

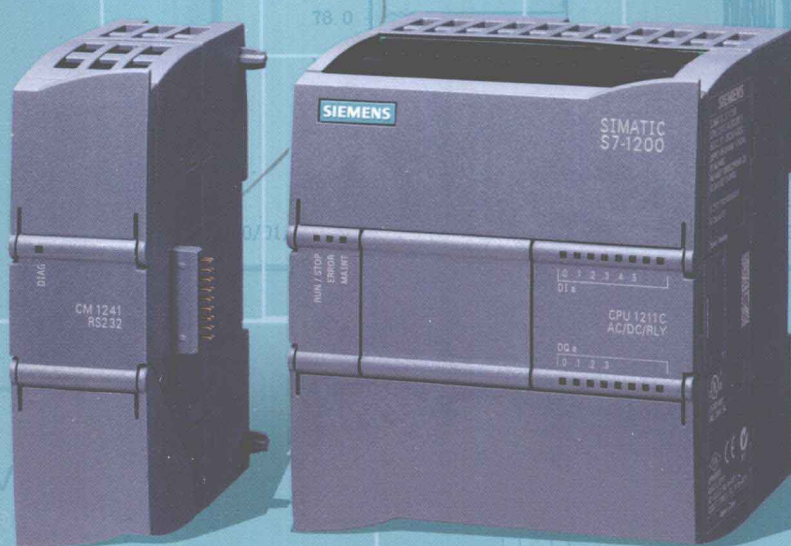
SIEMENS



西门子工业自动化系列教材

# 西门子 S7-1200 PLC 编程与应用

刘华波 刘丹 赵岩岭 马艳 山炳强 编著



内含：  
STEP 7 Basic V10.5+S7-1200  
培训课件+用户手册+应用文档



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



本书全面介绍了西门子公司新推出的 S7-1200 PLC 的编程与应用。全书共分为 9 章,分别介绍了 PLC 的基础知识、硬件安装与维护、编程基础、基本指令、程序设计、结构化编程、精简面板组态、通信网络、工艺功能等。

本书可作为高等院校自动化、电气控制、计算机控制及相关专业的教材,也可供高职院校学生及工程技术人员使用,对西门子自动化系统的用户也有一定的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-1200 PLC 编程与应用/刘华波等编著. —北京:机械工业出版社, 2011. 6

西门子工业自动化系列教材

ISBN 978-7-111-34922-8

I. ① 西… II. ① 刘… III. ① 可编程序控制器 - 教材 IV. ① TMS71.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 103023 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:时 静

责任编辑:时 静 李馨馨

责任印制:乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2011 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.25 印张 · 451 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-34922-8

ISBN 978-7-89433-022-2(光盘)

定价:42.00 元(含 1DVD)

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

西门子 S7 系列 PLC 广泛应用于工业生产之中，拥有很高的市场占有率。S7-1200 PLC 是西门子公司新推出的面向离散自动化系统和独立自动化系统的一款低端控制器，它采用模块化设计并具备强大的工艺功能，适用于多种场合，可满足不同的自动化需求。

本书全面介绍了 S7-1200 PLC 的硬件、编程及应用，共分为 9 章。第 1 章主要介绍了 PLC 的基础知识以及 S7-1200 PLC 的性能指标；第 2 章介绍了 S7-1200 PLC 的硬件组成、安装、维护步骤等；第 3 章介绍了 S7-1200 PLC 编程的基础知识，包括 PLC 的工作原理、存储区寻址、数据类型、编程方法等；第 4 章通过一个简单的实例介绍 STEP 7 Basic 编程软件的使用；第 5 章介绍了 S7-1200 PLC 的指令系统；第 6 章介绍了 S7-1200 PLC 相关的程序设计，包括顺序控制设计法、数据块的使用、结构化编程方法以及组织块的使用等；第 7 章介绍了 STEP 7 Basic 编程软件集成的 WinCC flexible Basic 组态精简系列面板的相关内容；第 8 章介绍了 S7-1200 PLC 的通信网络及组态步骤，主要是以太网和串行通信网络；第 9 章介绍了 S7-1200 PLC 支持的工艺功能，如 PID 功能、高速计数器、运动控制和 PWM 等。

本书由刘华波、赵岩岭、刘丹、马艳、山炳强共同编写。刘华波编写了第 1、2、3、4、6 章，赵岩岭编写了第 5、7 章，刘丹编写了第 8、9 章，马艳和山炳强参加了部分章节的编写工作，全书由刘华波统稿。

本书的编写得到了青岛大学自动化工程学院和青岛大学电工电子实验教学中心的和西门子（中国）有限公司的李士光、李冰冰等同仁的大力支持，提供了大量资料，提出了宝贵建议。此外，机械工业出版社时静编辑对原稿进行了大量的修改并提出了很有价值的建议，在此一并表示衷心的感谢。

本书的编撰注重理论和实践的结合，强调基本知识与操作技能的结合，书中提供了大量的示例，读者在阅读过程中应结合系统手册和软件帮助加强练习，举一反三，系统掌握。

因作者水平有限，书中难免有错漏及疏忽之处，恳请读者批评指正。

作者 E-mail: liuhuabo1979@qdu.edu.cn。

编 者

# 目 录

## 前言

第 1 章 概述 .....	1
1.1 PLC 的基础知识 .....	1
1.1.1 PLC 的诞生及发展 .....	1
1.1.2 PLC 的定义 .....	2
1.2 PLC 的特点及技术性能指标 .....	2
1.2.1 PLC 的特点 .....	2
1.2.2 PLC 的技术性能指标 .....	4
1.2.3 S7-1200 PLC 的技术性能指标 .....	4
1.3 PLC 的应用领域 .....	7
1.4 PLC 的分类及与单片机、计算机的比较 .....	8
1.4.1 PLC 的分类 .....	8
1.4.2 PLC 与单片机、计算机的比较 .....	9
第 2 章 S7-1200 PLC 的硬件结构和安装维护 .....	10
2.1 PLC 的基本结构 .....	10
2.2 S7-1200 PLC 的硬件结构 .....	12
2.2.1 S7-1200 PLC 的 CPU 模块 .....	13
2.2.2 S7-1200 PLC 的信号模块 .....	14
2.2.3 S7-1200 PLC 的定位 .....	15
2.2.4 电源计算 .....	17
2.3 S7-1200 PLC 的安装和拆卸 .....	19
2.3.1 安装和拆卸 CPU .....	19
2.3.2 安装和拆卸信号模块 .....	20
2.3.3 安装和拆卸通信模块 .....	21
2.3.4 安装和拆卸信号板 .....	22
2.3.5 安装和拆卸端子板 .....	23
2.4 S7-1200 PLC 的接线 .....	24
2.4.1 安装现场的接线 .....	24
2.4.2 隔离电路时的接地与电路参考点 .....	24
2.4.3 电源连接方式 .....	25
2.4.4 数字量输入接线 .....	26
2.4.5 数字量输出接线 .....	28
2.4.6 模拟量输入/输出接线 .....	28

2.4.7 外部电路抗干扰的其他措施 .....	28
<b>第3章 S7-1200 PLC 程序设计基础 .....</b>	<b>31</b>
3.1 S7-1200 PLC 的工作原理 .....	31
3.1.1 PLC 的基本工作原理 .....	31
3.1.2 S7-1200 PLC 的工作模式 .....	33
3.2 存储器及其寻址 .....	35
3.2.1 S7-1200 PLC 的存储器 .....	35
3.2.2 寻址 .....	36
3.3 数据格式与数据类型 .....	38
3.3.1 数制 .....	39
3.3.2 基本数据类型 .....	39
3.3.3 复杂数据类型 .....	41
3.3.4 参数类型 .....	43
3.3.5 系统数据类型 .....	44
3.3.6 硬件数据类型 .....	44
3.4 程序结构 .....	45
3.4.1 组织块 .....	46
3.4.2 功能和功能块 .....	49
3.4.3 数据块 .....	49
3.4.4 块的调用 .....	51
3.5 编程方法 .....	51
3.5.1 线性化编程 .....	51
3.5.2 模块化编程 .....	52
3.5.3 结构化编程 .....	52
3.6 编程语言 .....	53
3.6.1 梯形图编程语言 .....	53
3.6.2 功能块图编程语言 .....	54
3.6.3 语句表编程语言 .....	54
3.6.4 S7 Graph 编程语言 .....	55
3.6.5 S7 HiGraph 编程语言 .....	55
3.6.6 S7 SCL 编程语言 .....	56
3.6.7 S7 CFC 编程语言 .....	57
<b>第4章 项目入门 .....</b>	<b>58</b>
4.1 STEP 7 Basic V10.5 概述 .....	58
4.2 STEP 7 Basic V10.5 使用入门 .....	59
4.2.1 通过 Portal 视图创建一个项目 .....	59
4.2.2 组态硬件设备及网络 .....	59
4.2.3 PLC 编程 .....	61
4.2.4 组态可视化 .....	63

4.2.5	下载项目	64
4.2.6	在线监视项目	65
4.2.7	下载与上载	66
4.3	设备属性	68
4.4	使用变量表	72
4.4.1	PLC 变量表	72
4.4.2	在程序编辑器中使用和显示变量	72
4.4.3	设置 PLC 变量的保持性	73
4.5	调试和诊断工具	74
4.5.1	使用监视表格	74
4.5.2	显示 CPU 中的诊断事件	76
4.5.3	参考数据	76
4.6	存储卡的使用	83
4.6.1	修改存储卡的工作模式	83
4.6.2	使用程序卡模式	84
4.6.3	使用传输卡模式	84
4.6.4	使用存储卡清除密码	85
4.6.5	使用 24MB 存储卡更新 S7-1200 PLC 的固件版本	85
<b>第 5 章</b>	<b>指令系统</b>	<b>86</b>
5.1	基本指令	86
5.1.1	位逻辑	86
5.1.2	定时器	91
5.1.3	计数器	96
5.1.4	比较指令	98
5.1.5	数学指令	100
5.1.6	移动指令	101
5.1.7	转换指令	103
5.1.8	程序控制指令	104
5.1.9	字逻辑运算指令	104
5.1.10	移位和循环指令	105
5.2	扩展指令	106
5.2.1	日期和时间指令	107
5.2.2	字符串和字符指令	107
5.2.3	程序控制指令	111
5.2.4	通信指令	111
5.2.5	中断指令	114
5.2.6	PID 控制指令	116
5.2.7	运动控制指令	116
5.2.8	脉冲指令	117

5.3	全局库指令 .....	118
5.3.1	USS .....	118
5.3.2	Modbus .....	119
<b>第6章</b>	<b>程序设计 .....</b>	<b>120</b>
6.1	经验设计法 .....	120
6.1.1	常用典型梯形图电路 .....	120
6.1.2	PLC 的编程原则 .....	121
6.2	顺序功能图 .....	122
6.2.1	顺序功能图 .....	122
6.2.2	顺序控制的设计思想 .....	125
6.2.3	顺序功能图的基本结构 .....	126
6.2.4	绘制顺序功能图的基本规则 .....	126
6.2.5	绘制顺序功能图的注意事项 .....	127
6.3	顺序控制设计法 .....	127
6.3.1	使用启保停电路 .....	127
6.3.2	使用置位复位指令 .....	131
6.4	使用数据块 .....	133
6.4.1	定义数据块 .....	133
6.4.2	使用全局数据块举例 .....	135
6.4.3	访问数据块 .....	136
6.4.4	复杂数据类型的使用 .....	137
6.5	结构化编程 .....	141
6.5.1	模块化编程 .....	141
6.5.2	临时变量 .....	143
6.5.3	结构化编程 .....	144
6.5.4	FB 的使用 .....	147
6.5.5	检查块的一致性 .....	149
6.6	使用组织块 .....	149
6.6.1	事件和组织块 .....	149
6.6.2	启动组织块 .....	150
6.6.3	循环中断组织块 .....	152
6.6.4	硬件中断组织块 .....	153
6.6.5	延时中断组织块 .....	155
6.6.6	时间错误组织块 .....	155
6.6.7	诊断组织块 .....	156
<b>第7章</b>	<b>精简系列面板的组态 .....</b>	<b>157</b>
7.1	面板概述 .....	157
7.2	组态入门 .....	158
7.2.1	组态变量 .....	158

7.2.2	组态画面	159
7.2.3	运行与模拟	159
7.3	组态画面对象	160
7.3.1	组态按钮	161
7.3.2	组态开关	163
7.3.3	组态棒图	163
7.3.4	组态日期时间域	164
7.3.5	组态符号 IO 域	164
7.3.6	组态图形 IO 域	166
7.3.7	动画功能的实现	166
7.3.8	库的使用	167
7.4	用户管理	168
7.4.1	组态用户管理	168
7.4.2	组态用户视图	170
7.5	组态报警	171
7.5.1	报警的基本概念	171
7.5.2	组态报警	173
7.5.3	组态报警视图	174
7.5.4	报警类别与报警组的组态	176
7.5.5	报警窗口和报警指示灯的组态	177
7.6	使用趋势视图	177
7.7	组态配方	179
7.7.1	配方的基本概念	179
7.7.2	组态配方	181
7.7.3	组态配方视图	183
<b>第 8 章</b>	<b>S7-1200 PLC 的通信</b>	<b>186</b>
8.1	S7-1200 PLC 以太网通信概述	186
8.1.1	支持的协议	186
8.1.2	通信过程	189
8.1.3	通信指令	189
8.2	S7-1200 PLC 之间的以太网通信	191
8.2.1	组态网络	192
8.2.2	PLC_1 编程通信	192
8.2.3	PLC_2 编程通信	195
8.2.4	下载并监控	197
8.3	S7-1200 PLC 与 S7-200 PLC 和 S7-300/400 PLC 的通信	197
8.3.1	S7-1200 PLC 与 S7-200 PLC 的通信	197
8.3.2	S7-1200 PLC 与 S7-300/400 PLC 的通信	202
8.4	S7-1200 PLC 的串口通信	210



8.4.1	自由口协议通信	211
8.4.2	Modbus RTU 协议通信	221
8.4.3	USS 协议通信	229
<b>第9章</b>	<b>工艺功能</b>	<b>236</b>
9.1	模拟量处理及 PID 功能	236
9.1.1	模拟量处理	236
9.1.2	PID 控制器的基础知识	240
9.1.3	PID 应用举例	248
9.2	高速计数器	250
9.2.1	高速计数器的基础知识	250
9.2.2	应用举例	254
9.3	运动控制	257
9.3.1	运动控制功能的原理	257
9.3.2	工艺对象“轴”	258
9.3.3	程序指令块	265
9.3.4	应用举例	271
9.4	PWM	278
9.4.1	PWM 的基础知识	278
9.4.2	应用举例	280
<b>参考文献</b>		<b>282</b>

# 第1章 概述

可编程序控制器是结合继电器控制和计算机技术而不断发展完善的一种自动控制装置，具有编程简单、使用方便、通用性强、可靠性高、体积小、易于维护等优点，在自动控制领域的应用十分广泛。目前可编程序控制器已从小规模的单机顺序控制发展到过程控制、运动控制等诸多领域。本书以西门子最新推出的紧凑型可编程序控制器——S7-1200 PLC 为例介绍可编程序控制器的基本结构、工作原理、指令系统、功能指令、程序设计及工业应用等。

可编程序控制器是在传统的继电器控制的基础上发展起来的，最初主要用于实现逻辑控制，故称为可编程序逻辑控制器，简称为 PLC (Programmable Logic Controller)。随着技术的发展，PLC 不仅能完成逻辑控制，还可以实现复杂数据处理及通信功能等，因此改称为可编程序控制器，简称为 PC (Programmable Controller)，但为了与个人计算机 (Personal Computer, PC) 区别，习惯上仍采用 PLC 的称呼。

## 1.1 PLC 的基础知识

### 1.1.1 PLC 的诞生及发展

在传统的工业生产过程中存在着大量的开关量顺序控制，按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行联锁保护动作的控制，另外还有大量离散量的数据采集。这些功能是通过继电器控制系统来实现的。20 世纪 60 年代，汽车生产流水线的自动控制系统就是继电器控制的典型代表。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展，汽车型号更新的周期愈来愈短，这样，继电器控制装置就需要经常重新设计和安装，十分费时、费工、费料。为了改变这一现状，美国通用汽车公司公开招标，要求用新的控制装置取代继电器控制装置，并提出了十项招标指标，即：

- 编程方便，现场可修改程序。
- 维修方便，采用模块化结构。
- 可靠性高于继电器控制装置。
- 体积小于继电器控制装置。
- 数据可直接送入管理计算机。
- 成本可与继电器控制装置竞争。
- 输入可以是交流 115 V。
- 输出为交流 115 V，2 A 以上，能直接驱动电磁阀、接触器等。
- 在扩展时，原系统只要很小变更。
- 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

1969 年，美国数字设备公司 (DEC) 研制出第一台 PLC，在美国通用汽车自动装配线上试用，获得了成功。它基于集成电路和电子技术，首次采用程序化的手段应用于电气控

制，这就是第一代可编程序控制器。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点，很快地在美国其他工业领域推广应用。到1971年，已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业领域。

早期的PLC（20世纪60年代末至70年代中期）一般称为可编程序逻辑控制器。这时的PLC还应该看做是继电器接触器控制装置的替代物，其主要功能只是执行原先用继电器接触器完成的顺序控制、定时控制等。它在硬件上以准计算机的形式出现，在I/O接口电路上作了改进，以适应工业控制现场的要求。装置中的元器件主要采用分立元件和中小规模集成电路，存储器采用磁心存储器。另外还采取了一些措施，以提高其抗干扰的能力。在软件编程上，采用了广大电气工程技术人员所熟悉的继电器接触器控制线路的方式——梯形图。早期的PLC性能要优于继电器接触器控制装置，其优点是简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障显示、能重复使用等，其中PLC特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

中期（20世纪70年代中期至80年代中后期）的PLC由于微处理器的出现而发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为PLC的中央处理单元（CPU），使PLC的功能大大增强。在软件方面，除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外，还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能。在硬件方面，除了保持其原有的开关量模块以外，还增加了模拟量模块、远程I/O模块以及各种特殊功能模块，并扩大了存储器的容量，使各种逻辑线圈的数量有所增加，还提供了一定数量的数据寄存器，使PLC的应用范围得以扩大。

近期（20世纪80年代中后期至今）的PLC由于超大规模集成电路技术的迅速发展，微处理器的市场价格大幅度下跌，使得各种类型的PLC所采用的微处理器的档次普遍提高。而且，为了进一步提高PLC的处理速度，各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片，使得PLC的软、硬件功能发生了巨大变化。

### 1.1.2 PLC的定义

IEC（国际电工委员会）于1982年11月（第一版）和1985年（修订版）对PLC作了定义，其中修订版的定义为：PC（即PLC）是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令，并通过数字式或模拟式的输入与输出，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部设备，都按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

PLC自诞生至今不过40年的历史，由于它直接应用于工业环境，具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围，目前已广泛应用于冶金、化工、矿业、机械、轻工、电力和通信等领域，成为现代工业自动化控制的重要支柱之一。

## 1.2 PLC的特点及技术性能指标

### 1.2.1 PLC的特点

PLC具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特

点，这些特点使其在工业自动化控制特别是顺序控制领域拥有无法取代的地位。

### 1. 控制功能完善

PLC 既可以取代传统的继电器接触器控制，实现定时、计数、步进等控制功能，完成对各种开关量的控制，又可实现模/数、数/模转换，具有数据处理能力，完成对模拟量的控制。同时，新一代的 PLC 还具有联网功能，可将多台 PLC 与计算机连接起来，构成分布式控制系统，用来完成大规模的、更复杂的控制任务。此外，PLC 还有许多特殊功能模块，适用于各种特殊控制的要求，如定位控制模块、高速计数模块、闭环控制模块、称重模块等。

### 2. 可靠性高

PLC 可以直接安装在工业现场且稳定可靠地工作。PLC 在设计时，除选用优质元器件外，还采用隔离、滤波、屏蔽等抗干扰技术，并采用先进的电源技术、故障诊断技术、冗余技术和良好的制造工艺，从而使 PLC 的平均无故障时间达到 3~5 万小时以上。大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成的冗余系统及由三 CPU 构成的表决系统，使可靠性进一步提高，图 1-1 所示为西门子公司 S7-400 PLC 的冗余系统。

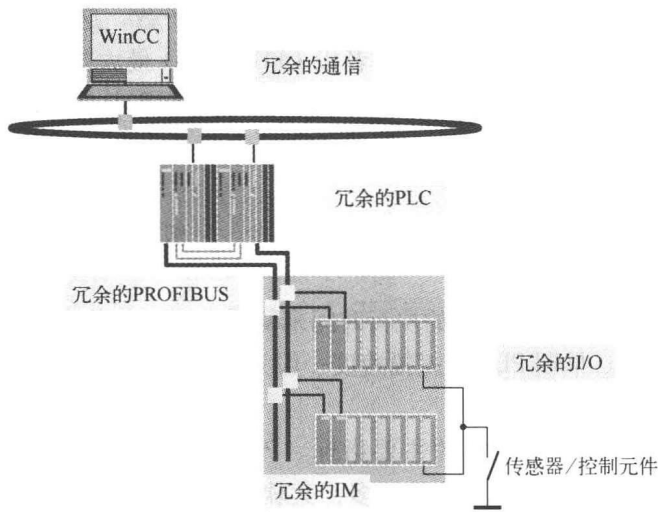


图 1-1 西门子公司 S7-400 PLC 的冗余系统

### 3. 通用性强

各 PLC 的生产厂家均有各种系列化、模块化、标准化的 PLC 产品，用户可根据生产规模和控制要求灵活选用，以满足各种控制系统的要求。PLC 的电源和输入、输出信号等也有多种规格。当系统控制要求发生变化时，只需修改软件即可满足新的要求。

### 4. 编程直观、简单

PLC 中最常用的编程语言是与继电器接触器电路图类似的梯形图语言，这种编程语言形象直观，容易掌握，使用者不需要专门的计算机知识和语言，可在短时间内掌握。当生产流程发生改变时，可使用编程器在线或离线修改程序，使用方便、灵活。对于大型复杂的控制系统，还有各种图形编程语言供设计者使用，设计者只需要熟悉工艺流程即可编制程序。

### 5. 体积小、维护方便

PLC 体积小、重量轻、结构紧凑、硬件连接方式简单、接线少、便于安装维护。维修

时,通过更换各种模块,可以迅速排除故障。另外,PLC具有自诊断、故障报警功能,面板上的各种指示便于操作人员检查调试,有的PLC还可以实现远程诊断调试功能。

## 6. 系统的设计、实施工作量小

PLC用存储逻辑代替接线逻辑,大大减少了控制设备外部的接线,使控制系统设计及实施的周期大为缩短,非常适合多品种、小批量的生产场合。同时维护也变得很容易,更重要的是同一设备只需改变程序就可适用于各种生产过程。

### 1.2.2 PLC的技术性能指标

PLC最基本的应用是取代传统的继电器接触器进行逻辑控制,此外还可以用于定时/计数控制、步进控制、数据处理、过程控制、运动控制、通信连网和监控等场合。PLC具有可靠性高、抗干扰能力强、功能完善、编程简单、组合灵活、扩展方便、体积小、质量轻、功耗低等特点,其主要性能通常由以下各种指标来描述。

#### (1) I/O点数

I/O点数通常是指PLC的外部数字量的输入和输出端子数,这是一项重要的技术指标,可以用CPU本机自带I/O点数来表示,或者以CPU的I/O最大扩展点数来表示,还可用PLC的外部扩展的最大模拟量数来表示。通常小型机最多有几十个,中型机有几百个,大型机超过千点。

#### (2) 存储器容量

存储器容量指的是PLC所能存储用户程序的多少,一般以字节(B)为单位。

#### (3) 扫描速度

PLC的处理速度一般用基本指令的执行时间来衡量,即一条基本指令的扫描速度,主要取决于所用芯片的性能。早期PLC的扫描速度一般为 $1\mu\text{s}$ /指令左右,现在快得多。

#### (4) 指令种类和条数

指令系统是衡量PLC软件功能的主要指标。PLC指令包括基本指令和高级指令(或功能指令)两大类,指令的种类和数量越多,其软件功能越强,编程就越灵活、越方便。

#### (5) 内存分配及编程元件的种类和数量

PLC内部存储器一部分用于存储各种状态和数据,包括输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器、特殊功能内部继电器、定时器、计数器、通用“字”存储器、数据存储器等,其种类和数量关系到编程是否方便灵活,也是衡量PLC硬件功能强弱的重要指标。

此外,不同的PLC还有其他一些指标,如编程语言及编程手段、输入/输出方式、特殊功能模块种类、自诊断、监控、主要硬件型号、工作环境及电源等级等。

### 1.2.3 S7-1200 PLC的技术性能指标

S7-1200 PLC是西门子公司最新推出的面向离散自动化系统和独立自动化系统的紧凑型自动化产品,定位在原有的SIMATIC S7-200 PLC和S7-300 PLC产品之间。S7-1200 PLC涵盖了S7-200 PLC的原有功能并且新增了许多功能,可以满足更广泛领域的应用。表1-1给出了目前S7-1200系列PLC不同型号CPU的性能指标。

表 1-1 S7-1200 PLC 系列 CPU 的性能指标

CPU 特征	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
三 CPU	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY		
集成的工作存储区/KB	25	25	50
集成的装载存储区/MB	1	1	2
集成的保持存储区/KB	2	2	2
内存卡件	可选 SIMATIC 记忆卡		
集成的数字量 I/O 点数	6 输入/4 输出	8 输入/6 输出	14 输入/10 输出
集成的模拟量 I/O 点数	2 输入		
过程映像区大小	1024 B 输入 / 1024 B 输出		
信号扩展板	最多 1 个		
信号扩展模块	不含	最多 2 个	最多 8 个
最大本地数字量 I/O 点数	14	82	284
最大本地模拟量 I/O 点数	3	15	51
高速计数器/个	3	4	6
- 单相	3 (100 kHz)	3 (100 kHz) 1 (30 kHz)	3 (100 kHz) 3 (30 kHz)
- 正交相	3 (80 kHz)	3 (80 kHz) 1 (30 kHz)	3 (80 kHz) 3 (30 kHz)
脉冲输出/个	2 (100 kHz, 直流输出) / 2 (1 Hz, 继电器输出)		
脉冲捕捉输入/个	6	8	14
时间继电器/循环中断	在全部的 4 个中有一个达到 ms 精度		
边沿中断/个	6 (上升沿) / 6 (下降沿)	8 (上升沿) / 8 (下降沿)	12 (上升沿) / 12 (下降沿)
精确的实时时钟/ (s/月)	± 60		
实时时钟保持时间	40℃ 环境下, 典型的 10 天/最小 6 天, 免费维护超级电容		
布尔量运算执行速度/ (μs / 指令)	0.1		
动态字符运算速度/ (μs / 指令)	12		
真正的数学运算速度/ (μs / 指令)	18		
端口数	1 个		
类型	RJ-45 接口		
数据传输率/ (Mbit/s)	10/100		
扩展通信模块	最多 3 个		

注: 随着电子技术的发展和产品的推出, 部分指标可能有所变化。

S7-200 PLC 是西门子专门应用于小型自动化设备的控制装置, 主要包括 CPU 22X 系列, 表 1-2 给出了 S7-200 系列 PLC 不同型号 CPU 的性能指标。

表 1-2 S7-200 PLC 系列 CPU 的性能指标

项 目	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
用户程序区/KB	4	4	8	12	16
数据存储区/KB	2	2	8	10	10

(续)

项 目	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
内置 DI/DO 点数	6/4	8/6	10/14	10/14	24/16
AI/AO 点数	无	16/16	32/32	32/32	32/32
1 条指令扫描时间/ $\mu$ s	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
最大 DI/DO 点数/个	256	256	256	256	256
位存储区/个	256	256	256	256	256
计数器/个	256	256	256	256	256
计时器/个	256	256	256	256	256
时钟功能	可选	可选	内置	内置	内置
数字量输入滤波	标准	标准	标准	标准	标准
模拟量输入滤波	N/A	标准	标准	标准	标准
高速计数器	4 个 30 kHz	4 个 30 kHz	6 个 30 kHz	4 个 30 kHz	6 个 30 kHz
脉冲输出	2 个 20 kHz	2 个 20 kHz	2 个 20 kHz	2 个 20 kHz	2 个 20 kHz
通信口	1 x RS-485	1 x RS-485	1 x RS-485	2 x RS-485	2 x RS-485

注：由于电子技术的发展及硬件产品的更新，部分指标可能有所变化。

S7-300 PLC 是模块化的中小型 PLC 系统，能满足中等性能要求的应用，广泛应用于专用机床、纺织机械、包装机械、通用机械、机床、楼宇自动化、电器制造等生产制造领域。表 1-3 给出了 S7-300 系列 PLC 的部分 CPU 的性能指标。

表 1-3 S7-300 系列 PLC 的部分 CPU 的性能指标

项 目	CPU 312	CPU 312C	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP	CPU 314	CPU 315-2 DP	CPU 317-2 PN/DP
用户存储区/KB	32	32	64	64	96	128	1000
最大 MMC/MB	4	4	8	8	8	8	8
自由编址	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
DI/DO/个	256/256	266/262	1008/1008	8064/8064	1024/1024	1024/1024	65536/65536
AI/AO/路	64/64	64/64	248/248	503/503	256/256	1024/1024	4096/4096
(处理时间/1kbit 指令) /ms	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05
位存储器/B	128	128	256	256	256	2048	4096
计数器/个	128	128	256	256	256	256	512
定时器/个	128	128	256	256	256	256	512
集成通信连接 MPL/DP/PtP/PN	Y/N/N/N	Y/N/N/N	Y/N/Y/N	Y/Y/N/N	Y/N/N/N	Y/Y/N/N	Y/Y/N/Y
集成的 I/O							
DI/DO	-/-	10/6	16/16	16/16	-/-	-/-	-/-
AI/AO	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
集成的技术功能	-	计数, 频率测量	计数, 频率测量, PID 控制	计数, 频率测量, PID 控制	-	-	-

注：由于电子技术的发展及硬件产品的更新，部分指标可能有所变化。

S7-400 PLC 是具有中高档性能的 PLC，采用模块化无风扇设计，坚固耐用，易于扩展，通信功能强大，适用于对可靠性要求极高的大型复杂的控制系统。表 1-4 给出了 S7-400 PLC 系列 PLC 的部分 CPU 的性能指标。

表 1-4 S7-400 系列 PLC 的部分 CPU 的性能指标

项 目	CPU 412-2	CPU 414-2	CPU 416-2	CPU 417-4
程序存储区	256 KB	0.5 MB	2.8 MB	15 MB
数据存储区	256 KB	0.5 MB	2.8 MB	15 MB
S7 定时器/个	2048	2048	2048	2048
S7 计时器/个	2048	2048	2048	2048
位存储器/KB	4	8	16	16
时钟存储器	8 位 (1 个标志字节)			
(输入/输出) /KB	4/4	8/8	16/16	16/16
(过程 I/O 映像) /KB	4/4	8/8	16/16	16/16
数字量通道/个	32768/32768	65536/65536	131072/131072	131072/131072
模拟量通道/路	2048/2048	4096/4096	8192/8192	8192/8192
(CPU/扩展单元) /个	1/21	1/21	1/21	1/21
编程语言	STEP7 (LAD、FBD、STL)、SCL、CFC、GRAPH			
(执行时间/定点数) /ns	75	45	30	18
(执行时间/浮点数) /ns	225	135	90	54
MPI 连接数量/个	32	32	44	44
GD 包的大小/B	54	54	54	54
传输速率	最高 12 Mbit/s			

注：由于电子技术的发展及硬件产品的更新，部分指标可能有所变化。

### 1.3 PLC 的应用领域

目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业，使用情况大致可归纳为如下几类。

#### 1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，它取代传统的继电器接触器电路，实现逻辑控制、顺序控制，既可用于单台设备的控制，也可用于多机群控及自动化流水线，如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

#### 2. 模拟量控制

在工业生产过程中，有许多连续变化的量，如温度、压力、流量、液位和速度等，称为模拟量。为了使 PLC 能够处理模拟量，必须实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换及 D/A 转换。目前各 PLC 厂家都提供了配套的 A/D 和 D/A 转换模块，从而使可编程控制器适用于模拟量控制。

#### 3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说，早期的 PLC 直接使



用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构，现在一般使用专用的运动控制模块，如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。目前各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能，从而使 PLC 广泛适用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

#### 4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机，PLC 能编制各种各样的控制算法程序，完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块，目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

#### 5. 数据处理

现代 PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较，完成一定的控制操作，也可以利用通信功能传送到别的智能装置，或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统，如无人控制的柔性制造系统，也可用于过程控制系统，如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

#### 6. 通信及联网

PLC 通信包括 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制技术的发展，工厂自动化网络发展得很快，各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能，纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口，通信非常方便。

PLC 的应用范围已从传统的产业设备和机械的自动控制，扩展到中小型过程控制系统、远程维护服务系统、节能监视控制系统，以及与生活、环境相关联的机器等各种应用领域，而且均有急速的上升趋势。值得注意的是，随着 PLC、DCS 的相互渗透，二者的界线日趋模糊，PLC 正从传统离散的制造业应用向连续的流程工业应用扩展。

## 1.4 PLC 的分类及与单片机、计算机的比较

### 1.4.1 PLC 的分类

目前，PLC 的不同厂家或同一厂家的不同产品种类繁多，功能各有侧重。根据不同的角度可将 PLC 分成不同的类型，其常用的分类方法有如下两种。

#### 1. 按容量分类

为了适应信息处理量和系统复杂程度的不同需求，PLC 具有不同的 I/O 点数、用户程序存储器容量和功能范围，PLC 早在 20 世纪 90 年代就已经形成微、小、中、大、巨型等多种类型。可编程序控制器实现对外部设备的控制，其输入端子与输出端子的数目之和称做 PLC 的输入/输出点数，简称 I/O 点数。按 I/O 点数 PLC 可分为微型 PLC（几十点 I/O）、小型 PLC（几百点 I/O）、中型 PLC（上千点 I/O）、大型 PLC（几千点 I/O）和巨型 PLC（上万点 I/O 及以上）。

#### 2. 按硬件结构形式分类

可编程序控制器的结构形式从大的方面来说可分为整体式和模块式两大类，另外还出现了内插板式的 PLC，也可以看做为模块式 PLC。