



“十四五”技工教育规划教材



中国机械工业教育协会“十四五”
技工教育和职业培训规划教材

高等职业教育系列教材
新形态·立体化·双色印刷

理论奠基，实践飞跃，构建“做中学、学中做”的学习过程

电气控制技术项目化 教程 第2版

蒋祥龙 李震球◎主编



微课视频二维码
扫一扫直接观看



电子课件 电子教案
习题答案 试卷



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

目 录

前言

绪论	1
项目 1 低压电器的选用与检修	8
任务 1.1 开关电器的选用与检修	8
1.1.1 任务分析	8
1.1.2 相关知识——开关、断路器	9
1.1.3 任务实施	11
1.1.4 任务考评	14
1.1.5 课后习题	15
任务 1.2 熔断器的选用与检修	15
1.2.1 任务分析	15
1.2.2 相关知识——熔断器	15
1.2.3 任务实施	16
1.2.4 任务考评	17
1.2.5 课后习题	18
任务 1.3 接触器的选用与检修	18
1.3.1 任务分析	18
1.3.2 相关知识——接触器	19
1.3.3 任务实施	20
1.3.4 任务考评	23
1.3.5 课后习题	24
任务 1.4 继电器的选用与检修	24
1.4.1 任务分析	24
1.4.2 相关知识——继电器	24
1.4.3 任务实施	28
1.4.4 任务考评	30
1.4.5 课后习题	31
任务 1.5 主令电器的选用与检修	31
1.5.1 任务分析	31
1.5.2 相关知识——按钮、行程开关	32
1.5.3 任务实施	34
1.5.4 任务考评	35
1.5.5 课后习题	35

项目 2 电动机直接控制电路	36
任务 2.1 点动控制电路的安装与调试	36
2.1.1 任务分析	36
2.1.2 相关知识——电动机和点动控制电路	37
2.1.3 任务实施	40
2.1.4 任务考评	43
2.1.5 课后习题	44
任务 2.2 长动连续控制电路的安装与调试	44
2.2.1 任务分析	44
2.2.2 相关知识——长动连续控制电路	45
2.2.3 任务实施	46
2.2.4 任务考评	48
2.2.5 课后习题	48
任务 2.3 连续控制与点动控制电路的安装与调试	49
2.3.1 任务分析	49
2.3.2 相关知识——连续控制与点动控制电路	49
2.3.3 任务实施	50
2.3.4 任务考评	52
2.3.5 课后习题	53
项目 3 电动机正反转控制电路	54
任务 3.1 双重联锁正反转控制电路的安装与调试	54
3.1.1 任务分析	54
3.1.2 相关知识——正反转控制电路	55
3.1.3 任务实施	57
3.1.4 任务考评	59
3.1.5 课后习题	59
任务 3.2 位置控制电路的安装与调试	60
3.2.1 任务分析	60
3.2.2 相关知识——位置控制电路	61
3.2.3 任务实施	62
3.2.4 任务考评	64
3.2.5 课后习题	65
项目 4 电动机顺序控制电路	66
任务 4.1 顺序起动、同时停止控制电路的安装与调试	66
4.1.1 任务分析	66
4.1.2 相关知识——顺序起动、同时停止控制电路	66
4.1.3 任务实施	68
4.1.4 任务考评	70
4.1.5 课后习题	70
任务 4.2 顺序起动、逆序停止控制电路的安装与调试	70

4.2.1	任务分析	71
4.2.2	相关知识——顺序启动、逆序停止控制电路	71
4.2.3	任务实施	72
4.2.4	任务考评	73
4.2.5	课后习题	74
项目 5	电动机减压启动控制电路	75
任务 5.1	$\text{Y}-\Delta$ 减压启动控制电路的安装与检修	75
5.1.1	任务分析	75
5.1.2	相关知识——减压启动控制电路	76
5.1.3	任务实施	78
5.1.4	任务考评	81
5.1.5	课后习题	81
任务 5.2	自耦变压器减压启动控制电路的安装与检修	82
5.2.1	任务分析	82
5.2.2	相关知识——自耦变压器减压启动控制电路	82
5.2.3	任务实施	85
5.2.4	任务考评	86
5.2.5	课后习题	87
项目 6	三相异步电动机制动控制电路	88
任务 6.1	半波整流能耗制动控制电路的安装与调试	88
6.1.1	任务分析	88
6.1.2	相关知识——机械制动和电气制动	88
6.1.3	任务实施	91
6.1.4	任务考评	93
6.1.5	课后习题	93
任务 6.2	电动机反接制动控制电路的安装与调试	93
6.2.1	任务分析	94
6.2.2	相关知识——反接制动控制电路	94
6.2.3	任务实施	96
6.2.4	任务考评	98
6.2.5	课后习题	98
项目 7	低压电气控制电路的设计与调试	100
任务 7.1	任务分析	100
任务 7.2	相关知识——电动机的控制与电气控制电路的设计	100
任务 7.3	任务实施	109
任务 7.4	任务考评	113
任务 7.5	课后习题	113
项目 8	CA6150 型卧式车床电气控制电路	114
任务 8.1	认识 CA6150 型卧式车床	114

8.1.1 任务分析	114
8.1.2 相关知识——CA6150 型卧式车床	114
8.1.3 任务实施	120
8.1.4 任务考评	121
8.1.5 课后习题	121
任务 8.2 检修 CA6150 型卧式车床	121
8.2.1 任务分析	122
8.2.2 相关知识——CA6150 型卧式车床故障分析与检修	122
8.2.3 任务实施	123
8.2.4 任务考评	125
8.2.5 课后习题	125
项目 9 M7130 型平面磨床电气控制电路	126
任务 9.1 认识 M7130 型平面磨床	126
9.1.1 任务分析	126
9.1.2 相关知识——M7130 型平面磨床	126
9.1.3 任务实施	130
9.1.4 任务考评	132
9.1.5 课后习题	132
任务 9.2 检修 M7130 型平面磨床	132
9.2.1 任务分析	133
9.2.2 相关知识——M7130K 型平面磨床故障分析与检修	133
9.2.3 任务实施	134
9.2.4 任务考评	135
9.2.5 课后习题	135
项目 10 Z3050 型摇臂钻床电气控制电路	136
任务 10.1 认识 Z3050 型摇臂钻床	136
10.1.1 任务分析	136
10.1.2 相关知识——Z3050 型摇臂钻床	136
10.1.3 任务实施	141
10.1.4 任务考评	143
10.1.5 课后习题	143
任务 10.2 检修 Z3050 型摇臂钻床	144
10.2.1 任务分析	144
10.2.2 相关知识——Z3050 型摇臂钻床故障分析与检修	144
10.2.3 任务实施	145
10.2.4 任务考评	146
10.2.5 课后习题	147
项目 11 PLC 指令应用	148
任务 11.1 认识 PLC	148

11.1.1 任务分析	148
11.1.2 相关知识——PLC 基础知识	148
11.1.3 任务实施	154
11.1.4 任务考评	156
11.1.5 课后习题	157
任务 11.2 三人表决器程序设计	157
11.2.1 任务分析	157
11.2.2 相关知识——基本逻辑指令	157
11.2.3 任务实施	161
11.2.4 任务考评	164
11.2.5 课后习题	164
任务 11.3 十字路口交通灯程序设计	165
11.3.1 任务分析	165
11.3.2 相关知识——编程规则与技巧	166
11.3.3 任务实施	174
11.3.4 任务考评	178
11.3.5 课后习题	179
附录 常用电气图形符号	181
参考文献	184

项目 7

低压电气控制电路的设计与调试

知识目标：熟悉电动机的控制方式、保护方式，元器件选型。

技能目标：掌握电气控制电路的改装与调试；电气控制电路运行检查；电工工具和仪表的使用。

素养目标：能查阅相关资料，养成自觉遵守安全操作规程的习惯，树立既善于独立思考，又注重团队协作的意识。

重点和难点：元器件的选择和电路动作逻辑的设计。

解决方法：原理分析为先导，分析要透彻；操作训练为检验，教师示范操作，学生观摩；学生操作训练，教师指导。

建议学时：6 学时。

任务 7.1 任务分析

某机床需要两台电动机拖动，根据该机床的特点，要求两地控制，一台电动机（M1）需要正反转控制，另一台电动机（M2）只需要单向控制，并且要求 M1 起动 15 s 后，M2 才能起动；停车逆序停止；两台电动机都具有短路保护、过载保护、失电压保护和欠电压保护。

电动机 M1：型号 Y132M-6，380 V，7.5 kW， Δ 形联结。

电动机 M2：型号 Y112M-4，380 V，3 kW，Y形联结。

设计电气控制电路时，首先要掌握常用控制电路的基本方案，分析所设计机械设备的电气控制要求和保护要求，通过技术分析，选择合理和最佳的控制方案，力求简单合理、工作可靠、维修方便，符合使用的安全性，贯彻现行的国家标准，设计出电气控制电路后，再根据电动机的功率选择元器件的型号和规格，列出明细表，进行采购，最后进行安装与调试，以实现控制要求。

任务 7.2 相关知识——电动机的控制与电气控制电路的设计

1. 电动机的控制方式

前面介绍了电动机的各种基本电气控制电路，而生产机械的电气控制电路都是在这些控

者必须熟悉大量的基本控制电路，同时又要掌握一定的设计方法和技巧。在设计过程中往往还要经过多次反复修改，才能使电路符合设计要求。这种设计方法灵活性比较大，初步设计时，设计出来的功能不一定完善，此时要加以比较分析，根据生产工艺要求逐步完善，并加以适当的联锁和保护环节。经验设计法的设计顺序为：主电路→控制电路→信号及照明电路→联锁与保护电路→总体检查与完善，最后再根据实际需要选择所用电器的型号与规格。

逻辑设计法是根据生产工艺要求，利用逻辑代数来分析、设计电路。这种设计方法虽然设计出来的电路比较合理，但是掌握这种方法的难度比较大，一般情况下不用，只是在完成较复杂生产工艺要求所需的控制电路时才使用。

4. 电气控制电路设计的一般要求

(1) 合理选择控制电源

当控制电器较少，控制电路较简单时，控制电路可直接使用主电路电源，如 380 V 或 220 V 电源。当控制电器较多、控制电路较复杂时，通常采用控制变压器，将控制电压降低到 220 V 或 110 V 及以下。对于吸力稳定又操作频繁的直流电磁器件，如液压阀中的电磁铁，必须采用相应的直流控制电源。

(2) 尽量缩减电器的数量

采用标准件和尽可能选用相同型号的电器设计电路时，应减少不必要的触点以简化电路，提高电路的可靠性。如把图 7-1a 所示电路改接成图 7-1b 所示电路，就可以减少一个触点。

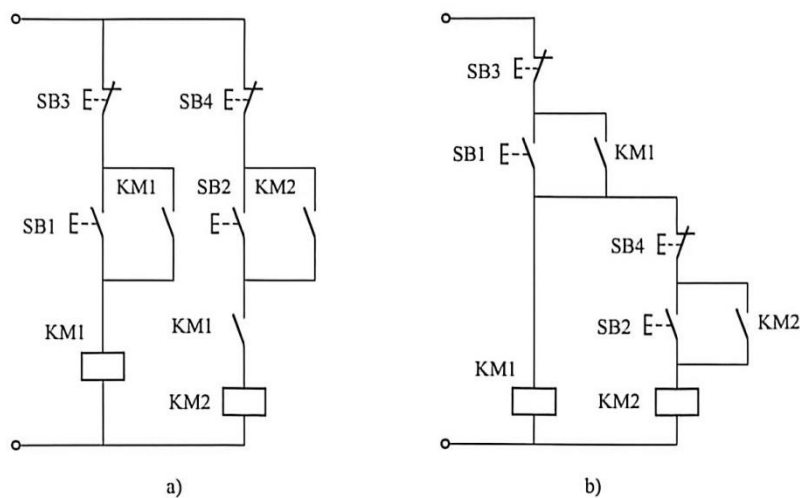


图 7-1 简化电路触点

a) 不合理 b) 合理

(3) 尽量减少和缩短连接导线的数量和长度

设计电路时，应考虑到各元器件之间的实际接线，特别要注意电气柜、操作台和行程开关之间的连接线。例如，图 7-2a 所示的接线就不合理，因为按钮通常是安装在操作台上，而接触器是安装在电气柜内，所以按此电路安装时，由电气柜内引出的连接线势必要两次引接到操作台上的按钮处。合理的接法应当是把起动按钮和停止按钮直接连接，而不经接触器线圈，如图 7-2b 所示，这样就减少了一次引出线。

(4) 正确连接电器的线圈

在交流控制电路的一条支路中不能串联两个电器的线圈，如图 7-3a 所示。即使外加电压是两个线圈额定电压之和，也是不允许的。因为每个线圈上所分配到的电压与线圈阻抗成正比，两个电器需要同时动作时，其线圈应该并联，如图 7-3b 所示。

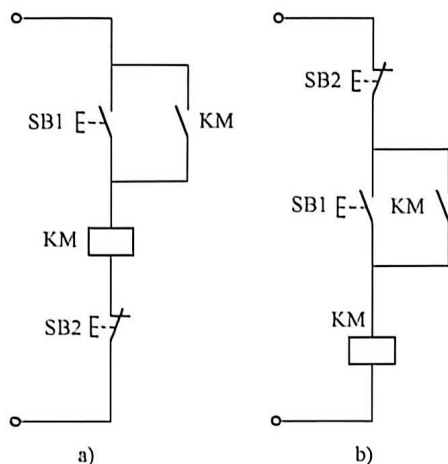


图 7-2 减少各元器件间的实际接线

a) 不合理 b) 合理

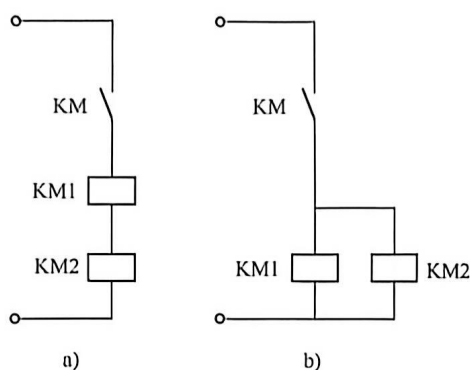


图 7-3 电器线圈的连接

a) 不正确 b) 正确

(5) 正确连接电器的触点

同一个电器的常开和常闭辅助触点靠得很近，如果连接不当，将会造成电路工作不正常。如图 7-4a 所示接线，行程开关 SQ 的常开触点和常闭触点由于不是等电位，当触点断开产生电弧时很可能在两对触点间形成飞弧而造成电源短路。因此，在一般情况下，将共用同一电源的所有接触器、继电器以及执行电器线圈的一端，均接在电源的一侧，而这些电器的控制触点接在电源的另一侧，如图 7-4b 所示。

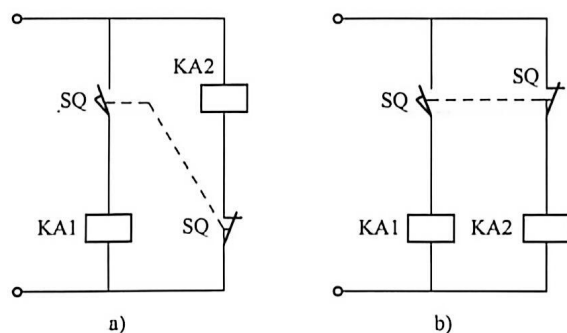


图 7-4 连接电器的触点

a) 不合理 b) 合理

(6) 减少工作时电器通电的数量

在满足控制要求的情况下，应尽量减少电器通电的数量。图 7-5a、b 均是电动机定子绕组串电阻减压起动电路。电动机起动，图 7-5a 中，KM1 和 KT 失去作用后仍需长期通电，而图 7-5b 中，电动机起动，KM1 和 KT 失去作用后即断电，减少了工作时电器通电的数量。

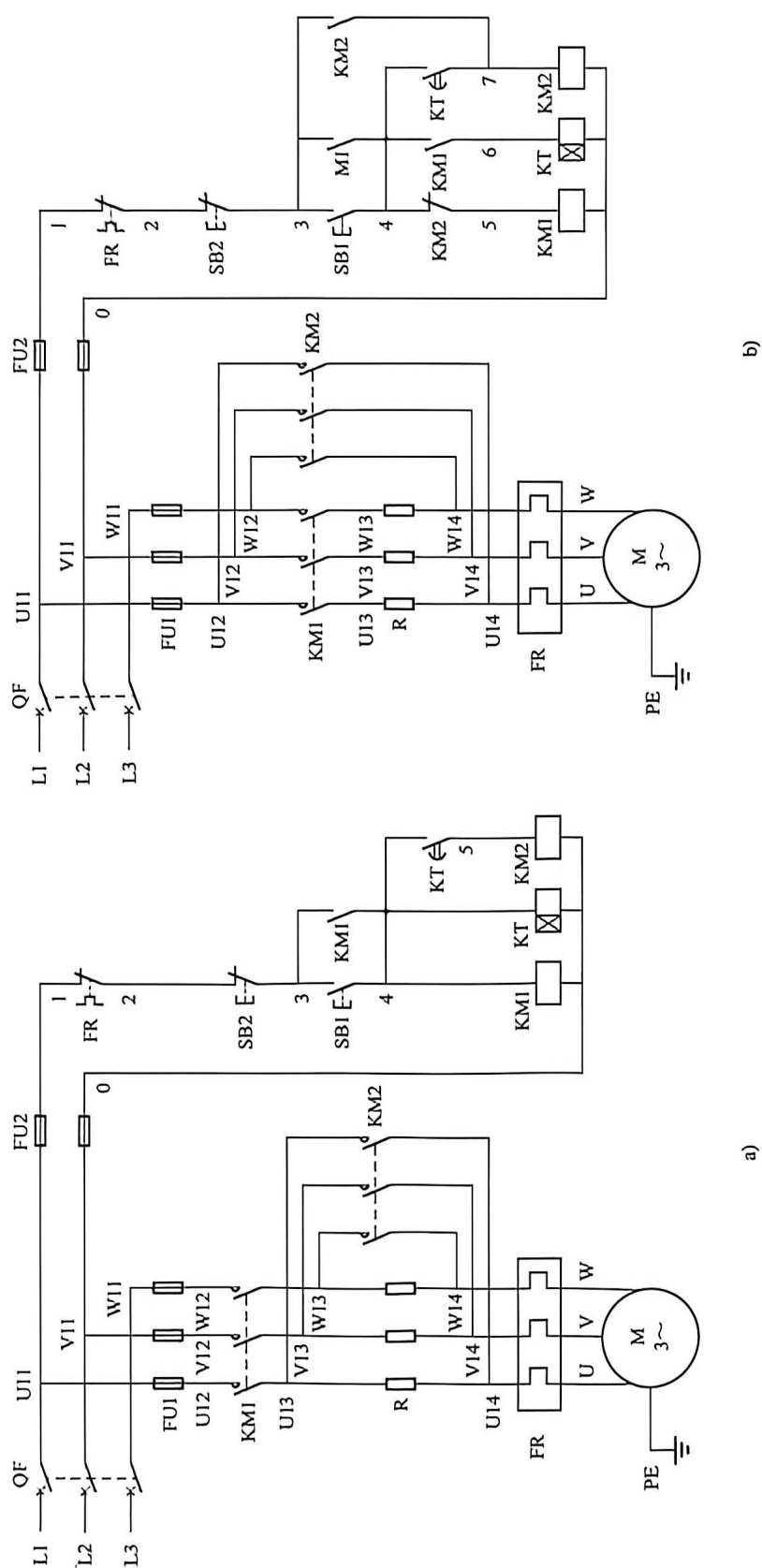


图7-5 减少工作时电器通电的数量

(7) 避免多个电器依次动作后才接通另一个电器

应尽量避免采用多个电器依次动作后才能接通另一个电器的控制电路。如图 7-6a、b 所示电路中, 中间继电器 KA1 得电动作后, KA2 才动作, 而后 KA3 才能得电动作。KA3 的得电动作要通过 KA1 和 KA2 两个电器的动作, 若换接成图 7-6c 所示电路, KA3 的动作只需 KA1 电器动作, 故工作可靠。

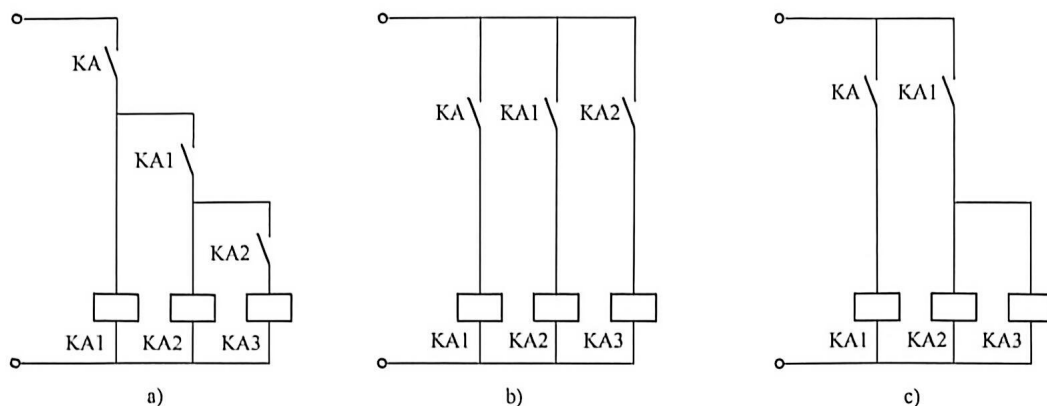


图 7-6 触点的使用

a) 不合理 1 b) 不合理 2 c) 合理

(8) 在控制电路中应避免出现寄生回路

在控制电路的动作过程中, 非正常接通的电路叫作寄生回路。在设计电路时要避免出现寄生回路, 因为它会破坏元器件和控制电路的动作顺序。图 7-7 所示电路是一个具有指示灯和过载保护的反正转控制电路。在正常工作时, 能完成正反转起动、停止和信号指示。但当热继电器 FR 动作时, 电路就出现了寄生回路。这时虽然 FR 的常闭触点已断开, 由于存在寄生回路, 仍有电流沿图中虚线所示的路径流过 KM1 线圈, 使正转接触器 KM1 不能可靠释放, 起不到过载保护作用。

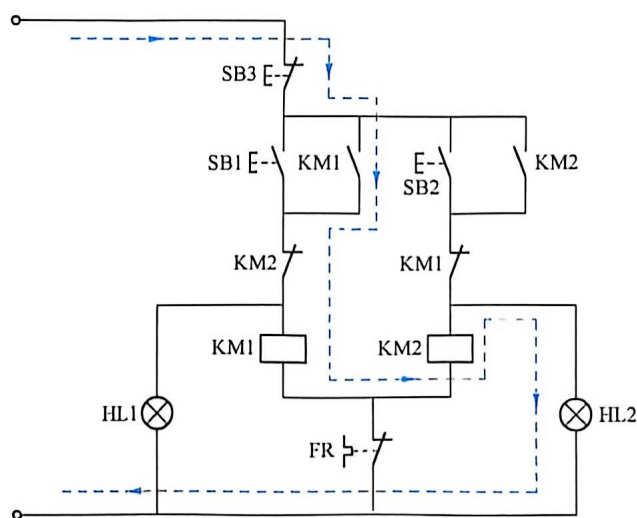


图 7-7 寄生回路

(9) 保证控制电路工作可靠和安全

保证控制电路工作可靠, 最主要的是选用可靠的元器件。如选用电器时, 尽量选用机械

和电气寿命长、结构合理、动作可靠、抗干扰性能好的电器。在电路中采用小容量继电器的触点断开和接通大容量接触器的线圈时,要计算继电器触点断开和接通容量是否足够。若不够,必须加大继电器容量或增加中间继电器,否则工作不可靠。

(10) 电路应具有必要的保护环节

控制电路应保证即使在误操作情况下也不致造成事故。一般应根据电路的需要选用过载、短路、过电流、过电压、失电压、失磁等保护环节,必要时还应考虑设置合闸、断开、事故、安全等指示信号。

5. 常用元器件的选择

(1) 元器件的选择

元器件的选择对控制电路的设计是很重要的,元器件的选择应遵循以下原则:

1) 根据对控制元器件功能的要求,确定元器件的类型。
2) 确定元器件承受能力的临界值及使用寿命。主要是根据控制的电压、电流及功率的大小来确定元器件的规格。

3) 确定元器件的工作环境及供应情况。

4) 确定元器件在使用时的可靠性,并进行一些必要的计算。

(2) 常用电气控制电路元器件的选择 (表 7-1)

表 7-1 常用电气控制电路元器件的选择

电 器 名 称	选择一般要求
刀开关	1) 刀开关(开启式负荷开关)的额定电压不小于电路工作电压 2) 用于照明、电热负载的控制时,开关额定电流不小于全部负载额定电流之和 3) 用于控制电动机时,开关额定电流不小于电动机额定电流的 3 倍
组合开关	1) 组合开关的额定电压不小于电路工作电压 2) 用于照明、电热负载的控制时,开关额定电流不小于全部负载额定电流之和 3) 用于控制电动机时,开关额定电流不小于电动机额定电流的 1.5~2.5 倍
断路器	1) 断路器的工作电压不小于电路或电动机的额定电压,额定电流不小于电路的实际工作电流 2) 热脱扣器的整定电流等于所控制的电动机或其他负载的额定电流 3) 电磁脱扣器的瞬时动作整定电流大于负载电路正常工作时可能出现的峰值电流 4) 断路器欠电压脱扣器的额定电压等于电路额定电压
熔断器	1) 熔断器的额定电压不小于电路的额定电压 2) 额定电流不小于所装熔体的额定电流 3) 分断能力应大于电路中最大短路电流 4) 熔体额定电流选择 ① 用于照明、电热负载的控制时,熔体额定电流不小于全部负载额定电流之和 ② 用于单台电动机的短路保护,熔体额定电流不小于电动机额定电流的 1.5~2.5 倍 ③ 用于多台电动机的总短路保护,熔体额定电流不小于 1.5~2.5 倍最大功率电动机额定电流加上其余电动机额定电流之和
接触器	1) 交(直)流负载选交(直)流接触器。如控制系统中主要是交流电动机,而直流电动机或直流负载的容量比较小时,也可以全选用交流接触器进行控制,但是触点的额定电流应适当大一些 2) 接触器主触点的额定电压不小于负载的额定电压 3) 控制电阻性负载时,主触点的额定电流等于负载的工作电流;控制电动机时,主触点的额定电流不小于电动机的额定电流 4) 接触器吸引线圈电压等于控制电路电压 5) 接触器触点的数量、种类应满足控制电路的要求 6) 接触器使用在频繁起动、制动和频繁可逆的场合时,一般可选用大一个等级的交流接触器

电气控制技术项目化教程 第2版

本书以典型工作任务为导向，将理论与实践融为一体，主要介绍了常用低压电器的型号、规格、结构、工作原理以及在控制电路中的作用，各种低压电气控制电路和典型机床电气控制电路的安装、调试以及故障排除的方法，PLC控制系统设计与调试。全书内容由浅入深，循序渐进。为帮助读者理解，本书每个任务结束后均设置了适量的习题。

本书适合高职、中职和技工院校电气自动化技术、机电一体化技术、智能控制技术、工业机器人技术等相关专业教学使用，也可供有关工程技术人员参考。

下载地址

需要配套资源的教师可登录机械工业出版社教育服务网
www.cmpedu.com免费注册后下载，或联系编辑索取
微信：13261377872 / 电话：010-88379739

策划编辑 ● 曹帅鹏

封面设计 ● MX DESIGN STUDIO
01766026429



机工教育
微信服务号



身边的职教
微信服务号



ISBN 978-7-111-77463-1



9 787111 774631 >

定价：49.00元