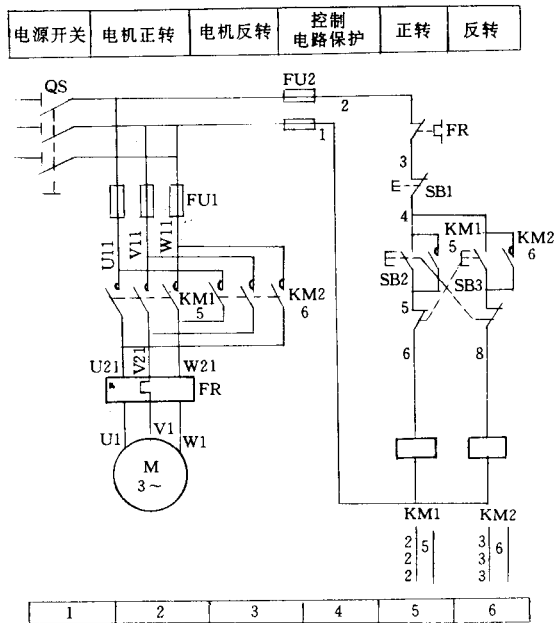


图 1-6 按钮联锁的可逆起动控制电路

串电阻(或电抗器)减压起动,就是在电动机起动时,将电阻(或电抗器)串联在电机定子绕组和电源之间,在电阻(或电抗器)上有电压降落。此时电动机绕组上只施加了小于电源电压的电压,从而就降低了起动电流,当电动机的转速升高到一定值时,再将电阻(或电抗器)短接,使电动机在额定电压下运转。其电路见图 1-8,合上总电源开关 QS 后,压下起动按钮 SB2,则接触器 KM1 和时间继电器 KT 的线圈获电吸合, KM1 (4—5) 闭合自锁, KM1 的主触头闭合,电动机 M 串电阻(或电抗器)减压起动。当时间继电器 KT 延时数秒后, KT (5—6) 延时闭合, KM2 线圈获电吸合, KM2 主触头闭合,电阻(或电抗器)被短接,电动机 M 以额定电压运转。

串电阻减压起动适用于正常运行时

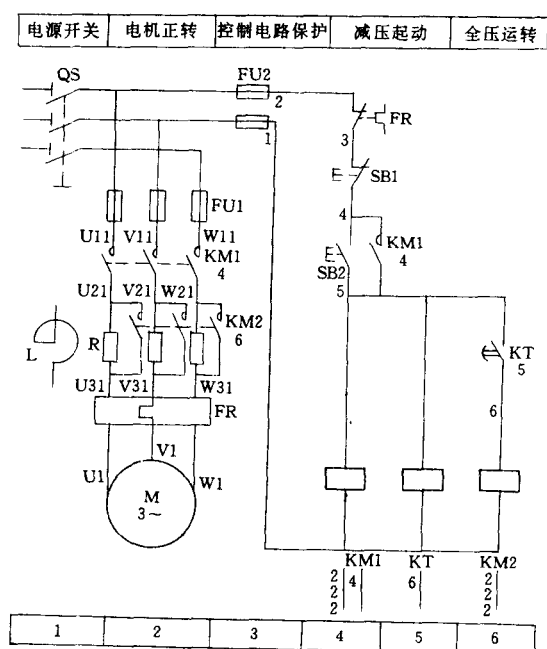


图 1-8 串电阻（电抗器）减压启动控制电路

补偿器由自耦变压器、触头系统、保护装置和操作机构几部分组成，其结构见图 1-10 (a) 所示。自耦变压器和保护装置装在箱体的上部，有电源电压的 65% 和 80% 两种电压抽头，可供选择。启动负载较大时，选择 80% 电压抽头，反之选择 65% 抽头。

欠压继电器起欠压、失压保护，热继电器起过载保护。热继电器 FR 动作，使线圈 KA 断电，使补偿器跳闸。触头系统有两排静触头和一排动触头，装在补偿器的下部。操作机构有手柄、主轴和联锁装置等，手柄有启动运行和停止三个位置，当手柄推到启动位置时，动触头和静触头接触，电动机接在自耦变压器的低压侧，减压启动；当电动机转速上升到一定数值时，将手柄迅速扳向运行位置，此时动触头与运行静触头接触，自耦变压器被切除，电动机以额定电压运行，将手柄扳向停止位置时，电动机切断电源，停止运转。

11. XJ01 型自动启动补偿器控制线路

QJ3 型补偿器是手动启动的补偿器，许多场合常采用自动启动的补偿器，XJ01 型为自动启动补偿器，其控制线路见图 1-11。

图 1-11 整个电路分主电路、控制电路和指示灯电路三部分。压下启动按钮 SB3（或 SB4）时，接触器 KM1 和时间继电器 KT 吸合，KM1（5—6）闭合自锁，KM1 主触头闭合，自耦变压器低压侧接入，KM1（U31—V31 V31—W31）闭合将自耦变压器接成星形联结，电动机 M 减压启动。同时常闭触头 KM1（9—10）断开联锁，KM1（14—16）闭合，启动指示灯亮。几秒钟后，KT（5—8）延时闭合，中间继电器线圈获电，则：

作星形或三角形联结的电动机。这种启动方法的缺点是启动时在电阻上的功率损耗较大，若频繁启动，电阻温升很高，又由于启动时电压的减低，启动转矩也大大降低。所以，适用于轻载或空载启动的场合，对于精密机床不宜使用。

9. 自耦变压器减压启动原理线路

这种方法是利用自耦变压器来降低电动机启动时的电压，达到限制启动电流的目的。启动时，电源电压加在自耦变压器的高压绕组上，而电动机的定子与自耦变压器低压绕组联结，待电动机转速上升到一定数值时，再将自耦变压器切除，电动机直接与电源相接，在额定电压下运行，其减压启动原理线路见图 1-9。

10. QJ3 型补偿器

图 1-10 为工厂常采用的 QJ3 型启动补偿器的结构图和控制线路图。QJ3 型补

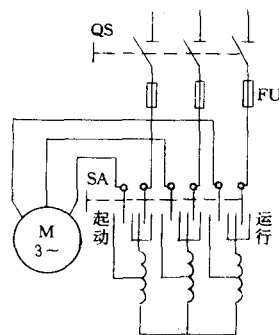


图 1-9 自耦变压器减压启动原理线路

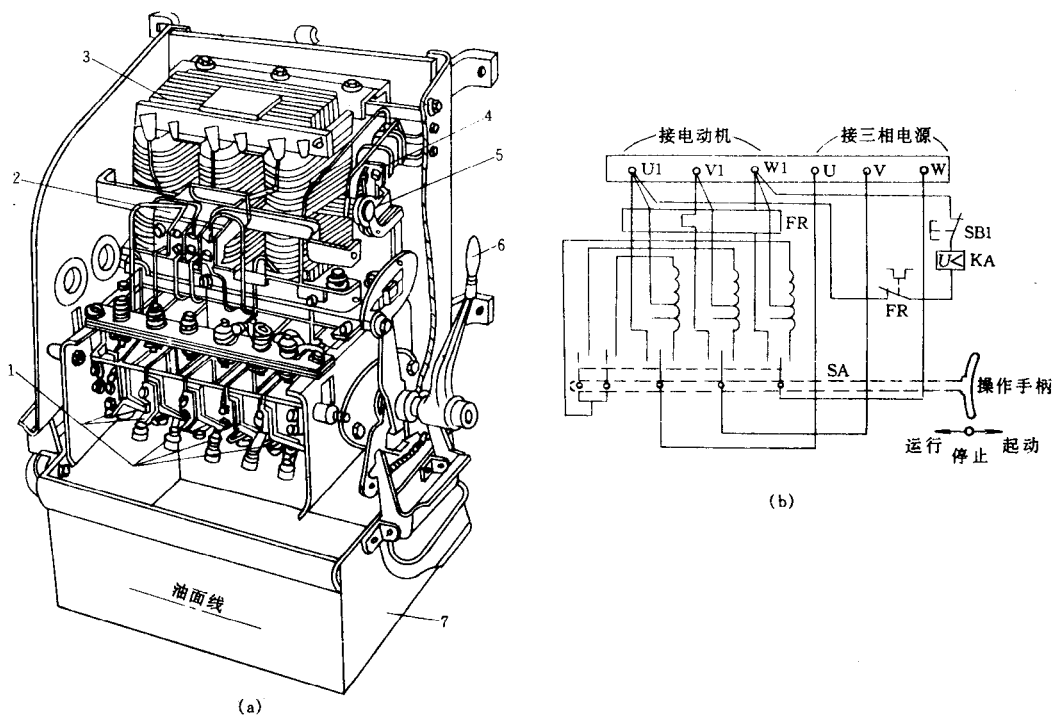


图 1-10 QJ3 型补偿器

(a) 结构图；(b) 控制线路图

1—起动静触点；2—热继电器；3—自耦变压器；4—欠压保护装置；5—停止按钮；6—操纵手柄；7—油箱

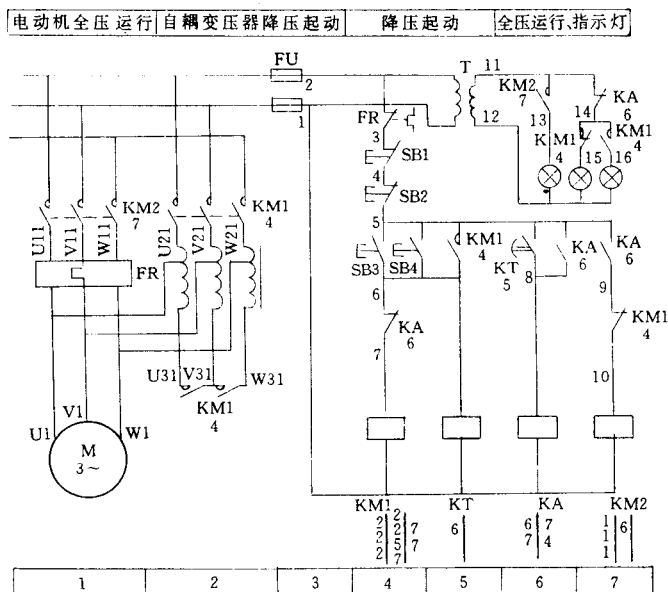


图 1-11 XJ01 型自动起动补偿器控制线路