



全国高级技工学校机械类专业通用教材

国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

机床电气控制

(第二版)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



配套课件 网络下载

 中国劳动社会保障出版社

全国高级技工学校机械类专业通用教材

机床电气控制

(第 二 版)

人力资源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

简介

本书主要包括：三相异步电动机基本控制线路，典型机床电气控制线路，可编程控制器的原理与应用，数控机床电气控制。

本书由宗慧主编，林尔付审稿，陆雪影、张鹏、丁国明、朱王何参加编写。

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —2版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2011

全国高级技工学校机械类专业通用教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 8999 - 6

I. ①机… II. ①人… III. ①机床-电气控制-技术学校-教材 IV. ①TG502.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 084479 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

*

北京外文印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12 印张 273 千字

2011 年 5 月第 2 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

定价：21.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211/64921644/84643933

发行部电话：010 - 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010 - 80497374

前 言

为了更好地适应高级技工学校机械类专业的教学要求，全面提升教学质量，人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家，在充分调研企业生产和学校教学情况的基础上，吸收和借鉴各地高级技工学校教学改革的成功经验，对高级技工学校机械类专业教材进行了修订，并做了适当的补充开发。

本次教材修订（新编）工作的目标主要体现在以下几个方面：

第一，完善教材体系，定位科学合理。

针对初中生源和高中生源培养高级工的教学要求，调整和完善了教材体系，使之更符合学校教学需求。同时，根据机械类高级工从事相关岗位的实际需要，合理确定学生应具备的能力和知识结构，对教材内容的深度、难度做了适当调整，加强了实践性教学内容，以满足技能型人才培养的要求。

第二，反映技术发展，涵盖职业标准。

根据相关工种及专业领域的最新发展，更新教材内容，在教材中充实新知识、新技术、新材料、新工艺等方面的内容，体现教材的先进性。教材编写以国家职业标准为依据，涵盖车工、铣工、装配钳工、焊工等国家职业技能标准（中、高级）的知识和技能要求，并在与教材配套的习题册中增加了相关职业技能鉴定考题。

第三，融入先进理念，引导教学改革。

专业课教材根据一体化教学模式需要编写，将工艺知识与实践操作有机融为一体，构建“做中学”“学中做”的学习过程；通用专业知识教材根据所授知识的特点，注意设计各类课堂实验和实践活动，将抽象的理论知识形象化、生动化，引导教师不断创新教学方法，实现教学改革。

第四，精心设计形式，激发学习兴趣。

在教材内容的呈现形式上，较多地利用图片、实物照片和表格等形式将知识点生动地展示出来，力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。针对不同的知识点，设计了许多贴近实际的互动栏目，在激发学生学习兴趣和自主学习积极性的同时，使教材“易教易学，易懂易用”。

第五，开发辅助产品，提供教学服务。

本套教材都配有方便教师上课使用的电子教案，可以通过出版社网站（<http://www.class.com.cn>）免费下载。此外，通用专业知识教材都配有习题册，以便于教师教学和学生练习使用。

本次教材修订（新编）工作得到了河北、辽宁、江苏、山东、河南、湖南、广东等省人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2011年1月

目 录

第一章 三相异步电动机基本控制线路	1
§ 1—1 电气控制系统图识读	1
§ 1—2 电动机单向运行控制	8
实训一 接触器自锁正转控制线路的安装与调试	20
§ 1—3 电动机双向运行控制	27
实训二 按钮、接触器双重联锁正反转控制线路的安装与调试	35
§ 1—4 电动机降压启动控制	39
§ 1—5 电动机制动控制	46
§ 1—6 其他低压电器	55
第二章 典型机床电气控制线路	60
§ 2—1 CA6140 型车床电气控制	60
§ 2—2 M7120 型平面磨床电气控制	66
§ 2—3 Z35 型摇臂钻床电气控制	73
§ 2—4 X62W 型万能铣床电气控制	83
§ 2—5 T68 型镗床电气控制	95
实训三 典型机床的常见故障	102
第三章 可编程控制器的原理与应用	105
§ 3—1 认识可编程控制器	105
§ 3—2 可编程控制器基本指令应用	117
§ 3—3 定时器与计数器	134
实训四 用 PLC 控制工作台自动往返线路	148
第四章 数控机床电气控制	158
§ 4—1 认识数控机床	158
§ 4—2 数控机床的检测装置	166
§ 4—3 数控机床的变频器	170
实训五 变频器的基本操作	180

第一章 三相异步电动机基本控制线路

§ 1—1 电气控制系统图识读

学习目标

- ◎ 掌握电气原理图的绘制规则
- ◎ 能识读电气原理图
- ◎ 能识读电气元件布置图
- ◎ 能识读电气安装接线图

由于各种生产机械的工作性质和加工工艺不同,使得它们对电动机的控制要求不同。要使电动机按照生产要求正常安全地运转,必须由电气控制系统传递必要的信号,控制它们完成既定的动作。例如,使用平面磨床(见图 1—1)加工工件表面时,按下启动按钮后,工作电路接通,从而使对应电动机被驱动工作。那么,按钮是如何实现对电动机的控制的? M7130 型平面磨床电气柜(见图 1—2)里的元件都是什么?起什么作用?要弄清这些问题,就需要识读图 1—3 所示的 M7130 型平面磨床电气控制原理图,理解电路的工作原理。

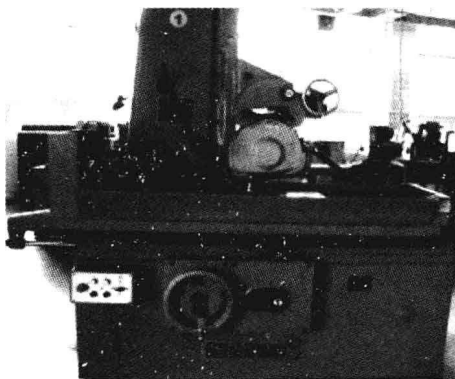


图 1—1 M7130 型平面磨床实物

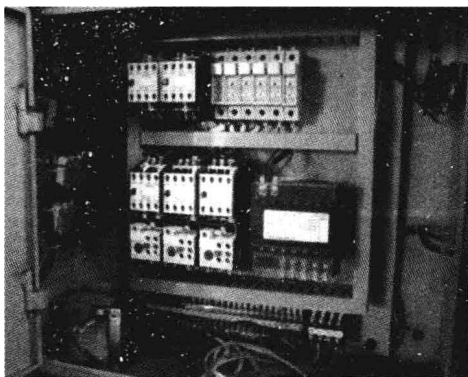
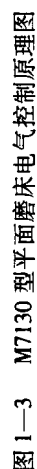


图 1—2 M7130 型平面磨床电气柜

一、电气传动及其系统组成

电气传动是指用电动机把电能转换为机械能,利用电动机带动各种类型的机械设备运





转,如车床、铣床、钻床、电瓶车、洗衣机等都是通过电气传动实现运转的。图 1—4 所示的洗衣机电动机由电源提供电能,控制器控制其运转的模式,电动机将外接电源的电能转换为动能,并通过带轮机构、减速器传递给波轮,波轮运动完成洗涤。电气设备千差万别,但与洗衣机类似,其基本组成部分都包括电动机、传动机构、控制系统和电源四部分,如图 1—5 所示,虚线框内为电气传动系统。

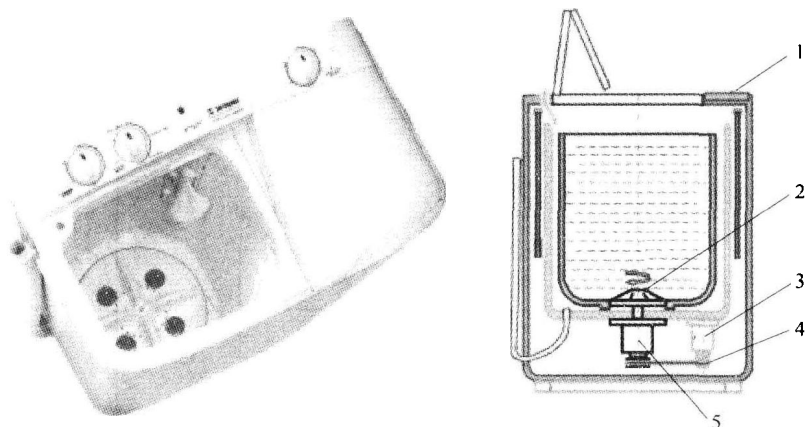


图 1—4 洗衣机及其组成

1—控制器(控制) 2—波轮(执行) 3—电动机(动力) 4—带(传动) 5—减速器(传动)

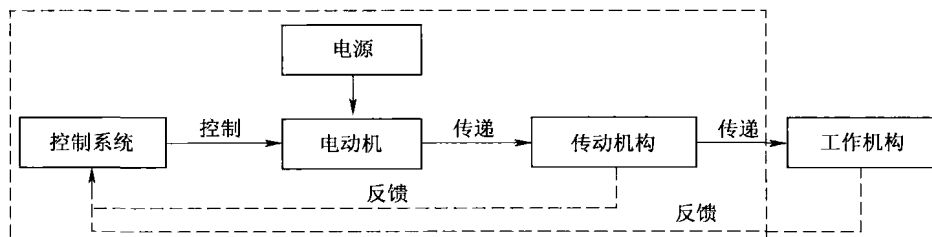


图 1—5 电气传动系统示意图

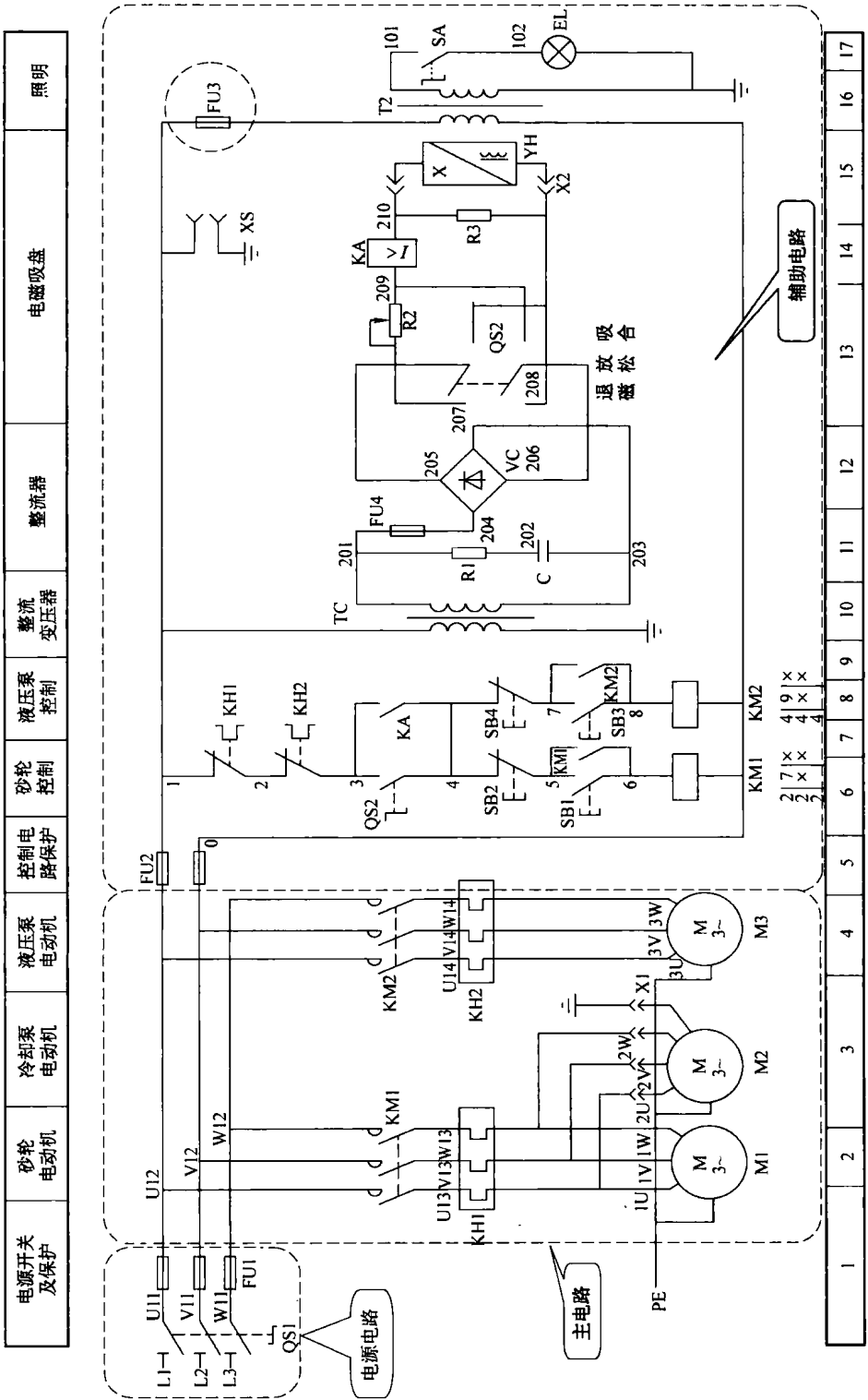
二、电气原理图

电气原理图是根据生产机械运动形式对电气控制系统的要求,采用国家标准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和连接关系,而不考虑其实际位置的一种简图。

在生产实践中,生产机械的控制线路可能比较简单,也可能相当复杂,但任何复杂的控制线路总是由一些基本控制线路有机地组合起来的。分析生产机械电气线路时,首先应知道常用的电气元件图形符号并了解绘制、识读电气原理图的原则。

电气原理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。

电气原理图一般由电源电路、主电路和辅助电路三部分组成。图 1—6 所示为 M7130 型平面磨床的电气原理图。



1. 电气元件

在电气原理图中,电气元件采用国家标准规定的符号来表示,如图1—6中右侧圆圈所圈部分表示一个用于过载保护、短路保护的熔断器,它包括图形符号和文字代号两部分(见图1—7)。各种电气元件的功能和表示方法将在后面各节中陆续学习。

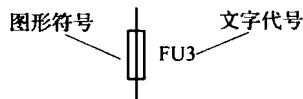


图1—7 电气元件符号

2. 电源电路

电源电路用于给主电路和辅助电路提供电能,在电气原理图中一般画成水平线,三相交流电源相线L1、L2、L3自上而下依次画出,电源开关也应水平画出,中线N和保护线PE依次画在相线之下。直流电源的正极端用“+”符号画在图纸的上方,而负极端用“-”符号在下边画出。

3. 主电路

主电路用于直接驱动电动机,在电气原理图中一般画在电路图的左侧且垂直于电源电路,一般由接触器的主触头、热继电器的热元件以及电动机等组成,如图1—8所示。

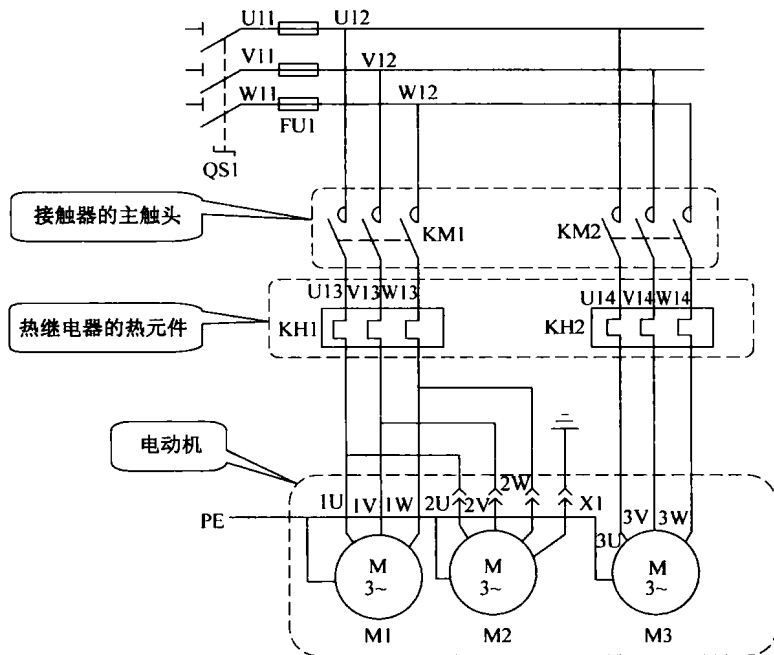
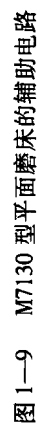


图1—8 M7130型平面磨床的主电路

4. 辅助电路

辅助电路包括控制电路、指示电路和局部照明电路。控制电路用于实现对电动机的控制操作,指示电路用于提示操作人员电动机运行状态,局部照明电路则用于给控制台提供照明。辅助电路一般由主令电器的触头、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。一般按照控制电路、指示电路和照明电路的顺序从左到右依次垂直画在主电路图的右侧,且电路中与下边电源线相连的耗能元件(如接触器线圈、指示灯、照明灯等)要画在电路图的下方,而电器的触头画在耗能元件与上边电源线之间。M7130型平面磨床的辅助电路如图1—9所示。识读电气原理图一般是按“自左至右,自上而下”的顺序识读。



三、电气安装图

1. 电气元件布置图

电气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。图中各元器件的文字符号必须与电路图和接线图上的标注相一致，如图 1—10 所示。

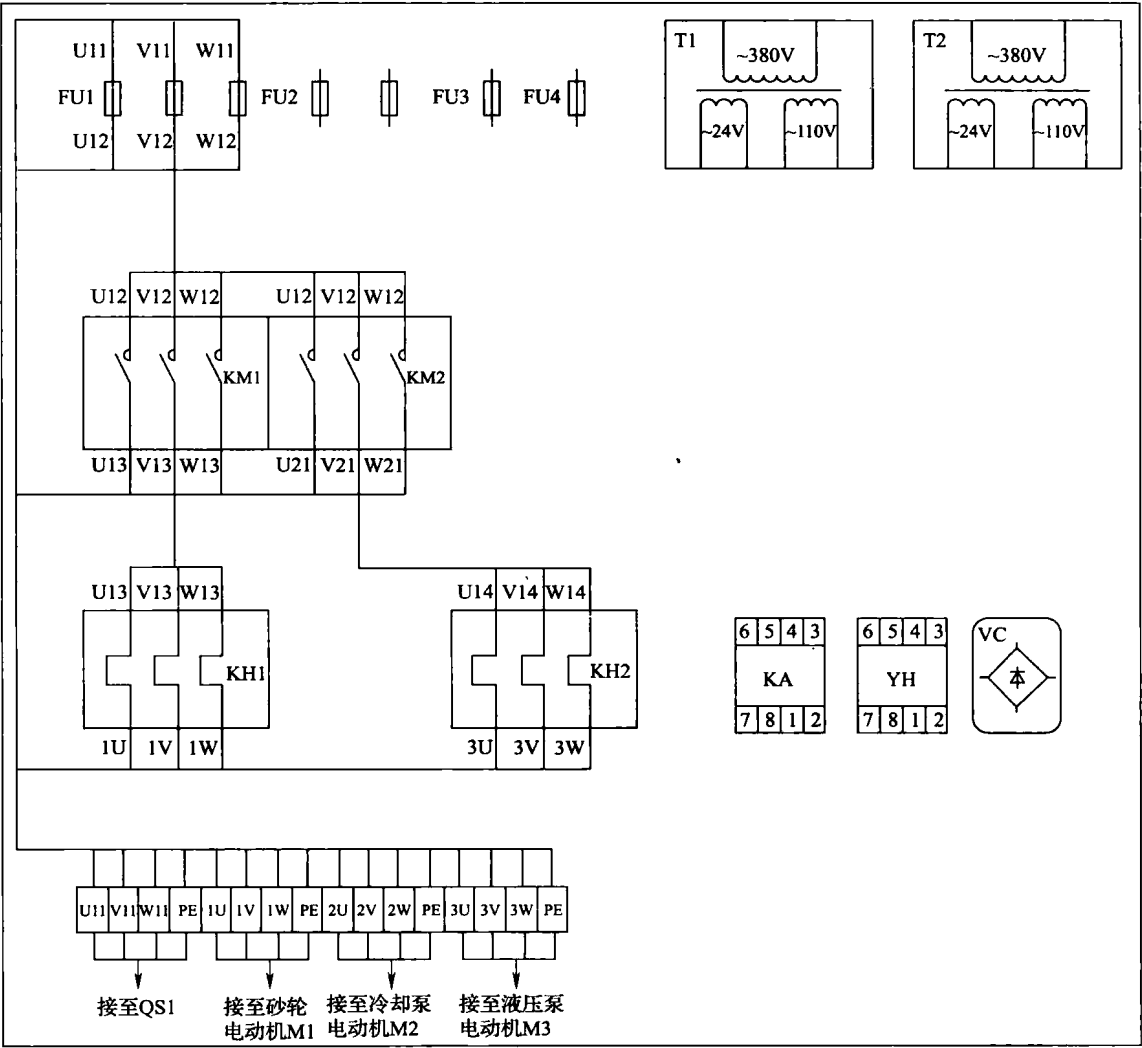


图 1—10 电气元件布置图

2. 电气安装接线图

电气安装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、配线方式和连接方式，而不明显表示电气动作原理，如图 1—11 所示。

识读电气安装接线图应遵循以下原则：

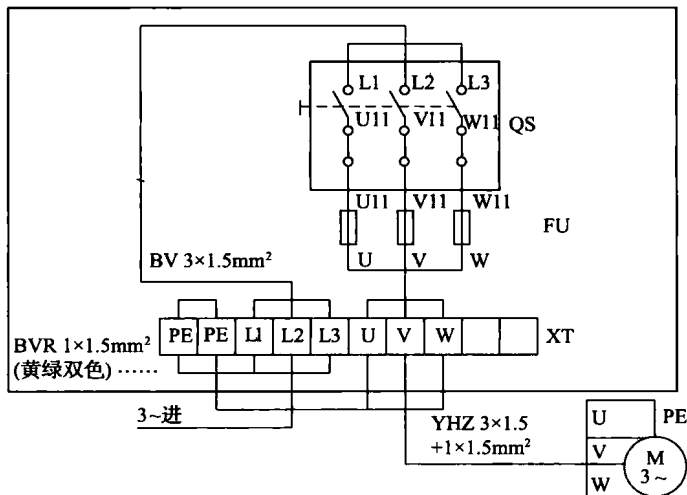


图 1—11 电气安装接线图

(1) 电气安装接线图中一般表示出如下内容：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、导线横截面积、屏蔽等。

(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实际结构，使用与电路图相同的图形符号画在一起，其文字符号以及接线端子的编号应与电路图中的标志一致，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）、电缆等之分，可用连续线和中断线来表示。

§ 1—2 电动机单向运行控制

学习目标

- ◎ 掌握低压开关、熔断器、交流接触器、热继电器、按钮的作用并能绘制其图形符号
- ◎ 掌握点动正转控制线路及接触器自锁正转控制线路的控制原理
- ◎ 掌握接触器自锁正转控制线路的通电操作过程
- ◎ 掌握多地控制线路及顺序控制线路的控制原理

三相异步电动机在传动系统中起着提供动力、驱动机械设备运转的作用，如图 1—12 所示 M7130 型平面磨床，由一系列的低压电器组成的电气传动系统控制电动机的单向运转，从而实现对工件表面的磨削。在电力驱动控制系统中，电动机始终沿着一个方向连续运转的，称为单向运行。

三相异步电动机的控制主要针对启动、制动、改变转向等几个方面，生产机械的工艺要

求不同，相应的控制要求也就不同，但任何复杂的控制线路，都是由一些比较简单的基本控制线路和基本环节组合而成。电动机常见的基本控制有电动机的短时控制，如工厂移动大门；电动机的连续运转控制，如车床的切削加工；电动机的正反转控制，如行车的往返工作；电气设备的顺序控制，如传送带的分步运行；还有大功率电动机的启动和制动控制等。本节主要学习电动机单向运行的短时控制和连续控制。

电动机在控制线路的作用下，所完成的基本动作包括以下几种：

(1) 点动控制

按下开关按钮，电动机启动；松开开关按钮，电动机停止运行。

(2) 自锁控制

按下开关按钮再松开，电动机保持连续运行，这时电动机仍然保持通电状态。

(3) 多地控制

除了机床上有电动机的控制开关外，在车间控制室也需要能够控制机床的启动、停止或者加工作。

(4) 顺序控制

为了保证加工的安全，机床上的多台电动机需要按照顺序启动运行，如主轴电动机启动后，进给电动机才能够进给，避免因为车刀进给但零件未转动导致车刀折断而造成严重的加工事故等。

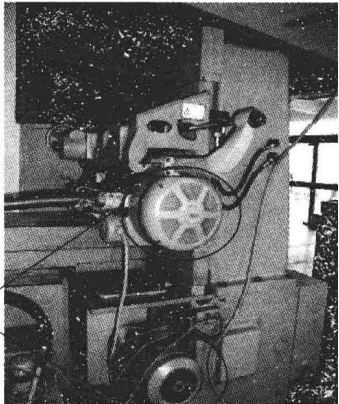
一、点动控制与自锁控制

1. 常用低压电器

电动机直接与 380 V、50 Hz 的工频三相电源连接。要控制电动机按照要求完成各类动作，需要使用具备一定功能（如接通和断开电路、维持电动机供电、延迟不同电动机供电等）的控制元器件组合，形成具有相应功能的控制电路。

(1) 低压开关

常用的低压开关有开启式负荷开关、封闭式负荷开关、低压断路器等，它们的外形与图形符号、特点及用途见表 1—1。

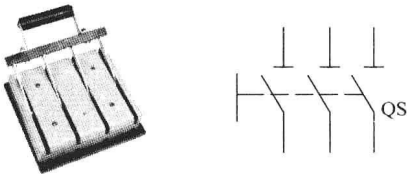


三相交流异步电动机

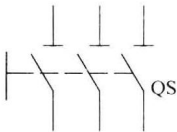
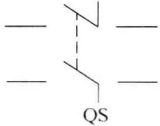
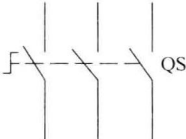
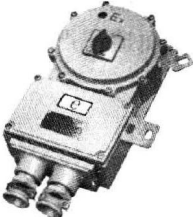
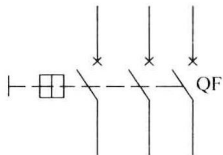
图 1—12 M7130 型平面磨床实物图

表 1—1

常用低压开关

外形与图形符号	特点	用途
 HK 系列开启式负荷开关	结构简单、价格低、使用维修方便，应用广泛	该开关主要用作电气照明电路和电热电路、小容量电动机电路的非频繁控制开关，也可用作分支电路的配电开关

续表

外形与图形符号	特点	用途
  HH 系列封闭式负荷开关	主要由钢板外壳、触刀开关、操作机构、熔断器等组成，触刀开关带有灭弧装置，能够通断负荷电流，熔断器用于短路保护	一般用于小型电力排灌、电热器、电气照明线路的配电设备中，用于非频繁地接通与断电路，也可直接用于异步电动机的非频繁全压启动控制
  HS 系列双投刀开关	具有机械互锁的结构特点，可以防止双电源并联运行和两条供电线路同时供电	常用于双电源的切换或双供电线路的切换等
  HZ 系列组合开关（又称转换开关）	控制容量比较小，结构紧凑，手柄可以沿任何一个方向转动	常用于空间比较狭小的场所，如机床和配电箱等。一般用于电气设备的非频繁操作、切换电源和负载及小容量感应电动机和小型电器的控制
  DZ5 系列自动空气断路器、低压断路器	它集控制和多种保护功能于一体，操作安全方便、动作值可调、分断能力较强、动作后不需要更换元件	可用于非频繁地接通和断开电路以及控制电动机的运行。当电路中发生短路、过载或失压等故障时，能自动切断故障电路，有效地保护供电线路及电气设备

（2）熔断器

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉的保护电器。使用时串联在被保护的电路中，当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某一定值，熔断器的熔体上产生足够的热量使熔体熔断，从而切断电路，达到保护电路的目的。熔断器的图形符号如图 1—13 所示。

常用熔断器有瓷插式 RC1A 系列、螺旋式 RL1 系列、无填料封闭管式 RM10 系列、有填料封闭管式 RT0 系列、快速熔断器 RLS 系列及 RS 系列等，见表 1—2。

（3）交流接触器

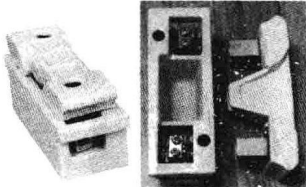
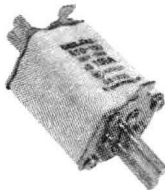
交流接触器广泛用于电力驱动系统的通断和控制电路。交流接触器可分为电磁式、永磁式和真空式三种，如图 1—14 所示，其图形符号如图 1—15 所示。



图 1—13 熔断器的图形符号

表 1—2

常用熔断器

种类	图示
瓷插式熔断器 常用系列：RC1A 系列 适用场合：广泛用于工频 50 Hz、额定电压 380 V 及以下、额定电流 200 A 及以下的低压线路末端或分支电路中，提供短路保护	
螺旋式熔断器 特点：熔断管的上端有一个小红点（熔断指示器），熔体熔断时，熔断指示器自动脱落，此时需更换一只同规格的熔断管 常用系列：RL1 系列 适用场合：广泛应用于额定电压 500 V 及以下、额定电流 200 A 及以下的电路中，提供过载和短路保护	
无填料封闭管式熔断器 常用系列：RM10 系列 适用场合：适用于工频 50 Hz、额定电压 380 V 及以下或直流额定电压 440 V 及以下的低压电力网络、配电设备中，提供短路和过载保护	
有填料封闭管式熔断器 常用系列：RTO 系列 适用场合：适用于短路电流较大的电力输配电系统中，为导线、电缆和电气设备提供短路保护或为导线、电缆提供过载保护	
快速熔断器 常用系列：RLS 系列、RS 系列 适用场合：RLS 系列适用于小容量硅整流元件的短路和过载保护，RS 系列适用于半导体整流元件的短路和过载保护	