



普通高等教育“十二五”高职高专规划教材

专业课（理工科）系列

电气控制及 PLC技术

中国高等教育学会 组织编写

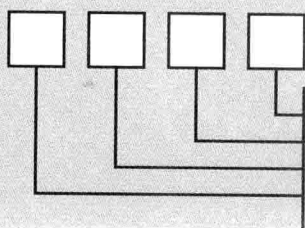
主 编 李美菊 陈 建
副主编 范振瑞 孙晓鹏
梁 强 宋清龙

DIANQI KONGZHI JI PLC JISHU



普通高等教育“十二五”高职高专规划教材·专业课（理工科）系列

电气控制及PLC技术



中国高等教育学会 组织编写

主 编 李美菊 陈 建

副主编 范振瑞 孙晓鹏 梁 强 宋清龙

参 编 李晓楠 叶云云 徐伟伟 陈丽娟

中国人民大学出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制及 PLC 技术/李美菊, 陈建主编; 中国高等教育学会组织编写. —北京: 中国人民大学出版社, 2013. 8

普通高等教育“十二五”高职高专规划教材·专业课(理工科)系列

ISBN 978-7-300-17546-1

I. ①电… II. ①李… III. ①电气控制 ②plc 技术 IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 188158 号

普通高等教育“十二五”高职高专规划教材·专业课(理工科)系列

电气控制及 PLC 技术

中国高等教育学会 组织编写

主 编 李美菊 陈建

副主编 范振瑞 孙晓鹏 梁 强 宋清龙

参 编 李晓楠 叶云云 徐伟伟 陈丽娟

Dianqi Kongzhi ji PLC Jishu

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com>(人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 北京密兴印刷有限公司

规 格 185 mm×260 mm 16 开本

版 次 2013 年 8 月第 1 版

印 张 14.25

印 次 2013 年 8 月第 1 次印刷

字 数 326 000

定 价 29.80 元

版权所有 侵权必究

印装差错 负责调换

可编程序控制器（PLC）作为现代化的自动控制装置已普遍应用于工业的各个领域，是生产过程自动化必不可少的智能控制设备。掌握 PLC 的组成原理及编程方法，熟悉 PLC 的应用技巧，是每一位机电专业技术人员必须具备的基本能力之一。

本书以培养学生的职业能力为重点，与行业企业结合进行基于工作过程的课程开发与设计。我们通过企业岗位调研，了解维修电工岗位的典型工作任务，并对典型工作任务进行归类和划分后确定了电气控制与 PLC 这一领域，将其转化为学习的目标和任务。因此，课程设置依据了现场维修电工岗位的工作任务需求，课程内容设计依据了完成实际岗位的工作任务所需的技能、知识及态度。本书在编写过程中吸取了大量已出版的 PLC 技术教材的优点，从实际应用角度出发，形成了独特的内容体系。

本书以职业岗位为目标，以职业能力为核心，以职业标准为内容，以教学模块为结构，以最新技术为课程视野，以产学研为途径，以一体化实训和真实工作环境为教学情境，基于工作过程，以项目教学为形式，创新教学方法和手段，是一本集职业能力和职业综合素质教育为一体、工学结合、理论实践一体化的教材。根据现场对本课程知识技能的需求，我们将学习领域分为常用机床电气控制线路安装及维修、电动机 PLC 控制系统的设计及应用、工业生产线 PLC 控制系统的设计及应用、灯光控制系统的设计及应用、PLC 综合控制系统的设计及应用共五个学习情境，每个情境由 3~5 个学习任务构成，学生的主体作用逐步加强，老师的指导作用逐步减弱。最后实现由学生在老师的指导下学习变为引导学生自主学习完成项目的转变。

本书围绕维修电工 PLC 控制系统的安装、调试及运行、维护等工作过程，基于由浅入深，由简单到复杂的原则，通过五个学习情境、多个学习任务的实施，完全体现出电气控制与 PLC 课程的教学特色：一是完全采用工程实例，项目载体即是现场工程项目，做到理论联系实际、工学结合；二是个性化、开放性的教学特色，学生可以根据自己的基础及兴趣自主选择项目载体，在项目完成过程中，教师为学生创造了一个开放的环境，学

生可以充分发挥自己的能动性；三是将职业标准融入教学，将考证纳入教学情境及项目。

本教材知识结构清晰，每个教学情境相互独立，学习任务结合实际，在理论与实践的结合上进行了有效的探索，力求为初学 PLC 的读者提供一本有价值的学习资料，同时也为 PLC 爱好者提供一本与生产实践紧密结合且便于实际操作的实用教材。

本书由德州职业技术学院李美菊、陈建主编并统稿，范振瑞、孙晓鹏、梁强、宋清龙任副主编。李晓楠、叶云云、徐伟伟及陈丽娟参与了编写。本书在编写过程中得到了德州职业技术学院领导和电气工程系领导的大力支持，以及电气工程系老师多方面的帮助，在此一并表示感谢。

编者
2013 年 7 月

目	录
---	---

情境一 常用机床电气控制线路安装及维修	1
任务一 CA6140 车床电气控制线路	2
任务二 Z3050 摇臂钻床电气控制线路	15
任务三 X62W 万能铣床电气控制线路	22
情境二 电动机 PLC 控制系统的设计及应用	29
任务一 电动机起停 PLC 控制系统	30
任务二 工作台自动往返 PLC 控制系统	42
任务三 三相异步电动机的星—角降压起动 PLC 控制系统	49
任务四 自动门 PLC 控制系统	56
任务五 送料小车三点往返运行 PLC 控制系统	63
情境三 工业生产线 PLC 控制系统的设计与应用	72
任务一 液体自动混合 PLC 控制系统	73
任务二 自动送料装车 PLC 控制系统	83
任务三 全自动洗衣机 PLC 控制系统	96
情境四 灯光控制系统的设计及应用	114
任务一 十字路口交通灯 PLC 控制系统	115
任务二 广告牌循环彩灯 PLC 控制系统	121
任务三 昼夜报时器 PLC 控制系统	130
任务四 四路抢答器 PLC 控制系统	136
任务五 十字路口交通灯 PLC 顺控编程方法及其他功能指令（选讲）	146
情境五 PLC 综合控制系统的设计及应用	159
任务一 机械手 PLC 控制系统	159
任务二 高速计数器指令在自动裁剪机上的应用	173
任务三 利用组态王软件实现机械手的监控	194
参考文献	219

情境一

常用机床电气控制线路安装及维修



情境描述

现代机床通常是由电动机来拖动的，目前，国内普遍采用继电器—接触器控制的电力拖动控制线路实现机床电气控制。通过本情景的学习，主要掌握以下三个方面的知识：

1. CA6140 车床电气控制线路的安装、调试与维修

CA6140 车床是机械加工中用得最广泛的一种机床，其控制线路涉及点动、自锁及顺序启动等电力拖动基本控制电路。

2. Z3050 摇臂钻床电气控制线路的安装、调试与维修

钻床的机构、主要运动形式、电力拖动特点及控制要求都基本相同，Z3050 摇臂钻床摇臂的夹紧和放松由电动机配合液压装置自动进行。

3. X62W 万能铣床电气控制线路的安装、调试与维修

常用的万能铣床有 X62W 型卧式万能铣床和 X52K 型立式万能铣床，这两种铣床在结构上大体相似，工作台进给方式、主轴变速等都一样，电气控制线路经过系列化以后也基本一致，差别在于 X62W 型卧式万能铣床铣头水平方式放置，而 X52K 型立式万能铣床铣头垂直方式放置。



学习目标

1. 掌握常用低压电器的基本知识。
2. 熟悉绘制、识读电路图的原则。
3. 掌握 CA6140 卧式车床的电路图，并掌握其控制线路的分析、安装、调试、维修。
4. 掌握 Z3035 摇臂钻床的基本结构及运动形式，掌握其电路工作原理并能检修常见故障。
5. 熟悉 X62W 万能铣床的基本结构及运动形式，熟悉其电路工作原理并能对其进行安装、调试和维修。



建议课时 30 学时

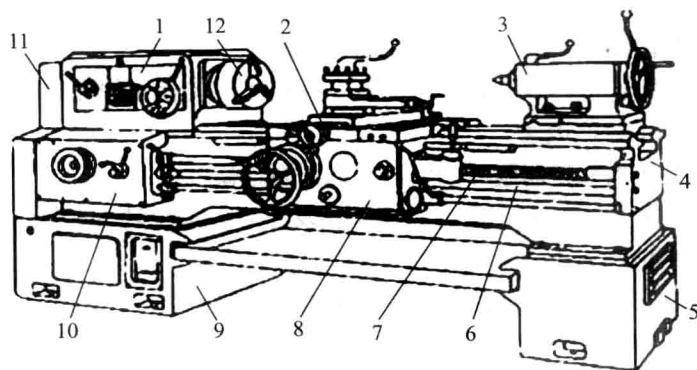
任务一 CA6140 车床电气控制线路

任务描述

普通车床是一种应用极为广泛的金属切削机床，能够车削外圆、内圆、端面、螺纹、螺杆以及钻孔、铰孔等。

如图 1—1 所示，CA6140 车床是机械加工中应用较广的卧式车床，它主要由床身、主轴箱、进给箱、溜板箱、刀架、卡盘、尾架、丝杠和光杆等组成。

CA6140 车床有两个主要的运动：一是卡盘带动工件的旋转，也就是车床主轴的运动；二是溜板带动刀架的直线运动，称为进给运动。下面我们来学习安装 CA6140 型车床的电气控制线路。



1—主轴箱；2—刀架；3—尾架；4—床身；5—床腿；6—光杠；
7—丝杠；8—溜板箱；9—床腿；10—进给箱；11—挂轮架；12—卡盘

图 1—1 CA6140 型卧式车床外形及结构

该车床型号的意义如图 1—2 所示。

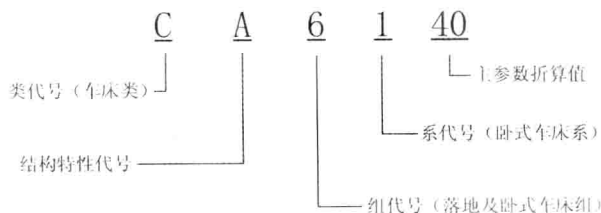


图 1—2 车床的型号

一、电路图的绘制及识读原则

电路图是根据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组成和连接关系,而不涉及其结构尺寸、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、作用以及电路的工作原理,是电气线路安装、调试和维修的理论依据。

绘制、识读电路图时应遵循以下原则:

(1) 电路图一般分为电源电路、主电路和辅助电路三部分。

电源电路要画成水平直线,三相交流电源的相序 U、V、W 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“+”极画在上边,“-”极画在下边。电源开关要水平画出。

主电路是指受电的动力装置及其控制、保护电器的支路,是电源向负载提供电能的电路。电力拖动控制线路的主电路主要由主熔断器、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,电流较大,因此主电路用粗实线画在电路图的左侧并垂直于电源电路。

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,以及提供机床设备局部照明的照明电路等。它主要由主令电器的触头、接触器的线圈及辅助触头、继电器的线圈及触头、指示灯和照明灯等组成。辅助电路通过的电流都比较小,一般不超过 5A。辅助电路一般跨接在两相电源线之间,按照控制电路、指示电路和照明电路的顺序依次垂直画在主电路图的右侧,耗能元件(如接触器和继电器的线圈、指示灯等)要画在电路图的下方,与下边电源线相连。而各种电器的触头则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,各电器的触头状态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,各电器元件不画出其实际的外形图,而采用国家统一规定的电气图形符号表示。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的电路中,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。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。

(4) 画电路图时,应尽可能减少或避免线条交叉。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圆点。

(5) 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，为了不引起误解和混淆，在字母前用不同的数字加以区别，如 1U，IV，IW；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。

二、低压电器

工作在交流 1200V、直流 1500V 额定电压及以下的电路中，能根据外界信号（机械力、电动力和其他物理量）自动或手动接通或断开电路的电器称为低压电器。其作用是实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测 and 调节。

1. 低压断路器

低压断路器通常称为空气开关，它集控制和多种保护功能于一体，线路正常工作时，它作为电源开关接通和切断电路；当线路发生短路、过载和失压等故障时，它能自动跳闸切断故障电路，从而保护电路和电器。在机床电气控制线路中，常用三极塑壳式断路器，其外形如图 1—3 所示。



图 1—3 常用低压断路器的外形图

低压断路器主要由触点系统、操作机构、保护元件（各种脱扣器）和灭弧系统四部分组成。断路器合闸或分断操作是靠操作机构手动或电动进行的，合闸后自由脱扣机构将触头锁在合闸位置上，使触头闭合。当电路发生故障时，通过各自的脱扣器使自由脱扣机构动作，以实现自动分断的保护作用。低压断路器的型号及符号如图 1—4、图 1—5 所示。

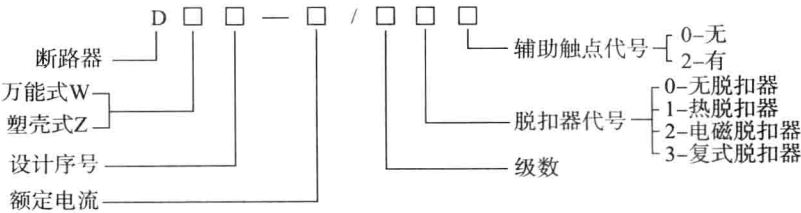


图 1—4 低压断路器的型号含义

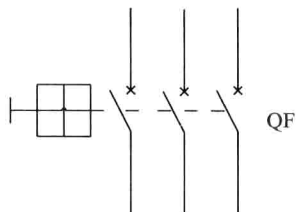


图 1—5 低压断路器的图形符号、文字符号

2. 低压熔断器

熔断器由熔体（俗称保险丝）和安装熔体的熔管（或熔座）两部分组成。其中熔体是关键部分，熔体是由低熔点的金属材料（如铅、锡、锌、铜、银及其合金等）制成，其形状有丝状、带状、片状等；熔管的作用是安装熔体及在熔体熔断时熄灭电弧，多由陶瓷、绝缘钢纸或玻璃纤维材料制成。常见熔断器的外形及符号如图 1—6、图 1—7 所示。

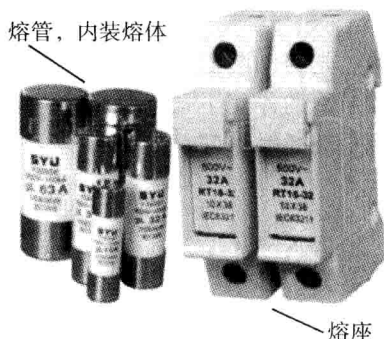


图 1—6 有填料密封管式熔断器



图 1—7 熔断器的图形符号、文字符号

熔断器的型号如图 1—8 所示。

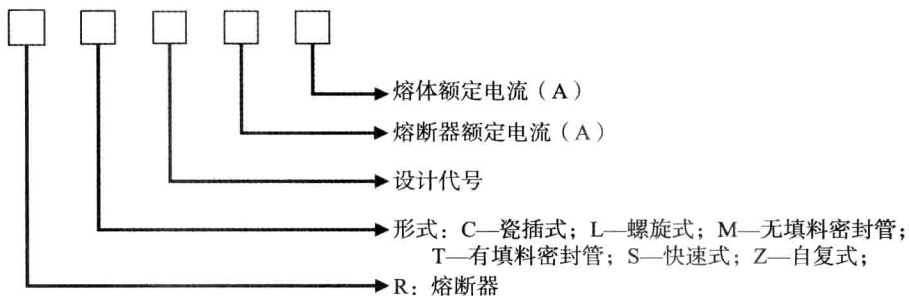


图 1—8 熔断器的型号

3. 主令电器

主令电器是一种专门发出指令、接通或断开控制电路的电器。在电力拖动控制系统中常用来控制电动机的起动、停车、调速及制动等。常用的主令电器有按钮、行程开关、接近开关等。

(1) 按钮。

按钮开关是一种用人力（一般为手指或手掌）操作，并具有储能（弹簧）复位的通断

装置，在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、继电器等电器，再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气联锁。

按钮由按钮帽、桥式动触点、静触点、复位弹簧、支柱连杆及外壳等构成，如图 1—9 所示。按钮通常做成复合式的，即同时具有动断触点和动合触点。常用的按钮如图 1—10 所示。

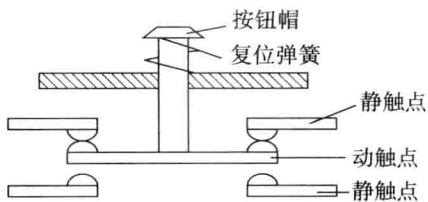


图 1—9 按钮开关的结构

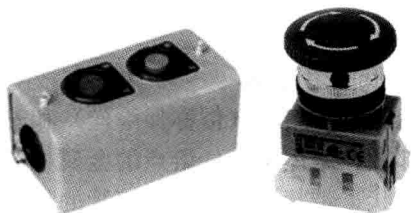


图 1—10 常用按钮的外形

操作时，将按钮帽往下按，桥式动触点就向下运动，先与动断静触点分断，再与动合静触点接通。一旦操作人员的手指离开按钮帽，在复位弹簧的作用下动触点向上运动，恢复初始位置。在复位过程中，先是动合触点分断，然后是动断触点恢复闭合。

按钮的型号及图形符号如图 1—11 所示。

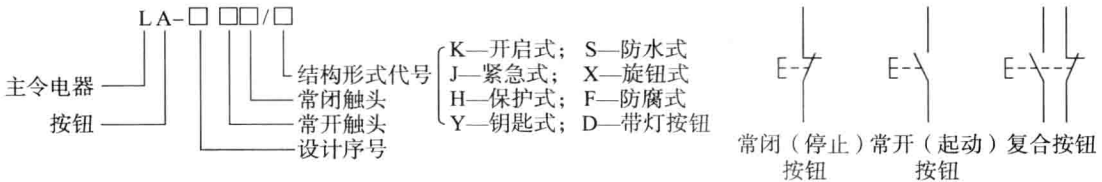
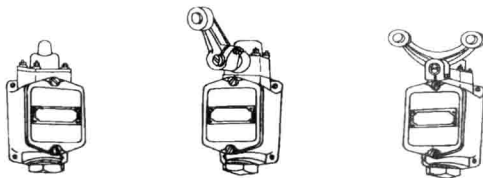


图 1—11 按钮开关的型号与符号

(2) 行程开关。

行程开关是利用机械运动部件的碰撞来发出控制指令，以控制其运动方向、速度、行程或位置的一种主令电器。主要用于机床、自动生产线或其他机械的限位自动停止、反向运动、自动往返等。

各系列行程开关的基本结构大体相同，都是由触点系统、操作机构和外壳组成。根据操作机构的不同，常见的行程开关有按钮式、旋转式。JLXK1 系列行程开关的外形如图 1—12 所示。



(a) 按钮式 (b) 单轮旋转式 (c) 双轮旋转式

图 1—12 JLXK1 系列行程开关

JLXK1 系列行程开关的动作原理如图 1—13 所示。当运动部件的挡铁碰压行程开关的滚轮时，杠杆连同转轴一起转动，使凸轮推动撞块，当撞块被压到一定位置时，推动微动开关快速动作，使其动断触点断开，动合触点闭合。

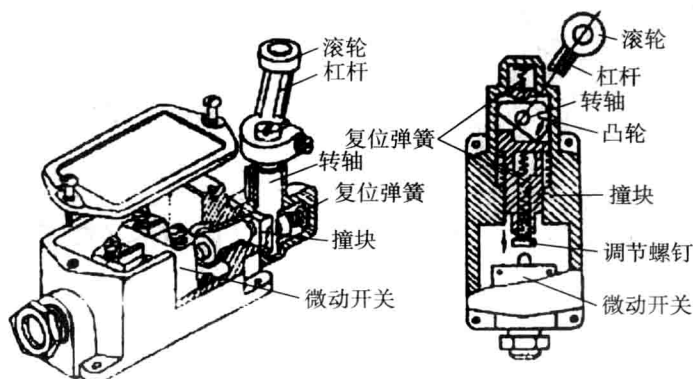


图 1—13 JLXK1 - 111 型行程开关的结构和动作原理图

常用的行程开关有 LX19 和 JLXL1 系列，其型号及含义如图 1—14 所示。

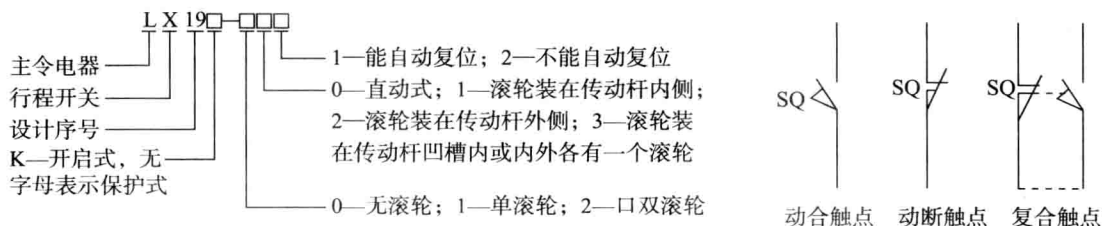


图 1—14 行程开关的型号及符号图

4. 接触器

接触器是一种自动的电磁式开关，适用于远距离频繁地接通或断开交、直流主电路及控制电路，其主要控制对象是电动机。它不仅能实现自动操作和欠压零压释放保护功能，而且具有控制容量大、工作可靠、操作频率高、使用寿命长等优点。

接触器按主触点通过的电流种类，分为交流接触器和直流接触器两种。在机床电气控制线路中，主要采用的是交流接触器。

交流接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧装置及辅助部件等组成。CJ10-20 型交流接触器的结构和工作原理如图 1—15 所示。

(1) 电磁系统。

电磁系统由线圈、动铁芯（衔铁）和静铁芯三部分组成。如图 1—16 所示，工作时给线圈通电，线圈中流过的电流产生磁场，使静铁芯产生足够大的吸力，克服反作用弹簧的反作用力，将衔铁吸合带动触点系统断开或接通受控电路。当接触器线圈断电或电压显著下降时，由于电磁吸力消失或过小，衔铁在反作用弹簧的作用下复位，带动各触点恢复到原始状态。常用的 CJ10 等系列的交流接触器在 0.88~1.08 倍的额定电压下，能保证可靠吸合。CJ10 系列交流接触器的衔铁运动方式有两种：衔铁直线运动的螺管式如图 1—16

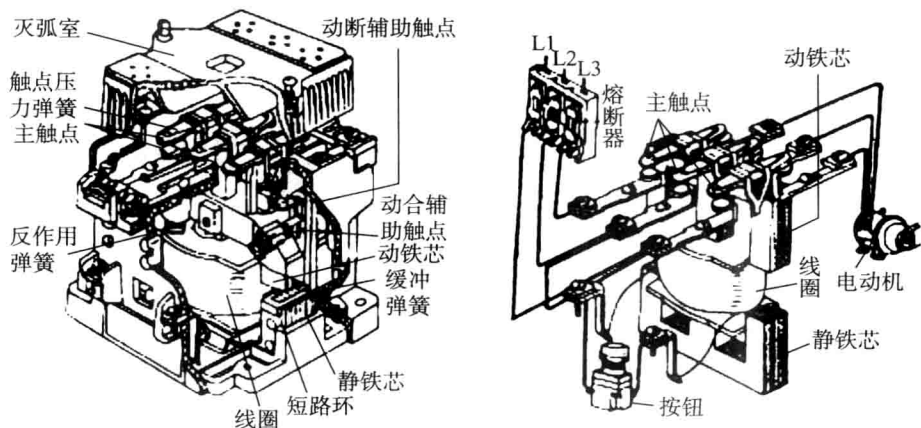


图 1—15 交流接触器的结构和工作原理

所示，衔铁绕轴转动的拍合式。

(2) 触点系统。

触点按接触情况可分为点接触式、线接触式和面接触式三种，分别如图 1—17 所示。按通断能力划分，交流接触器的触点分为主触点和辅助触点。主触点用以通断电流较大的主电路，一般由三对接触面较大的动合触点组成。辅助触点用以通断电流较小的控制电路，一般由两对动合触点和两对动断触点组成。CJ10 系列交流接触器的触点一般采用双断点桥式触点。触点是电器的执行机构，在衔铁的带动下起接通和分断电路的作用，触点通常用铜银合金制成。

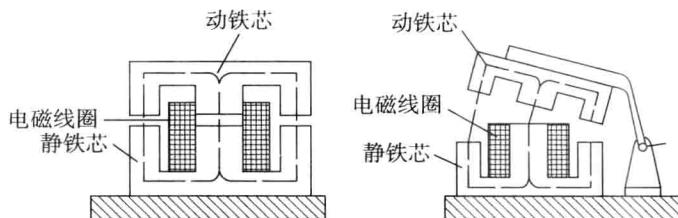


图 1—16 交流接触器电磁系统结构图

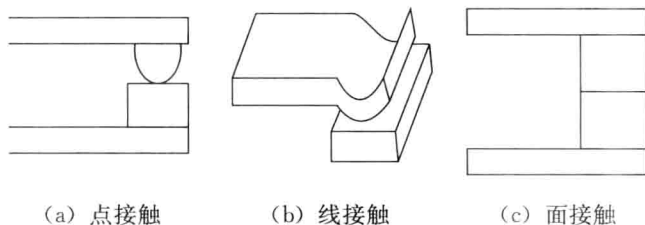


图 1—17 触点的三种接触形式

(3) 灭弧装置。

交流接触器在断开大电流或高电压电路时，会在动、静触头间产生很强的电弧，它一

方面会灼伤触头，减少触头的使用寿命；另一方面会使电路切断时间延长，造成短路或引起火灾。所以，容量在 10A 以上的接触器中都装有灭弧装置。

交流接触器在电路图中的型号及符号如图 1—18、图 1—19 所示。

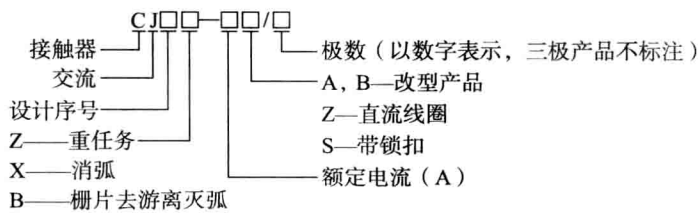


图 1—18 交流接触器型号

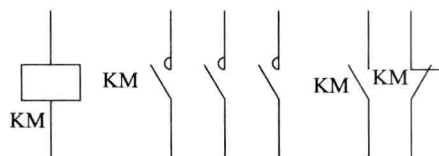


图 1—19 交流接触器符号

选用交流接触器时，它的工作电压应高于被控制电路的最高电压，主触点的额定电流应大于被控制电路的最大工作电流，吸引线圈的额定电压应与被控辅助电路的电源电压相一致，一般采用 380V 或 220V，在线路复杂或电源电压较低及有特殊要求时可选 127V、36V 等。

5. 热继电器

继电器是一种根据输入信号接通或断开小电流电路，进而实现远距离控制和保护电力拖动装置的控制电器。其输入量可以是电流、电压等电量，也可以是温度、时间、速度、压力等非电量，而输出则是触点的动作或者是电路参数的变化。继电器不直接控制电流较大的主电路，而是通过接触器或其他电器对主电路进行控制。

热继电器是通过流过继电器的电流所产生的热效应而动作的自动保护电器。主要用于电动机的过载保护、断相保护、三相电流不平衡运行的保护及其他电气设备发热状态的控制。热继电器的形式有多种，其中以双金属片式热继电器应用为最多。按极数划分，热继电器可分为单极、两极和三极，其中三极热继电器又分为带断相保护装置和不带断相保护装置两种。

JR18 系列热继电器的外形和结构如图 1—20 所示。它主要由热元件、动作机构、触点系统、电流整定装置、复位机构和温度补偿元件等部分组成。

(1) 热元件。

热元件是热继电器的主要组成部分，由主双金属片和绕在外面的电阻丝组成。主双金属片由两种热膨胀系数不同的金属片复合而成，金属片的材料多为铁镍铬合金和铁镍合金。电阻丝一般用康铜或镍铬合金等材料制成。

(2) 动作机构和触点系统。

动作机构利用杠杆传递及弓簧式瞬跳机构来保证触点动作的迅速、可靠。触点系统采

用单断点弓簧跳跃式动作，一般为一个动合触点、一个动断触点。

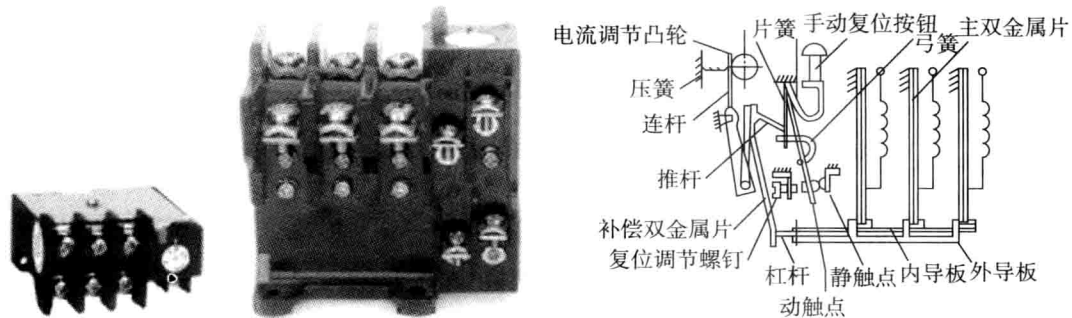


图 1—20 JR18 系列热继电器的外形图和结构图

(3) 电流整定装置。

通过旋钮和电流调节凸轮调节推杆间隙，改变推杆移动距离，从而调节整定电流值。

(4) 复位机构。

复位机构有手动和自动两种形式，可根据使用要求通过复位调节螺钉进行自由调整选择。一般自动复位的时间不大于 8min，手动复位时间不大于 2min。

使用时，将热继电器的三相热元件分别串接在电动机的三相主电路中，动断触点串接在控制电路的接触器线圈回路中。当电动机过载时，流过电阻丝的电​​流超过热继电器的整定电流，电阻丝发热，主双金属片向右弯曲，推动导板向右移动，通过温度补偿双金属片推动推杆绕轴转动，从而推动触点系统动作，动触点与动断静触点分开，使接触器线圈断电，接触器触点断开，将电源切断起保护作用。电源切断后，主双金属片逐渐冷却恢复原位，动触点在失去作用力的情况下，靠弹簧的弹性自动复位。

热继电器整定电流的大小可通过旋转电流整定旋钮来调节，旋钮上刻有整定电流值标尺。所谓热继电器的整定电流，是指热继电器连续工作而不动作的最大电流。

由于热继电器主双金属片受热膨胀的热惯性及动作机构传递信号的惰性原因，热继电器从电动机过载到触点动作需要一定的时间，因此热继电器不能用作短路保护。但也正是这个热惯性和机械惰性，保证了热继电器在电动机起动或短时过载时不会动作，从而满足了电动机的运行要求。

热继电器的型号和符号如图 1—21 和图 1—22 所示。

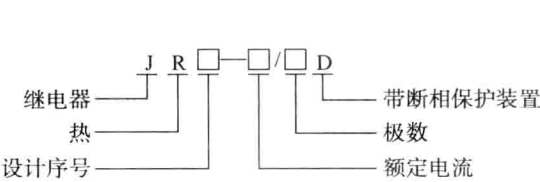


图 1—21 热继电器的型号

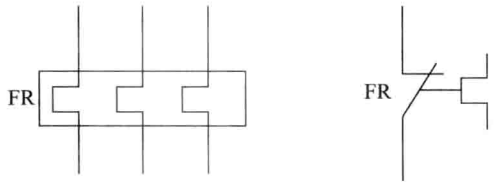


图 1—22 热继电器的符号

根据电动机的额定电流选择热继电器的规格，一般使热继电器的额定电流大于电动机的额定电流，发热元件的整定电流为电动机额定电流的 0.95~1.05 倍。根据电动机定子绕组的连接方式选择热继电器的结构形式。定子绕组为星形连接方式的选用普通三相结构

的热继电器，定子绕组为三角形连接方式的选用三相结构带断相保护器的热继电器。

三、电力拖动基本控制方式

按下按钮电动机就通电运转，松开按钮电动机就断电停转的控制方式，称为点动。

当起动按钮松开后，接触器通过自身的辅助常开触头使其线圈保持通电的控制方式叫做自锁。与起动按钮并联起自锁作用的辅助触头叫做自锁触头。

几台电动机的起动或停止按一定的先后顺序来完成的控制方式，叫做电动机的顺序控制。

任务分析

一、CA6140 车床电力拖动及控制要求

CA6140 卧式车床的电力拖动及控制要求见表 1—1。

表 1—1 CA6140 卧式车床的电力拖动及控制要求

运动种类	运动形式	控制要求
主运动	由主轴通过卡盘或顶尖带动工件旋转	(1) 主轴电动机选用三相笼式异步电动机，采用齿轮箱进行机械调速 (2) 车削螺纹时要求主轴有正反转，由摩擦离合器来实现，电动机只做单向旋转 (3) 主轴电动机的容量不大，可采用直接起动
进给运动	刀架带动刀具的直线运动	由主轴电动机拖动，动力由挂轮箱传递给进给箱来实现刀具的纵向、横向进给。加工螺纹时，要求刀具的移动和主轴转动有固定的比例关系
辅助运动	刀架带动刀具的快速移动	由刀架快速移动电动机拖动，该电动机可直接起动，点动控制
	加工过程中刀具和工件温度较高，需用切削液冷却	冷却泵电动机和主轴电动机要实现顺序控制，冷却泵电动机不需要正反转和调速

二、CA6140 车床电气控制线路分析

CA6140 卧式车床电路图如图 1—23 所示。

1. 机床电路图的识读

电路图按电路功能分为若干个单元，并用文字将其功能标注在电路图上部的栏内。在电路图下部划分为若干图区，并从左至右依次用阿拉伯数字编号标注在图区栏内，一条支路为一个图区。

接触器线圈下方画出两条竖线，分成左、中、右三栏，左栏表示主触头所在的图区，中栏表示辅助常开触头所在的图区，右栏表示辅助常闭触头所在的图区。而继电器只有常开、常闭两种触头，所以线圈下方画一条竖线，分成左右两栏，左栏表示常开触头所在的图区，右栏表示常闭触头所在的图区。对备而未用的触头，在相应的栏内标记“×”或不标记任何符号。

触头文字符号下面标记的数字表示该电器线圈所在的图区。