



边学边练

S7-200 PLC

技术及应用

◎牛百齐 史晓骏 许 斌 编著



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



边学边练

S7-200 PLC

技术及应用

◎牛百齐 史晓骏 许 斌 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书以理论与实践相结合的方式,系统介绍西门子 S7-200 PLC 的编程及应用,结合 STEP7-Micro/WIN 编程软件与 S7-200 仿真软件,采用边学边练的方法,达到迅速掌握、快速应用的目标。内容编排由浅入深,循序渐进;内容叙述通俗易懂,方便自学。

全书共分 10 章,第 1~2 章介绍 PLC 的基础知识和西门子 S7-200 系列 PLC 的结构、原理及使用的编程、仿真软件;第 3~8 章介绍 S7-200 系列 PLC 的基本指令和功能指令系统、编程方法及控制系统的设计方法;第 9 章介绍 PLC 的通信与网络;第 10 章介绍 S7-200 PLC 与工程应用技术。

本书适合自动化控制领域的工程技术人员阅读使用,也可作为高等学校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

边学边练 S7-200 PLC 技术及应用/牛百齐,史晓骏,许斌编著. —北京:电子工业出版社,2014.10
(牛老师教您)

ISBN 978-7-121-24417-9

I. ①边… II. ①牛… ②史… ③许… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 223896 号

策划编辑:张 剑(zhang@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:25.75 字数:659.2 千字

版 次:2014 年 10 月第 1 版

印 次:2014 年 10 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:59.00 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

随着科学技术的快速发展,可编程序控制器已广泛应用于自动化控制领域。可编程序控制器以其高可靠性和操作简便等特点,迅速成为工业控制领域的主流控制设备。SIEMENS 公司是世界上较早生产 PLC 的厂家之一,其产品有较高的市场占有率。

本书以西门子 S7-200 系列 PLC 为对象,理论与实践相结合,强调技能操作训练,突出工程应用,能够帮助读者快速掌握 PLC 知识及应用,具有以下特色。

1. 边学边练,快速掌握。本书在介绍理论知识的基础上进行技能训练,每个训练项目都有详细的操作步骤,读者只要跟着学,比着做,就能迅速掌握。考虑到许多初学者没有 PLC 硬件来做实训的条件,本书部分技能训练采用仿真软件,模拟 PLC 硬件的运行,也能达到较好的效果。

2. 内容新颖,符合认知规律。本书内容编排由易到难、循序渐进。内容阐述力求简明扼要、通俗易懂,方便自学。

3. 结合实际,突出应用。将理论教学、技能训练紧密结合,列举了大量的典型应用实例,并附有习题,以提高学习者的应用能力。

全书共分 10 章,第 1~2 章介绍 PLC 的基础知识和西门子 S7-200 系列 PLC 的结构、原理及使用的编程、仿真软件;第 3~8 章介绍 S7-200 系列 PLC 的基本指令和功能指令系统、编程方法及控制系统的设计方法;第 9 章介绍 PLC 的通信与网络;第 10 章介绍 S7-200 PLC 与工程应用技术。

本书适合自动化控制领域的工程技术人员阅读使用,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

本书由牛百齐、史晓骏、许斌编著,编写过程中得到济宁中控自动化有限公司的大力支持,同时参阅和引用了相关的技术资料,在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中不妥、疏漏或错误之处在所难免,恳请专家、同行批评指正,也希望得到读者的意见和建议。

编 著 者

目 录

第 1 章 PLC 基础知识与 S7 - 200 PLC 介绍	1
1.1 PLC 的概念	1
1.1.1 PLC 的产生及定义	1
1.1.2 PLC 的发展	3
1.1.3 PLC 的分类与特点	4
1.1.4 PLC 的主要技术指标	6
1.1.5 PLC 的基本功能及应用	7
1.2 PLC 的基本结构与工作原理	8
1.2.1 PLC 的基本结构	9
1.2.2 PLC 的工作原理	12
1.2.3 PLC 的编程语言	16
1.3 S7 - 200 PLC 介绍	18
1.3.1 S7 - 200 PLC 的 CPU 模块	19
1.3.2 S7 - 200 PLC 的扩展模块	26
1.3.3 PLC 内部的软元件	42
1.3.4 PLC 的寻址方式	47
1.3.5 S7 - 200 系列 PLC 的安装	48
思考与练习	52
第 2 章 S7 - 200 的编程软件与仿真软件	53
2.1 STEP7 - Micro/WIN 编程软件	53
2.1.1 STEP7 - Micro/WIN 编程软件介绍	53
2.1.2 STEP7 - Micro/WIN 软件窗口组成	56
2.1.3 建立 S7 - 200 PLC 的通信连接	62
2.2 STEP7 - Micro/WIN 软件的使用	65
2.2.1 项目的创建与程序编写	65
2.2.2 程序的编译与下载、上载	78
2.2.3 程序的调试与监控	81
2.2.4 使用系统块设置 PLC 的参数	89
2.3 S7 - 200 仿真软件的使用	98
思考与练习	102
第 3 章 S7 - 200 的基本指令及应用	103
3.1 位逻辑指令	103

3.1.1	I/O 指令	103
3.1.2	逻辑指令	105
3.1.3	逻辑堆栈指令	108
3.1.4	正、负跳变触点指令	112
3.1.5	置位、复位操作指令	113
3.1.6	空操作指令 NOP	115
3.2	定时器与计数器指令	119
3.2.1	定时控制指令	119
3.2.2	计数控制指令	128
3.2.3	定时器指令和计数器指令的应用扩展	132
3.3	基本指令的编程	138
3.3.1	编程的原则与技巧	138
3.3.2	几种基本控制电路	140
	思考与练习	146
第 4 章	数据传送、比较、运算指令及应用	148
4.1	数据传送指令	148
4.1.1	单一传送指令	148
4.1.2	数据块传送指令	149
4.1.3	字节交换、字节立即读写指令	151
4.2	比较操作指令	154
4.3	整数计算指令	158
4.3.1	加/减运算指令	158
4.3.2	乘/除运算指令	160
4.3.3	自增和自减指令	162
4.4	浮点数计算指令	165
4.4.1	基本浮点数的计算指令	165
4.4.2	浮点数的函数运算指令	167
4.5	逻辑运算指令	170
4.5.1	逻辑取反运算指令	171
4.5.2	逻辑与指令	172
4.5.3	逻辑或运算	173
4.5.4	逻辑异或指令	175
	思考与练习	179
第 5 章	数据移位指令及应用	180
5.1	数据移位指令	180
5.1.1	左右移位指令	180
5.1.2	循环移位指令	182

5.1.3 寄存器移位指令	184
5.2 数据转换指令	189
5.2.1 字节、整数、双整数的互相转换	189
5.2.2 整数与 BCD 码的转换指令	191
5.2.3 双整数与实数转换指令	193
5.2.4 字符串转换指令	196
5.2.5 编码、译码、段码指令	200
5.3 表功能指令	205
5.3.1 填表指令	205
5.3.2 表中取数指令	206
5.3.3 存储器填充指令	208
5.3.4 查表指令	209
思考与练习	213
第 6 章 程序控制指令及应用	214
6.1 程序控制指令	214
6.1.1 结束、暂停及看门狗复位指令	214
6.1.2 跳转与标号指令	217
6.1.3 循环指令	220
6.2 局部变量表与子程序	221
6.2.1 局部变量表	221
6.2.2 子程序	223
6.3 顺序控制	229
6.3.1 顺序控制指令	229
6.3.2 顺序功能图的概念	230
6.3.3 顺序功能图的结构形式	232
6.3.4 顺序功能图设计法	234
思考与练习	239
第 7 章 PLC 控制系统设计	240
7.1 PLC 控制系统设计知识	240
7.1.1 PLC 程序结构	240
7.1.2 控制系统设计的原则与步骤	241
7.2 梯形图的经验设计法	242
7.3 逻辑编程法	246
7.4 梯形图的继电器电路转换法	252
7.5 顺序控制梯形图的设计方法	258
7.5.1 使用启保停电路的梯形图设计方法	258
7.5.2 以转换为顺序控制梯形图设计方法	263

7.5.3	使用 SCR 指令的顺序控制梯形图设计方法	267
	思考与练习	276
第 8 章	特殊功能指令及应用	278
8.1	中断指令应用	278
8.1.1	中断事件与中断优先级	278
8.1.2	中断指令	280
8.2	高速计数器指令应用	284
8.2.1	高速计数器的概念	284
8.2.2	高速计数器指令	287
8.2.3	高速脉冲输出指令应用	290
8.3	PID 算法及指令	304
8.3.1	PID 算法	304
8.3.2	PID 回路控制指令	305
8.3.3	PID 回路指令输入/输出变量数值转换	307
8.3.4	PID 参数的调整	310
8.3.5	PID 参数自整定	312
8.4	时钟操作指令	323
	思考与练习	326
第 9 章	PLC 通信与网络	327
9.1	通信的基本知识	327
9.1.1	基本概念和术语	327
9.1.2	工业局域网基础	331
9.2	S7-200 的网络通信协议与通信实现	333
9.2.1	S7-200 的网络通信协议	333
9.2.2	通信设备	336
9.3	PPI 网络通信	338
9.3.1	PPI 网络通信的配置	338
9.3.2	S7-200 的网络读/写指令	340
9.3.3	通信的实现	343
9.4	自由口通信	351
9.4.1	自由口通信简介	351
9.4.2	S7-200 的发送和接收指令	352
9.5	PROFIBUS 网络通信	356
9.5.1	PROFIBUS 简介	356
9.5.2	PROFIBUS 的配置	356
	思考与练习	360
第 10 章	S7-200 PLC 与工程应用技术	361



10.1 配方应用技术	361
10.1.1 配方的概念	361
10.1.2 配方的实现	362
10.2 数据归档技术	368
10.2.1 数据归档的概念	368
10.2.2 数据归档的实现	368
10.3 TD200 人机界面应用技术	377
10.3.1 人机界面与 TD200	377
10.3.2 文本显示向导	379
思考与练习	391
附录 A S7-200 错误代码信息	392
附录 B S7-200 的特殊存储器 (SM) 标志位	395
参考文献	402

第 1 章

➡ PLC 基础知识与 S7-200 PLC 介绍

1.1 PLC 的概念

随着自动化技术，尤其是计算机技术的迅速发展，工业生产中所用设备的变化也日新月异，可编程序控制器就是这种变革中的产物。它是一种取代传统电控设备的新型电子设备，并且有着传统电气系统不可比拟的优点。

可编程序控制器是一种以微处理器为核心，融合了计算机技术、自动控制技术和通信技术等现代科技而发展起来的一种新型工业自动控制装置。随着计算机技术的发展，可编程序控制器的功能日益强大，性价比越来越高，已经成为工业控制领域的主流设备，并与 CAD/CAM、机器人技术一起，被誉为当代工业自动化的三大支柱。它广泛应用在电气控制、网络通信、数据采集等多个领域。

可编程序控制器出现以后，其名称也随其功能的发展而变化。早期的可编程序控制器在功能上只能进行逻辑控制，因此被称为可编程序逻辑控制（Programmable Logic Controller），简称 PLC。随着电子技术的发展，开始采用微处理器（microprocessor）来作为可编程序控制器的中央处理单元，从而扩大了可编程序控制器的功能，它不仅可以进行逻辑控制，而且还可对模拟量进行控制，有的还具有 PID 功能。1980 年，美国电气制造协会（NEMA）将它正式命名为可编程序控制器（Programmable Controller），简称 PC。但是近年来 PC 这个名字已成为个人计算机的专称，为了加以区别，现在通常把可编程序控制器简称为 PLC。

1.1.1 PLC 的产生及定义

1. PLC 的产生

在 PLC 出现之前，工业电气控制领域中一直都是以继电器控制占主导地位。但是继电器控制系统存在体积大、可靠性低、查找和排除故障困难等缺点，特别是其接线复杂、不易更改，对生产工艺变化的适应性差。

1968 年，美国通用汽车公司（GM）为了适应汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要，希望能有一种新型工业控制器，它能做到尽可能减少重新设计和更换电气控制系统及接线，以降低成本，缩短周期。于是就设想将计算机功能强大、灵活、通用性好等优点与电气控制系统简单易懂、价格便宜等优点结合起来，制成一种通用控制装置，而且这种装置

采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能很快掌握使用。

美国通用汽车本公司在 1969 年公开招标要求用新的控制装置取代继电器控制装置，并提出了十项招标技术要求，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 115V（美国电压标准）；
- ☺ 输出为交流 115V、2A 以上；
- ☺ 在扩展时原系统只要进行很小的变更；
- ☺ 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

1969 年，美国数字设备公司根据美国通用汽车公司的这种要求，研制成功世界上第一台可编程序控制器，并在通用汽车公司的自动装配线上试用，取得了很好的效果。从此这项技术迅速发展起来。

2. PLC 的定义

PLC 问世以来，尽管时间不长，但发展迅速，为了使其生产和发展标准化，国际电工委员会（IEC）在 1987 年颁布的 PLC 标准草案第 3 稿中，对 PLC 做了以下定义：“可编程序控制器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计。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的指令，并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。可编程序控制器及其有关外围设备，都应按易于与工业控制系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计”。

从上述定义可以看出，PLC 有以下两点特征：

- ☺ 定义强调了 PLC 应直接应用于工业环境，它必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围，这是区别于一般微机控制系统的重要特征。
- ☺ 定义强调了 PLC 是一种“数字运算操作的电子系统”，它也是一种计算机。它是“专为在工业环境下应用而设计”的工业计算机。通过程序控制各种类型的机械或生产过程，除了完成各种各样的控制功能外，还具有与其他计算机通信联网的功能。

需要强调的是，PLC 与以往所讲的继电接触器控制装置在“可编程”方面有着质的区别，后者是通过硬件或硬接线的变更来改变程序，而 PLC 引入了微处理半导体存储器等新一代的微电子器件，并用规定的指令进行编程，能灵活地修改，即用软件方式实现“可编程”的目的。

早期的可编程序控制器仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能，只是用来取代传统的继电器控制，通常称为可编程序逻辑控制器。随着微电子技术和计算机技术的发展，20 世纪 70 年代中期微处理器技术应用到 PLC 中，使 PLC 不仅具有逻辑控制功能，还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能，其功能已远远超出了上述定义的范围。



1.1.2 PLC 的发展

1. PLC 的发展历程

PLC 问世以来,其发展历程大致经历了4个阶段。

【结构定型阶段 (1970—1980 年)】在这一阶段,各种类型的顺序控制器不断出现,如逻辑电路型、1 位机型、通用计算机型、单板机型等,但迅速被淘汰,最终以微处理器为核心的现有 PLC 结构形式取得了市场认可,并得以迅速发展与推广。PLC 的原理、结构、软件、硬件趋向统一与成熟;其应用领域也开始由最初的小范围、有选择的应用向机床、生产线领域拓展。

【普及与系列化阶段 (1980—1990 年)】在这一阶段,PLC 的生产规模日益扩大,价格不断下降,PLC 迅速普及。各 PLC 生产厂家开始形成系列,相继出现了固定 I/O 点型、基本单元加扩展型、模块化型这3种延续至今的基本结构;PLC 的应用范围开始遍及顺序控制的全部领域。在本阶段,SIEMENS 公司以最早的 S3 系列 PLC 产品为主;1978 年,逐步被 S5 系列所代替,S5 系列 PLC 包括了小、中、大型各种规格的产品。

【高性能小型化阶段 (1990—2000 年)】在这一阶段,随着微电子技术的进步,CPU 的运算速度大幅上升,位数不断增加,用于各种特殊控制的功能模块被不断开发,PLC 的功能日益增强,应用范围由单一的顺序控制向现场控制领域延伸。同时,PLC 的体积大幅度缩小,出现各种小型化、微型化 PLC。本阶段,SIEMENS 公司的 PLC 产品开始从 S5 系列向 S7 系列过渡,1995 年后,陆续推出了 S7-200/300/400 等小、中、大型 PLC 系列产品。

【高性能与网络化阶段 (2000 年至今)】在本阶段,为了适应信息技术的发展与工厂自动化的需要,PLC 的功能被不断开发和完善。PLC 在继续提高 CPU 的运算速度、位数的同时,开发了适用于过程控制、运动控制的特殊功能与模块,应用范围开始拓展到工厂自动化的全部领域。与此同时,为了适应 IT 技术的发展,PLC 的网络与通信功能得到迅速完善,PLC 不仅可以连接传统的编程与 I/O 设备,还可以通过各种现场总线构成网络系统,为工厂自动化奠定了基础。在本阶段,SIEMENS 公司的 PLC 产品仍以 S7-200/300/400 系列 PLC 为主要产品,只是其性能在不断完善与进一步提高,并陆续有新的 CPU 模块型号推出。

2. PLC 的发展趋势

从产品技术性能看,PLC 发展趋势表现在以下几个方面。

【向高速度、大容量、高性能的方向发展】随着自动化水平的不断提高,要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前,有的 PLC 的扫描速度可达 0.1ms/K 步左右。PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。在存储容量方面,有的 PLC 最高可达几十兆字节。大型的 PLC 采用多微处理器系统,如有的采用 32 位微处理器,可同时进行多任务操作,PLC 的功能进一步加强,以适应各种控制需要。

【向超大型、超小型两个方向发展】当前中小型 PLC 比较多,为了适应市场的多种需要,今后 PLC 要向多品种方向发展,特别是向超大型和超小型两个方向发展。现已有 I/O 点数达 14 336 点的超大型 PLC,它使用 32 位微处理器、多 CPU 并行工作和大容量存储器,功能强大。

小型 PLC 内整体结构向小型模块化结构发展,使配置更加灵活,为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型 PLC,最小配置的 I/O 点数为 8~16 点,以适应单机及小型

自动控制的需要。

【大力开发功能模块，加强联网通信能力】为满足各种自动化控制系统的要求，近年来，开发出了许多功能模块，如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些带 CPU 和存储器的智能模块，既扩展了 PLC 功能，又使用灵活，扩大了 PLC 的应用范围。

加强 PLC 的联网通信能力，是 PLC 技术进步的潮流。PLC 的联网通信有两类：一类是 PLC 之间的联网通信，各 PLC 生产厂家都有自己的专有联网手段；另一类是 PLC 与计算机之间的联网通信，一般 PLC 都有专用通信模块与计算机通信。为了加强联网通信能力，PLC 厂家之间也在协商制定通用的通信标准，以构成更大的网络系统，PLC 已成为集散控制系统 (DCS) 不可缺少的重要组成部分。

【增强外部故障的检测与处理能力】统计资料表明：在 PLC 控制系统的故障中，CPU 占 5%，I/O 接口占 15%，输入设备占 45%，输出设备占 30%，线路占 5%。前两项共 20%，故障属于 PLC 的内部故障，它可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理；而其余 80% 的故障属于 PLC 的外部故障。因此，PLC 生产厂家都致力于研制、发展用于检测外部故障的专用智能模块，进一步提高系统的可靠性。

【编程语言多样化】在 PLC 系统结构不断发展的同时，PLC 的编程语言也越来越丰富，功能也不断提高。除了大多数 PLC 使用的梯形图语言外，为了适应各种控制要求，出现了面向顺序控制的步进编程语言、面向过程控制的流程图语言、与计算机兼容的高级语言（如 BASIC 语言、C 语言）等。多种编程语言的并存、互补与发展是 PLC 进步的一种趋势。

1.1.3 PLC 的分类与特点

1. PLC 的分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O（输入/输出）点数的多少等进行大致分类。

1) 按结构形式分类 根据 PLC 的结构形式，可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

【整体式 PLC】整体式 PLC 是将电源、CPU、存储器、I/O 安装在一个标准机壳内，组成一个 PLC 的基本单元（主机）。基本单元上设有 I/O 扩展单元接口、通信接口等，可以和扩展单元模块相连接。小型机系统还提供许多特殊功能模块，如 I/O 模块、热电偶模块、定位模块、通信模块等。通过不同的配置，可完成不同的控制任务。

整体式 PLC 的特点：结构紧凑、体积小、价格低、容易装配在工业控制设备的内部，适合生产机械的单机控制。

【模块式 PLC】模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分，分别做成若干个单独的模块，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 由框架或基板和各种模块组成。模块装在框架或基板的插座上。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

模块式 PLC 的特点：配置灵活，可根据需要选配不同规模的系统，而且装配方便，便于扩展和维修。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来，形成叠装式 PLC。叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块，但它们之间靠电缆进行连接，并且各个模块



间可以一层层地叠装。这样,不但系统可以灵活配置,还可做得体积小巧。

2) 按功能分类 根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档 PLC 3 类。

【低档 PLC】 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

【中档 PLC】 除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

【高档 PLC】 除具有中档 PLC 的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。

3) 按 I/O 点数分类 根据 PLC 的 I/O 点数的多少,可将 PLC 分为微型机、小型机、中型机、大型机和超大型机等。

【微型机】 I/O 点数为 64 点以内,单 CPU,内存容量为 256 ~ 1000B,如台湾广成公司的 SPLC。

【小型机】 I/O 点数为 64 ~ 256 点之间,单 CPU,内存容量为 1 ~ 3.6KB,如西门子公司的 S7-200。

【中型机】 I/O 点数为 256 ~ 2048 点之间,双 CPU,内存容量为 3.6 ~ 13KB,如西门子公司的 S7-300。

【大型机】 I/O 点数为 2048 点以上,多 CPU,内存容量为 13KB 以上,如西门子公司的 S7-400。若 I/O 点数超过 8192 点,则为超大型 PLC。

在实际中,一般 PLC 的功能的强弱与其 I/O 点数是相互关联的,即 PLC 的功能越强,其可配置的 I/O 点数越多。因此,通常我们所说的小型、中型、大型 PLC,除指其 I/O 点数不同外,同时也表示其对应功能为低档、中档、高档。

2. PLC 的特点

PLC 技术之所以迅速发展,除了工业自动化领域的客观需要外,主要原因在于与现有的各种控制方式相比,它具有一系列深受用户欢迎的特点。它较好地解决了工业领域中普遍关注的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。主要有以下特点:

【可靠性高、抗干扰能力强】 传统的继电控制系统使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于接触不良,容易出现故障。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器,只剩下与输入和输出有关的少量硬件元件,硬件接线比继电控制系统少得多,因而触点接触不良造成的故障大为减少。

PLC 为保证在恶劣的工业环境下可靠地工作,采用了一系列硬件和软件的抗干扰措施,具有很强的抗干扰能力,平均无故障时间可达几十万小时,PLC 已被公认为最可靠的工业控制设备之一。

【编程简单、使用方便】 目前,大多数 PLC 采用的编程语言是梯形图语言,它是一种面向生产、面向用户的编程语言。梯形图与电气控制线路图相似,形象、直观,不需要掌握计

算机知识,很容易掌握。当生产流程需要改变时,可以现场改变程序,使用方便、灵活。同时,PLC 编程器的操作和使用也很简单。这也是 PLC 获得普及和推广的主要原因之一。

许多 PLC 上还针对具体问题,设计了各种专用编程指令及编程方法,进一步简化了编程。

【采用模块化结构,组合灵活、使用方便】 PLC 的各个部件均采用模块化设计,各模块之间可由机架和电缆连接。规模可根据用户的实际需求自行组合,使系统的性能价格更容易趋于合理。

【功能完善、通用性强】 现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能,而且还具有模/数 (A/D) 和数/模 (D/A) 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、通信联网等功能。同时,由于 PLC 产品的系列化、模块化,有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,可以组成满足各种要求的控制系统。

【设计安装简单、维护方便】 由于 PLC 用软件代替了传统电气控制系统的硬件,控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PLC 的用户程序大部分可以在实验室进行模拟调试,缩短了应用设计和调试周期。

在维修方面,由于 PLC 的故障率极低,维修工作量很小;而且 PLC 具有很强的自诊断功能。如果出现故障,可根据 PLC 上的指示或编程器上提供的故障信息,迅速查明原因,维修极为方便。

【体积小、重量轻、能耗低】 由于 PLC 采用了半导体集成电路,其结构紧凑、体积小、能耗低,因而是实现机电一体化的理想控制设备。

1.1.4 PLC 的主要技术指标

【存储容量】 存储容量一般是指用户程序存储器的容量。用户程序存储器的容量大,可以编制出复杂的程序。一般来说,小型 PLC 的用户存储器容量为几千字节,而大型 PLC 的用户存储器容量为几万字节。有些 PLC 的用户程序存储器需要外插的存储卡,或者可以用存储卡扩充。

【I/O 点数】 I/O 点数是 PLC 可以接收的输入信号和输出信号的总和,是衡量 PLC 性能的重要指标。I/O 点数越多,外部可接的输入设备和输出设备就越多,控制规模就越大。

【扫描速度】 扫描速度是指 PLC 执行用户程序的速度,是衡量 PLC 性能的重要指标。一般以扫描 1K 步用户程序所需的时间来衡量扫描速度,通常以 ms/K 步为单位。PLC 用户手册一般给出执行各条指令所用的时间,可以通过比较各种 PLC 执行相同的操作所用的时间,来衡量扫描速度的快慢。

【指令的功能与数量】 指令功能的强弱、数量的多少也是衡量 PLC 性能的重要指标。编程指令的功能越强、数量越多,PLC 的处理能力和控制能力也越强,用户编程也越简单和方便,越容易完成复杂的控制任务。

【内部元件的种类与数量】 在编制 PLC 程序时,需要用到大量的内部元件来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、模块设置和各种标志位等信息。这些元件的种类与数量越多,表示 PLC 的存储和处理各种信息的能力越强。

【特殊功能单元】 特殊功能单元种类的多少与功能的强弱是衡量 PLC 产品的一个重要指标。近年来 PLC 厂家非常重视特殊功能单元的开发,特殊功能单元种类日益增多,功能越来越强,使 PLC 的控制功能日益扩大,如高速计数模块、位置控制模块、闭环控制模块等。



【可扩展能力】PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种功能模块的扩展等。在选择 PLC 时,经常需要考虑 PLC 的可扩展能力。

1.1.5 PLC 的基本功能及应用

1. PLC 的基本功能

由于大规模和超大规模集成电路技术及数字通信技术的进步和发展,PLC 的发展十分迅速,更新换代周期进一步缩短,不断有新的 PLC 产品问世。相应地,PLC 的功能也在不断增加。

PLC 的控制对象可以是单台或多台机电设备,也可以是生产流水线。使用者可以根据生产过程和工艺要求设计控制程序,然后将其送入 PLC。程序投入运行后,PLC 在输入信号的作用下,按照预先送入的程序控制执行机构按一定的规律动作。它能完成以下功能。

【逻辑控制】PLC 具有逻辑运算功能,它设置有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,能够描述继电器触点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接,因此它可以代替继电器进行各种逻辑控制。

【定时控制】PLC 具有定时控制功能。它为用户提供了若干个定时器并设置了定时指令。定时值由用户在编程时设定,并能在运行中被读出与修改,使用灵活,操作方便。程序投入运行后,PLC 将根据用户设定的计时值对某个操作进行限时控制和延时控制,以满足生产工艺的要求。

【计数控制】PLC 具有计数功能。它为用户提供了若干个计数器并设置了计数指令。计数值可由用户在编程时设定,并可在运行中被读出或修改,使用与操作都很灵活方便。

【步进控制】PLC 能完成步进控制功能。步进控制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。PLC 为用户提供了若干个移位寄存器,或者直接有步进命令,编程和使用极为方便,因此很容易实现步进控制的要求。

【A/D、D/A 转换】有些 PLC 还具有模/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】有的 PLC 还具有数据处理能力及并行运算指令,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、数制转换等操作,并可对数据存储器进行间接寻址,与打印机相连可打印出程序和有关数据及梯形图。

【通信与联网】有些 PLC 采用了通信技术,可以进行远程 I/O 控制,多台 PLC 之间可以进行同位连接,还可以与计算机进行上位连接,接收计算机的命令,并将执行结果告诉计算机。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。

【对控制系统监控】PLC 配置有较强的监控功能,它能记忆某些异常情况,或当发生异常情况时自动终止运行。在控制系统中,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。

可以预料,随着科学技术的不断发展,PLC 的功能会不断拓宽和增强。

2. PLC 的应用

在工业控制方面,PLC 已经广泛应用于冶金、化工、轻工、机械、电力、建筑、运输等

领域。按照 PLC 的控制类型不同,大致归纳为以下几个方面。

【开关量逻辑控制】PLC 具有强大的逻辑运算功能,可以实现各种简单和复杂的逻辑控制;利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制,可以取代传统的继电器控制;PLC 在单机控制、多机群控制、自动生产线控制等中广泛应用。

【运动控制】大多数 PLC 都有拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。广泛用于各种机械设备,如对各种机床、装配机械、机器人等进行运动控制。

【模拟量控制】PLC 中配置有 A/D 和 D/A 转换模块。其中 A/D 模块能将现场的温度、压力、流量、速度等模拟量通过 A/D 转换变为数字量,再经 PLC 中的微处理器进行处理(微处理器处理的数字量)去进行控制或者经 D/A 模块转换后,变成模拟量去控制被控对象,这样就可以实现 PLC 对模拟量的控制。

【过程控制】现代大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能,有的小型 PLC 也具有模拟量 I/O。所以 PLC 可实现模拟量控制,而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制,用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。

【数据处理】现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能,可进行数据的采集、分析和处理,同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置(如计算机数值控制设备)进行处理。

【通信联网】现代 PLC 一般都有通信功能,PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信,PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络,以实现信息的交换,并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统,满足工厂自动化系统发展的需要。

【其他】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、CRT 模块等。

1.2 PLC 的基本结构与工作原理

在传统的继电器、接触器控制系统中,要完成一项控制任务,支配控制系统工作的“程序”是由导线将电气元件连接起来实现的,这样的控制系统称为接线程序控制系统。图 1-1 所示是一个继电器控制系统。其输入对输出的控制是通过中间环节(继电器控制线路)来实现的。在这种接线控制系统中,控制过程的变更必须通过改变其中的器件和接线来实现。

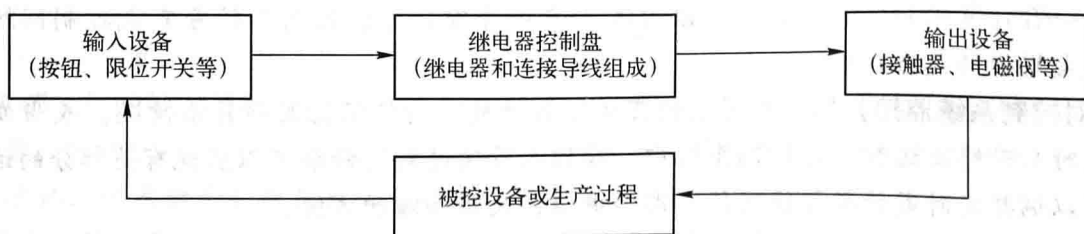


图 1-1 继电器控制系统