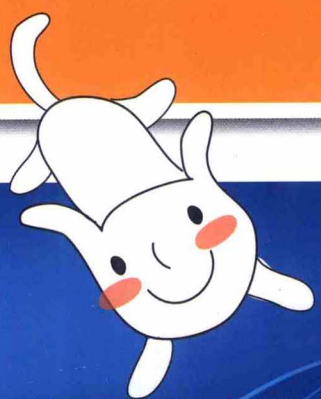
实例详解丛书

西门子 S7-200 PLC

编程与工程实例详解

韩战涛 编著



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

实例详解丛书

西门子 S7-200 PLC 编程与工程实例详解

韩战涛　编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以西门子 S7-200 PLC 为主体，按照基础、实践和工程应用的结构体系，从实际应用的角度出发，精选多个应用实例，由浅入深、循序渐进地介绍了 PLC 基本逻辑控制、高级功能模块、网络通信、人机界面等综合内容。

本书深入浅出、图文并茂，具有实用性强、操作性强、理论与实践相结合等特点，可供从事 PLC 控制系统设计、开发的广大科技人员阅读，也可作为高等学校工业自动化、电气工程及自动化、机电一体化等相关专业的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

西门子 S7-200 PLC 编程与工程实例详解 / 韩战涛编著. —北京：电子工业出版社，2013.2
（实例详解丛书）
ISBN 978-7-121-19293-7

Ⅰ. ①西… Ⅱ. ①韩… Ⅲ. ①plc技术 Ⅳ. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 304016 号

策划编辑：王敬栋（wangjd@phei.com.cn）
责任编辑：徐 萍
印 刷：北京东光印刷厂
装 订：三河市鹏成印业有限公司
出版发行：电子工业出版社
北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036
开 本：787×1092 1/16 印张：14.25 字数：365 千字
印 次：2013 年 2 月第 1 次印刷
印 数：4 000 册 定价：38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前　言

可编程控制器（PLC）是在计算机技术、通信技术和继电器控制技术发展的基础上开发而来的，是一种数字运算操作的电子系统。目前，PLC 已广泛应用于机械制造、冶金、化工、电力、交通、食品等行业。因此，对于从事工业自动化控制研发的技术人员来说，PLC 系统的设计与应用已经成为必须掌握的一门专业技术。

本书以 S7-200 系列 PLC 为例，系统地介绍 PLC 的功能特点、工作原理及使用方法。本书以实用、易学为目的，包含了许多应用实例，辅以程序代码及清晰明了的程序注释。编者凭借对 S7-200 PLC 的透彻理解，对 S7-200 的软硬件功能进行了深入浅出的讲解。同时，编者的应用经验也贯穿本书始终，使读者能够有所借鉴。

全书共分为 5 章，其中：

第 1 章系统地介绍西门子 S7-200 系列 PLC 的硬件结构及常用指令。

第 2 章详细介绍 STEP 7-Micro/Win 4.0 编程软件的安装和使用，以及仿真软件的使用。

第 3 章通过多个应用实例，介绍 PLC 程序的设计方法。

第 4 章进一步介绍指令向导、网络通信及人机界面等 S7-200 的高级应用。

第 5 章结合工程实例，详细介绍 S7-200 程序的设计和调试方法。

在编写过程中，作者参阅和引用了西门子公司的最新技术资料和相关文献，有些正式出版的文献已在本书的参考文献中列出，也有些难免遗漏，对未能列出的文献和资料，编者向其作者表示诚挚的感谢。

本书内容既注重系统、全面、新颖，又力求叙述简练、层次分明、通俗易懂。按照本书的应用范例，读者可以快速掌握 PLC 在实际工作中的应用，有些实例还可以直接移植到工程中使用。

本书由韩战涛编著。另外，参加本书编写的还有王坚宁、李龙、魏勇、王华、李辉、刘峰、徐浩、李建国、马建军、朱丽云、周毅、张浩、许小荣、王云等，在此，编者对这些人员致以诚挚的谢意！

由于时间仓促，加之水平有限，书中的缺点和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

目　录

第1章 西门子 S7-200 PLC 概述

由于 S7-200 系列 PLC 有紧凑的设计、丰富的扩展能力、极高的可靠性、便捷的操作性、强大的指令系统和低廉的价格，使得它能近乎完美地满足小规模的控制要求，覆盖所有与自动检测、控制有关的工业及民用领域，包括各种机床、机械、电力设施、民用设施、环境保护设备等。S7-200 系列 PLC 的强大功能使其无论在独立运行中，还是相连成网络，皆能实现复杂控制功能。

本章主要介绍 S7-200 系列 PLC 的组成结构、工作模式、存储特性、编程语言及指令系统等。

1.1 S7-200 的构成

SIMATIC S7-200 系列 PLC 是一类小型 PLC，其外观如图 1-1 所示。S7-200 系列 PLC 的基本构成包括 CPU、人机界面、编程设备和根据实际需要增加的扩展模块。CPU 包含一定数量的 I/O 端口，同时还可以扩展各种 I/O 模块和功能模块。故 S7-200 系列 PLC 既可以单独 CPU 运行，也可以连接扩展模块运行。S7-200 系列 PLC 的 CPU 外形结构如图 1-2 所示。

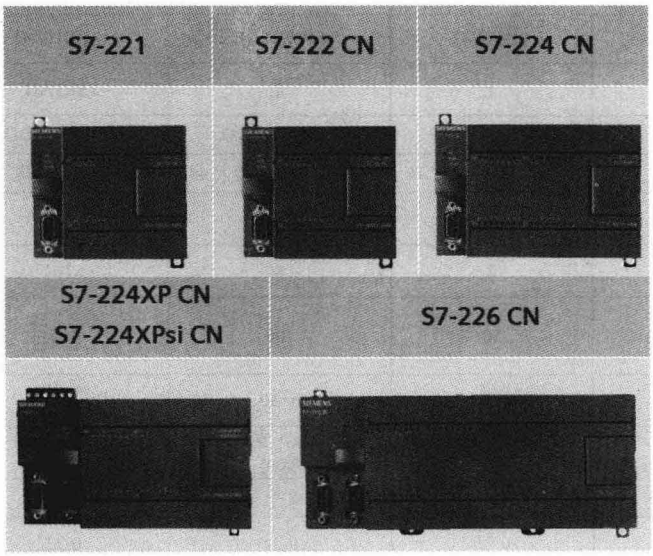


图 1-1　S7-200 系列 PLC 外观

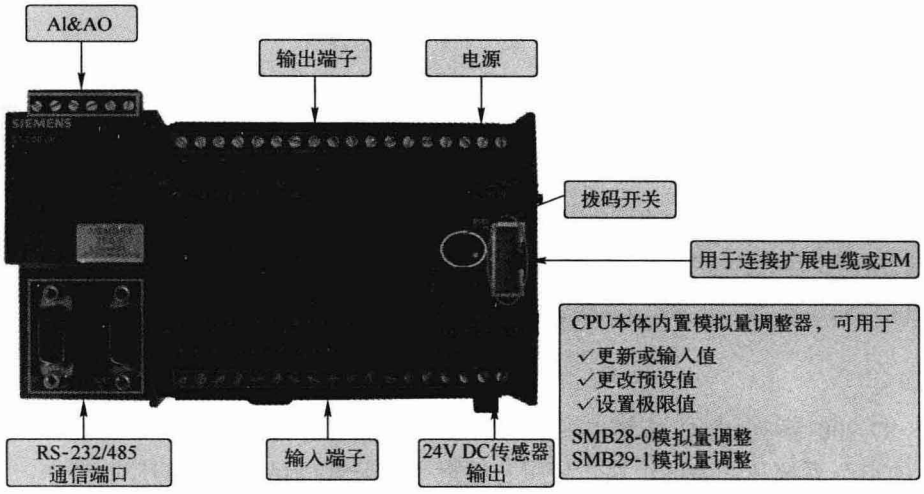


图 1-2　S7-200 系列 PLC 的 CPU 外形结构图

1.1.1　CPU 模块

S7-200 的 CPU 模块共有两个系列：CPU21X 和 CPU22X。CPU21X 系列包括 CPU212、CPU214、CPU215 和 CPU216；CPU22X 系列包括 CPU221、CPU222、CPU224、CPU224XP、CPU224XPsi 和 CPU226。由于 CPU21X 系列属于 S7-200 的第一代产品，这里不再做具体介绍。2004 年，西门子公司推出了 S7-200CN 系列 PLC，是专门针对中国市场的产品。S7-200 系列 CPU 模块的技术参数如表 1-1 所示。

表 1-1　S7-200 系列 CPU 模块的主要技术参数

型　号	S7-221	S7-222	S7-224	S7-224XP S7-224XPsi	S7-226
集成的数字量 I/O	6DI/4DO	8DI/6DO	14DI/10DO	14DI/10DO	24DI/16DO
集成的模拟量输出	无	无	无	2AI/1AO	无
最大数字量 I/O	无	48DI/46DO	114DI/110DO	114DI/110DO	128DI/128DO
最大模拟量 I/O	无	16AI/8AO，最大 16	32AI/28AO，最大 44	32AI/28AO，最大 44	32AI/28AO，最大 44
程序存储区（KB）	4	4	8/12	12/16	16/24
数据存储区（KB）	2	2	8	10	10
高性能电容（h）存储动态数据	50	50	100	100	100
高速计数器（kHz）	4×30	4×30	6×30	4×30 2×200	6×30
高速脉冲输出	2×20kHz，支持 A/B 模式	2×20kHz，支持 A/B 模式	2×20kHz，支持 A/B 模式	2×100kHz，支持 A/B 模式	2×20kHz，支持 A/B 模式
PID 控制器	8 个	8 个	8 个	8 个	8 个
位处理速度（μs）	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
硬件中断	4 个	4 个	4 个	4 个	4 个

续表

型　　号	S7-221	S7-222	S7-224	S7-224XP S7-224XPsi	S7-226
定时器	256 个	256 个	256 个	256 个	256 个
计数器	256 个	256 个	256 个	256 个	256 个
通信接口 RS-485	1 个	1 个	1 个	2 个	2 个
最大波特率（kbaud）	187.5	187.5	187.5	187.5	187.5
PPI 主站/从站	支持	支持	支持	支持	支持
MPI 从站	支持	支持	支持	支持	支持
自由口通信	支持	支持	支持	支持	支持
集成 8 位模拟电位器	1	1	2	2	2
实时时钟	可选	可选	集成	集成	集成

1.1.2 扩展模块

为了扩展 I/O 点和执行特殊的功能，S7-200 系列 PLC 可以连接扩展模块（CPU221 除外）。扩展模块主要有五类：数字量扩展模块、模拟量扩展模块、温度测量模块、特殊功能模块和通信模块。下面分别介绍这五类扩展模块。

1. 数字量扩展模块

数字量扩展模块主要分为数字量输入扩展模块（EM221）、数字量输出扩展模块（EM222）和数字量输入/输出扩展模块（EM223），见表 1-2。

表 1-2　数字量扩展模块

订　货　号	模 块 描 述	输　　入	输　　出
6ES7 221-1BF22-0XA8	EM221 DI8x24V DC	8	—
6ES7 221-1EF22-0XA0	EM221 DI8x120/230V AC	8	—
6ES7 221-1BH22-0XA8	EM221 DI16x24V DC	16	—
6ES7 222-1BD22-0XA0	EM222 DO4x24V DC-5A	—	4
6ES7 222-1HD22-0XA0	EM222 DO4x 继电器-10A	—	4
6ES7 222-1BF22-0XA8	EM222 DO8x24V DC	—	8
6ES7 222-1HF22-0XA8	EM222 DO8x 继电器	—	8
6ES7 222-1EF22-0XA0	EM222 DO8x120/230V AC	—	8
6ES7 223-1BF22-0XA8	EM223 24V DC 4 入/4 出	4	4
6ES7 223-1HF22-0XA8	EM223 24V DC 4 入/4 继电器	4	4
6ES7 223-1BH22-0AX8	EM223 24V DC 8 入/8 出	8	8
6ES7 223-1PH22-0XA8	EM223 24V DC 8 入/8 继电器	8	8
6ES7 223-1BL22-0XA8	EM223 24V DC 16 入/16 出	16	16
6ES7 223-1PL22-0XA8	EM223 24V DC 16 入/16 继电器	16	16
6ES7 223-1BM22-0XA8	EM223 24V DC 32 入/32 出	32	32
6ES7 223-1PM22-0XA8	EM223 24V DC 32 入/32 继电器	32	32

数字量输入模块根据输入信号不同，分为 24V DC 和 120/230V AC。数字量输出模块根据输出信号不同，分为晶体管输出和继电器输出。

2．模拟量扩展模块

模拟量扩展模块主要分为模拟量输入模块（EM231）、模拟量输出模块（EM232）和模拟量输入/输出模块（EM235），见表 1-3。

表 1-3　模拟量扩展模块

订　货　号	模 块 描 述	输　入	输　出
6ES7 231-0HC22-0XA8	EM231 模拟量输入，4 输入	4	—
6ES7 231-0HF22-0XA0	EM231 模拟量输入，8 输入	8	—
6ES7 232-0HB22-0XA8	EM232 模拟量输出，2 输出	—	2
6ES7 232-0HD22-0XA0	EM232 模拟量输出，4 输出	—	4
6ES7 235-0KD22-0XA8	EM235 模拟量组合，4 输入/1 输出	4	1

模拟量输入扩展模块的主要技术参数见表 1-4。

表 1-4　模拟量输入扩展模块技术参数

订　货　号	6ES7 231-0HC22-0XA8 6ES7 235-0KD22-0XA8	6ES7 231-0HF22-0XA0
双极性，满量程	-32 000～+32 000	-32 000～+32 000
单极性，满量程	0～32 000	0～32 000
DC 输入阻抗	>2MΩ电压输入 250Ω电流输入	>2MΩ电压输入 250Ω电流输入
最大输入电流	32mA	32mA
双极性精度	11 位，加 1 符号位	11 位，加 1 符号位
单极性精度	12 位	12 位
隔离	无	无
输入类型	差分	差动电压
电压输入范围	0～10V，0～5V，±5V，±2.5V	0～10V，0～5V，±2.5V
电流输入范围	0～20mA	通道 6 和 7，0～20mA
模拟到数字转换时间	<250μs	<250μs

模拟量输出扩展模块的主要技术参数见表 1-5

表 1-5　模拟量输出扩展模块技术参数

订　货　号	6ES7 232-0HB22-0XA8 6ES7 232-0HD22-0XA0 6ES7 235-0KD22-0XA8
隔离	无
电压输出范围	±10V
电流输出范围	0～20mA
电压输出精度	11 位
电流输出精度	11 位
电压输出数据字格式	-32 000～+32 000

续表

订　货　号	6ES7 232-0HB22-0XA8 6ES7 232-0HD22-0XA0 6ES7 235-0KD22-0XA8
电流输出数据字格式	0～+32 000
电压输出分辨率	满量程的±2%
电流输出分辨率	满量程的±2%
电压输出建立时间	100μs
电流输出建立时间	2ms
电压输出最大驱动能力	最小 5 000Ω
电流输出最大驱动能力	最大 500Ω

3．温度测量模块

温度测量模块主要分为热电偶模块和热电阻（RTD）模块，见表 1-6。

表 1-6　温度测量模块

订　货　号	模 块 描 述	输　入
6ES7 231-7PD22-0XA8	EM231 模拟输入热电偶，4 输入	4 热电偶
6ES7 231-7PF22-0XA0	EM231 模拟输入热电偶，8 输入	8 热电偶
6ES7 231-7PB22-0XA8	EM231 模拟输入热电阻，2 输入	2 热电阻
6ES7 231-7PC22-0XA0	EM231 模拟输入热电阻，4 输入	4 热电阻

温度测量模块的主要技术参数见表 1-7。

表 1-7　温度测量模块技术参数

模 块 类 型	热　电　偶	热　电　阻
输入类型	悬浮型热电偶	模块参考接地的热电阻
输入范围	TC 类型 S，T，R，E，N，K，J 电压范围：±80mV	热电阻类型 铂（Pt），铜（Cu），镍（Ni）
温度分辨率	0.1℃	0.1℃
模块更新时间	405ms	405ms
导线长度	最大长度为 100m	最大长度为 100m
数据字格式	-27 648～+27 648	-27 648～+27 648

4．特殊功能模块

特殊功能模块包括 EM253 位置控制模块和 SIWAREX MS 称重模块。

位置控制模块 EM253，集成有 5 个数字量输入点（STP，停止；RPS，参考点开关；ZP，零脉冲信号；LMT+，正方向硬极限位置开关；LMT-，负方向硬极限位置开关）和 6 个数字量输出点（4 个信号 DIS、CLR、P0、P1 或者 P0+、P0-、P1+、P1-），用于 S7-200 PLC 定位控制系统中。通过产生高速脉冲来实现对单轴步进电动机的开环速度、位置控制。通过 S7-200 PLC 的扩展接口，实现与 CPU 间的通信控制。位置控制模块 EM253 主要有以下特点：

- 高速脉冲输出，提供 20Hz～200kHz 的脉冲频率；

- 增、减速度的曲线拐点，既支持 S 曲线，也支持直线；
- 控制系统的测量单位，既可以采用脉冲数，也可以采用工程单位（如英尺、厘米）；
- 提供可组态的螺距补偿功能；
- 支持绝对方式、相对方式和手动方式多种工作模式；
- 提供连续操作；
- 最多可以支持 25 组移动包络，每组最多可有 4 种速度；
- 安装、拆卸便捷的端子连接器。

SIWAREX MS 是一种多用途、灵活的称量模块，通过 S7-200 PLC 的扩展接口，实现与 CPU 间的通信控制。称重模块 SIWAREX MS 主要有以下特点：

- 分辨率高达 16 位的重量测量或力的测量；
- 0.05 %的高准确性；
- 可以在 20ms 或 33ms 两者之间选择的快速测量时间；
- 极限值的监视；
- 使用 SIWATOOL MS 程序，通过 RS-232 接口，就能容易地实现秤的调节；
- 允许理论校称；
- 更换模块后无须重新校订，只需重新下载校称数据即可；
- 诊断功能。

5．通信模块

通信模块包括 PROFIBUS-DP 模块 EM277、AS-i 接口主站模块 CP243-2、调制解调模块 EM241、以太网模块 CP243-1 和因特网模块 CP243-1 IT。

EM277 是 PROFIBUS-BUS 从站模块，通过 EM277，可将 S7-200 CPU 作为 PROFIBUS-DP 的从站连接到 PROFIBUS-DP 网络。EM277 通过 S7-200 PLC 的扩展接口，实现与 CPU 间的通信控制。EM277 有一个 RS-485 接口，支持 PROFIBUS-DP 从站和 MPI 从站协议，传输速率为 9.6kb/s～12Mb/s，并可自适应。站地址由旋转开关设定，范围是 0～99。

CP234-2 是 AS-i 主站模块，通过 AS-i 总线可扩展 S7-200 的 IO 点数。CP234-2 AS-i 主站模块最多可连接 62 个 AS-i 从站，每个从站最多可以配置 4DI/4DO 或者 4AI/4AO。

EM241 是调制解调（MODEM）通信模块，可将 S7-200 PLC 直接连到模拟电话线上。EM241 通信模块支持 MODBUS RTU 协议，支持数字和文本的寻呼，支持 SMS 短消息，允许 CPU 到 CPU 或 CPU 到 MODBUS 的数据传送。通过 EM241 模块，STEP 7-Minco/WIN 软件可进行远程编程和诊断。

CP243-1 是以太网通信模块，可将 S7-200 系统连接到工业以太网中。它的传输速率为 10Mb/s 和 100Mb/s，并可自适应。有一个标准的 RJ-45 接口，完全支持 TCP/IP 协议。CP243-1 以太网模块允许 S7-200 PLC 与 S7-300 和 S7-400 设备通信，并支持 STEP 7-Micro/WIN 软件远程编程和诊断。

CP243-1 IT 是因特网通信模块，它不仅完全支持以太网模块 CP243-1 的功能，而且增加了 IT 功能。它提供用于 S7-200 PLC 系统诊断和过程变量访问的 HTML 页面，可以作为发送 E-mail 的 SMTP 客户端，并可以组态为 FTP 服务器和客户端。

1.1.3　其他设备

在 S7-200 PLC 系统中，除了 CPU 和扩展模块外，一般还要有编程设备、人机界面和电源模块等其他设备。

1．编程设备

编程设备是任何一台 PLC 都不可或缺的设备，S7-200 系统 PLC 可以采用个人计算机作为编程设备，但需要安装西门子提供的 STEP 7-Micro/WIN 编程软件。要将个人计算机与 PLC 建立通信，还必须使用 PC/PPI 编程电缆。

2．人机界面 HMI（Human Machine Interface）

人机界面提供了机器控制设备（PLC）和操作人员之间的联系。人机界面可以显示设备的工作状态；而操作人员也可以通过人机界面向设备发送指令，控制设备的运行。西门子专为 S7-200 开发了人机界面产品，其中典型的是 Smart 系列触摸屏和 TD 系列文本显示器。除此之外，西门子还有很多 HMI 产品可以连接到 S7-200，此处不再详细介绍。

3．PS207 电源模块

PS207 电源模块有 60W 和 100W 两种功率类型，其功能和设计能够与 S7-200 系统完美匹配，也可以同时向其他负载提供 24V DC 供电，如传感器等。PS207 电源模块额定输入电压为 100～240V AC，额定输出电压为 24V DC，并且输出电压可调节，调节范围为 22.2～26.4V DC。此模块安装方式灵活，既可采用标准导轨安装，也可通过螺钉在墙面安装。

1.2　S7-200 的操作模式和工作过程

了解 S7-200 的操作模式和工作过程，能够加深对 PLC 的理解，为 PLC 编写出更好的程序。下面具体介绍 S7-200 的操作模式和工作过程

1.2.1　S7-200 的操作模式

S7-200 CPU 有两种工作模式：STOP 模式和 RUN 模式。其操作模式可通过 CPU 右侧的模式转换开关进行切换，同时在 CPU 面板上以工作状态指示灯来显示 CPU 当前的操作模式。

S7-200 CPU 的工作模式选择开关有 3 个位置：RUN、TERM 和 STOP。将模式开关切换到 STOP 位置时，CPU 时入 STOP 模式；将模式开关切换到 RUN 位置时，CPU 时入 RUN 模式；将模式开关切换到 TERM 模式时，保持当前的工作模式不变。

- RUN 模式：CPU 在 RUN 模式下执行完整的扫描过程，通过执行反映控制要求的用户程序来实现控制功能。此时，在 CPU 模式的 LED 显示面板上用“RUN”显示当前的工作模式。在 RUN 模式下，允许 STEP 7-Micro/WIN 软件控制 PLC 的运行模式。如果 PLC 检测到致命错误，会强制从 RUN 模式更改为 STOP 模式。
- STOP 模式：PLC 处于停止方式，CPU 不执行用户程序，但仍然扫描 PLC RAM 和 I/O 状态。此模式可与安装了 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的计算机通信，创建和编辑用户程序，组态 PLC 的硬件功能，向 PLC 装入用户程序和组态信息。在 STOP 模

式下，不允许 STEP 7-Micro/WIN 软件控制 PLC 的运行模式。如果 PLC 检测到致命错误，在致命错误条件依然存在时不允许从 STOP 模式更改为 RUN 模式。

将模式开关从 RUN 位置切换至 TERM 位置时，CPU 仍处于 RUN 模式。但如果电源状态发生变化，当电源恢复时，CPU 会自动进入 STOP 模式。将模式开关从 STOP 位置切换至 TERM 位置时，CPU 仍处于 STOP 模式。当模式开关处于 TERM 位置时，允许 STEP 7-Micro/WIN 软件控制 PLC 的运行模式。TERM 状态还和机器的特殊状态位 SM0.7 有关，可用于自由口通信的控制，在现场调试程序时很有用处。

1.2.2 S7-200 的工作过程

S7-200 采用周期性循环处理的顺序扫描工作方式。整个扫描工作过程包括读取输入、执行用户程序、处理通信请求、执行诊断程序和写入输出 5 个阶段，如图 1-3 所示。但在 STOP 模式下，会跳过执行用户程序阶段。整个扫描过程执行一遍所需的时间称为扫描周期。扫描周期与 CPU 运行速度、PLC 硬件配置及用户程序大小有关，典型值为 1～100ms。

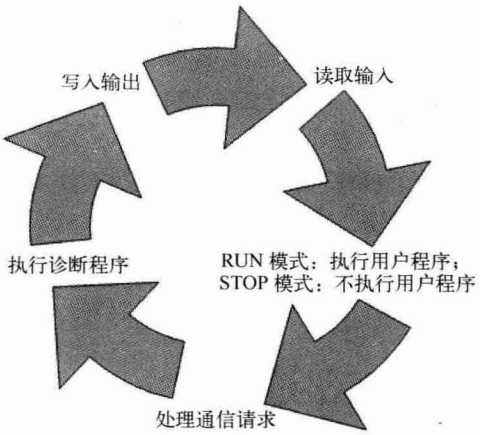


图 1-3 S7-200 工作过程

1．读取输入

S7-200 PLC 在每次扫描周期开始时先读取数字量输入点状态，并将这些状态值写入到输入映像寄存器。无相应的实际物理输入点的数字量输入位，在每次更新时，PLC 将相应的映像寄存器清零，除非它被强制。在工作过程的其他阶段，过程映像输入寄存器与外界隔离，无论输入信号如何变化，其内容始终保持不变，直到下一个扫描周期的读取输入阶段。

对于模拟量输入，除非启用了模拟量输入过滤，否则 S7-200 在正常扫描周期中不更新来自扩展模块的模拟量输入。当启用了模拟量输入滤波功能后，S7-200 会在每一个扫描周期刷新模拟量、执行滤波功能并且在内部存储滤波值。当程序中访问模拟量输入时使用滤波值。如果没有启用模拟量输入滤波，则当程序访问模拟量输入时，S7-200 会直接从扩展模块读取模拟值。

在每次扫描期间，CPU224XP 的 AIW0 和 AIW2 模拟量输入都会读取模数转换器生成的最新值，从而完成刷新。该转换器求取的是均值，因此通常无须软件滤波。

2．执行用户程序

在扫描周期的执行用户程序阶段，CPU 从头至尾执行用户程序，直至遇到结束指令。遇到结束指令时，PLC 检查系统的智能模块是否需要服务。如果需要，信息将被读取并缓存，以用于循环周期的下一阶段。

在程序或中断程序的执行过程中，当指令中涉及数字量输入、输出状态时，PLC 从输入映像寄存器和输出映像寄存器中读出，根据用户程序进行运算，将数字量输出的运算结果再存入输出映像寄存器，但立即 I/O 指令允许直接访问物理输入与输出。

如果在程序中使用子程序，则子程序作为程序的一部分存储，当由主程序、另一个子程序或中断程序调用时，则执行子程序。如果在程序中使用了中断，与中断事件相关的中断程序就作为程序的一部分被存储。中断程序并不作为正常扫描周期的一部分来执行，而是当中断事件发生时才执行（可能在扫描周期的任意点）。

3．处理通信请求

在处理通信请求阶段，S7-200 PLC 处理从通信端口或智能 I/O 模块接收到的任何信息。

4．执行诊断程序

在执行诊断程序阶段，S7-200 PLC 检查 CPU 的操作、操作系统 EEPROM 、用户程序存储区及 I/O 扩展模块状态等是否正常。

5．写入输出

在每个扫描周期的结尾，CPU 的执行进入输出阶段，把存储在输出映像寄存器中的数据写到数字输出点（模拟量输出直接刷新，与扫描周期无关）。

因此，PLC 在一个扫描周期内，对数字量输入状态的采样只在读取输入阶段进行，当 PLC 开始执行用户程序后，输入端将被封锁，直到下一个扫描周期的读取输入阶段才对输入状态重新采样。在用户程序中如果对数字量输出结果多次赋值，只有最后一次有效。在一个扫描周期内，只在写入输出阶段才将输出状态从输出映像寄存器中输出，在其他阶段，输出状态一直保存在输出映像寄存器中。对于没有启用滤波功能的模拟量输入和模拟量输出，则直接刷新到模块的物理输入和输出，与扫描周期无关。

1.3　S7-200 的编程语言

S7-200 系列 PLC 的基本编程语言有梯形图（LAD）、语句表（STL）和功能图（FBD）。其中梯形图和功能图是图形语言，语句表是文字语言。不同的编程语言可供不同知识背景的人员采用，下面简单介绍这几种 PLC 编程语言的特点。

1.3.1　梯形图（LAD）编程语言

梯形图是用得最多的可编程控制器图形语言。梯形图与继电器电控系统的电路图很相似，具有直观易懂的优点，很容易被工厂熟悉继电器控制的电气工程师掌握，特别适用于开关量逻辑控制。

梯形图主要由触点、线圈和用方框表示的功能块组成。触点代表逻辑输入条件，如外部的开关、按钮等；线圈代表逻辑输出结果，用来控制外部的指示灯、中间继电器等；功能块代表附加指令，如定时器、计数器和数学运算指令。

梯形图程序允许程序仿真来自电源的能流通过一系列逻辑输入条件，决定是否启用逻辑输出。一个梯形图程序包括左侧提供能流的能量线，闭合的触点允许能量通过它们流到下一个元素，而打开的触点则阻止能量的流动。图 1-4 给出了梯形图程序的一个例子。当图中 I0.0 与 I0.1 的触点接通，或 I0.0 与 I0.2 的触点接通时，有一个假想的能流通过 Q0.0 线圈。利用能流的概念，可以帮

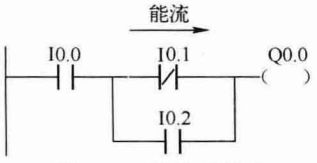


图 1-4　梯形图程序