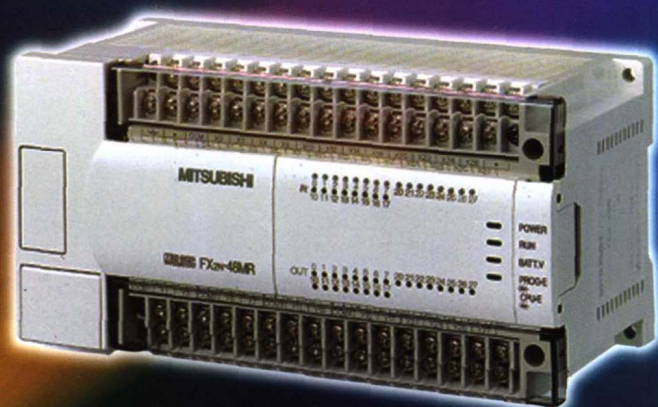


可编程控制器 应用基础

主编 姜新桥 石建华 副主编 付斯桃 宋树强 杨 杰



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

可編程控制器应用基础

主 編 姜新桥 石建华

副主編 付斯桃 宋树强 杨 杰

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用基础/姜新桥 石建华等. —武汉:华中科技大学出版社,2007年9月
ISBN 978-7-5609-4211-7

I. 可… II. ①姜… ②石… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第140078号

可编程控制器应用基础

姜新桥 石建华等

策划编辑:姚 幸

责任编辑:姚 幸

责任校对:陈 骏

封面设计:刘 卉

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16.25

字数:292 000

版次:2007年9月第1版

印次:2007年9月第1次印刷

定价:24.80元

ISBN 978-7-5609-4211-7/TP·638

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书以日本三菱公司的 FX2N 系列可编程控制器为例,介绍了小型可编程控制器的基本原理、编程元件、指令系统、程序设计方法以及应用实例。为了便于教学,本书以应用为主题,每章中设置了实验、实训课题。

本书力求“学、练、做”为一体,注重实用性,它可作为高等职业教育中机械制造及自动化、机电一体化技术、电气自动化等专业的教材,也可供电气技术人员参考使用。

前 言

可编程控制器综合了微机技术、电子应用技术、自动控制技术以及通信技术,是新一代的工业自动化控制装置。可编程控制器自问世以来,经过了近 40 年的发展,在工业自动化、生产过程控制、机电一体化、机械制造业等方面的应用非常广泛,已成为当代工业自动化控制的三大支柱之一。鉴于可编程控制器广泛的应用并成为高等职业教育中许多专业的必修课,为此编写了《可编程控制器应用基础》一书。

本书以日本三菱公司的 FX2N 系列 PLC 为例,从实际应用出发,对小型可编程控制器的指令系统及编程方法作了较详细的介绍。根据高等职业教育的特点,在编写时力求由浅入深、通俗易懂,注重实用性,为配合每章的内容设置了适量的习题,同时设置了实训课题。

本书具有以下特点。

——涵盖内容少而精

根据高职院校学生的现状和实验条件的限制,本书只将三菱 FX2N 系列可编程控制器的基本单元作为重点内容进行介绍,其他内容则没有录入,以突出重点。

——讲授内容将理论与实践融为一体

根据高职院校学生的特点,本书将理论教学内容与实验、实训紧密结合,讲完理论后立即进行实验、实训,以巩固学习成果,做到学以致用。

本书的教学时间以 50 学时为宜(含实训)。建议学时作如下安排:第 1 章 4 学时,第 2 章 2 学时,第 3 章 6 学时,第 4 章 12 学时,第 5 章 12 学时,第 6 章 12 学时,第 7 章 2 学时。

本教材分为 7 章,第 1 章由石建华编写,第 7 章由付斯桃和杨杰编写,第 2 章由宋树强编写,第 3~6 章和全书的实训内容及附录均由姜新桥编写。全书由姜新桥统稿。

限于编者的水平和经验,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。对本书的意见和建议可发电子邮件至 jxq1957@126.com。

编者

2007 年 7 月

目 录

第1章 电气控制基础知识	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 企业常用电器分类及原理	(1)
1.2.1 常用电器分类	(1)
1.2.2 低压电器的结构与工作原理	(2)
1.3 企业常用电器	(5)
1.3.1 手动电器	(5)
1.3.2 自动电器	(7)
1.4 基本控制电路	(16)
1.4.1 电气图	(16)
1.4.2 基本电路	(20)
本章小结	(26)
习题	(27)
第2章 可编程控制器概述	(28)
2.1 可编程控制器的产生	(28)
2.1.1 可编程控制器的由来	(28)
2.1.2 PLC的定义	(29)
2.2 PLC的特点	(29)
2.3 PLC的分类	(30)
2.4 PLC的编程语言	(31)
2.5 PLC的技术性能指标	(33)
2.6 PLC的应用领域及发展趋势	(34)
习题	(35)
第3章 FX2N 系列 PLC	(36)
3.1 FX 系列 PLC 概述	(36)
3.1.1 三菱小型 PLC的发展历史	(36)
3.1.2 FX2N 系列 PLC 型号的含义	(36)
3.1.3 FX2N 系列 PLC 的产品系列和一般技术指标	(37)
3.2 FX 系列 PLC 的基本组成	(39)
3.3 FX2N 系列 PLC 的软元件	(42)
3.4 FX2N 系列 PLC 的工作原理	(50)
习题	(52)
实训课题 1 FX2N 系列 PLC 的硬件与软件	(54)

实训 1 FX2N 系列 PLC 的认识	(54)
实训 2 编程软件的使用	(57)
第4章 基本逻辑指令及其应用	(88)
4.1 基本逻辑指令	(88)
4.2 梯形图的基本规则	(99)
4.3 基本电路的编程	(101)
4.4 梯形图程序设计的技巧	(109)
习题	(122)
实训课题 2 电动机的 PLC 控制	(125)
实训 3 电动机循环正反转的 PLC 控制	(125)
实训 4 电动机正反转能耗制动的 PLC 控制(1)	(127)
实训 5 电动机 Y— Δ 启动的 PLC 控制	(129)
实训课题 3 基本逻辑指令的应用	(132)
实训 6 数码管循环点亮的 PLC 控制	(132)
实训 7 彩灯循环点亮的 PLC 控制	(134)
第5章 步进顺控指令及其应用	(137)
5.1 状态转移图及步进顺控指令	(137)
5.2 步进顺控的编程方法	(141)
5.3 选择性流程与并行性流程的程序编制	(149)
5.4 复杂流程及跳转流程的程序编制	(158)
习题	(162)
实训课题 4 单流程的控制	(164)
实训 8 机械手的 PLC 控制	(164)
实训 9 工业洗衣机的 PLC 控制	(167)
实训课题 5 选择性流程的控制	(169)
实训 10 电动机正反转能耗制动的 PLC 控制(2)	(169)
实训课题 6 并行性流程的控制	(170)
实训 11 自动交通灯的 PLC 控制	(170)
第6章 功能指令及其应用	(174)
6.1 功能指令的规则	(176)
6.2 常用功能指令简介	(177)
6.3 编程举例	(195)
习题	(206)
实训课题 7 功能指令的应用	(207)
实训 12 用功能指令实现数码管循环点亮	(207)
实训 13 用功能指令实现交通灯的控制	(209)
第7章 PLC 在金属切削机床中的应用	(211)

7.1 PLC 在 Z3040 摇臂钻床控制中的应用	(211)
7.2 PLC 在 X62W 铣床控制中的应用	(216)
7.3 PLC 在液压传动组合机床控制中的应用	(223)
附录 A 常用电气设备图形符号及文字符号	(227)
附录 B FX2N 系列 PLC 主要技术指标	(228)
附录 C FX2N 系列 PLC 特殊元件编号及名称检索	(231)
附录 D FX2N 系列 PLC 应用指令总表	(242)
参考文献	(252)

第1章

电气控制基础知识

本章将简要介绍常用电气控制的基本器件、基本电路及基本符号,以及常用的控制方法,这些是学习可编程控制器的必修内容。

本章主要内容:企业常用控制电器;工业设备典型控制电路。

1.1 概 述

随着现代工业的发展,电气控制系统在国民经济各个领域发挥越来越大的作用。特别是计算机技术的发展,使得工业生产的自动化程度越来越高。一个自动化系统包括控制技术、检测技术、执行部件和通信技术等众多学科的内容,这些学科汇集的知识又与被控制的设备或电气线路离不开,因而了解电气控制的基本知识对于自动化控制具有极其重要的意义,熟悉常用的电气控制电路对控制系统的设计与维护具有很大的帮助。

1.2 企业常用电器分类及原理

电器是电气控制系统的基本组成元件,其性能的优劣直接影响着系统的可靠性、先进性和经济性,它是电气控制技术的基础。

1.2.1 常用电器分类

企业使用的电器种类繁多,应用广泛,通常可以按以下几个方面分类。

1. 按适用的电压范围分类

按适用的电压范围,电器可分为低压电器和高压电器。电压值的具体划分因各种不同的标准而异。根据我国电工专业的划分范围,低压电器通常是指在直流电压不大于1 500 V或交流电压不大于1 200 V的电路中起通断、控制、保护和调节作用的电气设备,也包括利用电来控制、保护和调节非电过程和非电装置的用电设备。电压值超出这个范围的电器则称为高压电器。通常在企业主要是对低压电器进行控制与操作,故本章主要介绍企业常用的低压电器和低压控制线路。

2. 低压电器按所控制的对象分类

根据低压电器的控制对象,可分为低压配电电器和低压控制电器。低压配电电器主要用在配电系统中,为企业用电提供并分配电能,这类电器一般要求工作可靠,有较强的动稳定性和热稳定性,主要有刀开关、断路器、熔断器、负荷开关、塑壳开关等。低压控制电器主要用于

控制系统和用电设备中,这类电器一般要求工作可靠、响应速度快且寿命长,主要有接触器、控制继电器、启动器、按钮、各种传感器、晶闸管等。

3. 低压电器按所起作用分类

根据低压电器所起的作用,可分为控制电器和保护电器。控制电器在控制系统中起通断、控制和调节作用,如刀开关、断路器、控制继电器、接触器、按钮等。保护电器在控制系统中起保护作用,保障系统的安全运行,如熔断器、热继电器、漏电保护器及各种继电保护装置等。

4. 低压电器按动作性质分类

根据低压电器的动作性质,可分为自动式低压电器和非自动式的低压电器。自动式低压电器是指电器依靠自身参数或外来信号自动完成通断操作。例如常见的电磁式低压电器件(包括继电器和接触器)、传感器(光电开关、行程开关、接近开关、限位开关等)等。而非自动式低压电器(又称为手动电器)是依靠手动来完成其通断操作。例如刀开关、控制按钮、组合开关、急停按钮等。

5. 低压电器按与控制器连接方式分类

在控制系统中,一般低压器件都有可能接入控制器。按照低压电器与控制器的连接方式,可以将低压电器分为输入器件、输出器件和输入/输出器件。输入器件是指在控制系统中仅与控制器的输入端口连接的器件,它们主要作用是对控制系统发出指令和反馈信息,例如常见的按钮、传感器、刀开关、组合开关、急停开关等。输出器件是指在控制系统中仅与控制器的输出端口连接的器件,它们在控制系统中主要起着执行动作、信息指示与传递的作用,例如常见的指示灯、声光讯响器、不带辅助触点的接触器和部分中间继电器等。输入/输出器件是指在控制系统中既接入控制器的输入端口,也接入控制器的输出端口的器件,它们的主要作用是既对控制系统反馈信息,也执行控制系统发出的各种指令,例如变频器、软启动器、带辅助触点的接触器和部分中间继电器等。

1.2.2 低压电器的结构与工作原理

通常企业使用的低压电器种类繁多,不同的电器设备的结构、工作原理、外形都不一样,但任何电器从功能上来看都是由两个基本部分组成,即感应部分与执行部分。

感应部分接受外来信号,经过判断或处理后,做出相应的反应,使执行部分产生相应的动作。执行部分则是用以完成控制任务的器件或装置。对于常见的电磁式电压器件,如接触器、继电器来说,电磁机构(线圈部分)是感应部分,触头系统是执行部分。对于常见的手动电器,如刀开关、按钮来说,它们只有执行部分,感应部分的功能是由人完成的。

以下就手动器件中的按钮和自动器件中的接触器来介绍常用低压电器的工作原理。

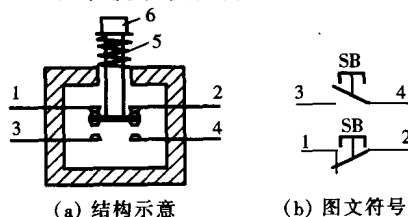


图 1-1 按钮结构与图文符号

1. 按钮

按钮是手动控制电器中的一种,也是企业中最常见的电器,它是用来发出信号和接通或断开控制电路。图 1-1 所示为按钮的结构和图文符号。在图 1-1(a)中,1、2 是动断(常闭)触点,3、4 是动合(常开)触点,5 是复位弹簧,6 是按钮帽。图 1-1(b)所示为其图文符号。

按钮的尺寸与颜色根据使用场合及要求也不完全一

样。例如:停止按钮,为了醒目,以免误动作,一般采用红色;启动按钮,一般采用绿色;紧急停车按钮,其按钮帽采用红色蘑菇式,比一般的按钮大,在紧急情况下,容易看到并容易按下,用于切断电路,保证安全。在自动控制系统中,手动器件一般是作为电路或系统的输入器件。

2. 接触器

典型的自动器件是电磁式电器,它主要由电磁机构和执行机构组成。电磁机构按其电源种类可分为交流和直流两种,执行机构分为触点和灭弧装置两种。

1) 接触器的结构和工作原理

接触器是利用电磁吸力带动触头动作来工作的,主要由电磁机构和触头系统组成。电磁机构通常包括吸引线圈、铁芯和衔铁三部分。如图 1-2 所示为接触器的结构与图文符号,在图 1-2(a)中,1、2、3、4 是静触点,5、6 是动触点,7、8 是吸引线圈,9、10 分别是动、静铁芯,11 是弹簧。在图 1-2(b)中,1、2 之间是常闭触点,3、4 是常开触点,7、8 是线圈。

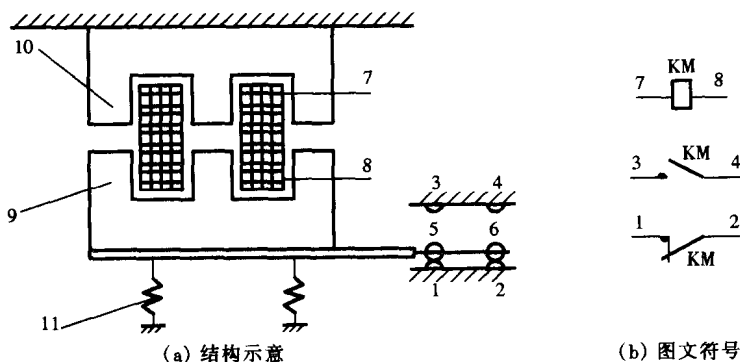


图 1-2 接触器结构与图文符号

接触器的常开、常闭触点数量与接触器的型号、用途有关,甚至可以在接触器上加辅助触点,用于反馈与控制。接触器线圈电压可根据不同的使用场合,采用交流或直流电压,线圈电压可以是不同的电压规格。

当吸引线圈通入电流后,产生磁场,电磁吸力将动铁芯吸向静铁芯,与动铁芯连在一起的衔铁和衔铁连接在一起的触头系统动作。同时,衔铁还受到与电磁吸力方向相反的弹簧的拉力,当电磁吸力大于弹簧拉力时,衔铁就能够可靠地被铁芯吸住。

触点系统是接触器的执行机构,用来断开或闭合电路。图 1-2(b)所示为接触器的线圈与触点的图文符号。触点分为常开触点和常闭触点。常开触点是指当衔铁释放时断开,当衔铁吸合时闭合的触点;常闭触点是指当衔铁释放时闭合,当衔铁吸合时断开的触点。

2) 电磁机构

根据吸引线圈通电电流的性质,电磁铁分为直流电磁铁和交流电磁铁。它们不仅工作性能不同,而且结构也不相同。直流电磁铁的工作性能受吸引线圈励磁电压的高低、衔铁行程的大小等影响。在结构上,直流电磁铁在稳定状态下通过恒定电流,磁通恒定,因而铁芯中没有因磁通交变而引起的磁滞损失与涡流损失,只有线圈本身的铜损,所以直流电磁铁线圈做成没有骨架的细长形。因交流电压的交变性,交流电磁铁的吸力是周期性变化的,必然会在某一时刻电磁吸力小于弹簧拉力,这时衔铁被释放,而在另一时刻电磁吸力大于弹簧拉力时,衔铁又

被吸合,如此反复,衔铁将产生振动。这样,不仅对电器工作非常不利,而且还存在噪声,所以必须采取消振措施。在交流电磁结构中,由于铁芯有磁滞损失和涡流损失,所以铁芯由硅钢片叠制而成,线圈形状是粗短形,且有骨架,目的是将线圈与铁芯隔开,以免铁芯发热,将热量传给线圈使其过热而烧坏。

交流接触器通常采用短路环来解决交流电磁铁的振动问题。如图 1-3 所示为短路环的示意图,其中 1 为短路环,2 为铁芯。短路环起到磁通分相的作用,把极面上的一路交变磁通分成两路交变磁通,并且使这两个磁通之间产生相位差,那么它们所产生的吸力也有一个相位差,这样两部分的吸力就不会同时达到零值,当然合成后的吸力就不会达到零值。如果使合成后的吸力在任一时刻都大于弹簧拉力,则消除了振动。

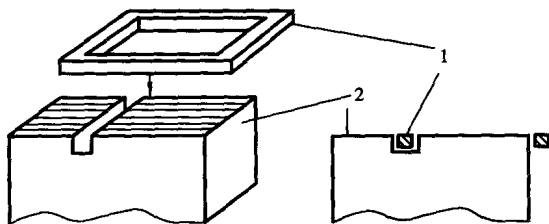


图 1-3 短路环

3) 触点装置及灭弧

(1) 触点装置

触点是电磁式电器的执行部分,它是通过触点的动作来接通或断开控制电路的,所以要求触点的电导热性能要好。电接触状态就是触点闭合并有工作电流通过时的状态,这时触点的接触电阻大小将影响其工作情况。接触电阻大时触点易发热,温度升高,使触点产生熔焊现象,这样既影响电路的可靠性,又降低了触点的寿命。触点接触电阻的大小主要与触点的接触形式、接触压力、触点材料及触点的表面状况有关。通常触点的接触形式有点接触、线接触、面接触。触点的形状有桥式触点、指形触点。减少接触电阻的方法有选择电阻系数小的材料作触点,同时保护触点的清洁,避免氧化与积尘。

(2) 灭弧

在电磁机构中,触点工作的好坏直接影响到整个电路的工作性能。在通电状态下,动、静触点脱离接触时,由于电场的存在,使触点表面的自由电子大量溢出而产生电弧。电弧的存在既会烧损触点金属表面,降低电器的寿命,又延长了电路的分断时间。由于接触电器多用于主电路的通、断,工作电流相对较大,极易产生电弧,因此通常情况下必须迅速灭弧。

以下为常用的灭弧方法。

- 拉长电弧。电弧长度的增加,会使触点间隙增加,电场强度降低,同时又使散热面积增大,降低电弧温度,使自由电子和空穴的复合运动加强,因而使电弧容易熄灭。

- 冷却电弧。使电弧与冷却介质接触,带走电弧热量,也可使复合运动得以加强,从而使电弧熄灭。

- 分段电弧。将电弧分割成一段段串联的短弧,并使短弧上的电压达不到燃弧电压,同时加强短弧间的绝缘强度,使得外加电压无法维持,从而使电弧迅速熄灭。

常用的灭弧装置有电动力灭弧装置、磁吹灭弧装置、窄缝灭弧罩装置、栅片灭弧装置,用得最多的是灭弧罩与栅片灭弧装置。

若电弧较弱,则接触电器一般只需用灭弧罩即可。如图 1-4 所示为灭弧罩的示意图。灭弧罩内有一个或数个纵向窄缝,缝的下部宽、上部窄,当触点断开时,电弧在电场力的作用下进入缝内,窄缝可将电弧柱分成若干直径较小的电弧,同时可将电弧直径压缩,使电弧与缝紧密接触,加强冷却和去游离作用,使电弧熄灭加快。灭弧罩通常用耐弧陶土、石棉水泥或耐弧塑料制成。

在电弧较强的场合,接触电器常采用灭弧栅熄弧。如图 1-5 所示为灭弧栅结构图。灭弧栅是一组彼此间相互绝缘、镀铜的薄钢片。当电弧进入栅片时,被分割成一段段串联的短弧,而栅片就是这些短弧的电极,这样就使每段短弧上的电压达不到燃弧电压。同时,每两片灭弧栅片之间的绝缘强度为 150~250 V,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。因而电弧进入栅片后就会迅速熄灭。

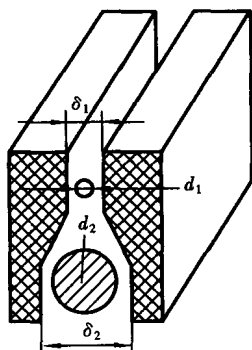


图 1-4 灭弧罩

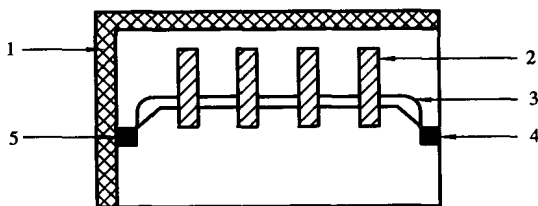


图 1-5 灭弧栅结构

1—灭弧室;2—金属栅片;3—电弧;4、5—触点

一般由于栅片灭弧装置的灭弧效果在电流为交流时要比直流时强得多,因此在交流电器中常采用灭弧栅。

1.3 企业常用电器

前面讲过企业常用电器的种类繁多,可以按不同的性质进行分类。在本书中,将根据常用电器的动作性质进行分类描述。

1.3.1 手动电器

任何控制系统都要操作者给予一定的指令,才能完成规定的控制。因而在控制系统中,手动电器是不可缺少的器件,常用的有刀开关、按钮、转换开关、行程开关等。下面分别进行简要描述。

1. 刀开关

刀开关是一种手动配电电器,主要用来手动接通或断开交、直流电路。通常只作为隔离开

关使用,也可用于不频繁地接通与断开额定电流以下的负载,如小容量电动机、电阻炉等。

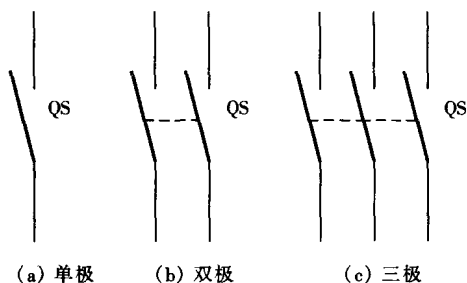


图 1-6 刀开关的图文符号

如图 1-6 所示为刀开关的图文符号。刀开关按极数可分为单极、双极、三极,其结构主要由操作手柄、触刀、触点座和底座组成,依靠手动来实现触刀插入触点座与脱离触点座的控制。目前企业中使用得较少。

2. 按钮

按钮又称为控制按钮,是一种结构简单、使用广泛的输入电器。控制按钮在控制电路中发出手动指令远距离控制其他电器,再由其他电器去控制

电路或传递各种信号,也可以直接用在转换信号电路和电器连锁电路中。

当按下按钮时,按钮内部结构保证了先断开常闭触点,然后才接通常开触点;按钮释放后,在复位弹簧作用下使触点复位,所以,按钮常用来实现电器的点动。按钮接线没有进线和出线之分,直接将所需的触点连入电路即可。在没有按动按钮时,接在常开触点接线柱上的线路是断开的,常闭触点接线柱上的线路是接通的;当按下按钮时,触点上的状态改变,同时也使与之相连的电路状态改变。控制按钮一般由按钮、复位弹簧、触点和外壳等部分组成,其结构如图 1-7 所示,图文符号如图 1-8 所示。每个按钮中触点的形式和数量可根据需要,装配成 1 对常开、1 对常闭或 6 对常开、6 对常闭的形式。控制按钮可做成单式(一个按钮)、复式(两个按钮)和三联式(三个按钮)的形式。为便于识别各个按钮的作用,避免误操作,通常在按钮帽上做出不同标志或涂以不同颜色,表示不同作用,其颜色有红、绿、黄、蓝、白等。如红色表示停止按钮,绿色表示启动按钮等。

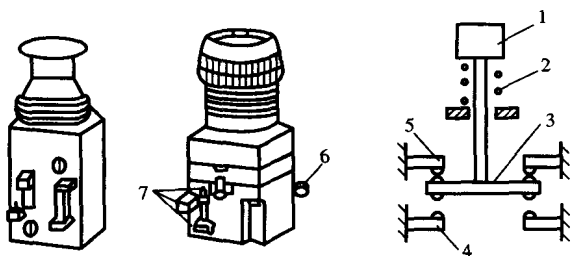


图 1-7 控制按钮外形与结构

1—按钮帽;2—复位弹簧;3—动触点;4—常开触点的静触点;
5—常闭触点的静触点;6、7—触点接线柱

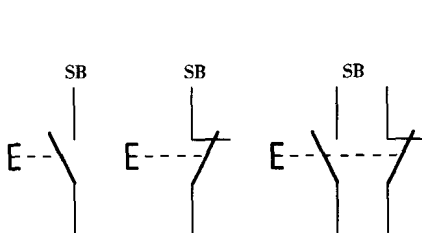


图 1-8 控制按钮的图文符号

控制按钮的主要参数有外观形式及安装孔尺寸、触点数量及触点的电流容量,在产品说明书中都有详细说明。常用的国产产品有 LAY3、LAY6、LAY20、LAY25、LAY101、LAY38、NP1 等系列。

3. 万能转换开关

万能转换开关是一种多位的手动电器。它由多组结构相同的开关元件叠装而成,主要由操作机构、定位装置和触点组成,能够控制多个回路,是一种常见的手动电器。

目前国内用得最多的万能转换开关有 LW5 和 LW6 两个系列。图 1-9 所示为 LW6 型万能

转换开关的图文符号和触点通断表,图形中有6个回路,挡位连线下有黑点“·”的,表示这条电路是接通的。在触点通断表中,“×”表示接通的电路,空格表示转换开关在该位置时是断开的。例如,如图1-9所示的LW6型号的转换开关,在转至“Ⅱ”位置时,所有的电路全部被接通;转至“Ⅰ”位置时,只有1、3、5路接通;转至“Ⅲ”位置时,1、2、4、6接通。

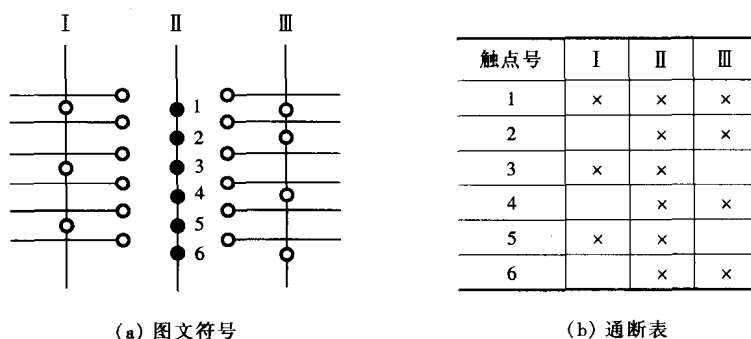


图 1-9 LW6 型万能转换开关的图文符号和触点通断表

1.3.2 自动电器

在控制系统中,自动电器的主要作用是根据指令完成信息反馈与传递,例如常见的指示灯、声光讯响器、接触器、继电器、变频器、各类传感器等。本书主要介绍接触器、继电器、传感器、自动空气开关、软启动器与变频器等器件。

1. 接触器

接触器是一种用途极为广泛的自动电器,主要用于接通或切断电动机的主电路或大容量控制电路,也经常用于控制其他电器、装置和设备的启停。接触器可以频繁地操作,性能稳定,是企业应用得最为普遍的自动电器。

从不同的角度,接触器可以分为多种类型。例如:按触头控制电流的性质分,有交流接触器和直流接触器;按励磁方式分,有直流励磁和交流励磁;按触头系统驱动动力分,有电磁接触器、液压接触器和气动接触器等。

在实际应用中选用何种接触器,一方面要根据系统的工艺要求、安装环境、工作状态等,另一方面要根据接触器的技术参数。接触器的技术参数有额定电流、额定电压、线圈电压、主触点通断能力等。例如:对于一个通常的 22 kW 的电动机,可以选用通用电磁式接触器,线圈电压 AC220 V 或 AC380 V,额定电流 60 A,整定电流 45 A,通用,不防爆,额定工作电压 AC380 V,其他符合国家标准。如果在易燃、易爆的场所,该电动机需要使用一个气动接触器。如果使用在频繁通断的 22 kW 的加热器上,那么可以选用一个固体继电器来保证其开断的稳定性及频繁性。

目前企业中应用得最多的是电磁式接触器。前面已经讲过电磁式接触器的结构及工作原理,在这里不再赘述。

2. 继电器

继电器是控制电路中应用得最广泛的一种电器。它们主要起到放大中间信号、分时动作

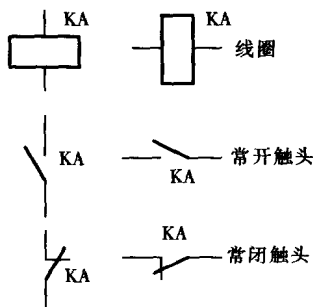
控制、单一信号转换为多个信号、系统继电保护、电气设备保护等作用。

继电器按输入信号不同,分为电压继电器、电流继电器、时间继电器、速度继电器、中间继电器、信号继电器和相序继电器。

按线圈电流种类不同,分为交流继电器和直流继电器。

按使用范围不同,分为控制继电器(用于电力拖动系统,以实现过程自动化和作某些保护)、保护继电器(用于电力系统作继电保护)、通信继电器(用于电信和遥控系统)和安全继电器(用于保护人身和设备安全)。

按动作原理不同,分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、电子式继电器和热继电器。下面主要讲述电磁式继电器的工作原理。



电磁式继电器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组成。电磁继电器的工作原理:电磁式继电器根据外来信号(电压或电流),利用电磁原理使衔铁产生闭合动作,从而带动触点动作,使控制电路接通或断开。不同之处在于:电磁式继电器的触点主要用在控制电路中,且电流小,一般不需要安装灭弧装置。继电器的触点一般为桥式触点,有常开和常闭两种形式。值得注意的是,继电器的触点不能用来接通和分断负载电路。电磁式继电器的图文符号如图 1-10 所示。

图 1-10 电磁继电器的图文符号

3. 传感器

在自动化设备、数控机床和自动生产线等系统中,往往需要对机器的运动部件的位置进行检测,当到达一定位置时,机器就会按照程序执行相应的动作。传感器作为信息采集、信息转换与信息传递的器件,将系统的状态信号反馈到控制器,控制器通过对读取的信号进行分析、处理、调节后驱动执行机构作出相应的动作。控制系统中传感器种类多种多样,有用于测力、测速、测流量、测磁场、测距、测温、测湿度等的传感器。下面介绍工业中常用的电子接近开关、光电开关、行程开关。

1) 电子接近开关

在生产过程中完成对运动部件位置检测的常用器件就是电子接近开关,它可在物体与接近开关处于一定距离(不需接触)时输出电信号,自动控制系统则根据电子接近开关处的输出来判断被检测物体是否到达指定的位置。

电子接近开关根据被检测物体种类的不同和检测原理的不同,可以分为许多种类。常用的有电感式接近开关、电容式接近开关、磁性接近开关、超声波接近开关等。表 1-1 列出了常用接近开关、光电开关种类及其特点(光电开关原理及特点在本节后面介绍)。

表 1-1 常用接近开关、光电开关种类及其特点

开关种类	电感式接近开关	电容式接近开关	磁性接近开关	光电开关
检测物体	金属	金属、非金属、液体	磁性物体	透明体、不透明体
检测距离	$\leq 80 \text{ mm}$	$\leq 30 \text{ mm}$	$\leq 30 \text{ mm}$	0.5 毫米~几十米

续表

开关种类	电感式接近开关	电容式接近开关	磁性接近开关	光电开关
开关特点				
输出形式	NPN、PNP、晶闸管、继电器(常开 NC、常闭 NO)	NPN、PNP、晶闸管、继电器(常开 NC、常闭 NO)	NPN、PNP、晶闸管、继电器(常开 NC、常闭 NO)	NPN、PNP、晶闸管、继电器(亮通、暗通)
引出线	3线、2线、4线	3线、2线、4线	3线、2线、4线	3线、2线、4线
常见外形	圆柱形、矩形、饼形	圆柱形、矩形、饼形	圆柱形、矩形	圆柱形、矩形

(1) 电感式接近开关

电感式接近开关是最常用的接近开关之一。常用的电感式接近开关的外形有圆柱形、矩形(也称角柱形)和饼形(也称平面安装形),如图 1-11 所示为常用的几种电感式接近开关外形。



图 1-11 常用的几种电感式接近开关外形

电感式接近开关的检测原理:电感式接近开关的内部有一个振荡器,振荡器的线圈组成了检测界面,当电感式接近开关通电工作时,在线圈的周围产生交变磁场,当有金属物体进入磁场时,其感生的涡流产生的附加磁场阻止了线圈周围磁场的交变,使得振荡停止,从而使得开关的输出状态发生改变。

电感式接近开关的主要用途是用于金属部件的位置检测,所以,被检测的运动部件必须是金属材料才能被电感式接近开关所检测到。

电感式接近开关的检测距离为 0~3 mm、0~5 mm、0~10 mm、0~20 mm、0~50 mm、0~80 mm 等,一般来说,感应界面的面积越大,其检测距离也就越远。

电感式接近开关上还有一指示灯,当有金属物体靠近被检测到时,电感式接近开关的输出状态就会发生变化,其指示灯也会发光。

对于同一电感式接近开关,其检测距离按被检测物体的材料而有所不同,表述被检测物体的材料与检测距离关系的是修正系数,见表 1-2。

表 1-2 某电感式接近开关的修正系数

被检测物体材料	铁	不锈钢	铬、镍	黄铜	铝
修正系数	1.0	约 0.76	约 0.65	约 0.5	约 0.48

从表 1-2 中可以看出,检测距离最远的是铁,然后依次为不锈钢、铬、黄铜、铝等金属材料,一般来说,检测铜材料或铝材料时为了达到与检测铁同样的效果,其安装距离大约为铁材料的