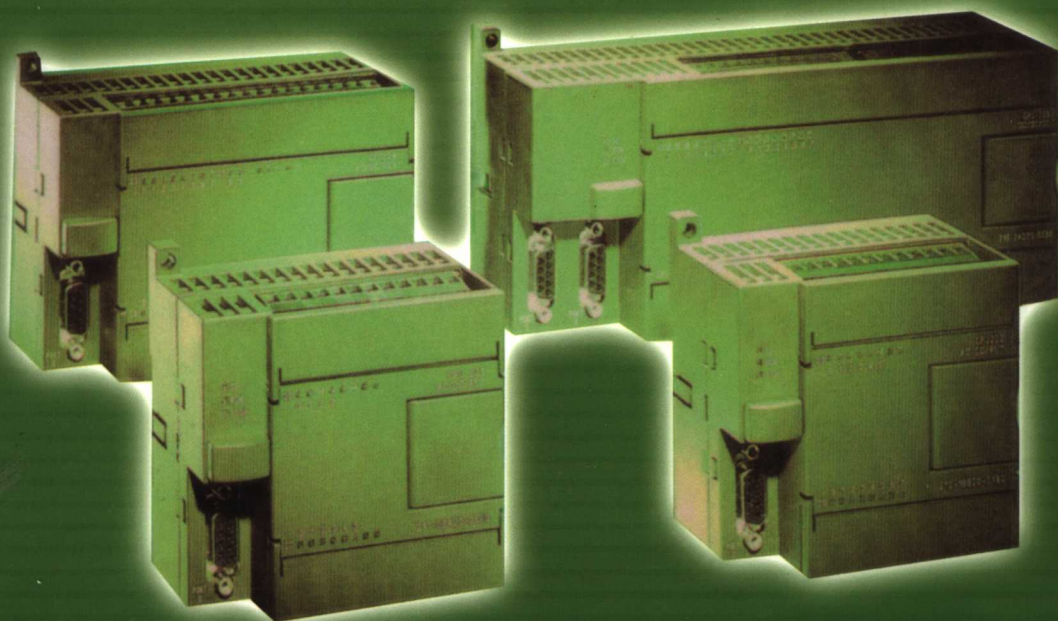


第2版

PLC 编程及应用

廖常初 主编

S7-200



PLC 编程及应用

第 2 版

廖常初 主编



机械工业出版社

本书以西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为例,介绍了 S7-200 最新产品的工作原理、硬件结构、指令系统和 V4.0 版编程软件的使用方法;介绍了数字量控制梯形图的一整套先进完整的设计方法,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 PLC 的通信网络和通信程序的设计方法、PID 闭环控制和其他应用中的问题。书中新增加了模拟量模块的使用方法、Modbus 从站协议、USS 协议和调制解调器模块在通信中的应用、PID 参数自整定、配方、数据记录和位置控制向导、仿真软件的应用等内容。各章配有习题,书后还附有实验指导书和部分习题的答案。

本书配套的光盘有 S7-200 的 V3.2 和 V4.0 版中文编程软件、OPC 服务器软件 PC Access 和 LOGO 的编程软件,新版的 S7-200 中、英文系统手册、产品目录和应用实例,以及 TD 200C 等相关产品的手册。

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

PLC 编程及应用/廖常初主编. —2 版. —北京:机械工业出版社,2005.5
ISBN 7-111-10877-9

I. P... II. 廖... III. 可编程序控制器—程序设计
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 034024 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:戴 琳

责任印制:石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 5 月第 2 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·17.25 印张·426 千字

0001—5000 册

定价:33.00 元(含 1CD)

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

前 言

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,在各行各业中得到了广泛的应用。

本书讲述的西门子公司的 S7-200 系列小型 PLC 功能强、性能价格比高。2004 年 8 月,西门子公司在北京推出了新一代 S7-200 PLC 产品和 V4.0 版的编程软件,新产品的硬件和软件功能均有很大提高。本书根据新版系统手册和 V4.0 版编程软件作了全面的修订,删去了一些可以通过查阅手册获取的内容,新增加了模拟量模块的使用方法、Modbus 从站协议、USS 协议和调制解调器模块在通信中的应用、PID 参数自整定、配方、数据记录和位置控制向导、仿真软件的应用等内容。

本书的第 1~5 章是基础部分,通过大量的编程实例,深入浅出地介绍了设计数字量控制梯形图的一整套先进完整的方法,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 的功能指令、子程序和中断程序的设计方法,第 7 章介绍了 S7-200 的通信功能和通信程序的设计方法,第 8 章介绍了 PID 指令和 PID 参数自整定功能在闭环控制中的应用。第 9 章介绍了控制系统的设计与调试步骤,提高 PLC 控制系统可靠性的措施,节省 PLC 输入/输出点数的方法,还介绍了配方、数据记录和 PLC 在开环位置控制中的应用等问题。第 10 章介绍了编程软件和仿真软件的使用方法。各章配有习题,附录中有实验指导书和部分习题的答案。

本书配套的光盘包括 V3.2 版、V4.0 版编程软件和 OPC 服务器软件 PC Access 的演示版,S7-200 的新版中英文系统手册、产品目录和应用实例,TD 200C 文本显示器的用户手册,LOGO 逻辑模块的编程软件、使用手册和应用实例,以及 TP70 触摸屏的手册等。光盘中还有本书作者编写的 S7-200 的应用程序和 PLC 串口通信调试软件。

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、编程软件和实验设备,在此表示衷心的感谢。

本书由廖常初主编,范占华、陈晓东、周林、侯世英、李远树、郑连清、关朝旺、郑群英、余秋霞、张学锋、申敏、罗盛波、孙明渝、廖亮、万莉参加了编写工作。

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

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 的资料和软件	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	8
2.2 PLC 的工作原理	9
2.2.1 用触点和线圈实现逻辑运算	9
2.2.2 PLC 的工作模式	10
2.2.3 PLC 的工作原理	11
2.3 S7-200 系列 PLC	14
2.3.1 S7-200 新一代产品简介	14
2.3.2 CPU 模块	15
2.3.3 数字量扩展模块	18
2.3.4 模拟量扩展模块与热电偶、热电阻扩展模块	19
2.3.5 STEP 7-Micro/WIN 编程软件与显示面板简介	21
2.4 PLC 的安装	22
2.4.1 模块的安装与拆卸	22
2.4.2 本机 I/O 与扩展 I/O 的地址分配	23
2.4.3 S7-200 的外部接线与电源的选择	23
2.5 习题	25
第 3 章 PLC 程序设计基础	27
3.1 PLC 的编程语言与程序结构	27
3.1.1 PLC 编程语言的国际标准	27
3.1.2 PLC 的程序结构	29

3.2 存储器的数据类型与寻址方式	29
3.2.1 数据在存储器中存取的方式	29
3.2.2 CPU 的存储区	30
3.2.3 直接寻址与间接寻址	34
3.3 位逻辑指令	35
3.3.1 触点指令	35
3.3.2 输出指令与其他指令	39
3.4 定时器与计数器指令	40
3.4.1 定时器指令	40
3.4.2 计数器指令	43
3.5 习题	44
第 4 章 数字量控制系统梯形图程序设计方法	46
4.1 梯形图的经验设计法	46
4.1.1 起动保持停止电路	46
4.1.2 定时器应用电路	46
4.1.3 经验设计法举例	48
4.1.4 常闭触点输入信号的处理	50
4.2 根据继电器电路图设计梯形图的方法	50
4.2.1 基本方法	50
4.2.2 注意事项	51
4.3 顺序控制设计法与顺序功能图	52
4.3.1 顺序控制设计法	52
4.3.2 步与动作	53
4.3.3 有向连线与转换条件	55
4.3.4 顺序功能图的基本结构	56
4.3.5 顺序功能图中转换实现的基本规则	58
4.3.6 顺序控制设计法的本质	59
4.4 习题	59
第 5 章 顺序控制梯形图的设计方法	62
5.1 使用起保停电路的顺序控制梯形图设计方法	62
5.1.1 单序列的编程方法	62
5.1.2 选择序列的编程方法	64
5.1.3 并行序列的编程方法	66
5.2 以转换为中心的顺序控制梯形图设计方法	67
5.2.1 单序列的编程方法	67
5.2.2 选择序列的编程方法	68
5.2.3 并行序列的编程方法	69
5.2.4 应用举例	70
5.3 使用 SCR 指令的顺序控制梯形图设计方法	71

5.3.1 顺序控制继电器指令	71
5.3.2 单序列的编程方法	71
5.3.3 选择序列与并行序列的编程方法	72
5.3.4 应用举例	74
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	75
5.4.1 系统的硬件结构与工作方式	75
5.4.2 使用起保停电路的编程方法	77
5.4.3 以转换为中心的编程方法	80
5.5 习题	81
第 6 章 PLC 的功能指令	83
6.1 S7-200 的指令规约	83
6.1.1 使能输入与使能输出	83
6.1.2 梯形图中的网络与指令	84
6.1.3 其他规约	84
6.2 程序控制指令	84
6.3 局部变量表与子程序	87
6.3.1 局部变量表	87
6.3.2 子程序的编写与调用	88
6.4 数据处理指令	91
6.4.1 比较指令	91
6.4.2 数据传送指令	92
6.4.3 移位与循环指令	93
6.4.4 数据转换指令	94
6.4.5 表功能指令	98
6.4.6 读写实时时钟指令	100
6.4.7 字符串指令	101
6.5 数学运算指令	102
6.5.1 加减乘除指令与加 1、减 1 指令	102
6.5.2 浮点数函数运算指令	104
6.5.3 逻辑运算指令	105
6.6 中断程序与中断指令	106
6.6.1 中断程序	106
6.6.2 中断事件与中断指令	106
6.6.3 中断优先级与中断队列溢出	108
6.7 高速计数器与高速脉冲输出指令	110
6.7.1 高速计数器的工作模式与外部输入信号	111
6.7.2 高速计数器指令与有关的特殊存储器	112
6.7.3 高速计数器编程举例	114
6.7.4 高速脉冲输出	115

6.8 习题	119
第7章 PLC的通信与自动化通信网络	121
7.1 计算机通信概述	121
7.1.1 串行通信的基本概念	121
7.1.2 串行通信的接口标准	122
7.2 计算机通信的国际标准	123
7.2.1 开放系统互连模型	123
7.2.2 IEEE 802 通信标准	124
7.2.3 现场总线	125
7.2.4 现场总线的国际标准	126
7.3 西门子的工业自动化通信网络	127
7.3.1 工业以太网	127
7.3.2 现场总线 PROFIBUS	129
7.3.3 现场总线 AS-i 和 EIB	131
7.4 S7-200 的串行通信网络	132
7.4.1 S7-200 的网络通信协议	132
7.4.2 PPI 网络的硬件接口与网络配置	133
7.4.3 PPI 多主站电缆	134
7.4.4 在编程软件中设置通信接口的参数	136
7.4.5 S7-200 与 S7-300/400 的网络通信配置	138
7.4.6 网络的建立	139
7.4.7 网络通信的高级议题	140
7.5 S7-200 的通信指令	141
7.5.1 网络读写指令	141
7.5.2 发送指令与接收指令	144
7.6 使用自由端口模式的计算机与 PLC 的通信	147
7.6.1 自由端口模式下 PLC 的串行通信程序设计	147
7.6.2 使用接收完成中断的 PLC 通信程序举例	148
7.6.3 使用字符接收中断的 PLC 通信程序举例	150
7.6.4 基于 VB 的计算机通信程序设计	152
7.7 使用 Modbus 从站协议的计算机与 PLC 的通信	155
7.7.1 Modbus 从站协议	155
7.7.2 Modbus 从站协议指令	157
7.7.3 使用 Modbus 从站协议的 PLC 程序设计	158
7.7.4 Modbus RTU 通信帧的结构	159
7.7.5 循环冗余校验码的计算	162
7.8 使用 USS 协议库的 S7-200 与变频器的通信	163
7.8.1 MicroMaster 440/420 变频器简介	163
7.8.2 USS 通信协议	164

7.8.3	USS 协议指令	165
7.8.4	MicroMaster 420 变频器的参数设置	169
7.9	调制解调器模块 EM241 简介	170
7.10	PLC 串口通信调试软件的应用	172
7.10.1	串口通信调试软件的功能与使用方法	172
7.10.2	串口通信调试软件应用实例	174
7.11	习题	175
第 8 章	PLC 在模拟量闭环控制中的应用	176
8.1	闭环控制与 PID 控制器	176
8.1.1	模拟量闭环控制系统	176
8.1.2	PID 控制器的数字化	178
8.1.3	PID 控制指令	179
8.1.4	PID 参数的整定方法	182
8.2	PID 参数自整定与 PID 整定控制面板	184
8.2.1	自整定的基本方法与自整定过程	184
8.2.2	扩展的回路表	185
8.2.3	PID 整定控制面板	187
8.2.4	PID 参数自整定实例	189
8.3	习题	191
第 9 章	PLC 应用中的一些问题	192
9.1	PLC 控制系统的设计与调试步骤	192
9.1.1	系统设计	192
9.1.2	PLC 硬件的选型	193
9.1.3	硬件、软件的设计与调试	194
9.2	节省 PLC 输入输出点数的方法	195
9.2.1	减少所需输入点数的方法	195
9.2.2	减少所需输出点数的方法	196
9.3	PLC 控制系统的可靠性措施	197
9.3.1	电源的抗干扰措施	197
9.3.2	安装的抗干扰措施	198
9.3.3	故障的检测与诊断	199
9.4	配方	200
9.4.1	配方的基本概念	200
9.4.2	用配方向导生成配方集	201
9.4.3	在用户程序中读出和修改配方	202
9.5	数据归档	203
9.5.1	数据归档的定义与组态	203
9.5.2	使用 S7-200 资源管理器上载数据归档	204
9.5.3	使用数据归档向导创建的指令	205

9.6 PLC 在开环运动控制中的应用	205
9.6.1 用位置控制向导组态 PWM	205
9.6.2 用位置控制向导组态 PTO	206
9.6.3 位置控制模块 EM253 简介	210
9.7 习题	210
第 10 章 STEP 7-Micro/WIN 编程软件与仿真软件使用指南	212
10.1 编程软件概述	212
10.1.1 编程软件的安装与项目的组成	212
10.1.2 通信参数的设置与在线连接的建立	213
10.1.3 帮助功能的使用与 S7-200 的出错处理	215
10.2 程序的编写与传送	216
10.2.1 操作步骤	216
10.2.2 程序的编写与下载举例	218
10.2.3 数据块的使用	219
10.3 用编程软件监视与调试程序	219
10.3.1 基于程序编辑器的状态监视	219
10.3.2 用状态表监视与调试程序	221
10.3.3 用状态表强制改变数值	223
10.3.4 在 RUN 模式下编辑用户程序	224
10.3.5 调试用户程序的其他方法	225
10.4 使用系统块设置 PLC 的参数	225
10.4.1 S7-200 保存程序和数据的方法以及数据保存的设置	226
10.4.2 创建 CPU 密码	227
10.4.3 输出表与输入滤波器的设置	228
10.4.4 脉冲捕捉功能与后台通信时间的设置	229
10.5 S7-200 仿真软件的使用	230
10.6 习题	232
附录	233
附录 A 实验指导书	233
A.1 位逻辑指令与定时器计数器指令的编程实验	233
A.2 自动往返的小车控制系统的编程实验	234
A.3 彩灯控制程序的编程实验	235
A.4 顺序控制程序的编程实验	236
A.5 复杂的顺序控制程序的编程实验	236
A.6 具有多种工作方式的系统的编程实验	236
A.7 中断程序的编程实验	237
A.8 PLC 与计算机的自由端口通信实验	238
A.9 使用 Modbus 从站协议的 PLC 与计算机的通信实验	239
A.10 两台 PLC 的通信实验	240

A.11 高速输入与高速输出的编程实验..... 241

A.12 用模拟电位器修改定时器设定值的实验 242

附录 B 部分习题参考答案 243

B.1 第 3 章习题答案 243

B.2 第 4 章习题答案 245

B.3 第 5 章习题答案 247

B.4 第 6 章习题答案 248

附录 C S7-200 的特殊存储器(SM)标志位 251

附录 D S7-200 的 SIMATIC 指令集简表..... 255

附录 E S7-200 的错误代码 260

附录 F 配套光盘说明 262

参考文献 265

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

随着微处理器、计算机和数字通信技术的飞速发展,计算机控制已经扩展到了几乎所有的工业领域。当前用于工业控制的计算机可以分为几类,例如可编程序控制器、基于 PC 总线的工业控制计算机、基于单片机的测控装置、用于模拟量闭环控制的可编程调节器、集散控制系统(DCS)和现场总线控制系统(FCS)等。

现代社会要求制造业对市场需求作出迅速的反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品,为了满足这一要求,生产设备和自动生产线的控制系统必须具有极高的可靠性和灵活性,可编程序控制器(Programmable Logic Controller, PLC)正是顺应这一要求出现的,它是以微处理器为基础的通用工业控制装置。

PLC 的应用面广、功能强大、使用方便,是当代工业自动化的主要设备之一。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,PLC 在其他领域,例如民用和家庭自动化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 以其极高的性能价格比,在国内占有很大的市场份额。S7-200 适用于各行各业的检测、监测及控制的自动化,无论独立运行或连成网络,都能实现复杂的控制功能。另外, S7-200 具有极高的可靠性、丰富的指令集和内置的集成功能、强大的通信能力和丰富的扩展模块。

1.1.2 PLC 的基本结构

PLC 主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块和编程装置组成(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。

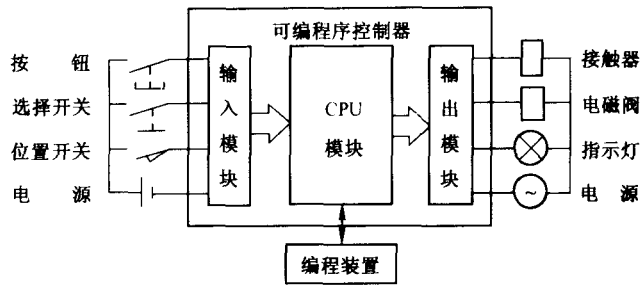


图 1-1 PLC 控制系统示意图

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 5 V,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、光控晶闸管、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

编程器用来生成用户程序,并用它进行编辑、检查、修改和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,因此又叫做指令编程器。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。

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或指令表程序,并且可以实现不同编程语言之间的相互转换。程序被编译后下载到 PLC,也可以将 PLC 中的程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络,还可以实现远程编程和传送。

现在的发展趋势是用编程软件取代手持式编程器,例如西门子 PLC 的用户手册和产品目录中已经没有手持式编程器。本书的随书光盘附有 S7-200 的编程软件 STEP 7-Micro/WIN V3.2 版和 V4.0 版的演示版,演示版的功能与正式版相同,只是有 60 天使用时间和使用次数的限制,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,可以将编程软件安装在计算机的 C 盘中,然后用软件 Ghost 将 C 盘备份,在需要的时候用 Ghost 将 C 盘复原。

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,和一根连接计算机和 PLC 的 PC/PPI 通信电缆或 PPI 多主站电缆。

4. 电源

PLC 一般使用 AC 220V 电源或 DC 24V 电源。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 的资料和软件

我国有不少厂家研制和生产过 PLC,但是还没有出现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 & Bradly)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,可以下载西门子各种工控产品的中英文资料和软件,该集团在德国的网站为 www.ad.siemens.de。

菱电自动化公司是三菱工控产品在中国地区的总代理,在菱电自动化(上海)有限公司的网站 <http://www.ryoden-automation.com.cn/download/download.asp> 上可以下载三菱 PLC 的资料。

在 http://www.mitsubishi-automation.de/produkt/handbuch/suche/e_controller.htm 上也可以下载三菱 PLC 的资料,在网站 <http://www.powercon.com.cn> 和 <http://www.syslink.com.cn> 上可以下载三菱 PLC 的资料和软件。

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

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

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

施奈德公司旗下有三家 PLC 制造商:Modicon、Square D 与 Telemecanique。施奈德公司的网站为 <http://public.modicon.com/>,在“PLC & I/O”栏目中可以选择 PLC 的类型。

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/html/bp_down.htm 上可以下载 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。

工控资料的文件后缀一般为 PDF,需要用随书光盘中的 Adobe 阅读器阅读。

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

梯形图是使用得最多的 PLC 的编程语言,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,熟悉继电器电路图的电气技术人员只要花几天时间就可

以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。

梯形图语言实际上是一种面向用户的高级语言,PLC 在执行梯形图程序时,用解释程序将它“翻译”成汇编语言后再去执行。

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。与相同功能的继电器系统相比,具有很高的性能价格比。PLC 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、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,可以直接驱动一般的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,接线可减少到继电器控制系统的 $1/10 \sim 1/100$,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 的梯形图程序一般采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

对于复杂的控制系统,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,减少大量的安装接线工时,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

在发达的工业国家,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,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用于各种机械,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)之间的转换,一般称为 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。现代的大中型 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能,这一功能可以用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现。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、字逻辑运算以及求反、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

1.1 简述 PLC 的定义。

1.2 PLC 有哪些主要特点?

1.3 与一般的计算机控制系统相比,PLC 有哪些优点?

1.4 与继电器控制系统相比,PLC 有哪些优点?

1.5 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)。图中的前盖下面有模式选择开关、模拟量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 扩展单元来改变输入/输出点的比例。

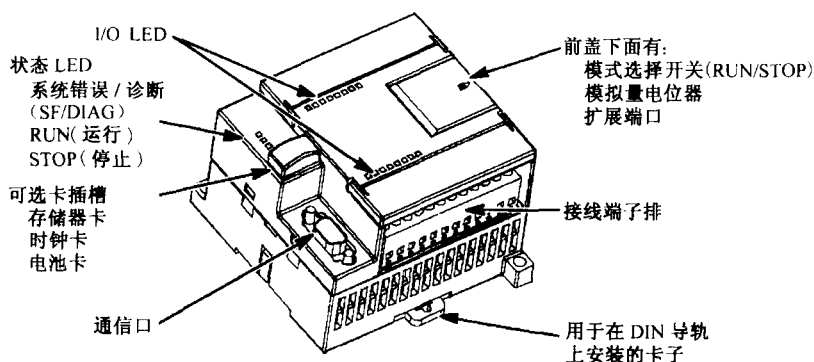


图 2-1 S7-200 CPU 模块的外形图

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、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。

用户可以选用不同档次的 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。