



全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材

DIANQI KONGZHI YU PLC YINGYONG

电气控制与 PLC 应用

王文立 郭继红 主编



黄河水利出版社

全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材

电气控制与 PLC 应用

主 编 王文立 郭继红
副主编 张雪艳 王林生

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书共分六章,主要内容包括常用低压电器、电气控制电路、可编程控制器基础、S7-200 系列 PLC 的基本指令、S7-200 系列 PLC 功能指令、PLC 的通信与网络等。本书编写时,在注重基础理论教育的同时,突出实践性教学环节,着重培养学生分析和设计电气控制线路的能力,使学生掌握 PLC 编程指令和 PLC 程序设计方法,具备在实际工程中应用 PLC 控制系统的能力。

本书可作为高职高专院校电气工程及其自动化、应用电子、机电一体化及其他有关专业的教材,亦可供从事相关领域工作的工程技术人员参考和作为培训教材使用,也可为 S7-200 系列 PLC 用户提供指导及参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用/王文立,郭继红主编,一郑州:
黄河水利出版社,2011.11

全国高等职业教育机电类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5509-0048-6

I. ①电… II. ①王…②郭… III. ①电气控制-高等职业教育-教材②可编程序控制器-高等职业教育-教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 235880 号

组稿编辑:王文科 电话:0371-66028027 E-mail:wwk5257@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:12.75

字数:310 千字

印数:1—4 000

版次:2011 年 11 月第 1 版

印次:2011 年 11 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前 言

电气控制技术广泛应用于生产过程控制、科学研究和其他领域,特别是在机械设备的控制中,应用更为普遍。随着计算机技术的发展,以可编程控制器、变频器调速为主体的新型电气控制系统已经逐渐取代传统的继电器接触器控制系统,并且可以进行复杂的过程控制等。电气控制与 PLC 应用技术是综合了继电器接触器控制技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术的新兴技术,应用十分广泛。高职高专院校开设了此课程,它是机电类专业的核心专业课程。

目前,PLC 主流产品大致可分为欧美、日本等系列。在 PLC 选型时,经过反复比较,编者选中了目前流行的、有较高性价比的西门子 S7-200 系列小型 PLC。该型号 PLC 指令丰富、功能强大,并采用类似继电器逻辑的过程操作语言,使用十分方便,备受电气工程技术人员欢迎,且占有率在国内市场正处于上升趋势。因此,了解和学习以 S7-200 系列为主体的 PLC 应用技术对机电类专业的学生来说是不可或缺的。

本书根据高职高专教育的培养目标,按照“理论为基础、实践为主导、教学做一体”的编写思路,充分考虑到电气控制技术的实际运用和发展情况,以西门子 S7-200 系列 PLC 为主要对象,详细介绍了常用低压电器、电气控制电路、可编程控制器基础、S7-200 系列 PLC 的基本指令、S7-200 系列 PLC 功能指令、PLC 的通信与网络等知识。

在编写过程中,我们以培养综合型、实用型人才为目标,在注重基础理论教育的同时,突出实践性教学环节,力图做到深入浅出、层次分明、详略得当,力争做到通俗、简明、易懂。

本书适于作为高职高专院校电气工程及其自动化、应用电子、机电一体化及其他有关专业的教材,可供从事相关领域工作的工程技术人员参考和作为培训教材使用,也可为 S7-200 系列 PLC 用户提供指导及参考。

本书由王文立、郭继红担任主编,张雪艳、王林生担任副主编。其中第一章、第三章由王林生编写,第二章由张雪艳编写,第五章、第六章由郭继红编写,其余章节由王文立编写。

在本书的编写过程中,周口职业技术学院副教授严胜利和有关教师提出了宝贵意见,同时参考了有关资料(见参考文献),在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2011 年 5 月

目 录

前 言

第一章 常用低压电器	(1)
第一节 低压电器的分类、型号、主要技术参数概述	(1)
第二节 电磁装置	(4)
第三节 接触器	(7)
第四节 继电器	(10)
第五节 主令电器	(16)
第六节 开关电器	(19)
第七节 熔断器	(24)
实训一 低压电器	(26)
思考题与习题	(29)
第二章 电气控制电路	(30)
第一节 电气控制系统图的基本知识	(30)
第二节 三相笼型异步电动机直接启动控制电路	(37)
实训二 电动机的直接启动和停止控制	(39)
第三节 三相笼型异步电动机降压启动控制	(40)
实训三 电动机星形-三角形降压启动控制	(44)
第四节 三相异步电动机制动控制电路	(45)
实训四 电动机的能耗制动控制	(49)
第五节 电动机的其他基本控制电路	(50)
实训五 电动机的自动往返控制电路	(57)
实训六 电动机顺序启动、逆序停止控制	(58)
第六节 电气控制系统常用的保护环节	(59)
第七节 机床电气控制电路	(61)
实训七 X62W 型万能铣床电气故障检测	(71)
思考题与习题	(73)
第三章 可编程控制器基础	(74)
第一节 可编程控制器概述	(74)
第二节 可编程控制器的组成	(78)
第三节 可编程控制器的工作原理	(83)
第四节 可编程控制器的编程语言	(86)
第五节 S7-200 系列的 PLC	(88)
实训八 S7-200 系列 PLC 编程软件使用	(97)
思考题与习题	(98)

第四章 S7-200 系列 PLC 的基本指令	(99)
第一节 基本逻辑指令	(99)
实训九 简单的逻辑控制	(111)
实训十 顺序控制与定时控制	(114)
第二节 功能图与顺序控制指令	(117)
第三节 程序控制指令	(122)
第四节 可编程控制器的编程原则和方法	(127)
实训十一 步进控制	(129)
思考题与习题	(133)
第五章 S7-200 系列 PLC 功能指令	(135)
第一节 数据处理指令	(135)
第二节 算术与逻辑运算指令	(139)
第三节 表功能指令	(147)
第四节 转换指令	(151)
第五节 中断指令	(158)
第六节 高速处理指令	(161)
实训十二 功能指令实现数码管循环点亮	(168)
思考题与习题	(170)
第六章 PLC 的通信与网络	(171)
第一节 PLC 与计算机的通信	(171)
第二节 S7-200 系列 PLC 通信	(175)
思考题与习题	(181)
附录	(182)
附录 A 常用电气图形符号与文字符号	(182)
附录 B 西门子 S7-200 指令	(186)
参考文献	(198)

第一章 常用低压电器

本章主要内容

本章主要介绍了低压电器的分类、型号、主要技术参数,常用的低压电器,如电磁装置、接触器、继电器、主令电器、开关电器、熔断器等结构、工作原理及主要技术参数等。学生学习本章后,能够了解常用低压电器的参数及工作性能,掌握常用低压电器的选用和使用方法。

第一节 低压电器的分类、型号、主要技术参数概述

控制电器按工作电压的高低,以交流 1 200 V、直流 1 500 V 为界,可划分为高压控制电器和低压控制电器两大类。低压电器是一种能根据外界的信号和要求,手动或自动接通、断开电路,实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节的元件或设备。在工业、农业、交通、国防以及人们日常用电中,大多数采用低压电器供电。

一、低压电器的分类

低压电器种类繁多,功能、构造各异,用途广泛,工作原理各不相同,常用低压电器的分类方法也很多。

(一) 按用途或控制对象分类

(1) 配电电器:主要用于低压配电系统中。要求系统发生故障时在规定条件下具有相应的动稳定性与热稳定性,使电器不会被损坏。常用的配电电器有刀开关、转换开关、熔断器、断路器等。

(2) 控制电器:主要用于电气传动系统中。要求寿命长、体积小、质量轻,且动作迅速、准确、可靠。常用的控制电器有接触器、继电器、启动器、主令电器等。

(二) 按动作方式分类

(1) 自动电器:依靠自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,如接触器、继电器等。

(2) 手动电器:用手动操作来进行切换的电器,如刀开关、转换开关、按钮等。

(三) 按触点类型分类

(1) 有触点电器:利用触点的接通和断开来切换电路,如接触器、刀开关、按钮等。

(2) 无触点电器:利用电子元件的开关效应,即导通和截止来实现电路的通、断控制,如接近开关、霍尔开关、电子式时间继电器、固态继电器等。

(四) 按工作原理分类

(1) 电磁式电器:根据电磁感应原理动作的电器,如接触器、继电器等。

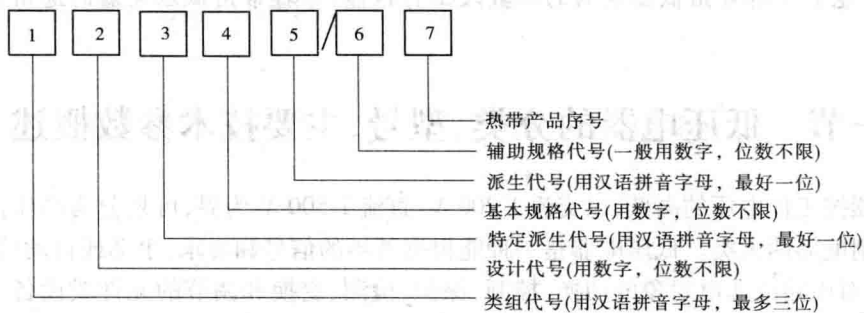
(2) 非电量控制电器:依靠外力或非电量信号(如速度、压力、温度等)的变化而动作的

电器,如转换开关、行程开关、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

二、低压电器的型号

低压电器的型号是识别和选择低压电器产品品种与规格的基本标示,对低压电器产品的生产使用、配套协作和维修都具有重要的作用。我国对各种低压电器都按《低压电器产品型号编制方法》(JB/T 2930—91)规定编制型号,即由类别代号、组别代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号几部分构成低压电器的全型号。每一级代号后面可根据需要加设派生代号。

低压电器全型号各部分必须使用规定的符号或数字表示,含义如下:



类组代号——包括类别代号和组别代号,用汉语拼音字母表示,代表低压电器元件所属的类别,以及在同一类电器中所属的组别。

设计代号——用数字表示,表示同类低压电器元件的不同设计序列。

基本规格代号——用数字表示,表示同一系列产品中不同的规格品种。

辅助规格代号——用数字表示,表示同一系列、同一规格产品中有某种区别的不同产品。

其中,类组代号与设计代号的组合表示产品的系列,一般称为电器的系列号。同一系列的电器元件的用途、工作原理和结构基本相同,而规格、容量则根据需要可以有许许多多。例如:JR16是热继电器的系列号,同属这一系列的热继电器的结构、工作原理都相同,但热元件的额定电流从十分之几安到几十安,有十几种规格。其中辅助规格代号为3D的带有三相热元件,装有差动式断相保护装置,因此对三相异步电动机有过载和断相保护功能。在选用低压电器时常根据型号来进行。

三、低压电器的主要技术参数

为保证电器设备安全可靠地工作,国家对低压电器的设计、制造规定了严格的标准,合格的电器产品具有国家标准规定的技术要求。在使用电器元件时,必须按照产品说明书中规定的技术条件选用。低压电器的主要技术指标有以下几项。

(一) 额定工作频率

额定工作频率是用于设计电器且与其他特性值有关的电源频率。

(二) 额定工作电压

额定工作电压是与额定工作电流组合共同确定电器用途,保证电器正常工作的电压值,它与相应的试验和使用类别有关。对于单极电器,额定工作电压一般规定为跨极两端电压。

对于多极电器,额定工作电压规定为相间电压。

(三) 额定绝缘电压

额定绝缘电压是与电气间隙和爬电距离有关的电压值,在任何情况下最大的额定工作电压值不应超过额定绝缘电压值。

(四) 额定冲击耐受电压

额定冲击耐受电压是在规定的条件下,电器能够耐受而不击穿的具有规定形状和极性的冲击电压峰值,该值与电气间隙有关。电器的额定冲击耐受电压应等于或大于该电器所处的电路中可能产生的瞬态过电压规定值。

(五) 额定工作电流

额定工作电流由制造厂规定,是保证电器正常工作的电流值。额定工作电流的确定应考虑到额定工作电压、额定频率、额定工作制和使用类别等。

(六) 额定不间断电流

额定不间断电流由制造厂规定,是在不间断工作制下承载的电流值。

(七) 额定短时耐受电流

额定短时耐受电流是在有关产品标准规定的试验条件下,电器能够无损地承载的短时耐受电流值。该值由制造厂规定。

(八) 额定短路接通能力

额定短路接通能力是在额定工作电压、额定频率、规定的功率因数(交流)或时间常数(直流)下,由制造厂对电器所规定的短路接通能力电流值。在规定的条件下,它用最大预期峰值电流表示。

(九) 额定短路分断能力

额定短路分断能力是在额定工作电压、额定频率和规定的功率因数(交流)或时间常数(直流)下,由制造厂对电器所规定的短路分断能力电流值。在规定的条件下,它用预期分断电流值(对于交流,为交流分量有效值)表示。

(十) 额定限制短路电流

额定限制短路电流是在有关产品标准规定的试验条件下,由制造厂指定的短路保护电器进行保护的电器,在短路保护电器动作时间内能够良好地承受的预期短路电流值,该值由制造厂规定。

(十一) 绝缘强度

绝缘强度指电器元件的触点处于分断状态时,动、静触点之间耐受的电压值(无击穿或闪络现象)。

(十二) 耐潮湿性能

耐潮湿性能指保证电器可靠工作的允许环境潮湿条件。

(十三) 极限允许温升

极限允许温升指为防止过度氧化和烧熔而规定的最高温升值(温升值 = 测得的实际温度 - 环境温度)。

(十四) 操作频率

操作频率指电器元件在单位时间(1 h)内允许操作的最高次数。

(十五) 寿命

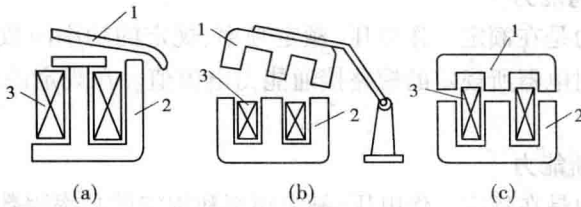
寿命包括电气寿命和机械寿命两项指标。电气寿命指电器元件的触点在规定的电路条件下,正常操作额定负荷电流的总次数;机械寿命指电器元件在规定使用条件下正常操作的总次数。

第二节 电磁装置

在结构上,电器一般都具有两个基本组成结构,即检测部分和执行部分。检测部分接收外界输入的信号,通过转换、放大与判断,做出一定的反应,使执行部分动作,输出相应的指令,实现控制的目的。对于有触点的电磁式电器,检测部分是电磁机构,执行部分是触点系统。

一、电磁机构

电磁机构由吸引线圈、铁芯和衔铁组成,其结构形式按衔铁的运动方式可分为直动式和拍合式。图 1-1 是直动式和拍合式电磁机构的常用结构形式,其中(a)所示为衔铁沿棱角转动拍合式电磁机构,(b)所示为衔铁沿轴转动的拍合式电磁机构,(c)所示为衔铁直线运动的双 E 形直动式电磁机构。



1—衔铁;2—铁芯;3—吸引线圈

图 1-1 常见的电磁机构

吸引线圈的作用是将电能转换为磁能,即产生磁通,衔铁在电磁吸力作用下产生机械位移,使铁芯吸合。根据在电路中的连接方式,线圈可分为串联线圈(电流线圈)和并联线圈(电压线圈)。串联(电流)线圈串接在线路中,流过的电流大,为减小对电路的影响,线圈的导线粗、匝数少,线圈的阻抗较小;并联(电压)线圈并联在线路上,为减小分流作用,降低对原电路的影响,需要较大的阻抗,因此线圈的导线细且匝数多。

(一) 直流电磁铁和交流电磁铁

按吸引线圈所通电流性质的不同,电磁铁可分为直流电磁铁和交流电磁铁。

直流电磁铁由于通入的是直流电,铁芯不发热,只有线圈发热。因此,线圈与铁芯接触以利于散热,线圈做成无骨架、高而薄的瘦高型,以改善线圈自身的散热功能。铁芯和衔铁由软钢和工程纯铁制成。

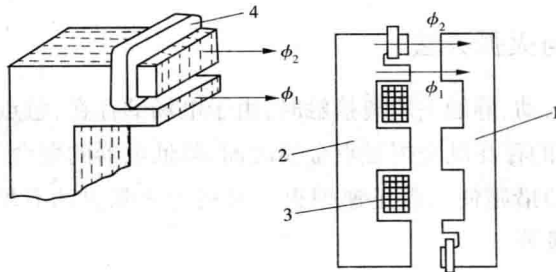
交流电磁铁由于通入的是交流电,铁芯中存在磁滞损耗和涡流损耗,线圈和铁芯都发热,所以交流电磁铁的吸引线圈设有骨架,使铁芯与线圈隔离,并将线圈制成短而厚的矮胖型,以利于铁芯和线圈的散热。铁芯用硅钢片叠加而成,以减小涡流损耗。

电磁铁工作时,线圈产生的磁通作用于衔铁,产生电磁吸力,并使衔铁产生机械位移。

衔铁在复位弹簧的作用下复位,回到原位。因此,作用在衔铁上的力有两个:电磁吸力与反力。电磁吸力由电磁机构产生,反力则由复位弹簧和触头弹簧产生。铁芯吸合时要求电磁吸力大于反力,即衔铁位移的方向与电磁吸力方向相同;衔铁复位时要求反力大于电磁吸力。

(二) 短路环

为了消除交流电磁铁产生的振动和噪声,在铁芯的端面开一个小槽,在槽内嵌入铜制短路环,如图 1-2 所示。加上短路环后,磁通被分成大小相近、相位相差约 90° 电角度的两相磁通 ϕ_1 和 ϕ_2 ,因此两相磁通不会同时为零。由于电磁吸力与磁通的平方成正比,所以由两相磁通产生的合成电磁吸力较为平坦,在电磁铁通电期间电磁吸力始终大于反力,使铁芯牢牢吸合,这样就消除了振动和噪声。



1—衔铁;2—铁芯;3—线圈;4—短路环

图 1-2 交流电磁铁的短路环

二、触头系统

触头是电磁式电器的执行部分,电器就是通过触头的动作来分合被控制的电路的。触头在闭合状态下动、静触点完全接触,并有工作电流通过时,称为电接触。电接触的情况将影响触头的工作可靠性和使用寿命。影响电接触工作情况的主要因素是触头的接触电阻,接触电阻大,易使触头发热而温度升高,从而使触头产生熔焊现象,这样既影响了工作可靠性,又降低了触头的寿命。触头的接触电阻不仅与触头的接触形式有关,而且还与接触压力、触头材料及表面状况有关。

触头主要有两种结构形式,如图 1-3 所示,其中(a)、(b)为桥式触头,(c)为指形触头。

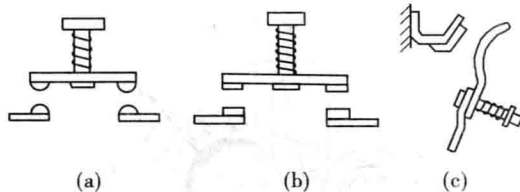


图 1-3 触头的结构形式

触头的接触形式有点接触、线接触和面接触三种,如图 1-4 所示。

当动、静触头闭合后,不可能是全部紧密地接触,从微观来看,只是在一些突出的凸起点存在着有效接触,从而形成了从一个导体到另外一个导体的过渡区域。在过渡区域里,电流只通过一些相接触的凸起点,因而使这个区域的电流密度大大增加。另外,由于只是一些凸



图 1-4 触头的接触形式

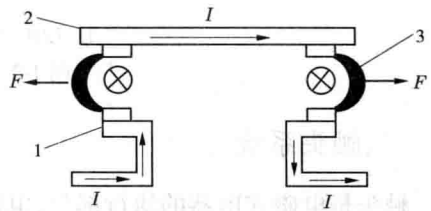
起点点接触,有效导电面积减小,因此该区域的电阻远远大于金属导体的电阻。这种由于动、静触头闭合时在过渡区域所形成的电阻,称为接触电阻。接触电阻的存在,不仅会造成一定的电压损失,还会使铜耗增加,造成触点升温超过允许值。这样,触点在较高的温度下很容易产生熔焊现象而使触点工作不可靠。因此,在实际中,应采取相应措施来减小接触电阻,限制触头的升温。

三、电弧的产生与灭弧方法

触头在通电状态下,动、静触头脱离接触时,由于电场的存在,触点表面的自由电子大量溢出而产生电弧。电弧的存在既烧损触点金属表面,降低电器的寿命,又延长了电路的分断时间,所以须采取一定的措施使电弧迅速熄灭。常用的灭弧方法有增大电弧长度、冷却弧柱、把电弧分成若干短弧等。

(一) 电动力吹弧

电动力吹弧如图 1-5 所示。桥式触点在分断时本身就具有电动力吹弧功能,不用任何附加装置,便可使电弧迅速熄灭。这种灭弧方法多用于小容量交流接触器中。

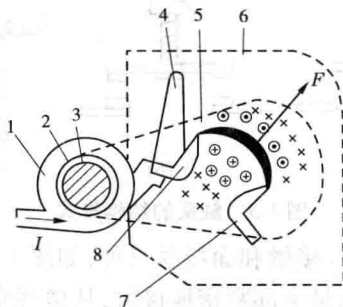


1—静触点;2—动触点;3—电弧

图 1-5 电动力吹弧示意图

(二) 磁吹灭弧

在触点电路中串入吹弧线圈,如图 1-6 所示,该线圈产生的磁场由导磁夹板引向触点周围,其方向由右手定则确定。这两个磁场在弧柱下方方向相同(叠加),在弧柱上方方向相反(相减),所以弧柱下方的磁场强于上方的磁场。在下方磁场作用下,电弧受力的方向为 F 所指的方向,在 F 的作用下,电弧被吹离触点,经引弧角引进灭弧罩,从而使电弧熄灭。

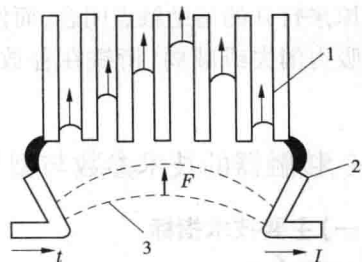


1—磁吹线圈;2—绝缘套;3—铁芯;4—引弧角;5—导磁夹板;6—灭弧罩;7—动触点;8—静触点

图 1-6 磁吹灭弧示意图

(三) 栅片灭弧

灭弧栅是一组薄铜片,它们彼此间相互绝缘,如图 1-7 所示。当电弧进入栅片后被分割成一段串联的短弧,而栅片就是这些短弧的电极。每两片灭弧栅片之间都有 150 ~ 250 V 的绝缘强度,使整个灭弧栅的绝缘强度大大加强,以致外加电压无法维持,电弧迅速熄灭。此外,栅片还能吸收电弧热量,使电弧迅速冷却。基于上述原因,电弧进入栅片后就会很快熄灭。由于栅片灭弧装置的灭弧效果在交流时要比直流时强得多,因此在交流电器中常采用栅片灭弧。



1—灭弧栅片;2—触点;3—电弧

图 1-7 栅片灭弧示意图

第三节 接触器

接触器是一种用来自动地接通或断开大电流电路的电器。大多数情况下,其控制对象是电动机,也可用于其他电力负载,如电热器、电焊机、电炉变压器等。接触器不仅能自动接通或断开电路,还具有控制容量大、低电压释放保护、寿命长、能远距离控制等优点,在电气控制系统中应用十分广泛。

接触器的触点系统可以用电磁铁、压缩空气或液体压力等驱动,因而可分为电磁式接触器、气动式接触器和液压式接触器,其中以电磁式接触器应用最为广泛。根据接触器主触点通过电流的种类,可分为交流接触器和直流接触器。

一、接触器的结构

电磁式接触器如图 1-8 所示,主要结构有:

(1)电磁机构。由线圈、铁芯和衔铁组成。

(2)主触点和熄弧系统。根据主触点的容量大小,可分为桥式触点和指形触点;直流接触器和电流 20 A 以上的交流接触器均装有熄弧罩,有的还带有栅片或磁吹熄弧装置。

(3)辅助触点。有常开辅助触点和常闭辅助触点,在结构上它们均为桥式双断点。辅助触点的容量较小。在接触器上安装辅助触点的目的是使它在控制电路中起联动作用。辅助触点不装设灭弧装置,所以它不能用来分合主电路。

(4)反力装置。由释放弹簧和触点弹簧组成,且均不能进行弹簧松紧的调节。

(5)支架和底座。用于接触器的固定和安装。

二、接触器的工作原理

当接触器线圈通电后,在铁芯中产生磁通,由此在衔铁气隙处产生吸力,使衔铁产生闭合动作,主触点在衔铁的带动下也闭合,于是接通了主电路。同时衔铁还带动辅助触点动

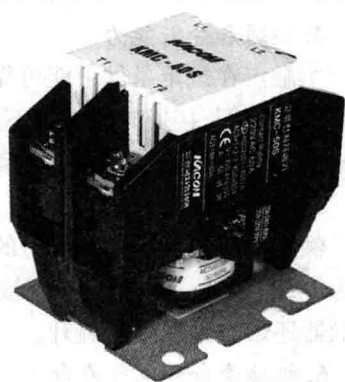


图 1-8 电磁式接触器

作,使原来打开的辅助触点闭合,而使原来闭合的辅助触点打开。当线圈断电或电压显著降低时,吸力消失或减弱,衔铁在释放弹簧作用下打开,主触点、辅助触点又恢复到原来的状态。

三、接触器的技术参数与型号

(一) 主要技术指标

1. 额定电压

接触器铭牌上标注的额定电压是指主触点的额定电压。交流接触器常用的额定电压等级为 220 V、380 V、660 V,直流接触器常用的额定电压等级为 220 V、440 V、660 V。

2. 额定电流

接触器铭牌上标注的额定电流是指主触点的额定电流。它的值是接触器安装在敞开式控制屏上、触点工作不超过额定温升、负荷为间断-长期工作制时的电流值。交流接触器常用的额定电流等级为 10 A、20 A、40 A、60 A、100 A、150 A、250 A、400 A、600 A,直流接触器常用的额定电流等级为 40 A、80 A、100 A、150 A、250 A、400 A、600 A。

3. 线圈的额定电压

线圈的额定电压指接触器电磁线圈正常工作的电压值。常用的交流线圈额定电压等级为 110 V、220 V、380 V,常用的直流线圈额定电压等级为 110 V、220 V、440 V。

4. 接通和分断能力

主触点在规定条件下能可靠地接通和分断的电流值反映了接触器的接通和分断能力。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。若超出此电流值,其分断则是熔断器、自动开关等保护电器的任务。

5. 额定操作频率

额定操作频率是指每小时的操作次数。交流接触器最高为 600 次/h,而直流接触器最高为 1 200 次/h。操作频率直接影响到接触器的电气寿命和灭弧罩的工作条件,对于交流接触器还影响到线圈的温升。

6. 机械寿命和电气寿命

机械寿命是指接触器在需要修理或更换机械零件前所能承受的无载操作循环次数;电气寿命是在规定的正常工作条件下,接触器不需修理或更换零件的负载操作循环次数。

常见接触器有 CJ10 系列、CJ20 系列、CJX1 系列和 CJX2 系列。其中 CJ20 系列是较新的产品,CJX1 系列是从德国西门子公司引进技术制造的新型接触器,性能等同于西门子公司 3TB、3TF 系列产品。CJX1 系列接触器适用于交流 50 Hz 或 60 Hz、电压至 660 V、额定电流至 630 A 的电路中,供远距离接通及分断电路用,并适用于频繁启动及控制交流电动机。经加装机械联锁机构后组成的 CJX1 系列可逆接触器,可控制电动机的启动、停止及反转。

CJX2 系列交流接触器是参照法国 TE 公司的 LC1-D 产品开发制造的,其结构先进,外形美观,性能优良,组合方便,安全可靠。本产品主要用于交流 50 Hz(或 60 Hz)660 V 以下的电路中,在 AC3 使用类别下适用于额定工作电压为 380 V,额定工作电流至 95 A 的电路中,供远距离接通和分断电路用,可用于频繁地启动和控制交流电动机。也能在适当降低控制容量及操作频率后用于 AC4 使用类别。

(二) 型号意义

接触器的型号及电气符号如图 1-9 所示。

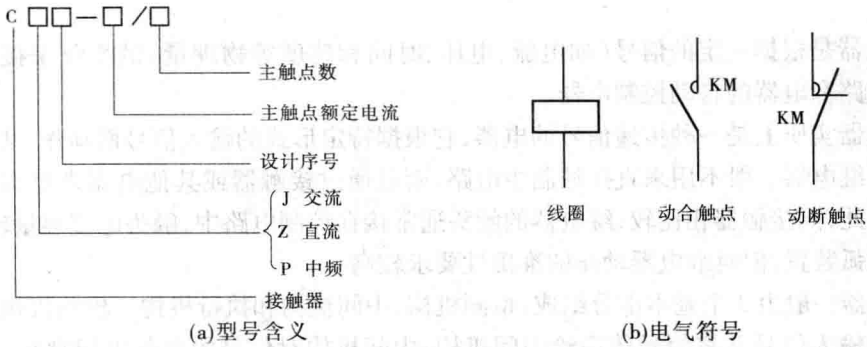


图 1-9 接触器型号意义和电气符号

四、接触器的选用

(一) 接触器类型选择

接触器的类型应根据负载电流的类型和负载的轻重来选择,即看它是交流负载还是直流负载,是轻负载、一般负载还是重负载。

(二) 主触点额定电流的选择

接触器主触点的额定电流应大于或等于被控回路的额定电流。对于电动机负载可根据下列经验公式计算

$$I_c = P_N / K U_N$$

式中 I_c ——接触器主触头电流, A;

P_N ——电动机的额定功率, W;

U_N ——电动机的额定电压, V;

K ——经验系数,一般取 1 ~ 1.4。

若接触器控制的电动机启动、制动或正反转频繁,一般将接触器主触点的额定电流降一级使用。

(三) 额定电压的选择

接触器主触点的额定电压应大于或等于负载回路的电压。

(四) 吸引线圈额定电压的选择

吸引线圈额定电压不一定等于主触点的额定电压,当线路简单、使用电器少时,可直接选用 380 V 或 220 V 的电压,若线路复杂,使用电器超过 5 个,可用 24 V、48 V 或 110 V 电压(1964 年国标规定为 36 V、110 V 或 127 V)。吸引线圈允许在额定电压的 80% ~ 105% 使用。

(五) 接触器的触点数量、种类选择

接触器的触点数量和种类应满足主电路和控制线路的要求。各种类型的接触器触点数目不同。交流接触器的主触点有 3 对(常开触点);辅助触点一般有 4 对(2 对常开、2 对常闭),最多可达到 6 对(3 对常开、3 对常闭)。直流接触器的主触点一般有 2 对(常开触点),辅助触点有 4 对(2 对常开、2 对常闭)。

第四节 继电器

继电器是根据一定的信号(如电流、电压、时间和速度等物理量)的变化来接通或分断小电流电路和电器的自动控制电器。

继电器实质上是一种传递信号的电器,它根据特定形式的输入信号而动作,从而达到控制目的。继电器一般不用来直接控制主电路,而是通过接触器或其他电器来对主电路进行控制。因此,同接触器相比较,继电器的触头通常接在控制电路中,触头电流容量较小,一般不需要灭弧装置,但对继电器动作的准确性要求较高。

继电器一般由3个基本部分组成:检测机构、中间机构和执行机构。检测机构的作用是接收外界输入信号并将信号传递给中间机构;中间机构对信号的变化进行判断、物理量转换、放大等;当输入信号变化到一定值时,执行机构(一般是触头)动作,从而使它所控制的电路状态发生变化,接通或断开某部分电路,达到控制或保护的目的。

继电器种类很多,按输入信号可分为电压继电器、电流继电器、功率继电器、速度继电器、压力继电器、温度继电器等,按工作原理可分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、电子式继电器、热继电器等,按用途可分为控制继电器与保护继电器,按输出形式可分为有触点继电器和无触点继电器。

一、电磁式继电器

在控制电路中用的继电器大多数是电磁式继电器。电磁式继电器具有结构简单,价格低廉,使用维护方便,触点容量小(一般在5 A以下),触点数量多且无主、辅之分,无灭弧装置,体积小,动作迅速、准确,控制灵敏、可靠等特点,广泛应用于低压控制系统中。常用的电磁式继电器有电流继电器和电压继电器。

(一)继电器的结构

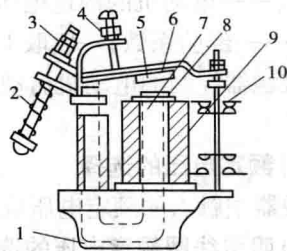
电磁式继电器的结构和工作原理与电磁式接触器相似,也是由电磁机构、触点系统和释放弹簧等部分组成的。电磁式继电器的结构如图1-10所示。

1. 电磁机构

直流继电器的电磁机构形式为U形拍合式。铁芯和衔铁均由电工软铁制成。为了增加闭合后的气隙,在衔铁的内侧面上装有非磁性垫片,铁芯铸在铝基座上。交流继电器的电磁机构形式有U形拍合式、E形直动式、空心或装甲螺管式等结构形式。U形拍合式和E形直动式的铁芯及衔铁均由硅钢片叠成,且在铁芯柱端上面装有分磁环。

2. 触点系统

交、直流继电器的触点由于均接在控制电路上,且电流小,故不装设灭弧装置。触点一般都为桥式触点,有常开和常闭两种形式。



1—底座;2—反力弹簧;3、4—调节螺钉;
5—非磁性垫片;6—衔铁;7—铁芯;8—极靴;
9—电磁线圈;10—触点系统

图 1-10 电磁式继电器的典型结构

另外,为了实现继电器动作参数的改变,继电器一般还具有改变释放弹簧松紧及改变衔铁打开气隙大小的调节装置,例如调节螺母。

(二) 电压继电器

电压继电器用于电力拖动系统的电压保护和控制。线圈并联接入主电路,感测主电路的线路电压;触点接于控制电路,为执行元件。按吸合电压的大小,电压继电器可分为过电压继电器和欠电压继电器,图 1-11 为三相四线欠/过电压继电器。

过电压继电器(FV)用于线路的过电压保护,它的吸合整定值为被保护线路额定电压的 1.05 ~ 1.2 倍。当被保护的线路电压正常时,衔铁不动作;当被保护线路的电压高于额定值,达到过电压继电器的整定值时,衔铁吸合,触点机构动作,控制电路失电,控制接触器及时分断被保护电路。

欠电压继电器(KV)用于线路的欠电压保护,它的释放整定值为线路额定电压的 0.1 ~ 0.6 倍。当被保护线路电压正常时,衔铁可靠吸合;当被保护线路电压降至欠电压继电器的释放整定值时,衔铁释放,触点机构复位,控制接触器及时分断被保护电路。

零电压继电器是当电路电压降低到 5% ~ 25% U_N (额定电压)时释放,对电路实现零电压保护。零电压继电器用于线路的失压保护。

中间继电器实质上是一种电压继电器。它的特点是触点数目较多,电流容量可增大,起到中间放大(触点数目和电流容量)的作用。

(三) 电流继电器

电流继电器用于电力拖动系统的电流保护和控制。电流继电器的线圈串联接入主电路,用来感测主电路的线路电流;触点接于控制电路,为执行元件。电流继电器反映的是电流信号。常用的电流继电器有欠电流继电器和过电流继电器两种,图 1-12 为电子式过/欠电流继电器。

欠电流继电器(KA)用于电路的欠电流保护,吸合电流为线圈额定电流的 30% ~ 65%,释放电流为额定电流的 10% ~ 20%。因此,在电路正常工作时,衔铁是吸合的,只有当电流降低到某一整定值时,继电器释放,控制电路失电,从而控制接触器及时分断电路。

过电流继电器(FA)在电路正常工作时不动作,整定范围通常为额定电流的 1.1 ~ 4 倍。当被保护线路的电流高于额定值,达到过电流继电器的整定值时,衔铁吸合,触点机构动作,控制电路失电,从而控制接触器及时分断电路。它对电路起过流保护作用。

二、热继电器

热继电器是电流通过热元件产生热量,使检测元件受热弯曲而推动机构动作的一种继



图 1-11 三相四线欠/过电压继电器

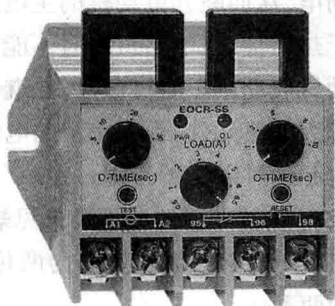


图 1-12 电子式过/欠电流继电器