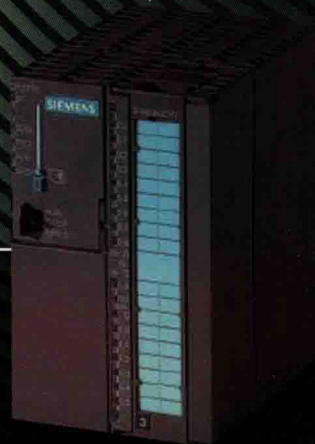


PLC
必读开悟书

西门子 S7-300/400 PLC 从入门到精通

岂兴明 周丽芳 罗志勇 罗萍◎编著

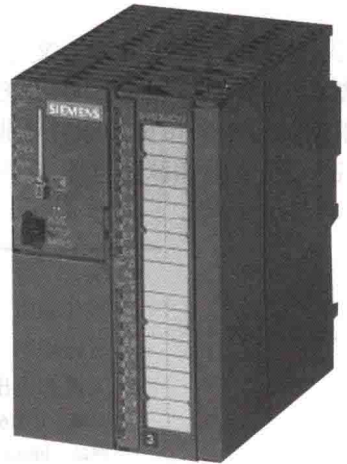
- ⚡ S7-300/400系列PLC硬件结构和指令系统详解
- ⚡ STEP 7编程软件和PLC控制系统的设计方法全面介绍
- ⚡ 在小功率金卤石英吹泡机、啤酒发酵控制系统中的应用与开发



PLC
必读开悟书

西门子 S7-300/400 PLC 从入门到精通

岂兴明 周丽芳 罗志勇 罗萍◎编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

西门子S7-300/400PLC从入门到精通 / 岂兴明等编著

— 北京：人民邮电出版社，2019.8

ISBN 978-7-115-51472-1

I. ①西… II. ①岂… III. ①PLC技术—教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第106531号

内 容 提 要

本书主要介绍西门子公司 S7-300/400 系列 PLC 的硬件资源、指令系统等基础知识，并详细讲解了编程软件的安装和使用方法、PLC 控制系统的设计方法与步骤，最后通过两个综合实例介绍了 S7-300/400 系列 PLC 在控制领域的应用与开发方法。本书采用图、表、文相结合的方法，使书中的内容通俗易懂又不失专业性。

本书可供工程技术人员自学使用，还可作为相关专业培训的参考教材。

-
- ◆ 编 著 岂兴明 周丽芳 罗志勇 罗 萍
责任编辑 黄汉兵
责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
山东华立印务有限公司印刷
 - ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：21.75 2019年8月第1版
字数：557千字 2019年8月山东第1次印刷
-

定价：79.00 元

读者服务热线：(010)81055493 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

前言

可编程控制器 (PLC) 以微处理器为核心, 将微型计算机技术、自动控制技术及网络通信技术有机地融为一体, 是应用十分广泛的工业自动化控制装置。PLC 应用技术具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点, 不仅可以取代继电器控制系统, 还可以进行复杂的生产过程控制及应用于工厂自动化网络, 它已成为现代工业控制的四大支柱技术 (PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM 技术和数控技术) 之一。因此, 学习、掌握和应用 PLC 技术已成为工程技术人员的迫切需求。

西门子公司生产的 PLC 可靠性高, 应用广泛。西门子公司 S7 系列 PLC 包括 S7-200、S7-300 和 S7-400 三大系列, 其中 S7-300 和 S7-400 属于大、中型 PLC。

本书从 PLC 技术初学者自学的角度出发, 由浅入深地从入门、提高、实践 3 个方面介绍 S7-300/400 系列 PLC 的基础知识和应用开发方法。入门篇包括可编程控制器概述、S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统及内部资源、S7-300/400 系列 PLC 的指令系统; 提高篇包括 STEP 7 编程软件的使用方法、S7-300/400 系列 PLC 的用户程序结构、S7-300/400 系列 PLC 的通信与网络、PLC 控制系统的设计方法; 实践篇通过两个大型综合实例详细介绍了 S7-300/400 系列 PLC 在现代工业控制系统中的应用开发方法。

本书在编写时力图文字精练, 分析步骤详细、清晰, 且图、文、表相结合, 内容充实、通俗易懂。读者通过对本书的学习, 可以全面、快速地掌握 S7-300/400 系列 PLC 的应用方法。本书适合广大初、中级工程技术人员自学使用, 也可供技术培训及在职人员进修学习时使用。

本书由岂兴明、周丽芳、罗志勇、罗萍编著。由于作者水平有限且编写时间仓促, 书中如有疏漏之处, 欢迎广大读者提出宝贵的意见和建议。

编者

2019年3月

目 录

入 门 篇

第 1 章 可编程控制器概述	2
1.1 PLC 的产生与发展.....	2
1.1.1 PLC 技术的产生.....	2
1.1.2 PLC 的发展历史.....	3
1.2 PLC 的技术特点.....	4
1.3 可编程控制器的功能.....	6
1.4 可编程控制器的分类.....	7
1.4.1 按照 PLC 的控制规模分类.....	7
1.4.2 按照 PLC 的控制性能分类.....	7
1.4.3 按照 PLC 的结构分类.....	8
1.5 可编程控制器的编程语言和发展趋势.....	8
1.5.1 PLC 的编程语言.....	8
1.5.2 PLC 的发展趋势.....	10
1.6 可编程控制器的组成及工作原理.....	11
1.6.1 PLC 的组成.....	11
1.6.2 PLC 的软件系统.....	18
1.6.3 PLC 的工作原理.....	19
1.7 西门子 S7 系列 PLC 概述.....	22
1.7.1 西门子 S7-200 系列 PLC.....	22
1.7.2 西门子 S7-1200 系列 PLC.....	23
1.8 本章小结.....	24
第 2 章 S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统及内部资源	25
2.1 硬件系统基本构成.....	25
2.1.1 概述.....	25
2.1.2 S7-300/400 系列 PLC 的组成.....	25
2.1.3 S7-300/400 系列 PLC 的结构.....	30
2.2 CPU 模块及性能特点.....	33
2.2.1 S7-300 系列 PLC 的 CPU 模块.....	33
2.2.2 S7-400 系列 PLC 的 CPU 模块.....	37

2.3	输入/输出模块及模块地址的确定	41
2.3.1	S7-300 系列 PLC 的信号模块	41
2.3.2	S7-400 系列 PLC 的信号模块	58
2.3.3	模块诊断与过程中断	60
2.3.4	信号模块地址的确定	61
2.4	S7-300/400 系列 PLC 的内部资源	63
2.4.1	装载存储区	64
2.4.2	工作存储区	64
2.4.3	系统存储区	64
2.4.4	外设 I/O 存储区与累加器	65
2.4.5	状态寄存器	66
2.4.6	系统存储器区域的划分及功能	67
2.5	分布式 I/O	68
2.5.1	ET200 集成的功能	69
2.5.2	ET200 的分类	69
2.6	本章小结	70
第 3 章	S7-300/400 系列 PLC 的指令系统	71
3.1	指令系统的基本知识	71
3.1.1	数制	71
3.1.2	数据类型	72
3.2	S7-300/400 系列 PLC 的基本指令	80
3.2.1	位逻辑指令	80
3.2.2	比较指令	86
3.2.3	转换指令	89
3.2.4	计数器指令	91
3.2.5	数据块操作指令	93
3.2.6	逻辑控制指令	94
3.2.7	整数运算指令	99
3.2.8	浮点运算指令	101
3.2.9	赋值指令	102
3.2.10	程序控制指令	105
3.2.11	移位和循环指令	109
3.2.12	状态位指令	112
3.2.13	定时器指令	116
3.2.14	字逻辑指令	123
3.2.15	累计器指令	125
3.3	本章小结	128

提 高 篇

第 4 章	STEP 7 编程软件的使用方法	130
4.1	STEP 7 编程软件概述	130

4.1.1	STEP 7 编程软件的标准软件包	130
4.1.2	人机接口	133
4.1.3	STEP 7 编程软件的启动	133
4.2	创建和编辑项目	135
4.2.1	利用 STEP 7 编程软件创建项目的步骤	135
4.2.2	项目结构	136
4.2.3	创建项目	137
4.2.4	编辑项目	138
4.3	硬件组态	140
4.3.1	硬件组态的任务与步骤	140
4.3.2	CPU 的参数设置	142
4.3.3	I/O 模块的参数设置	149
4.4	定义符号	153
4.4.1	共享符号与局域符号	153
4.4.2	符号表	155
4.5	逻辑块的生成	157
4.5.1	建立逻辑软件块	157
4.5.2	编辑变量声明表	158
4.5.3	编辑语句和文字注释时的注意事项	159
4.6	刷新块调用与逻辑块存盘	160
4.6.1	刷新块调用	160
4.6.2	逻辑块存盘	160
4.7	程序的下载和调试	161
4.7.1	下载程序及模块信息	161
4.7.2	用 S7-PLCSIM 调试程序	162
4.8	本章小结	164
第 5 章	S7-300/400 系列 PLC 的用户程序结构	165
5.1	用户程序的基本结构	165
5.1.1	用户程序中的块	165
5.1.2	用户程序使用的堆栈	166
5.1.3	STEP 7 的编程方法	167
5.2	功能块与功能的生成与调用	168
5.2.1	局域变量的类型	168
5.2.2	功能块与功能的调用	169
5.3	数据块	176
5.3.1	数据块中的数据类型	176
5.3.2	数据块的生成与使用	178
5.4	多重背景	180
5.4.1	多重背景功能块	180
5.4.2	多重背景数据块	182
5.5	组织块与中断处理	182

5.5.1	中断的基本概念	182
5.5.2	组织块的变量声明表	183
5.5.3	日期时间中断组织块	184
5.5.4	延时中断组织块	187
5.5.5	循环中断组织块	189
5.5.6	硬件中断组织块	191
5.5.7	背景数据块	193
5.5.8	启动时使用的组织块	194
5.5.9	错误处理组织块	196
5.6	本章小结	197
第 6 章	S7-300/400 系列 PLC 的通信与网络	198
6.1	计算机通信方式与串行通信接口	198
6.1.1	计算机的通信方式	198
6.1.2	串行通信接口类型	200
6.2	计算机通信的国际标准	200
6.2.1	开放系统互连模型 (OSI)	201
6.2.2	现场总线及其国际标准	201
6.3	S7-300/400 的通信网络	202
6.3.1	工业自动化网络	202
6.3.2	S7-300/400 的通信网络	203
6.3.3	S7 通信的分类	204
6.4	MPI 网络与全局数据通信	205
6.4.1	MPI 网络	205
6.4.2	MPI 网络的组态	205
6.4.3	全局数据表	207
6.4.4	事件驱动的全局数据通信	209
6.4.5	不用连接组态的 MPI 通信	210
6.5	执行器传感器接口 AS-i 网络	211
6.5.1	AS-i 的网络结构	211
6.5.2	AS-i 的寻址模式	212
6.5.3	AS-i 的主从通信方式	212
6.5.4	AS-i 从站的通信接口	213
6.5.5	AS-i 的工作阶段	213
6.6	工业以太网	214
6.6.1	三同轴电缆网络	215
6.6.2	双绞线和光纤网络	215
6.6.3	高速工业以太网	216
6.7	PROFIBUS 介绍	216
6.7.1	PROFIBUS 的组成	216
6.7.2	PROFIBUS 介质存取协议	217
6.7.3	PROFIBUS-DP 设备的分类	219

6.7.4	PROFIBUS 的通信协议	219
6.7.5	基于组态的 PROFIBUS 通信	221
6.8	点对点通信	225
6.8.1	点对点通信的硬件与通信协议	225
6.8.2	ASCII Driver 通信协议	225
6.8.3	3964 (R) 通信协议	228
6.8.4	RK512 通信协议	230
6.9	本章小结	235
第 7 章	PLC 控制系统的设计方法	236
7.1	PLC 控制系统的设计流程	236
7.1.1	PLC 控制系统的基本原则	236
7.1.2	PLC 控制系统的设计内容	237
7.1.3	PLC 控制系统的设计步骤	238
7.2	PLC 的硬件系统设计选型方法	240
7.2.1	PLC 硬件系统设计基本流程	241
7.2.2	估算 I/O 点数	241
7.2.3	估算存储器容量	241
7.2.4	功能选择	241
7.2.5	机型选择	243
7.2.6	外部设备及专用模块	244
7.3	PLC 的控制程序设计方法	244
7.3.1	PLC 控制程序设计步骤	244
7.3.2	PLC 控制程序设计方法	246
7.4	设计经验与注意事项	247
7.4.1	干扰和抗干扰措施	247
7.4.2	节省 I/O 点数的方法	248
7.4.3	PLC 的安装与维护	249
7.5	本章小结	252

实 践 篇

第 8 章	S7-300/400 系列 PLC 在小功率金卤石英吹泡机控制系统中的应用	254
8.1	系统总体设计	254
8.1.1	系统功能分析	254
8.1.2	系统原理分析	255
8.2	系统 PLC 选型和资源配置	257
8.2.1	模块构成图	257
8.2.2	特殊模块功能概述	257
8.2.3	各个模块的具体功能及特性分析	258
8.3	系统程序设计与调试	259

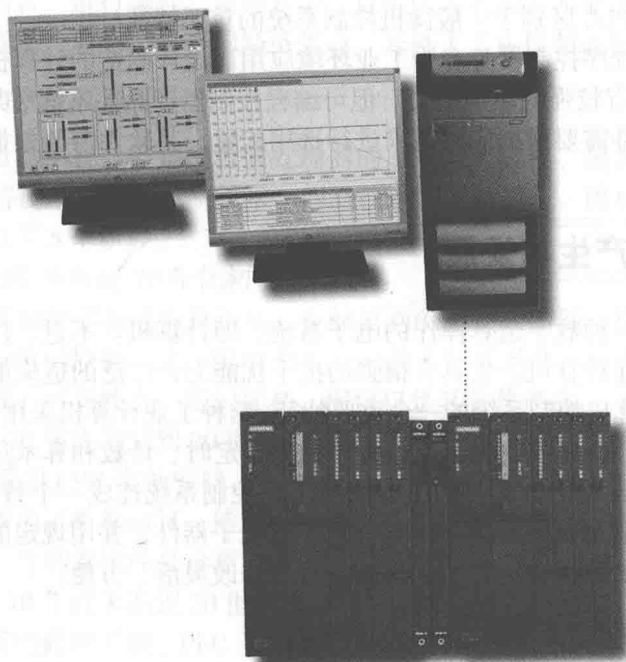
8.3.1	编程语言 STEP 7 的语言特点	259
8.3.2	系统工艺表图	260
8.3.3	系统主程序流程图、规格选择及相关设置	262
8.4	系统 PLC 程序	265
8.4.1	程序的构成	265
8.4.2	系统所用到的符号	266
8.4.3	主程序	271
8.4.4	子程序	286
8.5	本章小结	294
第 9 章	S7-300/400 系列 PLC 在啤酒发酵自动控制系统中的应用	295
9.1	系统总体设计	295
9.1.1	系统功能分析	295
9.1.2	控制原理分析	296
9.2	系统 PLC 选型和资源配置	297
9.2.1	PLC 选型	297
9.2.2	PLC 的 I/O 资源配置	297
9.2.3	PLC 其他资源配置	297
9.2.4	PLC 硬件资源设计	298
9.3	系统 PLC 程序设计	298
9.3.1	程序流程图设计	298
9.3.2	PLC 功能模块程序设计	299
9.4	系统程序模块	299
9.4.1	I/O 采样及输出程序	302
9.4.2	发酵罐的温度信号转换程序	307
9.4.3	发酵温度控制程序	308
9.4.4	发酵罐单罐计时程序	314
9.4.5	分计时控制程序	316
9.4.6	流量累积子程序	319
9.4.7	单罐储酒控制程序	320
9.4.8	出酒控制程序	321
9.5	本章小结	323
附录		324
附录 1	S7-300/400 系列 PLC 的指令一览表	324
附录 2	组织块一览表	328
附录 3	系统功能 (SFC) 一览表	329
附录 4	系统功能块 (SFB) 一览表	332
附录 5	IEC 功能一览表	334
附录 6	常用缩写词	335

入门篇

第 1 章 可编程控制器概述

第 2 章 S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统及内部资源

第 3 章 S7-300/400 系列 PLC 的指令系统





第 1 章

可编程控制器概述

早期的可编程控制器主要用来实现逻辑控制功能。但随着技术的发展, PLC 不仅有逻辑运算功能, 还有算术运算、模拟处理和通信联网等功能。PLC 这一名称已不能准确反映其功能。因此, 1980 年美国电气制造商协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 将它命名为可编程序控制器 (Programmable Controller), 并简称 PC。但是, 由于个人计算机 (Personal Computer) 也简称为 PC, 为避免混淆, 后来仍习惯称其为 PLC。

为使 PLC 生产和发展标准化, 1987 年国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission, IEC) 颁布了可编程控制器标准草案第三稿, 对可编程控制器定义如下: “可编程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, 并通过数字式和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, 都应按易于与工业系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

该定义强调了 PLC 应用于工业环境, 必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和广阔的应用范围, 这是 PLC 区别于一般微机控制系统的重要特征。

综上所述, 可编程序控制器是专为工业环境应用而设计制造的计算机。PLC 具有丰富的输入/输出接口, 并具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用, 在实际应用时, 其硬件需要根据实际需求进行选用配置, 其软件需要根据控制需求进行设计编制。

1.1 PLC 的产生与发展

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 即计算机。不过, PLC 是专为在工业环境下应用而设计的工业计算机。它具有很强的抗干扰能力, 广泛的适应能力和应用范围, 这也是其区别于其他计算机控制系统的一个重要特征。这种工业计算机采用“面向用户的指令”, 因此编程更方便。PLC 能完成逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作, 具有数字量和模拟量输入/输出能力, 并且非常容易与工业控制系统连成一个整体, 易于“扩充”。由于 PLC 引入了微处理器及半导体存储器等新一代电子器件, 并用规定的指令进行编程, 因此 PLC 是通过软件方式来实现“可编程”的, 程序修改灵活、方便。

1.1.1 PLC 技术的产生

20 世纪 20 年代, 继电器控制系统开始盛行。继电器控制系统就是将继电器、定时器、接触器等元器件按照一定的逻辑关系连接起来而组成的控制系统。继电器控制系统结构简单、操作方便、价格低廉, 在工业控制领域一直占据着主导地位。但是, 继电器控制系统具有明

显的缺点：体积大，噪声大，能耗大，动作响应慢，可靠性差，维护性差，功能单一，采用硬连线逻辑控制，设计安装调试周期长，通用性和灵活性差等。

1968年，美国通用汽车公司（GM）为了提高竞争力，更新汽车生产线，以便将生产方式从少品种大批量转变为多品种小批量，公开招标一种新型工业控制器。为尽可能减少更换继电器控制系统的硬件及连线，缩短重新设计、安装、调试周期，降低成本，GM提出了以下10条技术指标。

- 1) 编程方便，可现场编辑及修改程序。
- 2) 维护方便，最好是插件式结构。
- 3) 可靠性高于继电器控制装置。
- 4) 数据可直接输入管理计算机。
- 5) 输入电压可为市电115V（国内PLC产品电压多为220V）。
- 6) 输出电压可以为市电115V，电流大于2A，可直接驱动接触器、电磁阀等。
- 7) 用户程序存储器容量大于4KB。
- 8) 体积小于继电器控制装置。
- 9) 扩展时系统变更最少。
- 10) 成本与继电器控制装置相比，有一定的竞争力。

1969年，美国数字设备公司根据上述要求，研制出了世界上第一台可编程控制器（PLC）：型号为PDP-14的一种新型工业控制器。它把计算机的完备功能、灵活及通用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，制成了一种适合于工业环境的通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用“面向控制过程，面向对象”的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能方便地使用。它在GM公司的汽车生产线上试用成功，取得了显著的经济效益，开创了工业控制的新局面。

1.1.2 PLC的发展历史

PLC问世时间虽然不长，但是随着微处理器的出现，大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术、自动控制技术、网络技术的不断进步，PLC也在迅速发展。其发展过程大致可分为以下5个阶段。

(1) 从1969年到20世纪70年代初期

CPU由中、小规模数字集成电路组成，存储器为磁芯式存储器；控制功能比较简单，主要用于定时、计数及逻辑控制。这一阶段PLC产品没有形成系列，应用范围不是很广泛，与继电器控制装置比较，可靠性有一定的提高，但仅仅是其替代产品。

(2) 从20世纪70年代初期到20世纪70年代末期

这一阶段PLC采用CPU微处理器、半导体存储器，使整机的体积减小，而且数据处理能力获得很大提高，增加了数据运算、传送、比较、模拟量运算等功能。这一阶段PLC产品已初步实现了系列化，并具备软件自诊断功能。

(3) 从20世纪70年代末期到20世纪80年代中期

由于大规模集成电路的发展，PLC开始采用8位和16位微处理器，数据处理能力和速度大大提高；PLC开始具有了一定的通信能力，为实现PLC“分散控制，集中管理”奠定了重要基础；软件上开发出了面向过程的梯形图语言及助记符语言，为PLC的普及提供了必要条件。在这一阶段，发达的工业化国家已经在多种工业控制领域开始应用PLC控制。

(4) 从 20 世纪 80 年代中期到 20 世纪 90 年代中期

超大规模集成电路促使 PLC 完全计算机化，CPU 已经开始采用 32 位微处理器；PLC 数学运算、数据处理能力大大提高，增加了运动控制、模拟量 PID 控制等功能，联网通信能力进一步加强；PLC 在功能不断增加的同时，体积也在不断减小，可靠性更高。在此阶段，国际电工委员会颁布了 PLC 标准，使 PLC 向标准化、系列化发展。

(5) 从 20 世纪 90 年代中期至今

这一阶段 PLC 产品实现了特殊算术运算的指令化，通信能力进一步加强。

1.2 PLC 的技术特点

PLC 是由继电器控制系统和计算机控制系统相结合发展而来的。与传统的继电器控制系统相比，PLC 具有诸多优点，详见表 1-1。

表 1-1 PLC 与传统继电器控制系统比较

比较项目	PLC	传统继电器控制系统
结构	紧凑	复杂
体积	小巧	大
扩展性	灵活，逻辑控制由内存中的程序实现	困难，硬件连线实现逻辑控制功能
触点数量	无限对（理论上）	4~8 对继电器
可靠性	强，程序控制无磨损现象，寿命长	弱，硬件器件控制易磨损、寿命短
自检功能	有，动态监控系统运行	无
定时控制	精度高，范围宽，从 0.001s 到若干天甚至更长	精度低，定时范围窄，易受环境湿度、温度变化影响

PLC 是专为工业环境下应用而设计的，以用户需求为主，采用了先进的微型计算机技术。PLC 与工业 PC、DCS、PID 等其他工业控制器相比，市场份额超过 55%。主要原因是 PLC 具有继电器控制、计算机控制及其他控制不具备的显著特点。

1. 运行稳定、可靠性高、抗干扰能力强

PLC 选用了大规模集成电路和微处理器，使系统器件数大大减少，而且在硬件和软件的设计制造过程中采取了一系列隔离和抗干扰措施，使它能适应恶劣的工作环境，所以具有很高的可靠性。PLC 控制系统平均无故障工作时间可达到 2 万小时以上，高可靠性是 PLC 成为通用自动控制设备的首选条件之一。PLC 的使用寿命一般在 4 万~5 万小时，西门子、ABB 等品牌的微小型 PLC 寿命可达 10 万小时以上。在机械结构设计与制造工艺上，为使 PLC 更安全、可靠地工作，采取了很多措施以确保 PLC 耐振动、耐冲击、耐高温（有些产品的工作环境温度达 80~90℃）。另外，PLC 的软件与硬件采取了一系列提高可靠性和抗干扰能力的措施，如系统硬件模块冗余、采用光电隔离、掉电保护、对干扰的屏蔽和滤波、在运行过程中运行模块热插拔、设置故障检测与自诊断程序及其他措施。

(1) 硬件措施

PLC 的主要模块均采用大规模或超大规模集成电路，大量开关动作由无触点的电子存储

器完成, I/O 系统设计有完善的通道保护和信号调理电路。

① 对电源变压器、CPU、编程器等主要部件, 采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽, 以防外界干扰。

② 对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波, 如 LC 或 π 型滤波网络, 以消除或抑制高频干扰, 削弱了各种模块之间的相互影响。

③ 对微处理器这个核心部件所需的+5V 电源, 采用多级滤波, 并用集成电压调节器进行调整, 以适应交流电网的波动并削弱过电压、欠电压的影响。

④ 在微处理器与 I/O 电路之间, 采用光电隔离措施, 有效地隔离 I/O 接口与 CPU 之间的联系, 减少故障和误动作, 各 I/O 口之间也彼此隔离。

⑤ 采用模块式结构有助于在故障情况下短时修复, 一旦查出某一模块出现故障, 能迅速替换, 使系统恢复正常工作; 同时也有助于更迅速地查找故障原因。

(2) 软件措施

PLC 编程软件具有极强的自检和保护功能。

① 采用故障检测技术, 软件定期检测外界环境, 如掉电、欠电压、锂电池电压过低及强干扰信号等, 以便及时进行处理。

② 采用信息保护与恢复技术, 当偶发性故障条件出现时, 不破坏 PLC 内部的信息。一旦故障条件消失, 就可以恢复正常, 继续原来的程序工作。所以, PLC 在检测到故障条件时, 立即把现状态存入存储器, 软件配合对存储器进行封闭, 禁止对存储器的任何操作, 以防止存储信息被冲掉。

③ 设置警戒时钟 WDT, 如果程序循环执行时间超过了 WDT 的规定时间, 预示程序进入死循环, 立即报警。

④ 加强对程序的检查和校验, 一旦程序有错, 立即报警, 并停止执行。

⑤ 对程序及动态数据进行电池后备, 停电后, 利用后备电池供电, 有关状态和信息就不会丢失。

2. 设计、使用和维护方便

用 PLC 实现对系统的各种控制是非常方便的。首先, PLC 控制逻辑的建立是通过程序来实现的, 而不是通过硬件连线来实现的, 更改程序比更改接线方便得多; 其次, PLC 的硬件高度集成化, 已集成为各种小型化、系列化、规格化、配套的模块。各种控制系统所需的模块, 均可在市场上选购到各 PLC 生产厂家提供的丰富产品。因此, 硬件系统配置与建造同样方便。

用户可以根据工程控制的实际需要, 选择 PLC 主机单元和各种扩展单元进行灵活配置, 提高系统的性价比。若生产过程对控制功能的要求提高, 则 PLC 可以方便地对系统进行扩充, 如通过 I/O 扩展单元来增加输入/输出点数, 通过多台 PLC 之间或 PLC 与上位机的通信来扩展系统的功能; 利用 CRT 屏幕显示进行编程和监控, 便于修改和调试程序, 易于故障诊断, 缩短维护周期。设计开发在计算机上完成, 采用梯形图 LAD、语句表 STL 和功能块图 FBD 等编程语言, 还可以利用编程软件在各语言之间相互转换, 满足不同层次工程技术人员的需求。

PLC 采用了软件来取代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, 控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时, PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试, 减少了现场的调试工作量。并且, PLC 的低故障率、很强的监视功能以及模块化等特点, 使维修极为方便。

3. 体积小、质量轻、能耗低

PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品,其结构紧凑、坚固、体积小、质量轻、能耗低。PLC 具有强抗干扰能力,易于安装在各类机械设备的内部。例如,三菱公司的 FX_{2N}-48MR 型 PLC,外形尺寸仅为 182mm×90mm×87mm,质量为 0.89kg,能耗为 25W;具有很好的抗振、适应环境温度和湿度变化的能力;在系统的配置上既固定又灵活,输入/输出可达 24~128 点;另外,该 PLC 还具有故障检测和显示功能,使故障处理时间缩短为 10min,对维护人员的技术水平要求也不太高。

4. 通用性强、控制程序可变、使用方便

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,还具有数字和模拟量的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能,既可控制一台生产机械、一条生产线,又可控制一个生产过程。

PLC 的功能很全面,可以满足大部分工程生产自动化控制的要求。这主要与 PLC 具有丰富的处理信息的指令系统及存储信息的内部器件有关。PLC 的指令多达几十条、几百条,不仅可以进行各式各样的逻辑问题处理,还可以进行各种类型数据的运算。PLC 内存中的数据存储器种类繁多,容量宏大。I/O 继电器可以存储 I/O 信息,存储容量少则几十、几百条,多达几千、几万条,甚至十几万条。PLC 内部集成了继电器、计数器、计时器等功能,并可以设置成失电保持或失电不保持,以满足不同系统的使用要求。PLC 还提供了丰富的外部设备,可建立友好的人机界面,进行信息交换。PLC 可输入程序、数据,也可读出程序、数据。

PLC 不仅精度高,而且可以选配多种扩展模块、专用模块,功能已经涵盖了工业控制领域的绝大部分。随着计算机网络技术的迅速发展,通信和联网功能在 PLC 的应用中越来越重要,将网络上层的大型计算机的强大数据处理能力和管理功能与现场网络中 PLC 的高可靠性结合起来,可以形成一种新型的分布式计算机控制系统。利用这种新型的分布式计算机控制系统,可以实现远程控制和集散系统控制。

1.3 可编程控制器的功能

PLC 是一种专门为当代工业生产自动化而设计开发的数字运算操作系统,可以把它简单理解成专为工业生产领域而设计的计算机。目前,PLC 已经广泛地应用于钢铁、石化、机械制造、汽车、电力等各个行业,并取得了可观的经济效益。特别是在发达的工业国家,PLC 已广泛应用于各个工业领域。随着性价比的不断提高,PLC 的应用领域还将不断扩大。因此,PLC 不仅拥有现代计算机所拥有的全部功能,还具有一些为适应工业生产而特有的功能。

1. 开关量逻辑控制功能

开关量逻辑控制是 PLC 的最基本功能,PLC 的输入/输出信号都是通/断的开关信号,而且输入/输出的点数可以不受限制。在开关量逻辑控制中,PLC 已经完全取代了传统的继电器控制系统,实现了逻辑控制和顺序控制功能。目前,用 PLC 进行开关量控制涉及许多行业,如机场电气控制、电梯运行控制、汽车装配、啤酒灌装生产线等。

2. 运动控制功能

PLC 可用于直线运动或圆周运动的控制。目前,制造商已经提供了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,即把描述目标位置的数据传送给模块,模块移动单轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平

稳。PLC 还提供了变频器控制的专用模块, 能够实现对变频电机的转差率控制、矢量控制、直接转矩控制、 U/f 控制。

3. 闭环控制功能

PLC 通过模块实现 A/D、D/A 转换, 进而对模拟量进行控制, 包括对稳定、压力、流量、液位等连续变化模拟量的 PID 控制, 已广泛应用于锅炉、冷冻、核反应堆、水处理、酿酒等领域。

4. 数据处理功能

现代的 PLC 具有数学运算(包括函数运算、逻辑运算、矩阵运算)、数据处理、排序和查表、位操作等功能, 可以完成数据的采集、分析和处理, 也可以和存储器中的参考数据相比较, 并将这些数据传递给其他智能装备。有些 PLC 还具有支持顺序控制功能, 可以与数字控制设备紧密结合, 实现 CNC 功能。数据处理一般用于大、中型控制系统中。

5. 联网通信功能

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机及其他智能设备之间的通信。PLC 与计算机之间具有串行通信接口, 利用双绞线、同轴电缆将它们连成网络, 实现信息交换。PLC 还可以构成“集中管理, 分散控制”的分布式控制系统。联网可以增加系统的控制规模, 甚至可以实现整个工厂生产的自动化控制。

1.4 可编程控制器的分类

目前, PLC 的品种很多, 性能和型号规格也不统一, 结构形式、功能范围各不相同, 一般按外部特性进行如下分类。

1.4.1 按照 PLC 的控制规模分类

(1) 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下, 其中 I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。其特点是体积小、结构紧凑, 整个硬件融为一体, 除了开关量 I/O 以外, 还可以连接模拟量 I/O 以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、通信联网等各种应用指令。它的结构形式多为整体式。小型 PLC 产品应用的比例最高。

(2) 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 点数一般在 256~2 048 点, 采用模块化结构, 程序存储容量小于 13KB, 可完成较为复杂的系统控制。I/O 的处理方式除了采用 PLC 通用的扫描处理方式外, 还能采用直接处理方式, 通信联网功能更强, 指令系统更丰富, 内存容量更大, 扫描速度更快。

(3) 大型 PLC

大型 PLC 的 I/O 点数一般在 2 048 点以上, 采用模块化结构, 程序存储容量大于 13KB。大型 PLC 的软、硬件功能极强, 具有极强的自诊断功能, 通信联网功能强, 可与计算机构成集散型控制以及更大规模的过程控制, 形成整个工厂的自动化网络, 实现工厂生产管理自动化。

1.4.2 按照 PLC 的控制性能分类

(1) 低档 PLC

主要以逻辑运算为主, 具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能,