

轻轻松松学

西门子S7-200 系列PLC

轻松学PLC
技术丛书

◎ 王时军 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

轻松学PLC技术丛书

轻轻松松学

西门子S7-200系列PLC

王时军 主 编



机械工业出版社

本书针对典型的西门子 S7-200 系列 PLC 机型,从实践操作的角度出发,深入浅出地介绍该系列 PLC 的硬件组成、指令系统、控制程序的编程、控制系统的设计以及该系列 PLC 的通信与网络。本书主要内容包括:西门子 S7-200 系列 PLC 基础入门,西门子 S7-200 系列 PLC 指令系统,STEP 7-Micro/WIN 编程软件及安装使用,西门子 S7-200 系列 PLC 控制系统的应用设计,西门子 S7-200 系列 PLC 的网络通信,西门子 S7-200 系列 PLC 的安装与维护。书中各部分内容均辅以实例讲解,并有大量图形,生动直观,通俗易懂,使初学者能够快速入门。

本书可作为工业自动化领域技术人员入门读物,也可供大中专院校自动化、机电一体化专业类学生参考,同时还可作为职业培训 PLC 应用课程的教学用书,是电气技术人员、PLC 初学者的实用学习资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

轻轻松松学西门子 S7-200 系列 PLC/王时军主编. —北京:机械工业出版社, 2011.5

(轻松学 PLC 技术丛书)

ISBN 978-7-111-33977-9

I. ①轻… II. ①王… III. ①可编程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 059150 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:赵磊磊 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:赵颖喆 责任印制:李妍

北京外文印刷厂印刷

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.75 印张·362 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33977-9

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

可编程序控制器（PLC）作为一种应用广泛的通用工业自动化控制装置，将传统的继电器-接触器控制技术与计算机技术和通信技术融于一体，具有功能强大、环境适用性好、编程简单、使用方便等优点，是当今及以后工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备。

西门子公司生产的 PLC 可靠性高，在我国的应用十分广泛。西门子的 S7 系列 PLC 是 S5 系列 PLC 的更新换代产品，包括 S7-200、S7-300 和 S7-400 三大系列，其中 S7-200 系列属于小型 PLC。S7-200 系列 PLC 因其具有结构紧凑、功能强、易于扩展、性价比高等方面的优势，目前广泛用于各种工业自动化控制领域，也常被许多高职院校作为教学用机使用。

本书从 PLC 技术初学者自学的角度出发，深入浅出地为读者完整、具体地介绍了 S7-200 系列 PLC 的基本构成、各种应用指令以及应用设计等内容。在编写过程中，本书注重图解方法的运用，图文结合，直观易懂。

本书文字精练，内容丰富，分析详细、清晰。读者通过学习，可以尽快、全面地掌握 S7-200 系列 PLC 的工作原理和工程设计、应用技术。本书可作为工业自动化领域技术人员的入门读物，也可供大中专院校自动化、机电一体化专业类学生参考，同时还可作为职业培训 PLC 应用课程的教学用书，是电气技术人员、PLC 初学者的实用学习资料。

全书共分 6 章：第 1 章主要介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 基础入门；第 2 章主要介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 指令系统；第 3 章主要介绍了 STEP 7-Micro/WIN 编程软件及安装使用；第 4 章主要介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 控制系统的应用设计；第 5 章主要介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的网络通信；第 6 章简要介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的安装与维护。

本书第 1 章由王时军编写，第 2 章由李可德编写，第 3 章由李柄权、杨家维编写，第 4 章由张舒编写，第 5 章由郭栋编写，第 6 章由林佟伟编写。王时军负责最后的统稿工作。

由于编者水平有限且编写时间仓促，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者提出宝贵的意见和建议！

编 者

目 录

前言

第1章 西门子 S7-200 系列 PLC 基础入门	1
1.1 可编程序控制器 (PLC) 概述	1
1.1.1 PLC 的概念、功能及应用	1
1.1.2 PLC 的分类、基本构成及工作原理	2
1.1.3 西门子 S7-200 系列 PLC 简介	7
1.2 S7-200 系列 PLC 的系统组成	7
1.2.1 S7-200 系列 PLC 系统组成概述	8
1.2.2 S7-200 系列 PLC 的硬件组成	8
1.2.3 S7-200 系列 PLC 系统的其他组成	14
1.2.4 STEP 7-Micro/WIN 编程软件	18
1.3 S7-200 系列 PLC 的内部资源及寻址方式	18
1.3.1 S7-200 系列 PLC 的内部资源	18
1.3.2 S7-200 系列 PLC 的寻址方式	23
第2章 西门子 S7-200 系列 PLC 指令系统	25
2.1 S7-200 系列 PLC 基本指令及应用	25
2.1.1 基本逻辑指令	25
2.1.2 程序控制指令	45
2.1.3 顺序控制指令	53
2.2 S7-200 系列 PLC 功能指令及应用	56
2.2.1 数据处理指令	56
2.2.2 算术运算、逻辑运算指令	66
2.2.3 表功能指令	74
2.2.4 转换指令	78
2.3 S7-200 系列 PLC 特殊功能指令及应用	83
2.3.1 高速处理指令	83
2.3.2 中断指令	99
2.3.3 比例/积分/微分指令	103
2.3.4 时钟指令	110
第3章 STEP 7-Micro/WIN 编程软件及安装使用	112
3.1 STEP 7-Micro/WIN 概述	112
3.1.1 S7-200 系列 PLC 编程系统简介	112
3.1.2 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的安装	112
3.2 STEP 7-Micro/WIN32 编程软件及使用方法	120
3.2.1 STEP 7-Micro/WIN32 编程软件简介	120
3.2.2 使用 STEP 7-Micro/WIN32 编程前的准备	127
3.2.3 使用 STEP 7-Micro/WIN32 编程	128

3.3 通信	139
3.3.1 通信网络的配置	139
3.3.2 上传、下载	140
3.4 程序的调试与监控	141
3.4.1 选择工作方式	141
3.4.2 程序状态显示	141
3.4.3 状态图显示	142
3.4.4 执行有限次扫描	144
3.4.5 查看交叉引用	145
3.4.6 运行监控	146
3.5 项目管理	148
3.5.1 打印	148
3.5.2 导入/导出文件	149
第4章 西门子 S7-200 系列 PLC 控制系统的应用设计	150
4.1 PLC 控制系统的总体设计	150
4.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	150
4.1.2 PLC 控制系统的类型	150
4.1.3 PLC 控制系统设计的基本内容	152
4.1.4 PLC 控制系统设计的步骤	153
4.1.5 PLC 程序设计的常用方法	157
4.2 提高 PLC 控制系统的可靠性	168
4.2.1 电磁干扰类型	169
4.2.2 电磁干扰的主要来源	169
4.2.3 PLC 控制系统工程应用的抗干扰设计	171
4.2.4 PLC 控制系统主要的抗干扰措施	171
4.3 PLC 控制系统应用实例	175
4.3.1 PLC 在步进电动机控制中的应用	175
4.3.2 PLC 在机械手控制中的应用	184
第5章 西门子 S7-200 系列 PLC 的网络通信	194
5.1 PLC 网络通信的基本概念	194
5.1.1 通信的基本概念	194
5.1.2 差错控制	198
5.1.3 串行通信接口标准	199
5.2 工业局域网的基本要素	200
5.2.1 网络拓扑结构	200
5.2.2 网络通信协议	201
5.2.3 现场总线	202
5.3 S7-200 系列 PLC 的网络通信	202
5.3.1 S7-200 系列 PLC 网络层级结构	202
5.3.2 S7-200 系列 PLC 网络通信基础知识	203
5.3.3 S7-200 系列 PLC 网络通信协议	205
5.4 S7-200 系列 PLC 网络通信部件	207
5.4.1 通信端口	207

5.4.2	连接电缆	208
5.4.3	CP 通信卡	211
5.4.4	网络连接	211
5.4.5	网络中继器	211
5.4.6	EM277 PROFIBUS-DP 模块	212
5.5	S7-200 系列 PLC 的通信指令	212
5.5.1	发送指令和接收指令	213
5.5.2	网络读/写指令	214
5.5.3	USS 通信指令	215
第 6 章	西门子 S7-200 系列 PLC 的安装与维护	218
6.1	S7-200 系列 PLC 的安装	218
6.1.1	S7-200 系列 PLC 安装时应遵守的技术规范	218
6.1.2	S7-200 系列 PLC 安装的基本要求	219
6.1.3	S7-200 系列 PLC 的安装操作	221
6.1.4	通信网络元器件的安装操作	223
6.2	S7-200 系列 PLC 的维护及故障诊断	224
6.2.1	S7-200 系列 PLC 的维护	224
6.2.2	S7-200 系列 PLC 的故障诊断	225
参考文献		229

第 1 章 西门子 S7-200 系列 PLC 基础入门

本章首先对西门子 S7-200 系列 PLC 的系统组成（包括硬件组成和其他相关构件）以及 PLC 内部资源、寻址方式等基础知识作了简要的介绍。

1.1 可编程序控制器（PLC）概述

在尚未介绍 S7-200 系列 PLC 相关内容之前，先来对 PLC 作简单的了解。

1.1.1 PLC 的概念、功能及应用

（一）PLC 的概念

1987 年国际电工委员会（International Electrical Committee）颁布的 PLC 标准草案对 PLC 做了如下定义：

PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。

PLC 的应用面广、功能强大、使用方便，已经成为当代工业自动化的主要支柱之一，在工业生产的所有领域得到了广泛的使用。



可编程序控制器，简称为 PLC，英文全称为 Programmable Logic Controller。

（二）PLC 的应用领域

PLC 的应用领域主要包括以下几个方面：

1. 逻辑控制

PLC 具有“与”、“或”、“非”等逻辑运算的能力，可以实现逻辑运算，用触点和电路的串、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等。



数字量逻辑控制可以用于单台设备、自动生产线，在微电子、家电行业也有广泛的应用。

2. 运动控制

PLC 使用专门的运动控制模块或灵活运用指令，使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。随着变频器、电动机起动器的普及，PLC 可以与变频器结合，使运动控制功能更为强大，并且广泛地应用于各种机械，如金属切削机床、装配机械、机器人、电梯等场合。

3. 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实现的闭环控制。当控制过程中某一个输出变量出现偏差时, PLC 按照 PID 控制算法计算出相应的输出, 使输出变量保持在设定值上。PLC 的过程控制功能已经广泛应用在化工、机械、轻工、冶金、电力、建材等行业。



现代 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能。

4. 数据处理

现代 PLC 具有数字运算、数据传送、转换、排序、查表和位操作等功能, 可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以是运算的中间参考值, 也可以是通过通信功能传送到别的智能装置上, 或者将它们保存、打印。数据处理一般用于大型控制系统 (如无人柔性制造系统), 也可以用于过程控制系统 (如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统)。

5. 通信联网

近些年来, 随着计算机网络和计算机控制技术的发展, 工厂自动化 (FA) 网络系统正在兴起。通过网络系统, PLC 可和远程 I/O 进行通信, 多台 PLC 之间及 PLC 和其他智能设备 (如计算机、变频器、数控装置等) 之间也可以相互交换数字信息, 形成一个统一的整体, 实现分散控制或集中控制。

1.1.2 PLC 的分类、基本构成及工作原理

(一) PLC 的分类

PLC 的分类情况见表 1-1。

表 1-1 PLC 的分类

分类方法	类 型	功能及特性
按结构形式分类	整体式 PLC	将 CPU、I/O 单元、电源、通信等部件集成到一个机壳内的称为整体式 PLC。整体式 PLC 由不同 I/O 口数的基本单元 (又称主机) 和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口以及与编程器相连的接口。扩展单元内只有 I/O 接口和电源等, 没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。它还配备特殊的功能单元, 如模拟量单元、位置控制单元等, 使其功能得以扩展。整体式 PLC 一般都是小型机
	模块式 PLC	模块式 PLC 是将 PLC 的每个工作单元都制成独立的模块, 如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块 (有的含在 CPU 模块中) 以及各种功能模块。模块式 PLC 由母板 (或框架) 及各种模块组成。把这些模块按控制系统需要选取后, 安插到母板上, 就构成了一个完整的 PLC 系统。大、中型 PLC 一般都采用模块式结构
按控制规模 (I/O 口数量的多少) 分类	微型 PLC	I/O 口数小于 64 的 PLC 为超小型或微型 PLC
	小型 PLC	I/O 口数为 256 以下, 用户程序存储容量小于 8KB 的为小型 PLC。它可以连接开关量和模拟量 I/O 模块以及其他各种特殊功能模块, 能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网等功能
	中型 PLC	I/O 口数在 256 ~ 2048 之间的为中型 PLC。它除了具有小型机所能实现的功能外, 还具有强大的通信联网功能、丰富的指令系统、大的内存容量和快的扫描速度
	大型 PLC	I/O 口数为 2048 以上的为大型 PLC。它具有极强的软件和硬件功能、自诊断功能、通信联网功能, 它可以构成三级通信网, 实现工厂生产管理自动化

(二) PLC 的基本构成

PLC 内部主要由中央处理单元 (CPU)、存储器 (ROM/RAM)、输入/输出 (I/O) 单元、电源单元、通信接口、扩展接口等部分组成, 如图 1-1 所示。

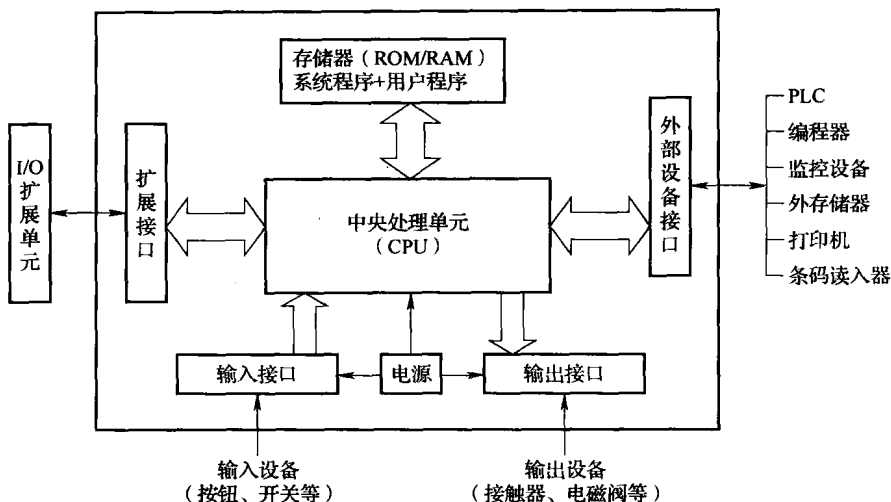


图 1-1 PLC 的基本构成示意图

1. 中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 一般由控制器、运算器、寄存器等组成。CPU 是 PLC 的核心, 一切逻辑运算及判断都是由它完成的, 并控制所有其他部件的操作。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储器、I/O 接口电路等相连接。

CPU 的主要功能有: 从存储器中读取指令、执行指令、处理中断等。



用户程序和数据存放在存储器中, 当 PLC 处于运行方式时, CPU 按扫描方式工作, 从用户程序第一条指令开始, 直至用户程序的最后一条指令, 不停地进行周期性扫描, 每扫描完成一次, 用户程序就执行一次。

2. 存储器 (ROM/RAM)

PLC 存储器主要有两种: 一种是可进行读/写操作的随机存储器 (RAM); 另一种是只读存储器 (ROM、PROM、EPROM 和 E²PROM)。在 PLC 中, 存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。



系统程序关系到 PLC 的性能, 而且在 PLC 使用过程中不会发生变动, 由制造厂家直接固化在 ROM、PROM 或 EPROM 中, 用户不能访问和修改。

(1) 系统程序 系统程序是由 PLC 的制造厂家编写的, 和 PLC 的硬件组成有关, 用以完成系统诊断、命令解释、功能子程序调用管理、逻辑运算、通信及各种参数设置等功能, 提供 PLC 运行的平台。

(2) 用户程序 用户程序是由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序。为了便于读出、检查和修改,用户程序一般存放于 CMOS 静态 RAM 中,用锂电池作为后备电源,以保证掉电时不会丢失信息。为了防止干扰对 RAM 中程序的破坏,当用户程序经调试运行正常且不需要改变时,可将其固化在只读存储器 EPROM 中。

(3) 工作数据 工作数据是 PLC 运行过程中经常变化、存取的一些数据,存放在 RAM 中,以适应随机存取的要求。在 PLC 的工作数据存储区中,设有存放输入/输出继电器、辅助继电器、定时器、计数器等逻辑器件的存储区,这些器件的状态都是由用户程序的初始设置和运行情况而确定的。根据需要,部分数据在掉电时用后备电池维持其现有的状态,这部分在掉电时可保存数据的存储区域称为保持数据区。



现在有许多 PLC 直接采用 E²PROM 作为用户存储器。

3. 输入/输出单元

输入/输出 (I/O) 单元是 PLC 与工业生产现场之间的连接部件。

(1) 输入单元 (接口) 输入单元 (接口) 用于接收输入设备 (如按钮、行程开关、传感器等) 的控制信号,通过接口电路将这些信号转换成 CPU 能够识别和处理的信号,并存放于输入映像寄存器中。运行时,CPU 从输入映像寄存器中读取输入信息并进行处理,并将处理结果存放于输出映像寄存器中。



由于系统程序及工作数据与用户没有直接联系,所以在 PLC 产品样本或使用手册中所列存储器的形式及容量是指用户程序存储器。为了防止 PLC 提供的用户存储器容量不够用,许多 PLC 还提供有存储器扩展功能。

(2) 输出单元 (接口) 输出单元 (接口) 用于将经主机处理过的结果通过输出电路去驱动输出设备 (如接触器、电磁阀、指示灯等)。

4. 电源单元

电源单元将外界提供的电源转换成 PLC 的工作电源后提供给 PLC。有些电源单元也可以作为负载的工作电源,通过 PLC 的 I/O 接口向负载提供 DC 24V 电源。

PLC 的电源一般采用开关电源,输入电压范围宽,抗干扰能力强。电源单元的输入与输出之间有可靠的隔离,以确保外界的扰动不会影响到 PLC 的正常工作。

电源单元还提供掉电保护电路和后备电池,以维持部分 RAM 存储器的内容在外界电源断电后不会丢失。在面板上通常由发光二极管 (LED) 指示电源的工作状态,以便于判断电源工作是否正常。

5. 接口单元

接口单元包括扩展接口、通信接口、编程器接口和存储器接口等。

PLC 的 I/O 单元也是接口单元,它的主要作用是完成 PLC 与工业现场之间电信号的往来联系。除此之外,PLC 与其他外界设备和信号的联系都需要相应的接口单元。

(1) I/O 扩展接口 I/O 扩展接口用于将扩充的外部 I/O 接口等扩展单元与基本单元

(即主机)连接在一起。

(2) 通信接口 PLC 配有多种通信接口,并通过这些通信接口可以与监视器、打印机、其他 PLC 或计算机相连。

- 1) 当 PLC 与打印机相连时,可将过程信息、系统参数等输出打印。
 - 2) 当与监视器 (CRT) 相连时,可将过程实时显示出来。
 - 3) 当与其他 PLC 相连时,可以组成多机系统或连接成网络,实现更大规模的控制。
 - 4) 当与计算机相连时,可以组成多级控制系统,实现控制与管理相结合的综合系统。
- 5) 远程 I/O 系统也必须配备相应的通信接口模块。



通信单元一般自带 CPU,因此能独立完成数据的收发工作,基本不占用主机 CPU 的时间,与主机 CPU 只交换少量的数据即可完成通信工作。

(3) 编程器接口 编程器接口是连接编程器的,因为 PLC 通常是不带编程器的,为了能对 PLC 编程和监控,PLC 专门设置有编程器接口。通过这个接口可以连接各种形式的编程装置,还可以利用此接口做通信、监控工作。

(4) 存储器接口 存储器接口是为了扩展存储区而设置的,用于扩展用户程序存储区和用户数据参数存储区,可以根据需要扩展存储器,其内部接到总线上。

(5) 智能接口模块 智能接口模块是一个独立的计算机系统,它有独立的 CPU、系统程序、存储器以及与 PLC 系统总线相连的接口。PLC 的智能接口模块种类很多,如高速计数模块、闭环控制模块、运动控制模块、中断控制模块等。



智能接口模块作为 PLC 系统的一个模块,通过总线与 PLC 相连进行数据交换,并在 PLC 的协调管理下独立地进行工作。

6. 外部设备

(1) 编程器 编程器的作用是供用户进行程序的编制、编辑、调试和监视。编程器有简易型和智能型两类。

1) 简易型编程器。简易型编程器只能联机编程,而且需要将梯形图转化为机器语言助记符 (指令表),然后才能输入。一般由简易键盘和发光二极管或其他显示器件组成。

2) 智能型编程器。智能型编程器又称为图形编程器,可以联机,也可以脱机编程,具有 LCD 或 CRT 图形显示功能,可以直接输入梯形图,并且通过屏幕对话。

目前,大部分 PLC 可以利用微机作为编程器,这时微机应配有相应的编程软件包。如果要直接与 PLC 通信,还要配置相应的通信电缆及通信卡。

(2) 监控器 PLC 将现场数据实时上传给监控器,监控器将这些数据动态实时显示出来,以便操作人员和技术人员随时掌握系统运行的情况。操作人员通过监控器向 PLC 发送控制指令,并把具有这种功能的设备称为人机界面设备。



PLC 厂家通常都提供专用的人机界面设备，目前使用较多的有操作屏和触摸屏等。这两种设备均采用液晶显示屏，通过专用的开发软件可设计用户工艺流程图，与 PLC 联机后能够实现现场数据的实时显示。

(3) 存储设备 存储设备用于保存用户数据，避免用户程序丢失。它有存储卡、存储磁带、软磁盘与只读存储器等多种形式，配合这些存储载体，有相应的读写设备和接口部件。

(4) 输入/输出设备 输入/输出设备是用于输入信号和输出信号的专用设备，例如条码读入器、打印机等。

(三) PLC 的工作原理及过程

PLC 采用“顺序扫描、不断循环”的工作方式。这个工作过程一般包括五个阶段：内部处理、通信处理、输入扫描、执行用户程序和输出刷新，整个过程扫描并执行一次所需的时间称为扫描周期。PLC 的工作原理如图 1-2 所示。

图 1-2 中，当 PLC 方式开关置于 RUN 方式时，执行所有阶段；当方式开关置于 STOP 方式时，不执行后三个阶段。此时可进行通信处理，例如对 PLC 联机或离线编程。

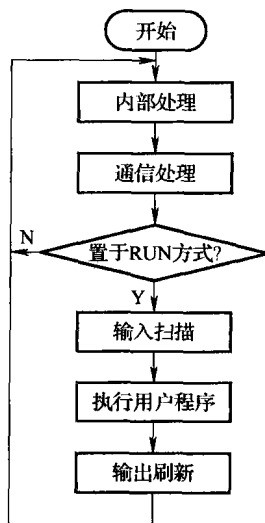


图 1-2 PLC 的工作原理



对于不同型号的 PLC，扫描过程中各步的顺序可能不同，这是由 PLC 内部的系统程序所决定的。

1. 内部处理

PLC 在内部处理阶段，CPU 会检测主机硬件，同时也检查所有 I/O 模块的状态；在 RUN 模式下，还检测用户程序存储器。如果发现异常，则停机并显示出错误信息。如果自诊断正常，则继续向下扫描。

2. 通信处理

CPU 在扫描周期的信息处理阶段，会自动监测并处理各通信端口接收到的信息，即检查是否有编程器、计算机等的通信请求，若有则进行相应处理，在这一阶段完成数据通信任务。

3. 输入扫描

PLC 在输入扫描阶段，以扫描方式顺序读入所有输入端的通/断状态和输入数据，并将此状态存入输入状态寄存器，即输入刷新；接着转入程序执行阶段。在程序执行期间，即使输入状态发生变化，输入状态寄存器的内容也不会改变，只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能读入发生变化的输入状态。

4. 执行用户程序

PLC 在执行用户程序阶段，按先左后右、先上后下的顺序，执行程序指令。其过程为：从输入状态寄存器和其他元件状态寄存器中读出有关元件的通/断状态，并根据用户程序进行算术或逻辑运算，运算结果存入有关的寄存器中。

5. 输出刷新

在所有的指令执行完毕后, PLC 将各物理继电器对应的输出状态寄存器的通/断状态, 在输出刷新阶段转存到输出寄存器, 去控制各物理继电器的通/断状态, 这才是 PLC 的实际输出。

1.1.3 西门子 S7-200 系列 PLC 简介

德国西门子公司是世界上较早研制和生产 PLC 产品的主要厂家之一, 也是技术先进、性能优越、适用配套性较强的 PLC 设备生产厂家之一。



西门子公司的 PLC 发展到现在已经有很多系列产品, 如 S5、S7、C7、M7 系列等。

S7 系列 PLC 是在 S5 系列基础上研制出来的, 它由微型 S7-200 系列、小型 S7-1200 系列、中小型 S7-300 系列、中大型 S7-400 系列组成。其中小型 S7-1200 系列是西门子公司近两年来最新推出的小型 PLC, 代表了下一代 PLC 的发展方向。

对于大、中型 S7-300/400 系列和小型 S7-1200 系列 PLC, 在本套《轻松学 PLC 技术丛书》的另外分册中有介绍, 下面主要介绍 S7-200 系列 PLC 的相关知识。

S7-200 系列 PLC 具有功能强大 (许多功能已经能够达到大、中型 PLC 的水平)、体积小、价格低等优点, 因此一经推出, 就受到了广大技术人员的关注和青睐。

S7-200 系列 PLC 已经经历了两代产品的发展。

第一代产品的 CPU 模块为 CPU 21x, 主机都可以扩展, 它有 CPU 212、CPU 214、CPU 215 和 CPU 216 等四种不同结构配置的 CPU 单元, 不过现在已经停止生产。

第二代产品的 CPU 模块为 CPU 22x (它是 CPU 21x 的替代品), 于 21 世纪投放市场。它具有速度快、通信能力强等特点, 有五种不同的 CPU 结构配置单元。

S7-200 推出的 CPU 22x 系列 PLC 具有多种可供选择的特殊功能模块和人机界面 (HMI), 所以系统容易集成, 并且可以非常方便地组成 PLC 网络, 同时还拥有功能齐全的编程和工业控制组态软件。因此, 在设计控制系统时更加方便、简单, 可以完成大部分的功能控制任务。

1.2 S7-200 系列 PLC 的系统组成

S7-200 系列 PLC 是西门子公司生产的一种小型 PLC, 以结构紧凑、扩展性良好、指令功能强大、价格低廉等优势成为当代各种小型控制工程的理想控制器。



S7-200 系列 PLC 的 STEP 7-Micro/WIN 编程软件可以方便地在 Windows 环境下对 PLC 编程、调试、监控, 使 PLC 的编程更加方便、快捷。

S7-200 系列 PLC 包含一个单独的 CPU 和各种可选择的扩展模块, 可以十分方便地组成不同规模的控制系统, 控制规模可以从几点到几百点; S7-200 系列 PLC 还可以方便地组成

PLC-PLC、微机-PLC 网络，完成规模更大的工程。

1.2.1 S7-200 系列 PLC 系统组成概述

S7-200 系列 PLC 的系统组成如图 1-3 所示，它主要由以下几个部分组成。

1. 基本单元

基本单元可以称为 CPU 模块，有的又称为主机或者本机。CPU 模块是 PLC 的主要部分，主要包括 CPU、存储器、基本输入/输出（即 I/O）接口和电源等。

2. 扩展单元

当主机 I/O 接口数量不能满足控制系统的要求时，用户可以根据需要扩展各种 I/O 模块或者特殊功能模块。

3. 相关设备

为了充分利用系统硬件和软件资源，开发了有一些相关设备（主要包括编程设备、网络设备和人机操作界面等）。

4. 工业软件

工业软件是指为了能够更好地管理和使用以上设备而开发的配套程序。它主要由标准工具、工程工具、运行软件和人机接口软件等几大类组成。

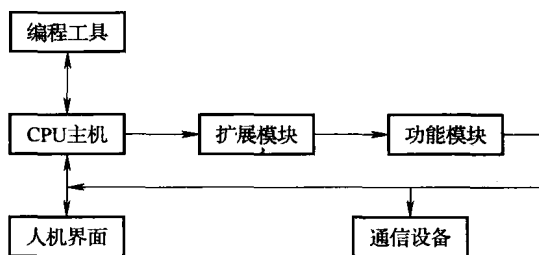


图 1-3 S7-200 系列 PLC 的系统组成

1.2.2 S7-200 系列 PLC 的硬件组成

（一）基本单元

1. 主机外形结构

基本单元（S7-200 系列 PLC 的 CPU 模块）也称为主机，由中央处理单元（CPU）、数字 I/O 接口、通信接口及电源单元组成，它们紧凑地安装在一个独立的装置中，构成一个独立的控制系统。如图 1-4 所示。

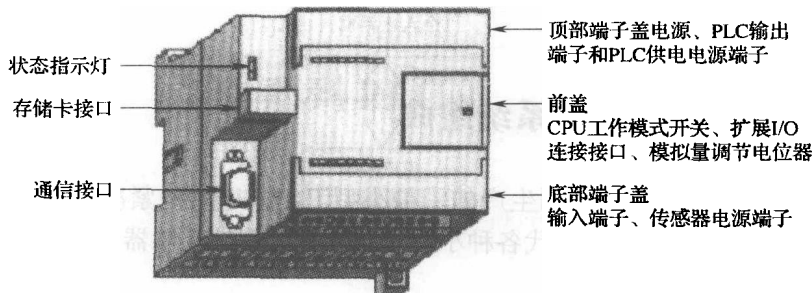


图 1-4 S7-200 系列 PLC 主机外形结构图

如图 1-4 所示，CPU 模块的顶部端子盖内有 PLC 输出端子和 PLC 供电电源端子；底部端子盖内有输入端子和传感器电源端子；中部右侧的前盖内有 CPU 工作模式开关、扩展 I/O 连接接口和模拟量调节电位器；模块左侧分别有状态指示灯（LED）、存储卡接口、通信

接口。

(1) 中央处理单元 (CPU) 中央处理单元 (CPU) 分为控制单元、运算单元、存储单元和时钟单元等组成部分, 是系统的控制中心, 数据的处理中心。

(2) 输入/输出端子 输入/输出端子是 PLC 与外部输入信号、外部负载联系的窗口。输入端子的运行状态由底部端子盖上方一排指示灯显示, “ON” 状态对应指示灯亮; 输出端子的运行状态由顶部端子盖下方一排指示灯显示, “ON” 状态对应指示灯亮。

(3) CPU 工作模式开关 CPU 工作模式开关供切换 PLC 状态时使用。将开关拨向 “STOP” 位置时, PLC 处于停电状态, 此时可以对其编写程序; 将开关拨向 “RUN” 位置时, PLC 处于运行状态, 不具备在线编程功能时不能对其编写程序; 将开关拨向监控 (Term) 状态时, PLC 可以运行程序, 同时还可以监视程序运行的状态。

(4) 扩展 I/O 连接接口 扩展 I/O 连接接口是 PLC 主机为扩展输入/输出接口数和类型的部件, 有并行接口、串行接口和双口存储器接口等多种形式。



主机与扩展模块间用扩展电信电缆连接, 由导轨安装固定。

(5) 状态指示灯 (LED) 状态指示灯 (LED) 用于显示 CPU 所处的工作状态:

SF——System Fault 系统错误;

RUN——运行;

STOP——停止。

(6) 存储卡接口 存储卡接口可以插入存储卡 (E²PROM 卡) 以存储 CPU 程序。

(7) 通信接口 通信接口可以连接 RS-485 总线的通信电缆, 联系外设、上位机、下位机, 是人—机对话、机—机对话的通道, 能进行串行/并行数据的转换、通信格式的识别、数据传输的出错检验、信号电平的转换等。



型号中带 XP 的 PLC 是具有两个 0~10V 模拟量输入和一个 0~10V 模拟量输出再加两个通信口 (PC/PPI 协议), 其 CPU 性能比不带 XP 的优越; 型号加 CN 表示 “中国制造”; CPU 226XM 只是比 CPU 226 增大了程序和数据存储空间。

2. S7-200 系列 PLC 的 CPU 模块

S7-200 系列 PLC 中有 CPU 221、CPU 222、CPU 224、CPU 226 共四种不同的基本型号, 包含十小类 CPU 模块可供选择使用, 各小类又有 DC 电源/DC 输入/DC 输出与 AC 电源/AC 输入/继电器输出的两个具有不同的电源电压和控制电压的分类。

上述系列 PLC 的编程软件全部采用 STEP 7-Micro/WIN (四种 CN 要求 4.0 SP3 及以上版本), 它们的布尔量运算执行时间 (每条二进制语句执行时间) 全为 0.22 μ s, 它们的标志寄存器/计数器/定时器全为 CPU 256, 外部硬件中断 (外设发出的中断请求) 引脚全为 4。集成的负载电源 24V 直接连接到传感器和变送器 (执行器)。

S7-200 系列 PLC 中的 CPU 22x 系列 CPU 的主要技术参数见表 1-2。

表 1-2 S7-200 系列 PLC 中 CPU 22x 系列 CPU 的主要技术参数

S7-200 PLC	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226(XM)
集成 DI/DO	6/4	8/6	14/10	14/10	24/16
最多可扩展数	不可扩展	2 个模块	7 个模块	7 个模块	7 个模块
最大可扩展 DI/DO 范围	不可扩展	78 点	168 点	168 点	248 点
最大可扩展 AI/AO 范围	不可扩展	10 点	35 点	38 点	35 点
用户程序区 (在线/非在线)	4KB/4KB	4KB/4KB	8KB/12KB	12KB/16KB	16KB/24KB
数据存储区	2KB	2KB	8KB	10KB	10KB
高速计数器	4 个 30kHz	4 个 30kHz	6 个 30kHz	6 个 100kHz	6 个 30kHz
高速脉冲输出	2 个 20kHz	2 个 20kHz	2 个 20kHz	2 个 100kHz	2 个 20kHz
通信接口	1 个 RS-485	1 个 RS-485	1 个 RS-485	2 个 RS-485	2 个 RS-485
支持的通信协议	PPI, MPI, 自由口	PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP	PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP	PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP	PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP
外形尺寸	90mm × 80mm × 62mm	90mm × 80mm × 62mm	120mm × 80mm × 62mm	140mm × 80mm × 62mm	196mm × 80mm × 62mm
S7-200 PLC	CPU 222 CN		CPU 224 CN	CPU 224XP CN	CPU 226 CN
集成 DI/DO	8/6		14/10	14/10	24/16
最多可扩展数	2 个模块		7 个模块	7 个模块	7 个模块
最大可扩展 DI/DO 范围	78 点		168 点	168 点	248 点
最大可扩展 AI/AO 范围	10 点		35 点	38 点	35 点
用户程序区	4KB		8KB	12KB	16KB
数据存储区	2KB		8KB	10KB	10KB
高速计数器单相	4 个 30kHz		6 个 30kHz	4 路 30kHz	6 个 30kHz
				2 路 200kHz	
高速计数器双相	2 路 20kHz		4 路 20kHz	3 路 20kHz	4 路 20kHz
				1 路 100kHz	
高速脉冲输出	2 路 20kHz (仅限于 DC 输出)		2 路 20kHz (仅限于 DC 输出)	2 路 100kHz (仅限于 DC 输出)	2 路 20kHz (仅限于 DC 输出)
通信接口	1 个 RS-485		1 个 RS-485	2 个 RS-485	2 个 RS-485
支持的通信协议	PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP		PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP	PPI, MPI, 自由口, PROFIBUS-DP	PPI, MPI, 自由 口, PROFIBUS-DP
外形尺寸	90mm × 80mm × 62mm		120.5mm × 80mm × 62mm	140mm × 80mm × 62mm	196mm × 80mm × 62mm

(二) 扩展单元

当主机 I/O 接口数量不能满足控制系统的要求时,就需要对 I/O 模块或者特殊功能模块进行扩展,用户可以根据需要来控制 I/O 模块或者特殊功能模块的个数。

1. I/O 扩展模块

S7-200 系列 PLC 中的 I/O 扩展模块是系统的控制点:输入信号来自传感器和开关等现