



工业自动化实用技术丛书

GONGYE ZIDONGHUA SHIYONG JISHU CONGSHU

西门子S7-200系列

PLC

快速入门与实践

■ 谢丽萍 王占富 岂兴明 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业自动化实用技术丛书

GONGYE ZIDONGHUA SHIYONG JISHU CONGSHU

西门子S7-200系列

PLC

快速入门与实践

■ 谢丽萍 王占富 岂兴明 主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

西门子S7-200系列PLC快速入门与实践 / 谢丽萍, 王占富, 岂兴明主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2010.5
(工业自动化实用技术丛书)
ISBN 978-7-115-22209-1

I. ①西… II. ①谢… ②王… ③岂… III. ①可编程
序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第009281号

内 容 提 要

本书主要介绍西门子公司 S7-200 系列 PLC 的硬件资源、指令系统等基础知识, 并详细讲解了编程软件的安装和使用方法、PLC 控制系统的设计方法与步骤, 并通过 10 个综合实例介绍了 S7-200 系列 PLC 在控制领域的应用与开发方法。本书采用图、表、文相结合的方法, 使书中的内容通俗易懂又不失专业性。

本书可供工程技术人员自学使用, 还可作为相关专业培训的参考教材。

工业自动化实用技术丛书

西门子 S7-200 系列 PLC 快速入门与实践

-
- ◆ 主 编 谢丽萍 王占富 岂兴明
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 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>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24.25
字数: 588 千字
印数: 1—4 000 册
- 2010 年 5 月第 1 版
2010 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22209-1

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

前 言

可编程控制器（PLC）以微处理器为核心，将微型计算机技术、自动控制技术及网络通信技术有机地融为一体，是应用十分广泛的工业自动化控制装置。PLC 应用技术具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点，不仅可以取代继电器控制系统，还可以进行复杂的生产过程控制以及应用于工厂自动化网络，它已成为现代工业控制的四大支柱技术（可编程控制器技术、机器人技术、CAD/CAM 技术和数控技术）之一。因此，学习、掌握和应用 PLC 技术已成为工程技术人员的需求。

西门子公司生产的 PLC 可靠性高，在我国的应用很广泛。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 属于小型 PLC（如无特殊说明，书中提到的 S7-200 PLC 均指 S7-200 系列 PLC）。西门子公司虽然对其产品编写了相应的硬件安装手册、程序编写手册和网络通信手册，但在介绍的时候对所有类型的 PLC 一视同仁，没有突出介绍现阶段重点使用的几种类型。并且有的参考手册是英文版的，这就要求用户具有较高的英语水平，给 PLC 的普及和学习带来了一定的困难。

本书从 PLC 技术初学者自学的角度出发，由浅入深地从入门、提高、实践三个方面介绍 S7-200 系列 PLC 的基础知识和应用开发方法。书中内容包括 S7-200 系列 PLC 硬件及其内部资源、基本指令系统、编程系统使用方法、应用系统设计方法、PLC 的网络与通信技术，并通过 10 个综合实例详细介绍了 S7-200 系列 PLC 在电气控制系统、机电控制系统和日常生活中的应用开发方法。本书在编写时力图文字精练，分析步骤详细、清晰，且图、文、表相结合，内容充实、通俗易懂。读者通过本书的学习，可以全面快速地掌握 S7-200 系列 PLC 的应用方法。本书适合广大初中级工控技术人员自学之用，也可供技术培训及在职人员进修学习使用。书中部分实例程序可从人民邮电出版社网站（<http://www.ptpress.com.cn>）查询下载。

本书由谢丽萍、王占富、岂兴明主编，付亚超、郭正彪、王真真、矫津毅、钟丰灿、朱冬、陈柯、邢朝阳、章巧娟、汪国民、龚明杨、张君、刘增莲、矫志斌、刘佳、张成兰等人参与了资料整理和部分编写工作。

由于我们水平有限且编写时间仓促，书中如有疏漏之处欢迎广大读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

目 录

入 门 篇

第 1 章 S7-200 系列 PLC 的硬件及其内部资源	3
1.1 西门子 S7-200 系列 PLC 简介	3
1.2 S7-200 系列 PLC 的基本硬件单元	4
1.2.1 主机外形	4
1.2.2 存储系统	5
1.3 S7-200 系列 PLC 的扩展硬件单元	7
1.3.1 I/O 扩展模块	7
1.3.2 I/O 点数扩展和编址	8
1.4 S7-200 系列 PLC 的寻址方式	10
1.4.1 CPU224 的有效范围和特性	10
1.4.2 存储器的直接寻址	12
1.4.3 间接寻址	20
本章小结	22
第 2 章 S7-200 系列 PLC 的基本指令系统	23
2.1 基本逻辑指令	23
2.1.1 标准触点指令	23
2.1.2 输出指令	24
2.1.3 置位和复位指令	25
2.2 立即 I/O 指令	25
2.2.1 立即触点指令	26
2.2.2 立即输出指令	26
2.2.3 立即置位和立即复位指令	27
2.3 电路块串、并联指令	28
2.4 多路输出指令	28
2.5 计时器和计数器指令	30
2.5.1 计时器和计数器指令	30
2.5.2 计数器指令	33
2.6 正（负）跳变触点指令	35

2.7	顺序控制继电器指令	36
2.8	比较触点指令	39
	本章小结	41
第 3 章	S7-200 系列 PLC 的功能指令	42
3.1	程序控制指令	42
3.1.1	有条件结束 (END) 指令	42
3.1.2	暂停 (STOP) 指令	42
3.1.3	监视计时器复位 (WDR) 指令	43
3.1.4	跳转 (JMP) 与标号 (LBL) 指令	43
3.1.5	循环指令 (FOR、NEXT)	44
3.1.6	子程序指令	45
3.2	传送指令	47
3.2.1	数据传送指令	47
3.2.2	数据块传送指令	49
3.3	逻辑操作指令	50
3.3.1	逻辑“与”指令	50
3.3.2	逻辑“或”指令	51
3.3.3	逻辑“取反”指令	52
3.3.4	逻辑“异或”指令	52
3.4	移位和循环移位指令	53
3.4.1	右移位指令	53
3.4.2	左移位指令	54
3.4.3	循环右移位指令	55
3.4.4	循环左移位指令	55
3.5	数学运算指令	56
3.5.1	加法指令	56
3.5.2	减法指令	58
3.5.3	乘法指令	58
3.5.4	除法指令	59
3.5.5	递增和递减指令	60
3.5.6	数学功能指令	62
3.6	高速运算指令	66
3.6.1	高速计数器简介	66
3.6.2	使用高速计数器	66
3.6.3	理解高速计数器的时序	66
3.6.4	访问高速计数器 (HC)	69
3.6.5	高速计数器输入线的连接	70
3.6.6	对高速计数器的理解	72

3.7 中断指令	75
3.7.1 中断的种类和优先级	75
3.7.2 中断指令	76
3.8 PID 指令	77
3.8.1 PID 回路	77
3.8.2 PID 算法	77
3.8.3 PID 指令	80
3.8.4 PID 指令的使用	80
3.8.5 PID 的实际应用	81
3.9 数据转换指令	84
3.9.1 数据类型转换指令	84
3.9.2 编码和译码指令	85
3.9.3 段码指令	86
3.9.4 ASCII 码转换指令	87
3.9.5 字符串转换指令	89
3.10 其他功能指令	90
3.10.1 时钟指令	90
3.10.2 脉冲输出指令	91
本章小结	95

提 高 篇

第 4 章 S7-200 系列 PLC 的编程系统	99
4.1 S7-200 系列 PLC 编程系统简介	99
4.2 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的安装	99
4.2.1 编程软件的系统要求	99
4.2.2 编程软件 STEP 7-Micro/WIN 的安装方法	100
4.2.3 设置编程软件的中文界面	103
4.2.4 编程软件参数设置	104
4.3 STEP 7-Micro/WIN32 编程软件简介	106
4.3.1 STEP 7-Micro/WIN32 的基本功能	106
4.3.2 STEP 7-Micro/WIN32 的窗口组件	106
4.3.3 STEP 7-Micro/WIN32 主菜单功能介绍	111
4.3.4 STEP 7-Micro/WIN32 的工具条	114
4.3.5 STEP 7-Micro/WIN32 软件中帮助功能的使用	116
4.4 编程前准备	118
4.4.1 指令集和编辑器的选择	118
4.4.2 根据 PLC 类型进行参数检查	118
4.5 程序的调试与监控	119

4.5.1 选择工作方式	119
4.5.2 状态图显示	120
4.5.3 执行有限次扫描	121
4.5.4 运行监控	122
本章小结	123
第 5 章 S7-200 系列 PLC 的应用系统设计	124
5.1 应用设计系统的基本知识	124
5.2 S7-200 系列 PLC 的应用系统设计	124
5.2.1 S7-200 系列 PLC 的应用系统的设计内容及设计步骤	124
5.2.2 PLC 程序设计常用的方法	130
5.3 PLC 软件设计步骤及应用举例	144
5.3.1 PLC 软件设计步骤	144
5.3.2 应用举例——机械手的模拟控制	145
本章小结	149
第 6 章 S7-200 系列 PLC 的网络与通信	150
6.1 通信的基本知识	150
6.1.1 基本概念和术语	150
6.1.2 差错控制	152
6.1.3 传输介质	154
6.1.4 串行通信接口标准	155
6.2 工业局域网基础	157
6.2.1 局域网的拓扑结构	157
6.2.2 网络协议	158
6.2.3 现场总线	159
6.3 S7-200 系列 PLC 的网络通信部件	159
6.3.1 通信端口	160
6.3.2 PC/PPI 电缆	160
6.3.3 网络连接器	162
6.3.4 PROFIBUS 网络电缆	163
6.3.5 网络中继器	163
6.3.6 EM277 PROFIBUS-DP 模块	164
6.4 S7-200 系列 PLC 网络通信	165
6.4.1 概述	166
6.4.2 西门子 S7 系列 PLC 的网络层级结构	167
6.5 S7-200 系列 PLC 的通信指令	168
6.5.1 网络读/写指令	168
6.5.2 发送和接收指令	169

6.5.3 USS 通信指令	172
本章小结	174

实 践 篇

第 7 章 S7-200 系列 PLC 在电气控制中的应用实例	177
7.1 交流双速电梯控制系统	177
7.1.1 概述	177
7.1.2 系统总体设计	179
7.1.3 硬件系统配置	181
7.1.4 软件系统设计	187
7.1.5 系统设计中的问题以及解决方法	206
7.1.6 设计小结	207
7.2 三相异步电动机自动往返正反转控制	207
7.2.1 概述	207
7.2.2 系统硬件设计	208
7.2.3 系统软件设计	211
7.3 步进电动机控制系统	214
7.3.1 系统功能说明	214
7.3.2 系统硬件设计	215
7.3.3 系统软件设计	217
7.3.4 控制系统的改进	222
7.4 城市供水系统	222
7.4.1 系统概述	222
7.4.2 系统总体设计	224
7.4.3 硬件系统配置	225
7.4.4 系统软件设计	230
7.4.5 系统设计中的问题及解决方法	247
7.4.6 设计小结	248
本章小结	248
第 8 章 S7-200 系列 PLC 在机电控制系统中的应用	249
8.1 板材切割控制系统	249
8.1.1 概述	249
8.1.2 系统总体设计	252
8.1.3 硬件系统配置	254
8.1.4 软件系统设计	257
8.1.5 系统设计中的问题及解决方法	270
8.1.6 设计小结	271



8.2 机械手控制系统	271
8.2.1 系统概述	271
8.2.2 系统硬件设计	272
8.2.3 系统软件设计	276
8.2.4 设计小结	281
8.3 桥式起重机控制系统	282
8.3.1 系统概述	282
8.3.2 系统总体设计	283
8.3.3 硬件系统配置	286
8.3.4 系统软件设计	290
8.3.5 系统设计中的问题以及解决方法	306
8.3.6 设计小结	306
本章小结	306
第 9 章 S7-200 系列 PLC 在日常生活和工业生产中的应用	307
9.1 十字路口交通灯控制系统	307
9.1.1 系统概述	307
9.1.2 系统硬件设计	309
9.1.3 系统软件设计	312
9.1.4 设计小结	314
9.2 污水处理系统	315
9.2.1 系统概述	315
9.2.2 系统总体设计	318
9.2.3 系统硬件配置	321
9.2.4 系统软件设计	326
9.2.5 系统设计中的问题及解决方法	348
9.2.6 设计小结	349
9.3 全自动洗衣机控制系统	349
9.3.1 系统概况	349
9.3.2 系统硬件设计	351
9.3.3 系统软件设计	355
9.3.4 设计小结	365
本章小结	365
附 录	366
附录 1 S7-200 系列 PLC CPU 规格	366
附录 1-1 S7-200 系列 PLC CPU 规格	366
附录 1-2 S7-200 系列 PLC CPU 电源规范	367
附录 1-3 S7-200 系列 PLC CPU 数字量输入规范	368

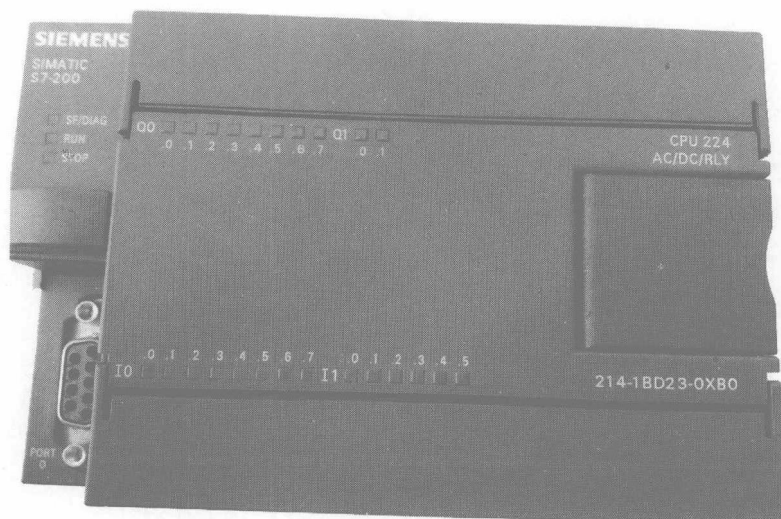
附录 1-4 S7-200 系列 PLC CPU 数字量输出规范	369
附录 2 S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块	370
附录 2-1 S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块输入规范	370
附录 2-2 S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块输出规范	370
附录 2-3 S7-200 系列 PLC 数字量扩展模块输出规范 (大电流型)	372
附录 3 S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块	373
附录 3-1 S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块输入规格	373
附录 3-2 S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块输出规范	374
参考文献	376

入门篇

第 1 章 S7-200 系列 PLC 的硬件及其内部资源

第 2 章 S7-200 系列 PLC 的基本指令系统

第 3 章 S7-200 系列 PLC 的功能指令



第 1 章 S7-200 系列 PLC 的 硬件及其内部资源

德国西门子公司生产的 S7-200 系列可编程控制器 (PLC) 是一种小型的 PLC, 它具有结构设计紧凑、扩展性良好、功能模块丰富、指令系统强大以及价格低廉等特点, 因此, S7-200 系列 PLC 可以满足多种控制系统的需要。

1.1 西门子 S7-200 系列 PLC 简介

S7-200 系列 PLC 是德国西门子公司设计和生产的一类小型 PLC。它具有功能强大 (许多功能已经能够达到大、中型 PLC 的水平)、体积小、价格低廉等很多优点。因此, S7-200 系列 PLC 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 从生产至今已经经历了两代产品的发展。

第一代产品的 CPU 模块为 CPU21*, 主机都可以扩展, 它有 CPU212、CPU214、CPU215 和 CPU216 等 4 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 CPU22*, 它于 21 世纪投放市场。它具有速度快、通信能力强的特点, 有 5 种不同的 CPU 结构配置单元。

S7-200 推出的 CPU22* 系列 PLC (它是 CPU21* 的替代产品) 系统具有多种可供选择的特殊功能模块和人机界面 (HMI), 所以其系统容易集成, 并且可以非常方便地组成 PLC 网络。它同时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。

S7-200 系列 PLC 的完整组成系统如图 1-1 所示, 它主要由以下几个部分组成。

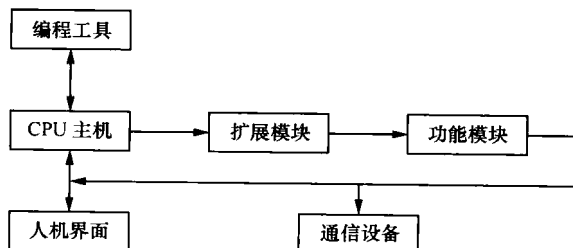


图 1-1 S7-200 系列 PLC 系统组成

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 模块包括 CPU、存储器、

基本输入/输出（即 I/O）点和电源等，是 PLC 的主要部分。实际上，CPU 模块就相当于一个完整的控制系统，因为它可以独立完成特定的控制任务。

2. 扩展单元

S7-200CPU22*系列 PLC 具有 2~7 个扩展模块，用户可以根据需要扩展各种 I/O 模块。

3. 特殊功能模块

当需要完成某些特殊功能的控制任务时，需要用到扩展模块和功能模块。它是完成某种特殊控制任务的装置。

4. 相关设备

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

5. 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。

注意：S7-200 系列中的 CPU22*系列的 PLC，它们的功能还在不断的提高和更新改进中，本文未能采用其最新的功能。下面从以下几个方面详细介绍 S7-200 系列 PLC 的硬件结构。

1.2 S7-200 系列 PLC 的基本硬件单元

S7-200 系列 PLC 由于带有部分输入/输出单元，既可以单机运行，也可以扩展其他模块运行。其特点是结构简单、体积较小，具有比较丰富的指令集，能实现多种控制功能，具有非常好的性价比，所以广泛应用于各个行业之中。

S7-200 系列 PLC 属于小型机，采用整体式结构。因此，配置系统时，当输入/输出端口数量不足时，可以通过扩展端口来增减输入/输出的数量，也可以通过扩展其他模块的方式来实现不同的控制功能。

1.2.1 主机外形

CPU22*系列 PLC 的主机，即 CPU 模块的外形图如图 1-2 所示。该模块包括一个中央处理器 CPU、数字 I/O、通信口及电源，这些器件都被集成到一个紧凑独立的设备中。该模块的主要功能为：采集的输入信号通过中央处理器运算后，将生成结果传给输出装置，然后输出点输出控制信号，驱动外部负载。

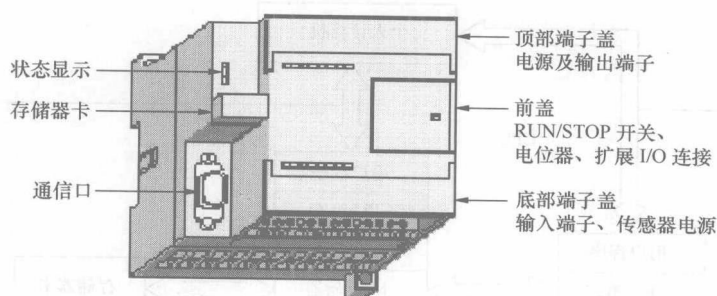


图 1-2 CPU22*系列 PLC 的主外形图

S7-200 CPU22*系列 PLC 具有以下 5 种不同 CPU 的结构配置。

① CPU221 共有 10 个 I/O 点，分别为 6 个输入点和 4 个输出点。没有扩展能力。有 1 个 RS-485 通信/编程口、2 路高速脉冲输出、4 路高速计数器（30kHz），程序和数据存储量较小，适合于点数少的控制系统。

② CPU222 共有 14 个 I/O 点，分别为 8 个输入点和 6 个输出点。1 个模拟量电位器，最多可以扩展 10 个 AI/AO 点；1 个 RS-485 通信/编程口，2 路高速脉冲输出，4 路高速计数器（30kHz）；4KB 用户程序区和 2KB 数据存储区，可以进行一定模拟量的控制和 2 个模块的扩展，2 个独立的输入端可同时作加、减计数，可连接 2 个相位差为 90° 的 A/B 相增量编码器。因此 CPU222 是应用更广泛的全功能控制器。

③ CPU224 共有 24 个 I/O 点，分别具有 14 个输入点和 10 个输出点。2 个模拟量电位器，最大可扩展 35 个 AI/AO 点。1 个 RS-485 通信/编程口，2 路高速脉冲输出，6 路高速计数器（30kHz），具有与 CPU221/222 相同的功能。与前两种 CPU 相比，其存储容量和扩展能力有很大的提高，存储量扩大了一倍，有 7 个模块可以扩展。它具有更强的模拟量处理能力，因此 CPU224 是 S7-200 系列产品中使用最多的。

④ CPU226 共有 40 个 I/O 点，分别为 24 个输入点和 16 个输出点。2 个模拟量电位器，最多可扩展 35AI/AO 点；2 个 RS-485 通信/编程口，2 路高速脉冲输出，6 路高速计数器（30kHz）；8KB 用户程序区和 5KB 数据存储区。与 CPU224 相比，增加了通信口的数量，通信能力大大增强。它主要用于点数较多，要求较高的小型或中型控制系统。

⑤ CPU226XM 是西门子公司继 CPU226 之后推出的一种增强型主机，主要在用户程序存储容量和数据存储容量上进行了扩展，其他指标与 CPU226 相同。

1.2.2 存储系统

S7-200 系列 PLC 的存储系统由 RAM 和 EEPROM 两种类型的存储器构成，如图 1-3 所示。CPU 模块内部配备了一定容量的 RAM 和 EEPROM。同时，S7-200 系列 PLC 的 CPU 模块支持可选的 EEPROM 存储器卡。CPU 模块内部的超级电容和电池模块用于长时间地保存数据，用户数据可通过主机的超级电容存储数天。如果选择电池模块的话，数据的存储时间会变得更长。

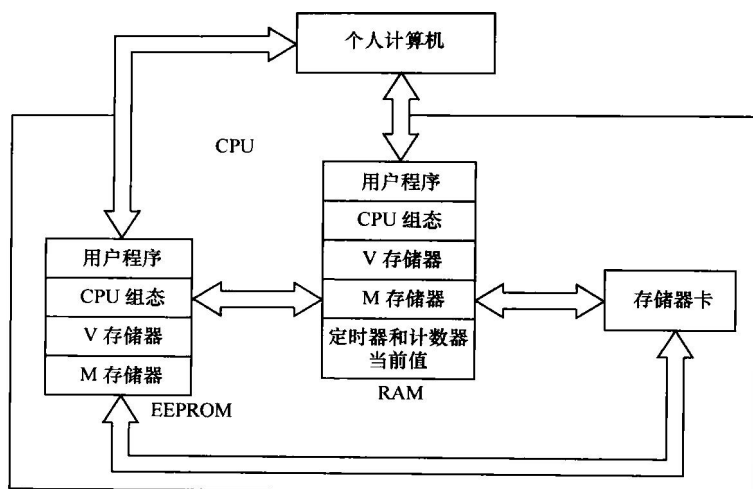


图 1-3 PLC 存储系统的组成示意图

S7-200 系列 PLC 的 CPU 存储及规格如表 1-1 所示。

表 1-1 S7-200 系列 PLC 的 CPU 规格表

主机 CPU 类型		CPU221	CPU222	CPU224	CPU226	CPU226XM
外形尺寸 (mm × mm × mm)		90 × 80 × 62	90 × 80 × 62	120.5 × 80 × 62	190 × 80 × 62	190 × 80 × 62
用户程序区 (Byte)		4096	4096	8192	8192	16384
数据存储区 (Byte)		2048	2048	5120	5120	10240
掉电保持时间 (h)		50	50	190	190	190
本机 I/O		6 入/4 出	8 入/6 出	14 入/10 出	24 入/16 出	24 入/16 出
扩展模块数量		0	2	7	7	7
高速计数器	单相 (kHz)	30 (4 路)	30 (4 路)	30 (6 路)	30 (6 路)	30 (6 路)
	双相 (kHz)	20 (2 路)	20 (2 路)	20 (4 路)	20 (4 路)	20 (4 路)
直流脉冲输出 (kHz)		20 (2 路)	20 (2 路)	20 (2 路)	20 (2 路)	20 (2 路)
模拟电位器		1	1	2	2	2
实时时钟		配时钟卡	配时钟卡	内置	内置	内置
通信口		1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
浮点数运算		有				
I/O 映像区		256 (128 入/128 出)				
布尔指令执行速度		0.37μs/指令				