图解经典

电动机控制电路

TUJIE JINGDIAN
DIANDONGJI
KONGZHI DIANLU
105 LI

105例

周志敏
纪爱华 等编著

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解经典电动机控制电路105例

周志敏　纪爱华　等编著

机 械 工 业 出 版 社

为满足工矿企业及农村电工在电动机运行、操作、维护、检修工作中所必须掌握的电动机控制电路的识图和实际操作技能，本书结合电动机控制技术的发展和应用，选取了105例电动机经典控制电路，系统地介绍了电动机直接起动控制电路、电动机制动控制电路、电动机减压起动控制电路、电动机软起动及调速控制电路、电动机PLC控制电路等内容。在电动机控制电路的讲解上，采用图文结合的形式，深入浅出地阐述了电动机实用控制电路设计、应用和电工识图技能。全书文字通俗易懂、图文并茂、电路实用、内容新颖，是工矿企业及农村电工掌握电动机控制技术的必备读物。

本书可供具有初中以上文化水平的工矿企业和农村电工阅读；也可供相关电工培训和职业技术学院的师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

图解经典电动机控制电路105例/周志敏等编著. —北京：机械工业出版社，2012.9

ISBN 978-7-111-39887-5

Ⅰ.①图… Ⅱ.①周… Ⅲ.①电动机-控制电路-图解 Ⅳ.①TM320.12-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第229869号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：林春泉 责任编辑：李振标

版式设计：姜 婷 责任校对：程俊巧

责任印制：张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·12.25印张·301千字

0 001—3 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-39887-5

定价：29.90元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心：(010)88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：(010)68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：(010)88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：(010)88379203	**封面无防伪标均为盗版**

前　言

在现代工农业生产过程中，电动机控制电路处于极其重要的地位。由于电动机控制技术的广泛应用，提高了工农业生产过程的安全、可靠、经济运行和自动化水平。为此电动机控制电路的设计、运行、维护和检修水平，将直接影响工农业生产过程的可靠性和生产的连续性，为此要求工矿企业及农村电工掌握电动机控制技术和实际操作技能。

随着我国电器工业和电力电子技术的发展，电动机控制电路已从常规的继电器—接触器控制发展到今天的由 PLC 完成的程序控制；电动机的减压起动电路，由常规的电动机定子绕组串电阻（电抗）起动、星-三角起动、自耦变压器减压起动方式，发展为具有智能功能的软起动方式，交流异步电动机调速由电磁、液耦、多速电机发展为变频调速。针对电动机控制技术的发展和应用，为了提高工矿企业及农村电工队伍的技术素质，本书在编写中以电动机实用控制电路为主线，将工矿企业及农村电工应掌握的电动机常规和现代控制技术的基础知识与电动机实用控制电路融为一体，掌握电动机控制电路的原理和特性，并应用到生产实践中去，以起到学习和应用的互动作用。

书中讲解的电动机控制电路在做到有针对性和实用性的同时，也力求简捷、易于设计和与工程实际应用相结合。读者在学习中可把书中讲解的电动机控制电路直接或部分修改应用到工作实践中。

本书在保证科学性的同时，注重通俗性。读者可以全面地了解电动机控制电路的基础知识，并掌握电动机控制电路的设计与应用技能。

参加本书编写工作的有周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、纪达安、纪和平、刘淑芬等，本书在写作过程中，无论从资料的收集和技术信息交流上，都得到了国内的专业学者和同行及软起动器、变频器、PLC 制造商的大力支持。在此表示衷心的感谢。

由于时间短，水平有限，难免有错误之处，敬请读者批评指正。

作　者

2012 年 7 月

目　录

前言
第 1 章　电动机直接起动控制电路 …… 1
实例 1　三相异步电动机直接起动控制电路 …… 1
实例 2　三相异步电动机直接起动接触器点动控制电路 …… 1
实例 3　电动机直接起动单向点动控制电路 …… 2
实例 4　电动机直接起动单向运行控制电路 …… 2
实例 5　用倒顺开关控制三相异步电动机直接起动正反转电路 …… 4
实例 6　接触器联锁的三相异步电动机直接起动正反转控制电路 …… 5
实例 7　按钮联锁的三相异步电动机直接起动接触器正反转控制电路 …… 6
实例 8　双重联锁的三相异步电动机直接起动正反转控制电路 …… 7
实例 9　电动机直接起动连续与点动混合控制的正转控制电路 …… 8
实例 10　电动机直接起动顺序控制电路 …… 9
实例 11　工作台自动往返控制电路 …… 14
实例 12　带有点动的自动往返控制电路 …… 16
实例 13　电动机直接起动多地控制电路 …… 17
实例 14　电动机空载自动停机及断相保护控制电路 …… 19
实例 15　安全型单按钮控制电动机直接起停电路 …… 21
实例 16　单按钮控制电动机直接起停电路 …… 22
实例 17　电动机多条件直接起动控制电路 …… 22
实例 18　电动机直接起动多保护控制电路 …… 23
实例 19　三相异步电动机直接起动，正、反转点动控制电路 …… 23
实例 20　按钮联锁的电动机直接起动正反转控制电路 …… 24
实例 21　接触器联锁的电动机直接起动正反转控制电路 …… 24
实例 22　双重联锁电动机直接起动正反转控制电路 …… 25
实例 23　两地控制电动机直接起动可逆起动电路 …… 26
实例 24　电动机直接起动可逆带限位控制电路 …… 27
实例 25　电动机直接起动可逆运行自动往返控制电路 …… 28
实例 26　电动机直接起动安全自动往复控制电路 …… 29
实例 27　电动机直接起动自动延时往返控制电路 …… 29
实例 28　双速电动机直接起动控制电路 …… 30
实例 29　双速电动机直接起动自动加速控制电路 …… 31
实例 30　多台电动机顺序直接起动控制电路 …… 31
第 2 章　电动机制动控制电路 …… 34
实例 1　电磁抱闸制动控制电路 …… 34
实例 2　电动机电磁离合器制动控制电路 …… 36
实例 3　电动机短接制动控制电路 …… 37
实例 4　电动机单向起动反接制动控制电路 …… 37

实例 5　电动机可逆运行反接制动控制电路 …… 41
实例 6　无需中间继电器的电动机可逆运行反接制动控制电路 …… 46
实例 7　电动机能耗制动控制电路 …… 47
实例 8　电动机无变压器半波整流能耗制动自动控制电路 …… 48
实例 9　电动机无变压器半波整流能耗制动手动控制电路 …… 50
实例 10　电动机半波整流能耗制动控制电路 …… 51
实例 11　电动机有变压器全波整流能耗制动控制电路 …… 52
实例 12　电动机全波能耗制动控制电路 …… 53
实例 13　电动机有变压器的全波整流能耗制动控制电路 …… 54
实例 14　电动机桥式能耗制动控制电路 …… 54
实例 15　电动机复合按钮与时间控制能耗制动控制电路 …… 55
实例 16　电动机按时间控制单向运行能耗制动控制电路 …… 55
实例 17　电动机按时间控制可逆运行能耗制动控制电路 …… 56
实例 18　电动机按速度控制单向运行能耗制动控制电路 …… 57
实例 19　电动机按速度控制可逆运行能耗制动控制电路 …… 58
实例 20　电动机带有能耗制动反转控制电路 …… 58
实例 21　电动机短接制动控制电路 …… 60
实例 22　电动机反接制动控制电路 …… 61
实例 23　电动机单向减压起动及反接制动控制电路 …… 62
实例 24　电动机电容制动控制电路 …… 64
第 3 章　电动机减压起动控制电路 …… 66
实例 1　电动机定子串电阻减压起动手动控制电路 …… 66
实例 2　电动机定子串电阻减压起动自动控制电路 …… 68
实例 3　电动机手动控制Y/△减压起动控制电路 …… 70
实例 4　电动机Y/△减压起动自动控制电路 …… 73
实例 5　电动机正反转Y/△减压起动控制电路 …… 81
实例 6　电动机△/△减压起动控制电路 …… 82
实例 7　电动机手动自耦变压器减压起动电路 …… 84
实例 8　电动机手动控制补偿器电路 …… 84
实例 9　电动机自动控制自耦变压器起动电路 …… 85
实例 10　补偿器用中间继电器控制电路 …… 86
实例 11　补偿器用时间继电器控制电路 …… 86
实例 12　补偿器用时间继电器与中间继电器控制电路 …… 87
实例 13　80kW 电动机及以上的补偿器控制电路 …… 87
实例 14　电动机自耦变压器减压起动控制电路 …… 89
实例 15　绕线转子异步电动机转子回路串电阻起动控制电路 …… 100
实例 16　绕线转子异步电动机转子回路串频敏变阻器起动控制电路 …… 101
实例 17　用凸轮控制器控制绕线转子异步电动机控制电路 …… 105
实例 18　绕线转子异步电动机起动和调速控制电路 …… 106
第 4 章　电动机软起动及调速电路 …… 109
实例 1　WITR 系列软起动器应用电路 …… 109
实例 2　XPR1-3000 系列软起动器应用电路 …… 113
实例 3　WJR 旁路型三相电动机软起动应用电路 …… 122

实例4 电动机软起动电路 …… 125
实例5 风机变频调速电路 …… 127
实例6 安川VS616G5变频器拖动多台风机调速电路 …… 129
实例7 施耐德Altivar38变频器拖动鼓风机电路 …… 130
实例8 明电THYFREC-VT210S变频器拖动空调通风机电路 …… 133
实例9 空气压缩机的变频调速电路 …… 135
实例10 变频恒压供水控制电路 …… 136
实例11 变频器拖动热电厂给水泵调速电路 …… 138
实例12 三菱FR变频器拖动中央空调冷冻泵调速电路 …… 139
实例13 西门子ECO变频器拖动疏水泵调速电路 …… 142
实例14 西门子MM440变频器拖动给水泵调速电路 …… 144
第5章 PLC控制电动机电路 …… 149
实例1 PLC控制电动机单向点动电路 …… 149
实例2 PLC控制电动机一个按钮起停电路 …… 151
实例3 PLC控制电动机点动、连续正转电路 …… 153
实例4 PLC控制电动机连续正转控制电路 …… 158
实例5 PLC控制电动机正、反转控制电路 …… 159
实例6 PLC控制电动机正、反转复合联锁控制电路 …… 162
实例7 PLC控制电动机正、反转接触器联锁控制电路 …… 163
实例8 PLC控制三层传送带顺序起停电路 …… 164
实例9 PLC控制三台电动机间歇运行电路 …… 166
实例10 PLC控制两台或更多的电动机按一定顺序运行电路 …… 167
实例11 PLC控制三台电动机顺序起动电路 …… 169
实例12 PLC控制工作台自动往返电路 …… 170
实例13 PLC控制电动机自动往返电路 …… 172
实例14 PLC控制电动机Y/△起动电路 …… 173
实例15 PLC控制电动机Y/△减压起动能耗制动电路 …… 179
实例16 LOGO控制电动机自耦减压起动电路 …… 181
实例17 OMRONPLC控制电动机的正反转电路 …… 184
实例18 OMRONPLC控制电动机Y/△减压起动电路 …… 185
实例19 PLC控制直流电动机减压起动能耗制动电路 …… 186
参考文献 …… 189

第 1 章　电动机直接起动控制电路

实例 1　三相异步电动机直接起动控制电路

三相异步电动机直接起动控制电路如图 1-1 所示，图 1-1 所示电路简单、元件少，低压断路器 QS 用于过载保护，熔断器主要作短路保护。因此，该电路对于容量较小，起动不频繁的电动机来说，是经济方便的起动控制方法。

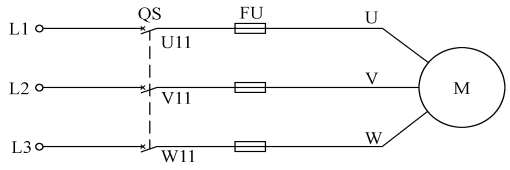


图 1-1　三相异步电动机直接起动控制电路图

在确认安装牢固，接线无误后，先接通三相总电源，再合上低压断路器 QS，电动机应正常起动和平稳运转。若熔丝熔断（可看到熔心顶盖弹出）则应断开电源，检查分析并排除故障后才能够重新合上电源。在图 1-1 所示电路中，元器件规格参数见表 1-1。

表 1-1　元器件规格参数

代号	名　　称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体 3A	3	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 2　三相异步电动机直接起动接触器点动控制电路

三相异步电动机接触器点动控制电路如图 1-2 所示。图 1-2 所示电路可分成主电路和控制电路两部分。主电路从电源 L1、L2、L3、低压断路器 QS、熔断器 FU、接触器触头 KM 到电动机 M。控制电路由按钮 SB 和接触器线圈 KM 组成。

当合上电源开关 QS 时，电动机是不会起动运转的，因为这时接触器 KM 的线圈未通电，它的主触头处在断开状态，电动机 M 的定子绕组上没有电压。若要使电动机 M 运转，只要按下按钮 SB，使线圈 KM 通电，主电路中的主触头 KM 闭合，电动机 M 即可起动运转。但当松开按钮 SB 时，线圈 KM 即失电，而使主触头分开，切断电动机 M 的电源，电动机停转。这种只有当按下按钮电动机才会运转，松开按钮停转的电路，称为点动控制电路。

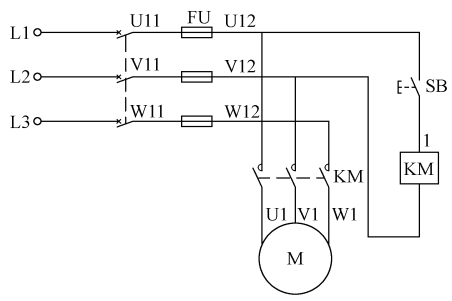


图 1-2　三相异步电动机接触器点动控制电路

检查接线无误后，接通交流电源，合上开关 QS，此时电动机不转，按下按钮 SB，电动机即可起动，松开按钮电动机停转，若电动机不能点动控制或熔丝熔断等故障，则应分断电源，分析排除故障后使之正常工作。图 1-2 所示电路中元器件规格参数见表 1-2。

表 1-2　元器件规格参数

代号	名　称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体 3A	3	
KM	交流接触器	CJX2-9/380	AC380V	1	
SB	按钮	LAY3-11		1	绿色
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 3　电动机直接起动单向点动控制电路

电动机点动正转控制电路是用按钮、接触器来控制电动机运转的最简单的正转控制电路。所谓点动控制是指：按下按钮，电动机就得电运转；松开按钮，电动机就失电而停止运转。三相异步电动机的点动控制电路如图 1-3 所示。电动机点动正转控制电路是由低压断路器 QS、熔断器 FU、起动按钮 SB、接触器 KM 及电动机 M 组成。其中以低压断路器 QS 作电源隔离开关，熔断器 FU 作短路保护，按钮 SB 控制接触器 KM 的线圈得电、失电，接触器 KM 的主触头控制电动机 M 的起动与停止。

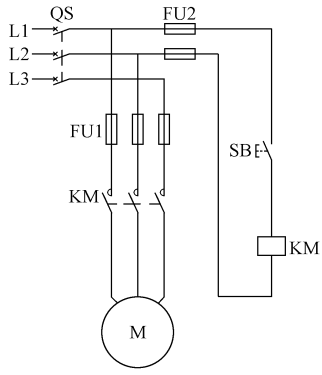


图 1-3　电动机单向点动控制电路

当电动机需要点动时，先合上低压断路器 QS，此时电动机 M 尚未接通电源。按下起动按钮 SB，接触器 KM 的线圈得电，接触器 KM 的三对主触头闭合，电动机 M 便接通电源起动运转。当电动机需要停转时，只要松开起动按钮 SB，使接触器 KM 的线圈失电，接触器 KM 的三对主触头断开，电动机 M 失电停转。

实例 4　电动机直接起动单向运行控制电路

在要求电动机起动后能连续运行时，采用上述点动控制电路是不行的。因为要使电动机 M 连续运行，起动按钮 SB 就不能断开，这是不符合生产实际要求的。为实现电动机的连续运行，可采用接触器自锁单向控制电路，如图 1-4 所示。这是一种最常用、最简单的控制电路，能实现对电动机的起动、停止的自动控制、远距离控制、频繁操作等。电动机单向起动电路由主电路和控制电路两部分组成：

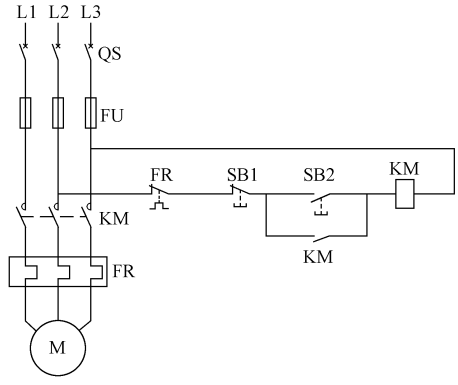


图 1-4　单向运行电气控制电路

①主电路。主电路由低压断路器 QS、熔断器 FU、接触器 KM 的常开主触头，热继电器 FR 和电动机 M 组成。

②控制电路。在电动机单向起动电路的控制电路中，FU 为控制电路的熔断器，SB2 为起动按

钮，SB1 为停止按钮，KM 为接触器线圈和接触器常开辅助动合触头，FR 为热继电器的常闭动断触头。

1. 控制电路工作原理

①起动电动机。合上低压断路器 QS，按起动按钮 SB2，接触器 KM 的吸引线圈得电，3 对常开主触头闭合，将电动机 M 接入电源，电动机开始起动。同时，与 SB2 并联的 KM 的常开辅助触头闭合，即使松手断开 SB2，吸引线圈 KM 通过其辅助触头可以继续保持通电，维持吸合状态。凡是接触器（或继电器）利用自己的辅助触头来保持其线圈带电的，称之为自锁（自锁）。这个触头称为自锁（自锁）触头。由于 KM 的自锁作用，当松开 SB2 后，电动机 M 仍能继续起动，最后达到稳定运转，完成电动机的起动过程。

②停止电动机。按停止按钮 SB1，接触器 KM 的线圈失电，其主触头和辅助触头均断开，电动机脱离电源，停止运转。这时，即使松开停止按钮，由于自锁触头断开，接触器 KM 线圈不会再通电，电动机不会自行起动。只有再次按下起动按钮 SB2 时，电动机方能再次起动运转。也可以用下述方式描述：

合上低压断路器 QS

起动→KM 主触头闭合→电动机 M 得电起动、运行。

按下 SB2→KM 线圈得电→KM 常开辅助触头闭合→实现自锁。

停车→KM 主触头复位→电动机 M 断电停止运行。

按下 SB1→KM 线圈失电→KM 常开辅助触头复位→自锁解除。

2. 电路保护环节

①短路保护。图 1-4 所示主电路发生短路时，通过熔断器 FU 的熔体熔断，切断主电路。

②过载保护。电动机在运转过程中，如果长期负载过大或频繁操作等都会引起电动机绕组过热，影响电动机的使用寿命，甚至会烧坏电动机。因此，对电动机要采用过载保护，一般采用热继电器作为过载保护元件，电动机过载保护通过热继电器 FR 实现，由于热继电器的热惯性比较大，即使热元件上流过几倍额定电流，热继电器也不会立即动作。因此，在电动机起动时间不太长的情况下，热继电器经得起电动机起动电流的冲击而不会动作。只有在电动机运行过程中，由于过载或其他原因，使负载电流超过额定值时，经过一定时间，串接在主回路中的热继电器的双金属片因受热弯曲，使串接在控制回路中的动断触头断开，切断控制回路，接触器 KM 的线圈断电，主触头断开，电动机 M 停转，达到了过载保护的目的。

③欠电压和失电压保护。当电动机正在运行时，如果电源电压由于某种原因消失，那么在电源电压恢复时，电动机就将自行起动，这就可能造成生产设备的损坏，甚至造成人身事故。对电网来说，同时有许多电动机及其他用电设备自行起动也会引起不允许的过电流及瞬间网络电压下降。为了防止电压恢复时电动机自行起动的保护叫失电压保护或零压保护。

“欠电压保护”是指当电路电压下降到某一数值时，电动机能自动脱离电源停转，避免电动机在欠电压下运行的一种保护。因为当电路电压下降时，电动机的转矩随之减小，电动机的转速也随之降低，从而使电动机的工作电流增大，影响电动机的正常运行，电压下降严重时还会引起“堵转”（即电动机接通电源但不转动）现象，以致损坏电动机。采用接触器

自锁正转控制电路就可避免电动机欠电压运行，这是因为当电源电压下降到一定值（一般指低于额定电压85%以下）时，接触器线圈两端的电压也同样下降到一定值，从而使接触器线圈磁通减弱，产生的电磁吸力减小。当电磁吸力减小到小于反作用弹簧的拉力时，动铁心被迫释放，带动主触头、自锁触头同时断开，自动切断主电路和控制电路，电动机失电停转，达到欠电压保护的目的。

如果电源电压恢复正常，由于自锁解除，电动机不会自行起动，避免了意外事故发生。只有操作人员再次按下SB2后，电动机才能起动。控制电路具备了欠电压和失电压的保护能力以后，有如下三个方面优点：

①防止电压严重下降时电动机在重负载情况下的低压运行。

②避免电动机同时起动而造成电源电压的严重下降。

③防止电源电压恢复时，电动机突然起动运转，造成设备和人身事故。

确认接线正确后，接通交流电源L1、L2、L3并合低压断路器QS，按下SB1，电动机应起动并连续转动，按下SB1电动机应停转。若按下SB2电动机起动运转后，电源电压降到320V以下或电源断电，则接触器KM的主触头会断开，电动机停转。再次恢复电压为380V（允许±10%波动），电动机应不会自行起动（接触器具有欠电压或失电压保护功能）。如果电动机转轴卡住而接通交流电流，则在几秒内热继电器应动作，断开加在电动机上的交流电源（不能超过10s，否则电动机过热会冒烟导致损坏）。图1-5所示电路的元器件规格参数见表1-3。

表1-3 元器件规格参数

代号	名　　称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体3A	3	
KM	交流接触器	CJX2-9/380	AC380V	1	
SB1、SB2	实验按钮	LAY3-11		2	SB2红 SB1绿
FR	热继电器	JR-36	整定电流0.68A	1	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例5 用倒顺开关控制三相异步电动机直接起动正反转电路

采用倒顺开关控制三相异步电动机正反转电路如图1-5所示。该控制电路的优点是：所用电器少，其缺点是在频繁换向时，操作工劳动强度大，不方便，被控电动机的容量较小。将QS1打在断开位置，QS2的手柄扳到“停”位置。接通交流电源，QS2扳到正转（开关置于“顺转”位置）状态时，电动机即正转起动，若要使电动机反转，则应把QS2扳到“停”位置，使电动机先停转，然后将手柄扳到反转位置（开关置于“倒转”位置），则电动机应反转起动。图1-5所示电路中的元器件规格参数见表1-4。

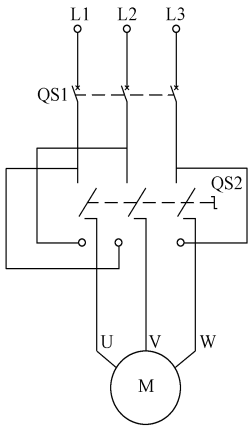


图 1-5　倒顺开关的三相异步电动机正反转控制电路

表 1-4　元器件规格参数

代号	名称	型号	规格	数量	备注
QS1	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
QS2	倒顺开关	HY2-8		1	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 6　接触器联锁的三相异步电动机直接起动正反转控制电路

接触器联锁的三相异步电动机正反转控制电路如图 1-6 所示。控制电路的动作过程是：

①正转控制：合上电源开关 QS，按正转起动按钮 SB2，正转控制回路接通：

L1→2→FR→SB1→SB2→KM2 常闭触头
→KM1线圈→KM1 常开触头闭合自锁
↓1　　→KM1 常闭触头断开对 KM2 联锁

接触器 KM1 的线圈通电动作，主触头闭合，主电路 U1、V1、W1 接通，电动机正转。

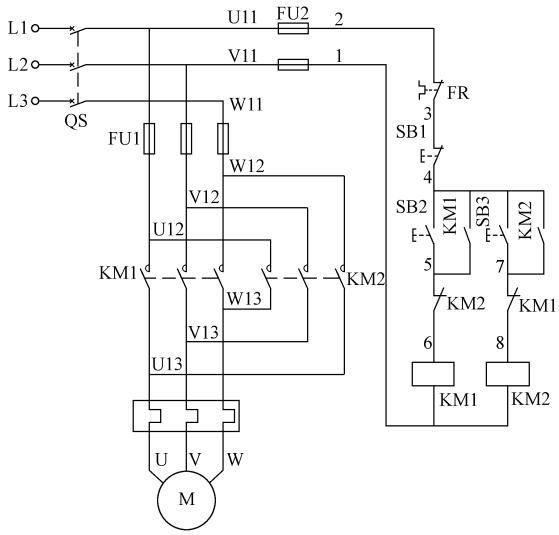


图 1-6　接触器联锁的三相异步电动机正反转控制电路

②反转控制：要使电动机改变转向（即由正转变为反转）时，应先按下停止按钮 SB1，使正转控制电路断开，电动机停转，然后才能使电动机反转。因反转控制回路中串联了正转接触器 KM1 的常闭触头。当 KM1 通电工作时，它是断开的，若这时直接按反转按钮 SB3，反转接触器 KM2 是无法通电的，电动机也就得不到电源，电动机仍然处在正转状态，不会反转，当按下停止按钮 SB1，使电动停转以后，再按下反转按钮 SB3，电动机才会反转。这时，反转控制电路为：

L1→2→FR→SB1→SB3→KM1 常闭触头
→KM2线圈→KM2 常开触头闭合自锁
↓1　　→KM2 常闭触头断开对 KM1 联锁

反转接触器 KM2 通电动作，主触头闭合，主电路接 W1、V1、U1 接通，电动机电源相

序改变了，故电动机做反向旋转。

仔细检查确认接线无误后，接通交流电源，按下 SB2，电动机应正转（电动机右侧的轴伸端为顺时针转，若不符合转向要求，可停机，换接电动机定子绕组任意两个接线即可）。按下 SB3，电动机仍应正转。如要电动机反转，应先按 SB1，使电动机停转，然后再按 SB3，则电动机反转。图 1-6 所示电路中的元器件规格参数见表 1-5。

表 1-5　元器件规格参数

代号	名　　称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU1	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体 3A	3	
FU2	瓷插式熔断器	RC1-5A	配熔体 3A	2	
KM1、KM2	交流接触器	CJX2-9/380	AC380V	2	
SB1、SB2、SB3	按钮	LAY3-11	一常开一常闭自动复位	3	SB1 红 SB2 绿 SB3 绿
FR	热继电器	JR-36	整定电流 0.63A	1	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 7　按钮联锁的三相异步电动机直接起动接触器正反转控制电路

按钮联锁的三相异步电动机接触器正反转控制电路如图 1-7 所示。该电路的动作过程基本上与图 1-6 所示电路相似。它的优点是：当需要改变电动机的转向时，只要直接按反转按钮就行了，不必先按停止按钮。这是因为，如果电动机已按正转方向运转时，线圈是通电的。这时，如果按下按钮 SB2，它串在 KM1 线圈回路中的常闭触头首先断开，将 KM1 线圈回路断开，相当于按下停止按钮 SB3 作用，使电动机停转，随后 SB2 的常开触头闭合，接通线圈 KM2 的回路，使电源相序相反，电动机即反向旋转。同样，当电动机已做反向旋转时，若按下 SB1，电动机就先停转后正转。该电路是利用按钮动作时，常闭先断开、常开后闭合的特点来实现 KM1 与 KM2 之间的联锁触头。

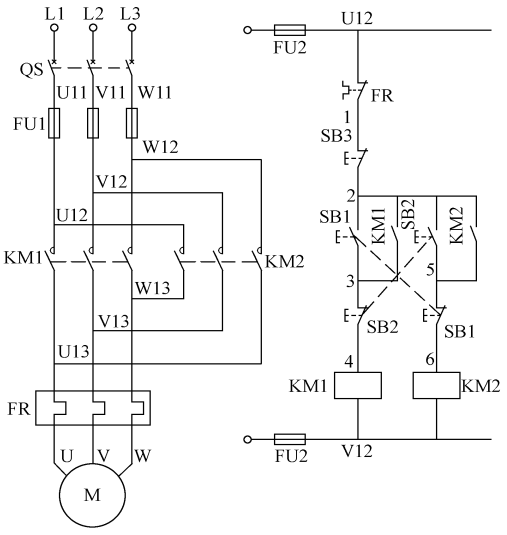


图 1-7　按钮联锁的三相异步电动机接触器正反转控制电路

确认接线正确后，接通交流电源，按下 SB1，电动机应正转；按下 SB2，电动机应反转；按下 SB3，电动机应停转。图 1-7 所示电路中的元器件规格参数见表 1-6。

表 1-6　元器件规格参数

代号	名称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU1	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体 3A	3	
KM1、KM2	交流接触器	CJX2-9/380	AC380V	2	
SB1、SB2、SB3	按钮	LAY3-11	一常开一常闭自动复位	3	SB1 绿 SB2 绿 SB3 红
FR	热继电器	JR-36	整定电流 0.68A	1	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 8　双重联锁的三相异步电动机直接起动正反转控制电路

双重联锁的三相异步电动机正反转控制电路如图 1-8 所示。该电路实际上就是在按钮联锁的基础上，增加了接触器联锁。这种电路操作方便，安全可靠，应用非常广泛。

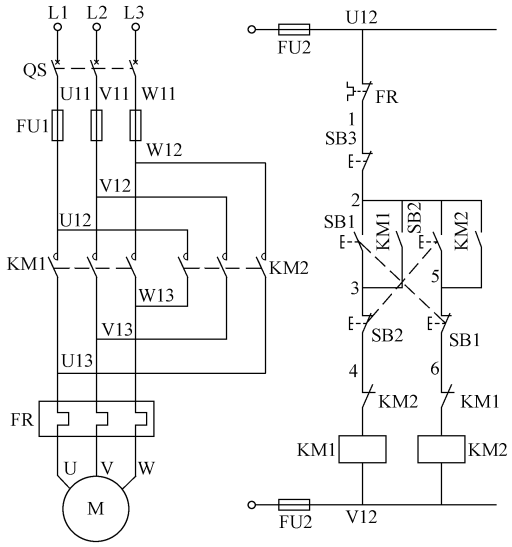


图 1-8　双重联锁的三相异步电动机正反转控制电路

经检查接线牢固和无误后，按下 SB1，电动机应正转；按下 SB3 电动机应停转；按下 SB2，电动机应反转；松开 SB2，再按下 SB1，电动机应从反转状态变为正转状态。图 1-8 所示电路中的元器件规格参数见表 1-7。

表 1-7　元器件规格参数

代号	名称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU1	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体 3A	3	
KM1、KM2	交流接触器	CJX2-9/380	AC380V	2	
SB1、SB2、SB3	按钮	LAY3-11	一常开一常闭自动复位	3	SB1 绿 SB2 绿 SB3 红
FR	热继电器	JR36	整定电流 0.68A	1	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 9　电动机直接起动连续与点动混合控制的正转控制电路

在实际生产工作中，设备的正常运行，一般电动机都处于连续运行状态。但在试车或调整时，又需要电动机能点动控制，实现这种控制要求的电路具有连续与点动混合控制功能。

1. 三相异步电动机连续与点动混合控制的正转控制电路

连续与点动混合控制的正转控制电路如图 1-9 所示。图 a 既有点动按钮，又有正常连续运行的控制按钮。点动时，按下 SB3，接触器 KM 吸引线圈得电，主常开触头 KM 闭合，电动机运行；放开按钮时，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头 KM，所以在 SB3 按钮松开后电动机停转。那么当按下连续工作按钮 SB2 时，KM 吸引线圈得电吸合，而 KM 自锁触头自锁，故可以长期吸合运行。应用这种电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。SB1 是电动机停止按钮。

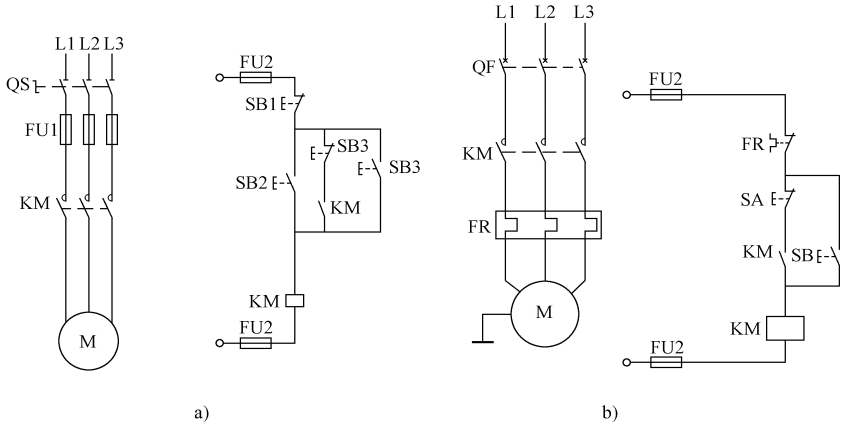


图 1-9　连续与点动混合控制的正转控制电路

图 1-9b 的工作过程如下：

点动：将手动开关 SA 打开，至于断开位置。按下起动按钮 SB，接触器 KM 线圈得电吸合，其主触头闭合，电动机运行。虽然 KM 线圈得电后接触器 KM 辅助常开触头也闭合，但因为 KM 辅助常开触头与手动开关 SA 串联，而 SA 已打开使自锁环节失去作用，一旦松开按钮 SB 则 KM 线圈立即失电，主触头断开，电动机停止运行。

正常运行：将手动开关 SA 至于闭合位置。按下起动按钮 SB，接触器 KM 线圈得电并自锁，其主触头闭合，电动机运行。将手动开关 SA 断开，KM 线圈失电，主触头立即断开，电动机停止运行。

2. 三相异步电动机正反转点动控制电路

三相异步电动机正反转点动控制电路如图 1-10 所示。在该电路中，用两个按钮 SB1、SB2 实现正反转的点动控制。即按下 SB1，接触器 KM1 得电，KM1 主触头闭合，实现三相电动机的正向转动，同时 SB1 的联锁的触头切断了反转电路，保正电路的安全可靠，松开 SB1，电动机停止转动，实现点动控制。

需要反转时，按下 SB2，KM2 得电，KM2 主触头闭合，三相电动机反向转动，松开 SB2，电动机的反转停止，实现反转控制。图 1-10 所示电路中的元器件规格参数见表 1-8。

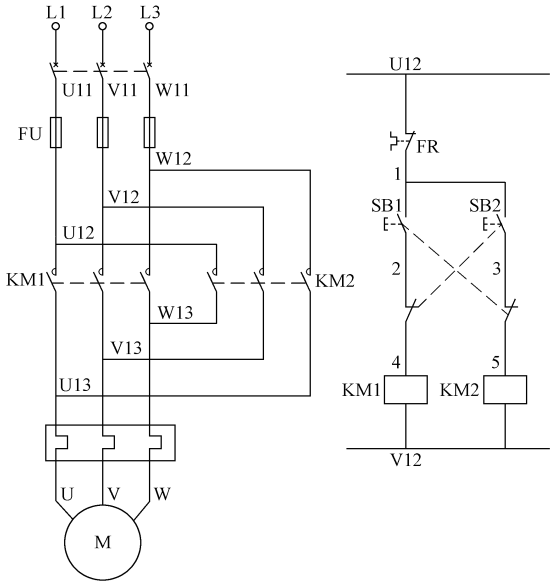


图 1-10　三相异步电动机正反转点动控制电路

表 1-8　元器件规格参数

代号	名　　称	型号	规格	数量	备注
QS	低压断路器	DZ47	5A/3P	1	
FU	螺旋式熔断器	RL1-15	配熔体 3A	3	
KM1、KM2	交流接触器	CJX2-9/380	AC380V	2	
SB1、SB2	按钮	LAY3-11	一常开一常闭自动复位	2	SB1 绿、SB2 绿
FR	热继电器	JR-36	整定电流 0.63A	1	
M	三相笼型异步电动机		380V 0.45A 120W	1	

实例 10　电动机直接起动顺序控制电路

1. 两台电动机顺序控制电路（一）

图 1-11 所示电路的特点是实现两台电动机的主电路的顺序控制：M2 的主电路接在 KM1 主触头的下面。电动机 M1 和 M2 分别通过接触器 KM1 和 KM2 来控制，KM2 的主触头接在 KM1 主触头的下面，这就保证了当 KM1 主触头闭合，M1 起动后，M2 才能起动。电路的工作原理为：按下按钮 SB1，KM1 线圈得电吸合并自锁，M1 起动。此后，按下按钮 SB2，KM2 才能吸合并自锁，M2 起动。停止时，按下 SB3，KM1、KM2 断电，M1、M2 同时停转。

2. 两台电动机顺序控制电路（二）

图 1-12 所示电路的特点是两台电动机的控制电路实现的顺序控制。图 1-12a 所示电路的特点是：KM2 的线圈接在 KM1 自锁触头后面，这就保证了 M1 起动后，M2 才能起动的顺序控制要求。图 1-12b 所示的控制电路特点是：在 KM2 的线圈回路中串接了 KM1 的常开触头，显然，KM1 不吸合，即使按下 SB2，KM2 也不能吸合，这就保证了只有 M1 起动后，

M2 才能起动。停止按钮 SB3 控制两台电动机同时停止，停止按钮 SB4 控制 M2 电动机的单独停止。图 1-12c 所示的控制电路的特点是：SB3 按钮两端并联了 KM2 的常开触头，从而实现了 M1 起动后，M2 才能起动，而 M2 停止后，M1 才能停止的控制要求，即 M1、M2 是顺序起动，逆序停止。

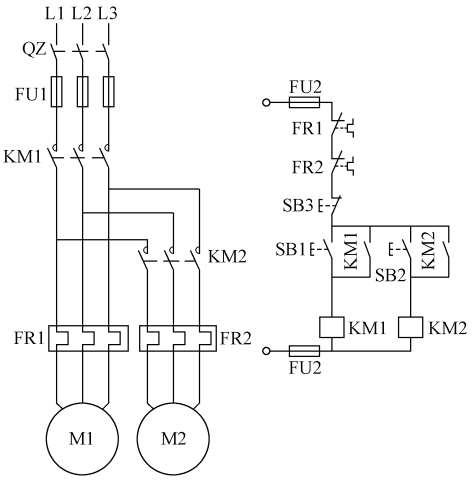


图 1-11　两台电动机顺序控制电路（一）

3. 两台电动机顺序控制电路（三）

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。在图 1-13 所示电路中，M1 为油泵电动机，M2 为主轴电动机。当按下起动按钮 SB1 时，KM1 线圈通电，主触头及自锁触头 KM1 闭合，电动机 M1 起动。当 M1 起动后，M2 才有可能起动。如果在 M1 起动以前，误按下按钮 SB2，M2 也不能起动。

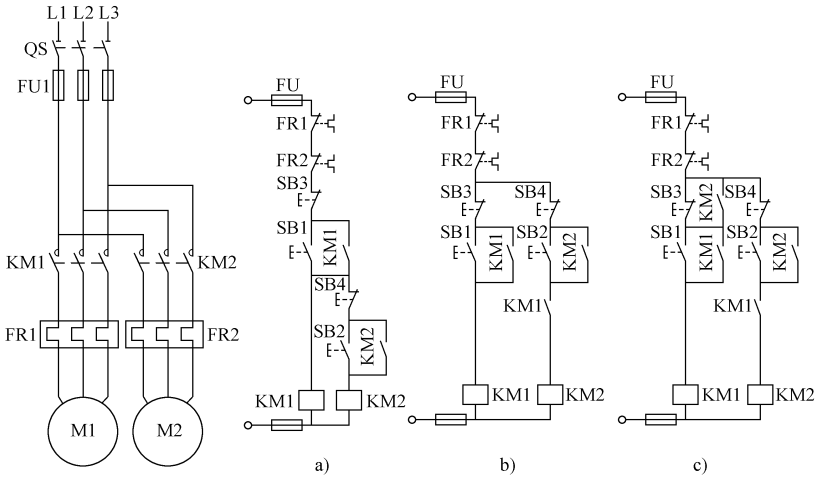


图 1-12　两台电动机顺序控制电路（二）

4. 两台电动机顺序控制电路（四）

当按下图 1-14 所示电路 M1 的起动钮 SB1，接触器 KM1 线圈通电，KM1 主触头闭合，M1 起动。同时串接在 M2 控制电路中的 KM1 接触器常开触头闭合，为 M2 做好了起动准备，如在 M1 起动前误按下 SB2，因接触器 KM1 常开联锁触头开路，接触器 KM2 不通电，电动机 M2 不能起动。

5. 两台电动机顺序控制电路（五）

顺序起动、停止控制电路是在一个设备起动之后另一个设备才能起动运行的一种控制方法，常用于主、辅设备之间的控制，如图 1-15 所示。当辅助设备的电动机 KM1 起动之后，