

shiyong
diandongji
kongzhidui
200li

实用

电动机控制电路

200例

齐宝林 王德明 编著

福建科学技术出版社

Shiyong
dianrong
kongzhi
2000
li

实用 电动机控制电路 200例

齐宝林 王德明 编著

福建科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电动机控制电路 200 例/齐宝林, 王德明编著.
福州: 福建科学技术出版社, 2004. 6
ISBN 7-5335-2368-7

I. 实… II. ①齐…②王… III. 电动机—控制电
路 IV. TM321. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 022364 号

书 名	实用电动机控制电路 200 例
作 者	齐宝林 王德明
出版发行	福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福建二新华印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	10
字 数	237 千字
版 次	2004 年 6 月第 1 版
印 次	2004 年 6 月第 1 次印刷
印 数	1—5 000
书 号	ISBN 7-5335-2368-7/TN·303
定 价	16.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

随着我国国民经济的发展，城乡用电的普及，各种电气设备和家用电器也随之增加，其安装和维修工作量也越来越大。这就要求电工人员能熟练而无误地接线、准确而周密地判断事故、快捷而安全地排除故障。而要达到这些要求，需要电工人员能正确理解并牢记常用的电工电路，其中电动机控制电路是最常用的电工电路。为此，本书精选了约 200 例实用电动机控制电路，供广大电工人员参考，以帮助大家迅速地解决工作中的实际问题，并力求能举一反三，触类旁通。

本书所介绍的电动机控制电路实例，电路新颖、实用性强、覆盖面宽，并都采用新的国家标准绘制。

在电气控制电路中，由于电器元件的动作相互制约、相互联系，为了叙述方便，本书采用助记符来表示电器元件的动作过程。例如，断电延时时间继电器的瞬动动断触头 KT (5-7) 复位闭合，用符号“※ # KT (5-7) -”表示，其中“※”表示瞬动触头，以与延时触头区别；“#”表示断电延时时间继电器，以与通电延时时间继电器区别；上面的横杠表示动断触头，以与动合触头区别；右上角的“-”表示外力作用撤消，以与右上角的“+”表示外力作用区别。这样，通过用助记符表示的电器元件的动作顺序，来描述电气控制电路的工作过程，不但直观简洁，而且更加清晰易懂。值得指出的是，在看图的过程中，若对符号表示的含义不清楚，则应到附录中去查找说明。

参加本书编写的有齐宝林、王德明、杨洪升、冯建辉、赵春江、齐丹丹、王颀辉、温永库、王晓琳、苏阿莹、姚立常、侯绍琳、陈春生、王丽等。在编写过程中，编者参照了大量的书刊和有关资料，并引用其中一些资料，难以一一列举，在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，实践经验不足，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2004 年 5 月

目 录

第一章 三相笼型感应电动机全压启动控制电路..... (1)

一、单向运转全压启动控制电路..... (1)

1. 开关控制电路..... (1)
2. 电动机的点动控制电路 (1)
3. 电动机的长动控制电路 (2)
4. 用转换开关进行选择联锁的点动与长动控制电路 (2)
5. 用复合按钮进行选择联锁的点动与长动控制电路 (3)
6. 用继电器进行选择联锁的点动与长动控制电路 (一) (4)
7. 用继电器进行选择联锁的点动与长动控制电路 (二) (4)
8. 多地点双线点动与长动控制电路 (4)
9. 利用交流接触器主触点自锁的控制电路 (5)
10. 具有启动熔断器的控制电路 (5)
11. 避免误操作的两地控制电路 (6)
12. 交流接触器低电压启动控制电路..... (6)
13. 单按钮控制电路..... (7)
14. 电动机急停车控制电路 (8)
15. 多地点控制电路..... (8)
16. 能发出开车信号的电动机控制电路 (9)
17. 利用辉光指示灯指示电动机控制电路工作状态的电路 (9)
18. 重载电动机启动控制电路 (一) (10)
19. 重载电动机启动控制电路 (二) (11)
20. 电动机间歇运行控制电路 (一) (12)
21. 电动机间歇运行控制电路 (二) (13)
22. 定时运转控制电路 (13)
23. 防止电压波动造成电动机停车的控制电路..... (13)
24. 短时停电再来电自启动控制电路 (一) (14)
25. 短时停电再来电自启动控制电路 (二) (14)
26. 长时间停电后来电再启动控制电路 (15)
27. 电动机自动快速再启动控制电路 (16)
28. 短时间停电后来电多台电动机分批再启动控制电路 (16)
29. 增加触点通断能力和灭火花电路 (17)
30. 主电路联锁的两台电动机顺序控制电路 (18)
31. 控制电路联锁的两台电动机顺序控制电路 (一) (18)
32. 控制电路联锁的两台电动机顺序控制电路 (二) (20)

33. 控制电路联锁的两台电动机顺序控制电路 (三)	(20)
34. 控制电路联锁的两台电动机顺序控制电路 (四)	(21)
35. 控制电路联锁的两台电动机顺序控制电路 (五)	(21)
36. 两条传送带的电气控制电路	(21)
37. 多台电动机可同时启动又可有选择启动的控制电路	(22)
38. 双电动机自动切换控制电路	(23)
39. 自动定时喷水控制电路	(24)
40. 小型空气压缩机控制电路	(25)
41. 三台小型空压机代替大型空压机的控制电路	(26)
42. 水塔与水池循环用水控制电路	(27)
43. C630 型普通车床电气控制电路	(28)
44. 锁定三相电源相序的电动机控制电路	(28)
45. 带自锁功能的一机多地控制电路	(29)
46. 水箱水位控制电路	(31)
47. 两台消防栓用消防泵一用一备的电气控制电路	(34)
二、正、反向运转全压启动控制电路	(37)
1. 倒顺转换开关控制的电动机正、反向运转控制电路 (一)	(37)
2. 倒顺转换开关控制的电动机正、反向运转控制电路 (二)	(37)
3. 按钮联锁的电动机正、反向运转控制电路	(38)
4. 接触器联锁的电动机正、反向运转控制电路	(39)
5. 按钮、接触器双重联锁的正、反向运转控制电路	(39)
6. 接触器联锁的点动和长动电动机正、反向运转控制电路 (一)	(40)
7. 接触器联锁的点动和长动电动机正、反向运转控制电路 (二)	(41)
8. 防止正、反向转换期间相间短路的三接触器控制电路 (一)	(41)
9. 防止正、反向转换期间相间短路的三接触器控制电路 (二)	(42)
10. 用联锁继电器延长正、反向转换时间的控制电路	(42)
11. 防止误启动的双重联锁正、反向运转控制电路	(43)
12. 两地双重联锁的点动与长动正、反向运转控制电路	(44)
13. 电动机正、反向运转限位控制电路	(44)
14. 自动往返循环控制电路	(45)
15. 小车自动往返控制电路	(46)
16. 机床自动工作循环控制电路	(48)
17. 切削加工时刀架自动循环控制电路	(49)
第二章 三相笼型感应电动机减压启动控制电路	(52)
一、三相笼型感应电动机定子串电阻减压启动	(52)
1. 手动切除电阻的减压启动控制电路	(52)
2. 按时间原则自动切除电阻的减压启动控制电路 (一)	(52)

3. 按时间原则自动切除电阻的减压启动控制电路 (二)	(53)
4. 按时间原则自动与手动短接电阻的减压启动控制电路	(54)
5. 按时间原则切除电阻的正、反向运转的减压启动控制电路	(54)
6. 按时间原则串电抗器的点动与长动减压启动控制电路	(55)
二、Y—Δ(星—三角) 减压启动控制电路	(55)
1. 双投闸刀控制的 Y— Δ 减压启动控制电路	(55)
2. QX1 系列手动 Y— Δ 减压启动控制电路	(56)
3. 两接触器式 Y— Δ 减压启动控制电路	(56)
4. 接触器控制的手动 Y— Δ 减压启动控制电路	(57)
5. 时间继电器控制的 Y— Δ 减压启动控制电路 (一)	(59)
6. 时间继电器控制的 Y— Δ 减压启动控制电路 (二)	(59)
7. 时间继电器控制的 Y— Δ 减压启动控制电路 (三)	(59)
8. 时间继电器控制的 Y— Δ 减压启动控制电路 (四)	(60)
9. 时间继电器控制的 Y— Δ 减压启动控制电路 (五)	(60)
10. 带电流互感器的三接触器控制的 Y— Δ 减压启动控制电路	(61)
11. Y— Δ —Y 转换节能控制电路 (一)	(62)
12. Y— Δ —Y 转换节能控制电路 (二)	(63)
13. 大电流 Y— Δ —Y 转换节能控制电路	(64)
三、延边三角形减压启动控制电路	(65)
1. 手动控制的延边三角形减压启动控制电路	(65)
2. 时间原则控制的延边三角形减压启动控制电路 (一)	(66)
3. 时间原则控制的延边三角形减压启动控制电路 (二)	(67)
4. 时间原则控制的延边三角形减压启动控制电路 (三)	(67)
5. XJ1 系列延边三角形减压启动控制箱电路	(68)
6. 手动星形—延边三角形—三角形减压启动控制电路	(69)
四、自耦变压器减压启动控制电路	(70)
1. 手动控制的自耦变压器减压启动控制电路	(70)
2. 手动控制的双接触器自耦减压启动控制电路	(72)
3. 时间继电器控制的双接触器自耦减压启动控制电路 (一)	(73)
4. 时间继电器控制的双接触器自耦减压启动控制电路 (二)	(73)
5. 手动切换的三接触器控制的自耦减压启动控制电路	(73)
6. 按时间原则的三接触器控制的自耦减压启动控制电路 (一)	(74)
7. 按时间原则的三接触器控制的自耦减压启动控制电路 (二)	(75)
8. XJ01 系列自耦减压启动器电路	(75)

第三章 三相笼型感应电动机的调速、制动和保护电路	(77)
一、调速电路	(77)
1. 三相感应电动机的变极调速	(77)
2. 按钮控制的双速电动机变速控制电路	(77)
3. 转换开关控制的双速电动机变速控制电路	(79)
4. 转换开关—时间继电器控制的双速电动机变速控制电路	(79)
5. 时间继电器控制的双速电动机自动变速控制电路	(80)
6. 接触器控制的三速电动机启动和自动加速控制电路	(81)
7. 用接触器和时间继电器控制的自动加速控制电路	(82)
二、制动电路	(83)
1. 电磁抱闸断电制动控制电路 (一)	(83)
2. 电磁抱闸断电制动控制电路 (二)	(83)
3. 电磁抱闸通电制动控制电路 (一)	(83)
4. 电磁抱闸通电制动控制电路 (二)	(84)
5. 单向运转手动反接制动电路 (一)	(84)
6. 单向运转手动反接制动电路 (二)	(85)
7. 采用 Y— Δ 启动和 Y 制动的单向运转反接制动电路	(86)
8. 正、反向运转反接制动控制电路 (一)	(87)
9. 正、反向运转反接制动控制电路 (二)	(88)
10. 速度继电器控制的正、反向运转点动、长动的反接制动控制电路	(89)
11. 时间继电器控制的正、反向运转反接制动控制电路	(91)
12. 中间继电器控制的正、反向运转反接制动控制电路	(92)
13. 单向运转无变压器半波整流能耗制动控制电路	(93)
14. 正、反向运转半波整流能耗制动控制电路	(95)
15. 复合按钮控制的单向运转全波整流能耗制动控制电路	(96)
16. 时间继电器控制的单向运转全波整流能耗制动控制电路	(96)
17. 速度继电器控制的单向运转全波整流能耗制动控制电路	(97)
18. 电容控制的全波整流单向运转能耗制动控制电路	(98)
19. 单向运转点动与长动能制动控制电路	(98)
20. 速度继电器控制的正、反向运转的能耗制动控制电路	(100)
21. 时间继电器控制正、反向运转能耗制动控制电路	(100)
22. 电容制动控制电路 (一)	(101)
23. 电容制动控制电路 (二)	(102)
24. 短接制动控制电路	(103)
25. 电容—电磁制动控制电路	(103)
26. Y— Δ 减压启动的能耗制动电路	(104)

三、过载、断相和综合保护电路	(104)
1. 电动机过电流保护电路	(104)
2. 常用保护电路 (一)	(105)
3. 常用保护电路 (二)	(106)
4. 由电流互感器和晶闸管组成的断相保护电路	(107)
5. 继电器—接触器式断相保护电路	(107)
6. 三只电流互感器和一只电流继电器的断相保护电路	(107)
7. 穿心式互感器与电流继电器的断相保护电路	(108)
8. 零序电流断相保护电路	(108)
9. 三只欠电流继电器的三相不平衡和断相保护电路	(109)
10. 晶体管断相保护电路 (一)	(109)
11. 晶体管断相保护电路 (二)	(110)
12. 电容器式零序电压断相保护电路 (一)	(111)
13. 电容器式零序电压断相保护电路 (二)	(112)
14. 三相电源相序监控及断相保护控制电路	(112)
15. 以线电流为零为原则的断相保护电路	(113)
16. 以负序电压为原则的断相保护电路	(114)
17. 以负序电流为原则的断相保护电路	(115)
18. 电流互感器次级串联的断相保护电路 (一)	(115)
19. 电流互感器次级串联的断相保护电路 (二)	(116)
20. 两台互为备用电动机共用断相保护电路	(117)
21. 空气压缩机断相保护电路	(118)

第四章 三相绕线转子感应电动机和单相感应电动机控制电路

.....	(120)
-------	-------

一、转子回路串入电阻的三相感应电动机的启动和调速控制电路..... (120)

1. 电流原则控制绕线转子电动机串电阻减压启动控制电路	(120)
2. 时间原则控制绕线转子电动机串电阻启动控制电路 (一)	(120)
3. 时间原则控制绕线转子电动机串电阻启动控制电路 (二)	(122)
4. 绕线式感应电动机的凸轮控制器控制电路	(123)

二、三相绕线式感应电动机转子回路串频敏变阻器启动控制电路..... (124)

1. 单向运转串频敏变阻器启动控制电路	(124)
2. 单向运转串频敏变阻器的手动/自动控制电路	(124)
3. 正、反向运转的转子串频敏变阻器启动控制电路	(126)
4. TG1-K21 型控制柜电路	(127)

三、单相感应电动机控制电路	(128)
1. 家用洗衣机脱水电动机电路	(128)
2. 单相感应电动机的调速	(128)
3. 电抗器调速的台扇电路	(129)
4. 抽头调速的台扇电路	(129)
5. 双向晶闸管电子无级调速电路 (一)	(130)
6. 双向晶闸管电子无级调速电路 (二)	(130)
7. 双向晶闸管电子无级调速电路 (三)	(131)
8. 单相感应电动机的正、反向运转控制电路	(131)
第五章 直流电动机控制电路	(133)
一、直流电动机的连接、启动、反转和制动	(133)
1. 直流电动机的连接	(133)
2. 直流电动机启动	(133)
3. 直流电动机的反转	(133)
4. 直流电动机的制动	(134)
二、直流电动机串电阻启动控制电路	(134)
1. 他励直流电动机串电阻单向运转启动控制电路 (一)	(134)
2. 他励直流电动机串电阻单向运转启动控制电路 (二)	(135)
3. 并励直流电动机串电阻单向运转启动电路	(136)
4. 他励直流电动机电枢回路串电阻启动与调速控制电路	(136)
三、直流电动机的正、反向运转控制电路	(137)
1. 并励直流电动机的正、反向运转控制电路	(137)
2. 他励直流电动机的正、反向运转启动控制电路	(138)
3. 串励直流电动机正、反向运转控制电路	(140)
四、直流电动机制动控制电路	(141)
1. 单向运转串电阻启动的能耗制动电路	(141)
2. 他励直流电动机正、反向运转的能耗制动控制电路	(142)
3. 并励直流电动机正、反向运转的反接制动控制电路	(144)
附录 助记符说明	(146)

第一章 三相笼型感应电动机全压启动控制电路

电动机启动是指电动机的转子由静止状态变为正常运转状态的过程。三相笼型感应电动机有两种启动方式，即直接启动和减压启动。直接启动就是通过开关或接触器将额定电压直接加到电动机上启动。直接启动设备简单，启动时间短。由于直接启动电流较大，为额定电流的4~7倍，过大的启动电流会造成电网电压显著下降，直接影响到在同一电网工作的其他电动机，甚至会使他们停止转动或无法启动。而启动电流的大小与电动机的额定电流成正比，即电动机容量越大，启动电流也越大。因此直接启动受到一定的限制。一般规定对于不经常启动的电动机，若功率不超过变压器容量的30%，可以直接启动；对于启动频繁的电动机，若功率不超过变压器容量的20%，可以直接启动。需要注意的是，如果电网有照明负载，就要求电动机启动时造成的电压降不超过额定电压的5%。因此当电源容量足够大时，应尽量采用减压启动，一般容量小于10kW的电动机可以直接启动。

一、单向运转全压启动控制电路

1. 开关控制电路

图1.1.1所示为单向运转开关控制电路，其中图(a)为刀开关控制电路，图(b)为断路器控制电路。当合上刀开关或断路器后，电动机单向启动运转，断开刀开关或断路器，电动机停转。图(a)具有短路保护，图(b)具有长期过载的热保护和过电流保护。它们都只适用于不频繁启动的小容量电动机，但不能实现远距离控制。

2. 电动机的点动控制电路

按一下按钮电动机就动作，一松开按钮电动机就停转的控制方式，称为电动机的点动控制。点动控制经常用于机床试车以及进行机械调整等工作中。

最基本的点动控制电路如图1.1.2所示。主电路由刀开关QS、熔断器FU、接触器KM

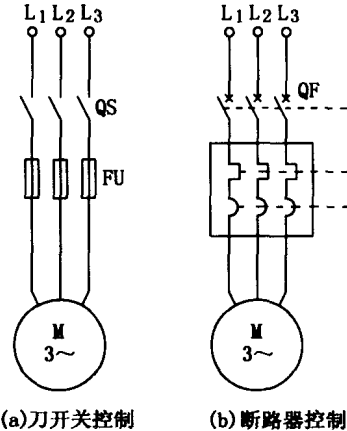


图 1.1.1 电动机单向运转全压启动开关控制电路

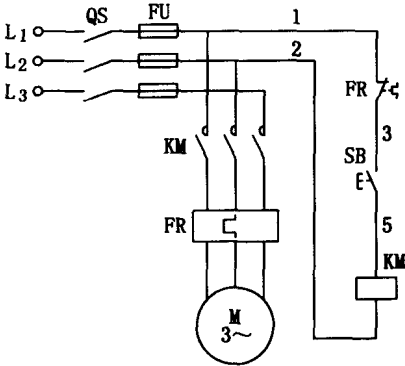


图 1.1.2 电动机的点动控制电路

的主触点、热继电器 FR 的热元件及电动机 M 构成。控制电路由点动的动合按钮 SB (3-5)、接触器 KM 的线圈及热继电器 FR 的动断触点 FR (1-3) 构成。

电路工作过程如下：合上电源开关 QS，按下点动动合按钮 SB，接触器 KM 得电吸合，其主触点闭合，电动机 M 得电启动运转。当松开点动动合按钮 SB 后，点动按钮在反力弹簧的作用下复位断开，KM 失电释放，其主触点断开，使电动机 M 停止转动。

其工作过程用助记符表示为：

启动 $SB^+ \rightarrow KM^+ \rightarrow M^+$

停止 $SB^- \rightarrow KM^- \rightarrow M^-$

3. 电动机的长动控制电路

机械设备长时间运转，即电动机持续工作，称为长动。电动机的长动控制电路如图 1. 1. 3 所示，该电路的主电路与点动控制电路的主电路相同，但在原来的控制电路基础上，除增加一个动断按钮作电动机停车外，还在动合按钮两端并联接触器的辅助动合触点，称为自锁触点。电动机的长动控制与电动机的点动控制的最大区别就在于有无自锁。电动机点动控制是没有自锁的。电路工作过程如下：

启动

$SB_2^+ \rightarrow KM^+ \rightarrow \begin{cases} KM (5-7)^+, \text{ 自锁} \\ \text{主触点闭合} \rightarrow M^+, \text{ 电动机 M 启动运转} \end{cases}$

停止

$SB_1^- \rightarrow KM^- \rightarrow \begin{cases} KM (5-7)^-, \text{ 解除自锁} \\ \text{主触点断开} \rightarrow M^-, \text{ 电动机 M 停止运转} \end{cases}$

电路的保护环节如下。

- ① 短路保护。为了扩大保护范围，熔断器通常安装在电源开关的下方，熔断器 FU₁、FU₂ 分别实现主电路和控制电路的短路保护。
- ② 过载保护。热继电器 FR 实现对电动机长期过载保护。由于热继电器的热惯性较大，只有当电动机长期过载时，热继电器 FR 热元件才动作，串联在控制电路中的 FR 的动断触点 FR (1-3) 才断开，切断 KM 线圈电路，电动机停止转动。
- ③ 电路的欠压和失压保护。当电源电压严重下降（欠压）或消失（失压）时，接触器或继电器的带电线圈由于吸力严重不足，将导致衔铁释放，所有触点复位，电动机停止转动。而当电源再次恢复正常或重新供电时，接触器不会自行得电吸合，只有操作人员再次按下启动按钮 SB₂ 后，电动机才能启动。这样，一方面防止电动机在电源电压严重下降时仍低压运行而烧毁电动机，另一方面也防止电源电压恢复时，电动机自行启动运转，造成设备和人身事故。因此，凡是具有自锁功能的控制电路都具有欠压和失压保护功能。

4. 用转换开关进行选择联锁的点动与长动控制电路

在一些特殊工艺要求、精细加工或调整工作时，要求机床点动运行，但在机床加工过程中，大部分时间要求机床要连续运行。如需要在连续状态和点动状态两者间进行选择，即要求既能点动工作，又能连续运行，则在点动控制时必须切断保持连续运行的自锁支路，如图 1. 1. 4 所示，其中图 1. 1. 4 (a)、(b) 为用转换开关进行选择联锁的点动与长动控制

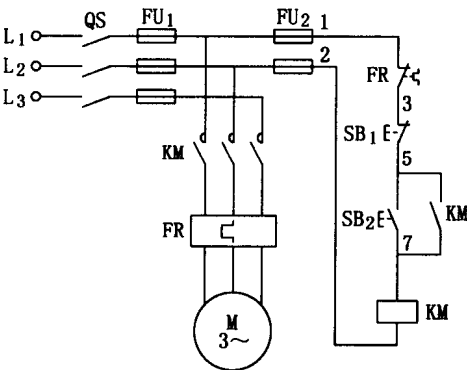


图 1. 1. 3 电动机的长动控制电路

电路。

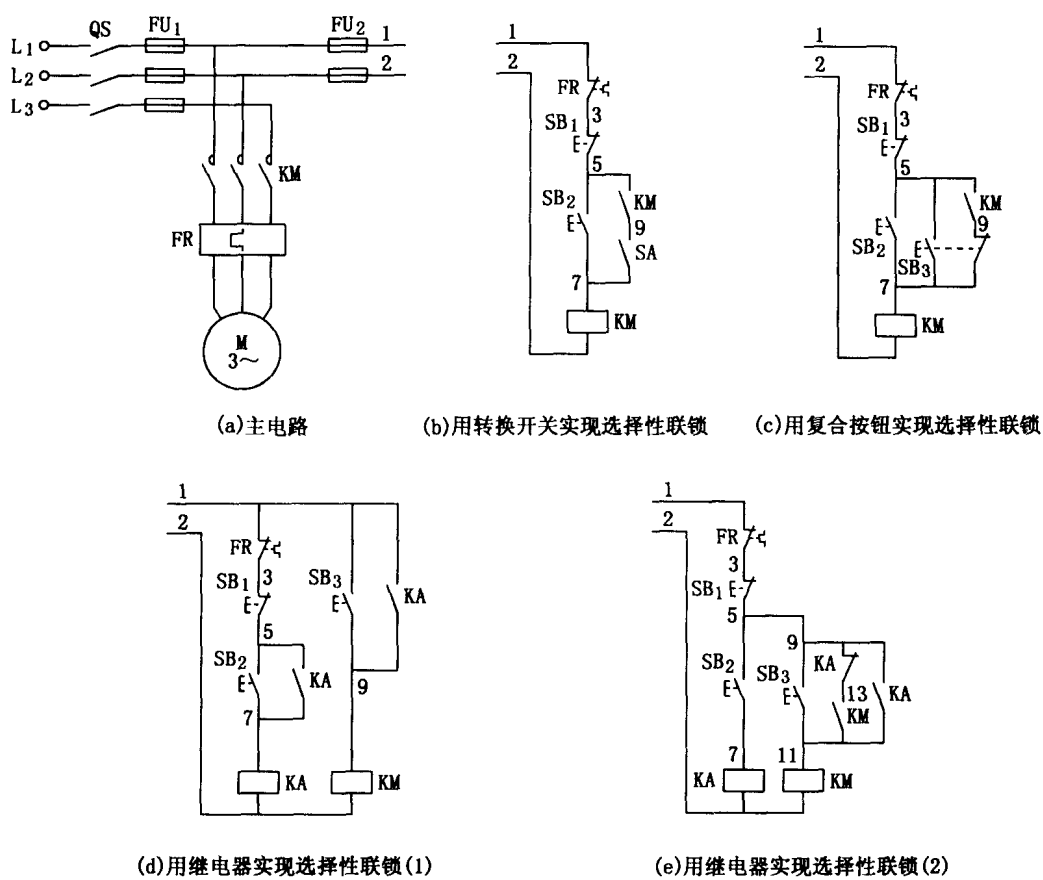


图 1.1.4 点动与长动控制电路（选择性联锁电路）

图 1.1.4 (b) 中，SA 为转换开关，由 SA 选择点动控制或长动控制。当需要点动时将开关 SA 打开，切断 KM 的自锁支路，操作 SB₂ 即可实现点动控制。当需要连续工作时合上 SA，将自锁触点接入，操作 SB₂ 即可实现连续控制。停机时需按停止按钮 SB₁。

5. 用复合按钮进行选择联锁的点动与长动控制电路

图 1.1.4 (a)、(c) 为用复合按钮进行选择联锁的点动与长动控制电路。其中按钮 SB₁ 为停止按钮；按钮 SB₂ 为启动按钮，实现长动控制按钮；复合按钮 SB₃ 为点动控制按钮，实现点动控制。这样，点动控制时，按下点动按钮 SB₃，其动断触点 SB₃ (9-7) 先断开 KM 的自锁电路，动合触点 SB₃ (5-7) 后闭合，接通启动控制电路，KM 得电吸合，主触点闭合，电动机启动运转。虽然 KM 的辅助动合触点 KM (5-9) 闭合，但由于 SB₃ (9-7) 已先断开，因此 KM 不能自锁。松开 SB₃ 时，其已闭合的动合触点 SB₃ (5-7) 先复位断开，使 KM 失电释放，主触点断开，电动机停转，虽然其动断触点 SB₃ (9-7) 复位闭合，但由于 KM 已失电释放，其辅助动合触点 KM (5-9) 已先行断开，因此确保 KM 失电释放。若需要电动机连续运转，复合点动按钮的动断触点 SB₃ (9-7) 闭合，将自锁触点接入，则按启动按钮 SB₂，KM 得电吸合并自锁，自锁触点 KM (3-5) 起作用，电动机连续运行。停机时需按停止按钮 SB₁。

6. 用继电器进行选择联锁的点动与长动控制电路（一）

图 1.1.4 (a)、(d) 为采用中间继电器 KA 实现点动与连续运行的控制电路。其中按钮 SB₁ 为停止按钮；按钮 SB₂ 为启动按钮，实现长动控制按钮；按钮 SB₃ 点动控制按钮，实现点动控制。点动时，按下点动按钮 SB₃→KM 得电吸合→其主触点闭合→电动机 M 启动运转；松开按钮 SB₃，则 KM 失电释放，电动机 M 停转，实现对电动机 M 的点动控制。连续运行时，按下启动按钮 SB₂→中间继电器 KA 得电吸合，并通过其动合触点 KA (5-7) 自锁，其动合触点 SA (1-9) 闭合→KM 得电吸合并自锁→电动机 M 连续运行；停车时，按下 SB₁，KA、KM 先后失电释放，电动机 M 停转。

7. 用继电器进行选择联锁的点动与长动控制电路（二）

图 1.1.4 (a)、(e) 也是采用中间继电器 KA 实现点动与长动的控制电路。其中按钮 SB₁ 为停止按钮；按钮 SB₂ 为点动按钮，实现点动控制；按钮 SB₃ 为启动按钮，实现长动控制。利用点动启动按钮 SB₂ 控制 KA，KA 的动合触点 KA (9-11) 并联在启动按钮 SB₃ 的两端，控制接触器 KM，再控制电动机 M 实现点动控制。

点动时，按 SB₂，KA 得电吸合，其动断触点 KA (9-13) 断开，切断 KM 的自锁回路，其动合触点 KA (9-11) 闭合，使 KM 得电吸合但不能自锁，KM 的主触点闭合，电动机启动运转，松开 SB₂，KA、KM 相继失电释放，电动机停转，实现点动控制。

需要连续控制时，按下 SB₃，使 KM 得电吸合，由于 KA 未得电，其动断触点 KA (9-13) 闭合，因此 KM 的辅助动合触点 KM (13-11) 闭合，使 KM 自锁，KM 的主触点闭合，电动机启动运转。需停转时，按下 SB₁，使 KM 失电释放，电动机停转。

8. 多地点双线点动与长动控制电路

图 1.1.5 所示为 3 地（或多地）点动、长动控制电路，SB_{1A}、SB_{1B}…SB_{1Z} 为停止按钮，SB_{2A}、SB_{2B}…SB_{2Z} 为点动复合按钮，SB_{3A}、SB_{3B}…SB_{3Z} 为长动按钮。其中停止按钮 SB_{1A}、SB_{1B}…SB_{1Z} 和点动按钮 SB_{2A}、SB_{2B}…SB_{2Z} 的动断触点都串联在 1、19 两点之间，无论在哪里，启动按钮和点动按钮的动合触点相并联，并且都必须与接触器 KM 的自锁触点 KM (19-21) 相并联（或通过停止按钮和点动按钮的动断触点）。这样，1-3-5-9-11…15-17-19-21 组成自锁支路，如图中上方的长虚线框所示；3-7-13…21 组成启动支路，如图中下方的长虚线框所示。

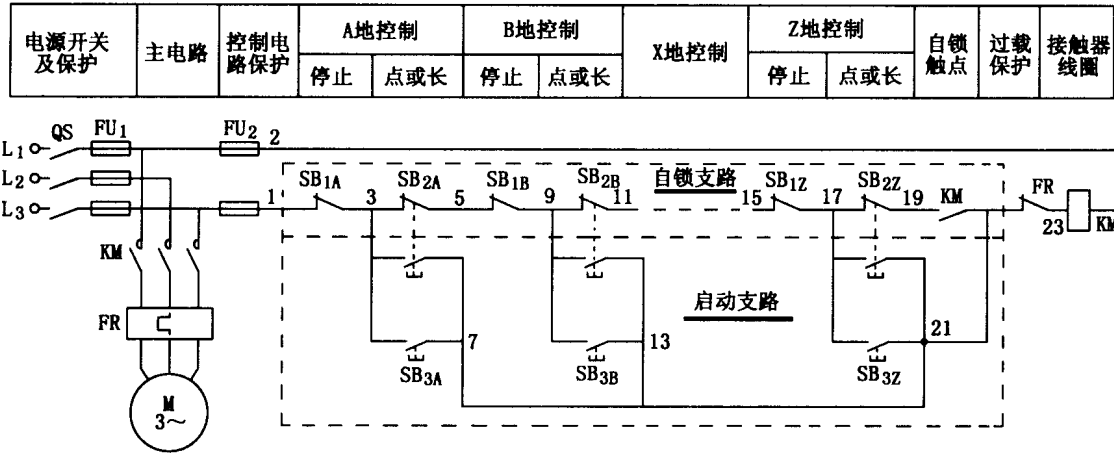


图 1.1.5 多地点双线点动与长动控制电路

当按下任意一个启动按钮时，都能使 KM 得电吸合并自锁。按下任意一个停止按钮，都能使 KM 失电释放。

当按下任意一个点动按钮时，其动断触点先断开 KM 的自锁支路，其动合触点后接通 KM 的启动支路，因此只能使 KM 得电吸合而不能自锁。松开点动按钮，KM 失电释放。

该电路特点：各控制点按钮组之间只需两根连接线，无论控制点增加多少，同样也只需两根线。

9. 利用交流接触器主触点自锁的控制电路

在某些情况下，万一辅助触点损坏或辅助触点不够用，可采用图 1.1.6 所示电路，采用主触点来实现自锁。

10. 具有启动熔断器的控制电路

三相交流电动机的启动电流很大，如果选用额定电流很大的熔断器，在运行中对电动机起不到保护作用，为此在运行熔断器 FU_1 基础上，增添一组启动熔断器 FU_2 ，以利于启动，如图 1.1.7 所示。

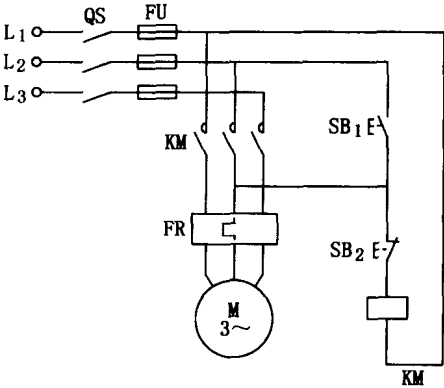


图 1.1.6 用交流接触器主触点实现自锁的控制电路

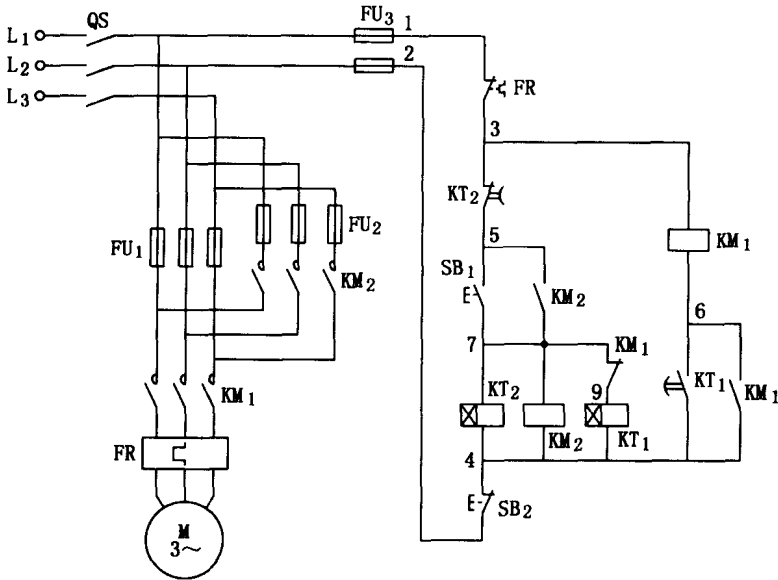


图 1.1.7 具有启动熔断器的控制电路

在这里采用了通电延时时间继电器 KT_1 和 KT_2 。在电气自动控制系统中，以时间原则控制的电气线路应用得最为普遍。这种电气控制线路可以根据电动机需要运行的时间，利用时间继电器来控制电动机的运行状态。

根据计时起点的不同，可将电气控制线路分为通电延时控制和断电延时控制两大类。

通电延时控制是指从时间继电器线圈得电的瞬间开始计时，而此时的延时触点不动作并保持原状态，等到计时过程一结束，其延时触点就立刻动作，即延时动断（常闭）触点断

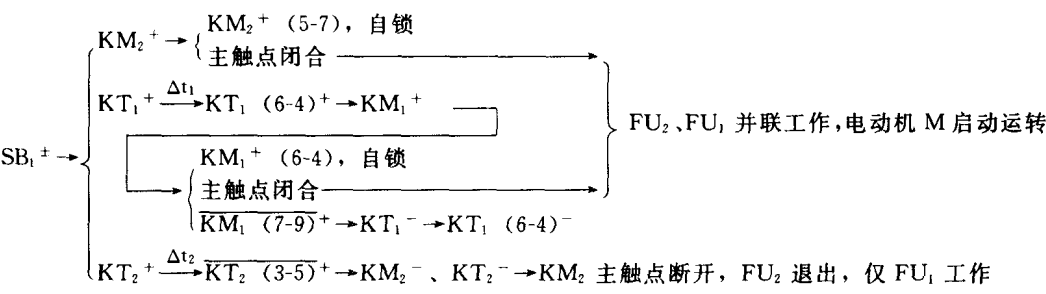
开，延时动合（常开）触点闭合。此后，只要时间继电器的线圈保持得电，其延时触点也就一直保持动作后的状态。当时间继电器的线圈失电时，延时触点立刻恢复原来最初的状态，即延时动断触点复位闭合，延时动合触点复位断开。

断电延时控制是指时间继电器线圈一旦得电后，其延时触点就立刻动作并保持，即动断触点断开，动合触点闭合。在时间继电器线圈失电的一瞬间开始计时，此时延时触点仍保持动作后的状态，等到计时过程一结束，延时触点立刻恢复原来最初的状态，即动断触点复位闭合，动合触点复位断开。

准备掌握通电延时和断电延时的工作过程，对设计、分析电气控制电路有很大的帮助。相对而言，通电延时控制在实际生产中应用得较多。在使用时，特别要注意时间继电器延时触点图形符号的画法，不能搞错。

电路工作过程如下：

合上电源开关 QS，按下启动按钮 SB₁。



要使电路停止工作时按下按钮 SB₂。

11. 避免误操作的两地控制电路

电路如图 1.1.8 所示，控制接触器 KM 的两只启动按钮 SB₂、SB₃ 的动合触点 SB₂ (5-7)、SB₃ (7-9) 不是并联而是串联。位于甲地的操作人员按住启动按钮 SB₂，只能使安装在乙地的蜂鸣器 HA₂ 得电鸣响，待位于乙地的操作人员听到铃声按下启动按钮 SB₃ 后，使安装在甲地的蜂鸣器 HA₁ 得电鸣响，接触器 KM 才能得电吸合并自锁，其主触点闭合，电动机 M 才能启动，与此同时，KM 的辅助动断触点 KM (1-13) 断开，使 HA₂、HA₁ 失电。

这样，在同一拖动系统的两地（比如皮带输送机的始点和终点）工作的两名操作人员，必须同时各按一下启动按钮，才能使电动机启动，从根本上避免那种当 1 名操作人员按下启动按钮后，转动起来的生产机械损伤未能离开的另一名操作人员的恶性事故发生。

12. 交流接触器低电压启动控制电路

当电网电压降落比较多，低于交流接触器吸引线圈额定电压 85% 以下时，启动时接

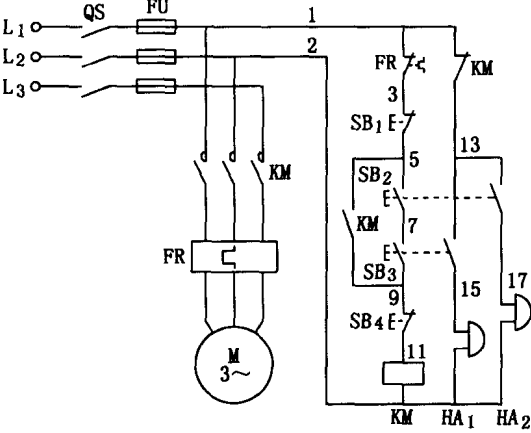


图 1.1.8 避免机械操作的两地控制电路

触器衔铁可能跳动不止，不能可靠吸合，为此，在交流接触器线圈电路中串联 1 只二极管，变为直流启动交流运行，如图 1.1.9 所示。合上电源总开关 QS，按下启动按钮 SB₂，经二极管 VD 半波整流的脉动直流电压加在 KM 线圈上，KM 得电吸合，其主触点闭合，使电动机 M 启动运转。其辅助动合触点 KM (7-9) 闭合短接二极管、辅助动合触点 KM (5-9) 闭合自锁，交流接触器 KM 进入交流运行。该电路启动电流大，不适于频繁操作。

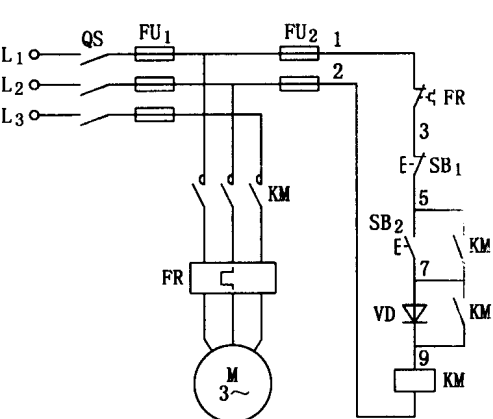


图 1.1.9 交流接触器低电压启动控制电路

13. 单按钮控制电路

单按钮控制电动机的启动和停止，和两按钮控制相比较，在多点控制和远距离控制时，可以大大节省连接导线，其控制电路如图 1.1.10 所示。

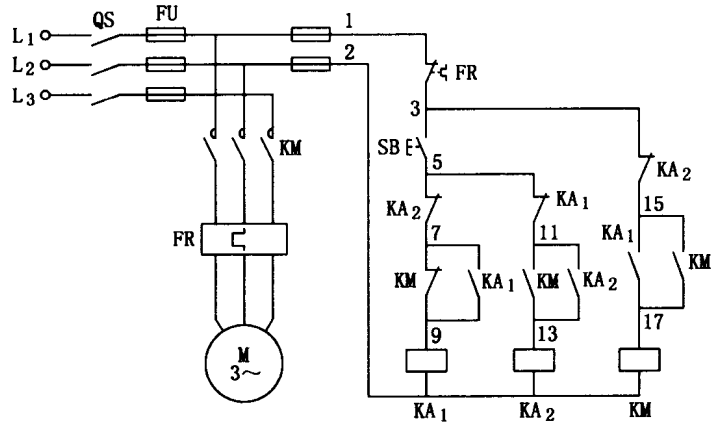


图 1.1.10 单按钮控制电路

电路工作过程如下：

(1) 启动。合上总电源开关 QS，第 1 次按下按钮 SB：

SB⁺ → KA₁⁺ → { KA₁ (5-11)⁺，使 KA₂ 不能得电
KA₁ (7-9)⁺，自锁
KA₁ (15-17)⁺ → KM⁺ }

主触点闭合 → 电动机 M 启动运转
KM (15-17)⁺，自锁
KM (7-9)⁺，使第 2 次按动 SB 时，KA₁ 不能得电
KM (11-13)⁺ → 为第 2 次按动 SB 时，KA₂ 得电作准备

SB⁻ → { KA₁ (7-9)⁻，使第 2 次按动 SB 时，KA₁ 不能得电
KA₁ (5-11)⁻，为第 2 次按下 SB 时，KA₂ 得电作准备
KM 已自锁，继续保持得电吸合，电动机继续运转 }