

双色版

西门子

S7-200 PLC

从入门到精通

陈忠平 侯玉宝 李 燕 编著

XIMENZI S7-200 PLC
CONG RUMEN DAO JINGTONG



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

西门子 S7-200 PLC

从入门到精通

XIMENZI S7-200 PLC
CONG RUMEN DAO JINGTONG

陈忠平 侯玉宝 李 燕 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从实际工程应用出发,以国内广泛使用的德国西门子公司 SIMATIC S7-200 系列 PLC 为对象,讲解整体式 PLC 的基础与实际应用等方面的内容。全书共有 11 章,主要介绍了 PLC 的基本概况、S7-200 PLC 的硬件系统、S7-200 PLC 编程软件的使用、S7-200 的基本指令、S7-200 的常用功能指令、数字量控制系统梯形图的设计方法、S7-200 模拟量功能与 PID 控制、PLC 的通信与网络、文本显示器与变频器、PLC 控制系统设计及实例、PLC 的安装与维护等内容。

本书语言通俗易懂,实例的实用性和针对性较强,特别适合初学者使用,对有一定 PLC 基础知识的读者也会有很大帮助。本书既可作为电气控制领域技术人员的自学教材,也可作为高职高专院校、本科院校的电气工程、自动化、机电一体化、计算机控制等专业的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200 PLC 从入门到精通/陈忠平,侯玉宝,李燕编著. —北京:中国电力出版社,2015.1

ISBN 978-7-5123-6286-4

I. ①西… II. ①陈… ②侯… ③李… III. ①plc 技术
IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 173306 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 30 印张 698 千字

印数 0001—4000 册 定价 59.80 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

随着科学技术的飞速发展, PLC (可编程控制器) 已经广泛应用于日常生活和生产领域的各个方面。PLC 是以微处理器为基础, 综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型通用工业自动控制装置。因此, PLC 技术是广大电气技术人员、电工人员必须掌握的一门专业技术。

SIMATIC S7-200 是德国西门子公司推出的一种小型整体式 PLC, 其结构紧凑, 具有性价比高、功能强大等特点, 在我国的小型 PLC 市场中占有较大的份额。为便于学习和理解 SIMATIC S7-200 系列 PLC 控制系统的相关技术, 特编写此书。

本书特点

1. 由浅入深, 循序渐进

本书在内容编排上采用由浅入深、由易到难的原则, 在介绍 PLC 的组成及工作原理、硬件系统构成、软件的使用等基础上, 在后续章节中结合具体的实例, 逐步讲解相应指令的应用等相关知识。

2. 技术全面, 内容充实

全书重点突出、层次分明, 注重知识的系统性、针对性和先进性。对于指令的讲解, 不是泛泛而谈, 而是辅以简单的实例, 使读者更易于掌握。注重理论与实践相结合, 培养工程应用能力。本书的大部分实例取材于实际工程项目或其中的某个环节, 对读者从事 PLC 应用和工程设计具有较大的实践指导意义。

3. 分析原理, 步骤清晰

对于每个实例, 都分析其设计原理, 总结实现的思路和步骤。读者可以根据具体步骤实现书中的例子, 将理论与实践相结合。

本书内容

第 1 章 PLC 的基本概况 本章除了对 PLC 的定义、基本功能与特点、应用和分类进行简单介绍外, 还介绍了 PLC 的组成及工作原理, 并将 PLC 控制与其他顺序逻辑控制系统进行了比较。

第 2 章 S7-200 PLC 的硬件系统 本章介绍了 S7-200 PLC 的主机单元、扩展模块以及存储器的数据类型与地址指定。

第 3 章 S7-200 PLC 编程软件的使用 本章介绍了 PLC 编程语言的种类, 并重点讲述了 STEP7-Micro/WIN 编程软件及 S7-200 仿真软件的使用。

第 4 章 S7-200 的基本指令 基本指令是 PLC 编程时最常用的指令。本章介绍了基本逻辑指令、定时器指令、计数器指令和程序控制类指令, 并通过实例讲解这些基本指令的使用方法。

第 5 章 S7-200 的常用功能指令 功能指令使 PLC 具有强大的数据处理

和特殊功能。本章主要讲解了数据处理指令、算术运算和逻辑运算指令、转换指令、中断指令、实时时钟指令等内容。

第6章 数字量控制系统梯形图的设计方法 本章介绍了梯形图的设计方法、顺序控制设计法与顺序功能图、常见的顺序控制编写梯形图的方法、S7-200 顺序控制，并通过多个实例重点讲解了单序列的 S7-200 顺序控制、选择序列的 S7-200 顺序控制、并行序列的 S7-200 顺序控制的应用。

第7章 S7-200 模拟量功能与 PID 控制 本章介绍了模拟量的基本概念、S7-200 系列的模拟量扩展模块、PID 控制及 PID 应用控制等内容。

第8章 PLC 的通信与网络 本章介绍了数据通信的基础知识、工业局域网基础、S7-200 系列 PLC 的通信与网络、S7-200 系列 PLC 的 Modbus 通信、S7-200 系列 PLC 的自由端口通信、S7-200 系列 PLC 的 PPI 通信等内容。

第9章 文本显示器与变频器 本章介绍了文本显示器的使用方法，以及变频器的接线方法、调试方法等内容，然后通过实例讲解 PLC 在变频器控制系统中的应用。

第10章 PLC 控制系统设计及实例 本章讲解了 PLC 控制系统的设计方法，通过实例讲解了 PLC 在电动机控制系统以及 PLC 在机床电气控制系统中的应用。

第11章 PLC 的安装与维护 本章讲解了 PLC 的安装方法、主机单元和扩展 I/O 单元的接线、PLC 的维护和维修等内容。

参加本书编写工作的有湖南工程职业技术学院陈忠平，湖南涉外经济学院侯玉宝和高金定，长沙航天工业学校李燕，衡阳技师学院胡彦伦，湖南航天诚远精密机械有限公司刘琼，湖南科技职业技术学院高见芳，湖南工程职业技术学院李锐敏、周少华、龙晓庆和龚亮，湖南三一重工集团王汉其等。全书由湖南工程职业技术学院陈建忠教授主审。

由于编者知识水平和经验的局限性，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

作者
2014 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 PLC 的基本概况	1
1.1 PLC 简介	1
1.1.1 PLC 的定义	1
1.1.2 PLC 的基本功能与特点	2
1.1.3 PLC 的应用和分类	3
1.1.4 西门子 PLC 简介	7
1.2 PLC 的组成及工作原理	8
1.2.1 PLC 的组成	8
1.2.2 PLC 的工作原理	13
1.3 PLC 与其他顺序逻辑控制系统的比较	14
1.3.1 PLC 与继电器控制系统的比较	14
1.3.2 PLC 与微型计算机控制系统的比较	16
1.3.3 PLC 与单片机控制系统的比较	16
1.3.4 PLC 与 DCS 的比较	17
第 2 章 S7-200 PLC 的硬件系统	19
2.1 主机单元	19
2.1.1 主机单元的分类及性能	19
2.1.2 主机单元的外形结构	21
2.1.3 主机单元的 I/O	22
2.2 扩展模块	25
2.2.1 数字量扩展模块	25
2.2.2 模拟量扩展模块	26
2.2.3 通信扩展模块	27
2.2.4 特殊功能扩展模块	27
2.3 数据存储器	28
2.3.1 数据长度	28
2.3.2 数制	28
2.3.3 数据类型及数据范围	29
2.3.4 数据存储器的编址方式	31
2.4 S7-200 的存储系统与寻址方式	31
2.4.1 S7-200 的存储系统	31
2.4.2 S7-200 存储器范围及特性	35

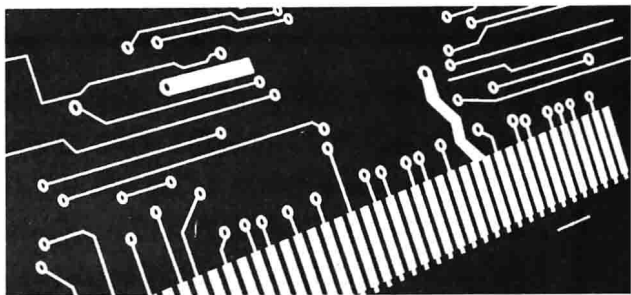
2.4.3 寻址方式	35
第3章 S7-200 PLC 编程软件的使用	38
3.1 PLC 编程语言	38
3.1.1 PLC 编程语言的国际标准	38
3.1.2 梯形图	39
3.1.3 语句表	42
3.1.4 顺序功能图	42
3.1.5 功能块图	42
3.2 S7-200 编程软件的使用	43
3.2.1 编程软件的安装	43
3.2.2 STEP 7-Micro/WIN 简介	45
3.2.3 编程计算机与 CPU 通信	50
3.2.4 系统块设置	54
3.2.5 程序的编写与编辑	64
3.2.6 程序的编译与下载	67
3.2.7 程序的调试与监控	69
3.3 S7-200 仿真软件的使用	74
第4章 S7-200 的基本指令	77
4.1 基本逻辑指令	77
4.1.1 基本位操作指令	77
4.1.2 块操作指令	80
4.1.3 逻辑堆栈指令	83
4.1.4 置位与复位指令	85
4.1.5 取反与空操作指令	86
4.1.6 立即 I/O 指令	86
4.1.7 边沿触发指令	88
4.2 定时器指令	89
4.2.1 定时器的基本知识	89
4.2.2 定时器指令	90
4.2.3 定时器指令的应用	93
4.3 计数器指令	95
4.3.1 加计数器指令	96
4.3.2 减计数器指令	96
4.3.3 加/减计数器指令	97
4.3.4 计数器指令的应用	97
4.4 程序控制类指令	102
4.4.1 结束及暂停指令	102
4.4.2 看门狗复位指令	102

4.4.3	跳转及标号指令	103
4.4.4	循环指令	105
4.4.5	子程序调用与返回指令	105
第5章	S7-200 的常用功能指令	109
5.1	S7-200 系列 PLC 的数据处理指令	109
5.1.1	S7-200 系列 PLC 的传送指令	109
5.1.2	S7-200 系列 PLC 的字节交换与读写指令	112
5.1.3	S7-200 系列 PLC 的移位指令	113
5.1.4	S7-200 系列 PLC 的比较指令	118
5.2	S7-200 系列 PLC 的算术运算和逻辑运算指令	120
5.2.1	S7-200 系列 PLC 的算术运算指令	120
5.2.2	S7-200 系列 PLC 的逻辑运算指令	131
5.3	S7-200 系列 PLC 的表功能指令	136
5.3.1	S7-200 系列 PLC 的填表指令	136
5.3.2	S7-200 系列 PLC 的查表指令	137
5.3.3	S7-200 系列 PLC 的表取数指令	138
5.3.4	S7-200 系列 PLC 的存储器填充指令	140
5.4	S7-200 系列 PLC 的转换指令	140
5.4.1	S7-200 系列 PLC 的数据转换指令	140
5.4.2	S7-200 系列 PLC 的编码和译码指令	144
5.4.3	S7-200 系列 PLC 七段显示译码指令	145
5.4.4	S7-200 系列 PLC 的 ASCⅡ 码转换指令	146
5.5	S7-200 系列 PLC 的中断指令	150
5.5.1	中断源	150
5.5.2	中断控制指令	152
5.5.3	中断程序	153
5.6	S7-200 系列 PLC 的高速处理指令	156
5.6.1	S7-200 系列 PLC 的高速计数指令	156
5.6.2	S7-200 系列 PLC 的高速脉冲指令	164
5.7	S7-200 系列 PLC 的实时时钟指令	176
5.7.1	设定实时时钟指令	176
5.7.2	读实时时钟指令	176
第6章	数字量控制系统梯形图的设计方法	178
6.1	梯形图的设计方法	178
6.1.1	根据继电器—接触器电路图设计梯形图	178
6.1.2	用经验法设计梯形图	181
6.2	顺序控制设计法与顺序功能图	185
6.2.1	步与动作	186

6.2.2	有向连接与转换	186
6.2.3	顺序功能图的基本结构	187
6.3	常见的顺序控制编写梯形图的方法	188
6.3.1	启保停方式的顺序控制	188
6.3.2	转换中心方式的顺序控制	189
6.4	S7-200 顺序控制	191
6.4.1	S7-200 顺序控制指令	191
6.4.2	顺序控制指令方式的顺序功能图	191
6.5	单序列的 S7-200 顺序控制应用实例	195
6.5.1	液压动力滑台的 PLC 控制	195
6.5.2	PLC 在注塑成型生产线控制系统中的应用	198
6.5.3	PLC 在简易机械手中的应用	208
6.6	选择序列的 S7-200 顺序控制应用实例	215
6.6.1	闪烁灯控制	215
6.6.2	多台电动机的 PLC 启停控制	220
6.6.3	大小球分捡机的 PLC 控制	229
6.7	并行序列的 S7-200 顺序控制应用实例	240
6.7.1	人行道交通信号灯控制	240
6.7.2	双面钻孔组合机床的 PLC 控制	246
第 7 章	S7-200 模拟量功能与 PID 控制	261
7.1	模拟量的基本概念	261
7.1.1	模拟量处理流程	261
7.1.2	模拟量的表示及精度	262
7.1.3	模拟量输入方法	265
7.1.4	模拟量输出方法	265
7.2	S7-200 系列的模拟量扩展模块	266
7.2.1	EM231 模拟量扩展输入模块	266
7.2.2	EM235 模拟量扩展输入/输出模块	268
7.2.3	EM232 模拟量扩展输出模块	271
7.3	模拟量控制的使用	271
7.3.1	模拟量扩展模块的地址编排	271
7.3.2	模拟量扩展模块的数据字格式	272
7.3.3	模拟量信号的转换	273
7.3.4	模拟量扩展模块的使用与仿真	274
7.4	PID 闭环控制	279
7.4.1	模拟量闭环控制系统的组成	279
7.4.2	PID 控制原理	280
7.4.3	PID 回路控制参数表及指令	283

7.4.4	PID 回路控制	284
7.5	PID 应用控制	286
7.5.1	PID 应用指令控制	286
7.5.2	PID 向导应用控制	288
第 8 章	PLC 的通信与网络	294
8.1	数据通信的基础知识	294
8.1.1	数据传输方式	294
8.1.2	串行通信的分类	295
8.1.3	串行通信的数据通路形式	297
8.1.4	串行通信的接口标准	297
8.1.5	通信介质	301
8.2	工业局域网基础	302
8.2.1	网络结构	302
8.2.2	网络协议	303
8.2.3	现场总线	304
8.3	S7-200 系列 PLC 的通信与网络	306
8.3.1	S7-200 系列 PLC 的通信部件	306
8.3.2	S7-200 系列 PLC 通信协议	309
8.3.3	S7-200 系列 PLC 网络参数的设置	312
8.4	S7-200 系列 PLC 的 Modbus 通信	314
8.4.1	Modbus 通信协议	315
8.4.2	Modbus 通信帧结构	316
8.4.3	Modbus 通信指令	317
8.4.4	S7-200 PLC 间的 Modbus 通信应用举例	320
8.5	S7-200 系列 PLC 的自由端口通信	322
8.5.1	自由端口控制寄存器	322
8.5.2	自由端口发送和接收数据指令	323
8.5.3	获取和设置通信口地址指令	324
8.5.4	S7-200PLC 与 PC 机的自由端口通信应用举例	325
8.6	S7-200 系列 PLC 的 PPI 通信	327
8.6.1	PPI 通信网络读/写指令	327
8.6.2	S7-200 PLC 间的 PPI 通信应用举例	328
第 9 章	文本显示器与变频器	332
9.1	文本显示器	332
9.1.1	文本显示器设备简介	332
9.1.2	TD 设备与 S7-200 的连接	334
9.1.3	使用文本显示器向导	335
9.1.4	TD 400C 的应用实例	344

9.2 变频器	349
9.2.1 变频器简介	349
9.2.2 SINAMICS G110 变频器	353
9.2.3 MicroMaster440 变频器	362
9.2.4 变频器的应用实例	379
第10章 PLC 控制系统设计及实例	395
10.1 PLC 控制系统的设计	395
10.1.1 PLC 控制系统的设计原则和内容	395
10.1.2 PLC 控制系统的设计步骤	396
10.1.3 PLC 硬件系统设计	397
10.1.4 PLC 软件系统设计	401
10.2 PLC 在电动机控制中的应用	403
10.2.1 异步电动机降压启动控制	403
10.2.2 异步电动机限位往返控制	406
10.2.3 异步电动机制动控制	409
10.2.4 异步电动机多速控制	411
10.3 PLC 在机床电气控制系统中的应用	415
10.3.1 PLC 在 C6140 普通车床中的应用	415
10.3.2 PLC 在 C650 卧式车床中的应用	419
10.3.3 PLC 在 Z3040 摇臂钻床中的应用	425
10.3.4 PLC 在 X62W 万能铣床中的应用	430
10.3.5 PLC 在 T68 卧式镗床中的应用	437
第11章 PLC 的安装与维护	444
11.1 PLC 的安装	444
11.1.1 PLC 安装注意事项	444
11.1.2 安装方法	445
11.2 接线	447
11.2.1 接线注意事项	447
11.2.2 安装现场的接线	448
11.3 PLC 的维护和检修	449
11.3.1 维护检查	449
11.3.2 故障排除	450
11.3.3 错误代码	451
附录 A S7-200 的 SIMATIC 指令集速查表	454
附录 B S7-200 系列特殊标志寄存器	461
参考文献	469



PLC的基本概况

自 20 世纪 60 年代末期世界第一台 PLC 问世以来，PLC 发展十分迅速，特别是近些年来，随着微电子技术和计算机技术的不断发展，PLC 在处理速度、控制功能、通信能力及控制领域等方面都有新的突破。PLC 将传统的继电—接触器的控制技术和现代计算机信息处理技术的优点有机结合起来，成为工业自动化领域中最重要、应用最广的控制设备之一，并已成为现代工业生产自动化的重要支柱。



1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

可编程控制器是在继电器控制和计算机控制的基础上开发出来的，并逐渐发展以微处理器为基础，综合计算机技术、自动控制技术和通信技术现代科技为一体的新型工业自动控制装置。目前广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制系统中。

因早期的可编程控制器主要用于代替继电器实现逻辑控制，因此将其称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)，简称 PLC。随着技术的发展，许多厂家采用微处理器 (Micro Processor Unit, MPU) 作为可编程控制的中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU)，大大加强了 PLC 功能，使它不仅具有逻辑控制功能，还具有算术运算功能和对模拟量的控制功能。据此，美国电气制造协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 于 1980 年将它正式命名为可编程序控制器 (Programmable Controller)，即简称 PC，且对 PC 作如下定义：“PC 是一种数字式的电子装置，它使用了可编程序的存储器以存储指令，能完成逻辑、顺序、计时、计数和算术运算等功能，用以控制各种机械或生产过程”。

国际电工委员会 (IEC) 在 1985 年颁布的标准中，对可编程序控制器作如下定义：“可编程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用



可编程程序的存储器，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，控制各种机械或生产过程。”

PC 可程序控制器在工业界使用了多年，但因个人计算机（Personal Computer）也简称为 PC，为了对两者进行区别，现在通常把可程序控制器简称为 PLC，所以本书中也将其称为 PLC。

1.1.2 PLC 的基本功能与特点

1. PLC 的基本功能

(1) 逻辑控制功能。逻辑控制又称为顺序控制或条件控制，它是 PLC 应用最广泛的领域。逻辑控制功能实际上就是位处理功能，使用 PLC 的“与”（AND）、“或”（OR）、“非”（NOT）等逻辑指令，取代继电器触点的串联、并联及其他各种逻辑连接，进行开关控制。

(2) 定时控制功能。PLC 的定时控制，类似于继电—接触器控制领域中的时间继电器控制。在 PLC 中有许多可供用户使用的定时器，这些定时器的定时时间可由用户根据需要设定。PLC 执行时可根据用户定义时间长短进行相应限时或延时控制。

(3) 计数控制功能。PLC 为用户提供了多个计数器，PLC 的计数器类似于单片机中的计数器，其计数初值可由用户根据需求进行设定。执行程序时，PLC 对某个控制信号状态的改变次数（如某个开关的动合次数）进行计数，当计数到设定值时，发出相应指令表示已完成某项任务。

(4) 步进控制功能。步进控制（又称为顺序控制）功能是指在多道加工工序中，使用步进指令控制，在完成一道工序后，PLC 自动进行下一道工序。

(5) 数据处理功能。PLC 一般具有数据处理功能，可进行算术运算、数据比较、数据传送、数据移位、数据转换、编码、译码等操作。中、大型 PLC 还可完成开方、PID 运算、浮点运算等操作。

(6) A/D、D/A 转换功能。有些 PLC 通过 A/D、D/A 模块完成模拟量和数字量之间的转换、模拟量的控制和调节等操作。

(7) 通信联网功能。PLC 通信联网功能是利用通信技术，进行多台 PLC 间的同位链接、PLC 与计算机链接，以实现远程 I/O 控制或数据交换。可构成集中管理、分散控制的分布式控制系统，以完成较大规模的复杂控制。

(8) 监控功能。监控功能是指利用编程器或监视器对 PLC 系统各部分的运行状态、进程、系统中出现的异常情况进行报警和记录，甚至自动终止运行。通常小型低档 PLC 利用编程器监视运行状态；中档以上的 PLC 使用 CRT 接口，从屏幕上了解系统的工作状况。

2. PLC 的特点

(1) 可靠性高、抗干扰能力强。继电—接触器控制系统使用大量的机械触点，连接线路比较繁杂，且触点通断时有可能产生电弧和机械磨损，影响其寿命，可靠性差。PLC 中采用现代大规模集成电路，比机械触点继电器的可靠性要高。在硬件和软件设计中都采用了先进技术，以提高可靠性和抗干扰能力。比如，用软件代替传统继电—接触器控制系统中的中间继电器和时间继电器，只剩下少量的输入/输出硬件，将触点因接触不良

造成的故障大大减小,提高了可靠性;所有 I/O 接口电路采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路进行电气隔离;增加自诊断、纠错等功能,提高其在恶劣工业生产现场的可靠性、抗干扰能力。

(2) 灵活性好、扩展性强。继电—接触器控制系统是由继电器等低压电器采用硬件接线实现的,连接线路比较繁杂,而且每个继电器的触点数目有限。当控制系统功能改变时,需改变线路的连接。所以继电—接触器控制系统的灵活性、扩展性差。而由 PLC 构成的控制系统中,只需在 PLC 的端子上接入相应的控制线即可,从而简少接线。当控制系统功能改变时,有时只需编程器在线或离线修改程序,就能实现其控制要求。PLC 内部有成大量的编程元件,能进行逻辑判断、数据处理、PID 调节和数据通信功能,可以实现非常复杂的控制功能。若元件不够时,只需加上相应的扩展单元即可,因此 PLC 控制系统的灵活性好、扩展性强。

(3) 控制速度快、稳定性强。继电—接触器控制系统是依靠触点的机械动作来实现控制的,其触点的动断速度一般在几十毫秒,影响控制速度,有时还会出现抖动现象。PLC 控制系统是由程序指令控制半导体电路来实现的,响应速度快,一般执行一条用户指令在很短的微秒内即可。PLC 内部有严格的同步,不会出现抖动现象。

(4) 延时调整方便、精度较高。继电—接触器控制系统的延时控制是通过时间继电器来完成的,而时间继电器的延时调整不方便,且易受环境温度和湿度的影响,延时精度不高。PLC 控制系统的延时是通过内部时间元件来完成的,不受环境的温度和湿度的影响。调整定时元件的延时时间只需改变定时参数即可,因此其定时精度较高。

(5) 系统设计安装快、维修方便。继电—接触器实现一项控制工程时,其设计、施工、调试必须依次进行,周期长,维修比较麻烦。PLC 使用软件编程取代继电—接触器中的硬件接线而实现相应功能,使安装接线工作量减小,现场施工与控制程序的设计还可同时进行,周期短、调试快。PLC 具有完善的自诊断、履历情报存储及监视功能,对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示,若控制系统有故障时,工作人员通过它即可迅速查出故障原因,及时排除故障。

1.1.3 PLC 的应用和分类

1. PLC 的应用

以前由于 PLC 的制造成本较高,其应用受到一定的影响。随着微电子技术的发展,PLC 的制造成本不断下降,同时 PLC 的功能大大增强,因此 PLC 目前已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、造纸、纺织、环保等行业。从应用类型看,其应用范围大致归纳为以下几种:

(1) 逻辑控制。PLC 可进行“与”、“或”、“非”等逻辑运算,使用触点和电路的串、并联代替继电—接触器系统进行组合逻辑控制、定时控制、计数控制与顺序逻辑控制。这是 PLC 应用最基本、最广泛的领域。

(2) 运动控制。大多数 PLC 具有拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置的专用运动控制模块,灵活运用指令,使运动控制与顺序逻辑控制有机结合在一起,广泛用于各种机械设备。如对各种机床、装配机械、机械手等进行运动控制。

(3) 过程控制。现代中、大型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能,有



的小型 PLC 也具有模拟量输入输出模块。PLC 可将接收到的温度、压力、流量等连续变化的模拟量,通过这些模块实现模拟量和数字量的 A/D 或 D/A 转换,并对被控模拟量进行闭环 PID 控制。这一控制功能广泛应用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒等方面。

(4) 数据处理。现代 PLC 具有数学运算(如矩阵运算、函数运算、逻辑运算等)、数据传送、转换、排序、查表、位操作等功能,可进行数据采集、分析、处理,同时可通过通信功能将数据传送给其他的智能装置,如 PLC 对计算机数值控制 CNC 设备进行数据处理。

(5) 通信联网控制。PLC 通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位机(如计算机)、PLC 与其他智能设备之间的通信。PLC 通过同轴电缆、双绞线等设备与计算机进行信息交换,可构成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统,以满足工厂自动化 FA 系统、柔性制造系统 FMS、集散控制系统 DCS 等发展的需要。

2. PLC 的分类

PLC 种类繁多,性能规格不一,通常根据其流派、结构形式、性能高低、控制规模等方面进行分类。

(1) 按流派进行分类。世界上有 200 多个 PLC 厂商,400 多个品种 PLC 产品。这些产品,根据地域的不同,主要分成 3 个流派:美国流派产品、欧洲流派产品和日本流派产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离情况下独立研究开发的,因此美国和欧洲的 PLC 产品有明显的差异性。而日本的 PLC 技术是从美国引进的,对美国的 PLC 产品有一定的继承性,但日本的主推产品定位在小型 PLC 上。美国和欧洲以大中型 PLC 而闻名,但日本以小型 PLC 著称。

1) 美国 PLC 产品。美国是 PLC 生产大国,有 100 多家 PLC 厂商,著名的有 A-B、通用电气(GE)公司、莫迪康(MODICON)公司、德州仪器(TI)公司、西屋公司等。

A-B(Allen-Bradley, 艾伦-布拉德利)是 Rockwell(罗克韦尔)自动化公司的知名品牌,其 PLC 产品规格齐全、种类丰富。A-B 小型 PLC 为 MicroLogix PLC,主要型号有 MicroLogix1000、MicroLogix1100、MicroLogix1200、MicroLogix1400、MicroLogix1500,其中 MicroLogix1000 体积小、功能全面,是小型控制系统的理想选择;MicroLogix1200 能够在空间有限的环境中,为用户提供强大的控制功能,满足不同应用项目的需要;MicroLogix1500 不仅功能完善,而且还能根据应用项目的需要进行灵活扩展,适用于要求较高的控制系统。A-B 中型 PLC 为 CompactLogix PLC,该系列 PLC 可以通过以太网、控制网、设备网来远程控制输入/输出和现场设备,实现不同地点的分布式控制。A-B 大型 PLC 为 ControlLogix PLC,该系列 PLC 提供可选的用户内存模块(750K~8M 字节),能解决有大量输入/输出点数系统的应用问题(支持多达 4000 点模拟量和 128 000 点数字量);可以控制本地输入/输出和远程输入/输出;可以通过以太网、控制网、设备网和远程输入/输出来监控系统中的输入和输出。

GE 公司的 PLC 代表产品是小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1/P 等,除 GE-1/J 外,均采用模块结构。GE-1 用于开关量控制系统,最多可配置到 112 个 I/O 点。GE-1/J 是更小型化的产品,其 I/O 点最多可配置到 96 点。GE-1/P 是 GE-1 的增强型产品,增加了部分功能指令(数据操作指令)、功能模块(A/D、D/A 等)、远程 I/O 功能等,其 I/O 点最多可配置到 168 点。中型机 GE-III,它比 GE-1/P 增加了中断、故障诊断等功

能,最多可配置到400个I/O点。大型机GE-V,它比GE-III增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能,并具有较强的通信功能,最多可配置到2048个I/O点。GE-VI/P最多可配置到4000个I/O点。

德州仪器(TI)公司的小型PLC产品有510、520和TI100等,中型PLC产品有TI300、5TI等,大型PLC产品有PM550、530、560、565等系列。除TI100和TI300无联网功能外,其他PLC都可实现通信,构成分布式控制系统。

莫迪康(MODICON)公司有M84系列PLC。其中M84是小型机,具有模拟量控制、与上位机通信功能,I/O点最多为112点。M484是中型机,其运算功能较强,可与上位机通信,也可与多台联网,I/O点最多可扩展为512点。M584是大型机,其容量大、数据处理和网络能力强,I/O点最多可扩展为8192。M884增强型中型机,它具有小型机的结构、大型机的控制功能,主机模块配置2个RS-232C接口,可方便地进行组网通信。

2) 欧洲PLC产品。德国的西门子(Siemens)公司、AEG公司和法国的TE公司是欧洲著名的PLC制造商。德国的西门子的电子产品以性能精良而久负盛名。在中、大型PLC产品领域与美国的A-B公司齐名。

3) 日本PLC产品。日本的小型PLC最具特色,在小型机领域中颇具盛名,某些用欧美的中型机或大型机才能实现的控制,日本的小型机就可以解决。在开发较复杂的控制系统方面明显优于欧美的小型机,所以格外受用户欢迎。日本有许多PLC制造商,如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等,在世界小型PLC市场上,日本产品约占70%的份额。

三菱公司的PLC是较早进入中国市场的产品。其小型机F1/F2系列是F系列的升级产品,早期在我国的销量也不小。F1/F2系列加强了指令系统,增加了特殊功能单元和通信功能,比F系列有了更强的控制能力。继F1/F2系列之后,20世纪80年代末三菱公司又推出FX系列,在容量、速度、特殊功能、网络功能等方面都有了全面的加强。FX2系列是在20世纪90年代开发的整体式高功能小型机,它配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX2N为高功能整体式小型机,它是FX2的换代产品,各种功能都有了全面的提升。近年来还不断推出满足不同要求的微型PLC,如FX0S、FX1S、FX0N、FX1N及 α 系列等产品。

三菱公司的大中型机有A系列、QnA系列、Q系列,具有丰富的网络功能;I/O点数可达8192点。其中Q系列具有超小的体积、丰富的机型、灵活的安装方式、双CPU协同处理、多存储器、远程口令等特点,是三菱公司现有PLC中性能最高的PLC。

欧姆龙(OMRON)公司的PLC产品,大、中、小、微型规格齐全。微型机以SP系列为代表,其体积小、速度极快。小型机有P型、H型、CPM1A系列、CPM2A系列、CPM2C、CQM1等。P型机现已被性价比更高的CPM1A系列所取代,CPM2A/2C、CQM1系列内置RS-232C接口和实时时钟,并具有软PID功能,CQM1H是CQM1的升级产品。中型机有C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE、CS1系列。C200H是前些年畅销的高性能中型机,配置齐全的I/O模块和高功能模块,具有较强的通信和网络功能。C200HS是C200H的升级产品,指令系统更丰富、网络功能更强。C200HX/HG/HE是C200HS的升级产品,有1148个I/O点,其容量是C200HS的2



倍，速度是 C200HS 的 3.75 倍，有品种齐全的通信模块，是适应信息化的 PLC 产品。CS1 系列具有中型机的规模、大型机的功能，是一种极具推广价值的新机型。大型机有 C1000H、C2000H、CV (CV500/CV1000/CV2000/CVM1) 等。C1000H、C2000H 可单机或双机热备运行，安装带电插拔模块，C2000H 可在线更换 I/O 模块；CV 系列中除 CVM1 外，均可采用结构化编程，易读、易调试，并具有更强大的通信功能。

进入 21 世纪后，OMRON PLC 技术的发展日新月异，升级换代呈明显加速趋势，在小型机方面已推出了 CP1H/CP1L/CP1E 等系列机型。其中，CP1H 系列 PLC 是 2005 年推出的，与以往产品 CPM2A 40 点 PLC 输入/输出型尺寸相同，但处理速度可达其 10 倍。该机型外形小巧，速度极快，执行基本命令仅需 $0.1\mu\text{s}$ ，且内置功能强大。

松下公司的 PLC 产品中，FP0 为微型机，FP1 为整体式小型机，FP3 为中型机，FP5/FP10、FP10S (FP10 的改进型)、FP20 为大型机，其中 FP20 是最新产品。近几年松下公司 PLC 产品的主要特点是：指令系统功能强；有的机型还提供可以用 FP-BASIC 语言编程的 CPU 及多种智能模块，为复杂系统的开发提供了软件手段；FP 系列各种 PLC 都配置通信机制，由于它们使用的应用层通信协议具有一致性，这给构成多级 PLC 网络和开发 PLC 网络应用程序带来方便。

(2) 按结构形式进行分类。根据 PLC 的硬件结构形式，将 PLC 分为整体式、模块式和混合式三类。

1) 整体式 PLC。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件集中配置装在一个箱体内，形成一个整体，通常将其称为主机或基本单元。采用这种结构的 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格较低、安装方便等特点，但主机的 I/O 点数固定，使用不太灵活。一般小型或超小型的 PLC 通常采用整体式结构。

2) 模块式 PLC。模块式结构 PLC 又称为积木式结构 PLC，它是将 PLC 各组成部分以独立模块的形式分开，如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成，将模块插在带有插槽的基板上，组装在一个机架内。采用这种结构的 PLC 具有配置灵活、装配方便、便于扩展和维修等特点。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

3) 混合式 PLC。混合式结构 PLC 是将整体式的结构紧凑、体积小、安装方便和模块式的配置灵活、装配方便等优点结合起来的一种新型结构 PLC。例如 Siemens 公司生产的 S7-200 系列 PLC 就是采用这种结构的小型 PLC，Siemens 公司生产的 S7-300 系列 PLC 也是采用这种结构的中型 PLC。

(3) 按性能高低进行分类。根据性能的高低，将 PLC 分为低档 PLC、中档 PLC 和高档 PLC 这三类。

1) 低档 PLC。低档 PLC 具有基本控制和一般逻辑运算、计时、计数等基本功能，有的还具有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。这类 PLC 只适合于小规模简单控制，在联网中一般作为从机使用，如 Siemens 公司生产的 S7-200 就属于低档 PLC。

2) 中档 PLC。中档 PLC 具有较强的控制功能和运算能力，它不仅能完成一般的逻辑运算，也能完成比较复杂的三角函数、指数和 PID 运算，工作速度比较快，能控制多个输入/输出模块。中档 PLC 可完成小型和较大规模的控制任务，在联网中不仅可作为从机