

深入内涵

全盘理解

一步到位



Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC
Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC
Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC
Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC
Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC
Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC
Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC Siemens S7300/400PLC

西门子 S7-300/400 PLC 应用案例解析

刘美俊 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

西门子 S7-300/400 PLC 应用案例解析

西门子公司主流的S7-300/400系列PLC以其优越的性能和较高的性价比得到广泛应用，同时深受国内用户的欢迎。本书全面讲述了西门子该系列PLC的系统结构、组态、指令系统、STEP7编程软件的使用、程序结构以及采用结构化编程的实例和应用系统的设计技术、设计方法。全书以新颖、实用、易读以及可操作性为宗旨，以实例形式讲解S7-300/400 PLC的编程及调试，同时详细介绍S7-300/400 PLC的通信网络知识及组网方法。书中各部分内容都是使用实例进行讲解，并辅以大量的图表，通俗易懂，读者可以快速入门。

本书注重实际，强调应用，对S7-300/400PLC的用户有很大的参考价值，可供广大工程技术人员自学或参考，也可供大中专院校自动化、电气工程和机电一体化专业师生参考，同时还适合作为职业培训学校PLC的培训教材。

上架建议：工业自动化/PLC



策划编辑：康霞
责任编辑：夏平飞 康霞
责任美编：一克米工作室



本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 978-7-121-08333-4



9 787121 083334 >

定价：45.00 元

西门子 S7-300/400 PLC 应用案例解析

刘美俊 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

西门子公司主流的 S7-300 / 400 PLC 以其优越的性能和较高的性价比得到广泛应用, 同时深受国内用户的欢迎。本书全面讲述了西门子该系列 PLC 的系统结构、组态、指令系统、STEP 7 编程软件的使用、程序结构以及采用结构化编程的实例和应用系统的设计技术、设计方法。全书以新颖、实用、易读以及可操作性为宗旨, 以实例形式讲解 S7-300/400 PLC 的编程及调试, 同时详细介绍 S7-300/400 PLC 的通信网络知识及组网方法。书中各部分内容都使用实例进行讲解, 并辅以大量的图表, 通俗易懂, 读者可以快速入门。

本书注重实际, 强调应用, 对 S7-300/400 PLC 的用户有很大的参考价值, 可供广大工程技术人员自学或参考, 也可供大中专院校自动化、电气工程和机电一体化专业师生参考, 同时还适合作为职业院校 PLC 的培训教材。

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

西门子 S7-300/400PLC 应用案例解析 / 刘美俊编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.5
ISBN 978-7-121-08333-4

I. 西… II. 刘… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 052916 号

策划编辑: 康 霞

责任编辑: 夏平飞 康 霞 特约编辑: 孙志明

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

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: 22.75 字数: 553 千字

印 次: 2009 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 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 zltz@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

可编程序控制器（PLC）具有适用于各种工业自动控制所必需的高可靠性、配置扩充的高灵活性等特点，且易于编程，使用维护方便，在工业自动控制的各个领域获得了十分广泛的应用，代表着控制技术的发展方向，被业界称为现代工业自动化的三大支柱之一。S7-300/400 系列 PLC 是西门子公司全集成自动化系统中的控制核心，是其集成性和开放性的重要体现。它将先进控制思想、现代通信技术和 IT 技术的最新发展集于一身，在 CPU 运算速度、程序执行效率、故障自诊断、联网通信、功能集成以及容错与冗余技术等方面都取得了公认的成就。

S7-300/400 PLC 作为西门子公司可编程序控制器的主流产品，市场占有率很高，它以功能强大、性价比高等优点而深受国内用户的欢迎。为了使用户更易了解并尽快掌握 S7-300/400 PLC 的性能特点，并更好地应用于实践，作者结合近 20 年应用西门子 PLC 的实践经验 and 理论教学体会，在广泛吸收国内外先进标准、先进设计思想的基础上编著成此书。

全书以西门子公司 S7-300/400 PLC 为主线，以 STEP7 编程系统为平台，系统介绍了 PLC 的硬件组成、编程技巧、通信组网以及应用实例等知识。新颖、实用、易读以及可操作是本书的编写宗旨。为此作者对全书的内容和结构进行了精心组织 and 安排：第 1 章介绍 PLC 的基础知识；第 2 章介绍 S7-300/400 PLC 的硬件组成，包括各模块的基本结构、性能参数及特点、安装与连接要求等方面的内容；第 3 章详细介绍了 S7-300/400 PLC 编程指令的使用及编程方法，并提供了大量常用的典型程序与编程实例，这些程序可以直接供设计者使用和参考；第 4 章讲述了 S7-300/400 PLC 的用户程序结构及结构化编程方法，重点分析了编程时需要的组织块、功能块与功能、数据块等，通过实例详细阐述了结构化程序设计方法；第 5 章阐述了 PLC 的工具软件——STEP 7 编程软件，包括软件的安装与使用方法，程序编辑步骤与要点，PLC 程序的检查、仿真、在线调试的具体方法与步骤等；通信是自动控制系统设计与应用的重点和难点，第 6 章重点讲述了 S7-300/400 PLC 的通信与组网，包括 S7 的几种典型网络 MPI、PROFIBUS、工业以太网和 AS-I 网的结构、通信原理、主要通信模块、组态方法等，并提供了实例；第 7 章介绍了 S7-300/400 PLC 的实际应用案例，使读者能触类旁通，举一反三。

本书具有下列主要特点：（1）全书系统、全面地论述了 S7-300/400 PLC 的组成和应用技术、组网和通信技术，符合现代工业自动化技术发展的需要；（2）条理清楚、全面，介绍翔实，内容兼有普遍性和具体性；（3）特别注重工程应用，通过实例引导读者，编写时注意选择有价值的典型实例，介绍 S7-300/400 PLC 的应用方法与技巧；（4）突出实用性和可操作性，内容较多取自生产一线，面向广大工程技术人员，读者可直接应用本书介绍的方法进行硬件组态、组网以及编程等；（5）写作上力求精练，言简意赅，便于读者理解和自学。

本书在编写过程中，得到了刘天任、刘群、彭彦卿、欧阳苗、石基、刘景俊、凌江南、章绍东、李立、李光中、张辑、关健生、王德明等同志的支持和帮助，编写时曾参考和引用了国内外许多专家、学者最新发表的论文和著作，西门子公司的技术资料，作者在此一并致谢；同时本书获得了厦门理工学院引进人才科研基金（编号 YKJ08011R）资助。

由于作者水平有限，书中难免存在错误和不妥，热情欢迎广大读者批评指正。

作者 E-mail:liumeijun@xmut.edu.cn

作者
2009年4月

目 录

第 1 章 PLC 概述	1
1.1 PLC 发展概况	1
1.1.1 PLC 的产生	1
1.1.2 PLC 的发展历史	2
1.1.3 PLC 的发展趋势	2
1.2 PLC 的分类及特点	3
1.2.1 PLC 的分类	3
1.2.2 PLC 的特点	4
1.2.3 PLC 的应用	6
1.3 PLC 的结构与工作原理	7
1.3.1 PLC 的基本结构	7
1.3.2 PLC 的工作原理	9
1.4 S7 系列 PLC 简介	10
1.5 PLC 控制系统设计	11
第 2 章 S7-300/400 PLC 的硬件与安装	14
2.1 S7-300 PLC 概述	14
2.1.1 S7-300 PLC 的分类	14
2.1.2 S7-300 PLC 的结构	20
2.1.3 S7-300 PLC 的组成	22
2.1.4 S7-300 CPU 模块的面板	22
2.1.5 S7-300 CPU 模块的外部连接	25
2.2 S7-300 PLC 的信号模块	26
2.2.1 数字量模块	27
2.2.2 模拟量模块	33
2.2.3 模拟量输入模块与传感器的连接	38
2.2.4 传感器的连接	40
2.2.5 热电偶的连接	42
2.2.6 模拟量输出模块的连接	43
2.2.7 模拟量模块的诊断与中断	45
2.3 电源模块	45
2.4 通信及功能模块	47
2.4.1 通信处理器 (CP) 模块	47
2.4.2 功能模块	49
2.5 人机操作界面 (HMI) 与分布式 I/O	54

2.5.1	人机操作界面 HMI	54
2.5.2	分布式 I/O	55
2.6	硬件模块的安装与编址	57
2.6.1	硬件模块的安装	57
2.6.2	S7-300 的编址	60
2.7	S7-400 PLC 简介	62
2.7.1	产品分类	64
2.7.2	S7-400 PLC 的基本结构	67
2.8	S7-400 的电源与 CPU 模块	70
2.8.1	S7-400 的电源模块	70
2.8.2	S7-400 的 CPU 模块	72
2.9	S7-400 PLC 的信号与功能模块	78
2.9.1	数字量 I/O 模块	78
2.9.2	模拟量 I/O 模块	80
2.9.3	功能模块	82
2.10	S7-400 PLC 的通信及接口模块	83
2.10.1	通信模块	83
2.10.2	接口模块	85
2.11	S7-400 PLC 的扩展	86
2.11.1	扩展配置要求	86
2.11.2	扩展形式	86
第 3 章	S7-300/400 PLC 的指令系统	91
3.1	PLC 编程语言与内部资源	91
3.1.1	STEP 7 编程语言	91
3.1.2	PLC 的内部资源	94
3.1.3	CPU 中的寄存器	98
3.2	S7-300/400 PLC 的编程基础	100
3.2.1	数据类型和格式标记	100
3.2.2	操作数	106
3.2.3	寻址方式	107
3.3	位逻辑指令	111
3.3.1	触点指令	112
3.3.2	线圈指令	116
3.3.3	RLO 操作指令	118
3.3.4	立即读与立即写	118
3.4	定时器与计数器指令	120
3.4.1	定时器指令	120
3.4.2	计数器指令	125
3.5	数据处理指令	128
3.5.1	装入与传送指令	128

3.5.2	比较指令	132
3.5.3	转换指令	135
3.6	数学运算指令	137
3.6.1	整数运算指令	138
3.6.2	浮点数运算指令	139
3.6.3	字逻辑运算指令	141
3.6.4	累加器指令	143
3.6.5	移位和循环移位指令	145
3.7	控制指令	149
3.7.1	逻辑控制指令	149
3.7.2	梯形图中的状态位触点指令	152
3.7.3	循环指令	156
3.7.4	程序控制指令	157
3.7.5	主控继电器指令	160
3.7.6	数据块指令	162
3.8	梯形图编程规则	164
3.8.1	梯形图的优化	164
3.8.2	典型梯形图的设计	164
第 4 章	S7-300/400PLC 的用户程序结构及结构化编程	170
4.1	概述	170
4.1.1	结构化编程	170
4.1.2	用户程序中的块	171
4.1.3	用户程序使用的堆栈	174
4.2	功能块与功能的调用	175
4.2.1	功能块的组成	175
4.2.2	功能块局部变量声明	176
4.2.3	功能块的调用及内存分配	177
4.2.4	功能块与功能的应用举例	179
4.3	数据块	181
4.3.1	数据块的分类及使用	181
4.3.2	访问数据块	183
4.3.3	建立数据块	185
4.4	结构化程序设计	187
4.4.1	逻辑块的编程	187
4.4.2	FC 和 FB 程序设计实例	192
4.5	使用有参功能的结构化程序设计方法	198
4.5.1	编辑有参功能	199
4.5.2	在 OB1 中调用有参功能	201
4.6	组织块与中断处理	202
4.6.1	中断的基本概念与组织块的变量	202

4.6.2	日期时间中断组织块 (OB10~OB17)	203
4.6.3	时间延时中断组织块	205
4.6.4	循环中断组织块	207
4.6.5	硬件中断组织块与背景组织块	208
4.6.6	启动组织块 OB100/OB101/OB102	211
4.6.7	故障处理组织块	213
4.6.8	同步错误组织块	218
第 5 章	STEP 7 编程软件的使用	219
5.1	概述	219
5.1.1	STEP 7 标准软件包	219
5.1.2	STEP 7 的安装和硬卡接口	220
5.1.3	STEP 7 软件安装	220
5.2	SIMATIC 管理器	225
5.3	STEP 7 快速入门	227
5.3.1	项目的创建与项目的结构	227
5.3.2	定义符号	232
5.3.3	创建逻辑块	234
5.4	STEP 7 编程技术	236
5.4.1	创建一个具有功能块和数据块的程序	236
5.4.2	对功能 FC 的编程	240
5.4.3	对共享数据块的编程	243
5.4.4	使用多重背景编程	244
5.5	S7-PLCSIM 仿真软件	248
5.5.1	S7-PLCSIM 的主要功能	248
5.5.2	S7-PLCSIM 的使用方法	248
5.5.3	S7-PLCSIM 的应用举例	250
5.5.4	仿真 PLC 与真实 PLC 的区别	251
第 6 章	S7-300/400 PLC 的通信与网络	252
6.1	S7-300/400 的集成通信网络	252
6.1.1	工厂自动化系统的典型结构	252
6.1.2	S7-300/400 PLC 的通信网络	253
6.1.3	S7 通信的分类	255
6.2	MPI 网络通信	256
6.2.1	MPI 网络	256
6.2.2	全局数据包 (GD) 通信方式	260
6.2.3	无组态连接的 MPI 通信方式	268
6.2.4	需要组态连接的通信方式	270
6.3	工业以太网技术	272
6.3.1	工业以太网概述	272

6.3.2	工业以太网的连接	274
6.3.3	工业以太网的交换技术	276
6.3.4	工业以太网的网卡与通信处理器	276
6.3.5	工业以太网的通信	278
6.4	PROFIBUS 现场总线技术	281
6.4.1	PROFIBUS 的主要构成	281
6.4.2	PROFIBUS 协议及通信方式	283
6.4.3	PROFIBUS 的数据传输与总线拓扑	287
6.4.4	PROFIBUS-DP	290
6.4.5	PROFIBUS-DP 的主从通信	293
6.4.6	通过 DP 接口连接远程 I/O 站和模拟量模块	299
6.4.7	DP 从站之间的 DX 方式通信	306
第 7 章	S7-300/400 PLC 工程应用实例	312
7.1	S7-300 PLC 在料车卷扬调速系统中的应用	312
7.1.1	系统概述	312
7.1.2	主要设备的选择	313
7.1.3	PLC 控制与变频调速系统设计	314
7.2	S7-300 PLC 在中厚板精整控制系统中的应用	318
7.2.1	系统概述	318
7.2.2	总线连接	318
7.2.3	变频器的设置	318
7.2.4	PROFIBUS-DP 的电磁干扰	320
7.3	S7-400H 冗余系统在透平机转速控制中的应用	320
7.3.1	系统概述	320
7.3.2	控制系统的组成	320
7.3.3	透平机的启动升速调节	322
7.3.4	升速过程的控制	323
7.4	S7-300 PLC 在深孔镀铬控制系统中的应用	325
7.4.1	原控制系统简介	325
7.4.2	控制内容及要求	326
7.4.3	系统总体设计	326
7.4.4	控制程序的设计	328
7.5	S7-300 PLC 在包装机同步控制系统中的应用	330
7.5.1	包装机工作原理及控制要点	330
7.5.2	控制系统设计	331
7.5.3	同步控制实现方法	333
7.6	S7-300 PLC 在定氧加铝控制系统中的应用	334
7.6.1	系统概述	334
7.6.2	定氧加铝自动控制系统	335
7.6.3	MM440 变频器的控制	337

7.7 S7-300 PLC 在钢铁生产线中的应用	339
7.7.1 系统概述	339
7.7.2 系统网络结构及配置	340
7.7.3 PLC 程序设计	341
7.7.4 变频器参数设置及系统分析	341
7.8 S7-300 PLC 在提升机调速系统中的应用	343
7.8.1 系统概述	343
7.8.2 系统硬件组成	344
7.8.3 S 曲线速度给定与实现	346
附录 A	348
参考文献	352

第 1 章 PLC 概述

PLC (Programmable Logic Controller, 可编程序控制器) 是以微处理器为核心, 综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用工业控制装置。它具有体积小、功能强、编程容易、维护方便, 以及组网灵活等一系列优点, 特别是它的高可靠性和较强的适应环境的能力, 使其在冶金、化工、交通、电力, 以及机械制造等领域获得了非常广泛的应用, 被称为现代工业技术的三大支柱 (PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM) 之一。

1.1 PLC 发展概况

1.1.1 PLC 的产生

传统的生产机械多采用继电器、接触器控制, 这种控制系统通常称为继电器控制系统。继电器控制系统具有结构简单、价格低廉、容易操作等优点, 但它同时又具有体积庞大、生产周期长、接线复杂、故障率高、可靠性及灵活性差等缺点, 比较适用于工作模式固定、控制逻辑简单的工业应用场合。

随着工业生产的迅速发展, 生产规模不断扩大, 控制技术不断提高, 传统的继电器控制系统越来越不适应现代工业发展的需要, 迫切需要设计一种先进的自动控制装置。于是, 1968 年美国通用汽车公司 (GM) 便提出一种设想: 把计算机的功能完善、通用、灵活等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来, 制成一种通用控制装置。这种通用控制装置把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化, 采用面向控制过程、面向对象的语言编程。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 根据这一设想, 成功研制了世界上第一台可编程序控制器 PDP-14, 并在汽车自动装配线上成功试用。该设备用计算机作为核心设备, 其控制功能是通过存储在计算机中的程序来实现的, 这就是人们常说的存储程序控制。由于当时主要用于顺序控制, 只能进行逻辑运算, 故称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。

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、造纸等工业。

PLC 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, 很快研制出了第一台 PLC (DSC-8)。1973 年, 西欧国家也研制出了 PLC。

1.1.2 PLC 的发展历史

从 PLC 的控制功能来分, PLC 的发展经历了以下 4 个阶段。

第一阶段: 从第一台 PLC 问世到 20 世纪 70 年代中期, 是 PLC 的初创阶段。

该时期的 PLC 产品主要用于逻辑运算、定时和计数, 它的 CPU 由中小规模的数字集成电路组成, 它的控制功能比较简单。该阶段的代表产品有 MODICON 公司的 084、AB 公司的 PDQII、DEC 公司的 PDP-14 和日立公司的 SCY-022 等。

第二阶段: 从 20 世纪 70 年代中期到末期, 是 PLC 的实用化发展阶段。

该时期 PLC 产品的主要控制功能得到了较大的发展。随着多种 8 位微处理器的相继问世, PLC 技术产生了飞跃。在逻辑运算功能的基础上, 增加了数值运算、闭环调节功能, 提高了运算速度, 扩大了 I/O 规模。该阶段的代表产品有 MODICON 公司的 184、284、384, 西门子公司的 SYMATIC S3 系列, 富士电动机公司的 SC 系列等。

第三阶段: 从 20 世纪 70 年代末期到 80 年代中期, 是 PLC 通信功能的实现阶段。

与计算机通信的发展相联系, PLC 也在通信方面有了很大的发展, 初步形成了分布式的通信网络体系。但是, 由于生产厂家各自为政, 通信系统自成系统, 因此不同生产厂家的产品互相通信较困难。在该阶段, 由于生产过程控制的需要, 对 PLC 的需求大大增加, 产品的功能也得到了发展, 数学运算的功能得到了较大的扩充, 产品的可靠性进一步提高。该阶段的代表产品有富士电动机公司的 MI-CREX 和德州仪器公司的 TI530 等。

第四阶段: 从 20 世纪 80 年代中期开始, 是 PLC 的开放阶段。

由于开放系统的提出, 使 PLC 得到了较大的发展。主要表现为通信系统的开放, 使各生产厂家的产品可以互相通信, 通信协议的标准化使用户得到了好处。在这一阶段, 产品的规模增大, 功能不断完善, 大中型产品多数有 CRT 屏幕的显示功能, 产品的扩展也因通信功能的改善而变得方便, 此外, 还采用了标准的软件系统, 增加了高级编程语言等。该阶段的代表产品有西门子公司的 SYMATIC S5、S7 系列和 AB 公司的 PLC-5 等。

1.1.3 PLC 的发展趋势

随着控制技术的发展, PLC 的结构和功能得到了不断改进, 各生产厂家不断推出功能更强的 PLC 产品, 平均 3~5 年更新换代一次。PLC 的发展可归纳为以下几个方面。

1. 小型化、专用化、低成本

随着微电子技术的发展, 新型电子器件的广泛应用, PLC 的功能大幅度提高, 而成本却大幅降低。PLC 的功能不断加强, 将原来大、中型 PLC 才有的功能移植到小型 PLC 上。PLC 结构更加紧凑、小巧, 体积更小, 安装和使用十分简便。由于 PLC 价格的不断下降, 使其真正成为继电器控制系统的替代产品。

2. 系列化、标准化、模块化

每个生产 PLC 的厂家几乎都有自己的系列产品, 同一系列的产品指令及使用向上兼容, 以满足新机型的推广和使用。为了推动技术标准化的进程, 一些国际性组织, 如国际电工委员会 (IEC), 不断为 PLC 的发展制定一些新的标准, 对各种类型的产品做一定的归纳或定义, 对 PLC 的未来制定发展方向 (或框架)。模块式结构使系统的构成更加灵活、方便; 功能明

确化, 专用化的复杂功能由专门模块来完成。一般的 PLC 可分为主模块、扩展模块、I/O 模块, 以及各种高性能模块等, 每种模块的体积都较小, 相互连接方便, 使用更简单, 通用性更强。主机仅仅通过通信设备向模块发布命令和测试状态, 这样使得 PLC 的系统功能进一步增强, 控制系统设计进一步简化。

3. 高速化、大容量化和高性能化

大型 PLC 采用多微处理器系统, 如有的采用了 32 位微处理器, 可同时进行多任务操作, 处理速度提高, 存储容量大大增加。PLC 的功能进一步加强, 以适应各种控制需要, 使计算、处理功能进一步完善, 特别是增强了过程控制和数据处理的功能。另外, PLC 可以代替计算机进行管理、监控。智能 I/O 组件也将进一步发展, 用来完成各种专门的任务 (如位置控制、PID 调节、远程通信等)。

4. 网络化

计算机与 PLC 之间, 以及各个 PLC 之间的联网和通信能力的不断增强, 使工业网络可以有效地节省资源、降低成本、提高系统可靠性和灵活性, 使网络的应用更加普遍化。工业控制中普遍采用金字塔结构的多级网络。与可编程序控制器硬件技术的发展相适应, 工业软件的发展非常迅速, 它使系统应用更加简单易行, 大大方便了 PLC 系统开发人员和操作使用人员。

1.2 PLC 的分类及特点

1.2.1 PLC 的分类

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

1. 按结构形式分

按结构形式可以将 PLC 分为以下两类。

(1) 紧凑型 PLC

这种 PLC 的特点是电源、CPU、I/O 接口都集成在一个机壳内。如西门子公司的 S7-200 系列, OMRON 公司的 C 系列, 三菱公司的 F1、F2、FX₀ 系列, 东芝公司的 EX20/40 系列和 AB 公司的 SLC500 等。

(2) 模块式 PLC

这种 PLC 的特点是电源模块、CPU 模块、开关量 I/O 模块、模拟量 I/O 模块等在结构上是相互独立的, 可根据实际需要, 选择合适的模块, 安装在固定的机架 (或导轨) 上, 构成一个完整的 PLC 系统。例如, 西门子公司的 S7-300/400 系列, OMRON 公司的 C200H 系列, 三菱公司的 FX₂、FX_{2N}、FX_{ON}、A 系列, AB 公司的 SLC5/05 系列, 松下电工的 FP3 系列等。

2. 按 I/O 点数及内存容量分

按 I/O 点数及内存容量可将 PLC 分为以下几类。

(1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 256 点以下, 内存容量在 4KB 以下, 一般采用紧凑型结构, 以开关量控制为主, 还可以连接模拟量 I/O 及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网及各种应用指令。适合于单机控制或小型系统的控制。例如, 西门子公司的 S7-200 系列 PLC, 存储器为 2KB, 数字量 248 点,

模拟量 35 路。

(2) 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 点数一般不大于 2048 点，内存容量为 2~8KB，采用模块化结构。其 I/O 处理方式除采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外，还能采用直接处理方式，即在扫描用户程序的过程中，直接读输入，刷新输出。它能连接各种特殊功能模块，通信联网功能更强，指令系统更丰富，扫描速度更快，可用于对设备进行直接控制，还可以对多个下一级的可编程序控制器进行监控，比较适合中型或大型控制系统的控制。例如，西门子公司的 S7-300 系列 PLC，存储器为 2KB，数字量 1024 点，模拟量 128 路，支持 PROFIBUS、工业以太网、MPI 等网络。

(3) 大型 PLC

大型 PLC 的 I/O 点数在 2048 点以上，内存容量达到 8~16KB，采用模块化结构。软、硬件功能极强，具有极强的自诊断功能、通信联网功能等，它不仅可用于对设备进行直接控制，还可以对多个下一级的可编程序控制器进行监控。不仅能完成较复杂的算术运算，还能进行复杂的矩阵运算。有各种通信联网模块，可以构成三级通信网，实现工厂生产管理自动化。大型 PLC 还可以采用三个 PLC 构成表决式系统，使机器的可靠性更高。例如，富士公司的 F200 系列 PLC，存储器为 32KB，数字量 I/O 达 3200 点；OMRON 的 CV2000 系列 PLC，存储器为 62KB，数字量 I/O 达 2048 点；西门子公司的 S7-400 系列 PLC，存储器为 512KB，数字量 I/O 达 12 672 点；德国 AEG 公司的 A500 系列 PLC，存储器为 64KB，数字量 I/O 达 5088 点。

3. 按控制性能分类

可编程序控制器可以分为低档、中档和高档三类。

(1) 低档 PLC

这类 PLC 只有基本的控制功能和一般的运算能力，工作速度比较低，能带的输入和输出模块的数量比较少。如 OMRON 公司的 C60 P 等。

(2) 中档 PLC

这类 PLC 具有较强的控制功能和运算能力。它不仅能完成一般的逻辑运算，还能完成比较复杂的三角函数、指数和 PID 运算。工作速度比较快，能带的 I/O 模块的数量及种类也比较多。如西门子公司的 S7-300 PLC。

(3) 高档 PLC

这类 PLC 具有强大的控制功能和运算能力。它不仅能完成逻辑运算、三角函数运算、指数运算和 PID 运算，还能进行复杂的矩阵运算。工作速度很快，能带的 I/O 模块的数量很多，I/O 模块的种类也很全面。这类可编程序控制器可以完成规模很大的控制任务。在联网中一般做主站使用。如西门子公司的 S7-400 PLC 就属于这一类。

1.2.2 PLC 的特点

PLC 能迅速发展的原因，除了工业自动化的客观需要外，还有其许多独特的优点。它较好地解决了工业控制领域中普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。综合起来，具有以下主要特点。

1. 可靠性高, 抗干扰能力强

高可靠性是 PLC 最突出的特点之一。由于工业生产过程大多数是连续的, 一般的生产装置要几个月、甚至几年才大修一次, 这对用于工业生产过程的控制器提出了高可靠性的要求。传统的继电器控制系统中使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于触点接触不良, 容易出现故障。PLC 采用了微电子技术, 大量的开关动作由无触点的半导体电路完成, 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, 接线可减少到继电器接触器控制系统时的 $1/10 \sim 1/100$, 因触点接触不良造成的故障大大减少。此外, PLC 还采取了屏蔽、滤波、隔离、故障检测与诊断等抗干扰措施, 具有很强的抗干扰能力, 平均无故障时间达到数万小时以上, 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是最可靠的工业控制设备之一。

2. 编程、操作简易方便, 程序修改灵活

PLC 采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程, 容易掌握。例如, 目前 PLC 大多数均采用的梯形图语言编程方式, 既继承了传统控制线路的清晰直观感, 又考虑到大多数电气技术人员的读图习惯及应用微机水平, 很容易被技术人员所接受, 易于编程, 程序改变时也易于修改。近几年发展起来的其他编程语言(如功能图语言、汇编语言和 BASIC 等计算机通用语言)也都使编程更加方便, 并且适宜于不同层次的技术人员。

3. 硬件配套齐全, 用户使用方便, 适应性强

PLC 产品大部分已经标准化、系列化、模块化, 配备有品种齐全的各种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 具有丰富的 I/O 接口, 对不同的工业现场信号(如交流、直流、电压、电流、开关量、模拟量、脉冲等), 有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备(如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、电动机启动器、控制阀等)直接连接。另外, 有些 PLC 还有通信模块、特殊功能模块等。PLC 的安装接线也很方便, 一般用接线端子连接外部接线。PLC 有较强的带负载能力, 可以直接驱动一般的电磁阀和交流接触器。硬件配置确定后, 可以通过修改用户程序, 方便快速地适应工艺条件的变化。

4. 易于设计、安装、调试和维修

由于 PLC 用软件功能取代了继电器接触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 的梯形图程序一般采用顺序控制设计法。这种编程方法很有规律, 容易掌握。对于复杂的控制系统, 梯形图的设计时间比继电器接触器控制系统电路图的设计时间要少得多。

PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试, 输入信号用小开关来模拟, 通过 PLC 上的发光二极管可观察输出信号的状态。完成了系统的安装和接线后, 在现场的调试过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决, 系统的调试时间比继电器接触器控制系统要少得多。

PLC 的故障率很低, 且有完善的自诊断和显示功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时, 可以根据 PLC 上的发光二极管或编程器提供的信息迅速地查明产生故障的原因, 用更换模块的方法迅速排除故障。

5. 体积小、重量轻、功耗低、响应快

由于 PLC 是将微电子技术应用于工业控制设备的新型产品, 其体积小、重量轻、功耗低、