



零基础学西门子S7-200 PLC
从学生到工程师的良师益友!

零基础学

西门子S7-200 PLC (第2版)

赵景波 阿伦 巩雪 等编著

本书特色

- 循序渐进，由浅入深；技术全面，内容充实
- 分析原理，步骤清晰；代码完整，讲解详尽

超值多媒体视频教学与资料库

- 视频教学：书中实例的视频讲解和动画演示
- 下载源代码：原书实例和综合实例的完整代码
- 常用电子元器件大全：常用电子元器件引脚200例
- 西门子S7-200 PLC的编程手册和硬件开发手册
- 常用嵌入式网址大全：常用嵌入式网址60个

零基础学

西门子S7-200 PLC (第2版)

赵景波 阿伦 巩雪 等编著



图书在版编目 (CIP) 数据

零基础学西门子 S7-200 PLC / 赵景波等编著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2013.8

ISBN 978-7-111-42937-1

I. 零… II. 赵… III. PLC 技术 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 131886 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书共分 12 章, 主要内容包括: PLC 概述、西门子 S7-200 系列 PLC 的概述、S7-200 PLC 的基本指令、PLC 梯形图程序设计基础、S7-200 PLC 的功能指令、STEP 7-Micro/WIN 编程软件、S7-200 PLC 的通信与网络、变频器的 PLC 的控制、人机交互设备、西门子 S7-200 PLC 的常用模块、PLC 控制系统的应用设计及 PLC 的安装与维修等。

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; 注重理论与实践联系, 培养工程应用能力。另外, 本书还配有完整的实例视频及电子课件, 便于学习。

本书特别适合初学者使用, 对有一定 PLC 基础知识的读者也有很大帮助, 此外, 本书也可以用作 PLC 设计人员的培训教材或大专院校相关专业师生的教学参考用书。

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 谢晓芳

北京瑞德印刷有限公司印刷

2013 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

185mm×260mm·29.25 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-42937-1

ISBN 978-7-89433-955-9 (光盘)

定 价: 69.00 元 (附光盘)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

前 言



可编程控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是计算机家族中的一员, 它是为工业控制应用而设计的综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种新型的、通用的自动控制装置。PLC 以其功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程以及适于在工业环境下应用等一系列优点, 成为工业控制领域中增长速度最迅猛的工业控制设备。PLC 已经成为现代工业自动化的三大支柱之一。

目前, PLC 产品大致可分为美国、欧洲国家、日本三大流派。据统计, 德国西门子公司的 PLC 在我国 PLC 市场上的占有量已经超过 30%, 特别是西门子公司推出的 S7-200 系列的 PLC, 尤其以其功能强大、性价比高等特点而深受国内用户的欢迎。

本书以德国西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为主线, 以 STEP 7 编程系统为平台, 系统介绍了 PLC 的基础理论、编程方法以及在工业中的应用等知识。新颖、实用、易读是本书的编写宗旨。为了便于教学和自学, 本书还涵盖大量的例题及其实现程序, 而且每一个程序都用仿真软件 PLCSIM 或在 PLC 上做了验证。本书配套光盘不仅包括例题的实现程序, 还包括实例程序的视频录像, 同时还包含嵌入式系统的参考资料。

本书特点

1. 循序渐进, 由浅入深

为了方便读者学习, 本书在介绍 S7-200 PLC 的发展历史及其特点、开发环境的搭建、S7-200 PLC 的开发工具等基础上, 结合具体的实例, 逐步介绍 S7-200 PLC 的指令系统和梯形图, 以及用梯形图进行系统开发的相关知识等内容。

2. 技术全面, 内容充实

在保证实用的前提下, 本书详细介绍 PLC 各个方面的知识。同时, 介绍用 S7-200 PLC 进行系统开发的相关知识, 无论是用 S7-200 PLC 基本指令和功能指令进行系统开发, 还是利用 S7-200 PLC 提供的开发模块进行通信与网络设计、变频器控制、人机交互设备, 都可以从本书中找到相关知识。

3. 贴近实际

本书内容贴近生产实际, 书中实例来源于电气控制中的实际电路, 并体现 PLC 在生产实践中的综合应用技术。

4. 图文并茂

本书尽可能多地利用图片或现场照片描述相关内容, 做到图文并茂, 以增强直观效果。

5. 分析原理, 步骤清晰

每种程序设计语言都有自身的独特魅力。掌握一门技术首先需要理解原理, 本书注重讲解各个知识点的原理, 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, 将理论知识与实践相结合, 这样更利于学习。

6. 代码完整, 讲解详尽

书中的每个知识点都有相应的实例代码, 并对关键的代码部分进行注释说明。每段代码的后面都有详细的分析, 并给出了代码运行后的结果。读者可以参照运行结果阅读源程序, 以便于加深理解。

主要内容

本书分为 4 篇, 共 12 章。各章的主要内容如下。

第一篇 入门篇

该篇通过介绍 PLC 的基本概念以及西门子 PLC, 使读者认识和了解 PLC 的特点, 从而领略 PLC 广阔的应用领域。

第 1 章介绍 PLC 的特点、性能指标、组成及工作原理。

第 2 章介绍西门子 S7-200 PLC 的硬件构成、性能与工作方式、编程语言等知识。

第二篇 基础篇

该篇讲述 S7-200 PLC 的指令系统、梯形图设计方法以及编程软件的使用。通过西门子 PLC 的指令集及编程软件的介绍, 使读者逐步掌握 PLC 的编程方法和步骤, 为深入和提高西门子 PLC 的工程使用奠定基础。

第 3 章介绍 S7-200 PLC 的编程元件、寻址方式以及基本指令。

第 4 章介绍 PLC 梯形图程序设计基础, 包括 PLC 的程序设计方法、梯形图设计规则、顺序功能图和 PLC 程序调试。

第 5 章介绍 S7-200 PLC 的功能指令, 包括运算指令、数据处理指令、表功能指令、转换指令、程序控制类指令和特殊指令。

第 6 章介绍 STEP 7-Micro/WIN 编程软件, 包括 STEP 7-Micro/WIN 的安装、功能、使用以及利用仿真软件仿真运行 STEP 7-Micro/WIN 的程序。

第三篇 提高篇

该篇介绍西门子 PLC 的通信网络、变频器、人机交互设备等知识, 使读者对 PLC 有更深入的了解, 从而为在工业应用领域提高和应用西门子 PLC 提供条件。

第 7 章介绍 S7-200 系列 PLC 的通信与网络, 包括 PLC 数据通信的基础知识、S7-200 的通信系统与网络、S7-200 的网络通信。

第 8 章介绍变频器的 PLC 控制, 包括变频器的基础知识、变频器输出频率、西门子变频器简介、MICROMASTER 420 通用变频器。

第 9 章介绍 PLC 中的人机交互设备, 包括触摸屏、文本显示器、组态软件。

第四篇 精通篇

该篇介绍 S7-200 PLC 的设计和使用过程中常用的模块以及针对具体的生成过程与控制对象如何进行系统设计。通过学习精通篇, 读者可以掌握在 PLC 系统设计和运行过程中如何进行故障判断与故障排除。这些内容对于提高读者实际动手能力非常有帮助。

第 10 章介绍西门子 S7-200 PLC 的常用模块, 主要包括模拟量扩展模块、数字量扩展模块、位置控制模块、测量温度扩展模块、调制解调器模块、工业以太网模块和称重模块。

第 11 章介绍 PLC 控制系统的应用设计, 主要包括 PLC 控制系统的总体设计、提高 PLC 控制系统可靠性的措施。

第 12 章介绍 PLC 的安装与维修, 包括 PLC 的安装和拆除、PLC 故障检查和维修、PLC 应用系统的调试。

读者对象

- PLC 爱好者
- 大中专院校的学生
- 社会培训班的学生
- 高等教育学校的学生
- 电气设备维修人员
- 电气控制工程设计人员
- PLC 开发人员

本书配套光盘

- 视频教学: 讲解 PLC 开发的流程、实例和综合实例的开发、集成开发环境的使用方法、仿真器与编程器的使用方法等。
- 下载源代码: 本书实例的完整代码文档。
- 下载电气控制原理图: 本书实例的完整电气控制原理图。
- 常用电子元器件大全: 常用电子元器件引脚 200 例。
- 常用嵌入式网址大全: 常用嵌入式网址 60 个。

本书由赵景波、阿伦、巩雪等编著, 其中赵景波编写了第 1 章、第 9 章和第 10 章, 阿伦编写了第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 11 章, 巩雪编写了第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 12 章。同时, 在编写过程中得到了隋媛媛、张伟林的帮助和青岛理工大学、哈尔滨商业大学的支持。其他参与编著和资料整理的人员有宋一兵、管殿柱、付本国、张轩、赵景伟、赵秋玲、张忠林、王献红、王臣业、张洪信、齐薇、张宪海、曹立文、初航、程联军等, 在此对他们的辛勤工作表示感谢!

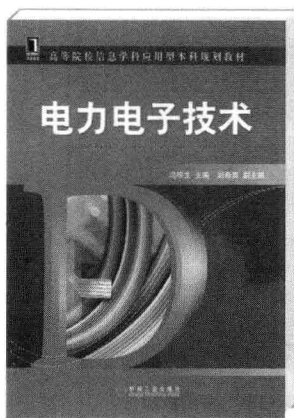
感谢您选择了本书, 希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助, 也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站地址: www.zerobook.net

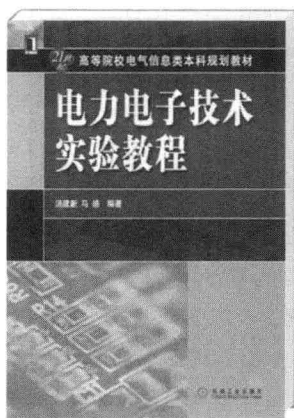
零点工作室联系信箱: gdz_zero@126.com

零点工作室

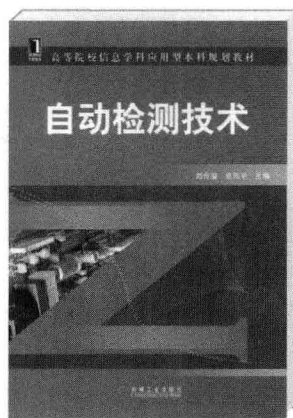
推荐阅读



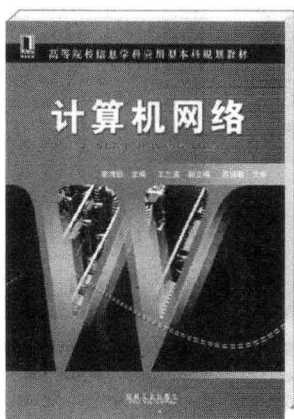
电力电子技术
主编 冯焱生
书号 978-7-111-23320-6
定价 22.00元



电力电子技术实验教程
编著 汤建新等
书号 978-7-111-20860-0
定价 18.00元



自动检测技术
主编 刘传玺等
书号 978-7-111-22663-5
定价 26.00元



计算机网络
主编 雷澍倍
书号 978-7-111-22094-7
定价 29.00元

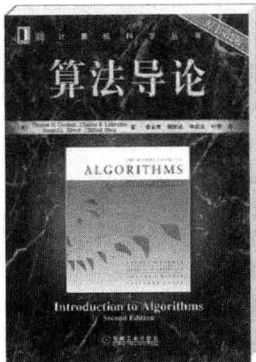


可编程逻辑控制器
作者 [美] S.Brian Morriss
译者 杨智等
书号 7-111-18427-0
定价 66.00元



电力系统分析 (英文版), 第2版
作者 [美] Arthur R. Bergen 等
译者 张毅威等
书号 7-111-15916-0
定价 59.00元

推荐阅读



算法导论, 原书第2版

作者: [美] Thomas H. Cormen 等
译者: 潘金贵 顾铁成 等
书号: 7-111-18777-6
定价: 85.00元
■2006、2007 CSDN、《程序员》杂志评选的十大IT好书之一。算法中的经典权威之作



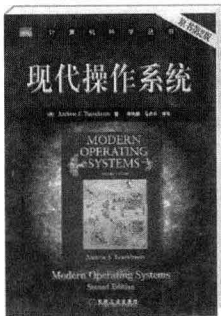
Java编程思想, 原书第4版

作者: [美] BRUCE ECKEL
译者: 陈昊鹏
书号: 978-7-111-21382-6
定价: 108.00元
■2006、2007 CSDN、《程序员》杂志评选的十大IT好书之一



编译原理, 原书第2版

作者: [美] ALFRED V. AHO, RAVI SETHI, JEFFREY D. ULLMAN
译者: 赵建华 郑滔
■编译领域无可替代的经典著作。被广大计算机专业人士誉为“龙书”



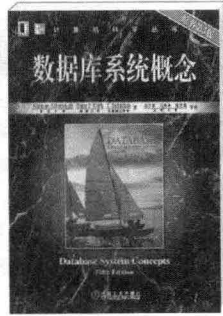
现代操作系统, 原书第2版

作者: [荷] Andrew S. Tanenbaum
译者: 陈向群 马洪兵
中文版: 7-111-16511-X
定价: 55.00元
英文版: 7-111-09156-6
定价: 48.00元
■操作系统领域的经典之作。全球著名高校竞相采用



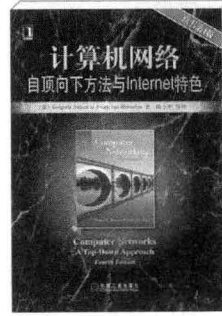
分布式系统: 概念与设计, 原书第4版

作者: [美] George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg
译者: 金倚弘
中文版: 978-7-111-22438-9
定价: 69.00元
英文版: 7-111-17366-X
定价: 89.00元
■本书是衡量所有其它分布式系统教材的标准



数据库系统概念, 原书第5版

作者: [美] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan
译者: 杨冬青 唐世渭
中文版: 7-111-19687-2
定价: 69.00元
■数据库系统方面的经典教材。被美誉为“帆船书”



计算机网络: 自顶向下方法与Internet特色, 原书第4版

作者: [美] James F. Kurose, Keith W. Ross
译者: 陈鸣
2008年05月出版
■全球上百所大学和学院采用。被译为10多种语言并被世界上数以万计的学生和专业人士采用

目 录

前言

第一篇 入门篇

第 1 章 PLC 概述 1

- 1.1 PLC 的定义、特点及发展方向 2
 - 1.1.1 PLC 的定义 2
 - 1.1.2 PLC 的特点 4
 - 1.1.3 PLC 的发展方向 4
- 1.2 PLC 的技术和性能指标 5
 - 1.2.1 一般技术指标 5
 - 1.2.2 性能指标 5
- 1.3 PLC 的分类及应用领域 6
 - 1.3.1 PLC 的分类 6
 - 1.3.2 PLC 的应用领域 8
- 1.4 PLC 的基本组成 8
 - 1.4.1 中央处理器 8
 - 1.4.2 存储器 9
 - 1.4.3 输入/输出接口 10
 - 1.4.4 电源 10
 - 1.4.5 编程器 11
 - 1.4.6 PLC 系统的等效电路 11
- 1.5 PLC 的工作原理 12
- 1.6 实例：加电输出禁止控制 14
- 1.7 实践知识拓展 15
- 1.8 习题与思考 16

第 2 章 西门子 S7-200 系列 PLC 的概述 17

- 2.1 西门子 PLC 简介 17
- 2.2 S7-200 系列 PLC 的构成 19
 - 2.2.1 PLC 主机 19
 - 2.2.2 扩展模块 20
 - 2.2.3 相关设备 23

- 2.3 S7-200 系列 PLC 的性能与工作方式 23
 - 2.3.1 S7-200 系列 PLC 的输入/输出系统性能 24
 - 2.3.2 S7-200 系列 PLC 的存储系统性能 25
 - 2.3.3 S7-200 系列 PLC 的工作方式 26
- 2.4 S7-200 系列 PLC 的电源计算 27
- 2.5 S7-200 系列 PLC 的最大 I/O 原则 27
- 2.6 S7-200 系列 PLC 的外部接线 29
- 2.7 S7-200 系列 PLC 的编程 30
 - 2.7.1 PLC 的编程语言 31
 - 2.7.2 S7-200 系列 PLC 的程序结构 33
- 2.8 实例：异步电动机正反转控制 33
- 2.9 实践知识拓展 34
- 2.10 习题与思考 35

第二篇 基础篇

第 3 章 S7-200 PLC 的基本指令 37

- 3.1 S7-200 PLC 的编程元件及寻址方式 37
 - 3.1.1 S7-200 PLC 的基本数据类型 38
 - 3.1.2 编程元件 38
 - 3.1.3 编程元件的寻址 41
- 3.2 基本指令 42
 - 3.2.1 基本位操作指令 42
 - 3.2.2 逻辑栈指令 49
 - 3.2.3 定时器指令 52
 - 3.2.4 计数器指令 58
 - 3.2.5 比较指令 63
- 3.3 实例：六路抢答器的设计 64
- 3.4 实践知识拓展 68
- 3.5 习题与思考 69

第 4 章 PLC 梯形图程序设计基础 70

- 4.1 PLC 的程序设计方法 70

4.1.1 经验设计法	70	5.5.1 结束、暂停指令和看门狗指令	113
4.1.2 继电器控制电路移植法	71	5.5.2 跳转指令	114
4.1.3 顺序控制设计法	72	5.5.3 循环指令	116
4.2 梯形图设计规则	73	5.5.4 子程序指令	116
4.3 顺序功能图	74	5.5.5 与 ENO 指令	119
4.3.1 顺序功能图	74	5.6 特殊指令	119
4.3.2 顺序功能图绘制的注意事项	75	5.6.1 实时时钟指令	119
4.3.3 顺序控制指令	76	5.6.2 中断指令	120
4.3.4 顺序功能图的编程	76	5.6.3 高速计数器指令	124
4.4 PLC 程序及调试说明	79	5.6.4 高速脉冲输出指令	135
4.4.1 复杂程序的设计方法	79	5.6.5 PID 指令	142
4.4.2 程序的内容和质量	80	5.7 实例: 广告牌循环彩灯的 PLC 控制	146
4.4.3 程序的调试	80	5.8 实例: 除尘室 PLC 控制	146
4.5 实例: 顺序功能图在交通信号灯控制 中的应用	81	5.9 实践知识拓展	149
4.5.1 交通灯控制要求	81	5.10 习题与思考	151
4.5.2 交通灯控制的设计	82		
4.5.3 编写程序	83		
4.6 实践知识拓展	84		
4.7 习题与思考	86		
第 5 章 S7-200 PLC 的功能指令	87		
5.1 运算指令	87	第 6 章 STEP 7-Micro/WIN 编程 软件	152
5.1.1 四则运算及增减指令	87	6.1 编程软件 STEP7-Micro/WIN 的安装	152
5.1.2 数学函数指令	91	6.1.1 系统要求	152
5.1.3 逻辑运算指令	93	6.1.2 软件安装	152
5.2 数据处理指令	96	6.2 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的功能	152
5.2.1 数据传送指令	96	6.2.1 STEP 7-Micro/WIN 基本功能	153
5.2.2 移位指令	98	6.2.2 软件界面及其功能介绍	153
5.2.3 字节交换指令	102	6.2.3 系统组态	156
5.3 表功能指令	102	6.3 STEP 7 编程软件的使用	159
5.3.1 填表指令	102	6.3.1 文件操作	160
5.3.2 表取数指令	103	6.3.2 编辑程序	162
5.3.3 填充指令	105	6.3.3 下载与运行程序	169
5.3.4 表查找指令	105	6.4 仿真运行点动控制程序	171
5.4 转换指令	106	6.5 实例: 使用指令向导初始化 HSC1 的 工作模式 0	174
5.4.1 数据类型转换指令	107	6.6 实例: 应用 PID 指令向导编写 水箱水位控制程序	177
5.4.2 编码和译码指令	109	6.7 实践知识拓展	179
5.4.3 字符串转换指令	109	6.8 习题与思考	181
5.5 程序控制类指令	113		
		第三篇 提高篇	
		第 7 章 S7-200 PLC 的通信与网络	183
		7.1 PLC 数据通信的基础知识	183

7.1.1 数据通信的传输方式	183	8.5.3 基于 PLC 模拟量的闭环 调速系统	241
7.1.2 通信介质	186	8.5.4 基于 PLC 通信方式的变频器 闭环定位控制系统	244
7.1.3 串行通信接口标准	187	8.6 实例:变频调速恒压供水系统	246
7.1.4 PLC 的通信网络结构	189	8.7 实践知识拓展	253
7.2 S7-200 PLC 的通信系统与网络	191	8.8 习题与思考	263
7.2.1 S7-200 PLC 的通信概述	191	第 9 章 人机交互设备	264
7.2.2 通信连接方式	194	9.1 触摸屏概述	264
7.2.3 通信协议	194	9.2 TPC1262H 基本信息	265
7.3 S7-200 PLC 的网络通信	199	9.3 文本显示器	267
7.3.1 S7-200 PLC 的通信指令	199	9.3.1 TD200 文本显示器	267
7.3.2 PPI 通信	200	9.3.2 TD200C 文本显示器	268
7.3.3 自由口通信	203	9.3.3 TD200/TD200C 技术规范	269
7.3.4 自由口通信应用	207	9.3.4 TD200/TD200C 与 S7-200 PLC 的连接	269
7.4 实例:PLC 与远程 PC 的通信	212	9.3.5 TD200/TD200C 与 S7-200 PLC 的连接电缆制作图	270
7.5 实践知识拓展	213	9.3.6 TD200/TD200C 安装图	271
7.6 习题与思考	216	9.4 MCGS 嵌入版组态软件的介绍	271
第 8 章 变频器的 PLC 控制	217	9.4.1 MCGS 嵌入版组态软件的 主要功能	271
8.1 变频器的基础知识	217	9.4.2 MCGS 嵌入版组态软件的特点	272
8.1.1 变频器的用途和构造	217	9.4.3 MCGS 嵌入版组态软件的 工作方式	272
8.1.2 变频器电路配线与注意事项	221	9.4.4 组态开发简介	273
8.1.3 变频器日常维护	221	9.4.5 开发实例	275
8.2 变频器输出频率	222	9.5 HMI 组态软件	283
8.2.1 变频器输出频率的含义	222	9.5.1 HMI 组态软件的安装	283
8.2.2 设置或修改变频器输出频率的 方法	223	9.5.2 创建一个新项目文件	283
8.3 西门子变频器简介	223	9.5.3 添加变量	284
8.3.1 SINAMICS V10 变频器	224	9.5.4 添加文字标签	286
8.3.2 SINAMICS G120 变频器	225	9.5.5 添加弹出按钮	286
8.3.3 SINAMICS G120D 变频器	226	9.5.6 离线模拟	288
8.3.4 用于分布式 I/O 系统的变频器 SIMATIC ET200S FC	227	9.5.7 将项目文件下载到触摸屏	288
8.4 MICROMASTER 420 通用变频器	228	9.5.8 PLC 控制程序的传送与操作	289
8.4.1 概述	229	9.6 实例:基于触摸屏的三相异步 电机调速	289
8.4.2 变频器的安装	229	9.7 实践知识拓展	291
8.4.3 变频器的调试	235	9.8 习题与思考	297
8.5 实例:MICROMASTER 420 通用 变频器与 PLC 的连接	240		
8.5.1 基本操作面板更改参数的数值	240		
8.5.2 快速调试	241		

第四篇 精通篇

第 10 章 西门子 S7-200 PLC 的

常用模块	299	10.7.2 EM231 热电偶模块 (EM231 TC)	321
10.1 模拟量扩展模块概述	300	10.7.3 EM231 热电阻模块 (EM231 RTD)	322
10.1.1 模拟量扩展模块的种类和连接	300	10.8 EM241 Modem 模块	325
10.1.2 模拟量输出模块的地址和 技术规范	300	10.8.1 EM241 Modem 模块的功能	325
10.1.3 模拟量输入模块的地址和 技术规范	301	10.8.2 EM241 Modem 模块技术规范	326
10.2 模拟量输出模块的使用	302	10.8.3 EM241 Modem 模块安装	326
10.2.1 模拟量输出模块的数据字格式和 使用注意事项	302	10.9 工业以太网模块 CP243-1	327
10.2.2 模拟量输出模块 EM232 的使用	302	10.9.1 工业以太网模块 CP243-1 技术规范	327
10.3 模拟量输入模块的使用	304	10.9.2 工业以太网模块 CP243-1 特点	328
10.3.1 模拟量输入模块的数据字格式和 使用注意事项	304	10.9.3 工业以太网模块 CP243-1 使用	329
10.3.2 模拟量输入模块 EM231 的使用	305	10.10 SIWAREX MS 称重模块	330
10.4 模拟量混合模块 EM235	306	10.10.1 概述	330
10.5 位置控制模块 EM253	308	10.10.2 添加称重库指令	331
10.5.1 位置控制模块 EM253 的 特点及功能	308	10.10.3 库文件参数说明	331
10.5.2 位置控制模块 EM253 的 技术规范	309	10.10.4 设定参数	333
10.5.3 位置控制模块 EM253 与 S7-200 PLC 的兼容性	312	10.10.5 零点标定	334
10.5.4 位置控制 EM253 模块 LED 状态	312	10.10.6 砵码标定	335
10.5.5 位置控制模块 EM253 的编程	313	10.11 S7-200 的调制解调器通信	336
10.5.6 位置控制模块 EM253 的接线	313	10.11.1 S7200 与 S7-200 之间的通信	336
10.5.7 位置控制模块 EM253 的 实际系统	314	10.11.2 通过电话线编程	344
10.6 数字量扩展模块	314	10.12 实例: 触摸屏与 EM235 (EM232) 控制的变频调速	351
10.6.1 S7-200 系列 PLC 数字量 扩展模块技术规范	315	10.13 实践知识拓展	353
10.6.2 S7-200 系列 PLC 数字量 扩展模块接线图	317	10.14 习题与思考	355
10.7 测量温度扩展模块	320	第 11 章 PLC 控制系统的应用设计	357
10.7.1 模拟量扩展模块输入技术规范	320	11.1 PLC 控制系统的总体设计	357
		11.1.1 PLC 控制系统的类型	357
		11.1.2 PLC 控制系统设计的基本原则	358
		11.1.3 PLC 控制系统的设计步骤	359
		11.1.4 减少 PLC 输入和输出点数的 方法	360
		11.2 提高 PLC 控制系统可靠性的措施	362
		11.2.1 供电系统设计	362
		11.2.2 接地设计	366
		11.2.3 PLC 输入/输出电路的设计	366
		11.2.4 电气柜结构设计	368

11.2.5	现场布线图设计	369
11.2.6	冗余设计	369
11.2.7	软件抗干扰方法	370
11.2.8	工作环境处理	370
11.3	PLC 控制系统的设计	370
11.3.1	实例：三级皮带运输机	371
11.3.2	实例：机械手工作控制	374
11.3.3	实例：钻床精度控制系统	377
11.3.4	实例：自动配料控制系统	382
11.3.5	实例：炉窖温度控制系统	385
11.3.6	实例：五层电梯控制系统	393
11.4	综合实例——自动售货机的设计	413
11.4.1	自动售货机的基本功能	413
11.4.2	自动售货机 I/O 点的分配	413
11.4.3	自动售货机的外部接线图	414
11.4.4	自动售货机的顺序功能图	415
11.4.5	自动售货机的梯形图	416
11.5	实践知识拓展	422
11.6	习题与思考	426

第 12 章	PLC 的安装与维修	429
12.1	PLC 的安装和拆除	429
12.1.1	PLC 的安装环境	429
12.1.2	S7-200 PLC 安装注意事项	429
12.1.3	安装或拆除 S7-200 PLC	430
12.1.4	PLC 的接线	432
12.1.5	抑制电路	434
12.1.6	抗干扰措施	435
12.2	PLC 故障检查和维修	435
12.2.1	PLC 的维护	435
12.2.2	定期维护检修	437
12.2.3	PLC 的故障分析和处理	438
12.2.4	S7-200 PLC 的故障信息诊断	440
12.3	PLC 应用系统的调试	442
12.4	PLC 故障检查实例	443
12.5	实践知识拓展	446
12.6	习题与思考	451
附录	S7-200 PLC 指令集	452

第一篇 入门篇

可编程控制器（PLC）是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种新型、实用的自动控制装置，广泛地用于工业控制领域，具有可靠性好、稳定性高、实时处理能力强、使用灵活方便、编程容易等特点。本篇通过介绍 PLC 的基本概念以及西门子 S7-200 PLC，使读者认识和了解 PLC 的特点，从而领略 PLC 广阔的应用领域。

首先介绍 PLC 的特点、性能指标、组成及工作原理。

然后介绍西门子 S7-200 PLC 的硬件构成、性能与工作方式、编程语言等知识。

第 1 章 PLC 概述

本章系统论述 PLC 的定义、技术和性能指标、分类及应用场合、PLC 的组成和工作原理。

可编程控制器（Programmable Controller）是一种通用工业控制计算机，它是以微处理器为基础，运用计算机技术、微电子技术、自动控制技术、数字技术和网络通信技术而发展起来的。它面向过程、面向用户、适应工业环境、操作方便、可靠性高，已成为现代工业控制的四大支柱（PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM、数控技术）之一。它的控制技术代表着当前程序控制的先进水平，并且已经成为自动控制系统的基本装置。

最初的可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）以逻辑控制为主，故简称 PLC。现在可编程控制器的功能在不断扩展，除了逻辑控制外，还增加了模拟量调节、数值运算、监控、通信联网等功能，故将其改称为可编程控制器，简称 PC，但为了与个人计算机（Personal Computer, PC）相区别，还有许多人将其简称为 PLC。

PLC 是随着微型计算机的发展而不断发展，专为在工业环境下应用而设计的，它可靠性高、使用方便、应用广泛。

PLC 接通电源后，在系统程序的监控下，周而复始地按固定顺序对系统内部的各种任务进行查询、判断和执行，这个过程实质上是一个不断循环的顺序扫描过程。一个循环扫描过程称为扫描周期。

本章各节内容要点如下。

- 1.1 节介绍 PLC 产生的背景和定义，以及 PLC 的特点和发展方向。
- 1.2 节介绍 PLC 的一般技术指标和性能指标。
- 1.3 节介绍 PLC 的分类方法和 PLC 的应用领域。
- 1.4 节介绍 PLC 的基本组成部件及 PLC 系统的等效电路。
- 1.5 节介绍接通电源后 PLC 的工作过程。

1.6 节通过加电输出禁止控制程序，了解 PLC 的工作原理和工作过程。

1.7 节介绍如何选择 PLC 及 PLC 与继电器控制系统的区别。

1.1 PLC 的定义、特点及发展方向

20 世纪 60 年代末，工业生产大多以大批量、少品种生产方式为主，而这种大规模生产线的控制以继电器控制系统占主导地位。由于市场的发展，要求工业生产发展方向向小批量、多品种生产方式转变，这样就需要重新设计安装继电器控制系统，十分费时、费工、费料，阻碍了更新周期的缩短。为了改变这种状况，1968 年美国通用汽车（GM）公司对外公开招标，期望设计出一种新型的自动控制装置，来取代继电器控制系统，从而达到汽车型号不断更新的要求。为了达到这个目的，提出以下基本要求：

- 编程方便，现场可修改程序。
- 维修方便，采用插件式结构。
- 可靠性比继电器控制系统高。
- 可将数据直接送入管理计算机。
- 输入可以是交流 115V。
- 输出为交流 115V、2A 以上，能直接驱动电磁阀和接触器等。
- 用户存储容量至少可以扩展到 4KB。
- 体积小于继电器控制系统。
- 扩展时原系统变更较小。
- 成本可与继电器控制系统竞争。

1969 年，美国数字设备公司（DEC）根据指标要求研制出了世界第一台可编程逻辑控制器（PLC），并应用于美国通用汽车公司自动装配线上，获得成功。从此 PLC 在美国其他工业领域广泛应用，开创了工业控制的新时代。

1.1.1 PLC 的定义

20 世纪 80 年代，国际电工委员会（IEC）在可编程控制器标准草案中对可编程控制器的定义是：“可编程控制器（Programmable Logic Controller, PLC）是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下的应用而设计。它采用了可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令，并通过数字式或模拟式的输入/输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外围设备，都按易于工业系统联成一个整体，按易于扩充其功能的原则设计。”

此定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”，即它是“专为在工业环境下应用而设计”的计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”，因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等，还具有“数字量或模拟量的输入/输出控制”的能力，并且非常容易与“工业控制系统联成一体”，易于“扩充”，如图 1-1 所示。

PLC 自问世以来，发展极为迅速。到现在，世界各国的一些著名电气工厂几乎都在生产可编程控制器装置，例如德国的西门子、美国的 AB 和 GE、日本的三菱和欧姆龙等，如图 1-2~图 1-4 所示。现在 PLC 已作为一个独立的工业设备被列入生产中，成为当代电控装置的主导，以 S7-200 PLC 为核心的工业网络结构如图 1-5 所示。

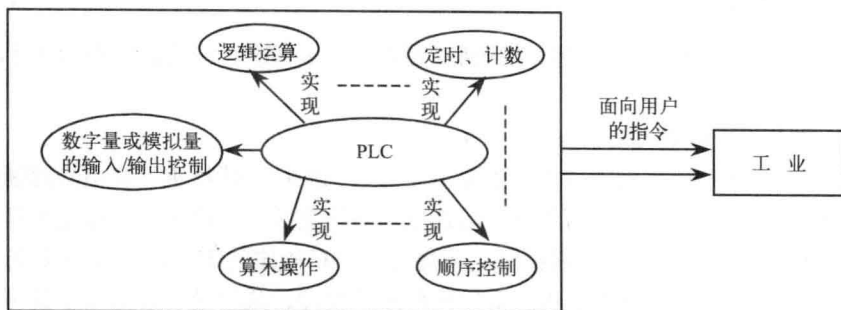


图 1-1 PLC 的整体认识

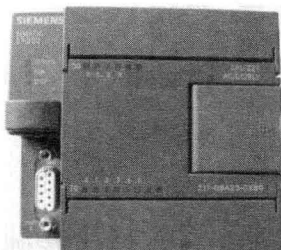


图 1-2 德国西门子 S7-200 系列 PLC

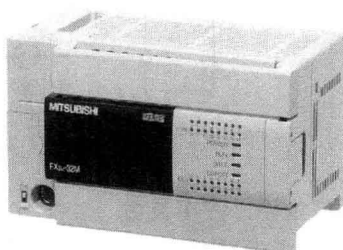


图 1-3 三菱系列 PLC

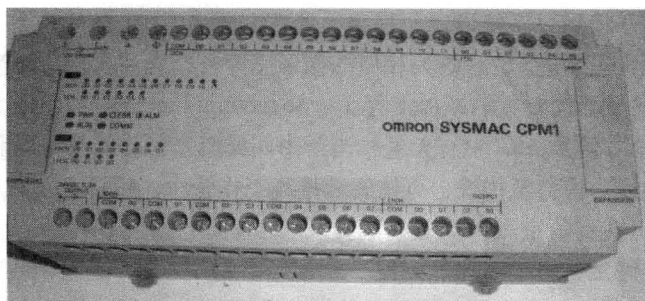


图 1-4 欧姆龙系列 PLC

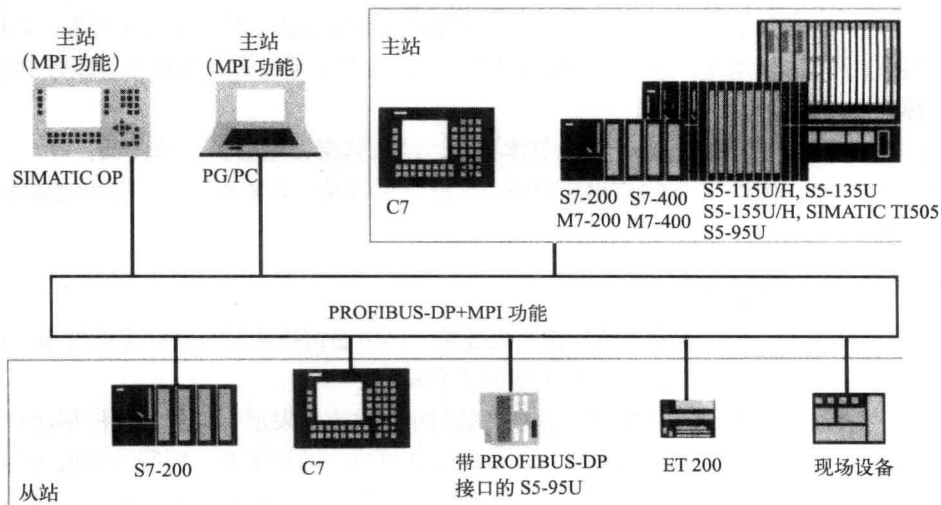


图 1-5 S7-200 为核心的网络结构

1.1.2 PLC 的特点

现代工业生产是复杂多样的，它们对控制的要求也各不相同。可编程控制器由于具有以下特点而深受人们的欢迎。

1. 抗干扰能力强，可靠性高

PLC 的生产厂家在硬件方面和软件方面采取了一系列的抗干扰措施，采用的抑制感应电动势的措施如图 1-6 所示，提高了它的可靠性，因此它可直接安装于工业现场而稳定可靠地工作。目前，各种可编程控制器的平均无故障时间都大大超过了 IEC 规定的 10 万小时。而且为了适应特殊场合的需要，有的可编程控制器还采用冗余设计和差异设计，从而进一步提高了其可靠性。



图 1-6 抑制输入感应电动势干扰的措施

2. 适应性强，应用灵活

PLC 产品均系列化生产，品种齐全，多数采用模块式的硬件结构，组合和扩展方便，用户可根据自己需要灵活选用，以满足大小不同及功能繁简各异的控制系统的要求。

3. 编程方便、易于使用；系统设计、安装、调试方便

PLC 的编程可采用与继电器电路极为相似的梯形图语言，直观易懂，深受现场电气技术人员的欢迎。近年来又发展了面向对象的顺控流程图（Sequential Function Chart, SFC）语言，也称功能图，使编程更加简单方便。PLC 中有大量相当于中间继电器、时间继电器和计数器等“软元件”。又用程序（软接线）代替硬接线，可使安装接线工作量少。设计人员只要有 PLC 就可以进行控制系统设计，并可在实验室进行模拟调试。

4. 维修方便、维修工作量小、功能完善

PLC 有完善的自诊断、数据存储及监视功能。PLC 对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点等的状态均有显示。工作人员通过它可以查出故障原因，便于迅速处理。除基本的逻辑控制、定时、计数和算术运算等功能外，配合特殊功能模块还可以实现点位控制、PID 运算、过程控制和数字控制等功能，方便工厂管理及与上位机通信，通过远程模块还可以控制远方设备。

5. 体积小、重量轻、功耗低

由于 PLC 采用了微电子技术，因此它体积小、结构紧凑、重量轻、功耗低。

具有上述特点，使得 PLC 的应用范围极为广泛，可以说，只要有工厂、有控制要求，就会有 PLC 的应用。

1.1.3 PLC 的发展方向

随着计算机技术、数字技术、半导体集成技术、网络通信技术等高新技术的发展，PLC 也得到了飞速的发展，目前，PLC 已广泛地应用于各个领域。

PLC 一是向体积更小、功能更强、价格更低的小型化方向发展，提供性能价格比更高的小型 PLC 控制系统，使之应用范围更加广泛；二是向速度更快、功能更多、联网与通信功能更强的大型化方向发展，提供高性能、高速度、高性能价格比的大、中型 PLC 控制系统，以适应大规模、复杂控制系统的需要。具体体现在以下几个方面。