

21世纪
高职高专规划教材系列



S7-200 PLC

基础教程

廖常初 主编



21 世纪高职高专规划教材系列

S7-200 PLC 基础教程

廖常初 主编



机械工业出版社

本书以国内广泛使用的西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为例,介绍了 PLC 的工作原理、硬件结构、指令系统、编程软件和仿真软件的使用方法;数字量控制系统梯形图的经验设计法、继电器电路转换法和顺序控制设计法。这些方法易学易用,可以节约大量的设计时间。本书还介绍了模拟量模块的使用方法、子程序和中断程序的设计方法,高速计数器和高速输出的应用,PLC 的通信网络和通信的实现方法,PID 闭环控制,提高 PLC 控制系统可靠性的措施和其他应用中的问题。各章均配有习题,附录给出了内容丰富的实验指导书和部分习题答案。

S7-200 的编程软件为 PLC 的高级应用设计了大量的编程向导,只需要输入一些参数,就可以自动生成用户程序。本书详细介绍了常用的编程向导的使用方法。

本书的姊妹篇《PLC 编程及应用》对 S7-200 的介绍更全面和深入,配套的光盘中有 S7-200 的中文编程软件、中英文系统手册、产品目录和程序实例等。

本书可作为高职高专院校电类和机电一体化专业的教材,也可供工程技术人员自学。

图书在版编目(CIP)数据

S7-200 PLC 基础教程 / 廖常初主编. —北京:机械工业出版社, 2006.1

(21 世纪高职高专规划教材系列)

ISBN 7-111-17947-1

I. S... II. 廖... 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 (2005) 第 137627 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: 胡毓坚

责任编辑: 时 静

责任印制: 洪汉军

北京原创阳光印业有限公司印刷

2006 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·13.75 印张·335 千字

0001—5000 册

定价: 20.00 元

凡购本图书,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) 68326294

封面无防伪标均为盗版

出版说明

为了贯彻国务院发〔2002〕16号文件《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神，进一步落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》，实施科教兴国战略，大力推进高等职业教育改革与发展，我们组织力量，对实现高等职业教育培养目标和保证基本教学规格的文化基础课程、专业技术基础课程和重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。

本套教材内容涵盖了高职高专院校计算机类、电子信息类、通信类、自动化类、市场营销类专业的专业基础课、专业课以及选修课，为配合高职教育关于“培养 21 世纪与我国现代化建设要求相适应的一线科技实用型人才”的最新理念，我们特为本系列教材配备了实践指导丛书，以利于老师的教学和学生的学习。

本套教材将理论教学和实践教学紧密结合，图文并茂、内容实用、层次分明、讲解清晰，其中融入了作者长期的教学经验和丰富的实践经验。可作为各类高职高专院校的教材，也可作为各类培训班的教材。

机械工业出版社

前 言

可编程序控制器 (PLC) 的应用最广的计算机控制装置, 是自动控制系统中的关键设备。

本书介绍的是西门子公司的 S7-200 系列小型 PLC, 其功能强、性能价格比高, 在国内得到了广泛的应用。

本书的第 1~5 章是基础部分, 介绍了 PLC 的硬件结构和工作原理。通过大量的编程实例, 深入浅出地介绍了数字量控制系统梯形图的一整套先进完整的设计方法, 包括经验设计法、继电器电路转换法和顺序控制设计法, 这些方法易学易用, 可以节约大量的设计时间。第 6 章介绍了 S7-200 的编程软件和仿真软件的使用方法。第 7 章介绍了 S7-200 的功能指令、子程序和中断程序的设计方法, 高速计数器和高速输出在开环位置控制中的应用等问题, 并提供了较多的例程。第 8 章介绍了计算机通信的国际标准、工业控制网络、S7-200 的通信功能和通信的实现方法。第 9 章介绍了 PLC 控制系统的设计与调试步骤, 提高系统可靠性的措施和 PLC 在 PID 闭环控制中的应用。

PID 控制、通信、高速计数器、位置控制等编程和应用是程序设计中的难点, S7-200 的编程软件为此设计了大量的编程向导, 只需要输入一些参数, 就可以自动生成用户程序。本书详细介绍了常用编程向导的使用方法。

为了方便教学, 各章配有习题, 附录中有内容丰富的实验指导书和部分习题的答案。

本书可作为高职高专院校电类和机电一体化专业的教材, 也可供工程技术人员自学。

本书由廖常初主编, 侯世英、陈曾汉、陈晓东、王云杰、廖亮、孙明渝、杨太平、刘道芳、左源洁、杨斌、漆巨冰、万莉、孙明秀、左渊林、张全桂、唐永红参加了编写工作。

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 E-mail: liaosun@cqu.edu.cn。

重庆大学电气工程学院 廖常初

目 录

出版说明

前言

第 1 章 概述	1
1.1 PLC 的基本概念与基本结构	1
1.1.1 PLC 的基本概念	1
1.1.2 PLC 的基本结构	1
1.1.3 怎样下载 PLC 的资料与软件	3
1.2 PLC 的特点与应用领域	3
1.2.1 PLC 的特点	3
1.2.2 PLC 的应用领域	5
1.3 习题	5
第 2 章 PLC 的硬件结构与工作原理	6
2.1 PLC 的硬件结构	6
2.1.1 PLC 的物理结构	6
2.1.2 CPU 模块中的存储器	7
2.1.3 I/O 模块	7
2.2 PLC 的工作原理	9
2.2.1 用触点与线圈实现逻辑运算	9
2.2.2 PLC 的工作模式	10
2.2.3 PLC 的工作原理	10
2.3 S7-200 系列 PLC	13
2.3.1 CPU 模块	13
2.3.2 数字量扩展模块	15
2.3.3 模拟量扩展模块与热电偶热电阻扩展模块	16
2.4 I/O 点的地址分配与接线	18
2.4.1 本机 I/O 与扩展 I/O 的地址分配	18
2.4.2 S7-200 的外部接线	18
2.5 习题	20
第 3 章 PLC 程序设计基础	22
3.1 PLC 的编程语言与程序结构	22
3.1.1 PLC 编程语言的国际标准	22
3.1.2 S7-200 的程序结构	24
3.2 存储器的数据类型与寻址方式	24
3.2.1 数据在存储器中存取的方式	24
3.2.2 CPU 的存储区	26

3.2.3 直接寻址与间接寻址	29
3.3 位逻辑指令	30
3.3.1 触点指令与赋值指令	30
3.3.2 输出类指令与其他指令	34
3.4 定时器与计数器指令	36
3.4.1 定时器指令	36
3.4.2 计数器指令	38
3.5 习题	39
第4章 数字量控制系统梯形图程序设计方法	42
4.1 梯形图的经验设计法与继电器电路转换法	42
4.1.1 梯形图中的基本电路	42
4.1.2 经验设计法	43
4.1.3 常闭触点输入信号的处理	45
4.1.4 根据继电器电路图设计梯形图的方法	46
4.1.5 设计中应注意的问题	48
4.2 顺序控制设计法与顺序功能图	50
4.2.1 顺序控制设计法	50
4.2.2 步与动作	50
4.2.3 有向连线与转换条件	52
4.2.4 顺序功能图的基本结构	53
4.2.5 顺序功能图中转换实现的基本规则	55
4.3 习题	57
第5章 顺序控制梯形图的设计方法	60
5.1 使用起保停电路的顺序控制梯形图设计方法	60
5.1.1 单序列的编程方法	60
5.1.2 选择序列与并行序列的编程方法	62
5.2 以转换为中心的顺序控制梯形图设计方法	65
5.2.1 单序列的编程方法	65
5.2.2 选择序列与并行序列的编程方法	66
5.3 使用 SCR 指令的顺序控制梯形图设计方法	69
5.3.1 顺序控制继电器指令	69
5.3.2 单序列的编程方法	69
5.3.3 选择序列与并行序列的编程方法	70
5.4 具有多种工作方式的系统的顺序控制梯形图设计方法	72
5.4.1 系统的硬件结构与工作方式	72
5.4.2 公用程序与手动程序	74
5.4.3 自动程序	75
5.4.4 自动回原点程序	77
5.5 习题	79

第 6 章 STEP 7-Micro/WIN 编程软件与仿真软件使用方法	81
6.1 编程软件概述	81
6.1.1 编程软件的安装与项目的组成	81
6.1.2 通信参数的设置与在线连接的建立	82
6.1.3 帮助功能的使用与出错处理	83
6.2 程序的编写与传送	84
6.2.1 操作步骤	84
6.2.2 程序的编写与下载举例	87
6.2.3 数据块的使用	89
6.3 用编程软件监视与调试程序	89
6.3.1 基于程序编辑器的状态监视	89
6.3.2 用状态表监视与调试程序	90
6.3.3 用状态表强制改变数值	92
6.3.4 调试用户程序的其他方法	94
6.4 使用系统块设置 PLC 的参数	94
6.4.1 S7-200 保存程序和数据的方法与有关的设置	94
6.4.2 创建 CPU 密码	96
6.4.3 输出表与输入滤波器的设置	97
6.4.4 其他参数的设置	98
6.5 S7-200 仿真软件的使用	98
6.6 习题	100
第 7 章 PLC 的功能指令	102
7.1 功能指令概述	102
7.1.1 功能指令的学习方法	102
7.1.2 使能输入与使能输出	102
7.1.3 梯形图中的网络与指令	103
7.2 程序控制指令	104
7.3 局部变量表与子程序	106
7.3.1 局部变量表	106
7.3.2 子程序的编写与调用	107
7.4 数据处理指令	110
7.4.1 比较指令	110
7.4.2 数据传送指令	111
7.4.3 移位与循环指令	111
7.4.4 数据转换指令	113
7.4.5 表功能指令	115
7.4.6 读写实时时钟指令	116
7.4.7 字符串指令	117
7.5 数学运算指令与逻辑运算指令	118

7.5.1	数学运算指令	118
7.5.2	浮点数函数运算指令	120
7.5.3	逻辑运算指令	121
7.6	中断程序与中断指令	122
7.6.1	中断程序	122
7.6.2	中断事件与中断指令	123
7.6.3	中断优先级与中断队列溢出	124
7.7	高速计数器与高速脉冲输出指令	126
7.7.1	高速计数器的工作模式与外部输入信号	126
7.7.2	高速计数器应用	128
7.7.3	高速脉冲输出	129
7.7.4	PLC 在开环运动控制中的应用	130
7.8	习题	132
第 8 章	PLC 的通信与自动化通信网络	134
8.1	计算机通信概述	134
8.1.1	串行通信的基本概念	134
8.1.2	串行通信的接口标准	135
8.2	计算机通信的国际标准	136
8.2.1	开放系统互连模型	136
8.2.2	IEEE 802 通信标准	137
8.2.3	现场总线及其标准	138
8.3	西门子的工业自动化通信网络	140
8.3.1	工业以太网	140
8.3.2	PROFIBUS 现场总线	142
8.3.3	AS-i 现场总线	142
8.4	S7-200 的串行通信网络	143
8.4.1	S7-200 的网络通信协议	143
8.4.2	PPI 网络的硬件接口与网络配置	144
8.4.3	PPI 多主站电缆	144
8.4.4	在编程软件中设置通信接口的参数	145
8.5	使用 Modbus 从站协议的计算机与 PLC 的通信	146
8.5.1	Modbus RTU 从站协议	146
8.5.2	Modbus RTU 从站协议指令	148
8.5.3	使用 Modbus RTU 从站协议的 PLC 程序设计	149
8.5.4	Modbus RTU 通信帧的结构	149
8.6	S7-200 的其他通信功能	152
8.6.1	网络读写指令与 S7-200 CPU 之间的通信	152
8.6.2	使用自由端口模式的计算机与 S7-200 的通信	153
8.6.3	使用 USS 协议库的 S7-200 与变频器的通信	154

8.6.4 调制解调器模块 EM 241 简介	155
8.7 PLC 串口通信调试软件的应用	155
8.7.1 串口通信调试软件的功能与使用方法	155
8.7.2 串口通信调试软件应用实例	157
8.8 习题	157
第 9 章 PLC 应用中的一些问题	159
9.1 PLC 控制系统的设计与调试步骤	159
9.1.1 系统设计	159
9.1.2 PLC 硬件的选型	160
9.1.3 硬件、软件设计与调试	161
9.2 PLC 控制系统的可靠性措施	162
9.2.1 电源的抗干扰措施	163
9.2.2 输入/输出的抗干扰措施	163
9.2.3 故障检测与诊断	165
9.3 PLC 在模拟量闭环控制中的应用	166
9.3.1 模拟量闭环控制系统	166
9.3.2 PID 控制器	168
9.3.3 PID 指令向导的应用	169
9.3.4 PID 参数的整定方法	170
9.3.5 PID 参数自整定简介	172
9.4 习题	173
附录	174
附录 A 实验指导书	174
A.1 编程软件使用练习	174
A.2 定时器计数器应用实验	176
A.3 数字量控制程序的编程实验	178
A.4 使用起保停电路的顺序控制程序的编程实验	179
A.5 以转换为中心的顺序控制程序的编程实验	180
A.6 使用 SCR 指令的顺序控制程序的编程实验	180
A.7 具有多种工作方式的系统的编程实验	181
A.8 功能指令的编程实验	182
A.9 彩灯控制程序的编程实验	184
A.10 子程序的编程实验	185
A.11 中断程序的编程实验	186
A.12 使用 Modbus RTU 从站协议的通信实验	187
A.13 两台 PLC 之间的通信实验	188
A.14 高速输入的编程实验	189
A.15 修改定时器设定值的实验	190
A.16 PID 闭环控制实验	192

附录 B 部分习题参考答案 193

 B.1 第 2 章习题答案 193

 B.2 第 3 章习题答案 194

 B.3 第 4 章习题答案 195

 B.4 第 5 章习题答案 196

 B.5 第 7 章习题答案 197

附录 C S7-200 的特殊存储器 (SM) 标志位 200

附录 D S7-200 的 SIMATIC 指令集简表 203

参考文献 207

第1章 概述

1.1 PLC 的基本概念与基本结构

1.1.1 PLC 的基本概念

可编程序控制器简称为 PLC (Programmable Logic Controller)，它是基于微处理器的通用工业控制装置。PLC 能执行各种形式和各种级别的复杂控制任务，它的应用面广、功能强大、使用方便，是当代工业自动化的主要支柱之一。PLC 对用户友好，不熟悉计算机但是熟悉继电器系统的人能很快学会用 PLC 来编程和操作。PLC 已经广泛地应用在各种机械设备和生产过程的自动控制系统中，在其他领域的应用也得到了迅速的发展。

国际电工委员会 (IEC) 在 1985 年的 PLC 标准草案第 3 稿中，对 PLC 作了如下定义：“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备，都应按易于使工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”从上述定义可以看出，PLC 是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机，除了能完成各种各样的控制功能外，还有与其他计算机通信联网的功能。

本书以西门子公司的 S7-200 系列小型 PLC 为主要讲授对象。S7-200 具有极高的可靠性、强大的通信能力和丰富的扩展模块，可以用编程软件中的梯形图、语句表和功能块图 3 种语言来编程。它的指令丰富，指令功能强，易于掌握，操作方便，集成有高速计数器、高速输出、PID 控制器和 RS-485 通信/编程接口，可以使用多种通信协议。最多可以扩展到 248 点数字量 I/O 或 35 路模拟量 I/O。

S7-200 的价格与日本产品的价格相差不大，最近几年的市场增长迅速，已经与日本的主要产品（三菱和欧姆龙）在小型 PLC 领域取得了类似的市场地位^[10]。

1.1.2 PLC 的基本结构

PLC 主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块和编程器组成（见图 1-1）。PLC 的特殊功能模块用来完成某些特殊的任务。

1. CPU 模块

CPU 模块主要由微处理器（CPU 芯片）和存储器组成。在 PLC 控制系统中，CPU 模块相当于人的大脑和心脏，它不断地采集输入信号，执行用户程序，刷新系统的输出；存储器用来储存程序和数据。

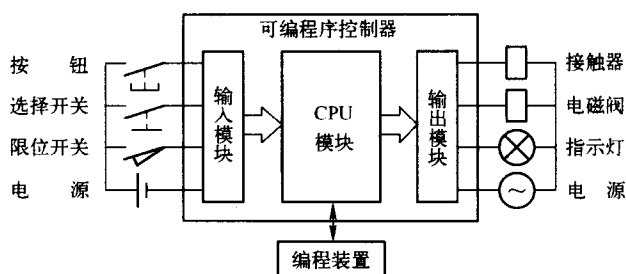


图 1-1 PLC 控制系统示意图

2. I/O 模块

输入（Input）模块和输出（Output）模块简称为 I/O 模块，它们是系统的眼、耳、手、脚，是联系外部现场设备和 CPU 模块的桥梁。

输入模块用来接收和采集输入信号，开关量输入模块用来接收从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等来的开关量输入信号；模拟量输入模块用来接收电位器、测速发电机和各种变送器提供的连续变化的模拟量电流电压信号。开关量输出模块用来控制接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备；模拟量输出模块用来控制调节阀、变频器等执行装置。

CPU 模块的工作电压一般是 5V，而 PLC 的输入/输出信号电压较高，例如 DC 24V 和 AC 220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能损坏 CPU 模块中的元器件，或使 PLC 不能正常工作。在 I/O 模块中，用光耦合器、光电晶闸管、小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部的 I/O 电路。I/O 模块除了传递信号外，还有电平转换与隔离的作用。

3. 编程器与编程软件

编程器用来生成用户程序，并用它来编辑、检查、修改用户程序，同时监视用户程序的执行情况。手持式编程器不能直接输入和编辑梯形图，只能输入和编辑指令表程序。它的体积小，价格便宜，一般用来给小型 PLC 编程，或者用于现场调试和维护。

现在的发展趋势是用编程软件取代手持式编程器，西门子 PLC 的用户手册和产品目录中已经没有手持式编程器。使用编程软件可以在计算机屏幕上直接生成和编辑梯形图、功能块图和指令表程序，不同编程语言之间可以相互转换。程序被编译后下载到 PLC，也可以将 PLC 中的程序上载到计算机，程序可以存盘或打印。

给 S7-200 编程时，应配备一台安装有 STEP 7-MicroWIN 编程软件的计算机和一根连接计算机与 PLC 的 PC/PPI 通信电缆或 PPI 多主站电缆。可以在西门子的网站上下载 S7-200 编程软件的演示版。

本书的姊妹篇《PLC 编程及应用》的随书光盘中有 S7-200 的编程软件演示版和系统手册。演示版的功能与正式版相同，只是有 60 天使用时间的限制和使用次数的限制，超过期限后需要重新安装计算机的操作系统才能再次安装和使用编程软件。为了免除重新安装操作系统和安装计算机硬件的驱动程序带来的不便，可以在安装好编程软件后，用软件 Ghost 将 C 盘备份，在需要的时候用 Ghost 将 C 盘复原。

4. 电源

S7-200 分为 AC 220V 电源型和 DC 24V 电源型。内部的开关电源为各模块提供不同电

压等级的直流电源。小型 PLC 可以为输入电路和外部的电子传感器（例如接近开关）提供 DC 24V 电源，驱动 PLC 负载的直流电源一般由用户提供。

1.1.3 怎样下载 PLC 的资料与软件

我国有不少厂家研制和生产过 PLC，但是还没有较大影响力和较大市场占有率的品牌，目前我国使用的 PLC 基本上是国外品牌的产品。

在全世界上百个 PLC 制造厂中，有几家举足轻重的公司，它们是德国的西门子（Siemens）公司，美国 Rockwell 自动化公司所属的 A-B（Allen & Bradley）公司，GE-Fanuc 公司，法国的施耐德（Schneider）公司，日本的三菱公司和欧姆龙（OMRON）公司。

西门子自动化与驱动集团的中文网站为 www.ad.siemens.com.cn，在此可以下载西门子各种工控产品的中、英文资料 and 软件，该集团在德国的网站为 www.ad.siemens.de。

<http://www.mitsubishielectric-automation.cn/download/download.asp> 是三菱电动机自动化（上海）有限公司的资料下载网页，在此可以下载三菱 PLC 大量的资料。

进入上海欧姆龙自动化系统有限公司的网站 <http://www.omronservice.com>，可以在“技术论坛>资料下载”中下载 PLC 的资料。在 <http://www.knowledge.omron.com> 可以找到更多的欧姆龙软件和使用说明书。

在 <http://www.rockwellautomation.com.cn> 可以下载 Rockwell PLC 的中文资料。

在 <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/360807/2284181/> 可以下载 Rockwell PLC 的英文资料。

施耐德公司旗下有三家 PLC 制造商：Modicon、Square D 与 Telemecanique（TE）公司。在 http://www.telemecanique.com/en/functions_discovery/function_5_11.htm 可以下载施耐德 PLC 的英文资料。在 http://www.schneider-electric.com.cn/download.php?cat_id=3 可以下载施耐德工控产品的中文资料。

GE-Fanuc 公司的网站为 <http://www.gefanuc.com>。在网站 <http://www.dz98.com/cb.htm> 和 http://www.blueprint.com.cn/htm/bp_down.htm 可以下载 GE-Fanuc 公司的资料和编程软件。

<http://www.plcs.net> 是一个 PLC 专业网站，在其“learn PLCs”栏目中双击“Link”，可以链接全世界主要的 PLC 厂家的网站和致力于 PLC 标准化的组织 The PLCopen 的网站。

中国工控网（<http://www.gongkong.com>）是一个人气很旺的工控网站，在“PLC”专栏可以下载 PLC 的资料和软件，查询 PLC 的销售商和报价，在 PLC 论坛可以交流 PLC 应用中遇到的问题。

工控资料的文件后缀一般为 PDF，需要用 Adobe 阅读器阅读，该阅读器可以在因特网上下载。

1.2 PLC 的特点与应用领域

1.2.1 PLC 的特点

1. 编程方法简单易学

梯形图是使用最广的 PLC 编程语言，其电路符号和表达方式与继电器电路原理图相似，

梯形图语言形象直观，易学易懂。

梯形图语言实际上是一种面向用户的高级语言，编程软件将它编译成数字代码，然后下载到 PLC 去执行。

2. 功能强，性能价格比高

一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，有很强的功能，可以实现非常复杂的控制功能。与功能相同的继电器系统相比，具有很高的性能价格比。PLC 还可以通过通信联网，实现分散控制，集中管理。

3. 硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强

PLC 产品已经标准化、系列化、模块化，配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能和不同规模的系统。PLC 的安装接线也很方便，一般用接线端子连接外部接线。PLC 有较强的带负载能力，可以直接驱动小型电磁阀和小型交流接触器。硬件配置确定后，可以通过修改用户程序，方便快速地适应工艺条件的变化。

4. 可靠性高，抗干扰能力强

传统的继电器控制系统使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于触点接触不良，容易出现故障。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器，仅剩下与输入和输出有关的少量硬件元件，硬件接线比继电器控制系统少得多，因触点接触不良造成的故障大为减少。

PLC 采取了一系列硬件和软件抗干扰措施，具有很强的抗干扰能力，平均无故障时间达到数万小时以上，可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场，PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

5. 系统的设计、安装、调试工作量少

PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件，使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

PLC 的梯形图程序一般用顺序控制设计法来设计。这种编程方法很有规律，很容易掌握。对于复杂的控制系统，设计梯形图的时间比设计相同功能的继电器系统电路图的时间要少得多。

PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试，输入信号用小开关来模拟，通过 PLC 上的发光二极管可以观察输出信号的状态。完成了系统的安装和接线后，在现场的统调过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决，系统的调试时间比继电器系统少得多。

6. 维修工作量小，维修方便

PLC 的故障率很低，且有完善的自诊断和显示功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时，可以根据 PLC 上的发光二极管或编程器提供的信息迅速地查明故障的原因，用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

7. 体积小，能耗低

复杂的控制系统使用 PLC 后，可以减少大量的中间继电器和时间继电器，小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小，因此可将开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。

PLC 的配线比继电器控制系统的配线少得多，故可以省下大量的配线和附件，减少安装接线工时，加上开关柜体积的缩小，可以节省大量的费用。

1.2.2 PLC 的应用领域

在国内外, PLC 已经广泛地应用在所有的工业部门, 随着其性能价格比的不断提高, 应用范围不断扩大, 主要有以下几个方面:

1. 数字量逻辑控制

PLC 用“与”、“或”、“非”等逻辑指令来实现触点和电路的串、并联, 代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。数字量逻辑控制可以用于单台设备, 也可以用于自动生产线, 其应用领域已遍及各行各业, 甚至深入到家庭。

2. 运动控制

PLC 使用位置控制指令或专用的运动控制模块, 对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制, 有的可以实现单轴、双轴、3 轴和多轴位置控制, 使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械设备, 例如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等场合。

3. 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块, 实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换和 D/A 转换, 并对模拟量实行闭环 PID (比例-积分-微分) 控制。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备, 以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算 (包括四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算、循环、移位、浮点数运算等)、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能, 可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与储存在存储器中的参考值比较, 也可以用通信功能传送到别的智能装置, 或者将它们打印制表。

5. 通信联网

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备 (例如计算机、变频器、数控装置) 之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起, 可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.3 习题

1. 简述 PLC 的定义。
2. PLC 有哪些主要特点?
3. 与一般的计算机控制系统相比, PLC 有哪些优点?
4. 与继电器控制系统相比, PLC 有哪些优点?
5. PLC 可以用在哪些领域?

第2章 PLC的硬件结构与工作原理

2.1 PLC的硬件结构

2.1.1 PLC的物理结构

根据硬件结构的不同,可以将 PLC 分为整体式、模块式和混合式。

1. 整体式 PLC

整体式又叫做单元式或箱体式,它的体积小、价格低,小型 PLC 一般采用整体式结构。整体式 PLC 将 CPU 模块、I/O 模块和电源装在一个箱形机壳内, S7-200 称为 CPU 模块(见图 2-1)。图中的前盖下面有工作模式选择开关、模拟电位器和扩展模块连接器。S7-200 系列 PLC 提供多种具有不同 I/O 点数的 CPU 模块和数字量、模拟量 I/O 扩展模块供用户选用。CPU 模块和扩展模块用扁平电缆连接,可以选用全输入型或全输出型的数字量 I/O 扩展模块来改变输入/输出点的比例。

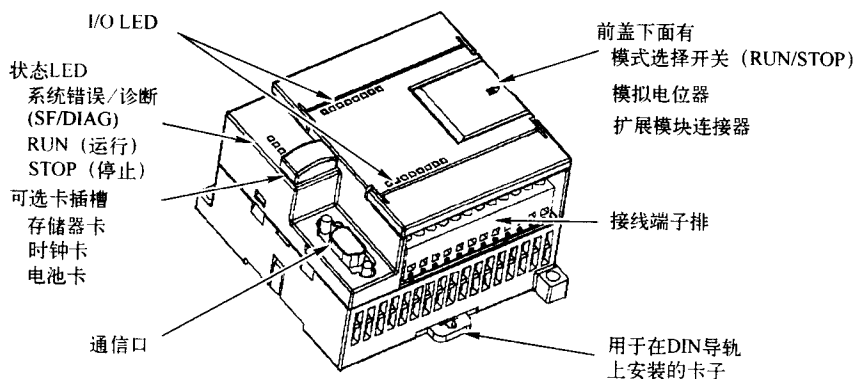


图 2-1 S7-200 CPU 模块的外形图

整体式 PLC 还配备有许多专用的特殊功能模块,例如模拟量输入/输出模块、热电偶模块、热电阻模块和通信模块等,使 PLC 的功能得到扩展。

2. 模块式 PLC

大、中型 PLC 一般采用模块式结构,图 2-2 是西门子的 S7-400 系列 PLC,它由机架和模块组成。模块插在模块插座上,后者焊在机架中的总线连接板上,有不同槽数的机架供用户选用。如果一个机架容纳不下选用的模块,可以增设一个或数个扩展机架,各机架之间用接口模块和电缆相连。用户可以选择不同档次的 CPU 模块、品种繁多的 I/O 模块和特殊功能模块,对硬件配置的选择余地较大,维修时更换模块也很方便。

整体式 PLC 每一 I/O 点的平均价格比模块式的便宜,小型控制系统一般采用整体式结构。