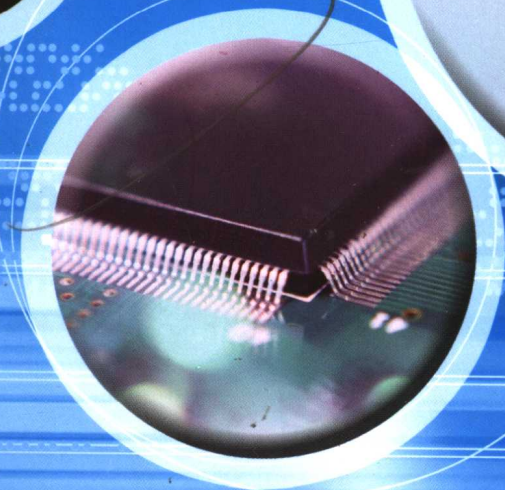
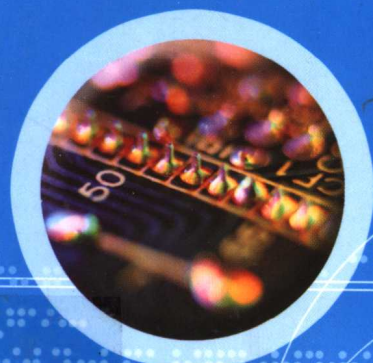


例说西门子 PLC S7-200

李晓宁 编著
易为科技 审校



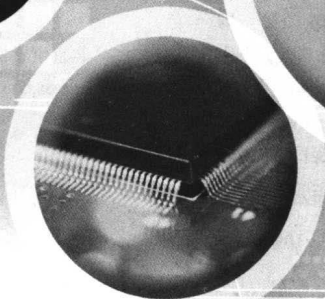
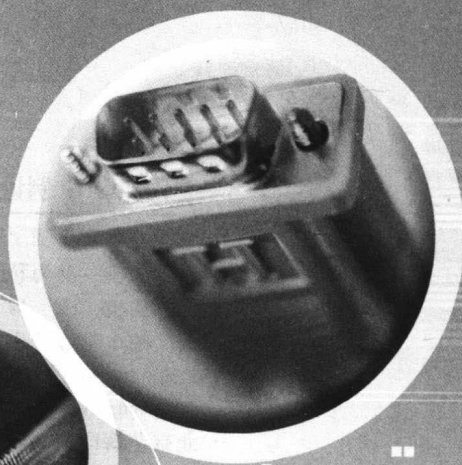
 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TP332. 3/130

2008

例说西门子 PLC S7-200

李晓宁 编著
易为科技 审校



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

例说西门子 PLC S7-200 / 李晓宁编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.6
ISBN 978-7-115-17847-3

I. 例… II. 李… 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 (2008) 第 035955 号

内 容 提 要

本书通过多个实例向读者介绍了业界普遍使用的西门子 S7-200 可编程逻辑控制器 (PLC), 详细介绍了 PLC 基础知识、S7-200 硬件结构和软件基本操作方法、基本输入/输出控制及应用、定时器和计数器及其应用、基本程序设计、顺序控制及其应用、功能指令及其应用和综合设计等内容。

本书在写法上遵循例说系列的一贯特点——简洁、实用、易学。每一章中, 在简明扼要介绍相关知识后, 马上辅以针对性强的“实时练习”, 帮助读者以最快的速度掌握 S7-200 的核心功能。

本书适合各类电气自动化技术人员阅读, 也可以作为各大中专院校相关专业的现代电气控制方面课程的教学参考书。

例说西门子 PLC S7-200

-
- ◆ 编 著 李晓宁
审 校 易为科技
责任编辑 陈 昇
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.5
字数: 339 千字 2008 年 6 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2008 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17847-3/TP

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010) 67132705 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

前 言

可编程逻辑控制器 (PLC, Programmable Logical Controller), 是以微处理器为基础, 综合了现代计算机技术、自动化技术和通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置。由于它具有体积小、功能强、程序设计简单以及维护方便等特点, 特别是适应恶劣工业环境的能力和高可靠性, 所以它的应用越来越广泛, 在现代工业控制领域中它已经迅速发展成为主流技术之一。PLC 在工业应用中已经发展成高速、智能化、多开放接口的首选控制器之一。同时 PLC 的软件也随之发展得很快, 现在许多非控制专业的技术人员也在使用 PLC。

德国西门子公司的 SIMATIC S7 系列是市场上流行的具有代表性的可编程逻辑控制器, 它包括 S7-200、S7-300、S7-400 三大类, 其中 S7-200 是小型可编程逻辑控制器, 可以应用于各种小型自动化系统, 具有紧凑的设计、良好的扩展性能、界面友好的编程软件、高速的处理能力及强大的指令集等特点。

本书以 S7-200 可编程逻辑控制器为对象, 从 PLC 的实际应用角度出发, 深入浅出地讲述 PLC 的基本原理和 S7-200 CPU 内部的各种软硬件资源, 较详细地叙述了 S7-200 可编程逻辑控制器的主要编程指令及用法, 每一条指令都配有简单而实用的应用实例, 并给出了相关练习和答案, 方便读者自学。本书力求为广大 PLC 使用者提供有效的帮助, 力争在 PLC 的技术发展和推广应用中起到积极的作用。

本书主要内容

全书共分为 8 章。第 1 章是 PLC 的概述, 讲述了 PLC 的发展、结构和技术特点等基础性知识, 帮助读者对 PLC 有一个初步的认识。第 2 章讲述了 S7-200 系统软、硬件的基本知识, 使读者对 S7-200 的技术细节有一个较为全面的认识, 为以后的程序设计打下坚实的基础, 第 3 章讲述了 S7-200 的最新编程软件——STEP7-Micro/WIN 4.0 的使用以及计算机与 PLC 的联机, 帮助读者尽快熟悉和掌握 S7-200 程序的编辑、调试、下载等基本技能。第 4 章至第 7 章结合实例详细讲述了 S7-200 的基本指令、定时器和计数器指令、程序控制指令及其编程, 以及功能应用指令及其编程, 并辅之以相应的练习帮助读者掌握其编程应用。第 8 章结合实例重点讲述了顺序控制的编程方法, 同时给出了一些综合性的编程实例, 帮助读者进一步提高编程技能。

写给谁看

- 石油、化工、机械、机电一体化等领域的普通技术人员和设备维修维护人员。他

2 前言

们熟悉自己岗位上的技术，有一定机电知识，希望了解 PLC。

- 系统集成、自控相关领域的普通设计者。他们有一定的现场经验，准备从非控制专业转到 PLC 控制领域，通过学习这本书更能快速掌握 PLC 应用技术。

- 技校、培训班、大中专、大学等非自控专业的学生。对他们来说，本书是不可多得的教材。

本书特色

以门外汉的思维一步步走入 PLC 的世界，以具体的西门子 S7-200 型 PLC 结合诸多浅显的实例，让读者不但能掌握 PLC 的实质，而且能根据本书的例子成功地实现 PLC 控制，最后能达到中级的应用能力。

➤ **图文并茂，可读性强：**文中有大量的 PLC 实物照片及各种梯形图和时序图，能使读者增强对 PLC 丰富的感性认识。

➤ **例子浅显有趣，容易上手：**遵循人的认知过程，从感性认识入门，从兴趣开始，穿插理论。再配备适量的实例，例子力求浅显易学。

➤ **例说特色：**贯穿全书的案例丰富而具有代表性，能够充分说明 PLC 的技术和应用特点，从模块级的案例到综合案例，轻松实现融会贯通。

致谢

本书由成都电子科技大学李晓宁老师编写。成都易为科技有限责任公司参与本书的策划和审校等工作。参与具体工作的有：张赛桥、王斌、万雷、刘军华、姚新军、王呼佳、陈洪军、王晓、余松、杜英、夏惠军、吴艳、赵腾伦、周维义、张莉萌、董茜、朱诚、丁佳、王欣、赵会春、刘庆涛等。

特别感谢四川大学李小舜老师对本书的贡献，他结合工作和教学的实践，对提高本书参考性和可读性方面提出总体性的意见和建议。另外，西南交通大学电气学院的张赛桥同志对书稿进行了细致的技术审核，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，虽已进行多次修改，但书中难免存在不当和谬误之处，恳请读者批评指正。作者 E-mail: menigo@163.com。欢迎读者来信交流。

目 录

第 1 章

初识 PLC

1-1	PLC 是什么	2
1-2	PLC 从何而来	2
1-3	PLC 的特点	2
1-4	PLC 的分类	3
1-4-1	按照 PLC 的控制规模分类	3
1-4-2	按照 PLC 的性能高低分类	3
1-4-3	按照 PLC 的结构特点分类	4
1-5	PLC 的编程语言	5
1-5-1	梯形图	5
1-5-2	功能图	5
1-5-3	语句表	6

第 2 章

S7-200 系统编程软硬件基础

2-1	S7-200 PLC 概述	8
2-2	S7-200 的 CPU	8
2-2-1	S7-200 的 CPU 功能	9
2-2-2	S7-200 的 CPU 类型	9
2-2-3	S7-200 CPU22X 系列技术特点	9
2-2-4	S7-200 CPU 的电源	10
2-3	S7-200 的存储器	10
2-3-1	EEPROM 存储区	11
2-3-2	RAM 存储区	11
2-3-3	CPU 数据保持	11
2-4	S7-200 的输入与输出单元	11
2-4-1	S7-200 的输入/输出信号	12
2-4-2	S7-200 的输入/输出接口	12
2-5	可编程逻辑控制器的外围设备	13
2-6	PLC 的工作方式	14
2-6-1	S7-200 CPU 的工作模式	14
2-6-2	程序的执行	15

2-7 S7-200 CPU 的内部存储区及寻址方式	15
2-7-1 S7-200 的内部数据存储区及其寻址	16
2-7-2 寻址方式	19
2-7-3 数据长度	20
2-8 S7-200 的 I/O 扩展	20
2-8-1 I/O 扩展模块	21
2-8-2 I/O 点数扩展和编址	21

第 3 章

S7-200 编程软件的基本使用

3-1 S7-200 编程软件及编程系统	24
3-2 STEP7-Micro/WIN4.0 编程环境	24
3-2-1 STEP7-Micro/WIN 4.0 的主界面	24
3-2-2 STEP7-Micro/WIN 4.0 的具体功能	25
3-2-3 PLC 与计算机通讯	40
3-3 STEP7-Micro/WIN 4.0 软件使用	40
3-3-1 程序输入	41
3-3-2 程序编译与下载	44
3-3-3 程序运行与调试	44

第 4 章

S7-200 基本指令及其编程

4-1 位触点及线圈指令	48
4-1-1 指令介绍	48
4-1-2 指令练习	49
4-2 S7-200 位逻辑操作指令	49
4-2-1 指令介绍	50
4-2-2 指令练习	51
4-3 电路块连接指令	52
4-3-1 指令介绍	52
4-3-2 指令练习	53
4-4 逻辑堆栈指令	54
4-4-1 功能介绍	54
4-4-2 指令练习	55
4-5 置位与复位指令	56
4-6 边沿脉冲指令	57
4-6-1 指令介绍	57
4-6-2 指令练习	58
4-7 RS 触发器指令	59
4-7-1 指令介绍	59

4-7-2 指令练习	60
4-8 S7-200 立即指令	61
4-9 S7-200 基本指令编程练习题答案	65

第 5 章

定时器与计数器

5-1 S7-200 定时器	71
5-1-1 指令介绍	71
5-1-2 指令练习	74
5-2 S7-200 计数器	74
5-2-1 指令介绍	74
5-2-2 指令练习	77
5-3 定时器与计数器指令练习答案	77

第 6 章

S7-200 程序控制指令

6-1 顺序控制指令	81
6-1-1 指令介绍	81
6-1-2 顺序控制类型	83
6-1-3 指令练习	91
6-2 结束、暂停和看门狗指令	91
6-2-1 指令介绍	91
6-2-2 指令练习	93
6-3 跳转与标号指令	93
6-3-1 指令介绍	93
6-3-2 指令练习	94
6-4 循环指令	95
6-4-1 指令介绍	95
6-4-2 指令练习	96
6-5 子程序指令	97
6-5-1 指令介绍	97
6-5-2 子程序指令操作	99
6-5-3 指令练习	100
6-6 程序控制指令练习答案	100

第 7 章

S7-200 功能指令编程

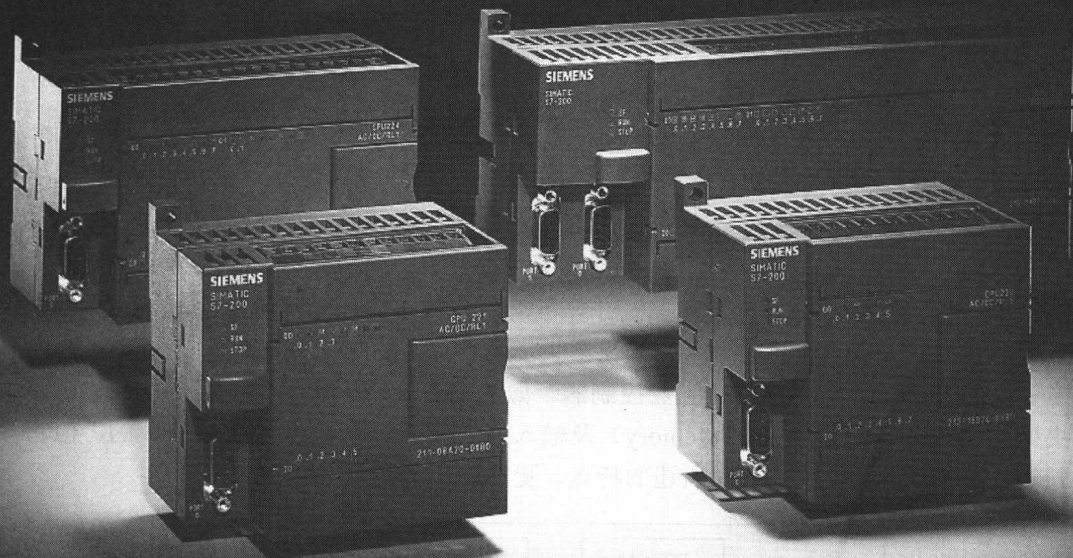
7-1 数据传送指令	109
------------	-----

7-1-1	指令介绍	109
7-1-2	指令练习	114
7-2	比较指令	114
7-2-1	指令介绍	114
7-2-2	指令练习	125
7-3	移位指令	125
7-3-1	指令介绍	125
7-3-2	指令练习	135
7-4	整数运算指令	135
7-4-1	指令介绍	135
7-4-2	指令练习	145
7-5	实数运算指令	146
7-5-1	指令介绍	146
7-5-2	指令练习	151
7-6	逻辑运算指令	152
7-6-1	指令介绍	152
7-6-2	指令练习	158
7-7	数据转换指令	159
7-7-1	指令介绍	159
7-7-2	指令练习	170
7-8	时钟指令	170
7-8-1	指令介绍	170
7-8-2	指令练习	172
7-9	S7-200 应用指令练习答案	172

第 8 章

S7-200 综合实例编程

8-1	程序设计基础	179
8-1-1	按时间顺序控制的编程	179
8-1-2	按位置顺序控制的编程	187
8-2	编程实例	192
8-2-1	声光报警控制程序	192
8-2-2	彩灯闪烁控制程序	195
8-2-3	三相步进电机的模拟控制程序	202
8-2-4	电动门 PLC 控制程序	205
8-2-5	交通灯控制程序	207
8-2-6	液体混合控制程序	212
8-2-7	舞台彩灯控制程序	215



第 1 章 初识 PLC

本章介绍 PLC 的一些基础知识，为后面进一步学习和掌握 PLC 做准备，其内容主要包括以下两个部分。

- **PLC 硬件基础知识**
介绍什么是 PLC，包括结构、特点和分类方面的基础知识。
- **PLC 软件基础知识**
介绍 PLC 编程语言的基础知识。

1-1 PLC 是什么

简单地说, PLC 就是一台工业控制计算机, 它的全称是 Programmable Logic Controller (可编程逻辑控制器)。如果说融入我们日常生活的计算机是通用级电脑的话, 那么 PLC 则是专业级的, 是业界倍受推崇的工业控制器。如图 1-1 所示, PLC 和计算机一样, 也是由中央处理器 (CPU)、存储器 (Memory) 及输入/输出单元 (I/O) 3 大部分组成的, 但它又不同于一般的计算机, 它有 1-3 所述的特点, 更适合工业控制。

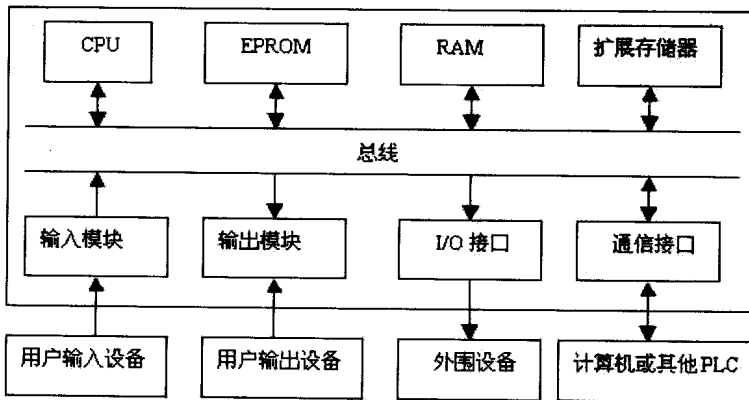


图 1-1 PLC 基本结构

1-2 PLC 从何而来

20 世纪 60 年代末期, 美国的汽车制造工业迅速发展, 行业竞争激烈, 汽车更新换代加快, 生产线相应地随之改变, 其继电器接触器控制系统需要重新设计、安装。为了适应生产工艺不断更新、减少重新设计控制系统的时间和费用的要求, 1968 年, 美国通用汽车公司首先公开招标研制新的工业控制器, 并提出“编程方便、可在现场修改和调试程序、维护方便、可靠性高、体积小、易于扩展”等几项指标。1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 中标, 并根据上述要求研制出世界上第一台可编程逻辑控制器 PDP-14, 用在通用汽车公司的汽车自动装配线上, 获得成功, 从此 PLC 诞生了。

1-3 PLC 的特点

PLC 自诞生以来, 种类越来越多, 但它们有一些共同的特点。

● 编程简单直观

采用直接面向对象的编程语言, 易于理解和掌握。

- 控制系统简单通用

用户只需确定 PLC 的硬件配置和 I/O 外部接线即可,同时其模块化的结构具备通用性。

- 抗干扰能力强、可靠性高

专为工业控制而设计,内部采用了隔离、滤波等抗干扰措施,能适应工业现场的恶劣环境。

- 易于操作与维护

PLC 软件具备监控功能,能诊断故障,也便于排除故障,在损坏时,只需更换插入式模块,既方便又减少影响工作的时间。

- 设计、施工、调试周期短

PLC 本身软硬件资源丰富,设计和施工可同时进行,大大缩短了工程周期。

1-4 PLC 的分类

PLC 可以从 3 个方面来进行分类。

- 根据 PLC 的控制规模分类。

- 根据 PLC 的性能高低分类。

- 根据 PLC 的结构特点分类。

下面具体介绍各个分类。

1-4-1 按照 PLC 的控制规模分类

按照 PLC 的控制规模分类也就是按照 PLC 的控制点数来分类,可分为小型 PLC、中型 PLC 和大型 PLC。

PLC 的控制点数也称为 PLC 的 I/O 点数,不同型号和配置的 PLC 的 I/O 点数是不一样的。

- 小型 PLC

其点数一般在 256 点以内,适合单机控制和小型控制系统。

- 中型 PLC

其点数一般在 256~1024 点,适合组成多机系统和大型控制网络。

- 大型 PLC

其点数一般在 1024 点以上,适合组成分布式控制系统和整个工厂的集散控制网络。

1-4-2 按照 PLC 的性能高低分类

按照 PLC 的性能高低分类可分为低档 PLC、中档 PLC 和高档 PLC。

- 低档 PLC

具有基本的控制功能和简单的运算能力,如三菱公司的 FX 系列 PLC。

4 第1章 初识 PLC

● 中档 PLC

具有较强的控制功能和运算能力，能进行三角函数、指数和 PID 等运算，如西门子公司生产的 S7-300 系列 PLC。

● 高档 PLC

具有强大的控制功能和运算能力，能进行复杂的矩阵运算，工作速度很快，可胜任大规模的控制任务，如西门子公司生产的 S7-400 系列 PLC。

1-4-3 按照 PLC 的结构特点分类

按照 PLC 的结构特点可分为整体式、组合式两大类。

● 整体式

把电源、CPU、存储器、I/O 系统都集成在一个基本单元中，其结构紧凑，体积小，成本低，安装方便。小型 PLC 一般都是整体式结构，西门子公司生产的 S7-200 系列 PLC 就采用了整体式结构，如图 1-2 所示。

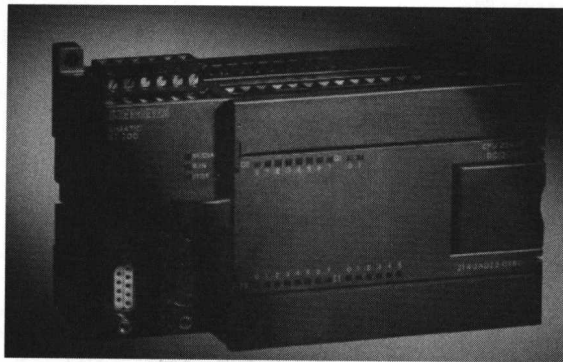


图 1-2 西门子公司生产的 S7-200 系列 PLC

● 组合式

把 PLC 系统的各组成部分按照功能分成若干个模块，如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等。中大型 PLC（如西门子公司生产的 S7-300 和 S7-400 系列 PLC）都是组合式结构，如图 1-3 所示。

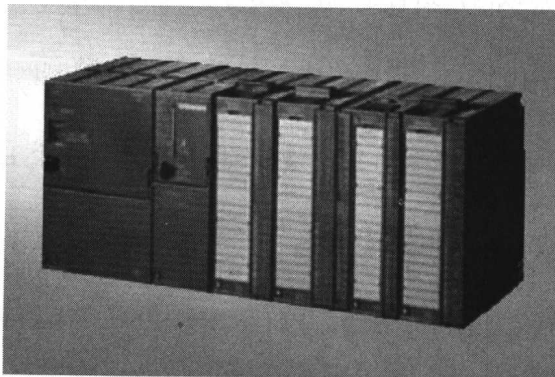


图 1-3 西门子公司生产的 S7-300 和 S7-400 系列 PLC

1-5 PLC的编程语言

PLC的编程语言有多种,如梯形图、功能图、语句表等。

1-5-1 梯形图

梯形图是最常用的一种程序设计语言,也称为LAD。梯形图来源于继电器控制电路图,CPU通过梯形图对来自电源的电流进行仿真,根据一系列的输入条件,由程序运行结果决定逻辑输出的允许条件。逻辑被分成小的部分,称为“网络”或“段”。图1-4所示为一个梯形图的简单实例。

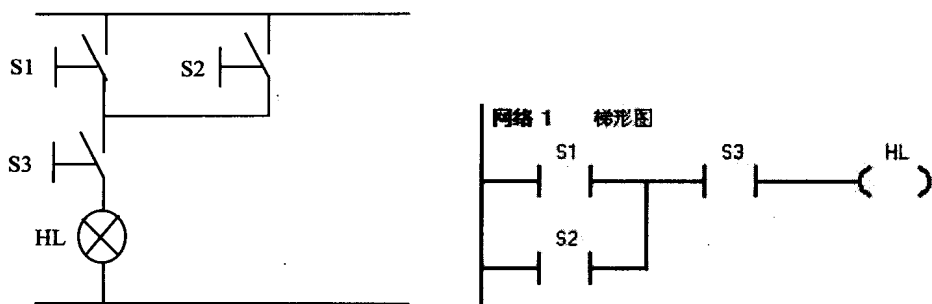


图 1-4 电路图与梯形图

在上图中我们可以看出梯形图是由符号组成的图形化编程语言。梯形图与电路图十分相似,所不同的是在显示方式上梯形图分支的排列为上下横排,而电路图是左右竖排。梯形图中的编程元素介绍如下。

母线|: 位于最左侧,代表电源。

触点| 卜: 代表逻辑“输入”条件,例如开关、按钮、内部条件等,能量仅在常开触点闭合时通过,而在其保持断开时,能量不能通过。

线圈(): 位于最末端,代表逻辑“输出”结果,例如灯、接触器、中间寄存器、内部输出条件等,仅当有能量流输入时才有输出。

指令盒□: 代表附加指令,例如定时器、计数器或者数学运算指令等,当能量流到此盒时,就执行一定的功能。

1-5-2 功能图

功能图通过具有输入输出端的逻辑框图相互连接实现编程,也称为FBD。逻辑框图内的符号代表某种功能(如与、或功能等)。

输入(传感器)位于左侧,输出(执行器)位于右侧,信号流程通常从左往右。

电路图中的串联被转化为与功能,并联被转化为或功能。图1-5所示为电路图和功能

图。FBD 的优点在于简单易用，即使不是电气工程师也能很快学会并使用。

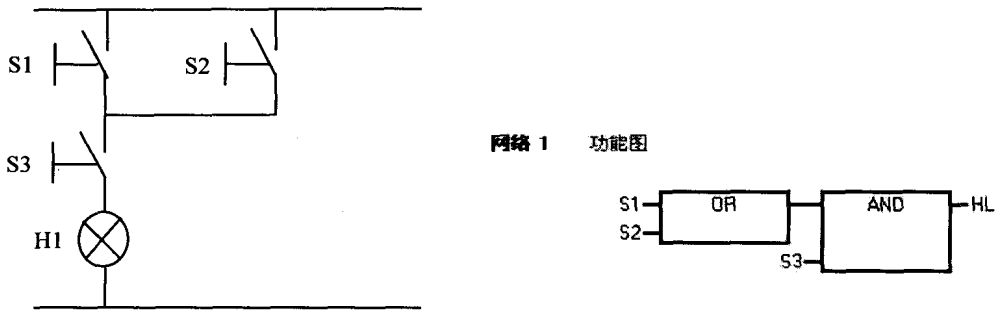


图 1-5 电路图与功能图

1-5-3 语句表

对于无法用图形表达的功能，可以采用语句表（STL）的方式来编写。

语句表（STL）表达程序的形式与程序在存储区的存放相同，每行语句作为程序的最小单元，处理器按顺序处理这些语句。

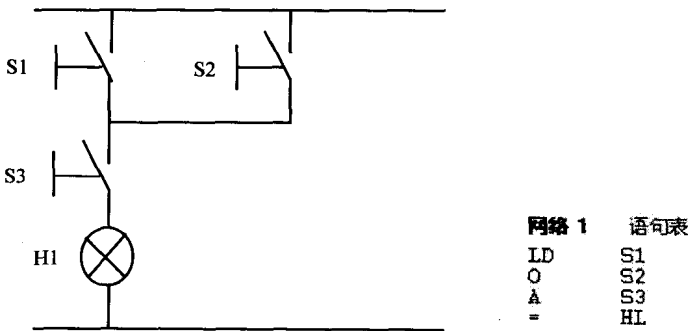
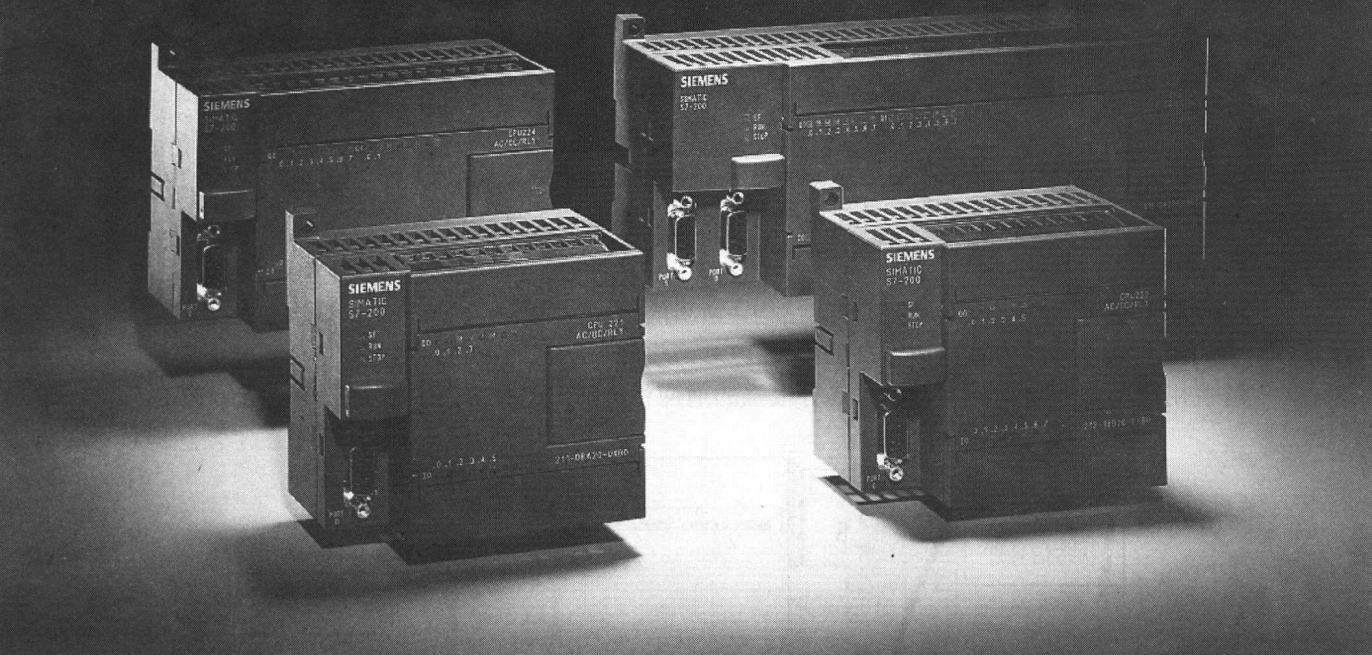


图 1-6 电路图与语句表

语句在 STL 中按顺序建立。在指令序列开始处，处理器通过扫描输入信号状态检查程序中包含的逻辑操作是否满足条件。序列结尾处的指令根据前面语句的处理结果产生某个动作，例如将某个输出接通或断开等。



第

2

章

S7-200 系统编程软硬件基础

S7-200 PLC 是紧凑型可编程逻辑控制器，具备丰富的软硬件资源，可以很好地完成控制任务。本章重点介绍编程所需的软硬件基础知识，其内容主要包括以下 3 个部分。

■ S7-200 PLC 概述

介绍 S7-200 PLC 结构和特点。

■ 编程硬件基础

介绍构成 S7-200 系统的主要硬件：

- CPU；
- I/O；
- 外围接口设备。

■ 编程软件基础

- PLC 工作方式；
- 寻址。

2-1 S7-200 PLC 概述

S7-200 系列的 PLC 采用整体式结构, 紧凑的设计、良好的扩展性、低廉的价格以及强大的指令集使其成为性价比很高的小型 PLC。此外, 丰富的 CPU 类型和电压等级使其在解决用户的工业自动化问题时, 具有很强的适应性。图 2-1 所示为一台 S7-200 Micro PLC。

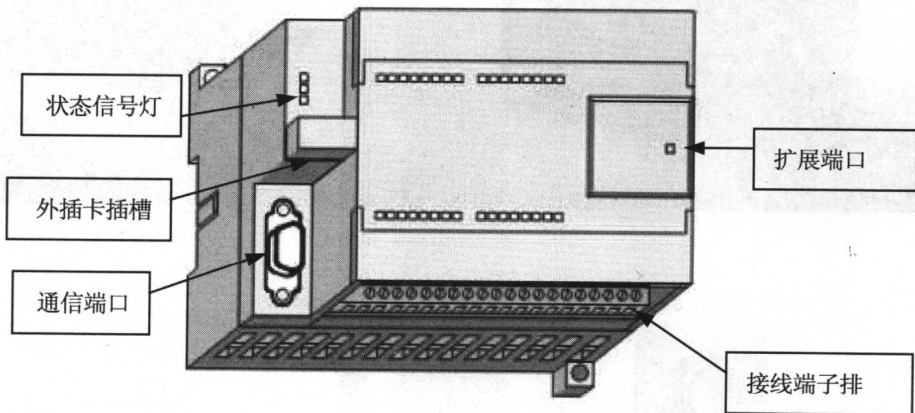


图 2-1 S7-200 Micro PLC

一台 S7-200 Micro PLC 把 CPU、电源和输入/输出 (I/O) 集成在一个紧凑、独立的设备中。各主要部件功能介绍如下。

- CPU: 中央处理器, 执行程序 and 存储数据。
- 输入/输出: 输入部分从现场设备采集信号, 输出部分则对现场设备进行控制, 驱动外部负载, 输入与输出通过接线端子排连接外部信号。
- 电源: 向 CPU 及其所连接的模块提供电力。
- 通信端口: 与编程设备或外部设备进行通信。
- 状态信号灯: 显示 CPU 的工作模式 (运行或停止)、本机 I/O 的当前状态以及出错的系统状态。
- 外插卡插槽: 可以根据需要插入存储器卡、日期/时钟电池卡、电池卡 3 种卡。存储器卡可以存储程序。日期/时钟电池卡用于 CPU 221 和 CPU 222 两种不具备内部实时时钟的 CPU, 以提供日期/时钟功能, 同时提供内存后备电池。电池卡为所有类型的 CPU 提供数据保持的后备电池。

下面介绍各部件的具体结构与功能。

2-2 S7-200 的 CPU

在 PLC 的部件中, CPU 是整个系统的核心, 其功能相当于人的大脑, 它按照 PLC 中