



高职高专“十一五”规划教材

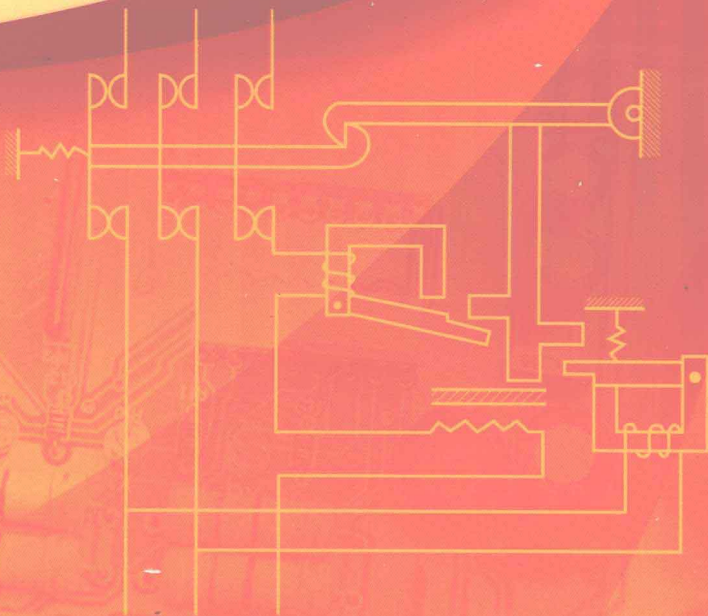
电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC

罗振成 张桂枝 主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

电气控制与PLC

DIANQI KONGZHI YU PLC

罗振成 张桂枝 主 编

孙宏昌 贾玉芬 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

元 35.00 价 定

本书从实际应用和便于“基于工作过程”的教学要求出发,以模块形式组织教材,全书分为三个模块:模块一介绍了电气控制中的基本知识,常用低压电器的原理、结构、电气参数、选用原则,三相笼型异步电动机的继电器控制;模块二介绍了可编程控制器的基本知识和西门子 S7-200PLC 的使用、基本指令、编程软件的使用;模块三介绍了顺序功能图编程方法和 PLC 在电机控制、普通机床、数控机床、液压系统、通信等方面的应用。在每个项目后都配备了习题,便于自学和提高。

本书可作为高职高专相关专业的教材,本书项目的组织与评价参考了维修电工考核标准,因此可作为维修电工的培训教材,也可作为工程技术人员学习电气控制与 PLC 的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC/罗振成,张桂枝主编. —北京:化学工业出版社,2010.2
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-07299-3

I. 电… II. ①罗…②张… III. ①电气控制-高等学校:技术学院-教材②可编程控制器-高等学校:技术学院-教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 004417 号

责任编辑:韩庆利 鲍晓娟
责任校对:王素芹

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号) 邮政编码 100011

印 装:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 457 千字 2010 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着计算机等技术在电气控制技术中的应用,以可编程序控制器(PLC)为核心的新型控制器在电气控制系统中已逐步取代了传统的继电器控制系统,PLC在各个行业得到了广泛应用。《电气控制与PLC》课程是机电类、电气类专业中核心课程之一,它包含了低压电器、继电器逻辑控制、可编程序控制器原理与应用等内容。本书集理论和实际操作于一体,结合高等职业学院学生的特点,使学生的理论知识和操作技能在有限时间内得到最大化的提高、强化。

本书的特点:

(1) 理论知识与技能相融合。充分考虑到目前学生的知识结构、生源素质、技能水平等实际状况。理论知识的阐述采取适度、必需、够用的原则,整合需要的专业知识,理论联系实际、理论指导实际操作,并结合维修电工考核标准中所规定的应掌握的基本技能,使知识与技能很好地融合在一起,重点放在技能的掌握和提高上。

(2) 体现行业规范。本书内容完全按照学生未来就业岗位操作规程的要求编写。

(3) 体现“工作过程”的特色。结合电气控制技术的实际应用,以典型应用为项目,引导教学过程来巩固基本知识,突出现场教学,使学生熟悉工作过程,提高知识应用能力。

(4) 教材内容循序渐进。以模块形式组织内容、任务驱动为引导、项目实践为应用,使学生理论、技能的掌握循序渐进。全书的内容组织和每个模块的内容组织,都是从简到难的顺序,每个模块可独立使用。

本书包含三个模块:模块一从实际应用和教学的角度,介绍了常用低压电器的原理、结构、电气参数、选用原则、电气控制的基本知识和三相笼型异步电动机的控制原理与操作;模块二介绍了可编程序控制器的基本知识和西门子S7-200的使用、基本指令、编程软件的使用;模块三介绍了PLC在电机控制、机床控制、液压系统、数控机床、通信等方面的应用。模块中配备了精选的习题,便于教学和自学。

本书的模块一的预备知识一至七、模块二的预备知识一至六由贾玉芬编写;模块一的预备知识八至十、模块二的预备知识七至十三由张桂枝编写;模块一中的项目一至八由杨兴编写;模块二中的项目、模块三的预备知识和项目一至九由罗振成编写;模块三中的项目十由孙宏昌编写。全书由罗振成、张桂枝任主编。全书的程序由罗振成、张桂枝调试。编写过程中得到了周芝田、王小平、王永琴的大力帮助,在此表示感谢。

本书有配套电子教案,可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师,如果有需要,可邮件至 hqlbook@126.com 索取。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者
2009年12月

目 录

模块一 三相笼型电动机的基本控制线路..... 1

预备知识..... 1

知识一 低压电力开关电器的认识..... 1

知识二 认识低压控制电器..... 5

知识三 认识低压主令电器..... 10

知识四 认识低压执行电器..... 13

知识五 变压器及直流稳压电源..... 14

知识六 电气制图的基本知识..... 15

知识七 配线技术..... 18

知识八 配线材料..... 21

知识九 电气制图软件介绍..... 24

知识十 低压电器选用..... 26

项目..... 29

项目一 手动单向运转电路的安装与调试..... 29

项目二 点动单向运转电路的安装与调试..... 32

项目三 长动单向运转电路的安装与调试..... 38

项目四 正反转电路的安装与调试..... 44

项目五 自动往复运转电路的安装与调试..... 49

项目六 顺序运转与多地控制电路的安装与调试..... 54

项目七 星-三角降压启动运转电路的安装与调试..... 60

项目八 单向运转制动电路的安装与调试..... 66

模块二 初识 S7-200PLC..... 73

预备知识..... 73

知识一 PLC 的产生与定义..... 73

知识二 PLC 的特点与性能..... 74

知识三 PLC 系统的组成..... 76

知识四 PLC 的工作原理..... 80

知识五 PLC 的编程语言..... 82

知识六 可编程控制器的分类与应用..... 83

知识七 西门子 S7-200 的结构与接线..... 85

知识八 CPU224 的编程软元件..... 90

知识九 S7-200 数据类型及寻址方式	91
知识十 S7-200 基本指令	95
知识十一 编程规则	103
知识十二 常用梯形图	104
知识十三 编程软件介绍	105
项目	109
项目 CPU224 的使用	109
任务一 初识 CPU224 PLC	109
任务二 编程器的使用	112
任务三 利用 PLC 控制一盏灯	120
模块三 S7-200PLC 的使用	124
预备知识	124
知识一 根据继电器电路图设计梯形图	124
知识二 顺序控制设计法	128
项目	137
项目一 利用 PLC 改造 CA6140 车床控制系统	137
项目二 利用 PLC 实现液压系统的控制	148
项目三 三相异步电动机的星-三角降压启动控制	159
项目四 利用 PLC 实现小车系统的控制	163
项目五 利用 PLC 实现交通红绿灯的控制	169
项目六 车辆出入库管理	175
项目七 利用 PLC 改造 XA5032 铣床控制系统	180
项目八 利用 PLC 实现机械手的控制	195
项目九 利用 PLC 控制 MM420 变频器	206
项目十 PLC 在数控机床中的应用	215
附录	257
附录 A 电气制图常用图形符号	257
附录 B 国家电气标准的若干规定	260
附录 C 部分低压电器技术参数	265
附录 D S7-200 特殊继电器标志位	267
附录 E S7-200 的 SIMATIC 指令集简表	274
参考文献	279

模块一 三相笼型电动机的基本控制线路

预备知识

知识一 低压电力开关电器的认识

1. 低压电器的概述

(1) 电器的定义

电器是根据外界特定的信号和要求,自动或手动接通和断开电路,断续或连续地改变电路参数,实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的电气设备。工作在交流额定电压 1200V 以下,直流额定电压 1500V 以下的电器称为低压电器。

(2) 低压电器的电磁机构及执行机构

① 电磁机构。电磁机构的作用是将电磁能转换成为机械能并带动触点的闭合或断开,完成电路的通断控制作用。电磁机构由吸引线圈、铁芯和衔铁组成,如图 1-1 所示,其结构形式按衔铁的运动方式可分为直动式和拍合式。线圈通电产生磁通,衔铁在电磁吸力作用下产生机械位移与铁芯吸合。通入直流电的线圈称直流线圈,通入交流电的线圈称交流线圈。对于直流线圈,铁芯不发热,只是线圈发热,因此线圈

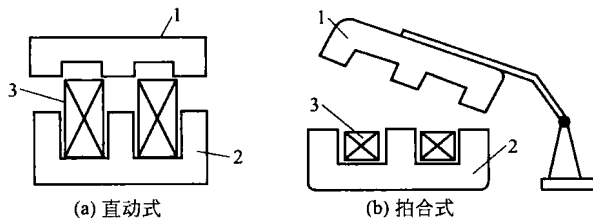


图 1-1 电磁机构
1—衔铁; 2—铁芯; 3—吸引线圈

与铁芯接触以利散热,线圈做成无骨架、高而薄的瘦高型,以改善线圈自身散热。对于交流线圈,除线圈发热外,由于铁芯中有涡流和磁滞损耗,铁芯也会发热。为了改善线圈和铁芯的散热情况,在铁芯与线圈之间留有散热间隙,而且把线圈做成有骨架的短粗型。铁芯用硅钢片叠成,以减小涡流。在交流电流产生的交变磁场中,为避免因磁通过零点造成衔铁的抖动,需在交流电器铁芯的端部开槽,嵌入一铜短路环,使环内感应电流产生的磁通与环外磁通不同时过零,使电磁吸力总是大于弹簧的反作用力,因而可以消除铁芯的抖动。

② 触头系统。触头的作用是接通或分断电路,因此,要求触点具有良好的接触性能和导电性能,电流容量较小的电器,其触点通常采用银质材料。这是因为银质触点具有较低和较稳定的接触电阻,其氧化膜电阻率与纯银相似,可以避免触点表面氧化膜电阻率增加而造成接触不良。

触点的结构有桥式和指形两种,如图 1-2 所示。

③ 灭弧系统。触点分断电路时,由于热电子发射和强电场的作用,使气体游离,从而

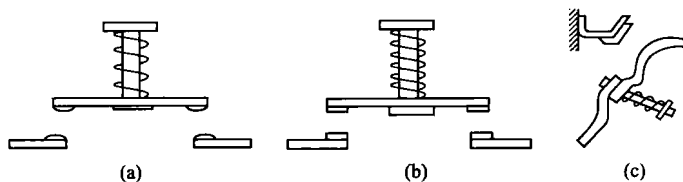


图 1-2 触头系统

在分断瞬间产生电弧。电弧的高温能将触点烧损，缩短电器的使用寿命，又延长了电路的分断时间。因此，应采用适当措施迅速熄灭电弧。低压控制电器常用的灭弧方法有：电动力灭弧、磁吹灭弧、栅片灭弧等，如图 1-3～图 1-5 所示。

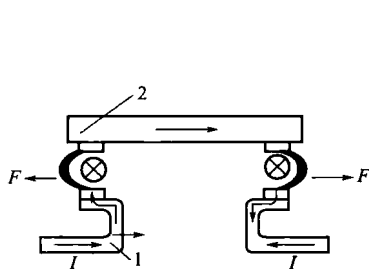


图 1-3 电动力灭弧

1—静触点；2—动触点

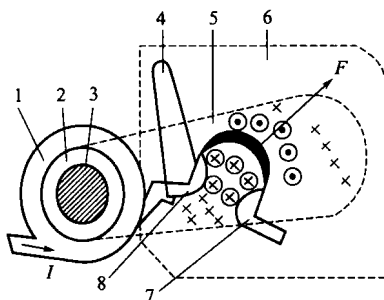


图 1-4 磁吹灭弧

1—磁吹线圈；2—绝缘套；3—铁芯；
4—引弧角；5—导磁夹板；6—灭弧罩；7—动触点；8—静触点

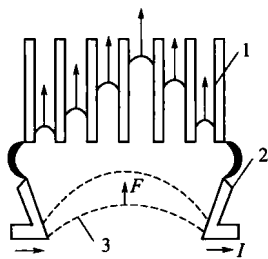


图 1-5 栅片灭弧

1—栅片；2—触点；3—电弧

2. 认识低压电力开关电器

低压电力开关电器主要用于电源的引入和隔离，这类电器有刀开关、空气开关、隔离开关、转换开关以及熔断器等。

(1) 刀开关

刀开关俗称闸刀开关，是一种结构最简单且应用最广泛的一种手动配电电器。主要用于手动接通或断开交、直流电路，通常只作为隔离开关使用，也可用于手控不频繁地接通或断开带负载的电路，有时也用来控制容量小于 7.5kW 的电动机作不频繁地直接启动和停机。在低压电路中常用的刀开关有 HK1、HK2 系列。图 1-6 为 HK 系列刀开关的外形图、结构图及图形符号。

刀开关的种类很多，按刀的极数可分为单极、双极、三极。安装和使用时应注意下列事项：安装时，刀开关在合闸状态下手柄应该向上，不能倒装和平装，以防止触刀松动落下时误合闸；电源进线应接在静触片一边的进线端（进线座应在上方）。用电设备应接在动触片一边的出线端。这样，当开关断开时，触刀和熔丝均不带电，以保证更换熔丝时的安全。

(2) 组合开关

组合开关又称转换开关，它是一种转换式的刀开关。其特点是用动触片代替闸刀，以手柄左右旋转操作代替闸刀开关的上下分合操作。组合开关常用来作为电源的引入开关，也用来控制小型笼式异步电动机启动、停止、正反转及局部照明。

组合开关由动触点（动触片）、静触点（静触片）、转轴、手柄、定位机构及外壳等部分组成。其动、静触点分别叠装于数层由绝缘材料隔开的胶木盒内。静触点固定在绝缘垫板

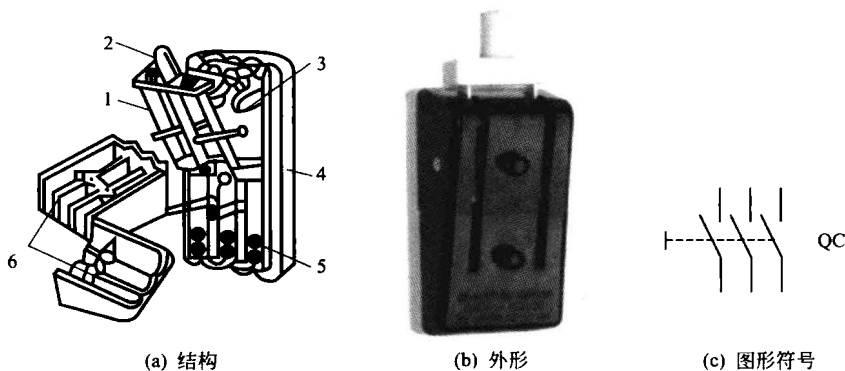


图 1-6 刀开关

1—触刀；2—手柄；3—静触头；4—瓷底；5—保险丝；6—胶盖

上，动触点装在有手柄的转轴上，当转动手柄时，每层的动触点随方形转轴一起转动，从而实现对电路的通、断控制。图 1-7 所示分别为组合开关的外形图和图形符号。组合开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、允许操作频率、极数、可控制电动机的最大功率等。

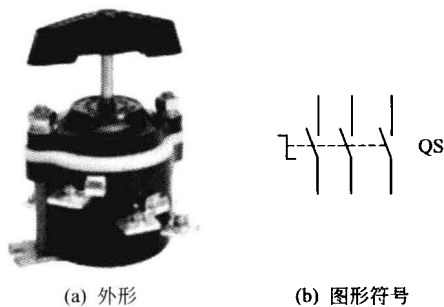


图 1-7 组合开关

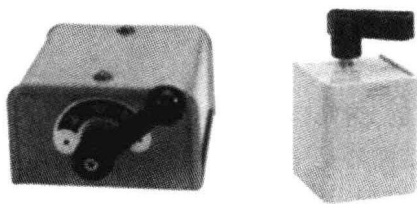


图 1-8 倒顺开关

(3) 倒顺开关

倒顺开关也叫转换开关。它起接通或断开电源和负载的作用，也可以控制电动机的正转或反转。图 1-8 为倒顺开关外形图。

(4) 空气开关

空气开关又称为空气断路器，是在低压电路中广泛应用的一种控制保护电器。它利用脱扣器实现短路、过载和欠压等多种保护功能。其特点是：保护功能强，体积小，动作后不需要更换元件，工作安全可靠，断流能力大，电流值可随时整定，安装使用方便。

自动空气开关主要由触点系统、灭弧装置、操作机构和保护装置（各种脱扣器）等几部分组成，如图 1-9 所示。

主触点利用操作机构（手动或电动）来闭合。当主触点闭合后就被锁钩锁住。过流脱扣器在正常运行时其衔铁是释放的，一旦发生严重过载或短路故障时，与主电路串联的线圈流过太电流而产生较强的电磁吸力把衔铁往下吸而顶开锁钩，使主触点断开，起到过流保护作用。欠压脱扣器的工作情况则相反，当电源电压正常时，对应电磁铁产生吸力将衔铁吸住，当电压低于一定值时，电磁吸力减小，衔铁释放而使主触点断开。当电源电压恢复正常时，必须重新合闸才能工作，实现了欠压保护。当线路发生过载时，过载电流使双金属片受热弯曲，撞击杠杆，使锁扣脱扣，主触点在弹簧的拉力作用下分断，从而断开主电路，起到过载

保护作用。图 1-10 所示为自动空气开关的外形图和图形符号。

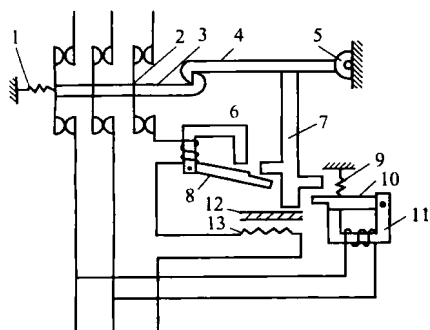
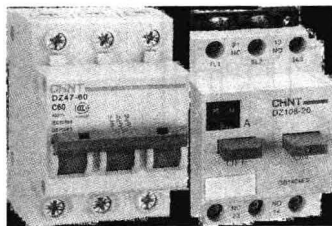
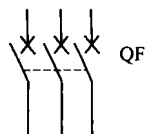


图 1-9 自动空气开关的原理图

- 1,9 - 弹簧；2 - 触点；3 - 锁键；4 - 搭钩；
5 - 转轴；6 - 过电流脱扣器；7 - 杠杆；
8,10 - 衔铁；11 - 欠电压脱扣器；
12 - 双金属片；13 - 热元件



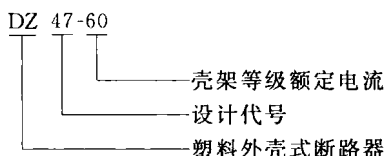
(a) 外形



(b) 圆形符号

图 1-10 自动空气开关的外形和图形符号

常用空气开关型号的含义：



(5) 熔断器

熔断器是一种用于短路保护的电器，它由熔体（俗称保险丝）和安装熔体的绝缘底座（或称熔管）组成。熔体呈片状或丝状，用易熔金属材料，如锡、铅、铜、银及其合金等制成。熔丝的熔点一般在 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。熔断器使用时串接在要保护的电路上，当正常工作时，熔体相当于一导体，允许通过一定的电流，熔体的发热温度低于熔化温度，因此长期不熔断。当电路发生短路或严重过载故障时，流过熔体的电流大于允许的正常发热的电流，使得熔体的温度不断上升，最终超过熔体的熔化温度而熔断，从而切断电路，保护电路及设备。常用的熔断器有瓷插式熔断器、螺旋式熔断器、快速熔断器及有填料封闭管式熔断器等类型。

瓷插式熔断器是一种常见的机构简单的熔断器，如图 1-11(a) 所示，它由瓷底座、瓷插件、动触头、静触头和熔体组成。此种熔断器具有价廉、尺寸小、更换方便等优点，但其分断能力较小，电弧声光效应较大，一般用于低压分支电路的短路保护。

螺旋式熔断器由瓷底座、瓷帽、瓷套、熔管等组成，如图 1-11(b) 所示。熔管内装有熔体、石英砂填料，将熔管安装在底座内，旋紧瓷帽，就接通了电路。当熔体熔断时，熔管端部的红色指示器跳出。旋开瓷帽，更换整个熔管。熔管内的石英砂的作用是在熔断时电弧

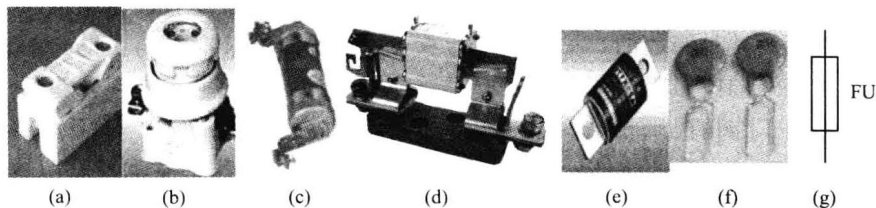


图 1-11 熔断器外形及图形符号

在石英砂中迅速冷却熄灭，提高分断能力。

封闭管式熔断器是一种具有大分断能力的熔断器，广泛用于供电线路和要求分断能力高的场合，例如变电所主回路、成套配电装置。如图 1-11(c) 是无填料式，图 1-11(d) 是有填料式。图 1-11(e) 是快速熔断器用于电力电子线路的保护。

上述几种熔断器的熔体一旦熔断，更换后才能重新接通电路，而自复式熔断器 [如图 1-11(f) 所示] 当发生短路时，切断电路但不必更换熔断器，可重复使用。原理是在常温下具有高电导率；电阻很小；当电路发生短路时，短路电流产生高温，使电阻很大，从而限制了短路电流。当短路电流消失后，温度下降，恢复原有的导电性。图 1-11(g) 是熔断器的图形符号。

熔断器的主要性能参数有额定电压、额定电流、极限分断电流等。

知识二 认识低压控制电器

低压控制电器主要用于电力拖动控制系统。这类低压电器有接触器、继电器、控制器等。对这类电器的主要技术要求是有一定的通断能力，操作频率高，寿命要长。

1. 接触器

接触器是一种自动的电磁式电器，适用于远距离频繁接通或断开交直流主电路及大容量控制电路。其主要控制对象是电动机，也可用于控制其他负载，如电焊机、电容器、电阻炉等。它能实现远距离自动操作、欠电压保护和零电压保护功能，其控制容量大，工作可靠，操作频率高，使用寿命长。常用的接触器分为交流接触器和直流接触器两类，交流接触器使用较多。

目前我国常用的交流接触器主要有 CJ20、CJX1、CJX2 和 CJT1 系列等。图 1-12 是 CJ20 交流接触器结构示意图，主要由触点系统、电磁机构和灭弧装置等组成。触点系统是接触器的执行元件，用来接通和断开电路。接触器的触点有主触点和辅助触点之分，主触点用以通断主电路，辅助触点用以通断控制回路。电磁机构的作用是将电磁能转换成机械能，操纵触点的闭合或断开。由于交流接触器的线圈通交流电，在铁芯中存在磁滞和涡流损耗，会引起铁芯发热。为了减少涡流损耗、磁滞损耗，以免铁芯发热过甚，铁芯由硅钢片叠铆而成。为了减小机械振动和噪声，在静铁芯端面上要装有短路环。

当交流接触器电磁系统中的线圈通入交流电流以后，铁芯被磁化，产生大于反力弹簧弹力的电磁力，将衔铁吸合，带动了主触点的闭合，接通主电路，同时动断辅助触点

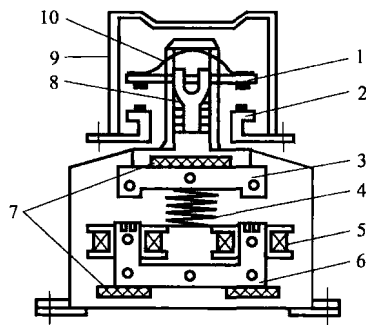


图 1-12 CJ20 交流接触器结构示意图

1—动触点；2—静触点；3—衔铁；
4—缓冲弹簧；5—电磁线圈；6—静
铁芯；7—垫毡；8—触点弹簧；9—
灭弧罩；10—触点簧片

首先断开，接着，动合辅助触点闭合。当线圈断电或外加电压太低时，在反力弹簧的作用下衔铁释放，动合主触点断开，切断主电路；动合辅助触点首先断开，接着，动断触点恢复闭合。交流接触器的外形如图 1-13 所示，图形符号如图 1-14 所示。

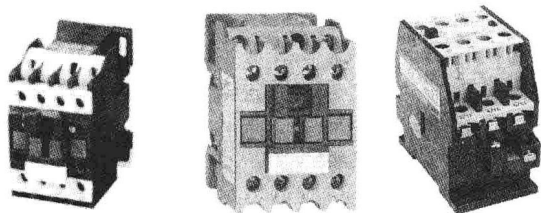


图 1-13 交流接触器外形

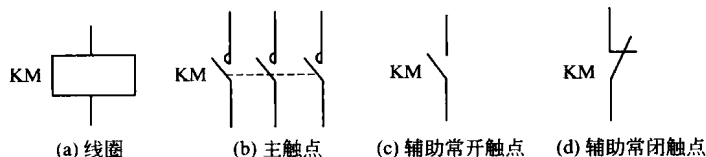


图 1-14 接触器图形符号

接触器的主要技术数据:

① 额定电压: 指主触点的额定工作电压, 此外还应规定辅助触点及吸引线圈的额定电压。直流线圈常用的电压等级为 24V、48V、110V、220V、440V 等, 交流线圈常用的电压等级为 36V、127V、220V 及 380V 等。

② 额定电流: 指主触点的额定工作电流。它是在规定条件下 (额定工作电压、使用类别、额定工作制和操作频率等), 保证电器正常工作的电流值。若改变使用条件, 额定电流也要随之改变。

③ 机械寿命与电气寿命: 接触器是频繁操作电器, 应有较长的机械寿命和电气寿命, 目前有些接触器的机械寿命已达 1000 万次以上, 电寿命达 100 万次以上。

④ 操作频率: 是指每小时允许的操作次数, 目前一般为 300 次/h、600 次/h、1200 次/h 等几种。操作频率直接影响接触器的电寿命及灭弧室的工作条件, 对于交流接触器还影响线圈温升, 是一个重要的技术指标。

⑤ 接通与分断能力: 是指接触器的主触点在规定的条件下, 能可靠地接通和分断的电流值。在此电流值下, 接通时, 主触点不应发生熔焊; 分断时, 主触点不应发生长时间燃弧。

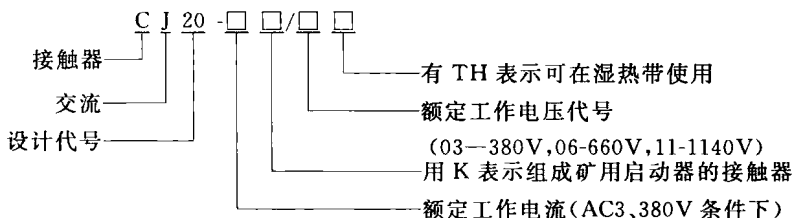
接触器的使用类别不同对主触点的接通和分断能力的要求也不一样, 接触器的不同使用类别是根据其不同的控制对象 (负载) 和所需的控制方式所规定的。常见的接触器使用类别及其典型用途如表 1-1 所示。

表 1-1 常见接触器使用类别及其典型用途

电流类型	使用类别代号	典型用途	电流类型	使用类别代号	典型用途
AC 交流	AC1	无感或微感负载、电阻炉	DC 直流	DC1	无感或微感负载、电阻炉
	AC2	线绕式电动机的启动和中断		DC3	并励电动机的启动、反接制动、反向和点动
	AC3	笼型电动机的启动和中断		DC5	串励电动机的启动、反接制动、反向和点动
	AC4	笼型电动机的启动、反接制动、反向和点动			

接触器的使用类别代号通常标注在产品的铭牌上或工作手册中。表中要求接触器主触点达到的接通和分断能力为: AC1 和 DC1 类, 允许接通和分断额定电流; AC2、DC3 和 DC5 类, 允许接通和分断 4 倍额定电流; AC3 类, 允许接通 6 倍额定电流和分断额定电流; AC4 类, 允许接通和分断 6 倍额定电流。

交流接触器型号含义:



2. 时间继电器

从线圈的通电或断电起,需经过一定的延时后才输出信号(触点的闭合或分断)的继电器称为时间继电器。按动作原理与构造不同,可分为电磁式、电动式、空气阻尼式和电子式等时间继电器。

空气阻尼式时间继电器是利用空气阻尼作用获得延时的,线圈电压为交流,因交流继电器不能像直流继电器那样依靠断电后磁阻尼延时,因而采用空气阻尼式延时。它是电力拖动线路中应用较多的一种时间继电器,分为通电延时和断电延时两种类型。如图 1-15(b) 所示。空气阻尼式时间继电器的优点是结构简单、寿命长、价格低,还附有不延时的触点,所以应用较为广泛。缺点是准确度低、延时误差大($\pm 10\% \sim \pm 20\%$),在延时精度高的场合不宜采用。

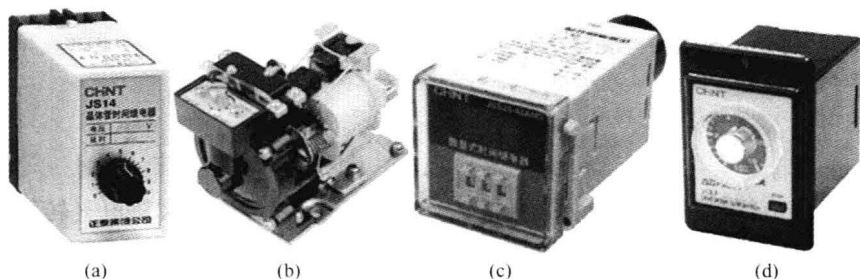


图 1-15 时间继电器外形

电子式时间继电器多用于电力传动、自动顺序控制及各种过程控制系统中,并以其延时范围宽、精度高、体积小、工作可靠的优势逐步取代传统的电磁式、空气阻尼式等时间继电器,如图 1-15(a)、(c)、(d) 所示。时间继电器的图形符号如图 1-16 所示。

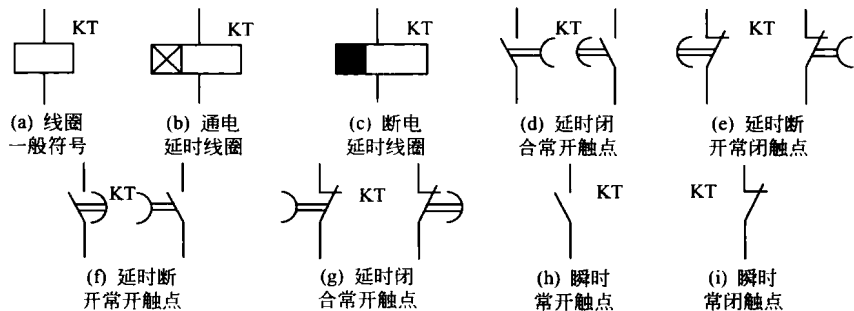


图 1-16 时间继电器的图形符号

3. 速度继电器

速度继电器是根据电磁感应原理制成的,套有永久磁铁的轴与被控电动机的轴相连,用以接受转速信号,当转速达到规定值时触头动作。主要用于与接触器配合实现异步电动机反接制动。它的结构如图 1-17 所示,由转子、定子和触点三部分组成。转子是一块固定在轴上的永久磁铁。定子由硅钢片叠成,并装有笼型绕组与转子同心,能独自偏摆。速度继电器的轴与电动机轴相连,电动机旋转时,转子随之一起转动,形成旋转磁场。笼型绕组切割磁力线而产生感应电流,该电流与旋转磁场作用产生电磁转矩,使定子随转子向转子的转动方向偏摆,定子柄推动相应触头动作。定子柄推动触头的同时,也压缩反力弹簧,其反作用阻止定子继续转动。当转子的转速下降到一定数值时,电磁转矩小于反力弹簧的反作用力矩,

定子返回原来位置, 对应的触头恢复原始状态。调整反力弹簧的拉力即可改变触头动作的转速。一般速度继电器转轴在 120r/min 左右即能动作, 在 100r/min 以下触点复位。图 1-18 为速度继电器外形图及图形文字符号。

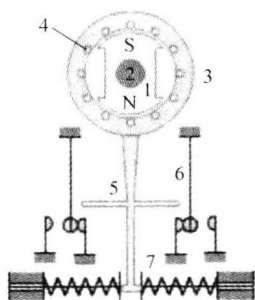
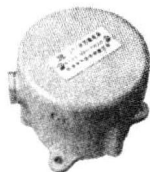
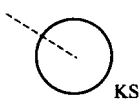


图 1-17 速度继电器结构图

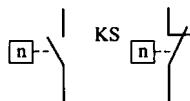
1—转子；2—电机转轴；3—定子；4—绕组；
5—定子柄；6—动触点；7—弹簧



(a)



(b)

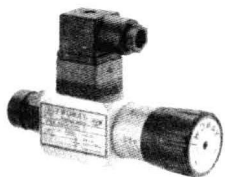


(c)

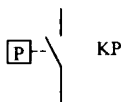
图 1-18 速度继电器外形及图形文字符号

4. 压力继电器

压力继电器是利用液体的压力来控制电气触点的闭合和关断的液压电气转换元件。当系统压力达到压力继电器的调定值时, 发出电信号, 使电气元件 (如电磁铁、电机、时间继电器、电磁离合器等) 动作, 使油路卸压、换向, 执行元件实现顺序动作, 或关闭电动机使系统停止工作, 起安全保护作用等。压力继电器有柱塞式、膜片式、弹簧管式和波纹管式四种结构形式。主要用于安全保护、控制执行元件的顺序动作、用于泵的启闭及泵的卸荷。压力继电器必须放在压力有明显变化的地方才能输出电信号。图 1-19 为压力继电器外形图和触点的图形符号。



(a)

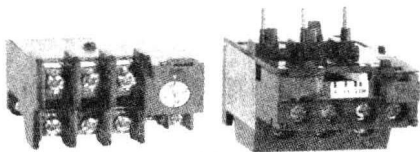


(b)

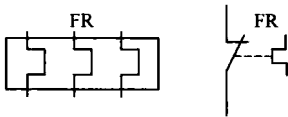
图 1-19 压力继电器外形和触点的图形符号

5. 热继电器

热继电器是利用电流的热效应原理工作的保护电器。主要用于电动机的过载保护、断相保护。图 1-20(a) 为常用热继电器外形, 图 1-20(b) 为热继电器的图形符号。



(a)



(b)

图 1-20 热继电器的外形和图形符号

热继电器主要由热元件、双金属片、动作机构、触点、调整装置及手动复位装置等组成, 热继电器的热元件串接在电动机定子绕组中, 一对常闭触点串接在电动机的控制电路中, 当电动机正常运行时, 热元件中流过电流小, 热元件产生的热量虽能使金属片弯曲, 但不能使触点动作。当电动机过载时, 流过热元件的电流加大, 产生的热量增加, 使双金属片产生弯曲, 位移增大, 经过一定时间后, 通过导板推动热继电器的触点动作, 使常闭触点断开, 切断电动机控制电路, 使电动机主电路失电, 电动机得到保护。当故障排除后, 按下手

动复位按钮,使常闭触点重新闭合(复位),可以重新启动电动机。

热继电器主要参数:

① 热继电器额定电流:热继电器中可以安装的热元件的最大整定电流值。

② 热元件额定电流:热元件整定电流调节范围的最大值。

③ 整定电流:热元件能够长期通过而不致引起热继电器动作的最大电流值。通常热继电器的整定电流与电动机的额定电流相当,一般取(95%~105%)额定电流。

6. 电流继电器

电流继电器是根据线圈中电流的大小而控制电路通、断的控制电器。它的线圈是与负载串联的,线圈的匝数少、导线粗、线圈阻抗小。电流继电器又有过电流继电器和欠电流继电器之分,其外形图如图 1-21 所示。图(a)是过电流继电器,图(b)是欠电流继电器。当线圈电流超过整定值时,衔铁吸合、触点动作的继电器,称为过电流继电器。此种继电器在正常工作电流时不动作。当线圈电流降到某一整定值时衔铁释放的继电器,称为欠电流继电器。通常它的吸引电流为额定电流的 30%~50%,而释放电流为额定电流的 10%~20%,正常工作时衔铁是吸合的。过电流继电器、欠电流继电器的图形符号如图 1-22 所示,图(a)为过电流继电器线圈,图(b)为欠电流继电器线圈。

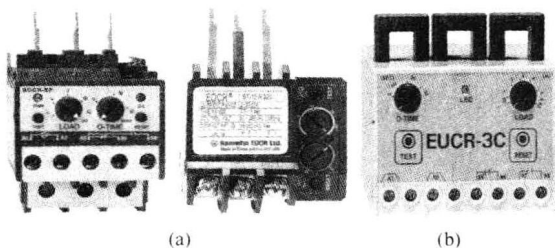


图 1-21 电流继电器

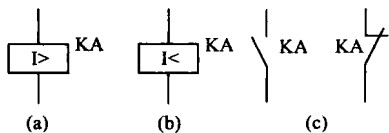


图 1-22 电流继电器图形符号

7. 电压继电器

电压继电器是根据线圈两端电压大小而控制电路通断的控制电器。它的线圈是与负载并联的,线圈的匝数多,导线细,线圈的阻抗大。电压继电器又分为过电压继电器和欠电压继电器。过电压继电器如图 1-23(a)所示,是在电压为 110%~115%额定电压以上动作,而欠电压继电器如图 1-23(b)所示,是在电压为 40%~70%额定电压释放,其图形符号如图 1-24 所示。

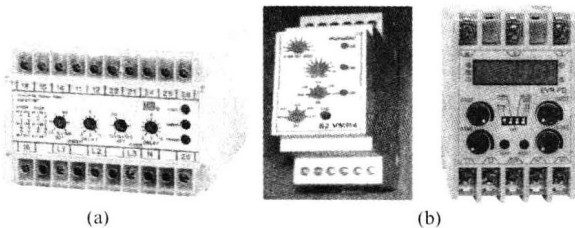


图 1-23 电压继电器

8. 中间继电器

中间继电器实际上也是一种电压继电器,但它的触点数量较多,容量较大,它在电路中常用来扩展触点数量和增大触点容量。中间继电器的外形图和图形符号如图 1-25 所示。

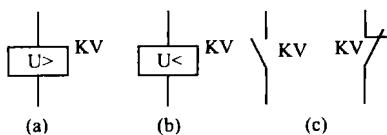


图 1-24 电压继电器的图形符号

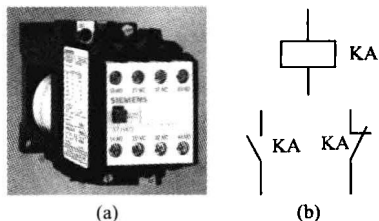


图 1-25 中间继电器的外形和图形符号

知识三 认识低压主令电器

低压主令电器主要用于发送控制命令的电器。这类电器有按钮、主令开关、行程开关和万能开关等。

1. 按钮

按钮是发出控制指令和信号的电气开关，是一种手动且一般可以自动复位的主令电器。用于对电磁启动器、接触器、继电器及其他电气线路发出指令信号控制。图 1-26 为按钮的外形，图 1-27 为按钮的图形符号。

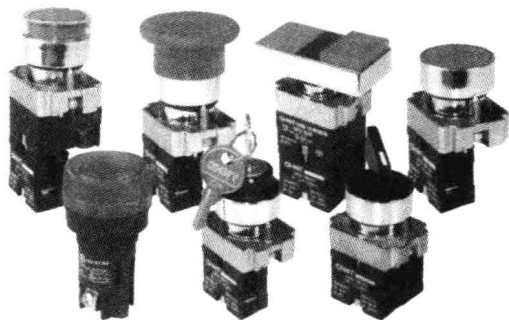


图 1-26 按钮外形

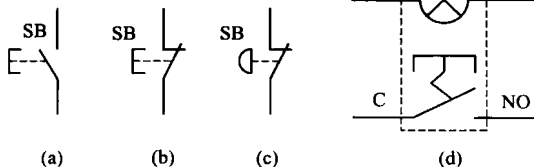


图 1-27 按钮的图形符号

按钮由按钮帽、复位弹簧、桥式触点和外壳等组成。指示灯式按钮内可装入信号灯显示信号。按钮未被按下时就断开的触点称为常开触点，按钮未被按下时就闭合的触点叫常闭触点。当按下按钮帽时，常闭触点先打开，常开触点后闭合。松开按钮帽，触点在复位弹簧作用下恢复到原来位置，常开触点先断开，常闭触点后闭合。按钮在切换过程中的“先断后合”的特点，可用来实现控制电路中的连锁要求。

按钮的结构形式有多种，适用于不同的场合：紧急式装有突出的蘑菇形钮帽，以便于紧急操作；旋钮式用于旋转操作；指示灯式在透明的按钮内装入信号灯，用作信号显示；钥匙式为了安装起见，须用钥匙插入方可旋转操作等等。

为了标明各个按钮的作用，避免误操作，通常将钮帽做成不同的颜色以示区别，其颜色有红、绿、黑、黄、蓝、白等。按钮的颜色应符合表 1-2。

通常急停和应急断开操作件应使用红色；启动/接通操作件颜色应为白、灰或黑色，优先用白色，也允许用绿色，但不允许用红色；停止/断开操作件应使用黑、灰或白色，优先用黑色，不允许用绿色，也允许选用红色，但靠近紧急操作的位置，建议不使用红色；作为启动/接通与停止/断开交替操作的按钮操作件的优选颜色为白、灰或黑色，不允许使用红、黄或绿色；对于按动它们即引起运转而松开它们则停止运转（即保持一运转）的按钮操作

件,其优选颜色为白、灰后黑色,不允许用红、黄或绿色;复位按钮应为蓝、白、灰或黑色,如果它们还用做停止/断开按钮,最好使用白、灰或黑色,但不允许用绿色。

表 1-2 按钮的颜色代码及其含义

颜色	含义	说明	应用示例
红	紧急	危险或紧急情况时的操作	急停
黄	异常	异常情况时操作	干预制止异常情况 干预重新启动中断了的自动循环
绿	正常	正常情况时启动操作	
蓝	强制性的	要求强制动作的情况下操作	复位功能
白	未赋予特定含义	除急停以外的一般功能的启动	启动/接通(优先)停止/断开
灰			启动/接通停止/断开
黑			启动/接通停止/断开(优先)

2. 指示灯

指示灯又称信号灯,指示灯用来发出下列形式的信息:

指示——引起操作者注意或指示操作者应该完成某种任务。红、黄、绿和蓝色通常用于这种方式。

确认——用于确认一种指令、一种状态或情况,或者用于确认一种变化或转换阶段的结束。蓝色和白色通常用于这种方式,某些情况下也可用绿色。

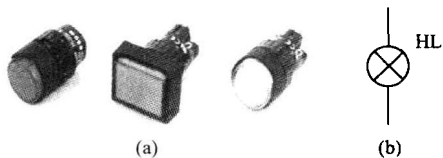


图 1-28 指示灯的外形和图形符号

指示灯的外形和图形符号如图 1-28 所示,指示灯的颜色应符合表 1-3 的要求。

表 1-3 指示灯的颜色及其对应状态的含义

颜色	含义	说明	操作者的动作
红	紧急	危险情况	立即动作处理危险情况(如操作急停)
黄	异常	异常情况、紧急临界情况	监视和(或)干预(如重建需要的功能)
绿	正常	正常情况	任选
蓝	强制性	指示操作者需要动作	强制性动作
白	无确定含义	其他情况	监视

3. 脚踏开关

脚踏开关是一种通过脚踩或踏来进行操作电路通断的开关,使用在双手不能及时的控制电路中以代替或者解放双手达到操作的目的。在医疗器械、冲压设备、焊接设备、纺织设备、印刷机械中应用广泛。图 1-29 是脚踏开关的外形和图形符号。

4. 万能转换开关

万能转换开关是一种多挡位、多段式、控制多回路的主令电器,当操作手柄转动时,带动开关内部的凸轮转动,从而使触点按规定顺序闭合或断开。

万能转换开关主要用于各种控制线路的转换、电压表、电流表的换相测量控制、配电装置线路的转换和遥控等。万能转换开关还可以用于直接控制小容量电动机的启动、调速和换向。万能转换开关外形和单层的结构示意图如图 1-30 所示。