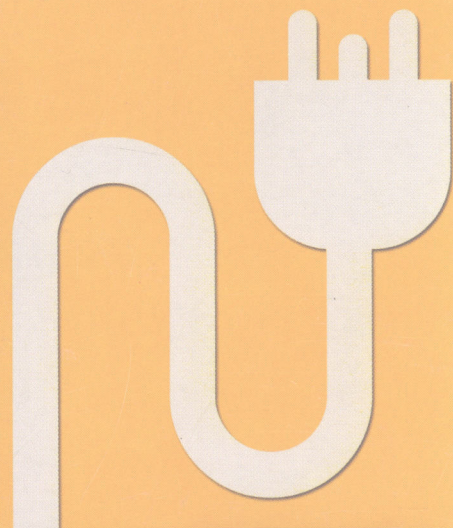


全国中等职业技术学校电工模块教材



电气控制线路安装与维修

Diangongmokuaijiaocai



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育培训规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

全国中等职业技术学校电工模块教材

电气控制线路安装与维修

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气控制线路安装与维修/王建主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006

全国中等职业技术学校电工模块教材

ISBN 7-5045-5533-9

I. 电… II. 王… III. ①电动机-控制电路-安装-专业学校-教材 ②电动机-控制电路-维修-专业学校-教材 IV. TM321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 040893 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 315 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校电工类专业的教学要求，劳动和社会保障部教材办公室组织全国有关学校的教师和行业专家编写了这套电工模块教材。

这次教材编写工作坚持了以下几个原则：

第一，根据电工类专业毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，对教材内容的深度、难度作了较大程度的调整，坚持以能力为本位教学理念，强调基本技能的培养。

第二，吸收和借鉴各地中等职业技术学校教学改革的成功经验，以模块化教学的方式实现理论知识与技能训练相结合，以任务驱动法的编写方式导入教学内容，使教材内容更加符合学生的认知规律，易于激发学生的学习兴趣。

第三，根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有较鲜明的时代特征。

第四，努力贯彻国家关于职业资格证书与学生证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识和技能要求。同时，在教材编写过程中，严格贯彻了国家有关技术标准的要求。

第五，教材编写模式上力求突出模块化特点，每个模块都有其明确的教学目的，并针对各自教学目的的要求展开相关知识的介绍及技能训练，且给出了每个模块的任务评分表，以供教学参考。同时，还针对每个模块设置了相应的巩固与提高练习，以便学生切实掌握相关知识与技能。

第六，在内容的承载方式上，力求图文并茂，尽可能使用图片或表格形式将

各个知识点生动地展示出来，从而提高了教材的可读性和亲和力。

本套教材主要包括《模拟电子电路》《脉冲与数字电路》《气液传动》《电动机》《变压器》《电气控制线路安装与维修》《变流技术及应用》《变频调速技术》《直流调速技术》《PLC 操作技能（松下系列）》《PLC 操作技能（西门子系列）》《电工基本技能训练》《钳工基本技能训练》《焊工基本技能训练》《工厂配电装置的安装与维修》《常用机床电气设备维修》《生产自动线结构与调试》《数控机床电气设备维修（2007 年出版）》《电工 EDA（2007 年出版）》等，可供中等职业技术学校电工类专业使用，也可作为职工培训教材。

本次教材的编写得到了天津、上海、江苏、广东、山东、河南、辽宁、湖南等省、市劳动和社会保障厅（局），以及天津工程师范学院、上海工程技术大学高等职业技术学院等学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《电气控制线路安装与维修》的主要内容有：三相交流电动机的典型控制线路及其安装与维修，直流电动机基本控制线路的安装与维修，电动机控制线路的设计和测绘等。

本书由王建、李伟、赵金周、张宏、王建国、徐洪亮、郭瑞红编写，王建主编；余波审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2006 年 2 月

目 录

第一单元 三相交流电动机典型控制线路的安装与维修	(1)
课题一 三相笼型异步电动机正转控制线路的安装与维修.....	(2)
课题二 三相交流电动机正反转控制线路的安装与维修.....	(32)
课题三 工作台自动往返控制线路的安装与维修.....	(44)
课题四 顺序控制与多地控制线路的安装与维修.....	(52)
课题五 三相笼型异步电动机降压启动控制线路的安装与维修.....	(61)
课题六 三相绕线转子异步电动机启动与调速控制线路的安装与维修.....	(88)
课题七 三相异步电动机制动控制线路的安装与维修.....	(105)
课题八 三相笼型多速异步电动机控制线路的安装与维修.....	(126)
单元思考题.....	(139)
 第二单元 直流电动机典型控制线路的安装与维修	 (146)
课题一 并励直流电动机基本控制线路的安装与维修.....	(146)
课题二 串励直流电动机基本控制线路的安装与维修.....	(161)
单元思考题.....	(172)
 第三单元 电动机控制线路的设计和测绘	 (174)
课题一 电气控制线路的设计.....	(174)
课题二 电气控制线路的测绘.....	(190)
单元思考题.....	(195)

三相交流电动机典型控制线路的安装与维修

三相交流电动机的典型控制线路及其安装、调试与维修	三相笼型异步电动机的直接启动控制线路及其安装与维修	刀开关正转控制线路	引入基本电路，介绍电路图的识读方法及常见开关的应用
		点动正转控制线路	介绍接线图的识读与绘制及硬线布线的基本工艺
		接触器自锁正转控制线路	介绍接触器自锁控制线路的原理及欠压和失压保护作用
		具有过载保护的接触器自锁正转控制线路	介绍热继电器的作用及控制线路的基本维修方法
	三相笼型异步电动机的正反转控制线路图及其安装与维修	倒顺开关正反转控制线路	介绍倒顺开关的原理以及在控制线路的使用
		双重联锁正反转控制线路	介绍按钮接触器双重联锁正反转控制线路的原理，进一步巩固安装技能与维修技能
	工作台自动往返控制线路的安装与维修	自动往返控制线路的安装	介绍位置开关的应用及槽板布线工艺
		自动往返控制线路的维修	介绍槽板布线控制线路的检修方法
	顺序控制与多地控制线路及其安装与维修	顺序控制线路	介绍顺序控制的实现方法及其安装、调试与维修
		多地控制线路	介绍多地控制的实现方法及其安装、调试与维修
	三相笼型异步电动机降压启动控制线路的安装与维修	定子绕组串电阻降压启动控制线路	介绍时间继电器的使用及串电阻降压启动控制线路的安装、调试与维修方法
		自耦变压器（补偿器）降压启动控制线路	介绍自耦变压器及其实现降压启动的原理及应用
		Y- Δ 降压启动控制线路	介绍Y- Δ 降压启动控制的原理及安装与检修方法
		延边 Δ 降压启动控制线路	介绍延边 Δ 接法的电动机的降压启动控制
	三相绕线转子异步电动机的启动与调速控制线路的安装与维修	三相绕线转子异步电动机的启动与调速控制线路	介绍三相绕线转子异步电动机的启动与调速原理及安装技能
		转子绕组串接频敏变阻器启动控制线路	介绍频敏变阻器及其转子绕组控制线路的安装与检修
		绕线转子异步电动机凸轮控制器控制线路	介绍凸轮控制器及其绕线转子异步电动机控制线路的安装与检修
	三相异步电动机的制动控制线路的安装与维修	电磁抱闸制动控制线路	介绍电磁抱闸及其制动控制线路的安装及应用
		反接制动控制线路	介绍利用速度继电器实现反接制动的原理及其安装
		能耗制动控制线路	介绍利用二极管实现能耗制动的应用
	三相笼型多速异步电动机的控制线路的安装与维修	双速异步电动机的控制电路	介绍利用改变磁极对数调速线路原理及其安装与维修
		三速异步电动机控制电路	介绍三速顺序启动控制电路的应用

在生产实践中,一些生产机械的控制线路比较复杂,但这些复杂线路总是由一些基本控制线路有机地组合而成。电动机常见的基本控制线路有以下几种:点动控制线路、正转控制线路、正反转控制线路、位置控制线路、多地控制线路、降压启动控制线路、调速控制线路和制动控制线路等。

课题一 三相笼型异步电动机正转控制线路的安装与维修

一般生产机械常常只需要单方向运转,也就是电动机的(正转)单向控制,三相笼型异步电动机正转控制线路是最简单的基本控制线路,在实际生产中应用最为广泛,三相笼型异步电动机正转控制线路包括:手动、点动、接触器自锁及接触器自锁具有过载保护的三正转控制线路,三相笼型异步电动机正转控制线路的原理及安装与维修技能是一名维修电工必须掌握的最为基础的知识和基本技能。

分课题一 手动正转控制线路的安装与维修

学习目标

1. 熟悉常见刀开关的使用。
2. 掌握电路图的识读方法。
3. 掌握三相交流电动机手动正转控制线路的安装方法。

相关知识

手动正转控制线路是通过低压开关来控制电动机的启动和停止的,工厂中常用来控制三相电风扇和砂轮机设备。常见的手动正转控制电路如图 1—1 所示。

1. 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,常用的有刀开关(最常用的刀开关是由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关,负荷开关又分为开启式和封闭式两种,见表 1—1),组合开关和低压断路器。

2. 熔断器

熔断器是低压配电网络和电力拖动系统中主要用作短路保护的电器,使用时串联在被保护的电路中。当电路发生短路故障,通过熔断器的电流达到或超过某一规定值时,以其自身产生的热量使熔体熔断,从而自动分断电路,起到保护作用。它具有结构简单、价格便宜、动作可靠、使用维护方便等优点,得到了广泛的应用。

熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座三部分组成。熔体的材料通常有两种,一种是由铅、铅锡合金或锌等低熔点材料制成,多用于小电流电路;另一种是由银、铜等较高熔点的金属制成,多用于大电流。它的符号如图 1—2 所示。

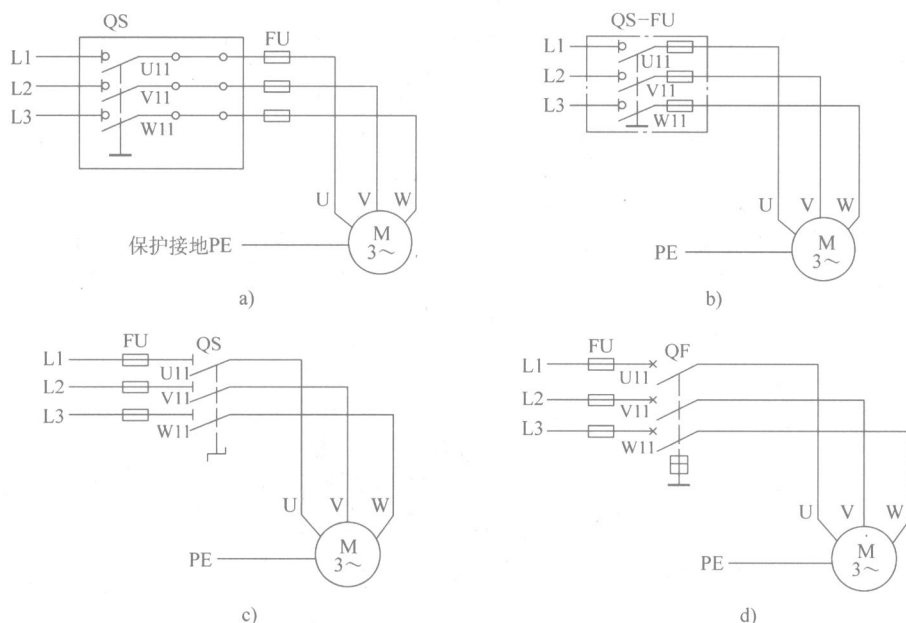


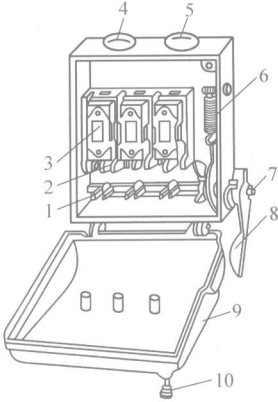
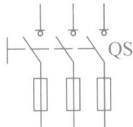
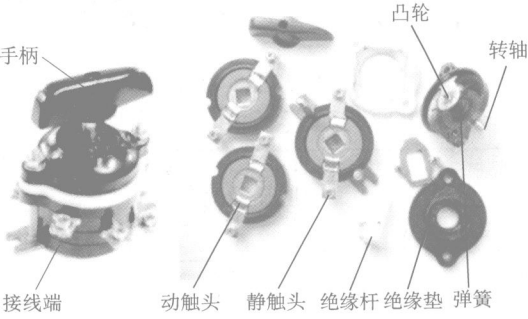
图 1—1 手动正转控制线路

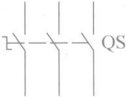
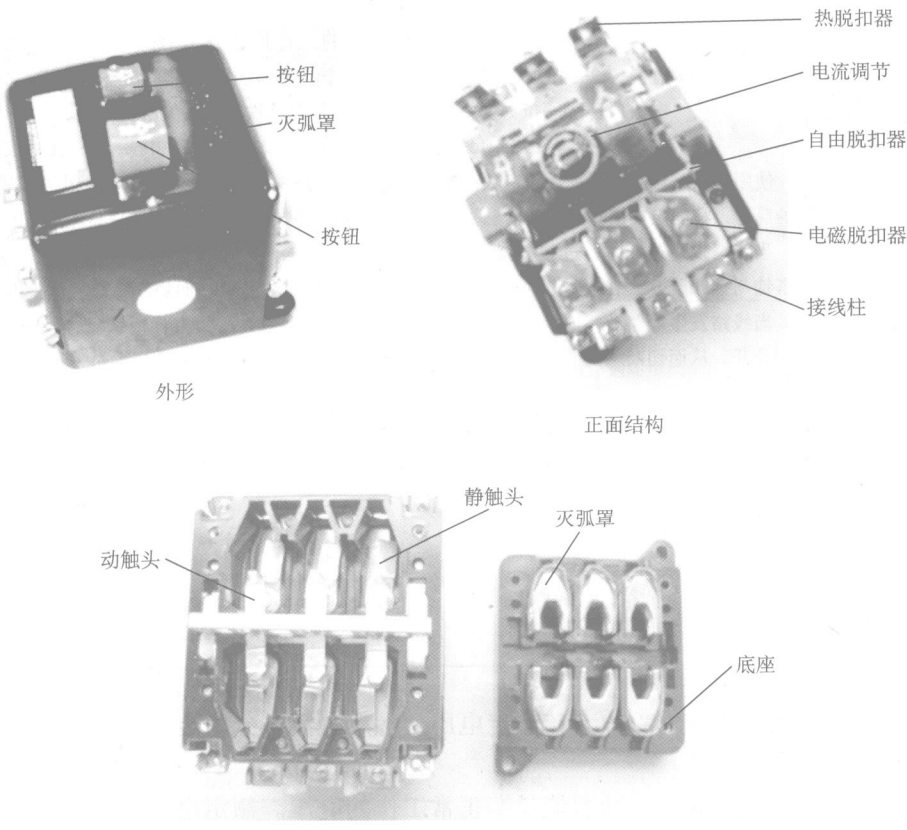
a) 用开启式负荷开关控制 b) 用封闭式负荷开关控制 c) 用组合开关控制 d) 用低压断路器控制

表 1—1

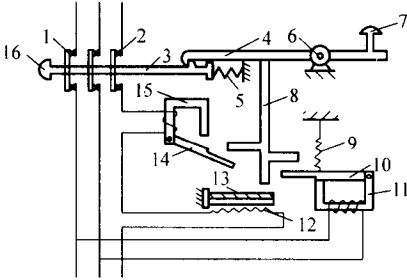
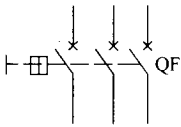
常用低压开关

低压开关项目		详细内容	
刀开关	说明	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,适用于照明、电热设备及小容量电动机控制电路中,供手动及不频繁接通和分断电路,并起短路保护。HK 系列负荷开关由刀开关和熔断器组合而成。开启式负荷开关的结构简单,价格便宜,在一般的照明电路和功率小于 5.5 kW 的电动机控制线路中被广泛采用。但这种开关没有专门的灭弧装置,其刀式动触头和静触头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	
	结构		
	型号含义		

低压开关项目		详细内容	
刀开关	封闭式负荷开关	说明	封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础之上改进设计的一种开关。其灭弧性能、操作性能、通断能力和安全防护性能都优于开启式负荷开关。因其外壳多为铸铁或用薄钢板冲压而成，故俗称铁壳开关。可用于手动不频繁的接通和断开带负荷的电路，以及作为线路末端的短路保护，也可用于控制 15 kW 以下的交流电动机不频繁的直接启动和停止 常用的封闭式开关有：HH3、HH4 系列。其中 HH4 系列为全国统一设计产品。它主要由刀开关、熔断器、操作机构和外壳组成。它具有两个特点：一是采用储能分合闸方式，提高开关的通断能力，延长其使用寿命；二是设置了联锁装置，确保了操作安全
		结构	 HH 系列封闭式负荷开关 1—动触头 2—静触头 3—熔断器 4—进线孔 5—出线孔 6—速断弹簧 7—转轴 8—手柄 9—开关盖 10—开关盖锁紧螺栓
		型号含义	HH 4 - □ / □ 封闭式负荷开关 设计序号码 极数 额定电流
		符号	
		说明	组合开关又称为转换开关，它体积小，触头对数多，接线方式灵活，操作方便，常用于交流 50 Hz、380 V 以下及直流 220 V 以下的电气线路中，供手动不频繁的接通和断开电路、换接电源和负载以及控制 5 kW 以下的交流电动机的启动、停止和正反转。组合开关中，有一类是专为小容量三相异步电动机的正反转而设计的，如 HZ3—132 型组合开关，俗称倒顺开关或可逆开关
组合开关	外形及结构	外形及结构	

低压开关	项目	详细内容
组合开关	符号	
低压断路器	说明	低压断路器又称为自动空气开关或自动空气断路器,简称断路器。是低压配电网络和电力拖动系统中常用的一种配电电器,它集控制和多种保护功能于一体,在正常情况下可用于不频繁接通和断开电路以及控制电动机的运行。当电路发生短路、过载和失压等故障时,能自动切断故障电路、保护电路和电器设备。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、兼顾多种保护、动作后不需要更换元件等优点,因此得到了广泛应用 低压断路器按结构形式可分为塑壳式、框架式、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式等六类 常用的低压断路器是 DZ 系列塑壳式断路器,如 DZ5 系列和 DZ10 系列。其中, DZ5 小电流系列,额定电流为 10 ~ 50 A。DZ10 为大电流系列,额定电流有 100 A、250 A、600 A 三种
	结构	

续表

低压开关项目	详细内容
型号含义	DZ 5 - 20 / 1 1 1 塑壳式断路器 设计序号 额定电流 极数 辅助触头 0表示无辅助触头 2表示有辅助触头 脱扣器代号 0表示无脱扣器 1表示热脱扣器式 2表示电磁脱扣器式 3表示复式
低压断路器	 低压断路器的工作原理示意图 1—动触头 2—静触头 3—锁扣 4—搭钩 5—反作用弹簧 6—转轴座 7—分断按钮 8—杠杆 9—拉力弹簧 10—欠压脱扣器衔铁 11—欠压脱扣器 12—热元件 13—双金属片 14—电磁脱扣器衔铁 15—电磁脱扣器 16—接通按钮 使用时断路器的三副主触头串联在被控制的三相电路中，按下接通按钮时，外力使锁扣克服反作用弹簧的反力，将固定在锁扣上面的静触头闭合，并由锁扣锁住搭钩使动静触头保持闭合，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产生一定的热量，使双金属片受热向上弯曲，通过杠杆推动搭钩与锁扣脱离，在反作用弹簧的作用下，动、静触头分开，从而切断电路，保护电气设备 当线路发生短路故障时，短路电流使电磁脱扣器产生强大的吸力将衔铁吸合，通过杠杆推动搭钩与锁扣分开，从而切断电路，实现短路保护。低压断路器出厂时，电磁脱扣瞬时整定电流一般为10倍的额定电流 I_N 欠压脱扣器的动作过程与电磁脱扣器的动作过程相反。具有欠压脱扣器的断路器在欠压脱扣器两端电压或电压过低时，不能接通电路
符号	

熔断器的主要技术参数有：额定电压、额定电流、分断能力和时间—电流特性。

额定电压是指保证熔断器能长期正常工作的电压。额定电流是指保证熔断器长期正常工作的电流。分断能力是由熔断器各部分长期工作的允许温升决定的。

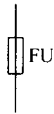


图 1—2 熔断器符号

熔断器按结构形式分为半封闭插入式、无填料封闭管式、有填料封闭管式。常用的低压熔断器见表 1—2。

表 1—2 常见熔断器

型号	项目	详细内容
RC1A 系列插入式熔断器	说明	RC1A 系列插入式熔断器属于半封闭插入式，它由瓷座、瓷盖、动触头、静触头和熔丝五部分组成。主要用于交流 50 Hz、额定电压 380 V 及以下、额定电流 200 A 及以下的低压线路的末端或分支电路中，作为电气设备的短路保护及一定程度的过载保护
	型号含义	熔断器 插入式 R C 1 A - □ 额定电流 改型设计 设计序号
	外形及结构	外形 瓷盖 结构 熔丝 静触头 空腔
RL1 系列螺旋式熔断器	说明	RL1 系列螺旋式熔断器属于有填料封闭管式熔断器，它主要由瓷帽、熔断管、瓷套、上接线座、下接线座及瓷座等部分组成 RL1 系列熔断器的分断能力较高，结构紧凑，体积小，安装面积小，更换熔体方便，工作安全可靠，广泛用于控制箱、配电屏、机床设备及振动较大的场合，在交流额定电压 550 V、额定电流 200 A 及以下的电路中，作为短路保护器件
	型号含义	熔断器 螺旋式 设计序号 R L 1 - □ / □ 熔体额定电流 熔断器额定电流
	外形及结构	外形 上接线座 瓷座 下接线座 磁套 瓷帽 结构

常见的熔断器还有 RM10 系列无填料封闭管式熔断器和快速熔断器。RM10 系列无填料封闭管式熔断器主要由熔断管、熔体、夹头及夹座等部分组成。它适用于交流 50 Hz、额定

电压 380 V 或直流 440 V 及以下电压等级的动力网络和成套配电设备中,作为导线、电缆及较大容量的电气设备的短路和连续过载保护;快速熔断器又称为半导体保护用熔断器,主要用于半导体功率元件的过流保护。它的结构简单、使用方便、动作灵敏可靠。目前常用的快速熔断器有 RS0、RS3、RLS2 等系列。

3. 识读电路图

(1) 电路图 电路图是根据生产机械运动形式对电气控制系统的要求,采用国家统一规定的电气图形符号和文字符号,按照电气设备和电器的工作顺序,详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成的连接关系,而不考虑其实际位置的一种简图。

电路图能充分表达电气设备和电器的用途、作用和工作原理,是电气线路安装、调试和维修的理论依据。

识读电路图时应遵循以下原则:

1) 电路图一般分电源电路、主电路和辅助电路三部分绘制。

①电源电路画成水平线,三相交流电源相序 L1、L2、L3 自上而下依次画出,中线 N 和保护地线 PE 依次画在相线之下。直流电源的“+”端画在上边,“-”端画在下边。电源开关要水平画出。

②主电路是指受电的动力装置及控制、保护电器的支路等,它是由主熔断器、接触器的主触头、热继电器的热元件以及电动机等组成。主电路通过的电流是电动机的工作电流,其电流较大。主电路图要画在电路图的左侧并垂直电源电路。

③辅助电路一般包括控制主电路工作状态的控制电路;显示主电路工作状态的指示电路;提供机床设备局部照明的照明电路等。它是由主令电器的触头、接触器线圈及辅助触头、继电器线圈及触头、指示灯和照明灯等组成。辅助电路通过的电流都较小,一般不超过 5 A。画辅助电路图时,应画在电路图的右侧,且电路中与下边电源线相连的耗能元件(如接触器和继电器的线圈、指示灯、照明灯等)要画在电路图的下方,而电器的触头要画在耗能元件与上边电源线之间。为读图方便,一般应按照自左至右、自上而下的排列来表示操作顺序。

2) 电路图中,各电器的触头位置都按电路未通电或电器未受外力作用时的常态位置画出。分析原理时,应从触头的常态位置出发。

3) 电路图中,不画各电器元件实际的外形图,而采用国家统一规定的电气图形符号画出。

4) 电路图中,同一电器的各元件不按它们的实际位置画在一起,而是按其在线路中所起的作用分别画在不同电路中,但它们的动作却是相互关联的,因此,必须标注相同的文字符号。若图中相同的电器较多时,需要在电器文字符号后面加注不同的数字,以示区别,如 KM1、KM2 等。

5) 画电路图时,应尽可能减少线条和避免线条交叉导线。对有直接电联系的交叉导线连接点,要用小黑圆点表示;无直接电联系的交叉导线则不画小黑点。

6) 电路图采用电路编号法,即对电路中的各个接点用字母或数字编号。

①主电路在采用电源开关的出线端按相序依次编号为 U11、V11、W11,然后按从上至下、从左至右的顺序,每经过一个电器元件后,编号要递增,如 U12、V12、W12; U13、V13、W13;…。单台三相交流电动机(或设备)的三根引出线按相序依次编号为 U、V、

W。对于多台电动机引出线的编号，为了不致引起误解和混淆，可在字母前用不同的数字加以区别，如1U、1V、1W；2U、2V、2W；…。

②辅助电路编号按“等电位”原则从上至下、从左至右的顺序用数字依次编号，每经过一个电器元件后，编号要依次递增。控制电路编号的起始数字必须是1，其他辅助电路编号的起始数字依次递增100，如照明电路编号从101开始；指示电路编号从201开始等。

(2)原理分析 在上述电路中，低压开关起接通、断开电源的作用，熔断器作短路保护的作用。

线路（图1—1）的工作原理如下：

启动：合上低压开关QS或QF，电动机M接通电源启转。

停止：断开低压开关QS或QF，电动机M脱离电源失电停转。

技能训练

三相笼型异步电动机手动控制线路的安装

1. 选用元器件及导线（参见表1—3）

表 1—3 器 材 表

序号	名称	型号与规格	单位	数量	备注
1	三相四线电源	~ 3×380/220 V，20 A	处	1	
2	三相电动机	Y112M-4，4 kW，380 V，△接法；或自定	台	1	
3	配线板	500 mm×600 mm×20 mm	块	1	
4	组合开关	HZ10-25/3	个	1	
5	开启式负荷开关	HK1-30/3，380 V，30 A，熔体直连	只	1	
6	封闭式负荷开关	HH4-30/3，380 V，30 A，配20 A熔体	只	1	
7	低压断路器	DZ5-20/330，复式脱扣器，380 V，20 A，整定10 A	只	1	
8	瓷插式熔断器	RC1A-30/20，380 V，30 A，配20 A熔体	套	3	
9	接线端子排	JX2-1015，500 V，10 A，15节或配套自定	条	1	
10	木螺丝	φ3 mm×20 mm；φ3 mm×15 mm	个	30	
11	平垫圈	φ4 mm	个	30	
12	圆珠笔	自定	支	1	
13	塑料铜线	BVR-2.5 mm ² ，颜色自定	m	20	
14	穿线管及配套管夹	φ16	m	5	
15	电工通用工具	验电笔、钢丝钳、螺钉旋具（一字形和十字形）、电工刀、尖嘴钳、活扳手、剥线钳等	套	1	
16	万用表	自定	块	1	
17	兆欧表	型号自定，或500 V，0~200 MΩ	台	1	
18	钳形电流表	0~50 A	块	1	
19	劳保用品	绝缘鞋、工作服等	套	1	

2. 按表 1—3 配齐所用元器件, 并进行质量检查

(1) 根据电动机的规格检验选配的低压开关、熔断器、导线及电线管的型号及规格是否满足要求。

(2) 所选用的电器元件的外观应完整无损, 附件、备件齐全。

(3) 用万用表、兆欧表检测电器元件及电动机的有关技术数据是否符合要求。

3. 固定元器件

在控制板上按图 1—1 安装电器元件。电器元件应安装牢固, 并符合工艺要求。

(1) 刀开关的安装

1) 刀开关应做到垂直安装, 使闭合操作时的手柄操作方向从下向上合; 断开操作时的手柄操作方向从上向下分。不允许采用平装或倒装, 以防止产生误合闸。

2) 接线时, 电源进线应接在开关上面的进线端, 用电设备应接在熔断器的出线端子上。

3) 刀开关用作电动机的开关时, 应将开关的熔体部分用导线直连, 并在出线端另外加装熔断器作短路保护。

4) 安装后应检查闸刀和静插座的接触是否成直线或紧密。

5) 更换熔体必须在闸刀断开的情况下进行。

(2) 铁壳开关的安装

1) 铁壳开关必须垂直安装, 安装高度一般离地不低于 1.3~1.5 m 左右, 并以操作方便和安全为原则。

2) 接线时, 应将电源进线接在铁壳开关静插座的接线端子上, 用电设备应接在熔断器的出线端子上。

3) 开关外壳的接地螺钉必须可靠接地。

(3) 组合开关的安装

1) HZ10 组合开关安装在控制箱(或壳体)内, 其操作手柄最好伸出在控制箱的前面或侧面, 应使手柄在水平旋转时为断开状态。HZ3 组合开关外壳必须可靠接地。

2) 若需在箱内操作, 开关最好装在箱内右上方, 上方不安装其他电器, 否则, 应采用隔离或绝缘措施。

(4) 熔断器的安装

1) 熔断器应完整无损, 接触紧密可靠, 并有额定电压、电流值的标志。

2) 瓷插式熔断器应垂直安装。螺旋式熔断器的电源进线应接在底座中心端的接线端子上, 用电设备应接在螺旋壳的接线端子上。

3) 熔断器应合格的熔体, 不能用多根小规格的熔体代替一根大规格的熔体。

4) 安装熔断器时, 各级熔体应相互配合, 并做到下一级熔体比上一级小。

5) 熔断器安装在各相线上, 在三相组成或两相三线控制的中性线上严禁安装熔断器, 而在单相二线制的中性线上应该安装熔断器。

6) 熔断器兼作隔离目的使用时, 应安装在控制开关电源的进线端, 若仅作短路保护使用时, 应安装在控制开关的出线端。

(5) 低压断路器的安装

1) 低压断路器应垂直于配电板安装, 电源引线接到上端, 负载引线接到下端。

2) 低压断路器用作电源总开关或电动机控制开关时, 在电源进线侧必须加装刀开关或

4. 布线

根据电动机位置标划线路走向、电线管和控制板支持点的位置，做好敷设和支持准备。敷设电线管并穿线。

(2) 管内导线不允许有接头，导线穿管时不要损伤绝缘层，导线穿好后管口应套上护圈。

(1) 控制板必须安装在操作时能看到电动机的地方, 以保证操作安全。

(2) 电动机在座墩或底座上的固定必须牢固。在紧固地脚螺栓时，必须按对角线均匀受力，依次交错逐步拧紧。

(3) 连接控制开关至电动机的导线。

电动机和控制开关的金属外壳以及连成一体的线管，按规定要求必须接到保护接地专用端子上。检查安装质量，并用兆欧表检查绝缘。

8. 经教师检查后通电试车

(1) 当控制开关远离电动机而看不到电动机的运转情况时, 必须另设开车的信号装置。

(2) 电动机使用的电源电压和绕组的接法必须与铭牌规定的一致。

(3) 接线时, 必须先接负载端, 后接电源端; 先接接地线, 后接三相电源线。

(4) 通电试车时，必须先空载点动，然后再连续运行；当运行正常时，再接负载运行；若发现异常情况应立即断电检查。

(5) 安装开启式负荷开关时，应将开关的熔体部分用导线直连，并在出线端另外加装熔断器作短路保护；安装组合开关、低压断路器时，则在电源线进线侧加装熔断器。

(6) 熔断器的额定电压不能小于线路的额定电压；熔断器的额定电流不能小于所装熔体的额定电流。

评分标准

序号	主要内容	技术要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	装前检查	认真检查电动机质量和低压开关质量	1. 电动机质量漏检查每处扣 5 分 2. 低压开关质量漏检查每处扣 5 分	20		
2	元器件安装	1. 按图纸要求, 正确利用工具和仪表, 熟练地安装电气元器件 2. 元器件布置要合理, 安装要准确紧固 3. 电动机安装符合要求 4. 控制板或开关安装符合要求	1. 元器件布置不整齐、不匀称、不合理, 每只扣 1 分 2. 元器件安装不牢固, 安装元器件时漏装螺钉, 每只扣 1 分 3. 损坏元器件每只扣 2 分 4. 电动机安装不符合要求扣 20 分 5. 控制板或开关安装不符合要求扣 20 分	40		