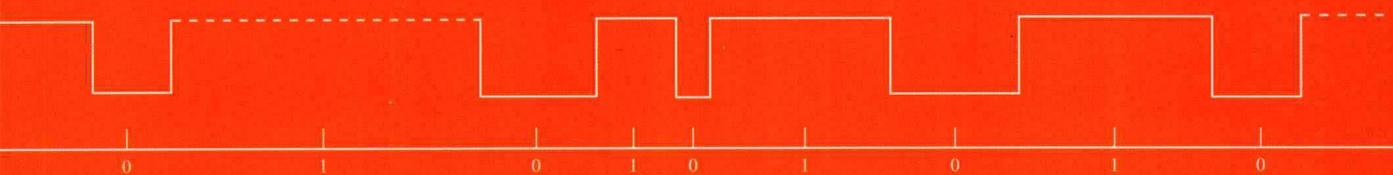


零基础学 西门子S7-300/400 PLC

李冰 刘富强 王嘉男◎等编著



【从学生到工程师的良师益友】



DVD-ROM



机械工业出版社
China Machine Press

零基础学

西门子S7-300/400 PLC



机械工业出版社
China Machine Press

本书系统论述了西门子 S7-300/400 PLC 的架构、原理与编程，并通过众多示例和大型案例给出了应用方法，具有极高的实用价值。

本书分为 3 篇，共 15 章：PLC 概述、PLC 的组成与原理、PLC 控制系统设计、S7-300/400 系列 PLC、S7-300/400 系列 PLC 的硬件组成、S7-300/400 系列 PLC 指令系统、S7-300/400 系列 PLC 用户程序的组织结构、STEP 7 编程软件及其应用、S7-300/400 系列 PLC 的通信功能、PCS 7 软件及其应用、数字量控制系统梯形图设计、PLC 控制系统可靠性设计、网络通信实例、运动控制实例、过程控制实例等。

本书重点突出，层次分明，注重知识的系统性、针对性和先进性；注重理论与实践联系，培养工程应用能力。另外，本书配套光盘给出了书中的实例文件、开发过程的操作录像文件、常用元器件及芯片等丰富的拓展资源，极大地方便了读者自学，动手实践。

本书可作为普通高等院校自动化、电气工程、测控技术与仪器等专业的本科生教材，也可作为相关工程技术人员的学习参考用书。

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目 (CIP) 数据

零基础学西门子 S7-300/400 PLC/李冰等编著. —北京：机械工业出版社，2010.6

ISBN 978-7-111-30717-4

I. 零… II. 李… III. 可编程序控制器，西门子 S7-300/400 PLC IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 091997 号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：张少波

北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 27 印张

标准书号：ISBN 978-7-111-30717-4

ISBN 978-7-89451-524-7 (光盘)

定价：55.00 元 (附光盘)

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：(010) 88378991；88361066

购书热线：(010) 68326294；88379649；68995259

投稿热线：(010) 88379604

读者信箱：hzjsj@hzbook.com

随着微处理器、计算机和通信技术的飞速发展，计算机控制已扩展到几乎所有的工业领域。当前用于工业控制的计算机可分为可编程序控制器（PLC）、基于 PC 总线的工业控制计算机、基于单片机的测控装置、集散控制系统（DCS）和现场总线控制系统（FCS）等。PLC 是应用面广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置，它已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。经过几十年的发展，PLC 已经形成了完整的工业产品系列，其中西门子公司的 S7-200/300/400 系列就是应用十分广泛的 PLC。

本书基于西门子的 S7-300/400 系列 PLC，以实践为导向，以实用为目标，详细阐述 PLC 的原理与实践。在介绍 PLC 的基本概念和西门子的 S7-300/400 系列 PLC 基础知识的同时，详细地介绍如何用 STEP 7 软件编程实现常用的控制算法，并结合实际应用，介绍作者所在哈尔滨工程大学 HRBEU-SIEMENS 先进自动化技术示范实验室近年来在工程实践中总结出来的一些经典案例，尽量做到理论、应用与实际编程的紧密结合，使读者掌握 PLC 的基本方法和技巧。

本书特点

1. 循序渐进，由浅入深

为了方便读者学习，本书在介绍 PLC 的概念、组成、工作原理等基础上，结合具体的实例，逐步介绍西门子 S7-300/400 系列 PLC 的硬件组成、指令系统、用户结构和编程软件的使用方法，以及用 PCS 7 进行高级开发的相关知识。

2. 技术全面，内容充实

本书在全面介绍 S7-300/400 系列 PLC 的基本原理的前提下，介绍 PLC 控制系统的可靠性、抗干扰性设计和数字量控制系统梯形图的设计方法等相关知识。无论是用西门子 S7-300/400 系列 PLC 的读者，还是用其他厂家 PLC 的读者，都可以从本书获益。

3. 对比讲解，理解深刻

考虑到有很多读者具备 PLC 梯形图的开发经验，因此本书注重结合梯形图与语句表进行讲解。同时，本书对一些无法使用梯形图实现的功能给出了对应的语句表程序。通过这种讲解方式，帮助读者加深、加快对梯形图编程要点的理解。

4. 分析原理，步骤清晰

每种控制器都有自身的独特魅力。掌握一门技术首先需要理解原理，本书注意透析各个知识点的原理，总结实现的思路和步骤。读者可以根据具体步骤实现书中的例子，将理论知识与实践相结合，这样更利于学习。

5. 代码完整，讲解详尽

书中的每个知识点都有相应的实例代码，并对关键的代码部分进行了注释说明。每段代码的后面都有详细的分析，并给出了代码运行后的结果。读者可以参照运行结果阅读源程序，以便于加深理解。

主要内容

本书分为3篇，共15章，各章的主要内容如下。

第一篇 开发基础

第1章：介绍了PLC的基本概念，包括PLC的产生与发展、特点与功能以及PLC的结构和分类。

第2章：介绍了PLC的组成、工作原理和编程语言，并将PLC与传统的继电器系统进行了比较。

第3章：从项目需求、选型、软/硬件设计、仿真与调试几个方面系统论述了PLC控制系统的设计开发过程与要点。

第二篇 原理与编程

第4章：详细介绍了S7-300/400系列PLC的整体设计、CPU种类、支持的指令集、兼容的编程语言及通信的基本知识。

第5章：介绍了S7-300/400系列PLC的硬件组成，包括S7-300系列、S7-400系列以及分布式I/O的处理器模块、输入/输出模块及电源模块等常用模块。

第6章：介绍了S7-300/400系列PLC的编程语言和存储区，并详细介绍了S7-300/400系列PLC的梯形图指令系统。

第7章：系统论述了S7-300/400系列PLC用户程序的组织结构，并通过实例讲解了它们的使用方法。

第8章：系统论述了STEP 7的使用方法，通过实例讲解了如何使用STEP 7进行组态、编程、仿真和系统调试。

第9章：系统论述了S7-300/400系列PLC的通信功能，并通过实例讲解了它们的使用方法。

第10章：介绍了PCS 7的组态、编程以及OS和图形编辑器，并通过实例讲解了它们的使用方法。

第11章：介绍在编写梯形图时应遵守的编程规则，以及在初次编程后如何对程序进行优化的方法，并通过实例详细讲解了在数字量控制系统中常用的经验设计法和顺序设计法。

第12章：从具体应用的角度通过具体措施的讲解，介绍了PLC控制系统在提高可靠性和抗干扰性设计方面的常用办法。

第三篇 综合实例

第13章：主要介绍了PLC控制系统的通信方式，并通过多个实例详细讲解了PLC系统间通过PROFIBUS、MPI以及以太网的通信方法。

第14章：通过变频器对电机控制及电梯控制这两个实例来介绍如何利用S7-300/400 PLC进行运动控制系统的设计。

第15章：结合前面几章讲过的PCS 7和PROFIBUS知识，详细介绍水箱液位控制、反应釜温度控制和流量控制3个过程控制实例。

读者对象

- 从事自动控制、硬件设计及PLC开发的工程技术人员
- 高等院校电气工程、自动化等相关专业的学生

本书光盘

- 书中全部实例文件
- 开发过程录像文件

- 常用芯片及元器件
- 常用学习交流网址

本书主要由李冰、刘富强、王嘉男编著，其他参与编著和资料整理的人员有宋一兵、管殿柱、赵景波、付本国、张轩、赵景伟、赵秋玲、张忠林、王献红、王臣业、张洪信、谈世哲、温建民、程联军、郭世永等。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

作者联系方式：gdz_zero@126.com

编辑联系方式：zsb@hzbook.com

作者
2010年5月

目 录 CONTENTS

前言	2.3.1 指令表编程	15
	2.3.2 ST 语句	16
	2.3.3 梯形图	17
	2.3.4 功能块图编程	18
	2.3.5 顺序功能图编程	19
第一篇 开发基础	2.4 继电器控制与 PLC 控制的 比较	20
第 1 章 PLC 概述	2.5 实践拓展	20
1.1 PLC 的产生与发展	2.6 思考与练习	21
1.1.1 PLC 的产生	第 3 章 PLC 控制系统设计	22
1.1.2 PLC 的定义	3.1 PLC 控制系统设计的基本 原则	22
1.1.3 PLC 的发展	3.1.1 设计内容	22
1.2 PLC 的特点与功能	3.1.2 基本原则	22
1.2.1 PLC 的特点	3.1.3 设计步骤	23
1.2.2 PLC 的功能	3.2 PLC 的选择	24
1.3 PLC 的分类	3.2.1 机型的选择	24
1.4 常用的 PLC 产品	3.2.2 I/O 模块的选择	25
1.4.1 国外 PLC 产品	3.2.3 存储器的选择	26
1.4.2 国内 PLC 产品	3.2.4 响应时间	26
1.5 实践拓展	3.3 软/硬件设计	26
1.6 思考与练习	3.3.1 硬件设计	26
第 2 章 PLC 的组成与原理	3.3.2 软件设计	28
2.1 PLC 的组成	3.4 总装与调试	29
2.1.1 PLC 的硬件组成	3.4.1 调试方法及步骤	29
2.1.2 PLC 的软件组成	3.4.2 故障检查	30
2.1.3 PLC 的常用外设的选择	3.5 实践拓展	33
2.2 PLC 的工作原理	3.6 思考与练习	34
2.2.1 PLC 的工作过程		
2.2.2 PLC 的等效工作电路		
2.3 PLC 的编程语言		

第二篇 原理与编程	35	第6章 S7-300/400 系列 PLC	
第4章 S7-300/400 系列 PLC ...	35	的指令系统	85
4.1 S7-300 系列 PLC	35	6.1 S7-300/400 的编程语言	85
4.1.1 整体设计	35	6.1.1 编程语言的国际标准	85
4.1.2 CPU	37	6.1.2 STEP 7 中的编程语言	86
4.1.3 程序设计	38	6.2 S7-300/400 的存储区	87
4.1.4 通信	38	6.2.1 数制	87
4.2 S7-400 系列 PLC	39	6.2.2 数据类型	87
4.2.1 整体设计	39	6.2.3 存储区类型	89
4.2.2 CPU	41	6.2.4 系统存储器	90
4.2.3 程序设计	41	6.3 S7-300/400 的指令系统	92
4.2.4 通信	42	6.3.1 位逻辑指令	92
4.3 实践拓展	42	6.3.2 定时器指令	101
4.4 思考与练习	42	6.3.3 计数器指令	111
第5章 S7-300/400 系列 PLC		6.3.4 比较指令	115
 的硬件组成	43	6.3.5 转换指令	117
5.1 S7-300 的硬件组成	43	6.3.6 打开数据块指令	126
5.1.1 处理器模块	43	6.3.7 逻辑控制指令	126
5.1.2 输入/输出模块	46	6.3.8 整数数学运算指令	128
5.1.3 电源模块	63	6.3.9 浮点型数学运算指令	134
5.1.4 其他模块	63	6.3.10 传送指令	137
5.2 S7-400 的硬件组成	65	6.3.11 程序控制指令	138
5.2.1 机架	65	6.3.12 状态位指令	144
5.2.2 处理器单元	66	6.3.13 位移指令	148
5.2.3 电源模块	69	6.3.14 循环移位指令	153
5.2.4 数字量模块	71	6.3.15 字逻辑指令	154
5.2.5 模拟量模块	72	6.4 实践拓展	159
5.2.6 其他模块	74	6.5 思考与练习	159
5.3 ET 200 分布式 I/O 硬件组成 ...	75	第7章 S7-300/400 系列 PLC	
5.3.1 ET 200 分布式 I/O 概述 ...	75	 用户程序的组织结构	160
5.3.2 ET 200 的分类	76	7.1 用户程序的基本结构	160
5.3.3 ET 200S 简介	77	7.1.1 用户程序中的块	160
5.4 实践拓展	83	7.1.2 用户程序使用的堆栈	164
5.5 思考与练习	84	7.2 数据块	165
		7.2.1 数据块中的数据类型	165
		7.2.2 数据块的生成与使用	166

7.3 组织块	169	8.7.1 创建和打开较高一级的 功能块	202
7.3.1 中断的基本概念	169	8.7.2 编程实现	203
7.3.2 日期时间中断组织块	170	8.7.3 生成多重背景并调整 实际值	204
7.3.3 延时中断组织块	171	8.7.4 在 OB1 中调用多重背景	206
7.3.4 循环中断组织块	171	8.8 S7-PLCSIM 仿真软件的使用	206
7.3.5 硬件中断组织块	172	8.8.1 使用 S7-PLCSIM 仿真软件 调试程序的步骤	207
7.3.6 启动时使用的组织块	172	8.8.2 应用举例	208
7.3.7 异步错误组织块	173	8.8.3 视图对象与仿真软件的设置 与存档	209
7.3.8 同步错误组织块	175	8.9 系统调试	210
7.3.9 背景组织块	177	8.9.1 STEP 7 与 PLC 的在线连接 与在线操作	210
7.4 实践拓展	177	8.9.2 调试程序	212
7.5 思考与练习	177	8.9.3 故障诊断	214
第 8 章 STEP 7 编程软件及其 应用	178	8.10 实践拓展	216
8.1 STEP 7 简介	178	8.11 思考与练习	217
8.2 组态	179	第 9 章 S7-300/400 系列 PLC 的通信功能	218
8.2.1 组态步骤	180	9.1 S7 通信分类	218
8.2.2 组态分布式 I/O	185	9.2 MPI 网络	218
8.3 在 OB1 中创建程序	189	9.2.1 MPI 网络简介	219
8.3.1 编程实现串联电路	189	9.2.2 GD 通信	219
8.3.2 编程实现并联电路	190	9.2.3 MPI 网络的组建	220
8.3.3 编程实现存储器功能	191	9.2.4 使用 STEP 7 组态 MPI 通信 网络	221
8.4 创建一个带有功能块和数据 块的程序	191	9.2.5 事件驱动的 GD 通信	223
8.4.1 创建并打开功能块	192	9.2.6 不用 GD 通信组态的 MPI 通信	224
8.4.2 编程 FB	193	9.3 PROFIBUS 网络	225
8.4.3 生成背景数据块和修改 实际值	194	9.3.1 PROFIBUS 网络简介	225
8.4.4 编程块调用	196	9.3.2 PROFIBUS 的通信协议	228
8.5 编程实现一个功能	197	9.3.3 PROFIBUS 的网络部件	234
8.5.1 创建和打开功能	197	9.3.4 利用 STEP 7 组态 PROFIBUS- DP 通信网络	237
8.5.2 编程实现功能	198		
8.5.3 在 OB1 中调用功能	199		
8.6 编程共享数据块	200		
8.7 编程实现多重背景	202		

9.4 工业以太网	243	第 11 章 数字量控制系统梯形图	
9.4.1 工业以太网简介	243	设计	307
9.4.2 工业以太网的网络部件 ..	244	11.1 梯形图的编程规则	307
9.4.3 工业以太网的交换机		11.1.1 编程规则	307
技术	245	11.1.2 程序优化	309
9.4.4 自适应与冗余网络	246	11.2 梯形图经验设计法	310
9.4.5 工业以太网的网络方案 ..	247	11.3 顺序控制设计法	316
9.5 点对点通信	248	11.3.1 过程与动作	316
9.5.1 点对点通信的硬件	249	11.3.2 有向连线	318
9.5.2 点对点通信协议	250	11.3.3 切换和切换条件	318
9.5.3 点对点通信在用户程序中		11.3.4 状态切换图的基本结构 ..	318
的实现	251	11.3.5 状态切换图中切换实现	
9.6 AS-i 网络	255	的基本规则	319
9.6.1 AS-i 网络简介	255	11.3.6 顺序控制设计法的本质 ..	320
9.6.2 AS-i 的网络部件	256	11.4 顺序控制设计法的应用	321
9.6.3 AS-i 的工作模式	258	11.4.1 使用起保停电路的编程	
9.6.4 AS-i 的通信方式	259	方法	321
9.7 实践拓展	260	11.4.2 使用置位复位指令的编程	
9.8 思考与练习	261	方法	326
第 10 章 PCS 7 软件及其应用 ..	262	11.4.3 具有多种工作方式系统的	
10.1 PCS 7 软件简介	262	编程方法	328
10.2 PCS 7 系统组态	264	11.5 实践拓展	335
10.2.1 硬件组态	266	11.6 思考与练习	335
10.2.2 PC 站组态	269	第 12 章 PLC 控制系统的可靠性	
10.2.3 网络组态	270	设计	336
10.3 PCS 7 编程	271	12.1 影响 PLC 控制系统可靠性的	
10.3.1 使用 SCL 编制程序	272	原因	336
10.3.2 使用 CFC 编制程序	281	12.1.1 干扰源的分类	336
10.3.3 使用 SFC 编制程序	293	12.1.2 电磁干扰对可靠性的	
10.4 OS 和图形编辑器	297	影响	336
10.4.1 WinCC 系统	298	12.1.3 其他因素对可靠性的	
10.4.2 OS(操作员站)	300	影响	337
10.4.3 图形编辑器	303	12.2 PLC 控制系统的可靠性	
10.5 实践拓展	305	设计	338
10.6 思考与练习	306	12.3 提高 PLC 控制系统可靠性	
		的措施	339

12.3.1	电源的抗干扰措施	339	13.4	实践拓展	375
12.3.2	输入/输出电路的抗干扰措施	340	第 14 章 运动控制实例		376
12.3.3	接地和布线的抗干扰措施	341	14.1	电梯控制系统	376
12.3.4	软件设计的抗干扰措施	343	14.1.1	系统组成	376
12.3.5	采用冗余技术保证系统的可靠性	344	14.1.2	系统功能	377
12.4	实践拓展	344	14.1.3	程序设计	378
12.5	思考与练习	345	14.2	立体仓库控制系统	385
第三篇 综合实例		346	14.2.1	系统组成	386
第 13 章 网络通信实例		346	14.2.2	系统功能	386
13.1	PLC 之间的 PROFIBUS 通信	346	14.2.3	程序设计	386
13.1.1	基于 PROFIBUS-DP 的 MS 通信	346	14.3	实践拓展	404
13.1.2	基于 PROFIBUS-DP 的 DX 主从方式通信	352	第 15 章 过程控制实例		406
13.1.3	基于 PROFIBUS-DP 的 DX 多主通信	356	15.1	基于 PCS 7 的水箱液位控制系统	406
13.1.4	基于 PROFIBUS-DP 的等时模式通信	360	15.1.1	系统组成与功能	406
13.2	PLC 之间的 MPI 通信	365	15.1.2	程序设计	407
13.2.1	基于系统功能的通信方式	365	15.2	基于 PCS 7 的反应釜温度控制系统	409
13.2.2	基于系统功能块的通信方式	368	15.2.1	系统组成与功能	409
13.3	PLC 之间的以太网通信	370	15.2.2	程序设计	410
			15.3	基于 PROFIBUS 的流量控制系统	416
			15.3.1	系统组成与功能	416
			15.3.2	程序设计	417
			15.4	实践拓展	418
			参考文献		419

第 1 章 PLC 概述

本章介绍 PLC 的基本概念,包括 PLC 的产生与发展、特点与功能以及 PLC 的结构和分类。

随着微处理器、计算机和通信技术的飞速发展,计算机控制已扩展到几乎所有的工业领域。当前用于工业控制的计算机可分为以下几类:可编程序控制器、基于 PC 总线的工业控制计算机、基于单片机的测控装置、集散控制系统(DCS)和现场总线控制系统(FCS)等。可编程序控制器是应用面广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置,它已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

1.1 PLC 的产生与发展

可编程序控制器(Programmable Controller)本来简称为 PC,为了与个人计算机(Personal Computer)的简称相区别,将其简称为 PLC。

1.1.1 PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代,汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。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频繁地重新设计和安装,导致费时、费工、费料,甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状,美国通用汽车公司在 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 10 项招标指标,即

- 1) 编程方便,现场可修改程序。
- 2) 维修方便,采用模块化结构。
- 3) 可靠性高于继电器控制装置。
- 4) 体积小于继电器控制装置。
- 5) 数据可直接送入管理计算机。

- 6) 成本可与继电器控制装置竞争。
- 7) 输入可以是交流 115V 电压。
- 8) 输出为交流 115V 电压、2A 电流以上，能直接驱动电磁阀、接触器等。
- 9) 在扩展时，原系统只需稍加变化。
- 10) 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（DEC）研制出第一台 PLC，在通用汽车公司自动装配线上试用，获得了成功。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、体积小及使用寿命长等一系列优点，很快地在美国其他工业领域得到推广应用。到 1971 年，已经成功地应用于食品、饮料、冶金及造纸等工业。

这一新型工业控制装置的出现，也受到了世界其他国家的高度重视。1971 年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台 PLC。1973 年，西欧国家也研制出他们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制，1977 年开始应用于工业。

1.1.2 PLC 的定义

可编程序控制器在 20 世纪 70 至 80 年代一直简称为 PC。由于到 90 年代，个人计算机发展起来，也简称为 PC；加之可编程序的概念所涵盖的范围太大，所以美国 A-B 公司首次将可编程序控制器定名为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC），为了方便，仍简称 PLC 为可编程序控制器。

国际电工委员会（IEC）在 1985 年的可编程序控制器标准草案第 3 稿中，对可编程序控制器作了如下定义：“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、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设备，都应按易于使工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”从上述定义看出，可编程序控制器是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机，除了能完成各种各样的控制功能外，还有与其他计算机通信联网的功能。

1.1.3 PLC 的发展

早期的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义，其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现，在 I/O 接口电路上做了改进，以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路，存储器采用磁芯存储器。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，采用大多数电气工程技术人員所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此，早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置，其优点是简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障显示和能重复使用等。其中，PLC 特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

20 世纪 70 年代，微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本等国家的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），这样使 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模块以外，还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块并扩大了存储器的容量，大大增加了各种逻辑线圈的数量。除此以外，还提供了一定数量的数据寄存器。

进入 20 世纪 80 年代中、后期，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,为了提高 PLC 的处理速度,各制造厂商还纷纷研制开发出专用逻辑处理芯片,这样使得 PLC 的软、硬件功能发生了巨大变化。

1.2 PLC 的特点与功能

PLC 是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术,采用面向控制过程、面向用户的简单编程语句,适应工业环境,是简单易懂、操作方便、可靠性高的新一代通用工业控制器。

1.2.1 PLC 的特点

1. 编程方法简单易学

梯形图是使用最多的 PLC 的编程语言,其电路符号和表达方式与继电器电路图相似,梯形图语言形象直观、易学易用,熟悉继电器电路图的电气技术人员只需花几天时间就可以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。

2. 功能强,性价比高

一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件,可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器系统相比,具有很高的性价比。PLC 可以通过通信联网,实现分散控制、集中管理。

3. 硬件配套齐全,用户使用方便,适应性强

PLC 产品已经标准化、系列化、模块化,配备有品种齐全的硬件装置供用户选用,用户能灵活方便地进行系统配置,组成不同功能、不同规模的系统。PLC 的安装接线也很简单,一般用接线端子连接外部接线。硬件配置确定后,通过修改用户程序,就可以方便快速地适应工艺条件的变化。

4. 可靠性高,抗干扰能力强

PLC 用软件代替继电器控制系统中大量的中间继电器和时间继电器等器件,接线可减少到继电器控制系统的十分之一以下,大大减少了因触点接触不良造成的故障。

PLC 使用了一系列硬件和软件抗干扰措施,具有很强的抗干扰能力,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场,PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

5. 系统的设计、安装、调试工作量少

PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

PLC 的梯形图程序可以用顺序控制设计法来设计。这种设计方法很有规律,容易掌握。用这种方法设计梯形图的时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。

设计人员可以在实验室模拟调试 PLC 的用户程序,用小开关来模拟输入信号,通过各输出点对应的发光二极管的状态来观察输出信号的状态,因而系统的调试时间比继电器系统少得多。

6. 维修工作量小,维修方便

PLC 的故障率很低,并且有完善的故障诊断功能。PLC 或外部的输入装置或执行机构发生故障时,根据 PLC 上的发光二极管或编程软件提供的信息,可以很方便地查明故障的原因,用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

7. 体积小,能耗低

对于复杂的控制系统,使用 PLC 后,由于减少了大量的中间继电器和时间继电器,开

关柜的体积比继电器控制系统小得多。

1.2.2 PLC 的功能

在发达的工业国家, PLC 已经广泛应用在工业部门, 随着性价比的提高, 其应用范围不断扩大, 其功能主要有以下几个方面。

1. 开关量逻辑控制

PLC 主要用于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开关量逻辑控制, 可以用于单台设备和自动生产线, 其应用领域已遍及各行各业, 甚至深入到民用和家庭中。

2. 运动控制

PLC 使用专用的指令或运动控制模块, 对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制, 可以实现单轴、双轴、3 轴(三轴)和多轴联动的位置控制, 使运动控制与顺序控制功能有机结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛用于各种机械制造业, 例如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等场合。

3. 闭环过程控制

闭环过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块, 实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换与 D/A 转换, 并对模拟量实行闭环 PID (比例 - 积分 - 微分) 控制。其闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备, 以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有整数四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算、求反、循环、移位、浮点数运算等运算功能和数据传送、转换、排序、查表、位操作等功能, 可以完成数据的采集、分析和处理。

5. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备 (如计算机、变频器、数控装置) 之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起, 可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.3 PLC 的分类

PLC 发展至今已经有多种形式, 其功能也不尽相同。分类时, 一般按以下原则进行考虑。

1. 按 I/O 点数分

按 PLC 的 I/O 点数可将 PLC 分为以下三类。

(1) 小型机

小型 PLC I/O 总点数一般在 256 点以下, 其功能以开关量控制为主, 用户程序存储器容量在 4K 字以下。小型 PLC 的特点是体积小, 价格低, 适合于控制单台设备, 开发机电一体化产品。典型的小型机有 SIEMENS (西门子) 公司的 S7-200 系列、OMRON (欧姆龙) 公司的 CPM2A 系列、MITSUBISHI (三菱) 公司的 F-40 系列、MODICON (莫迪康) 的 PC-085 系列等整体式 PLC 产品。

(2) 中型机

中型 PLC 的 I/O 总点数一般在 256 ~ 2048 点之间, 用户程序存储容量达到 2 ~ 8K 字。中型 PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能, 还具有更强的数字计算能力, 它的通信功能和模拟量处理能力更强大, 适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程控制场合。典型的中型机有西门子公司 S7-300 系列、欧姆龙公司的 C200H 系列、A-B 公司的 SLC500 系

列模块式 PLC 等产品。

(3) 大型机

大型 PLC 的 I/O 总点数在 2048 点以上, 用户程序存储容量达 8 ~ 16K 字, 它具有计算、控制和调节的功能, 还具有强大的网络结构和通信联网能力。它的监视系统采用 CRT 显示, 能够表示过程的动态流程。大型机适用于设备自动化控制、过程自动化控制和过程监控系统。典型的大型 PLC 有西门子公司的 S7-400 系列、欧姆龙公司的 CVM1 和 CS1 系列、A-B 公司的 SLC5/05 系列等产品。

2. 按结构形式分

根据 PLC 结构形式的不同, PLC 主要可分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式结构

整体式又叫单元式或箱体式, 它的体积小, 价格低, 小型 PLC 一般采用整体式结构。整体式结构的特点是将 PLC 的基本部件, 如 CPU 模块、I/O 模块和电源等紧凑地安装在一个标准机壳内, 组成 PLC 的一个基本单元或扩展单元。基本单元上没有扩展端口, 通过扩展电缆与扩展单元相连, 构成 PLC 不同的配置。整体式 PLC 还配备有专用的特殊功能模块, 使 PLC 的功能得到扩展。

(2) 模块式结构

模块式结构的 PLC 是由一些模块单元构成, 将这些模块插在框架上或基板上即可。各模块功能是独立的, 外形尺寸是统一的, 插入模块的类型可根据需要灵活配置。目前, 中、大型 PLC 多采用这种结构形式。

3. 按 PLC 所具有的功能分

按 PLC 所具有的功能, 可分为高、中、低三档。

(1) 低档机

低档机具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断及监控等基本功能。有些还有少量模拟量输入/输出 (即 A/D、D/A 转换)、算术运算、数据传送、远程 I/O 和通信等功能, 常用于开关量控制、定时/计数控制、顺序控制及少量模拟量控制等场合。由于其价格低廉实用, 因此是 PLC 中量大而面广的产品。

(2) 中档机

中档机除具有低档机的功能外, 还有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送与比较、数制转换、子程序调用、远程 I/O 以及通信联网等功能, 有些还具有中断控制、PID 回路控制等功能。适用于既有开关量又有模拟量的较为复杂的控制系统, 如过程控制、位置控制等。

(3) 高档机

高档机除了进一步增强以上功能外, 还具有较强的数据处理、模拟调节、特殊功能的函数运算、监视、记录、打印等功能, 以及更强的通信联网、中断控制、智能控制、过程控制等功能。可用于更大规模的过程控制系统, 构成分布控制系统, 形成整个工厂的自动化网络。高档 PLC 因其外部设备配置齐全, 故可与计算机系统结为一体, 可采用梯形图、流程图及高级语言等多种方式编程。它是集管理和控制于一体, 实现工厂高度自动化的重要设备。

1.4 常用的 PLC 产品

世界上 PLC 产品可按地域分成三大流派: 美国产品、欧洲产品和日本产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离的情况下独立研究开发的, 因此美国和欧洲的 PLC 产品有明显

的差异性。而日本的 PLC 技术是由美国引进的，对美国的 PLC 产品有一定的继承性，但日本的主推产品定位在小型 PLC 上。美国和欧洲以大、中型 PLC 而闻名，而日本则以小型 PLC 著称。

1.4.1 国外 PLC 产品

美国是 PLC 生产大国，有 100 多家 PLC 厂商，著名的有 A-B、通用电气 (GE)、莫迪康、德州仪器 (TI)、西屋 (West-house) 等。其中 A-B 公司是美国最大的 PLC 制造商，其产品约占美国 PLC 市场的一半。

1. A-B 公司

A-B 公司产品规格齐全、种类丰富，其主推的大、中型 PLC 产品是 PLC-5 系列。该系列为模块式结构，CPU 模块为 PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/15、PLC-5/25，属于中型 PLC，I/O 点配置范围为 256 ~ 1024 点；CPU 模块为 PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60、PLC-5/40L、PLC-5/60L，属于大型 PLC，I/O 点最多可配置到 3072 点。该系列中 PLC-5/250 功能最强，最多可配置到 4096 个 I/O 点，具有强大的控制和信息管理功能。大型机 PLC-3 最多可配置到 8096 个 I/O 点。A-B 公司的小型 PLC 产品有 SLC500 系列等。A-B 公司的 PLC 系列产品如图 1-1 所示。

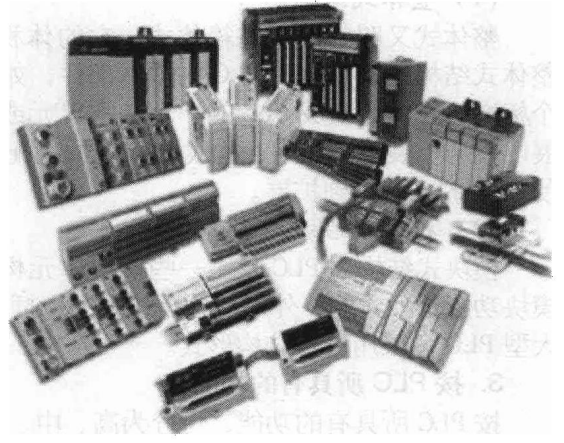


图 1-1 A-B 公司的 PLC 系列产品

2. 通用电气

通用电气公司的代表产品有小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1/P 等，除 GE-1/J 外，均采用模块式结构。GE-1 用于开关量控制系统，最多可配置到 112 个 I/O 点。GE-1/J 是更小型化的产品，其 I/O 点最多可配置到 96 点。GE-1/P 是 GE-1 的增强型产品，增加了部分功能指令（数据操作指令）、功能模块（A/D 和 D/A 等）、远程 I/O 功能等，其 I/O 点最多可配置到 168 点。中型机 GE-III，它比 GE-1/P 增加了中断、故障诊断等功能，最多可配置到 400 个 I/O 点。大型机 GE-V，它比 GE-III 增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能，并具有较强的通信功能，最多可配置到 2048 个 I/O 点。GE-VI/P 最多可配置到 4000 个 I/O 点。GE 公司的 PLC 产品如图 1-2 所示。

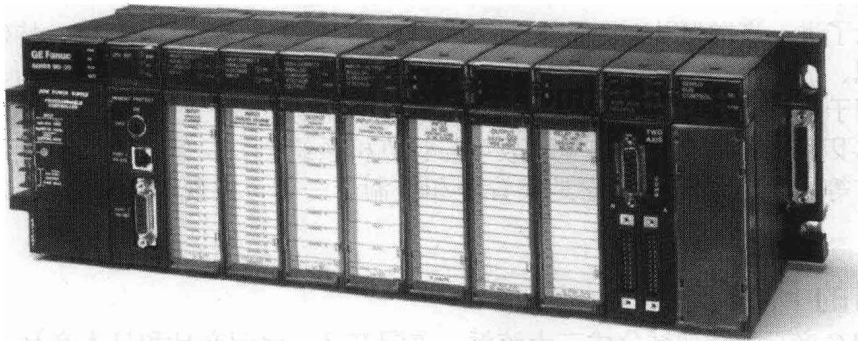


图 1-2 GE 公司的 PLC 产品