



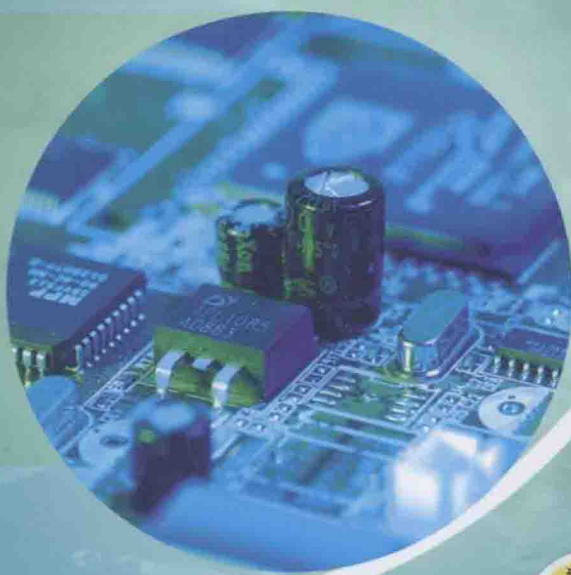
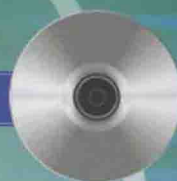
21世纪普通高等教育规划教材

小型可编程控制器 实用技术

第2版

上海大学 王兆义 杨新志 主编

附光盘



21 世纪普通高等教育规划教材

小型可编程控制器实用技术

第 2 版

上海大学 王兆义 杨新志 主编



机械工业出版社

本书从工程应用出发,结合教学需要,介绍了三菱小型 PLC FX_{2N} 和西门子小型 PLC S7-200 的工作原理、系统配置、指令系统及编程、通信网络及系统设计方法。书中给出了大量工程应用实例,每章后面附有习题及思考题,书末给出了两种机型的实验指导书(含 1CD)。

该书语言简炼,通俗易懂,书中有许多编程实例。本书可作为高等院校工业自动化、电气工程及其自动化、机电一体化、计算机应用等专业的教学用书,亦适合工程技术人员使用。

本书配有免费电子课件,欢迎选用本书作教材的老师登录
www.cmpedu.com 下载或发邮件到 Edmondyan@sina.com 索取。
Edmondyan@hotmail.com

图书在版编目(CIP)数据

小型可编程控制器实用技术/王兆义,杨新志主编.—2版.—北京:
机械工业出版社,2006.10(2011.6重印)

21世纪普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-111-05478-8

I. 小... II. ①王...②杨... III. 可编程序控制器—高等学校—
教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 107984 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:贡克勤 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣

封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 6 月第 2 版第 7 次印刷

184mm×260mm·23.5 印张·580 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-05478-8

ISBN 7-89482-016-4(光盘)

定价:42.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页、由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本书自1996年出版发行以来,受到广大读者关注,已连续十几次印刷。

可编程序控制器(PLC)是以计算机技术为核心的通用自动控制装置,应用十分广泛。学习PLC控制技术,一般要求先了解传统的电气控制技术。为此,本书增加了第一章,简要介绍控制电器的结构原理和使用方法,基本电气控制电路,使读者对传统的电气控制技术有个粗略了解,为学习PLC奠定必要基础。

本书的特点是以小型PLC为蓝本,仍以在国内应用量大面广的三菱电机公司FX系列为例,只不过用最新的FX_{2N}系列小型PLC代替了FX₂机。FX_{2N}(包括FX_{1S}、FX_{1N}和FX_{2NC})小型PLC比FX₂功能更强,体积更小,性能价格比更高。在学习三菱FX系列小型PLC技术的同时,也有不少读者提出,应该对西门子公司的小型PLC S7-200加以介绍。本书此次增加了第三篇:西门子公司S7-200系列小型PLC的内容。2004年西门子公司在北京推出了新一代的S7-200 PLC产品和相应的编程软件。

本书第一篇是电气控制基础。第二篇(第二~第八章)以三菱小型PLC FX_{2N}为目标机型,对PLC的基本组成、工作原理、系统配置、基本指令、步进指令、功能指令和编程、简易编程器、SWOPC-FXGP/WIN-C编程软件、特殊功能模块及PLC控制系统的设计方法等内容进行了详细介绍。第三篇(第九~第十一章)以西门子公司小型PLC S7-200为目标机型,对S7-200的系统配置、指令系统、STEP 7-Micro/WIN 32编程软件及网络通信等内容进行详细说明。书末有两个附录,分别给出了FX系列PLC和S7-200系列PLC的实验指导书。

该书可作为高等学校工业自动化、电气工程及其自动化、机电一体化、计算机应用等有关专业的教材,也可作为高职高专、电大、职大相近专业的教学用书及PLC用户的培训教材,对广大的工程技术人员也是一本更新知识结构的参考读物。

本书的编写得到上海大学自动化系有关领导的大力支持,在此表示感谢。该书的编写还得到三菱电机自动化(上海)有限公司的鼎力帮助,特别是石立忠先生、巢晓阳先生,在此表示衷心的感谢。

本书由王兆义、杨新志主编,王兆义教授统稿,陈治川、王生学、陈勇根、宋进、周法英、朱敏、汪迎、张利萍、陈超、王虹参加了部分编写工作。

因作者水平有限,书中难免有错误之处,恳请读者批评指正。

作 者

第1版前言

可编程序控制器 (PLC) 是采用微机技术的通用工业自动化装置, 近几年来, 在国内已得到迅速推广普及。PLC 正改变着工厂自动控制的面貌, 对传统产业的技术改造、发展新型工业具有重大的实际意义。为适应社会需要, 由作者主编的《可编程序控制器教程》自 1993 年由机械工业出版社出版后, 不少院校用来作为教材。但 PLC 技术发展很快, 国外 PLC 产品更新换代更是如此。小型可编程序控制器实用技术就是作者收集大量最新资料, 并结合作者近几年开展的 PLC 教学和科研成果基础上编写而成的, 其原则是更新机型、技术实用。

本书从实际应用出发, 对小型 PLC 的特点、编程语言和系统配置作了详细说明, 对控制指令, 特别是近几年应用较多的功能指令作了系统、详细的介绍。编程器的使用介绍, 特殊功能模块的引入, 给 PLC 用户带来了方便。

全书共分九章和一个附录。内容包括 PLC 的产生、特点和分类; PLC 的工作原理和编程语言; 以三菱 FX 系列 PLC 为蓝本, 对小型 PLC 的系统配置加以说明; PLC 的基本指令和步进指令; 功能指令; FX-20P 简易编程器的使用说明; 详细介绍了一些特殊功能模块; 对 PLC 的系统设计、选型、应用程序设计进行了详细论述, 并列举了一些有特色的应用实例。附录中有 PLC 的实验指导书, 以帮助读者尽快地掌握 PLC 技术。

本书可作为大专院校工业自动化、电气技术、自动控制、应用电子、机电一体化、计算机应用等专业的教学用书, 也可作为电大、职大相近专业的教学用书及 PLC 用户的培训教材, 对广大的工程技术人员来讲又是一本更新知识结构的参考读物。

本书的编写得到了全国高等学校电气技术专业教学指导委员会的支持和帮助, 本书的出版得到菱电国际有限公司机电控制设备部的热情帮助, 作者在此一并表示感谢。

因作者水平有限, 书中难免存在缺点和错误, 恳请读者批评指正。

王兆义

1996 年 8 月

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

第一篇 电 器 控 制

第一章 电器控制基础	1	第二节 电器控制线路	13
第一节 控制电器概述	1	习题及思考题	22

第二篇 三菱小型可编程序控制器 FX_{2N}

第二章 可编程序控制器的组成及原理	23	第一节 FX _{2N} 的简易编程器	170
第一节 可编程序控制器概述	23	第二节 FX _{2N} 的编程软件	182
第二节 可编程序控制器的基本结构和工作原理	28	习题及思考题	187
习题及思考题	40	第七章 FX _{2N} 的特殊功能模块和通信网络	188
第三章 三菱小型可编程序控制器	41	第一节 FX _{2N} 的特殊功能模块	188
第一节 三菱小型可编程序控制器概述	41	第二节 FX _{2N} 的通信与网络	198
第二节 三菱小型可编程序控制器的编程器件	50	习题及思考题	213
习题及思考题	56	第八章 FX _{2N} 控制系统的应用设计	214
第四章 FX _{2N} 的基本指令、步进指令及编程	57	第一节 可编程序控制器的系统设计	214
第一节 基本指令	57	第二节 可编程序控制器的选型	215
第二节 基本指令的编程应用	67	第三节 可编程序控制器控制系统硬件软件设计	217
第三节 步进指令及状态编程法	74	第四节 可编程序控制器控制系统的可靠性	221
习题及思考题	89	第五节 节省可编程序控制器输入输出点数方法	224
第五章 FX _{2N} 的功能指令	94	第六节 可编程序控制器应用程序的设计方法	227
第一节 功能指令的基本格式	94	第七节 可编程序控制器应用实例	232
第二节 FX _{2N} 的功能指令	97	习题及思考题	241
习题及思考题	168		
第六章 FX _{2N} 的编程器和编程软件	170		

第三篇 西门子小型可编程序控制器

第九章 西门子小型可编程序控制器 S7-200 概述	242	第一节 S7-200的硬件系统组成	242
		第二节 S7-200的数据类型及寻址方式	248

第三节 S7-200的编程语言和程序结构	252	第三节 编程软件的使用说明	332
习题及思考题	253	第四节 程序的监控和调试	338
第十章 S7-200 的指令系统	254	习题及思考题	342
第一节 S7-200的基本指令及编程	254	附录	343
第二节 S7-200的功能指令及编程	276	附录 A FX 系列 PLC 实验指导书	343
习题及思考题	324	附录 B S7-200系列 PLC 实验指导书	354
第十一章 STEP7-Micro/WIN 编程软件	326	附录 C FX _{2N} 系列 PLC 特殊软元件	356
第一节 编程软件的安装	326	附录 D FX 系列 PLC 功能指令汇总表	364
第二节 编程软件的功能简介	327	参考文献	368

第一篇 电器控制

第一章 电器控制基础

自动化技术的不断发展,新型自动化控制器件不断出现,它们在工业控制中发挥着越来越重要的作用。然而,在目前的工业生产现场,许多传统的控制电器,如按钮、各种开关、继电器、接触器等,仍然在继续使用,而且不可能完全被替代。本章所述的电气控制基础知识,一方面是基本控制电器的性能与使用,一些简单的、要求不高的加工机械的电器控制基本上仍由这一类控制电器来实现。另一方面,介绍几种典型的电气控制线路。本章的目的是为读者补充有关的电器控制基础知识,为后面的可编程序控制器的编程及应用打下基础。

第一节 控制电器概述

控制电器是一种能根据外界的信号要求,手动或自动地接通或断开电路,断续或连续地改变电路参数,以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节所使用的电气设备。也就是说,控制电器是一种控制电的工具。一般讲的控制电器是指工作在交流 1 200V 或直流 1 500V 以下的电路中的电气设备。本节所介绍的就是这类用于开关控制的控制电器。

一、控制电器的分类

控制电气可以视为一种具有二值的逻辑元件,即开关器件。这些器件在输入条件的控制下,无论是自动的还是非自动的,其输出或者使电路完全导通(记作 ON),或者使电路完全断开(记作 OFF)。控制电器的品种规格繁多,按工作电压、用途和工作原理不同可进行如下分类。

(一) 按工作电压等级分类

(1) 低压电器 工作电压在交流 1 200V 或直流 1 500V 以下的电器。例如继电器、接触器、刀开关、熔断器、起动器等。

(2) 高压电器 工作电压高于交流 1 200V 或直流 1 500V 以上的电器。

(二) 按用途分类

(1) 控制电器 用于各种控制电路和控制系统的电器。例如接触器、各种控制继电器、起动器等。

(2) 主令电器 用于自动控制系统中发送控制指令的电器。例如控制按钮、主令开关、行程开关、转换开关等。

(3) 保护电器 用于保护电气设备的电器。例如熔断器、热继电器、避雷器等。

(4) 执行电器 指用于完成某种动作或传动功能的电器。如电磁铁、电磁阀等。

(三) 按工作原理分类

(1) 电磁式电器 依据电磁感应原理来工作的电器。例如交直流接触器、各种电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器 电器的工作是靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器。例如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

本书不准备系统介绍各类控制电器的设计原理和结构上的细节,而是着眼于从应用角度了解并掌握各种控制电器的主要性能、结构特点及基本用法。因此,本节将着重介绍电气控制系统中的接触器、继电器、主令电器等。读者在学习中应尽量结合生产实践或参观实物,以增加感性认识。

二、常用典型控制电器

(一) 开关电器

常用的开关电器有刀开关、转换开关、断路器等,它们广泛应用于配电线路作电源的隔离、保护与控制。

1. 刀开关 刀开关是一种广泛应用的手动电器。刀开关由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。依靠手动来实现触刀插入插座与脱离插座的控制。刀开关按刀数可分为单极、双极和三极。刀开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、通断能力等。通断能力一般是指在规定条件下,能在额定电压下接通和分断的电流值。

刀开关在安装时,手柄要向上,不得倒装或平装,避免由于重力自动下落而引起误动作合闸。接线时应将电源线接在上端,负载线接在下端,这样拉闸后刀片与电源隔离,防止意外事故发生。

刀开关的图形符号及文字符号如图 1-1 所示。

2. 转换开关 转换开关又称组合开关,常用于电气设备中非频繁通断的电路、转接电源和负载,控制小容量感应电动机。

转换开关由动触头、静触头、转轴、手柄定位机构等组成。转换开关的结构示意图如图

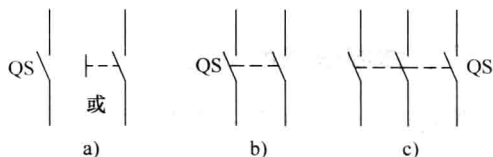


图 1-1 刀开关的符号

a) 单极 b) 双极 c) 三极

1-2 所示,转换开关的图形符号和文字符号如图 1-3 所示。

3. 断路器 断路器俗称自动开关,常用于低压配电电路的不频繁通断控制。在电路发生短路、过载或欠电压一类故障时,能自动分断故障电路,起保护作用。

断路器的种类很多,图 1-4 是一种塑壳断路器的工作原理图。断路器主要由三个基本部分组成:触头、灭弧系统和各种脱扣器。包括过电流脱扣器、失电压脱扣器、热脱扣器、分励脱扣器和自由脱扣器。

开关是靠操作机构手动或电动合闸的,触头闭合后,自由脱扣机构将触头锁在合闸位置上。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,自动跳闸实现保护作用。

断路器的主要技术参数有:额定电压、额定电流、极数、脱扣器类型等。断路器的图形

符号及文字符号如图 1-5 所示。

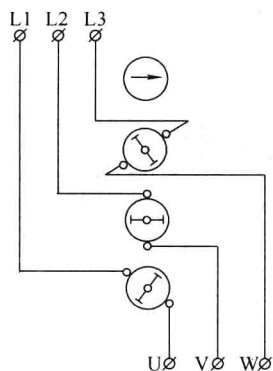


图 1-2 转换开关结构示意图

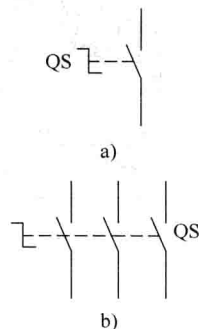


图 1-3 转换开关的符号

a) 单极 b) 三极

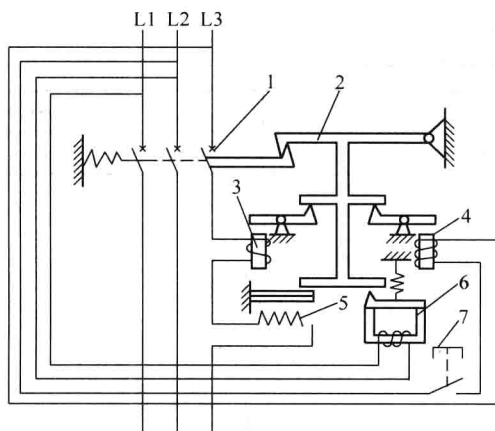


图 1-4 断路器工作原理图

1—主触头 2—自由脱扣机构 3—过电流脱扣器
4—分励脱扣器 5—热脱扣器 6—欠电压
脱扣器 7—按钮

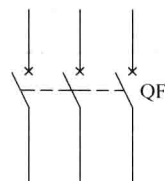


图 1-5 断路器符号

(二) 熔断器

熔断器是一种利用熔化而切断电路的保护电器。熔断器主要由熔体和熔管等部分组成。其中熔体由易熔金属材料铝、锡、锌、银及其合金制成，通常制成丝状或片状。熔管是安装熔体的外壳，在熔体熔断时兼有灭弧作用。图 1-6 是熔断器的外形图。

熔断器串接在被保护的电路中，当电路正常工作时，熔断器允许通过一定大小的电流而熔体不熔化；但当电路发生短路或过载时，熔体中流过很大的电流，产生的热量达到熔体的熔点时，熔体熔化，自动切断电路，从而达到保护的目的。电流通过熔体时产生的热量与电流的平方和电流通过的时间成正比，因此电流越大，熔体熔断的时间越短。这一特性叫熔断器的安秒特性，即熔断器的熔断时间与熔断电流的关系曲线，如图 1-7 所示。图中 $I_{\min}$ 为最小熔化电流，即通过熔断器电流小于此电流时，熔断器不会熔断。 I_N 是熔体熔断的额定电流，所选择的熔体额定电流 I_N 应小于 $I_{\min}$ 。熔断器安秒特性数值关系见表 1-1。

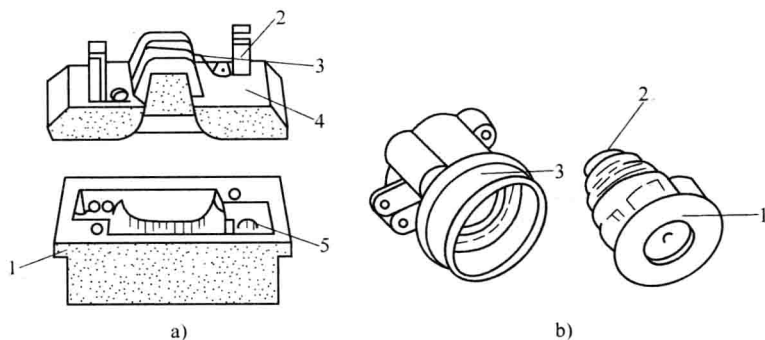


图 1-6 熔断器的外形图

a) RC1 型

1—瓷底座 2—动触头 3—熔体 4—瓷插件 5—静触头

b) RL1 型

1—瓷帽 2—熔体 3—底座

表 1-1 熔断器安秒特性关系

熔断电流	$1.25 \sim 1.3 I_N$	$1.6 I_N$	$2 I_N$	$2.5 I_N$	$3 I_N$	$4 I_N$
熔断时间	∞	1h	40s	8s	4.5s	2.5s

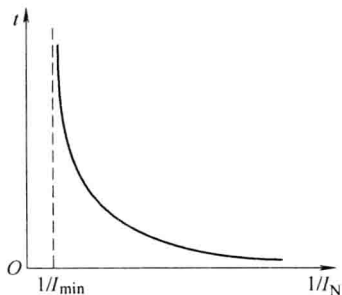


图 1-7 熔断器的安秒特性曲线



图 1-8 熔断器的符号

熔断器的类型也很多。例如插入式熔断器常用系列 RC1A，常用于民用和工业的照明电路中。螺旋式熔断器常用产品有 RL6、RL7、RLS2 等系列。RL6、RL7 多用于机床配线电路中，RLS2 为快速熔断器，主要用于保护硅整流元件和晶闸管等半导体元件。RZ1 系列是一种自复式新型熔断器，在电路中，这种熔断器只能限制故障电流，而不能切断故障电路，一般与断路器配合使用。

熔断器的图形符号及文字符号示于图 1-8 中。

熔断器的选择分类型选择、额定电压选择、额定电流选择。其类型选择要根据线路要求、使用场合、安装条件来确定；熔断器的额定电压应大于或等于线路的工作电压；熔断器的额定电流大小与负载的大小及性质有关，对于阻性负载的短路电流保护，应使熔断器的熔体额定电流等于或略大于电路的工作电流，电容器设备中，电容器电流是经常变化的，一般情况下，熔体的额定电流应大于电容器额定电流的 1.6 倍。

(三) 主令电器

在自动控制系统中专用于发布控制指令的电器叫主令电器。主令电器的种类很多,按作用分为控制按钮、位置开关、万能转换开关等。

1. 控制按钮 在低压控制电路中,控制按钮发布手动控制指令。控制按钮结构示意图如图 1-9 所示。

控制按钮是由按钮帽、复位弹簧、触头和外壳组成。按钮在外力作用下,首先断开常闭触头,然后再接通常开触头。复位时,常开触头先断开,常闭触头后闭合。

目前使用较多的产品有 LA18、LA20、LA25 系列。随着计算机技术的不断发展,控制按钮又派生出用于计算机系统的弱电按钮新产品,如 SJL 系列弱电按钮,体积小,操作灵敏。

控制按钮一般用红色表示停止按钮,绿色表示起动按钮。控制按钮的图形符号及文字符号示于图 1-10 中。

2. 位置开关 位置开关在电气控制系统中,用以实现顺序控制、定位控制和位置状态的检测。位置开关又可分行程开关、接近开关、光电开关等几种。

(1) 行程开关 行程开关是一种利用生产机械的某些运动部件的碰撞来发出控制指令的主令电器。当行程开关用于位置保护时,也叫限位开关。从结构上看,行程开关可分 3 部分:操作机构、触头系统和外壳。图 1-11 是 LX19 系列行程开关外形图。

行程开关的品种规格很多。行程开关的操作机构有直动、滚动直动、杠杆单轮、双轮等。选用行程开关时,应根据不同使用场合,满足额定电压、额定电流、复位方式等方面要求。行程开关的图形符号及文字符号如图 1-12 所示。

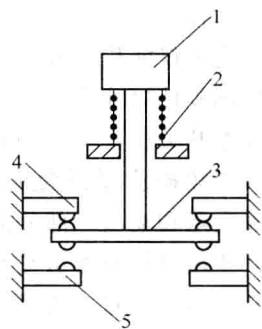


图 1-9 按钮结构示意图
1—按钮帽 2—复位弹簧 3—动触头 4—常闭静触头 5—常开静触头

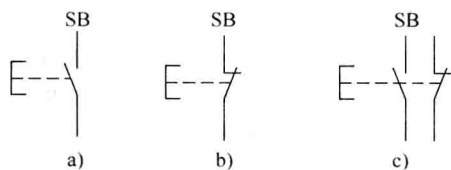


图 1-10 按钮的符号

a) 常开触头 b) 常闭触头 c) 复式触头

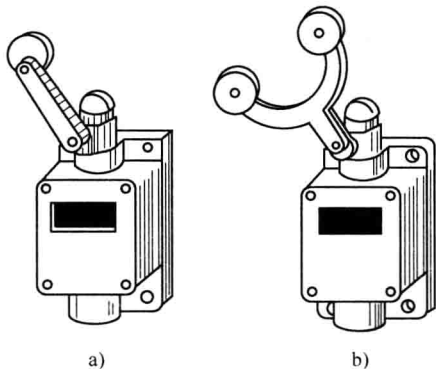


图 1-11 LX19 系列行程开关

a) 单轮旋转式 b) 双轮旋转式

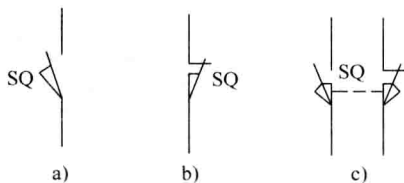


图 1-12 行程开关的符号

a) 常开触头 b) 常闭触头 c) 复式触头

(2) 接近开关 接近开关又称无触点行程开关, 是一种不直接接触方式进行控制的位置开关。它不仅能代替有触点行程开关来完成行程控制和限位保护等, 还可用于高速计数、测速、检测零件尺寸等。

接近开关按其工作原理分为高频振荡型、电容型、永磁型等。其中以高频振荡型最为常用。高频振荡型接近开关的电路由振荡器、放大器和输出三部分组成。当有金属物体接近高频振荡器的线圈时, 使振荡回路参数变化, 振荡减弱直到终止而输出控制信号。接近开关的主要技术参数有: 工作电压、输出电流、动作距离等。接近开关的文字符号与行程开关相同, 而图形符号如图 1-13 所示。

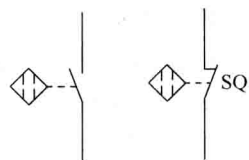


图 1-13 接近开关的符号

(3) 光电开关 光电开关是光电传感器的俗称, 它也是一种无触点的位置开关, 是以不直接接触方式进行控制的器件。光电开关不仅能代替有触点的行程开关来完成行程控制和限位保护, 也可用于计数、测速、检测等。由于光电开关具有体积小、寿命长、工作稳定可靠、重复定位精度高等优点, 所以在工业生产方面已获得广泛应用。

光电开关种类繁多, 主要技术指标有电源电压、检测距离、输出方式、响应时间、检测方式等。

3. 万能转换开关 万能转换开关是一种多挡位、控制多回路的组合开关。由于转换电路多, 用途广泛, 又称为万能转换开关。常用的万能转换开关有 LW5、LW6 等系列。

LW6 系列万能转换开关由操作机构、面板、手柄及触头座等主要部件组成, 其操作位置有 2~12 个, 触头底座有 1~10 层, 其中每层底座均可装三对触头, 并由底座中间的凸轮进行控制。万能转换开关各档电路通断状况有两种表示方法, 一种是图形表示法, 另一种是列表表示法。图 1-14a 是 LW6 系列转换开关中某一层结构原理示意图。其文字符号为 SA, 图 1-14b 是图形法表示电路通断状况的一个实例, 在零位时 1、3 两路接通; 在左位时仅 1 路接通; 在右位时仅 1 路接通。

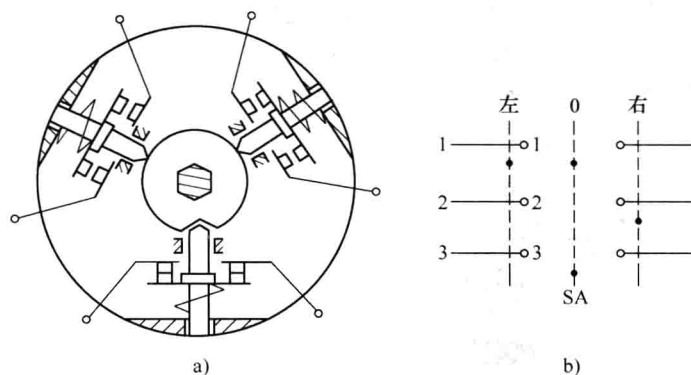


图 1-14 万能转换开关
a) 结构原理示意图 b) 符号

(四) 接触器

接触器是用来接通或切断电动机或其他负载主电路的一种控制电器, 在电力拖动自动控制线路中被广泛应用。接触器有交流接触器和直流接触器两大类型。

1. 接触器的结构与原理 一般接触器由以下几部分组成：电磁机构、触头系统、灭弧装置、其他部件。现将主要部件介绍如下。

(1) 电磁机构 电磁机构是接触器及其他电磁式电器的主要组成部分之一，它的主要作用是将电磁能量转换为机械能量，带动触头动作，从而完成接通或分断电路。

电磁机构由吸引线圈、铁心、衔铁等几部分组成。

常用的磁路结构示于图 1-15，可分为三种型式。图 1-15a 所示的是衔铁沿棱角转动的拍合式铁心，这种型式广泛应用于直流电器中。图 1-15b 所示是衔铁沿轴转动的拍合式铁心，其铁心形状有 E 形和 U 形两种，此种结构多用于触点容量较大的交流电器中。图 1-15c 所示的是衔铁直线运动的双 E 形直动式铁心，多用于交流接触器和继电器中。通常直流电磁铁的铁心是用整块钢材或工业纯铁制成，而交流电磁铁的铁心则用硅钢片叠铆而成。

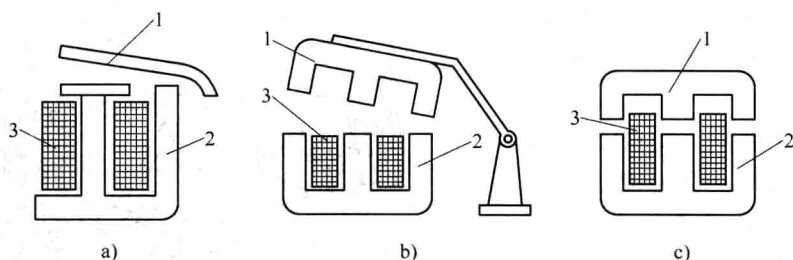


图 1-15 常用的磁路结构

1—衔铁 2—铁心 3—吸引线圈 •

吸引线圈的作用是将电能转换为磁场能量。按电流种类不同可分为直流线圈和交流线圈。

(2) 触头系统 触头是接触器及其他电器的执行部分，起接通和分断电路的作用。因此，要求触头导电、导热性能良好，触头常用银质材料制成。

触头有以下几种结构型式。

1) 桥式触头 图 1-16a 是两个点接触的桥式触头，图 1-16b 是两个面接触的桥式触头，两个触点串于同一条电路中。点接触型式触头适用于电流不大且触头压力小的场合，面接触型式适用于大电流的场合。

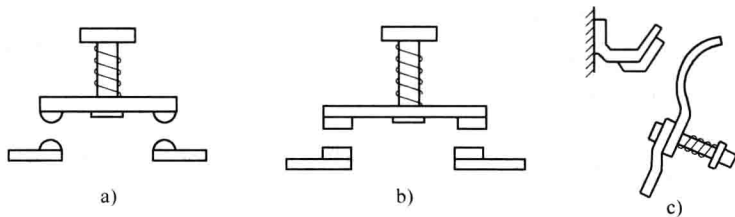


图 1-16 触头的结构型式

2) 指形触头 图 1-16c 所示为指形触头，其接触区为一直线，触头接通或分断时产生滚动摩擦。这种型式的触头适用于通电次数多、电流大的场合。

为了使触头接触得更加紧密，以减小接触电阻，并消除开始接触时产生的振动，在触头上装有接触弹簧，在刚刚接触时产生压力，并且随着触头闭合增大触头压力。

(3) 电弧的产生及灭弧方法 接触器的触头在大气中断开电路时，如果被断开电路的电

流超过某一数值,断开后加在触头间隙两端电压超过某一数值(12~20V之间)时,则触头间隙中就会产生电弧。电弧实际上是触头间气体在强电场作用下产生的电离放电现象。当触头间刚出现分断时,两触头间距离极小,电磁场极大,在高热和强电磁场作用下,金属内部的自由电子从阴极表面逸出,奔向阳极,这些自由电子在电场中运动时撞击中性气体分子,使之激励和电离,产生正离子和电子,在触头间隙中产生大量的带电粒子,使气体导电形成了炽热的电子流即电弧。

电弧产生后,伴随高温产生并发出强光,将触头烧损,并使电路的切断时间延长,严重时还会引起火灾。因此,应采取适当措施熄灭电弧。常用的灭弧方法有电动力灭弧、磁吹灭弧、窄缝灭弧、栅片灭弧等。

2. 交流接触器 交流接触器的外形与结构示意图如图 1-17 所示。它由电磁机构、触头系统、灭弧装置等组成。

电磁机构由线圈、动铁心(衔铁)和静铁心组成。交流接触器的触头系统包括主触头和辅助触头。主触头用于通断主通路,有三对或四对常开触头;辅助触头用于控制电路,起电气联锁或控制作用,通常有两对常开常闭触头。容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置,小容量的接触器灭弧装置往往是陶土灭弧罩,大容量的接触器常采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧结构。另外,交流接触器还有反作用弹簧、缓冲弹簧、触头压力弹簧、传动机构及外壳等。

3. 直流接触器 直流接触器的结构和工作原理基本与交流接触器相同。在结构上也是由电磁机构、触头系统和灭弧装置等部分组成。但也有不同之处,主要区别是铁心结构、线圈形状、触头形状、触头数量和灭弧方式等方面。

4. 接触器的主要技术参数 接触器的主要技术参数有以下几种。

(1) 额定电压 接触器的额定电压是指主触头的额定电压。交流有 220V、380V 和 660V。直流有 110V、220V 和 440V。

(2) 额定电流 接触器的额定电流是指主触头的额定工作电流。目前常用电流等级为 10~1 000A。

(3) 吸引线圈的额定电压 交流有 36V、127V、220V 和 380V。直流有 24V、48V、

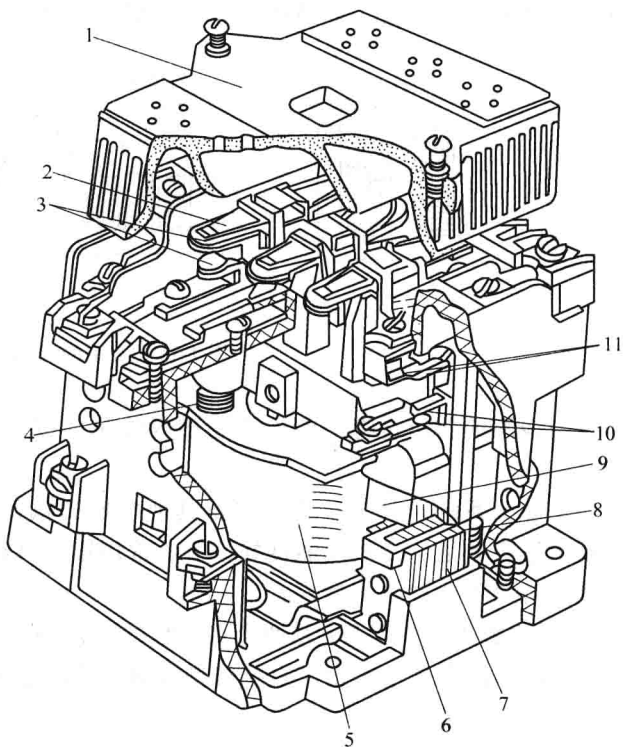


图 1-17 CJ10-20 型交流接触器

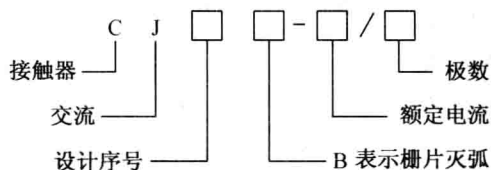
- 1—灭弧罩 2—触头压力弹簧片 3—主触头 4—反作用弹簧
5—线圈 6—短路环 7—静铁心 8—弹簧
9—动铁心 10—辅助常开触头 11—辅助常闭触头

220V 和 440V。

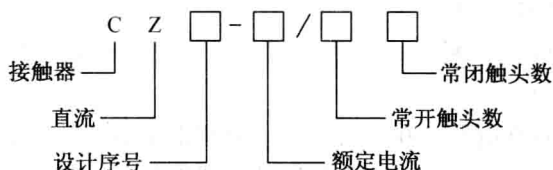
(4) 额定操作频率 接触器的额定操作频率是指每小时允许的操作次数, 一般为 300 次/h、600 次/h 和 1 200 次/h。

常用的交流接触器有 CJ 系列, 常用的直流接触器有 CZ 系列。

交流接触器的型号含义:



直流接触器的型号含义:



接触器的图形符号如图 1-18 所示, 文字符号为 KM。

(五) 继电器

继电器是一种根据特定形式的输入信号而动作的自动控制电器。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, 而输出则是触头的动作或者是电路参数的变化。

继电器的种类很多, 按输入信号的性质分为: 电压继电器、电流继电器、时间继电器、温度继电器、速度继电器、压力继电器等。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、热继电器、电子式继电器等。

1. 电磁式继电器 电磁式继电器的结构及工作原理与接触器类似, 也是由电磁机构和触头系统组成。主要区别在于: 继电器可对多种输入量的变化作出反应, 而接触器只有在一定的电压信号下动作; 继电器是用于切换小电流的控制电路和保护电路, 而接触器是用来控制大电流电路。

电磁式继电器有直流和交流两类。

(1) 电流继电器 电流继电器的线圈与被测量电路串联, 以反映电路电流的变化, 其线圈匝数少, 导线粗, 线圈阻抗小。

(2) 电压继电器 电压继电器的线圈与被测量电路并联, 以反映电路电压的变化, 其线圈匝数多、导线细、线圈阻抗大。

(3) 中间继电器 中间继电器实质上是一种电压继

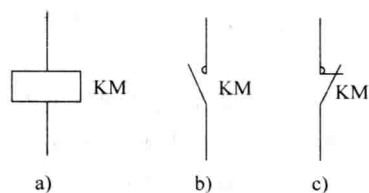


图 1-18 接触器的符号

a) 线圈 b) 常开触头 c) 常闭触头

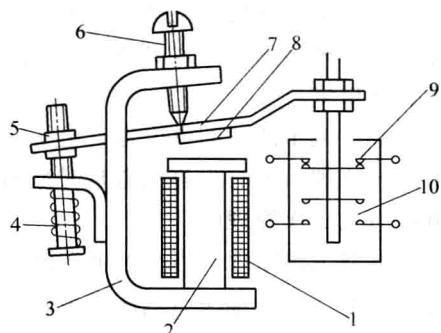


图 1-19 JT3 系列直流电磁式继电器结构示意图

1—线圈 2—铁心 3—磁轭 4—弹簧 5—调节螺母 6—调节螺钉 7—衔铁 8—非磁性垫片 9—常闭触头 10—常开触头

电器,触头对数多,触头容量较大(额定电流 $5\sim 10\text{A}$),动作灵敏度高。中间继电器主要起信号中继作用。

图 1-19 是 JT3 系列直流电磁式继电器结构示意图。继电器的吸动值和释放值可以根据保护要求在一定范围内调整。

电磁继电器的图形符号如图 1-20 所示,电流继电器的文字符号为 KI,电压继电器的文字符号为 KV,中间继电器的文字符号为 KA。

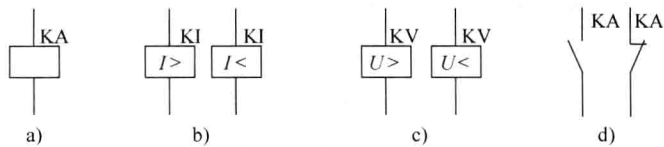


图 1-20 电磁式继电器的符号

2. 时间继电器 时间继电器是一种利用电磁原理或机械

a) 线圈一般符号 b) 电流继电器线圈 c) 电压继电器线圈 d) 触头

动作原理实现触头延时接通和断开的自动控制电器。按动作原理可分为电磁式、空气阻尼式、电动式和电子式几种。

(1) 直流电磁式时间继电器 在直流电磁式电压继电器的铁心上增加一个阻尼铜套,即可构成时间继电器。当线圈通电时,由于衔铁处于释放位置,气隙大,磁阻大,磁通小,铜套阻尼作用相对也小,因此衔铁吸合时延时不显著。而当线圈断电时,磁通变化量大,铜套阻尼作用也大,使衔铁延时释放而起到延时作用,这种继电器仅能作断电延时,延时一般不超过 5s 。

(2) 空气阻尼式时间继电器 空气阻尼式时间继电器是利用空气阻尼原理获得延时。它由电磁机构、延时机构和触头系统三部分组成。电磁机构为直动式双 E 形铁心,触头系统是微动开关,延时机构采用气囊式阻尼机构。

空气阻尼式时间继电器可以做成通电延时型,如图 1-21a 所示;也可以做成断电延时型,如图 1-21b 所示。电磁机构可以是直流的,也可以是交流的。

空气阻尼式时间继电器结构简单,延时范围大,寿命长,价格低;但这种阻尼式时间继电器的延时误差大,无调节刻度指示,一般适用于延时精度要求不高的场合。

(3) 电动式时间继电器 电动式时间继电器是由微型同步电动机拖动,有通电延时和断电延时两种类型。电动式时间继电器的优点是延时时间宽($0\sim 72\text{h}$),缺点是机械结构复杂、价格贵。

(4) 电子式时间继电器 电子式继电器具有体积小、延时范围宽、使用寿命长的优点。就延时原理而论有阻容充电延时型和数字电路型。图 1-22 是 JS20 系列场效应晶体管时间继电器电气工作原理图。

电路工作原理 当接通电源时,通过电阻 R_{10} 、 R_{P1} 、 R_2 对电容 C_2 充电,电压按指数规律上升,此时场效应晶体管 V_1 的负栅偏压值逐渐减小,但只要 $|u_c - u_s| > |u_p|$,即 u_{GS} 的绝对值大于场效应晶体管的阻断电压 u_p 的绝对值,则场效应晶体管 V_1 就不会导通,直到 u_c 上升到 $|u_c - u_s| < |u_p|$ 时, V_1 开始导通产生 I_D , D 点电位下降使 V_2 趋于导通, V_2 的导通,使晶闸管 VT 导通,同时 KA 动作。此过程所需要的时间即为时间继电器的通电延时时间。 KA 动作后, C_2 经过 KA 常开触点对电阻 R_9 放电,同时氛泡 Ne 起辉,并使 V_1 、 V_2 截止,为下次延时做准备。一般这种电子型时间继电器延时范围从 $0.1\text{s}\sim 9\,999\text{min}$ 之间