



普通高等教育规划教材

# 电气与可编程序 控制器技术

汤以范 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育规划教材

# 电气与可编程序控制器技术

主 编 汤以范  
副主编 叶 真 陈小异  
参 编 焦满国  
主 审 裘建新  
副主审 魏 建



机械工业出版社

本书以 FX<sub>2N</sub> 和 S7-200 系列 PLC 作为介绍对象, 紧扣 PLC 的工程应用, 分断续控制篇、连续控制篇、通信篇和现代篇, 共四篇十一章。内容涵盖: 继电-接触器应用技术、PLC 基本指令、应用指令、特殊功能模块、触摸屏界面技术、PLC 通信、现场总线技术、嵌入式 PLC 和 PCC 等。重点放在应用和仿真软件的使用方面。每章开始写有内容提要, 最后配有思考题与习题, 方便读者复习巩固。

本书可作为本科数控技术应用专业、机电一体化专业等相关专业的教材, 也可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电气与可编程序控制器技术/汤以范主编. —北京: 机械工业出版社, 2004. 7

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-14866-5

I. 电... II. 汤... III. ①电气控制 - 高等学校 - 教材②可编程序控制器 - 高等学校 - 教材 IV. TM921.5②TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 066657 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王小东 王玉鑫

责任编辑: 刘丽敏 王小东 版式设计: 霍永明 责任校对: 张媛

封面设计: 陈沛 责任印制: 李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> · 24.75 印张 · 612 千字

定价: 34.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

# 普通高等教育应用型人才培养规划教材 编审委员会名单

- 主任：刘国荣 湖南工程学院
- 副主任：左健民 南京工程学院  
陈力华 上海工程技术大学  
鲍 泓 北京联合大学  
王文斌 机械工业出版社
- 委员：（按姓氏笔画排序）
- 刘向东 华北航天工业学院  
任淑淳 上海应用技术学院  
何一鸣 常州工学院  
陈文哲 福建工程学院  
陈 峻 扬州大学  
苏 群 黑龙江工程学院  
娄炳林 湖南工程学院  
梁景凯 哈尔滨工业大学（威海）  
童幸生 江汉大学

# 数控技术应用专业分委员会委员名单

- 主任：**朱晓春 南京工程学院
- 副主任：**赵先仲 华北航天工业学院  
龚仲华 常州工学院
- 委员：**（按姓氏笔画排序）
- 卜云峰 淮阴工学院
- 汤以范 上海工程技术大学
- 朱志宏 福建工程学院
- 李洪智 黑龙江工程学院
- 吴 祥 盐城工学院
- 宋德玉 浙江科技学院
- 钱 平 上海应用技术学院
- 谢 骐 湖南工程学院

# 序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入 WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第 36 位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于 2001、2002 年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程的先驱、美国加州理工学院的冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

## 1. 保证基础, 确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

## 2. 突出特色，强化应用

围绕培养目标，以工程应用为背景，通过理论与工程实际相结合，构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针：知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为：“精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上，挑选出最基本的内容、方法及典型应用；“新”指将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容，以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容，并将这些按新的教学系统重新组织；“广”指在保持本学科基本体系下，处理好与相邻以及交叉学科的关系；“用”指注重理论与实际融会贯通，特别是注入工程意识，包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

## 3. 抓住重点，合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课（专业基础课、专业课）教材的建设，并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设，力争做好与之配套的电子教材的建设。

## 4. 精选编者，确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验，又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务，以确保教材质量。

我们相信，本套系列教材的出版，对我国工程应用型人才培养质量的提高，必将产生积极作用，会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光，高瞻远瞩，及时提出并组织编写这套系列教材，他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作，并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件，在此深表衷心感谢！

编委会主任 刘国荣教授  
湖南工程学院院长

# 前 言

本书依据普通高等教育应用型本科数控技术应用专业系列教材编审委员会审定的《电气与可编程序控制器》编写大纲编写，以目前市场上具广泛影响的主流机型 FX<sub>2N</sub> 和 S7-200 系列 PLC 作为介绍对象，从不同的应用角度详细介绍了它们在断续控制、连续控制和通信应用等方面的相关知识，并以专门篇章简要介绍了嵌入式 PLC 和可编程序计算机控制器的应用技术，读者可以从了解 PLC 技术的演变历程和今后的发展趋势。全书内容丰富，题材新颖，编排合理。

本书编者长期从事可编程序控制器的教学和应用工作，认为在可编程序控制器的技术流派中，三菱公司的 FX<sub>2N</sub> 和西门子公司的 S7-200 系列 PLC 虽不同宗一脉，但在指令系统方面确有许多相似之处。作为教材，学时数有限，既要满足专业知识结构对 PLC 应用人才的基本培养要求，又要兼顾课程设计、毕业设计对教材的深度要求，同时还需考虑普通读者对本书的实用性要求。本书编者力图将基础性、实用性和先进性无缝结合，精心编排了各章节内容，将用户程序设计时约束条件相对较少的 FX<sub>2N</sub> 机型作为先修内容，然后介绍 S7-200 机型。经数届教学实践证明：在学习 FX<sub>2N</sub> 以后学习 S7-200，可以花较少时间，因此总学时数还是可以控制在合理的范围。作为配合，书中实例先后用两种机型讲解编程，供读者参考比较，以求事半功倍的学习效果，同时还可节省本书篇幅。

全书紧扣 PLC 的工程应用，分断续控制、连续控制、通信和现代等四篇，共十一章，内容涵盖：继电-接触器应用技术、PLC 基本指令、应用指令、特殊功能模块、触摸屏界面技术、PLC 通信、现场总线技术、嵌入式 PLC 和 PCC 等。重点放在应用和仿真软件的使用方面。每章开头写有内容提要，最后配有思考题与习题，方便读者复习巩固。建议总学时数为 42~48。若是少学时教学，可将打“\*”章节作为课外自学内容，把它们保留下来的目的是希望保持本书的先进性和完整性。

本书还可以作为本科其他专业学习可编程序控制器的教材，亦可以作为各类成人高校 PLC 课程教材。对从事 PLC 应用的工程技术人员也是一本实用的参考书。

汤以范副教授担任本书的主编，叶真副教授、陈小异副教授任副主编，焦满国副教授任参编。具体分工：第一、三章由陈小异副教授编写；第二章第五~九节、第五章由叶真副教授编写；第四章由焦满国副教授编写；第二章第一~四节、第六~十一章由汤以范编写；全书由汤以范统稿、定稿。参加编写工作的教师还有王越、唐勤生、彭赞、陆滨兵、沈炜、沈卓、徐文洁等同志为文字和图档的录入付出了辛勤的劳动，在此向他们表示感谢。

上海工程技术大学裘建新教授担任本书的主审，魏建副教授担任本书的副主审，他们仔细审阅了全部书稿，提出了许多建设性意见和宝贵的建议，在此向他们表示诚挚的谢意，并对书中所参考和引用的相关教材与资料的作译者和单位一并表示感谢。

由于作者水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 6 月 于上海松江大学园



# 目 录

序  
前言

## 断续控制篇

绪论 .....	1
<b>第一章 继电—接触器控制 .....</b>	<b>2</b>
第一节 常用低压电器 .....	2
第二节 电气控制系统中的典型控制回路 .....	10
第三节 机床电气控制系统 .....	20
思考题与习题 .....	26
<b>第二章 可编程序控制器 .....</b>	<b>27</b>
第一节 可编程序控制器原理及 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 主要性能指标 .....	27
第二节 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 基本指令 .....	39
第三节 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 步进阶梯指令及状态编程法 .....	66
第四节 FXGP/WIN-C 及 GX 的编程与仿真环境 .....	79
第五节 S7-200 系列可编程序控制器结构及主要性能指标 .....	89
第六节 S7-200 系列可编程序控制器程序结构及其基本指令 .....	92
第七节 S7-200 系列可编程序控制器顺序功能图及其顺序设计法 .....	105
第八节 STEP 7-Micro/WIN32 编程环境 .....	110
第九节 应用实例 .....	120
思考题与习题 .....	138

## 连续控制篇

绪论 .....	141
<b>第三章 FX<sub>2N</sub> 系列可编程序控制器的功能指令 .....</b>	<b>143</b>
第一节 FX <sub>2N</sub> 功能指令的表现形式和基本规则 .....	143
第二节 程序流程类功能指令 .....	147
第三节 传送与比较类功能指令 .....	150
第四节 算术及逻辑运算类功能指令 .....	155
第五节 循环位移类功能指令 .....	160
第六节 数据处理类功能指令 .....	164
第七节 高速处理类功能指令 .....	169
第八节 外部设备输入/输出类功能指令 .....	177
第九节 浮点运算类功能指令 .....	183
第十节 时钟运算及触点比较类功能指令 .....	187
思考题与习题 .....	192

<b>第四章 FX<sub>2N</sub>系列可编程序控制器特殊功能模块</b> .....	195
第一节 高速计数器模块 .....	195
* 第二节 定位控制模块 .....	202
第三节 A/D 与 D/A 转换模块 .....	213
思考题与习题 .....	220
<b>第五章 S7-200 系列可编程序控制器应用指令</b> .....	221
第一节 程序控制类 .....	221
第二节 数据处理类 .....	224
第三节 算术函数运算类 .....	232
第四节 中断控制类 .....	236
第五节 高速处理类 .....	242
* 第六节 PID 控制运算类 .....	254
思考题与习题 .....	259

## 通 信 篇

<b>绪论</b> .....	263
<b>第六章 PLC 与 PLC 之间的通信与联网模块</b> .....	264
第一节 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 与 PLC 之间的通信 .....	264
第二节 S7-200 系列 PLC 与 PLC 之间的通信 .....	277
思考题与习题 .....	293
<b>第七章 PLC 与计算机之间的通信</b> .....	295
第一节 FX 系列 PLC 与计算机之间的通信 .....	295
* 第二节 S7-200 系列 PLC 与计算机之间的通信 .....	300
思考题与习题 .....	304
<b>第八章 人机界面与上、下位机通信</b> .....	305
第一节 概述 .....	305
第二节 GP 系列人机界面 .....	306
第三节 GP-PRO/PBⅢ画面编辑软件应用简介 .....	319
思考题与习题 .....	321
<b>第九章 现场总线</b> .....	322
第一节 概述 .....	322
第二节 PROFIBUS 基础 .....	324
第三节 用 STEP7 编程和组态 PROFIBUS-DP .....	328
思考题与习题 .....	332

## 现 代 篇

<b>绪论</b> .....	333
<b>第十章 TRiLogi M 系列 PLC</b> .....	334
第一节 TRiLogi M 系列 PLC 的功能 .....	334
第二节 TRiLogi M 系列 PLC 编程软件 .....	336
思考题与习题 .....	343
<b>第十一章 B&amp;R 2000 系列可编程序计算机控制器</b> .....	344

## X

第一节 概述 .....	344
* 第二节 B&R 2000 编程系统与程序结构 .....	348
第三节 PL2000 高级编程语言 .....	361
* 第四节 B&R 2000 PCC 功能块 .....	372
思考题与习题 .....	373
<b>附录</b> .....	<b>374</b>
附录 A FX <sub>2N</sub> PLC 应用指令一览表 .....	374
附录 B FX <sub>2N</sub> PLC 特殊元件类型、功能及出错表 .....	376
附录 C S7-200 PLC 特殊存储器 (标志位 SM) 功能一览表 .....	383
<b>参考文献</b> .....	<b>385</b>

# 断续控制篇

## 绪 论

现代生产机械一般由工作机构、传动机构、原动机及控制系统等几部分组成。当原动机为电动机时，为满足加工工艺要求，常把使电动机完成起动、制动、反向、调速、快速定位等电气控制和电气操作的部分称为“电气自动控制”部分，或称电气自动控制装置。

从生产机械所应用的电器与控制方法看，最初是采用一些手动电器来控制执行电器。这类手动控制适用于一些容量小、操作单一的场所。以后发展为采用自动控制电器的继电—接触器控制系统。这种控制系统主要由一些继电器、接触器、按钮、行程开关等组成。其特点是结构简单，价格低廉，维护方便，抗干扰强，因此广泛应用于各类机械设备上。采用它不仅可以方便地实现生产过程自动化，而且还可以实现集中控制和远距离控制。目前，继电—接触器控制仍然是最基本的电气控制形式之一。但由于该控制形式是固定接线，通用性和灵活性差，又由于采用有触点的开关动作，工作频率低，触点易损坏，可靠性差。

在实际生产中，由于大量存在一些以开关量控制的程序控制过程，而生产工艺及流程经常变化，因而应用前述的继电—接触器控制电路，就不能满足这种需要。于是由集成电路组成的顺序控制器应运而生，它具有程序变更容易、程序存储量大、通用性强等优点，广泛应用于各类机械设备及自动线上。20世纪50年代以来，曾经先后出现过矩阵板式可编程序逻辑控制器和以一位微处理机14500为核心的（又称为工业控制单元ICU）可编程序控制器，20世纪70年代又出现了具有运算功能和功率输出能力的可编程序控制器（PLC）。它是由中央微处理器（CPU）、大规模集成电路、电子开关、功率输出器件等组成的专用微型电子计算机，用它可代替大量的继电器，且功耗低，体积小，在电气自动控制上获得广泛应用。采用CPU技术使电动机的运行从断续控制步入了连续控制。

虽然可编程序控制器的功能极为强大，既可实现开关量（数字量）的控制，也能实现连续量（模拟量）的控制，但它最初是为了在数字量控制中取代继电—接触器控制系统而产生的，设计思想源自继电—接触器，两者有许多相同和相似之处。因此熟悉继电—接触器控制技术后，就很容易接受可编程序控制器的编程语言，为进一步学习可编程序控制器奠定基础。

另一方面，许多控制要求不太复杂的场合仍在使用继电—接触器。如电动机拖动中，主电路的通断仍由接触器来完成。另外，机床、电力设备和工业配电设备仍以继电—接触器等为主。继电—接触控制与PLC控制各有特点，并不因为PLC的高性能而完全取代继电—接触器等传统器件。可以预见，在今后相当长时间内，PLC与继电—接触器等传统器件仍将会是电气自动控制装置的主要元器件。

# 第一章 继电—接触器控制

**【内容提要】** 现代机电一体化设备中的各种运动执行机构（如数控机床的主轴、刀架、工作台等）大多是由电动机来拖动的，作为能量转换装置的电动机驱动这些机构运动，完成一定的功能。由于机电一体化设备在工作时需要根据具体情况经常改变运动状态和运动参数，因此必须对电动机的运行状态和参数进行相应的控制；复杂的机电一体化设备一般有多台电动机，而现代制造企业又有大量的、包括若干台设备的生产流水线或自动线，在生产过程中，还必须对同一台设备上的不同电动机及不同设备上电动机的运动进行协调控制，使它们按照预定的运动规律、运行状态和运动参数运行，这个工作就是由电气自动控制系统来完成的。

电气自动控制系统的种类很多，以继电器、接触器及各种开关、按钮等为主要器件构成的控制系统，称为继电—接触器控制系统。它可对机电一体化设备的各种运动进行控制，如起动、停止、正转、反转、延时、速度及顺序控制。这种控制方法简单、直接，工作稳定，从它的诞生之日起，一直是机械设备及各类生产自动线控制中的主力。近年来，随着其他控制方法的出现，继电—接触器控制系统的地位已大大削弱，在很多场合逐渐被其他系统所取代，目前主要用于各种开关量及简单设备的控制中。

本章主要介绍继电—接触器控制系统中的常用电器、典型控制电路及其在机电一体化设备中的主要应用。

## 第一节 常用低压电器

继电—接触器控制系统中起主要控制作用的是各类低压电器。凡是对电能的生产、输送、分配及使用起控制、调节、检测、转换和保护作用的电工器械均可称为电器。其中用于交流频率为 50Hz、额定电压在 1200V 以下，或直流额定电压在 1500V 以下的电路，起控制、调节或通断保护作用的电器称为低压电器。

低压电器的品种规格很多，结构各异。按其用途可分为配电电器和控制电器；按动作方式可分为自动电器和手动电器；按触点形式分为有触点电器和无触点电器等。

### 一、电磁式电器的结构及工作原理

电磁式电器在低压电器中占有十分重要的地位，在电气控制系统中应用最为普遍。它主要由感测部分（电磁机构）和执行部分（触头系统）组成，依据电磁感应原理工作。

#### 1. 电磁机构

电磁机构是电磁式电器的感测部分，它的主要作用是将电能转换成机械能，带动触头动作，从而完成电路的接通或分断。

电磁机构由铁心、衔铁和吸引线圈等几部分构成，分为拍合式和直动式两种形式，其结构如图 1-1 所示。

电磁机构的工作原理是：当线圈中有电流通过时，将产生足够的磁动势使铁心获得足以

克服弹簧的反作用力的电磁力，使得衔铁与铁心闭合，带动触头动作。电磁机构按电源形式不同分为直流和交流两大类。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。

## 2. 触头系统

触头是用来接通或断开电路的，因此就有闭合状态、分断过程和接通过程这三种工作状态。

触头系统按其结构不同有桥式和指式两类，图 1-2 为桥式结构。在桥式结构中，根据触头形式的不同又分为点接触式和面接触式。点接触式适用于电流不大的场合，面接触式适用于电流较大的场合。指式结构的触头在接通和分断时将产生滚动摩擦，可以去掉其氧化膜，故其触头可以用紫铜制造，特别适合于触头通断次数多、电流较大的场合。

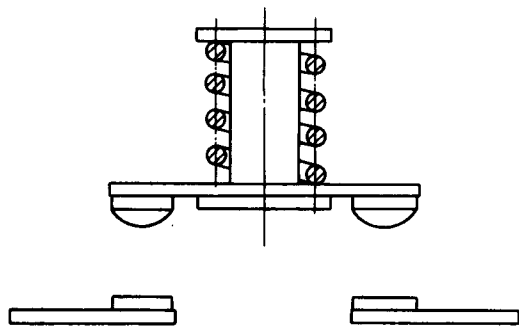


图 1-2 桥式触头系统结构

## 3. 灭弧系统

动静触头在分断的过程中，由于瞬间的电荷密度极高，导致动、静触头间形成大量炽热的电荷流，即所谓的电弧。这种高温的电弧容易烧坏触头，降低其寿命，延迟电路切断时间，使电器工作的可靠性下降，甚至会导致其他事故，因此，在触头断开的瞬间应采取措施迅速灭弧。

灭弧的关键就是要抑制游离因素。因为弧隙中，在气体游离的同时，还存在着正离子与自由电子的复合，以及它们从密度高的地方向密度低的地方、温度高的地方向温度低的地方扩散的趋势，只要加强去游离因素，就能有效熄灭电弧。直流电依靠拉长电弧和冷却电弧来灭弧；交流电由于有自然过零，所以在参数相同的情况下，交流电弧比直流电弧容易熄灭，其灭弧应发生在电流过零或接近过零点。

低压控制电器常用的灭弧方法有：

(1) 电动力灭弧 这种方法主要用于交流电器的灭弧。图 1-3 所示的是一种桥式结构双断口触头，当触头打开时，在断口处产生电弧，电弧电流在两电弧间产生图中以 $\otimes$ 表示的磁场，根据左手定则，电弧电流要受到一个指向外侧的电动力  $F$  的作用，使电弧向外运动并

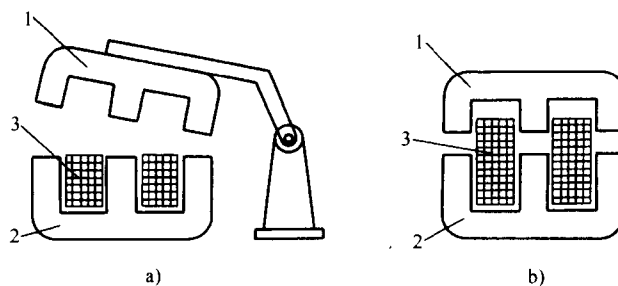


图 1-1 电磁机构结构图

a) 拍合式 b) 直动式

1—衔铁 2—铁心 3—吸引线圈

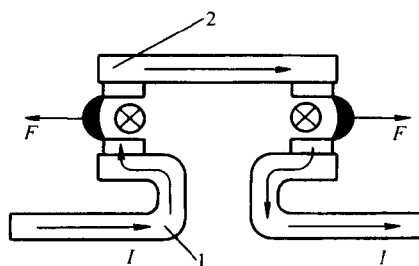


图 1-3 电动力灭弧

1—静触头 2—动触头

拉长，迅速穿越冷却介质而加快冷却并熄灭。

(2) 磁吹灭弧 此种方法常用于直流接触器的灭弧。图 1-4 为磁吹灭弧示意图。在触头电路中串入一个磁吹线圈，当触头断开产生电弧时，电弧电流产生的磁通方向如图中的“×”所示。利用左手定则，电弧电流要受到一个指向上的电动力  $F$  的作用，使电弧拉长冷却而达到灭弧。

(3) 金属栅片灭弧 当触头断开时，产生的电弧在电动力的作用下被推入到一组金属栅片中而被分割成数段，栅片吸收电弧的热量，从而使电弧迅速冷却达到灭弧效果，如图 1-5 所示。

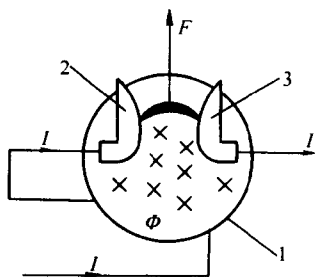


图 1-4 磁吹灭弧  
1—线圈 2—静触头  
3—动触头

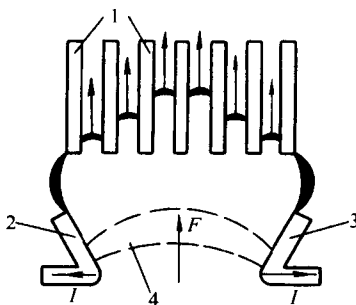


图 1-5 金属栅片灭弧  
1—灭弧栅片 2—静触头  
3—动触头 4—电弧

## 二、接触器

接触器是利用电磁吸力使触头闭合或断开的电器，是一种具有很强通用性的电磁式电器。它可以频繁接通或断开交、直流主电路，并可实现远距离控制，主要用来控制电动机，也可用于电容器、电阻炉和照明器具等电力负载的控制。接触器的动、静触头一般置于灭弧罩内，近年来还出现了由晶闸管构成的无触点接触器。

交、直流接触器的电磁机构均由线圈、铁心和衔铁组成。交流接触器的执行机构包括通断主电路的三对常开主触头和两对常开、两对常闭的通断控制电路的辅助触头。直流接触器有两对常开主触头。接触器的图形符号如图 1-6 所示。

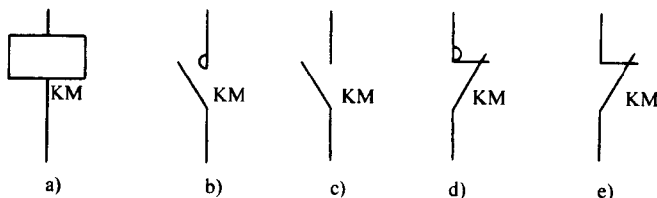


图 1-6 接触器的图形符号和文字符号

a) 线圈 b) 常开主触点 c) 常开辅助触点  
d) 常闭主触点 e) 常闭辅助触点

表 1-1、表 1-2 分别为 CJ10 系列交流接触器和 CZ0 系列直流接触器的主要技术参数和性能。

表 1-1 CJ10 系列交流接触器的基本技术数据

型号	额定电压 /V	额定电流 /A	可控制电动机最大功率值 /kW			最大操作 频率 / (次/h)	1.05 倍额定电压及 功率因数为 0.35 时 的通断能力值/A		寿命 (机/电) /万次
			220V	380V	500V		380V	500V	
CJ10-5	380 500	5	1.2	2.2	2.2	600	50	40	300/60
CJ10-10		10	2.2	4	4		100	80	
CJ10-20		20	5.5	10	10		200	160	
CJ10-40		40	11	20	20		400	320	
CJ10-60		60	17	30	30		600	480	
CJ10-100		100	30	50	50		1000	800	
CJ10-150		150	43	75	75		1200	1200	

表 1-2 CZ0 系列直流接触器的基本技术数据

型号	额定电压 /V	额定电流 /A	额定操作 频率 / (次/h)	主触点极数		最大分断 电流 /A	辅助触点形式及数目		吸引线圈功率 /W
				动合	动断		动合	动断	
CZ0-40/20	440	40	1200	2	—	160	2	2	22
CZ0-40/02		40	600	—	2	100	2	2	24
CZ0-100/10		100	1200	1	—	100	2	2	24
CZ0-100/01		100	600	—	1	250	2	1	24
CZ0-100/20		100	1200	2	—	400	2	2	30
CZ0-150/10		150	1200	1	—	600	2	1	30
CZ0-150/01		150	600	—	1	375	2	1	25
CZ0-150/20		150	1200	2	—	600	2	2	40
CZ0-250/10		250	600	1	—	1000	5 (其中 1 对动合, 另 4 对可任意组合成 动合或动断)		31
CZ0-250/20		250	600	2	—	1000			40
CZ0-400/10		400	600	1	—	1600			28
CZ0-400/20		400	600	2	—	1600			43
CZ0-600/10		600	600	1	—	2400			50

### 三、继电器

继电器是根据外界输入的信号（电的或非电的）来接通或断开控制电路，以实现电路自动控制或保护的电器。它具有输入电路（又称感应元件）和输出电路（又称执行元件），当感应元件中的输入量（如电流、电压、温度、压力等）变化并达到某一定值时继电器动作，执行元件便接通或断开控制回路。

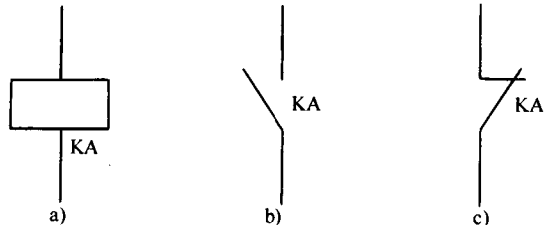


图 1-7 中间继电器的图形符号  
a) 线圈 b) 常开触点 c) 常闭触点

继电器的种类繁多，常用的有中间继电器、电压/电流继电器、时间继电器、热继电



器以及温度、压力、计数、频率、速度继电器等。

### 1. 中间继电器

中间继电器的结构和工作原理与接触器相似，但它无灭弧装置，触头容量小、数量多，其作用是进行信号传递，同时控制多条电路，以扩展触头。

常用的交流中间继电器有JZ7系列，图1-7是中间继电器的图形符号，表1-3为JZ7系列中间继电器的主要技术参数。

表 1-3 JZ7 系列中间继电器的主要技术参数

型号	触点额定电压 /V	触点额定电流 /A	触点对数		吸引线圈电压 /V	额定操作频率 /(次/h)
			常开	常闭		
JZ7-44	500	5	4	4	交流 50Hz 时 12、36、127、 220、380	1200
JZ7-62			6	2		
JZ7-80			8	0		

### 2. 电压/电流继电器

根据输入（线圈）电流大小而动作的继电器称为电流继电器，按用途可分为过电流继电器和欠电流继电器。过电流继电器的作用是当电路发生短路及过电流时立即将电路切断，因此过电流继电器线圈通过的电流小于整定值时，继电器不动作，只有当电流超过整定值时，继电器才动作。过电流继电器的动作电流整定范围：交流过电流继电器为  $110\% \sim 350\% I_N$ ，直流过电流继电器为  $70\% \sim 300\% I_N$ 。欠电流继电器的任务则是当电路电流过低时切断电路，因此欠电流继电器线圈通过的电流大于或等于整定电流时，继电器吸合，低于整定电流时继电器才释放。欠电流继电器动作整定范围：吸合电流为  $30\% \sim 50\% I_N$ ，释放电流为  $10\% \sim 20\% I_N$ 。欠电流继电器一般是自动复位的。表1-4为部分JL18系列电流继电器主要技术参数。

表 1-4 JL18 系列电流继电器主要技术参数

型号	线圈额定值		结构特征
	工作电压/V	工作电流/A	
JL18-1.0	AC380 DC220	1.0	触头工作电压 AC380 DC220 发热电流 10A 可自动及手 动复位
JL18-1.6		1.6	
JL18-2.5		2.5	
JL18-4.0		4.0	
JL18-6.3		6.3	
JL18-10		10	
JL18-16		16	
JL18-25		25	
JL18-40		40	
JL18-63		63	
JL18-100		100	

电压继电器是根据输入电压大小而动作的继电器，也可根据其电压的整定范围来动作。

### 3. 时间继电器