

课题 一

三相笼形异步电动机正转控制 线路的安装与检修

任务 1 手动控制三相异步电动机正转控制 电路的安装与检修

学习目标

知识目标：

1. 掌握低压开关、低压断路器和熔断器等低压电器的结构、用途及工作原理和选用原则。
2. 正确理解三相异步电动机手动正转控制电路的工作原理。
3. 能正确识读手动正转控制电路的原理图、接线图和布置图。

能力目标：

1. 会按照工艺要求正确安装三相异步电动机手动正转控制电路。
2. 初步掌握三相异步电动机手动正转控制电路中运用的低压电器选用方法与简单检修。
3. 能根据故障现象,检修三相异步电动机点动正转控制电路。

素质目标：

养成独立思考和动手操作的习惯,培养小组协调能力和互相学习的精神。

工作任务

在生产实践中,由于生产机械的工作性质不同,对三相异步电动机正转的控制要求不同,所需要的低压电器类型和数量不同,因而构成的控制线路也就不同。如图 1-1-1 所示为在工厂中常被用来控制三相电风扇和砂轮机等设备的最简单的三相异步电动机手动正转控制图。

本次工作任务就是通过学习掌握低压开关、低压断路器和熔断器等低压电器的结构、用途及工作原理和选用原则,同时掌握三相异步电动机手动正转控制线路的安装与检修。

任务分析

本任务的控制线路是学习三相异步电动机基本控制线路中最基础和最简单的线路,主要包括开启式负荷开关、封闭式负荷开关、组合开关和低压断路器控制电动机启动和停止正

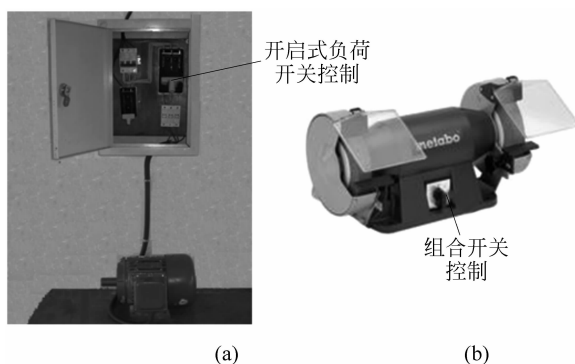


图 1-1-1 三相异步电动机的手动正转控制

(a) 开启式负荷开关控制; (b) 组合开关控制

转控制线路,后续的控制线路是在它的基础上进行扩展和延伸,因此要学会和掌握该线路的相关理论知识和操作技能,为后续较复杂的控制线路的学习做好准备。在学习该任务时,首先要懂得绘制、识读电路图、布置图和接线图的原则,然后再通过认识控制线路中的开启式负荷开关、封闭式负荷开关、组合开关和低压断路器的结构、原理及选用原则,掌握手动控制线路的工作原理,最后通过对控制线路的安装、调试和检修,掌握相关的操作技能和技巧。

相关理论

一、常用的低压电器

根据工作电压的高低,电器可分为高压电器和低压电器。通常把工作在交流额定电压 1200V 及以下、直流 1500V 及以下的电器称为低压电器。低压电器作为一种基本器件,广泛应用于输配电系统和电力拖动系统中,在实际生产中起着非常重要的作用。

1. 低压电器的分类

低压电器的种类繁多,分类方法也很多,常见的分类方法见表 1-1-1。

表 1-1-1 低压电器常见的分类方法

分 类 方 法	类 别	说明及用途
按用途和控制对象分	低压配电电器	包括低压开关、低压熔断器等,主要用于低压配电系统及动力设备中
	低压控制电器	包括接触器、继电器、电磁铁等,主要用于电力拖动及自动控制系统中
按动作方式分	自动切换电器	依靠电器本身参数的变化或外来信号的作用,自动完成接通或分断等动作的电器,如接触器、继电器等
	非自动切换电器	主要依靠外力(如手控)直接操作来进行切换的电器,如按钮、低压开关等
按执行机构分	有触点电器	具有可分离的动触点和静触点,主要利用触点的接触和分离来实现电路的接通和断开控制,如接触器、继电器等
	无触点电器	没有可分离的触点,主要利用半导体元器件的开关效应来实现电路的通断控制,如接近开关、固态继电器等

2. 低压电器的常用术语

低压电器的常用术语见表 1-1-2。

表 1-1-2 低压电器的常用术语

常用术语	常用术语的含义
通断时间	从电流开始在开关电器的一个极流过的瞬间起,到所有极的电弧最终熄灭的瞬间为止的时间间隔
燃弧时间	电器分断过程中,从触头断开(或熔体熔断)出现电弧的瞬间开始,至电弧完全熄灭为止的时间间隔
分断能力	开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下分断的预期分断电流值
接通能力	开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下接通的预期接通电流值
通断能力	开关电器在规定的条件下,能在给定的电压下接通和分断的预期电流值
短路接通能力	在规定的条件下,包括开关电器的出线端短路在内的接通能力
短路分断能力	在规定的条件下,包括开关电器的出线端短路在内的分断能力
操作频率	开关电器在每小时内可能实现的最高循环操作次数
通电持续率	开关电器的有载时间和工作周期之比,常以百分数表示
电寿命	在规定的正常工作条件下,机械开关电器不需要修理或更换的负载操作循环次数

在此仅就与本任务有关的低压开关和熔断器进行介绍。

二、低压开关

低压开关主要作隔离、转换及接通和分断电路用,多数用作机床电路的电源开关和局部照明电路的开关,有时也可用来直接控制小容量电动机的启动、停止和正反转。低压开关一般为非自动切换电器,常用的有开启式负荷开关、封闭式负荷开关、组合开关和低压断路器。

1. 开启式负荷开关

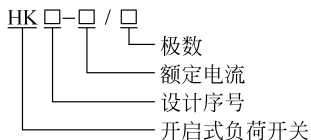
开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关,简称闸刀开关。生产中常用的是 HK 系列开启式负荷开关,适用于交流频率 50Hz、额定电压单相 220V 或三相 380V、额定电流 10~100A 的照明、电热设备及小容量电动机控制电路中,供手动和不频繁接通和分断电路,并起短路保护。

1) 结构及符号

HK 系列负荷开关由刀开关和熔断器组合而成,其结构和电路符号如图 1-1-2 所示。

2) 型号及含义

开启式负荷开关的型号及含义如下:



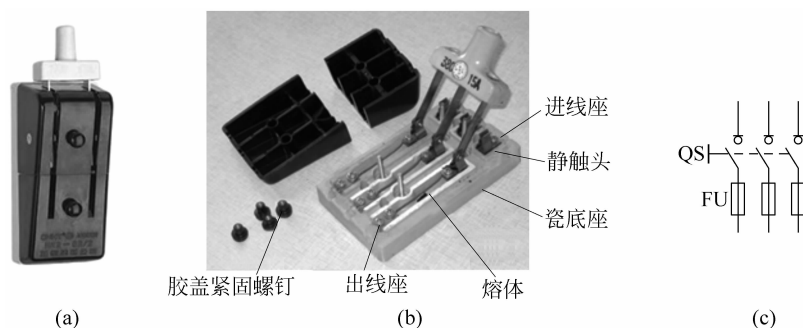


图 1-1-2 HK 系列负荷开关

(a) 外形；(b) 结构；(c) 文字及图形符号

HK 系列负荷开关的主要技术参数见表 1-1-3。

表 1-1-3 HK 系列负荷开关的主要技术参数

型号	极数	额定电流 /A	额定电压 /V	可控制电动机最大容量/kW		配用熔丝规格			
				220V	380V	熔丝成分 (质量分数)/%			熔丝线径 /mm
						铅	锡	锑	
HK1-15	2	15	220			98	1	1	1.45~1.59
HK1-30	2	30	220						2.30~2.52
HK1-60	2	60	220						3.36~4.00
HK1-15	3	15	380	1.5	2.2				1.45~1.59
HK1-30	3	30	380	3.0	4.0				2.30~2.52
HK1-60	3	60	380	4.5	5.5				3.36~4.00

3) 选用原则

(1) 用于照明和电热负载时,选用额定电压 220V 或 250V,额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关。

(2) 用于控制电动机的直接启动和停止时,选用额定电压 380V 或 500V,额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

提示: HK 开启式负荷开关用于一般的照明电路和功率小于 5.5kW 的电动机控制线路中。但这种开关没有专门的灭弧装置,其刀式动触头和静夹座易被电弧灼伤引起接触不良,因此不宜用于操作频繁的电路。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关是在开启式负荷开关基础上改进设计的一种开关,如图 1-1-3 所示。其灭弧性能、操作性能、通断能力、安全防护性能等都优于闸刀开关。因外壳为铸铁或用薄钢板冲压而成,故又称为铁壳开关。



图 1-1-3 HH3 系列封闭式负荷开关

1) 结构及符号

铁壳开关主要由触头系统(包括动触刀和静夹座)、操作机构(包括手柄、转轴、速断弹簧)、熔断器、灭弧装置和外壳构成,其结构和电路符号如图 1-1-4 所示。

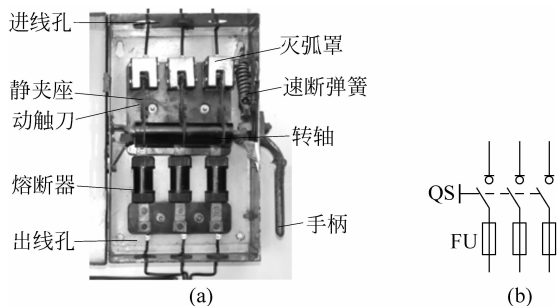


图 1-1-4 封闭式负荷开关的结构及符号

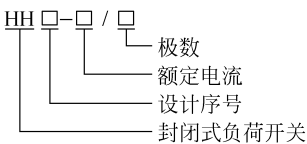
(a) 结构; (b) 文字及图形符号

HH 系列铁壳开关的触头和灭弧有两种形式:一种是双断点楔形转动式触头,其动触刀为 U 形双刀片固定在方形绝缘转轴上,静夹座固定在瓷质 E 形灭弧室上,两断口间还隔有瓷板;另一种是单断点楔形触头,其结构与一般闸刀开关相仿,灭弧室是由钢纸板夹上去离子栅片构成的。

铁壳开关的操作机构具有以下两个特点:一是采用储能分合闸方式,这种储能操作机构是一根一端装在外壳上,另一端扣在操作手柄转轴上的弹簧。当转动操作手柄使开关合闸或分闸时,在开始阶段,闸刀不移动,只使弹簧被拉伸,从而储存一定的能量,一旦转轴转过了一定角度,弹簧力就使动触刀迅速地插入或离开静夹座,其分合速度与手柄操作速度无关。这样一来,大大地提高了开关的合闸和分闸速度,缩短了开关的通断时间,因而也提高了开关的通断能力并降低了触头系统的电气磨损,延长了开关的使用寿命。二是设有联锁装置,保证开关在合闸状态开关盖不能开启,而当开关盖开启时又不能合闸。联锁装置的采用,既有助于充分发挥外壳的防护作用,又可保证更换熔丝等操作的安全。

2) 型号及含义

封闭式负荷开关的型号及含义如下:



3) 选用原则

- (1) 封闭式负荷开关的额定电压应不小于工作电路的额定电压。
- (2) 封闭式负荷开关的额定电流应等于或稍大于电路的工作电流。

(3) 用于控制电动机工作时,考虑到电动机的启动电流较大,应使开关的额定电流不小于电动机额定电流的 3 倍,也可根据表 1-1-4 选择。

表 1-1-4 HH4 封闭式负荷开关技术数据

型 号	额定电 流/A	开关极限通断能力 (在 110%额定电压时)			熔断器极限通断能力			控制电 动机最 大功率 /kW	熔体额 定电流 /A	熔体 (紫铜丝) 直径 /mm
		通断电 流/A	功率 因数	通断次 数/次	分断电 流/A	功率 因数	分断次 数/次			
HH4-15/3Z	15	60	0.5	10	750	0.8	2	3.0	6 10 15	0.26 0.35 0.46
HH4-30/3Z	30	120			1000	0.7		7.5	20 25 30	0.65 0.71 0.81
HH4-60/3Z	60	240	0.4		3000	0.6		13	40 50 60	0.92 1.07 1.20

如本任务需控制的电动机(Y112M-4, 4kW, 380V, Δ接法),根据表 1-1-4 查得,满足额定电流(8.8A)3 倍,可控制电动机最大容量大于 4.4kW 的,需用型号为 HH4-30/3Z 封闭式负荷开关,熔体额定电流 25A,熔体(紫铜丝)直径 0.71mm,满足任务需要。

提示：目前,由于封闭式负荷开关的体积大,操作费力,其使用有逐步减少的趋势,取而代之的是大量使用的低压断路器。

3. 组合开关

组合开关又称转换开关,它的操作手柄是在平行于其安装面的平面内顺时针或逆时针转动。它具有多触头、多位置、体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等特点。适用于交流频率 50Hz、额定电压 380V 以下,或直流 220V 及以下的电气线路中,用于手动不频繁地接通和分断电路、换接电源和负载,或控制 5kW 以下小容量电动机的直接启动、停止和正反转。组合开关的种类很多,常用的有 HZ5、HZ10、HZ15 等系列。

1) 结构及符号

组合开关按操作机构可分为无限位型和有限位型两种,其结构略有不同。如图 1-1-5 所示为 HZ10-10/3 型组合开关的结构及符号。

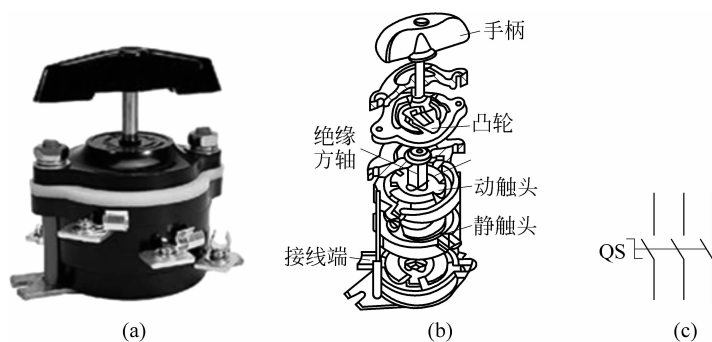
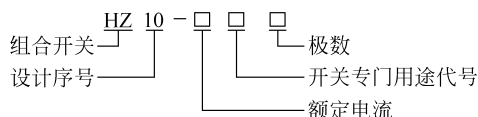


图 1-1-5 HZ10-10/3 型组合开关

(a) 外形；(b) 结构；(c) 文字及图形符号

2) 型号及含义

组合开关的型号及含义如下：



3) 选用原则

(1) 组合开关应根据电源种类、电压等级、所需触头数、接线方式和负载容量进行选用。

(2) 用于控制小型异步电动机的运转时,开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

组合开关可分为单极、双极和多极三类,主要参数有额定电压、额定电流、极数等,额定电流有 10A、20A、40A、60A 等几个等级。HZ10 系列组合开关主要技术数据见表 1-1-5。

表 1-1-5 HZ10 系列组合开关主要技术数据

型 号	额定电压/V	额定电流/A		380V 时可控制电动机的功率/kW
		单极	三极	
HZ10-10	直流 220V 或交流 380V	6	10	1
HZ10-25			25	3.3
HZ10-60			60	5.5
HZ10-100			100	

如本任务需控制的电动机(Y112M-4,4kW,380V,8.8A,△接法),根据表 1-1-5 查得,满足额定 380V,可控制电动机最大容量大于 4kW 的,需用型号为 HZ10-60 的组合开关满足任务需要。

4. 低压断路器

低压断路器又叫自动空气开关或自动空气断路器,简称断路器。它集控制和多种保护功能于一体,在线路工作正常时,它作为电源开关不频繁地接通和分断电路;当电路中发生短路、过载和失压等故障时,它能自动跳闸切断故障电路,保护线路和电气设备。

低压断路器具有操作安全、安装使用方便、工作可靠、动作值可调、分断能力较高、兼作多种保护、动作后不需要更换元件等优点,因此得到广泛应用。如图 1-1-6 所示是几种常见的低压断路器。

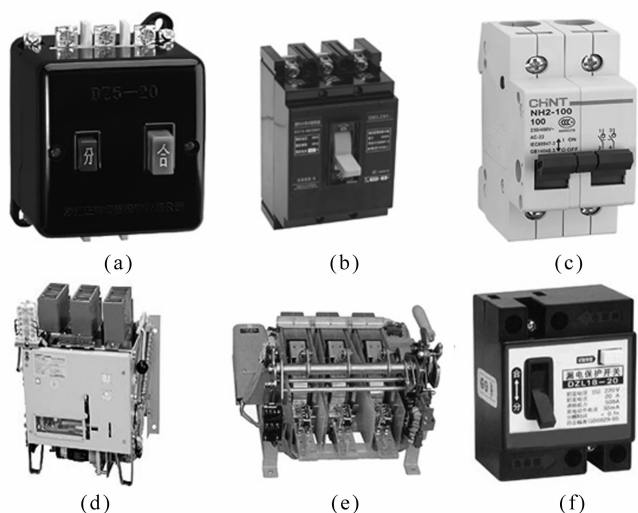


图 1-1-6 常见的低压断路器

(a) DZ5 系列塑壳式; (b) DZ15 系列塑壳式; (c) NH2-100 隔离开关; (d) DW15 系列万能式;
(e) DW16 系列万能式; (f) DZL18-20 漏电断路器

1) 结构及符号

低压断路器主要由触头系统、灭弧装置、操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器及绝缘外壳等部分组成。如图 1-1-7 所示为 DZ5 系列低压断路器的结构和符号。

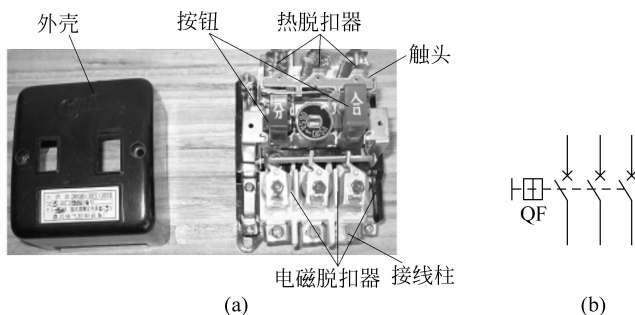


图 1-1-7 DZ5 系列低压断路器的结构和符号

(a) 结构; (b) 文字及图形符号

2) 低压断路器的工作原理

在电力拖动系统中常用的是 DZ 系列塑壳式低压断路器,下面以 DZ5-20 型低压断路器为例介绍低压断路器的工作原理。如图 1-1-8 所示为低压断路器工作原理示意图。

按下绿色“合”按钮时,外力使锁扣克服反作用弹簧的力,将固定在锁扣上面的静触头与动触头闭合,并由锁扣锁住搭扣使静触头与动触头保持闭合,开关处于接通状态。

当线路发生过载时,过载电流流过热元件,电流的热效应使双金属片受热向上弯曲,通

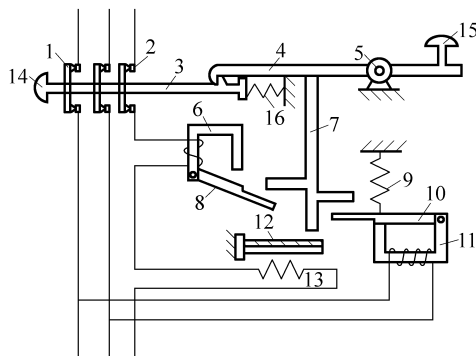


图 1-1-8 低压断路器工作原理示意图

- 1—动触头；2—静触头；3—锁扣；4—搭钩；5—转轴座；6—电磁脱扣器；7—杠杆；
8—电磁脱扣器衔铁；9—拉力弹簧；10—欠压脱扣器衔铁；11—欠压脱扣器；
12—双金属片；13—热元件；14—接通按钮；15—停止按钮；16—压力弹簧

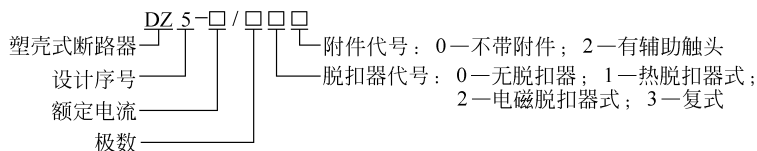
过杠杆推动搭扣与锁扣脱扣，在弹簧力的作用下，动、静触头分断，切断电路，完成过流保护。

当电路发生短路故障时，短路电流使电磁脱扣器产生很大的磁力吸引衔铁，衔铁撞击杠杆推动搭扣与锁扣脱扣，切断电路，完成短路保护。一般电磁脱扣的整定电流，低压断路器出厂时定为 $10I_N$ (I_N 为断路器的额定电流)。

当电路欠压时，欠压脱扣器上产生的电磁力小于拉力弹簧上的力，在弹簧力的作用下，衔铁松脱，衔铁撞击杠杆推动搭扣与锁扣脱扣，切断电路，完成欠压保护。

3) 型号及含义

低压断路器的型号及含义如下：



提示：DZ5 系列低压断路器适用于交流 50Hz、额定电压 380V、额定电流 0.15~50A 的电路中，保护电动机用断路器用于电动机的短路和过载保护；配电用断路器在配电网络中用来分配电能和作为线路及电源设备的短路和过载保护之用；也可分别作为电动机不频繁启动及线路的不频繁转换之用。

4) 选用原则

(1) 低压断路器的额定电压和额定电流应不小于线路、设备的正常工作电压和工作电流。

(2) 热脱扣器的整定电流应等于所控制负载的额定电流。

(3) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载电路正常工作时的峰值电流。用于控制电动机的断路器，其瞬时脱扣整定电流可按下式选取：

$$I_z \geq KI_{st}$$

式中, K 为安全系数, 可取 $1.5 \sim 1.7$; I_{st} 为电动机的启动电流。

- (4) 欠压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压。
 - (5) 断路器的极限通断能力应不小于电路的最大短路电流。
- DZ5-20 型低压断路器的技术数据见表 1-1-6。

表 1-1-6 DZ5-20 型低压断路器的主要技术数据

型 号	额定电压 /V	主触头额定 电流/A	极数	热脱扣 器形式	热脱扣器额定电流 (括号内为整定电流 调节范围)/A	电磁脱扣器瞬时 动作整定值/A
DZ5-20/330	AC380 DC220	20	3	复式	0.15(0.10~0.15)	为电磁脱扣器额 定电流的 8~12 倍(出厂时整定 于 10 倍)
DZ5-20/230			2		0.20(0.15~0.20)	
				0.30(0.20~0.30)		
				0.45(0.30~0.45)		
				0.65(0.45~0.65)		
DZ5-20/320	AC380 DC220	20	3	电磁式	1(0.65~1)	
DZ5-20/220			2		1.5(1~1.5)	
					2(1.5~2)	
					3(2~3)	
DZ5-20/310	AC380 DC220	20	3	热脱扣器式	4.5(3~4.5)	
DZ5-20/210			2		6.5(4.5~6.5)	
					10(6.5~10)	
					15(10~15)	
					20(15~20)	
DZ5-20/300	AC380 DC220	20	3	无脱扣器式		
DZ5-20/200			2			

【例 1-1-1】 用电压断路器控制一台型号为 Y132S-4 的三相异步电动机, 电动机的额定功率为 5.5kW, 额定电压为 380V, 额定电流为 11.6A, 启动电流为额定电流的 7 倍, 试选用断路器的型号和规格。

解 (1) 确定断路器的种类: 根据电动机的额定电流、额定电压及对保护的要求, 初步确定选用 DZ5-20 型低压断路器。

(2) 确定热脱扣器额定电流: 根据电动机的额定电流查表 1-1-6, 选择热脱扣器的额定电流为 15A, 相应的电流整定范围为 10~15A。

(3) 校验电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流: 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流为 $I_Z = 10 \times 15 = 150(A)$, 而 $KI_{st} = 1.7 \times 7 \times 11.6 = 138(A)$, 满足 $I_Z \geq KI_{st}$, 符合要求。

(4) 确定低压断路器的型号规格: 根据以上分析计算, 应选用 DZ5-20/330 型低压断路器。

三、低压熔断器

低压熔断器是低压配电系统和电力拖动系统中的保护电器。如图 1-1-9 所示为几种常用的低压熔断器外形。在使用时, 熔断器串接在所保护的电路中, 当该电路发生过载或短路故障时, 通过熔断器的电流达到或超过了某一规定值, 以其自身产生的热量使熔体熔断而自动切断电路, 起到保护作用。电气设备的电流保护有过载延时保护和短路瞬时保护两种主要形式。

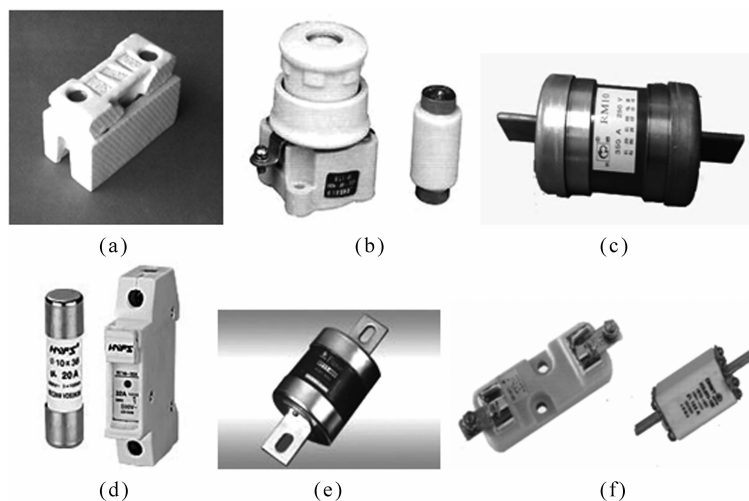


图 1-1-9 几种常用的低压熔断器

(a) 瓷插式; (b) RL1、RLS 系列螺旋式; (c) RM10 系列无填料封闭管式; (d) RT18 系列圆筒帽形;
(e) RT15 系列螺栓连接; (f) RT0 系列有填料封闭管式

1. 结构及符号

熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座三部分组成。熔体是熔断器的核心,常做成丝状、片状或栅状,制作熔体的材料一般有铅锡合金、锌、铜、银等,根据受保护的要求而定。熔管是熔体的保护外壳,用耐热绝缘材料制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。熔座是熔断器的底座,作用是固定熔管和外接引线。如图 1-1-10 所示为 RL6 系列螺旋式低压断路器的外形图和符号。

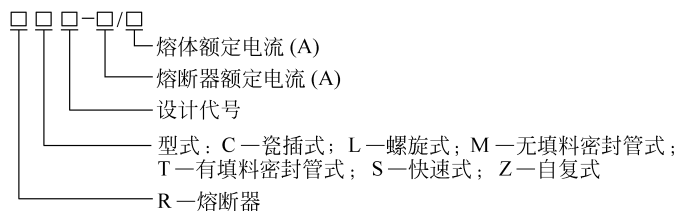


图 1-1-10 低压熔断器的结构及符号

(a) RL6 系列螺旋式熔断器; (b) 符号

2. 型号及含义

熔断器型号及含义如下:



如型号 RC1A-15/10 中,R 表示熔断器,C 表示瓷插式,设计代号为 1A,熔断器的额定电流为 15A,熔体的额定电流为 10A。

3. 熔断器的主要技术参数

(1) 额定电压 是指熔断器长期工作所能承受的电压。如果熔断器的实际工作电压大于其额定电压,熔体熔断时可能会发生电弧不能熄灭的危险。

(2) 额定电流 是指保证熔断器能长期正常工作的电流,它是由熔断器各部分长期工作时的允许温升决定的。

(3) 分断能力 在规定的使用 and 性能条件下,在规定电压下熔断器能分断的预期分断电流值。常用极限分断电流值来表示。

(4) 时间-电流特性 也称为安-秒特性或保护特性,是指在规定的条件下,表征流过熔体的电流与熔体熔断时间的关系曲线。一般熔断器的熔断电流与熔断时间的关系见表 1-1-7。

表 1-1-7 熔断器熔断电流与熔断时间的关系

熔断电流 I_s/A	$1.25I_N$	$1.6I_N$	$2.0I_N$	$2.5I_N$	$3.0I_N$	$4.0I_N$	$8.0I_N$	$10.0I_N$
熔断时间 t/s	∞	3600	40	8	4.5	2.5	1	0.4

提示：由表 1-1-7 可以看出,熔断器的熔断时间随电流的增大而减小。熔断器对过载反应是很不灵敏的,当电气设备发生轻度过载时,熔断器将持续很长时间才熔断,有时甚至不熔断。因此,除在照明和电加热电路外,熔断器一般不宜用作过载保护,主要用作短路保护。

常见低压熔断器的主要技术参数见表 1-1-8。

表 1-1-8 常见低压熔断器的主要技术参数

类 别	型 号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流等级/A	极限分断能力/kA	功率因数
瓷插式熔断器	RC1A	380	5	2、5	0.25	0.8
			10	2、4、6、10	0.5	
			15	6、10、15		
			30	20、25、30	1.5	0.7
			60	40、50、60	3	0.6
			100	80、100		
			200	120、150、200		
螺旋式熔断器	RL1	500	15	2、4、6、10、15	2	
			60	20、25、30、35、40、50、60	3.5	
			100	60、80、100	20	
			200	100、125、150、300	50	

续表

类 别	型 号	额定电压/V	额定电流/A	熔体额定电流等级/A	极限分断能力/kA	功率因数
螺旋式熔断器	RL2	500	25	2、4、6、10、15、20、25	1	≥ 0.3
			60	25、35、50、60	2	
			100	80、100	3.5	
无填料封闭管式熔断器	RM10	380	15	6、10、15	1.2	0.8
			60	15、20、25、35、45、60	3.5	0.7
			100	60、80、100	10	0.35
			200	100、125、160、200		
			350	200、225、260、300、350		
			600	350、430、500、600	12	0.35
有填料封闭管式熔断器	RT0	交流 380 直流 440	100	30、40、60、100	交流 50 直流 25	> 0.3
			200	120、150、200、250		
			400	300、350、400、450		
			600	500、550、600		
有填料管式圆筒帽形熔断器	RT18	380	32	2、4、6、10、12、16、20、25、32	100	0.1~0.2
			63	2、4、6、10、12、16、20、25、32、40、50、63		
快速熔断器	RLS2	500	30	16、20、25、30	50	0.1~0.2
			63	35、(45)、50、63		
			100	(75)、80、(90)、100		

4. 选用原则

熔断器有不同的类型和规格。对熔断器的要求是：在电气设备正常运行时，熔体应不熔断；在出现短路故障时，应立即熔断；在电流发生正常变动（如电动机启动过程）时，熔体应不熔断；在用电设备持续过载时，应延时熔断。因此，对熔断器的选用主要包括熔断器类型、熔断器额定电压、熔断器额定电流和熔体的额定电流的选用。

1) 熔断器类型的选用

根据使用环境、负载性质和短路电流的大小选用适当类型的熔断器。例如，对于容量较小的照明电路，可选用 RT 系列圆筒帽形熔断器或 RC1A 系列瓷插式熔断器；对于短路电流相当大或有易燃气体的地方，应选用 RT 系列有填料封闭管式熔断器；在机床控制线路中，多选用 RL 系列螺旋式熔断器；用于半导体功率元件及晶闸管的保护时，应选用 RS 或 RLS 系列快速熔断器。

2) 熔断器额定电压和额定电流的选用

(1) 熔断器的额定电压必须等于或大于线路的额定电压。

(2) 熔断器的额定电流必须等于或大于所装熔体的额定电流。

(3) 熔断器的分断能力应大于电路中可能出现的最大短路电流。

3) 熔体额定电流的选用

(1) 对照明和电热等电流较平稳、无冲击电流的负载的短路保护,熔体的额定电流应等于或稍大于负载的额定电流,一般取 $I_{RN}=1.1I_N$ 。

(2) 对一台不经常启动且启动时间不长的电动机的短路保护,熔体的额定电流 I_{RN} 应大于或等于 1.5~2.5 倍电动机额定电流 I_N ,即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$$

(3) 对一台启动频繁且连续运行的电动机的短路保护,熔体的额定电流 I_{RN} 应大于或等于 2.5~3 倍电动机额定电流 I_N ,即

$$I_{RN} \geq (2.5 \sim 3) I_N$$

(4) 对多台电动机的短路保护,熔体的额定电流应大于或等于其中最大容量电动机的额定电流 I_{Nmax} 的 1.5~2.5 倍,加上其余电动机额定电流的总和 $\sum I_N$,即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{Nmax} + \sum I_N$$

【例题 1-1-2】 某机床电动机的型号为 Y112M-4,额定功率为 4kW,额定电压为 380V,额定电流为 8.8A,该电动机正常工作时不需要频繁启动。若用熔断器为该电动机提供电路保护,试确定熔断器的型号规格。

解 (1) 确定熔断器的类型:由于该电动机是在机床中使用,所以熔断器可选用 RL1 系列螺旋式熔断器。

(2) 选择熔体额定电流:由于所保护的电动机是连续运行,但不频繁启动,则熔体额定电流应取

$$I_{RN} = (1.5 \sim 2.5) I_N = (1.5 \sim 2.5) \times 8.8 \approx 13.2 \sim 22(\text{A})$$

查表 1-1-8 得熔体额定电流为: $I_{RN}=20\text{A}$ 或 15A ,但选取时通常留有一定余量,故一般取 $I_{RN}=20\text{A}$ 。

(3) 选择熔断器的额定电流和电压:查表 1-1-8,可选取 RL1-60/20 型熔断器,其额定电流为 60A,额定电压为 500V。

任务准备

实施本任务教学所使用的实训设备及工具材料可参考表 1-1-9。

表 1-1-9 实训设备及工具材料

序号	名 称	型 号 规 格	单位	数量	备注
1	电工常用工具		套	1	
2	万用表	MF47 型	块	1	
3	三相四线电源	~3×380/220V,20A	处	1	
4	三相异步电动机	Y112M-4,4kW,380V,Y 接法;或自定	台	1	

续表

序号	名 称	型 号 规 格	单位	数量	备注
5	配线板	500mm×600mm×20mm	块	1	
6	开启式负荷开关	HK1-30/3,380V,30A,熔体直连	只	1	
7	组合开关	HZ10-25/3	只	1	
8	封闭式负荷开关	HH4-30/3,380V,30A,配 20A 熔体	只	1	
9	低压断路器	DZ5-20/330,复式脱扣器,380V,20A,整定 10A	只	1	
10	瓷插式熔断器	RC1A-30/20,380V,30A,配 20A 熔体	只	1	
11	木螺丝	φ3mm×20mm,φ3mm×15mm	个	30	
12	平垫圈	φ4mm	个	30	
13	线号笔	自定	支	1	
14	主电路导线	BVR-1.5,1.5mm ² (7×0.52mm)(黑色)	m	若干	
15	控制电路导线	BV-1.0,1.0mm ² (7×0.43mm)	m	若干	
16	按钮线	BV-0.75,0.75mm ²	m	若干	
17	接地线	BVR-1.5,1.5mm ² (黄绿双色)	m	若干	
18	劳保用品	绝缘鞋、工作服等	套	1	
19	接线端子排	JX2-1015,500V,10A,15 节,或配套自定	条	1	

任务实施

一、低压熔断器的识别

(1) 在教师的指导下,仔细观察各种不同系列、规格的低压熔断器,并熟悉它们的外形、结构、型号规格及技术参数的意义。

(2) 教师事先用胶布将要识别的 5 只低压熔断器的型号规格盖住,由学生根据实物写出各低压断路器的系列名称、型号、文字符号,并画出图形符号,填入表 1-1-10 中。

表 1-1-10 低压熔断器的识别

序号	系列名称	型号规格	文字符号	图形符号	主要结构
1					
2					
3					
4					
5					

二、手动正转控制线路的安装与调试

1. 分析工作原理,绘制元件布置图

1) 工作原理

如图 1-1-11 所示的三相交流异步电动机手动控制正转电路是由三相电源 L1、L2、L3, 开启式负荷开关(或封闭式负荷开关、组合开关、低压断路器)、熔断器和三相交流异步电动机构成的。当开启式负荷开关(或封闭式负荷开关、组合开关、低压断路器)QS(或 QF)闭合,三相电源经开启式负荷开关(或封闭式负荷开关、组合开关、低压断路器)、熔断器流入电动机,电动机运转;断开 QS(或 QF),三相电源断开,电动机停转。

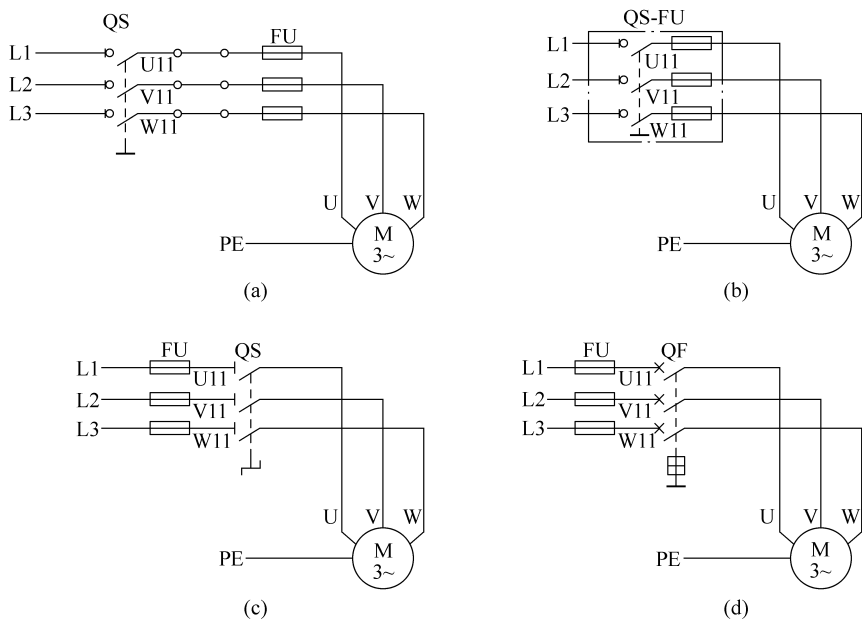


图 1-1-11 三相异步电动机手动正转控制线路

(a) 用开启式负荷开关控制; (b) 用封闭式负荷开关控制;
(c) 用组合开关控制; (d) 用低压断路器控制

2) 绘制元件布置图

元件布置图是根据电气元件在控制板上的实际安装位置,采用简化的外形符号(如正方形、矩形、圆形等)而绘制的一种简图。它不表达各电器的具体结构、作用、接线情况以及工作原理,主要用于电气元件的布置和安装。图中各电器的文字符号必须与电路图和接线图的标注相一致。如图 1-1-12 所示为 4 种三相交流异步电动机手动控制正转电路的元件布置图。

2. 绘制接线图

接线图是根据电气设备和电气元件的实际位置和安装情况绘制的,只用来表示电气设备和电气元件的位置、配线方式和接线方式,而不明显表示电气动作原理,主要用于安装接线、线路的检查维修和故障处理。绘制、识读接线图应遵循以下原则。

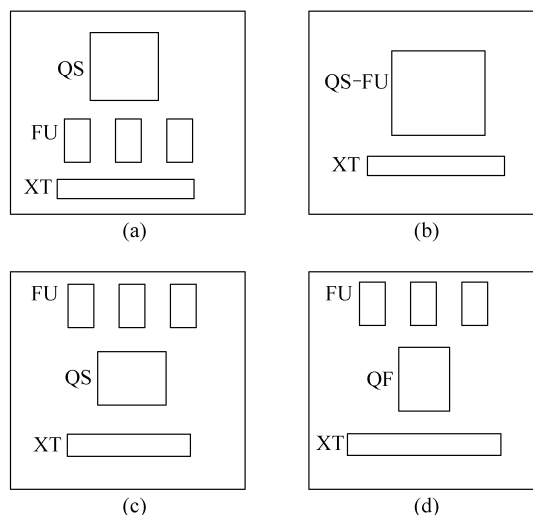


图 1-1-12 三相交流异步电动机手动控制正转电路的元件布置图

(a) 开启式负荷开关控制电路元件布置图；(b) 封闭式负荷开关控制电路元件布置图；

(c) 组合开关控制电路元件布置图；(d) 低压断路器控制电路元件布置图

(1) 接线图中一般标示出如下内容：电气设备和电气元件的相对位置、文字符号、端子号、导线号、导线类型、导线截面积、屏蔽和导线绞合等。

(2) 所有的电气设备和电气元件都按其所在的实际位置绘制在图纸上，且同一电器的各元件根据其实际结构，使用与电路图相同的图形符号画在一起，并用点画线框上，其文字符号以及接线端子的编号应与电路图中的标注一致，以便对照检查接线。

(3) 接线图中的导线有单根导线、导线组(或线扎)、电缆之分，可用连续线和中断线来表示。凡导线走向相同的可以合并，用线束来表示，到达接线端子板或电气元件的连接点时再分别画出。在用线束来表示导线组、电缆等时可用加粗的线条表示，在不引起误解的情况下也可采用部分加粗的方法。另外，导线及管子的型号、根数和规格应标注清楚。

根据绘制接线图的原则可绘制出 4 种三相交流异步电动机手动控制正转电路的接线图如图 1-1-13 所示。

3. 根据元件布置图和接线图进行控制线路的安装和调试

1) 开启式负荷开关控制电路的安装与调试

(1) 根据元件布置图和元件外形尺寸在控制板上画线，确定安装位置。

(2) 开启式负荷开关固定安装，如图 1-1-14 所示。

操作提示：开启式负荷开关必须垂直安装在控制屏或开关板上(见图 1-1-14)，且合闸状态时手柄应朝上。不允许横装，更不允许倒装，以防发生误合闸事故。

(3) 熔断器和接线端子排的固定安装。

根据元件布置图安装完毕元器件的配电盘如图 1-1-15 所示。

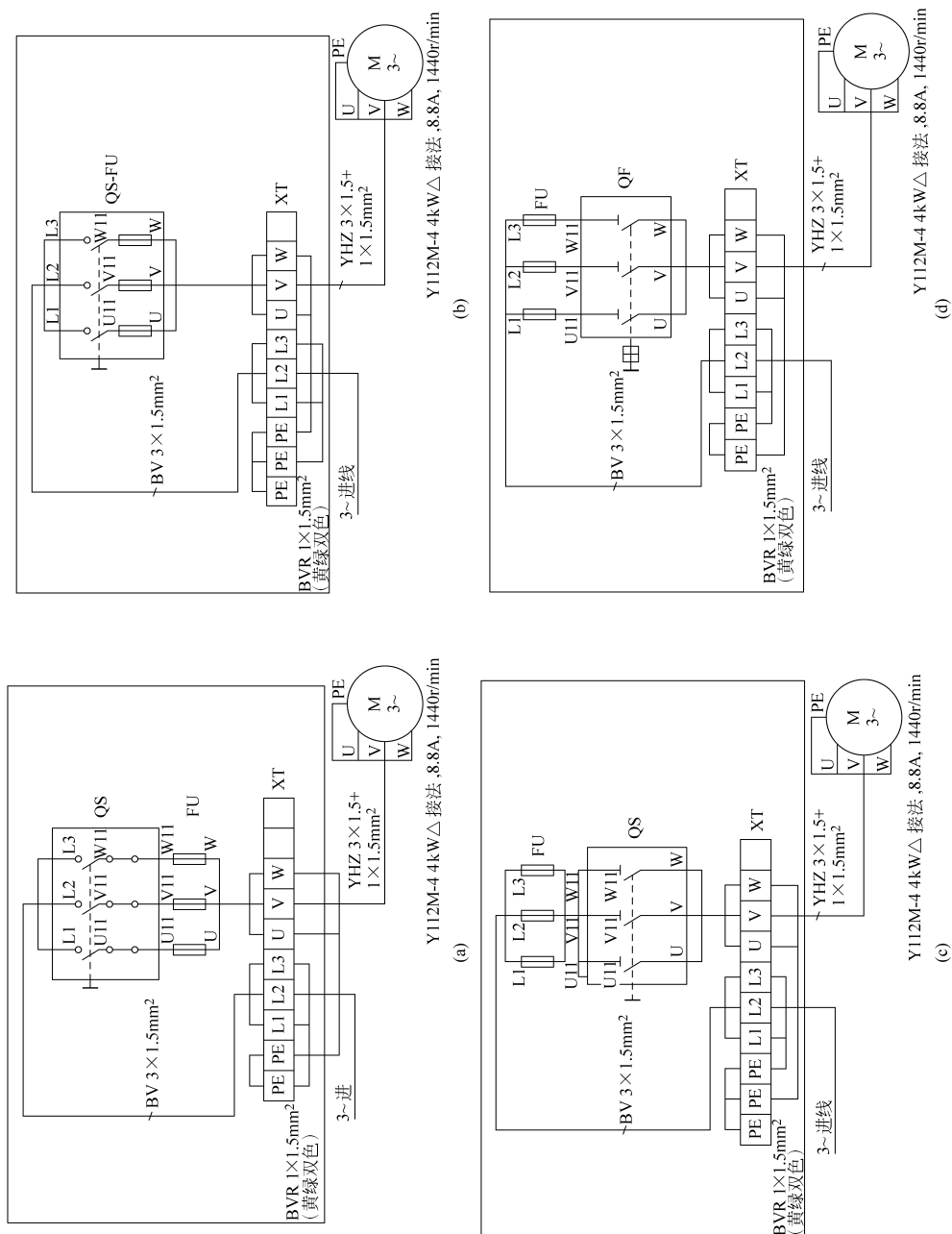


图 1-1-13 三相交流异步电动机手动控制正转电路的接线图

(a) 开启式负荷开关控制电路接线图；(b) 封闭式负荷开关控制电路接线图；(c) 组合开关控制电路接线图；(d) 低压断路器控制电路接线图

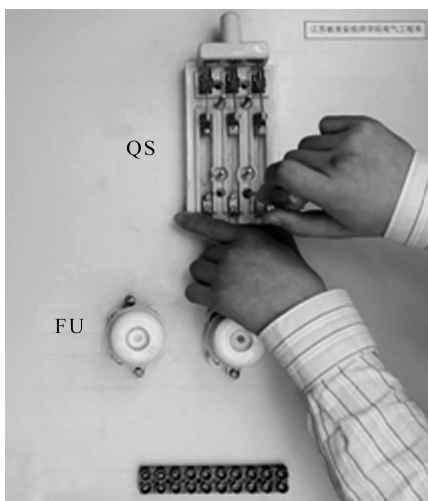
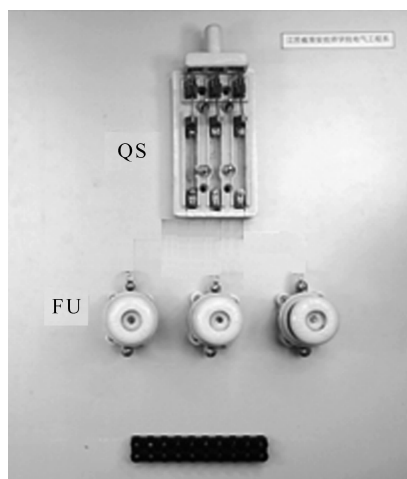


图 1-1-14 开启式负荷开关固定安装

图 1-1-15 开启式负荷开关控制电路
元件安装后的画面

操作提示：

(1) 用于安装使用的熔断器应完整无损,并标有额定电压、额定电流值。

(2) 熔断器安装时应保证熔体与夹头、夹头与夹座接触良好。瓷插式熔断器应垂直安装。螺旋式熔断器接线时,电源线应接在下接线座上,以保证能安全地更换熔管。

(3) 熔断器内要安装合格的熔体,不能用多根小规格的熔体并联代替一根大规格的熔体。多级保护时,上一级熔断器的额定电流等级以大于下一级熔断器的额定电流等级两级为宜。

(4) 更换熔体或熔管时,必须切断电源,尤其不允许带负荷操作,以免发生电弧灼伤。管式熔断器的熔体应用专用的绝缘插拔器进行更换。

(5) 熔断器兼作隔离器件使用时,应安装在控制开关的电源进线端;若仅作短路保护,应装在控制开关的出线端。

(4) 根据电气原理图和安装接线图进行板前配线。

板前明线布线的工艺要求如下。

① 布线通道要尽可能少,同路并行导线按主、控电路分类集中,单层密排,紧贴安装面布线。

② 同一平面的导线应高低一致或前后一致,不能交叉。非交叉不可时,该根导线应在接线端子引出时就水平架空跨越,但必须走线合理。

③ 布线应横平竖直,分布均匀。变换走向时应垂直转向。

④ 布线时严禁损伤线芯和导线绝缘。

⑤ 布线顺序一般以接触器为中心,按由里向外、由低至高,先控制电路、后主电路的顺序进行,以不妨碍后续布线为原则。

⑥ 在每根剥去绝缘层导线的两端套上编码套管。所有从一个接线端子(或接线桩)到另一个接线端子(或接线桩)的导线必须连续,中间无接头。

⑦ 导线与接线端子或接线桩连接时,不得压绝缘层、不反圈及不露铜过长。

⑧ 同一元件、同一回路的不同接点的导线间距离应保持一致。

⑨ 一个电气元件接线端子上的连接导线不得多于两根,每节接线端子板上的连接导线一般只允许连接一根。

按照板前布线的工艺要求,根据图 1-1-13(a)所示接线图在图 1-1-15 所示的配电盘上进行布线,同时将剥去绝缘层的两端线头上套上与电路图相一致编号的编码套管,如图 1-1-16 所示。

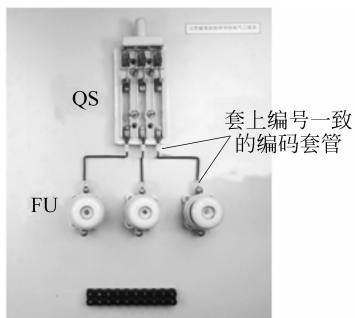


图 1-1-16 板前布线

操作提示:

(1) 在进行开启式负荷开关的接线时,应把电源进线接在静触头一边的进线座,负载接在动触头一边的出线座。

(2) 开启式负荷开关用作电动机的控制开关时,应将开关的熔体部分用铜导线直连,并在出线端另外加装熔断器作短路保护,如图 1-1-17 所示。

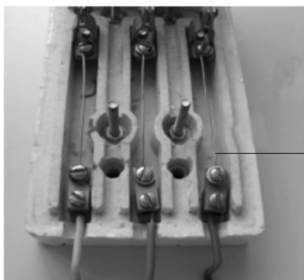


图 1-1-17 开启式负荷开关铜导线的直连

(5) 连接电动机和保护接地线。

首先连接电动机的电源线,然后连接电动机和所有电气元件金属外壳的保护接地线,如图 1-1-18 所示。

操作提示:

(1) 接至电动机的导线,必须穿在导线通道内加以保护,或采用坚韧的四芯橡皮线或塑料护套线进行临时通电校验。

(2) 接地线一般采用截面不小于 1.5mm^2 的铜芯线(BVR 黄绿双色)。

(6) 自检。当线路安装完毕,必须检查所安装的电路是否正确可靠,检查方法如下。

① 按电路图或接线图从电源端开始,逐段核对接线及接线端子处线号是否正确,有无漏接、错接之处。检查导线接点是否符合要求,压接是否牢固。同时注意接点接触应良好,