



21世纪高职高专电类系列规划教材

# 可编程控制器原理及应用

主 编 韦瑞录 麦艳红  
副主编 黄戈理 郑立玲 张新强  
主 审 陈可中

华南理工大学出版社



21世纪高职高专电类系列规划教材

# 可编程控制器原理及应用

主 编 韦瑞录 麦艳红  
副主编 黄戈理 郑立玲 张新强  
主 审 陈可中

华南理工大学出版社

·广州·

## 内 容 简 介

本书从实际工程应用和教学实践出发,介绍和讲解了继电器、接触器控制系统和可编程控制器控制系统的工作原理、设计方法和实际应用。以西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为重点,介绍了 PLC 的工作原理、硬件结构、指令系统和设计方法等。本书还介绍了 PLC 的通信网络和通信程序的设计方法、PID 闭环控制、模拟量模块、Modibus 从站协议、USS 协议和其他应用中的问题。书后附有实验指导书和 S7-200 资料表。

本书可作为大专院校的电类和机电一体化专业的教材,也可供工程技术人员自学,对 S7-200 系列 PLC 的用户也有很大的参考价值。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器原理及应用/韦瑞录,麦艳红主编. —广州:华南理工大学出版社, 2007.8

(21 世纪高职高专电类系列规划教材)

ISBN 978-7-5623-2654-0

I. 可… II. ①韦… ②麦… III. 可编程序控制器-高等学校:技术学校-教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 129999 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

营销部电话:020-87113487 22236386 87111048 (传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

http://www.scutpress.com.cn

责任编辑:吴兆强

印刷者:广州市穗彩印厂

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:20.5 字数:525 千

版次:2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~3 000 册

定价:30.00 元

版权所有 盗版必究

## 21世纪高职高专电类系列规划教材

# 编写委员会

- 顾问：陈可中（广西大学教授）  
熊伟建（广西职业技术学院副院长）
- 主任：卢勇威（广西职业技术学院）
- 副主任：秦培林（广西机电职业技术学院）  
葛仁华（桂林航天工业高等专科学校）  
唐冬雷（柳州职业技术学院）

编委（按姓氏笔画）：

- 方明（邕江大学）  
韦抒（广西电力职业技术学院）  
李兴富（桂林航天工业高等专科学校）  
李崇芬（柳州运输职业技术学院）  
陈光会（广西水利电力职业技术学院）  
陈铁军（玉林师范学院高职院）  
林勇坚（广西机电职业技术学院）  
周红锴（桂林工学院南宁分院）  
姚旭明（广西电力职业技术学院）  
诸小丽（南宁职业技术学院）  
凌艺春（广西工业职业技术学院）  
陶权（广西工业职业技术学院）  
梁鸿飞（广西电力职业技术学院）

总策划：范家巧 潘宜玲

执行策划：毛润政 吴兆强

# 总序

随着科学技术的发展, 电工电子技术的应用越来越广泛, 并已渗透到人们日常生活的方方面面。掌握必要的电工电子知识已成为当代大学生特别是理工类大学生必备的素质之一。而电工电子技术的教学一直存在着学时少与内容多、基本内容与新技术、理论教学与实验教学三大矛盾。如何让学生在有限的时间内学到系统而扎实的电类知识, 是摆在教育工作者面前的一个重要课题。

高职高专教育是以培养应用型、工艺型人才为目标的一种教育形式, 目前正处于一个全新的发展时期, 对它的研究也处于探索阶段。作为高职高专教育重要的一环——其教材的编写, 需要认真对待和深入研究。

高职高专教材的编写, 应在保证一定的理论教学的基础上, 注重培养学生的实际动手能力, 为社会培养出合格的应用型人才。但是, 目前我国高职高专院校之间的教学条件、教学水平、学生层次、发展模式等均不平衡, 硬性规定选用统一的“规划教材”、“精品教材”显然有悖科学规律, 但每个学校的教材自成体系、“自编自用”则更不现实。那么, 在教材的选用和编写过程中, 如何既考虑学科的前瞻性, 同时又兼顾各个学校发展水平不一的现实情况, 是每一位教材编写者必须首先思考的问题。在基本相似的教学背景下, 联合各种优秀的教学资源, 在一定的地域范围内共同研究和探讨, 共同编写有一定地域特色又富有创新性的教材, 则不失为一种行之有效的方法。

出于以上考虑, 在华南理工大学出版社的组织策划下, 我们联合了广西、贵州两省 10 余所高职高专院校共同编写了“21 世纪高职高专电类系列规划教材”。

为了出版一套高质量的“21 世纪高职高专电类系列规划教材”, 华南理工大学出版社做了大量的前期组织准备工作。他们邀请了各个参编院校中富有教学经验且负责教学管理的专家、学者担任本系列教材的编委, 多次召开编

委会会议，就教材内容的定位、写作的要求、参编人员的要求及组成、主编的落实、写作大纲的确定等事项进行了具体而细致的商讨。在前期准备工作基本就绪的基础上，召开了全体参编人员出版研讨会，讨论每种教材的写作大纲和具体分工。参编人员均为从事高职高专教学工作多年的老师，他们熟知高职高专的教学现状，对未来高职高专的发展方向有深刻的认识和研究。

全体参编人员按照编委会提出的“理论适度、注重实操、切合实际”的编写原则，以高度负责的态度对待教材的出版工作。我相信，“天道酬勤”，经过华南理工大学出版社的精心策划，经过广大作者的辛勤劳动，该套教材会成为一套比较理想的、切合高职高专教学实际的教材。该套教材的出版，对推动高职高专电类专业的教学改革具有积极的意义。

高职高专教育正处于一个探索和发展的阶段，我们编写的“21世纪高职高专电类系列规划教材”肯定还存在一些疏漏与不足，我们将依据高职高专发展的趋势，充分把握科学发展的最新动态，不断修订和完善本系列教材。同时，我们也衷心希望使用本套教材的同仁们不吝赐教，更欢迎加入到本系列教材的后续出版工作或修订再版的作者队伍中来，共同促进高职高专人才培养事业的发展。

衷心祝愿本系列教材出版成功。

广西大学教授 **陈可中**

2007年5月于南宁

# 前言

随着科学技术的发展，电气控制技术在各领域中得到越来越广泛的应用。可编程控制器（PLC）的应用使电气控制技术发生了根本性的变化。PLC是以微处理器为基础，综合应用计算机技术、半导体技术、自动控制技术、数字技术和网络通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置。PLC以其可靠性高、灵活性强、使用方便的优越性，迅速占领了工业控制领域。从运行控制到过程控制，从单机自动化到生产线自动化乃至工厂自动化，从工业机器人、数控设备到柔性制造系统（FMS），从集中控制系统到大型集散控制系统，PLC均充当着重要角色，并展现出强劲的姿态。PLC作为先进的、应用势头最强的工业控制器风靡全球。PLC技术、CAD/CAM技术和工业机器人已成为了现代工业控制的三大支柱。

本书在编写过程中，编者力求做到语言通畅、叙述清楚、讲解细致。书中结合电气控制技术的最新发展，对一些传统控制电路进行了大量的删减，介绍了一些典型的低压开关电器及基本的控制环节。侧重介绍了较高性价比的SIEMENS S7-200 CPU22x系列小型PLC，使大家对市场占有率较高的西门子系列产品的应用有更多的了解。

PLC用于包括逻辑运算、数值运算、数据传送、过程控制、位置控制、高速计数、中断控制、人机对话、网络通信等功能的控制领域。PLC源于替代继电器-接触器控制，它与传统的电气控制技术有着密不可分的联系。因而，在本书的第一章、第二章介绍了低压电器的结构、原理、使用方法，介绍了基本电气控制电路的基本环节，通过对铣床控制电路的分析，总结了对普通机床控制电路的分析方法。第三章叙述了可编程控制器的基本概念和概况。第四章介绍了S7-200 PLC的内部元器件和寻址方式。第五章结合实例详细

介绍了 S7-200 CPU22x 系列 PLC 的基本指令，讲解了常用典型电路的程序设计和 PLC 程序的“简单设计法”。第六章重点讲解了 PLC 的功能图编程方法和 S7-200 PLC 顺序控制指令的使用。第七章详细介绍了 S7-200 PLC 的功能指令，并给出了许多例子。第八章详细讲解了 PLC 的网络通信原理，介绍了 S7-200 PLC 的通信功能和通信指令的使用。第九章讲解了 PLC 在实际应用中的设计步骤，并给出了典型的恒压供水实例。附录中提供了实验指导书和 S7-200 PLC 的参考资料。

本书由韦瑞录任主编，负责全书的组织、统稿和改稿。第三、第四、第七、第八、第九章及附录表由韦瑞录（广西机电职业技术学院）编写，第一、第二章由麦艳红（南宁职业技术学院）编写，第五章由黄戈理（柳州运输职业技术学院）编写，第六章由吴维勇（广西机电职业技术学院）编写。郑立玲、霍慧等老师参与了教材大纲的制定与定稿。

本书的编写得到了西门子公司的的大力支持，西门子（中国）有限公司的王东滨先生为本书的编写提供了大量的资料。另外，本书的一些章节内容参考了有关的资料（见参考文献），在此我们对这些同志和参考文献的作者表示衷心的感谢！

因作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

作者联系方式：E-mail: weiruili@163.com。

编 者

2007 年 7 月



# 目 录

绪论	(1)
0.1 概述	(1)
0.2 电气控制技术发展	(1)
0.3 本课程的性质与任务	(2)
第1章 常用低压电器	(4)
1.1 低压电器的基本知识	(4)
1.1.1 低压电器的分类	(4)
1.1.2 低压电器的基本结构	(4)
1.1.3 低压电器的主要技术参数	(8)
1.2 接触器	(9)
1.2.1 结构和工作原理	(9)
1.2.2 接触器的主要技术参数和常用型号	(10)
1.2.3 接触器的选择	(12)
1.2.4 接触器的维护	(13)
1.3 继电器	(13)
1.3.1 电流继电器、电压继电器和中间继电器	(13)
1.3.2 时间继电器	(16)
1.3.3 热继电器	(17)
1.3.4 其他继电器	(20)
1.4 主令电器	(23)
1.4.1 刀开关	(23)
1.4.2 组合开关	(24)
1.4.3 转换开关	(25)
1.4.4 控制按钮	(27)
1.4.5 行程开关和接近开关	(27)
1.5 熔断器	(30)
1.5.1 熔断器的工作原理和特性	(30)
1.5.2 主要技术参数	(30)
1.5.3 常用的熔断器	(31)
1.5.4 熔断器的选择	(33)
1.6 自动空气开关	(34)
1.6.1 自动开关的结构和工作原理	(34)

1.6.2	自动开关技术数据及型号	(35)
1.6.3	自动开关的选择	(35)
1.6.4	漏电保护开关	(36)
1.7	本章小结	(36)
	复习思考题	(37)
<b>第2章</b>	<b>电气控制线路基础</b>	<b>(38)</b>
2.1	电气控制线路图	(38)
2.1.1	电气图的图形符号、文字符号及接线端子标记	(38)
2.1.2	电气图	(39)
2.2	三相笼型感应电动机全压启动控制电路	(42)
2.2.1	单向旋转控制电路	(42)
2.2.2	点动控制电路	(44)
2.2.3	可逆旋转控制电路	(44)
2.2.4	联锁控制及远动控制	(46)
2.3	三相笼型感应电动机减压启动控制电路	(47)
2.3.1	自耦变压器减压启动控制	(47)
2.3.2	星三角(Y-D)减压启动控制电路	(49)
2.4	三相绕线转子感应电动机启动控制电路	(50)
2.4.1	转子绕组串电阻启动电路	(50)
2.4.2	转子绕组串接频敏变阻器启动电路	(51)
2.5	三相感应电动机的制动控制电路	(53)
2.5.1	能耗制动控制线路	(53)
2.5.2	反接制动控制线路	(54)
2.6	三相感应电动机调速控制电路	(56)
2.6.1	变更磁极对数调速的控制电路	(56)
2.7	典型机床电气控制线路分析	(57)
2.7.1	电气控制线路分析基础	(58)
2.7.2	X62W卧式万能铣床的电气控制	(59)
2.7.3	控制电路的联锁与保护	(64)
2.7.4	X62W铣床电气控制常见故障分析	(64)
2.8	电液控制	(65)
2.8.1	液压传动系统的图形符号	(65)
2.8.2	液压动力滑台液压系统分析	(66)
2.8.3	液压动力滑台电液配合的控制电路	(67)
2.9	本章小结	(69)
	复习思考题	(70)

第3章 可编程序控制器概述 .....	(72)
3.1 可编程序控制器的产生和定义 .....	(72)
3.1.1 PLC的由来 .....	(72)
3.1.2 PLC的定义 .....	(73)
3.2 PLC的特点 .....	(73)
3.3 PLC的应用和发展 .....	(75)
3.3.1 PLC的应用领域 .....	(75)
3.3.2 PLC的发展概况 .....	(76)
3.4 PLC的分类 .....	(78)
3.5 PLC的系统组成 .....	(79)
3.6 PLC的工作原理 .....	(83)
3.6.1 PLC的工作方式 .....	(83)
3.6.2 PLC执行程序的过程 .....	(84)
3.6.3 输入/输出的滞后现象 .....	(85)
3.7 PLC的编程语言和程序结构 .....	(85)
3.7.1 PLC的编程语言 .....	(85)
3.7.2 PLC的程序结构 .....	(87)
3.8 本章小结 .....	(87)
复习思考题 .....	(87)
第4章 S7-200系列PLC的硬件系统及内部资源 .....	(88)
4.1 S7-200新一代产品简介 .....	(88)
4.2 S7-200系列PLC的硬件系统 .....	(89)
4.2.1 主机结构及性能特点 .....	(89)
4.2.2 CPU的主要特点和技术规范 .....	(89)
4.2.3 输入/输出单元 .....	(90)
4.3 输入/输出扩展模块 .....	(91)
4.3.1 I/O扩展模块 .....	(91)
4.3.2 模拟量模块 .....	(94)
4.3.3 特殊功能模块 .....	(97)
4.3.4 I/O点数扩展和编址 .....	(97)
4.4 S7-200的外部接线与电源的选择 .....	(98)
4.5 S7-200系列PLC的内部资源及寻址方式 .....	(100)
4.5.1 软元件 .....	(100)
4.5.2 CPU存储区域的直接寻址 .....	(103)
4.5.3 CPU存储区域的间接寻址 .....	(106)
4.6 本章小结 .....	(107)
复习思考题 .....	(108)

第5章 PLC的基本逻辑指令及程序设计 .....	(109)
5.1 PLC的基本逻辑指令及举例 .....	(109)
5.1.1 逻辑取及线圈驱动指令 .....	(109)
5.1.2 触点串联指令 .....	(110)
5.1.3 触点并联指令 .....	(110)
5.1.4 串联电路块的并联连接指令 .....	(110)
5.1.5 并联电路块的串联连接指令 .....	(111)
5.1.6 置位、复位指令 .....	(111)
5.1.7 RS触发器指令 .....	(111)
5.1.8 立即指令 .....	(112)
5.1.9 边沿脉冲指令 .....	(113)
5.1.10 逻辑堆栈操作指令 .....	(114)
5.1.11 定时器 .....	(115)
5.1.12 计数器指令 .....	(119)
5.1.13 比较指令 .....	(122)
5.1.14 NOT及NOP指令 .....	(124)
5.2 程序控制指令 .....	(124)
5.2.1 结束及暂停指令 .....	(124)
5.2.2 看门狗指令 .....	(125)
5.2.3 跳转及标号指令 .....	(125)
5.2.4 循环指令 .....	(126)
5.2.5 子程序 .....	(128)
5.2.6 与ENO指令 .....	(132)
5.3 PLC初步编程指导 .....	(133)
5.3.1 梯形图编程的基本原则 .....	(133)
5.3.2 LAD和STL编程形式的区别 .....	(135)
5.4 典型的简单电路编程 .....	(137)
5.4.1 延时脉冲产生电路 .....	(137)
5.4.2 瞬时接通/延时断开电路 .....	(137)
5.4.3 延时接通/延时断开电路 .....	(138)
5.4.4 脉冲宽度可控制电路 .....	(138)
5.4.5 计数器的扩展 .....	(139)
5.4.6 长定时电路 .....	(139)
5.5 PLC程序的简单设计法及应用举例 .....	(140)
5.5.1 PLC程序的简单设计法 .....	(140)
5.5.2 应用举例 .....	(140)
5.6 本章小结 .....	(143)
复习思考题 .....	(144)

第6章 S7-200 PLC 顺序控制指令及应用	(146)
6.1 功能图的基本概念及顺序控制指令	(146)
6.1.1 状态转移图	(146)
6.1.2 S7-200 顺序控制指令	(147)
6.2 功能图的基本类型	(147)
6.2.1 单流程	(147)
6.2.2 多分支状态转移图的处理	(148)
6.2.3 并行分支和联接	(149)
6.3 顺序控制指令应用举例	(150)
6.3.1 机械手运动控制	(150)
6.3.2 十字路口交通灯控制	(153)
6.4 本章小结	(156)
复习思考题	(157)
第7章 S7-200 PLC 的功能指令	(159)
7.1 传送、移位和填充指令	(159)
7.1.1 传送类指令	(159)
7.1.2 移位与循环指令	(161)
7.1.3 字节交换指令	(164)
7.1.4 填充指令	(164)
7.2 运算和数学指令	(165)
7.2.1 加法指令	(165)
7.2.2 减法指令	(165)
7.2.3 乘法指令	(166)
7.2.4 除法指令	(166)
7.2.5 数学函数指令	(168)
7.2.6 增/减指令	(170)
7.2.7 逻辑运算指令	(171)
7.3 表功能指令	(173)
7.4 转换指令	(177)
7.4.1 数据类型转换指令	(177)
7.4.2 编码和译码指令	(179)
7.4.3 段码指令	(180)
7.4.4 ASCII 码转换指令	(181)
7.4.5 字符串转换指令	(184)
7.5 字符串指令	(185)
7.6 时钟指令	(187)
7.7 中断	(188)

7.7.1	中断的分类 .....	(188)
7.7.2	中断优先级 .....	(190)
7.7.3	中断指令 .....	(191)
7.8	高速计数器指令 .....	(193)
7.8.1	高速计数器简介 .....	(194)
7.8.2	高速计数器与特殊标志位存储器 (SM) .....	(196)
7.9	高速脉冲输出指令 .....	(199)
7.9.1	高速脉冲输出方式 .....	(199)
7.9.2	脉冲输出端子的确定 .....	(199)
7.9.3	脉冲输出指令 .....	(199)
7.9.4	PTO/PWM 特殊寄存器 .....	(200)
7.9.5	PTO 操作 .....	(201)
7.9.6	PTO 的用 .....	(202)
7.9.7	PWM 的操作使用 .....	(204)
7.10	PID 回路指令 .....	(206)
7.10.1	PID 算法 .....	(206)
7.10.2	PID 回路指令 .....	(208)
7.11	本章小结 .....	(213)
	复习思考题 .....	(214)
<b>第 8 章</b>	<b>PLC 的通信与自动化通信网络 .....</b>	<b>(216)</b>
8.1	计算机通信概述 .....	(216)
8.1.1	串行通信的基本概念 .....	(216)
8.1.2	串行通信的接口标准 .....	(218)
8.2	计算机通信的国际标准 .....	(219)
8.2.1	开放系统互联模型 .....	(219)
8.2.2	IEEE 802 通信标准 .....	(220)
8.2.3	现场总线 .....	(221)
8.2.4	现场总线的国际标准 .....	(222)
8.3	西门子的工业自动化通信网络 .....	(223)
8.3.1	工业以太网 .....	(223)
8.3.2	现场总线 PROFIBUS .....	(225)
8.3.3	现场总线 AS-I 和 EIB .....	(227)
8.4	S7-200 的串行通信网络 .....	(228)
8.4.1	S7-200 的网络通信协议 .....	(228)
8.4.2	PPI 网络的硬件接口与网络配置 .....	(229)
8.4.3	PPI 多主站电缆 .....	(230)
8.4.4	通信接口参数的设置 .....	(231)
8.4.5	S7-200 与 S7-300/400 的网络通信配置 .....	(234)

8.4.6	网络的建立	(235)
8.5	S7-200的通信指令	(236)
8.5.1	网络读/写指令	(236)
8.5.2	发送与接收指令	(239)
8.6	使用Modbus从站协议的计算机与PLC的通信	(244)
8.6.1	Modbus从站协议	(244)
8.6.2	Modbus从站协议指令	(246)
8.6.3	使用Modbus从站协议的PLC程序设计	(247)
8.6.4	Modbus RTU通信帧的结构	(248)
8.7	使用USS协议库的S7-200与变频器的通信	(251)
8.7.1	MicroMaster 440/420变频器简介	(251)
8.7.2	USS通信协议	(252)
8.7.3	USS协议指令	(252)
8.7.4	MicroMaster 420变频器的参数设置	(257)
8.8	本章小结	(258)
	复习思考题	(259)
<b>第9章</b>	<b>PLC控制系统设计与应用</b>	<b>(260)</b>
9.1	PLC控制系统的设计与调试步骤	(260)
9.1.1	PLC控制系统设计概要	(260)
9.1.2	系统硬件及通信方式的选择	(262)
9.2	节省PLC输入/输出点数的方法	(264)
9.2.1	减少所需输入点数的方法	(264)
9.2.2	减少所需输出点数的方法	(265)
9.3	PLC控制系统的可靠性措施	(265)
9.3.1	电源的干扰措施	(266)
9.3.2	安装的抗干扰措施	(266)
9.3.3	故障检测与诊断	(269)
9.4	双恒压无塔供水控制系统设计	(269)
9.4.1	工艺过程	(270)
9.4.2	系统控制要求	(270)
9.4.3	控制系统的I/O点及地址分配	(271)
9.4.4	PLC系统选型	(271)
9.4.5	电气控制系统原理图	(272)
9.4.6	系统程序设计	(275)
9.5	本章小结	(282)
	复习思考题	(282)

附录 A 实验指导书	(283)
实验一 三相异步电动机的正、反转控制电路	(283)
实验二 三相异步电动机 Y—△启动控制电路	(284)
实验三 位逻辑指令编程实验	(285)
实验四 定时器、计数器指令编程实验	(286)
实验五 顺序控制程序的编程实验	(288)
实验六 中断程序的编程实验	(288)
实验七 PLC 与计算机的自由端口通信实验	(290)
实验八 两台 PLC 的通信实验	(291)
实验九 高速输入与高速输出的编程实验	(291)
附录 B S7-200 PLC 参考信息	(295)
表 B-1 S7-200 的 CPU 规范	(295)
表 B-2 S7-200 PLC 的 CPU 输入规范	(296)
表 B-3 S7-200 PLC 的 CPU 输出规范	(297)
附录 C S7-200 的特殊存储器 (SM) 标志位	(298)
表 C-1 特殊存储器字节 SMB0	(298)
表 C-2 特殊存储器字节 SMB1	(298)
表 C-3 特殊存储器字节 SMB4	(299)
表 C-4 特殊存储器字节 SMB5	(299)
表 C-5 特殊存储器字节 SMB6	(300)
表 C-6 特殊存储器字节 SMB8~SMB21	(300)
表 C-7 扫描时间	(301)
表 C-8 特殊存储器字节 SMB31 和 SMW32	(301)
附录 D S7-200 的错误代码	(302)
表 D-1 从 CPU 读出的致命错误代码及其描述	(302)
表 D-2 运行程序错误	(303)
表 D-3 编译规则错误	(304)
附录 E S7-200 的 SIMATIC 指令集简表	(305)
参考文献	(311)



# 结 论

## 0.1 概述

现代化的金属切削机床均用电动机作为动力源。机床主轴转速、工作台或刀架进给量的调节以及工作循环的控制与操作都离不开电器元件、电子元件与系统。机床的电气控制系统已经成为现代机床不可缺少的重要组成部分。而以电气为主的自动控制系统使机床的性能不断提高,使其工作机构、传动机构的结构大为简化。近年来研制成功的用于数控机床、铣床、加工中心机床上的电机-主轴部件,是将交流电动机转子直接安装在主轴上,使其具有更为宽广的无级调速范围,且振动和噪声均较小,完全代替了主轴变速齿轮箱,必将对机床传动与构造产生深远的影响。

在电气自动控制方面,现代化机床更是综合应用了许多先进科学技术成果,诸如计算机技术、电子技术、自动控制理论、精密测量技术等。早在 20 世纪 40 年代末期,电子计算机就广泛应用于机床行业中,我国各类工厂企业也在大力使用和推广由微机控制的数控机床与数显装置。最新科学技术的应用,使得机床电气设备不断实现现代化,不断提高机床自动化程度和机床加工效率,扩大了工艺范围,缩短了新产品试制周期,加速了产品更新换代。同时,现代化机床还可提高产品加工质量,减少工人劳动强度和降低产品成本等。现今出现的各种机电一体化产品、数控机床、机器人、柔性制造系统等均是机床电气设备实现现代化的硕果。

总而言之,电气自动控制在现代机床设备上有着极其重要的地位,电气自动化、机电一体化、数控技术等专业的学生以及从事机械设计和制造的工程技术人员都必须掌握机床电气和微机控制的理论和方法。

## 0.2 电气控制技术发展

电气控制系统的发展伴随着控制器件的发展而发展。大致可以分为逻辑控制系统、连续控制系统和混合控制系统 3 种。

### 1. 逻辑控制系统

逻辑控制系统又称为开关量或断续控制系统,其理论基础是逻辑代数,采用具有两个稳定工作状态的各种电气和电子器件构成各种逻辑控制系统。按自动化程度的不同又可分为手动控制系统和自动控制系统。

(1) 手动控制系统。在机床电气控制的初期,大都采用电气开关对机床电动机的启动、停止、反向进行控制。现在在砂轮机、台钻等一些动作简单的小型机床上仍有应用。

(2) 自动控制系统。按其控制原理与采用电气元器件的不同又可分为:

① 继电器-接触器自动控制系统。它具有直观、易掌握、易维修等优点,多数通用机