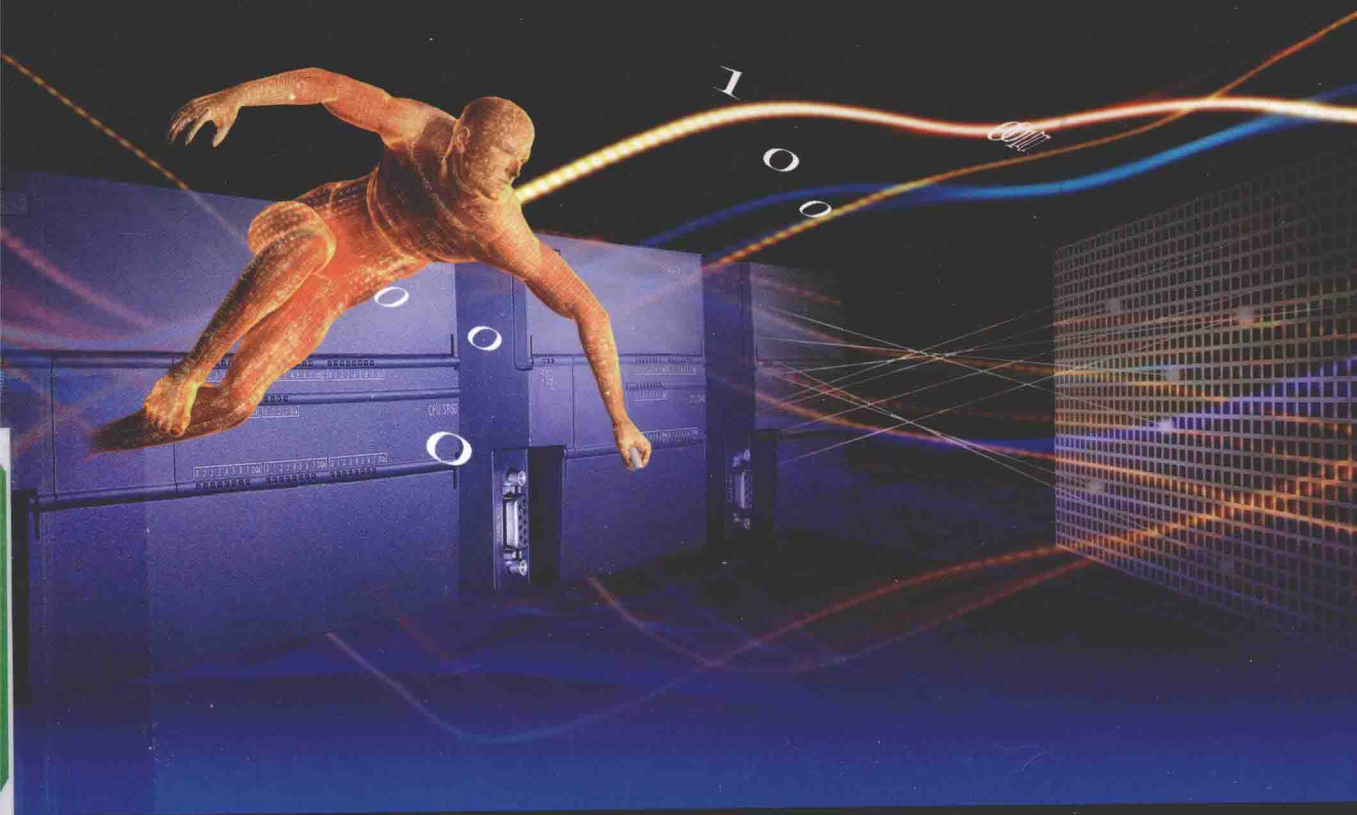


S7-200 PLC



实例讲解 西门子 S7-200 PLC 从入门到精通

◎ 赵景波 姜安宝 管殿柱 编著



 中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

实例讲解

西门子 S7-200 PLC

从入门到精通

赵景波 姜安宝 管殿柱 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以西门子 S7-200 PLC 为例, 简要说明了 S7-200 PLC 的基本概念及编程软件的安装和使用, 详细介绍了 S7-200 PLC 的硬件系统、内部资源、梯形图和指令表指令, 讲解了 S7-200 PLC 的编程、调试及系统设计, 同时也详细介绍了 S7-200 PLC 的通信网络、人机交互、变频器、安装和维修知识。书中各部分内容都是通过实例进行讲解的, 并辅以大量的图表, 通俗易懂, 使读者可以快速入门。

本书是工业自动化领域的入门读物, 适合从事 PLC 控制系统设计、开发的工程技术人员阅读使用, 也可作为高等学校自动化、机电一体化等相关专业的教学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

实例讲解西门子 S7-200 PLC 从入门到精通/赵景波, 姜安宝, 管殿柱编著. —北京: 电子工业出版社, 2016.9

ISBN 978-7-121-29917-9

I. ①实… II. ①赵… ②姜… ③管… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 221855 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 苏颖杰

印 刷: 保定市中华美凯印刷有限公司

装 订: 保定市中华美凯印刷有限公司

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 × 1 092 1/16 印张: 26.75 字数: 685 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版

印 次: 2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 68.00 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, 88258888。

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

本书咨询联系方式: zhang@phei.com.cn。

前 言

可编程序控制器（PLC）是计算机家族中的一员，它是为工业控制应用而设计、制造的，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主流工业控制设备。PLC 产品大致可分为美国、欧洲、日本三大流派。据统计，德国西门子公司在我国 PLC 市场上的占有率已经超过 30%，特别是 S7-200，在小型 PLC 中应用最广，市场占有率最高。S7-200 及其编程软件 STEP 7 和通信网络的功能强大、程序结构复杂，其用户手册和编程手册有数十本，但其中文资料很少，要求用户具有较高的计算机应用能力和英语水平。很多人觉得西门子 PLC 的技术门槛太高，广大工程技术人员和高等学校师生进行开发和设计非常困难，因此迫切需要一本能帮助他们学习 S7-200 体系结构和编程实战训练的书籍。

本书对 S7-200 的硬件、编程语言、指令、程序结构、编程软件、通信网络、人机交互、变频器、系统设计、安装和维修等方面都进行了较为全面深入的介绍。为了保证内容的准确性和新颖性，本书编写时以英文资料为准，参考了西门子公司提供的、在西门子网站（包括其在德国的网站）下载的大量最新资料，同时参考了编程软件 STEP 7 内容丰富的帮助文件和例程。

本书特点如下。

- ☺ 重视基础，循序渐进：目前，国内同类图书多面向有 PLC 开发经验的读者，对基础知识和基础概念的讲解不够清晰、透彻，导致初学者在起步阶段学习吃力。而本书重视基础知识和基本概念的讲解，特别适合 PLC 的初学者。
- ☺ 结构合理：目前国内同类图书的内容结构多与 PLC 的技术资料或手册一致，但这并不符合学习者的学习习惯。本书结合作者多年的 PLC 课程教学经验，在内容安排上遵循学习者的一般规律，并结合大量实例讲解难点，使原本枯燥的内容变得生动有趣、易于消化吸收。
- ☺ 技术全面，内容充实：本书在保证实用的前提下，详细介绍了 PLC 各个方面的知识，同时介绍了用 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 提供的开发模块实现通信与网络设计、变频器控制、人机交互设备，都可以从本书中找到相关内容。
- ☺ 贴近实际：本书内容贴近生产实际，书中实例均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。
- ☺ 图文并茂：本书尽可能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。

☺ 实例丰富，讲解细致：本书精选了多个行业的应用典型实例，并对每个例子进行了详细的讲解和分析，力求使初学者更快地掌握相关知识和技巧。

本书由赵景波（青岛理工大学）、姜安宝（青岛大学）、管殿柱（青岛大学）编著。参加本书编写的还有宋一兵、王献红、李文秋、谈世哲、管玥、张轩、付本国、赵景伟、初航和张洪信。由于作者水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，恳请读者批评、指正。

编著者

目 录

第 1 章 PLC 概述	1
1.1 PLC 的定义、特点、功能及发展方向	1
1.2 PLC 的技术性能指标	5
1.3 PLC 的分类及应用领域	6
1.4 PLC 的基本组成	8
1.5 PLC 的工作原理	12
1.6 实例：加电输出禁止控制	15
1.7 实践知识拓展	16
思考与练习	16
第 2 章 西门子 S7-200 PLC 概述	18
2.1 西门子 PLC 简介	18
2.2 S7-200 系列 PLC 的构成	20
2.3 S7-200 系列 PLC 的性能与工作方式	24
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	28
2.6 S7-200 系列 PLC 的外部接线	30
2.7 S7-200 系列 PLC 的编程	32
2.8 实例：具有点动功能的电动机启动、停止控制	34
2.9 实践知识拓展	35
思考与练习	36
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
3.2 基本指令	42
3.2.1 基本位操作指令	42
3.2.2 逻辑堆栈指令	48
3.2.3 定时器指令	51
3.2.4 计数器指令	59
3.2.5 比较指令	64
3.3 实例：异步电动机正反转控制	65
3.4 实践知识拓展	66
思考与练习	67
第 4 章 S7-200 PLC 的功能指令	68
4.1 运算指令	68
4.1.1 四则运算及增减指令	68
4.1.2 数学函数指令	72

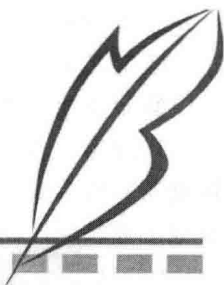
4.1.3 逻辑运算指令	75
4.2 数据处理指令	77
4.2.1 数据传送指令	77
4.2.2 移位指令	80
4.2.3 字节交换指令	84
4.3 表功能指令	84
4.3.1 填表指令	85
4.3.2 表取数指令	85
4.3.3 填充指令	86
4.3.4 表查找指令	87
4.4 转换指令	88
4.4.1 数据类型转换指令	89
4.4.2 编码指令和译码指令	91
4.4.3 字符串转换指令	92
4.5 程序控制类指令	95
4.5.1 结束指令、暂停指令和看门狗指令	95
4.5.2 跳转指令	97
4.5.3 循环指令	98
4.5.4 子程序指令	100
4.5.5 与 ENO 指令	102
4.6 实例：除尘室 PLC 控制	102
4.7 实例：广告牌循环彩灯的 PLC 控制	104
4.8 实践知识拓展	104
思考与练习	105
第 5 章 S7-200 PLC 的特殊指令	106
5.1 实时时钟指令	106
5.2 中断指令	107
5.3 高速计数器指令	111
5.4 高速脉冲输出指令	122
5.5 PID 指令	130
5.6 实例：应用 PID 指令向导编写水箱液位控制程序	135
5.7 实践知识拓展	138
思考与练习	139
第 6 章 PLC 梯形图程序设计基础	140
6.1 PLC 的程序设计方法	140
6.2 梯形图设计规则	143
6.3 顺序功能图	144
6.4 PLC 程序及调试说明	151
6.5 典型的简单电路编程	152



6.6	典型的简单环节编程	155
6.7	实例：顺序功能图在交通信号灯控制中的应用	160
6.7.1	交通灯控制要求	160
6.7.2	交通灯控制设计	161
6.7.3	编制程序	162
6.8	实践知识拓展	163
	思考与练习	165
第7章	STEP 7 – Micro/WIN 编程软件	166
7.1	STEP 7 – Micro/WIN 的安装	166
7.2	STEP 7 – Micro/WIN 的功能	168
7.3	STEP 7 – Micro/WIN 的基本使用	173
7.4	程序的调试与监控	183
7.5	项目管理	189
7.6	实例：电动机启停控制程序的开发	191
7.7	实例：仿真运行点动控制程序	196
7.8	实践与技巧	199
	思考与练习	201
第8章	S7-200 系列 PLC 的通信与网络	202
8.1	PLC 数据通信的基础知识	202
8.2	S7-200 PLC 的通信系统与网络	209
8.3	S7-200 PLC 的网络通信及应用	217
8.3.1	S7-200 PLC 的通信指令	217
8.3.2	PPI 通信	218
8.3.3	自由口通信	223
8.3.4	自由口通信应用实例	225
8.4	实例：PLC 与远程 PC 的通信	231
8.5	实践知识拓展	232
	思考与练习	235
第9章	变频器的 PLC 控制	237
9.1	变频器的基础知识	237
9.2	变频器输出频率	242
9.3	西门子变频器简介	243
9.4	MICROMASTER 420 通用变频器	248
9.5	实例：MICROMASTER 420 通用变频器与 PLC 的连接	258
9.6	实践与技巧	266
	思考与练习	276
第10章	人机交互设备	277
10.1	TPC1262H 基本信息	278
10.2	文本显示器	279

10.3	MCGS 嵌入版组态软件的介绍	284
10.4	HMI 组态软件	297
10.5	实例：基于触摸屏的三相异步电动机调速	303
10.6	实践与技巧	305
	思考与练习	310
第 11 章	PLC 控制系统的应用设计	311
11.1	PLC 控制系统的总体设计	311
11.2	提高 PLC 控制系统可靠性的措施	316
11.3	PLC 控制系统的设计举例	323
11.3.1	三级皮带输送机	323
11.3.2	机械手工作控制	327
11.3.3	钻床精度控制系统	330
11.3.4	炉窖温度控制系统	334
11.4	基于 PLC 的污水处理系统	342
11.4.1	污水处理控制系统的工艺流程及控制原理	342
11.4.2	污水处理控制系统的 PLC 选型和 I/O 配置	343
11.4.3	污水处理控制系统的流程图及程序	346
11.5	抢答器设计	350
11.6	自动售货机的设计	358
11.7	自动化立体仓库系统设计	368
11.8	实践与技巧	389
	思考与练习	393
第 12 章	PLC 的安装与维修	397
12.1	PLC 的安装和拆除	397
12.2	PLC 故障检查和维修	403
12.3	PLC 应用系统的调试	411
12.4	PLC 故障检查实例	412
12.5	实践与技巧	416
	思考与练习	420

第 1 章 PLC 概述



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

可编程序控制器 (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。

最初的可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller) 以逻辑控制为主, 故简称 PLC。现在可编程序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, 故将其改称可编程序控制器, 简称 PC, 但为了与个人电脑 (Personal Computer, PC) 区别, 还有许多人将其简称 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一个扫描周期。

1.1 PLC 的定义、特点、功能及发展方向

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。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, 这样继电器控制系统就需要重新设计安装, 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 年美国通用汽车公司 (GM) 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, 公司提出了以下基本要求:

- ☺ 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。

- ④ 体积小于继电器控制系统。
- ④ 扩展时原系统变更较小。
- ④ 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序逻辑控制器(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. 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**可编程序控制器的定义**是:“可编程序控制器(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。可编程序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PLC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,它还具有“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。

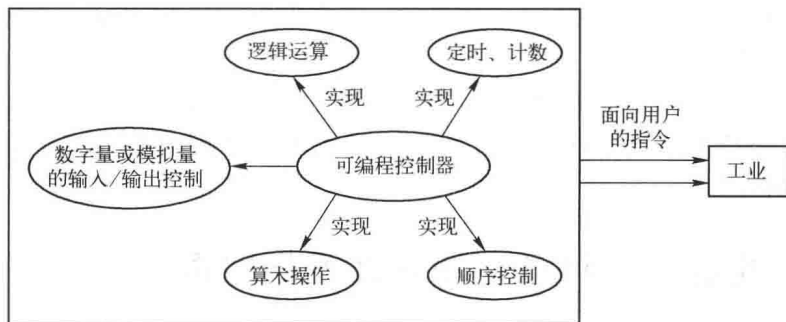


图 1-1 PLC 的整体认识

PLC自问世以来,发展极为迅速。现在,世界各国著名的电气工厂几乎都在生产PLC装置,如德国的西门子公司、美国的AB公司和GE公司、日本的三菱公司和欧姆龙公司等,其产品分别如图1-2~图1-4所示。

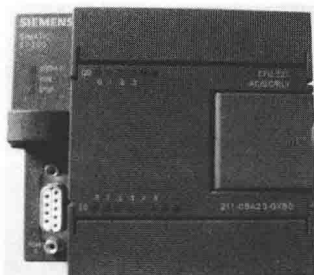


图 1-2 西门子 S7-200 系列产品



图 1-3 三菱系列产品

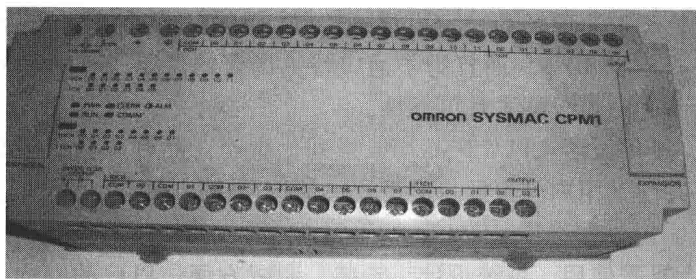


图 1-4 欧姆龙系列产品

现在 PLC 已作为一个独立的工业设备被列入生产,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。

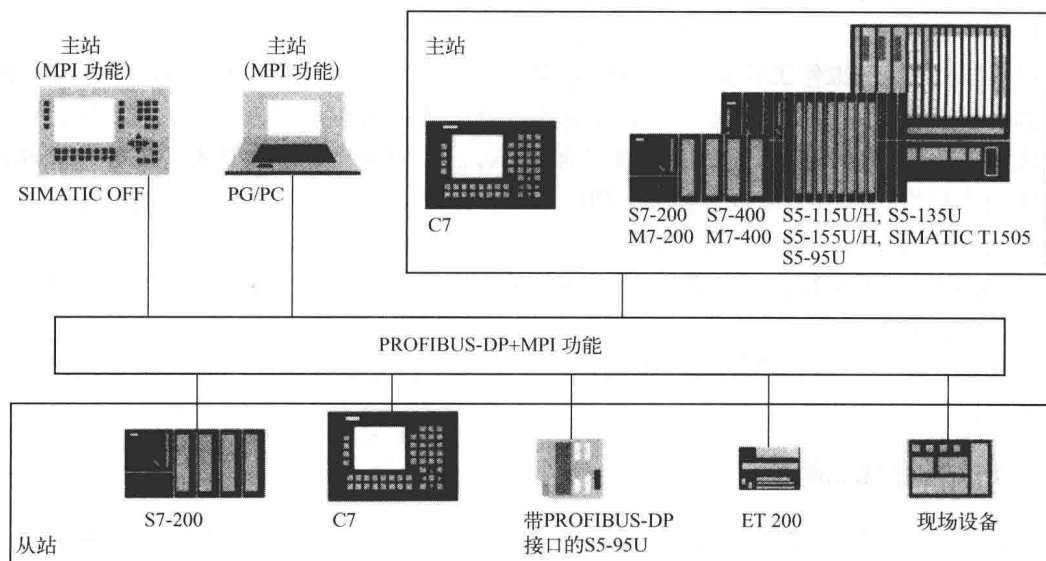


图 1-5 以 S7-200 PLC 为核心的工业网络结构

2. PLC 的特点

现代工业生产是复杂多样的,对控制的要求也各不相同。PLC 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上采取了一系列的抗干扰措施,采用的抑制输入感应电动势干扰的措施如图 1-6 所示,提高了产品的可靠

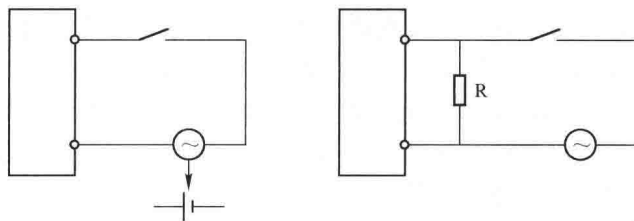


图 1-6 抑制输入感应电动势干扰的措施

性，因此可直接安装于工业现场而稳定可靠地工作。目前，各种 PLC 的平均无故障时间都大大地超过了 IEC 规定的 10^6 h。而且为了适应特殊场合的需要，有的 PLC 还采用了冗余设计和差异设计，从而进一步提高了其可靠性。

2) 适应性强，应用灵活 PLC 产品均成系列化生产，品种齐全，多数采用模块式硬件结构，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语言（Sequential Function Chart, SFC），也称功能图，使编程更简单方便。功能图中含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减少。设计人员只要有梯形图或功能图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，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，方便了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、质量轻、功耗低 由于 PLC 采用了微电子技术，因而体积小、结构紧凑、质量轻、功耗低。

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。

3. PLC 的基本功能

- ⊙ 逻辑控制：PLC 具有“与”、“或”、“非”功能，能够描述继电器触点的串联、并联、串并联等各种连接，因此可以代替继电器进行组合逻辑与顺序逻辑控制。
- ⊙ 定时与计数控制：PLC 具有定时、计数功能，为用户提供了若干个定时器、计数器，并设置了定时、计数指令，定时值、计数值可由用户在编程时设定，以满足生产工艺的要求。
- ⊙ 步进控制：PLC 能完成步进控制功能，是指在完成一道工序以后，再进行下一步工序，也就是顺序控制。
- ⊙ A/D、D/A 转换：PLC 具有模数转换（A/D）和数模转换（D/A）功能，能完成对模拟量的控制与调节。
- ⊙ 数据处理：PLC 具有数据处理能力，能进行数据并行传送、比较和逻辑运算，BCD 码的加、减、乘、除等运算，还能进行字“与”、字“或”、字“异或”、求反、逻辑移位、算术移位、数据检索、比较及数制转换等操作。
- ⊙ 通信与联网：现代 PLC 采用了通信技术，可以进行远程 I/O 控制，多台 PLC 之间可以进行连接，还可以与计算机进行通信。由一台计算机和若干台 PLC 可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制网络，以完成较大规模的复杂控制。
- ⊙ 控制系统监控：现代 PLC 配置有较强的监控功能，操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态，可以调整定时或计数等设定值，因而调试、使用和维护方便。



4. 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。

- ☉ 网络通信功能增强。
- ☉ 发展智能 I/O 模块。
- ☉ 采用多样化编程语言。
- ☉ 增强外部故障检测及处理能力。

1.2 PLC 的技术性能指标

虽然目前不同厂家所生产的 PLC 型号各不相同, 功能各具特色, 但是衡量其主要性能的指标基本上是一样的, 通常包括一般技术指标和技术性能指标。

1. 一般技术指标

一般技术指标 (见表 1-1) 主要是指 PLC 的工作条件对工业环境的适应程度。

表 1-1 PLC 一般技术指标

环境条件——运输和存储	
EN 60068 -2 -2, Test Bb, 干热 EN 60068 -2 -2, Test Ab, 低温	-40 ~ +70℃
EN 60068 -2 -30, Test Db, 湿热	25 ~ 55℃, 湿度 95%
EN 60068 -2 -14, Test Na, 温度、振动	-40 ~ +70℃, 停留时间 3h, 2 个周期
EN 60068 -2 -31, 倒下	100mm, 4 次倒下, 未包装
EN 60068 -2 -32, 自由落下	1m, 5 次, 运输包装
环境条件——工作	
环境温度范围 (单元下部 25mm 进入的空气)	0 ~ 55℃, 水平安放; 0 ~ 45℃, 垂直安放。非冷凝湿度 95%
大气压力	1080 ~ 795hPa (对应海拔 -1000 ~ 2000m)
污染程度	SO ₂ : <0.5 × 10 ⁻⁶ ; H ₂ S: <0.1 × 10 ⁻⁶ 。RH <60%, 无冷凝
EN 60068 -2 -14, Test Nb, 温度改变	5 ~ 55℃, 3℃/min
EN 60068 -2 -27, 机械振动	15GHz, 11ms 脉冲, 每轴向 (3 轴) 振动 6 次
EN 60068 -2 -6, 正弦波振动	面板安装: 峰-峰值 0.3mm, 频率 10 ~ 57Hz; 2G 频率, 57 ~ 150Hz 导轨安装: 0.15mm, 频率 10 ~ 57Hz, 1G/7 ~ 150Hz; 每轴向 10 次振动, 1 倍频程/min
EN60529, IP20 机械保护	防止高压指状物接触设备。需要外部保护, 以防止灰尘、污物、水和直径小于 12.5mm 的异物进入造成损坏

2. 技术性能指标

- ☉ I/O 点数：是指 PLC 外部输入/输出端子的个数。I/O 点数越多，表明 PLC 与外部连接的器件越多，控制系统规模也就越大。I/O 点数是衡量 PLC 性能的主要指标之一。PLC 的 I/O 点数包括主机即基本单元 I/O 点数和最大扩展 I/O 点数两部分。当主机的 I/O 点数不够用时，可采用扩展模块扩充 I/O 点数。一般 PLC 扩展模块内不配置 CPU，它仅对 I/O 通道进行扩展，其输入信息是通过扩展端口进入主机总线的，由主机 CPU 进行处理，所以最大扩展 I/O 点数受到 CPU 的 I/O 寻址能力的限制。
- ☉ 存储容量：是指存放用户程序的存储器的存储容量，一般在 2KB~2MB 范围内。
- ☉ 扫描速度：是指执行程序指令一步（或一条）所用的时间，它决定了执行程序的快慢。S7-200 系列 PLC 布尔量执行速度为 0.22 μ s/指令。
- ☉ 指令集：是衡量 PLC 软件功能强弱的指标，PLC 所具有的指令种类越多，说明其软件功能越强大。



说明 S7-200 系列 PLC 提供了两类指令集：SIMATIC 和 IEC61131-3。

- ☉ 内部寄存器的配置和容量：PLC 内部配有各种寄存器，用于存放变量状态、中间结果、数据及提供特殊功能，以便对用户编制程序提供支持。内部寄存器是衡量 PLC 硬件功能的一个主要指标。
- ☉ 功能模块：除配有主机完成基本功能外，PLC 还配有各种功能模块（如高速计数模块、模数转换模块等），以完成特定功能，这也是衡量 PLC 硬件功能强弱的指标。

1.3 PLC 的分类及应用领域

近几年来，可编程序控制器发展非常迅速，目前全世界有几百家工厂生产几千种不同型号的 PLC。

1. PLC 的分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类通常按照结构形式、控制规模和功能进行大致的分类。

1) 按结构分类 PLC 按照其硬件的结构形式分为整体式和模块式。

- ☉ 整体式结构：是把中央处理单元、存储器、I/O 单元、I/O 扩展接口单元、外部设备接口单元和电源单元等集中在一个机箱内，I/O 端子及电源进出接线端子分别设置在机箱的两侧，如西门子公司的 S7-200，如图 1-7 所示。这种结构具有输入/输出点数少、体积小等优点，适用于单体设备的开关量自动控制和机电一体化产品的开发应用等场合。
- ☉ 模块式结构：是把中央处理单元和存储器做成独立的组件模块，把 I/O 等单元做成各自相对独立的模块，然后组装在一个带有电源单元的机架或母板上，如图 1-8 所示。这种结构具有 I/O 点数可自由配置，模块组合灵活等特点，适用于复杂过程控



制系统的应用场合。

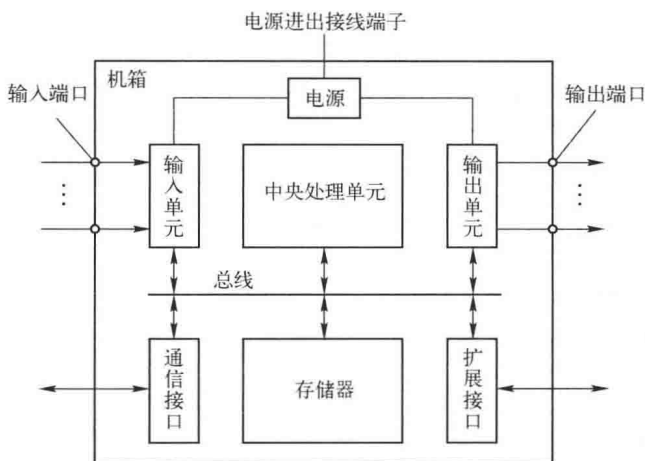


图 1-7 整体式结构

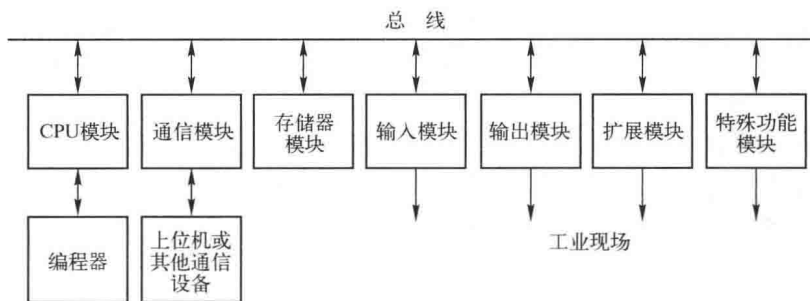


图 1-8 模块式结构

⑤ 叠装式结构：是将整体式和模块式结合起来的一种结构形式。它除了基本单元外，还有扩展模块和特殊功能模块，配置方便。叠装式结构集整体式和模块式的优点于一身，其结构紧凑、体积小、配置灵活、安装方便。

2) 按照控制规模分类 PLC 的控制规模主要是指开关量的 I/O 点数及模拟量的 I/O 路数为了适应不同生产过程的应用要求，能够处理的 I/O 点数是不一样的。但主要是以开关量的点数计数，模拟量的路数可以折算成开关量的点数。按照此项进行分类，PLC 主要包括小型、中型和大型。

③ 小型 PLC：I/O 点数在 128 点以下的 PLC。它可以连接开关量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块以及各种特殊功能模块，能执行逻辑运算、计数、数据处理和传送、通信联网等各种指令。其特点是体积小、结构紧凑。

④ 中型 PLC：I/O 点数在 128 ~ 512 之间的 PLC。它除了具有小型机所能实现的功能外，还具有更强大的通信联网功能、更丰富的指令系统、更大的内存容量和更快的扫描速度。

⑤ 大型 PLC：I/O 点数在 512 点以上的 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。

3) 按照功能分类

- ☉ 低档机：具有逻辑运算、定时、计数等功能，有些还具有一定的算术运算、数据处理和传送等功能，可实现逻辑、顺序、定时计数等控制功能。
- ☉ 中档机：除具有低档机功能外，还具有模拟量 I/O、算术运算、数据处理和传送等功能，可实现既有数字量又有模拟量的控制功能。
- ☉ 高档机：除具有中档机功能外，还具有带符号运算、矩阵运算、模拟量调节、联网通信等功能，可实现智能控制、远程控制，构成分布式控制系统，实现自动化管理。

2. PLC 的应用领域

经过 30 多年的发展，PLC 已广泛应用于各个领域。从 PLC 的功能上来说，其应用领域大致可归纳为如下几个方面。

1) **逻辑控制** 这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，它采用“与”、“或”、“非”等逻辑运算功能实现逻辑控制、定时控制和顺序逻辑控制。它既可用于单台设备的控制，也可用于自动化生产线。

2) **运动控制** PLC 使用专用运动控制模块，运用专用指令对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制，实现单轴、双轴以及多轴位置控制，并使运动控制和顺序控制功能有机结合，如装配机械、机器人、金属切削机床等。

3) **闭环过程控制** 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。PLC 通过模拟量 I/O 模块，应用数据处理和运算功能，实现模拟量与数字量的 D/A 转换和 A/D 转换，并实现被控模拟量的闭环 PID 控制。它广泛地应用在加热炉、挤压成型机、锅炉等设备中。

4) **数据处理** 大型 PLC 除具有数学运算功能外，还具有数据的传送、转换、排序、查表等功能，以完成数据的采集、分析和处理，实现数据的比较、通信、保存、打印等。

5) **通信联网** PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、PLC 与 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能设备之间的通信。PLC 与其他智能设备一起，可以构成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.4 PLC 的基本组成

PLC 的种类繁多，有各种不同的结构，本节以小型 PLC 为例，介绍 PLC 的组成。一般由四大部分组成：中央处理器（CPU）、存储器、I/O 接口、电源，如图 1-9 所示。

1. 中央处理器

中央处理器（CPU）是计算机的核心，因此也是 PLC 的核心。它按照系统程序赋予的功能完成的主要任务是：

- ☉ 接收与存储用户由编程器输入的用户程序和数据。
- ☉ 检查编程过程中的语法错误，诊断电源及 PLC 内部的工作故障。
- ☉ 用扫描方式工作，接收来自现场的输入信号，并输入到输入映像寄存器和数据存储器中。
- ☉ 在进入运行方式后，从存储器中逐条读取并执行用户程序所规定的逻辑运算、算术