

西门子(中国)有限公司重点推荐图书

S7-300/400 PLC

应用技术

第2版

廖常初 主编



赠送超值 DVD 光盘:

- 西门子(中国)有限公司授权软件:
(STEP 7 V5.4.3.1+PLCSIM V5.4+S7 Graph V5.3
中文演示版)
- 中英文软件手册、硬件手册、通信手册
- 实用例程



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



S7-300/400 PLC 应用技术

第2版

廖常初 主编



机械工业出版社

本书介绍了西门子 S7-300/400 的硬件结构和硬件组态的方法;指令系统、程序结构,以及编程软件和仿真软件的使用方法;一整套易学易用的开关量控制系统的编程方法,针对学习中的难点提供了大量的例程。本书还全面介绍了西门子的各种通信网络、通信协议和通信服务,通过例程介绍了多种网络的组态方法和多种通信方式的组态与编程方法,以及实现 PID 控制的方法。根据 STEP 7 V5.4 中文版改写了软件操作部分。

随书光盘提供了编程软件 STEP 7 V5.4 中文版、仿真软件 PLCSIM 和编程语言 S7-Graph 的演示版、大量的最新中文用户手册和与正文配套的大量例程。可以用仿真软件在计算机上模拟运行和监控 PLC 的用户程序。

本书注重实际,强调应用,可供工程技术人员自学和作为培训教材使用,对 S7-300/400 的用户也有很大的参考价值。《S7-300/400PLC 应用教程》是本书的教材版。

图书在版编目(CIP)数据

S7-300/400PLC 应用技术/廖常初主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2008.5(2011.11 重印)

ISBN 978-7-111-15530-0

I. S… II. 廖… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 071343 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: 胡毓坚

责任编辑: 李馨馨

责任印制: 杨 曦

保定市市中画美凯印刷有限公司印刷

2011 年 11 月第 2 版·第 5 次印刷

184mm×260mm·27.75 印张·688 千字

75001-78000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-15530-0

ISBN 978-7-89492-325-7 (光盘)

定价: 58.00 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

西门子公司的 S7-300/400 在大中型 PLC 中应用最广,市场占有率最高。本书对 S7-300/400 的硬件、编程软件、编程语言、指令、程序结构、通信网络和闭环控制等方面都作了全面深入的介绍。本书第 1 版在华储网上自动化类图书销售排行榜稳居第 1 名。作者根据大量的教学实践和反馈意见,用了半年的时间,对本书作了全面的修订:

1) 根据最新的资料修订了硬件部分,全面介绍了全集成自动化、SIMATIC 控制系统、S7-300/400 的硬件和组态方法。增加了多机架组态的方法,详细介绍了安装 STEP 7 的方法和注意事项。

2) 经西门子公司授权,随书光盘提供了 STEP 7 V5.4 中文版、仿真软件 PLCSIM 和顺序功能图语言 S7 Graph 的演示版、大量的最新中文用户手册和与正文配套的大量例程。根据 STEP 7 V5.4 中文版改写了软件操作部分。

3) 根据工程应用的实际情况,对全书的内容作了优化处理,简化或删除了工程上很少使用的内容,对很少使用的指令仅作简单介绍,以减轻初学者的负担。对学习中的难点(例如状态字、间接寻址、循环指令、参数类型 POINTER 和 ANY 的应用、PID 等)增加了例程。对功能和功能块作了深入的比较。用实例介绍了被控对象仿真软件 SIMIT 的应用。

4) 全面改写了通信部分,第 7 章介绍了西门子的各种通信网络、通信协议和通信服务。第 8 章重点介绍了应用最广的 MPI、PROFIBUS-DP 和工业以太网的组态与编程的方法。增加了 S7 通信、S7 基本通信、S5 兼容通信、工业以太网和 PROFINET 的组态和编程的实例。介绍了有关的基础知识,例如 MAC 地址、IP 地址、子网掩码等。对应用较少的点对点通信协议、PRODAVE、AS-i、KNX/EIB、工业无线局域网和广域网等作了简单的介绍。

学好 S7-300/400 的关键是实践,安装了随书光盘上的 STEP 7 中文编程软件和 PLCSIM 仿真软件后,可以用它们在计算机上模拟运行和监控 PLC 的用户程序,本书详细介绍了 PLCSIM 的使用方法。通过仿真实验,读者可以迅速掌握 S7-300/400 硬件和通信网络的组态、编程、监控和故障诊断的方法。

第 5 章通过实例详细介绍了使用顺序功能图语言 S7 Graph 的编程方法,在机械手控制例程中增加了用 S7 Graph 编写的自动回原点的功能块,可以用随书光盘上的软件对 S7 Graph 编写的程序仿真。

本书的前 5 章是基础篇,第 5 章介绍了作者总结的一整套先进完整的开关量控制系统的编程方法。它们易学易用,可以用于不同厂家各种型号的 PLC。用它们能很容易地设计出任意复杂的开关量控制系统的梯形图,可以节约大量的设计时间。

本书详细介绍了模拟量模块和 PID 控制功能块的应用、PID 控制器的参数整定方法、用软件模拟闭环控制中的被控对象的方法,并给出了 PID 控制的例程。

为了方便使用,附录提供了指令一览表、组织块、系统功能与系统功能块一览表、光盘使用说明和常用缩写词。

本书的篇幅较大，内容较多，适合企业的技术人员学习、参考使用。大专院校可以选用本书的教材版《S7-300/400 PLC 应用教程》作教材，该书内容适中，配有习题、实验指导，以及电子教案。

本书的编写得到了西门子（中国）有限公司的大力支持，宋柏青先生、李红女士对本书的编写提供了很大的帮助，在此表示衷心的感谢。

本书由廖常初主编，陈晓东、王云杰、李远树、周林、陈曾汉、侯世英、郑连清、范占华、徐波、孙伟、陈俊明、刘玉孝、张嵩、关朝旺、郑群英、余秋霞、张学锋、申敏、罗盛波、廖亮、孙明渝、唐世友、万莉、左源洁、孙剑、聂世珍参加了编写工作。

因作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

作者 E-mail: liaosun@cqu.edu.cn。

重庆大学电气工程学院 廖常初

2008 年 3 月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 PLC 的基本概念	1
1.1.1 模块式 PLC 的基本结构	1
1.1.2 PLC 的特点	3
1.1.3 PLC 的应用领域	4
1.1.4 西门子 PLC 的资料和软件的下载	4
1.2 PLC 的工作原理	5
1.2.1 逻辑运算	5
1.2.2 PLC 的循环处理过程	6
1.2.3 PLC 的工作原理	8
第 2 章 S7-300/400 的硬件与组态	10
2.1 SIMATIC 自动控制系统简介	10
2.1.1 SIMATIC 自动化控制系统的组成	10
2.1.2 全集成自动化	11
2.2 S7-300 系列 PLC 简介	13
2.2.1 S7-300 概述	13
2.2.2 S7-300 的组成部件	14
2.2.3 S7-300 的系统结构	15
2.3 S7-300 的 CPU 模块与电源模块	16
2.3.1 CPU 模块的元件	16
2.3.2 CPU 的存储器	18
2.3.3 CPU 模块的技术规范	20
2.3.4 电源模块	24
2.4 S7-400 系列 PLC 简介	25
2.4.1 S7-400 的基本结构与特点	25
2.4.2 机架与接口模块	26
2.4.3 冗余设计的容错自动化系统 S7-400H	28
2.4.4 安全型自动化系统 S7-400F/FH	30
2.4.5 多 CPU 处理	31
2.4.6 CPU 模块与电源模块	32
2.5 STEP 7 编程软件的安装与使用	36
2.5.1 STEP 7 的版本与许可证密钥	36

2.5.2	STEP 7 的安装与卸载	38
2.5.3	项目的创建	40
2.5.4	STEP 7 与 PLC 通信连接的组态	43
2.6	硬件组态	45
2.6.1	硬件组态概述	45
2.6.2	多机架系统的组态	48
2.6.3	I/O 模块的地址分配	49
2.6.4	CPU 模块的参数设置	53
2.6.5	STEP 7 的帮助功能与防止误操作的措施	59
2.7	输入/输出模块	59
2.7.1	数字量输入模块	60
2.7.2	数字量输出模块	63
2.7.3	模拟量输入模块	67
2.7.4	模拟量输入模块的参数设置	71
2.7.5	将模拟量输入模块的输出值转换为实际的物理量	73
2.7.6	模拟量输出模块与模拟量输入/输出模块	75
2.7.7	其他信号模块与前连接器	77
2.8	功能模块	78
2.8.1	计数器模块	78
2.8.2	位置控制与位置检测模块	79
2.8.3	闭环控制模块	81
2.8.4	称重模块与 S5 智能 I/O 模块	82
2.9	ET 200 分布式 I/O	83
2.9.1	ET 200 的特点	83
2.9.2	ET 200 的分类	84
2.10	S7-300/400 的维护	86
第 3 章	S7-300/400 的编程语言与指令系统	87
3.1	S7-300/400 的编程语言	87
3.1.1	PLC 编程语言的国际标准	87
3.1.2	STEP 7 的编程语言	87
3.2	S7-300/400 CPU 的存储区	90
3.2.1	数制	90
3.2.2	基本数据类型	91
3.2.3	系统存储器	93
3.2.4	CPU 中的寄存器	95
3.3	位逻辑指令	98
3.3.1	触点指令	98
3.3.2	输出类指令	100
3.3.3	其他指令	101

3.4 定时器与计数器指令	103
3.4.1 定时器指令	103
3.4.2 计数器指令	109
3.5 数据处理指令	112
3.5.1 装入指令与传送指令	112
3.5.2 比较指令	117
3.5.3 数据转换指令	118
3.6 数学运算指令	122
3.6.1 整数数学运算指令	122
3.6.2 浮点数数学运算指令	125
3.6.3 移位指令	128
3.6.4 循环移位指令	130
3.6.5 字逻辑运算指令	131
3.6.6 累加器指令	132
3.7 逻辑控制指令	134
3.7.1 跳转指令与状态位触点指令	134
3.7.2 循环指令	137
3.8 程序控制指令	137
3.8.1 与逻辑块有关的指令	138
3.8.2 主控继电器指令与数据块指令	139
3.8.3 梯形图的编程规则	140
第4章 STEP 7 在编程与调试中的应用	142
4.1 符号表与逻辑块	142
4.1.1 符号表	142
4.1.2 逻辑块	144
4.1.3 项目管理	149
4.2 S7-PLCSIM 仿真软件在程序调试中的应用	149
4.2.1 S7-PLCSIM 的主要功能	150
4.2.2 S7-PLCSIM 快速入门	150
4.2.3 视图对象	152
4.2.4 仿真软件的设置与存档	153
4.2.5 仿真 PLC 与实际 PLC 的区别	154
4.3 程序的下载与上载	154
4.3.1 在线连接的建立与在线操作	155
4.3.2 下载与上载	157
4.4 用 STEP 7 调试程序	158
4.4.1 系统调试的基本步骤	158
4.4.2 用程序状态功能调试程序	159
4.4.3 用变量表调试程序	160

4.4.4 单步与断点功能的使用	164
4.5 故障诊断	166
4.5.1 故障诊断的基本方法	166
4.5.2 模块信息在故障诊断中的应用	167
4.5.3 诊断故障的其他方法	169
4.6 显示参考数据	170
4.6.1 参考数据的生成与显示	170
4.6.2 交叉参考表	170
4.6.3 程序结构	172
4.6.4 其他参考数据	173
4.6.5 在程序中快速查找地址的位置	174
4.7 时间标记冲突与一致性检查	176
4.8 被控对象仿真软件 SIMIT 简介	177
4.8.1 被控对象仿真的方法	177
4.8.2 SIMIT 仿真软件的安装与项目管理	179
4.8.3 组态操作窗口	180
4.8.4 SIMIT 的控制程序设计	182
4.8.5 仿真的操作	183
第 5 章 数字量控制系统梯形图设计方法	184
5.1 梯形图的经验设计法与继电器电路转换法	184
5.1.1 梯形图的经验设计法	184
5.1.2 根据继电器电路图设计梯形图	188
5.2 顺序控制设计法与顺序功能图	191
5.2.1 顺序控制设计法	191
5.2.2 步与动作	192
5.2.3 有向连线与转换	193
5.2.4 顺序功能图的基本结构	194
5.2.5 顺序功能图中转换实现的基本规则	196
5.3 使用起保停电路的顺序控制梯形图编程方法	198
5.3.1 设计顺序控制梯形图的一些基本问题	198
5.3.2 单序列的编程方法	199
5.3.3 选择序列与并行序列的编程方法	201
5.3.4 仅有两步的闭环的处理	203
5.3.5 应用举例	203
5.4 使用置位复位指令的顺序控制梯形图编程方法	206
5.4.1 单序列的编程方法	206
5.4.2 选择序列与并行序列的编程方法	208
5.4.3 应用举例	209
5.5 具有多种工作方式的系统的顺序控制编程方法	211

5.5.1	机械手控制系统简介	211
5.5.2	使用起保停电路的编程方法	212
5.5.3	使用置位复位指令的编程方法	217
5.6	顺序功能图语言 S7 Graph 的应用	218
5.6.1	S7 Graph 语言概述	218
5.6.2	使用 S7 Graph 编程的例子	221
5.6.3	顺序控制器的运行模式与监控操作	226
5.6.4	顺序控制器中的动作	227
5.6.5	顺序控制器中的条件	230
5.6.6	S7 Graph 功能块的参数设置	232
5.6.7	用 S7 Graph 编写具有多种工作方式的控制程序	235
第 6 章	S7-300/400 的用户程序结构	241
6.1	用户程序的基本结构	241
6.1.1	用户程序中的块	241
6.1.2	用户程序使用的堆栈	244
6.2	功能块与功能的生成与调用	245
6.2.1	发动机控制系统的程序结构	245
6.2.2	功能块	246
6.2.3	功能	248
6.2.4	功能与功能块的调用	250
6.2.5	参数类型	252
6.3	共享数据块与复杂数据类型	255
6.3.1	共享数据块的生成与使用	255
6.3.2	复杂数据类型的生成与使用	256
6.4	多重背景	260
6.4.1	多重背景功能块	261
6.4.2	在 OB1 中调用多重背景	262
6.5	组织块与中断处理	263
6.5.1	中断的基本概念	263
6.5.2	日期时间中断组织块	266
6.5.3	延时中断组织块	268
6.5.4	循环中断组织块	270
6.5.5	硬件中断组织块	271
6.5.6	启动时使用的组织块	274
6.5.7	异步错误组织块	275
6.5.8	同步错误组织块	278
6.5.9	其他组织块	282
第 7 章	工业通信网络与 S7-300/400 的通信功能	283
7.1	计算机的通信方式与串行通信接口	283

7.1.1	计算机的通信方式	283
7.1.2	串行通信接口标准	284
7.2	计算机通信的国际标准	286
7.2.1	开放系统互连模型	286
7.2.2	IEEE 802 通信标准	287
7.2.3	现场总线及其国际标准	288
7.3	S7-300/400 的通信功能	290
7.3.1	SIMATIC 网络结构与通信服务简介	290
7.3.2	PG/OP 通信服务与 S7 通信服务	292
7.4	MPI 网络	294
7.4.1	MPI 网络简介	294
7.4.2	全局数据通信与 S7 基本通信服务	294
7.5	PROFIBUS 的结构与硬件	295
7.5.1	PROFIBUS 概述	295
7.5.2	PROFIBUS 的物理层	297
7.5.3	PROFIBUS-DP 设备的分类	299
7.5.4	PROFIBUS 通信处理器	301
7.5.5	GSD 文件	302
7.6	PROFIBUS 的通信协议	302
7.6.1	PROFIBUS 的数据链路层	302
7.6.2	PROFIBUS-DP	304
7.6.3	PROFIBUS 的通信服务	306
7.7	工业以太网	308
7.7.1	工业以太网简介	308
7.7.2	工业以太网的网络方案	309
7.7.3	工业以太网的交换技术	311
7.7.4	工业以太网的通信处理器	312
7.7.5	工业以太网交换机	313
7.7.6	工业控制网络的信息安全	314
7.8	基于工业以太网的 PROFINET	315
7.8.1	PROFINET 概述	315
7.8.2	PROFINET IO 与 PROFINET CBA	318
7.9	工业以太网的通信服务	319
7.9.1	S5 兼容的通信服务	319
7.9.2	IT 通信服务	321
7.9.3	OPC 通信服务	322
7.10	AS-i 与 KNX/EIB 网络	323
7.10.1	AS-i 的数据传输方式与网络结构	324
7.10.2	AS-i 主站模块	326

7.10.3 AS-i 从站模块	327
7.10.4 KNX/EIB	328
7.11 其他网络与通信服务	330
7.11.1 点对点通信	330
7.11.2 工业无线局域网	333
7.11.3 广域网	335
第8章 工业通信网络的组态与编程	337
8.1 MPI 网络的组态与编程	337
8.1.1 MPI 网络的组态	337
8.1.2 全局数据通信的组态	338
8.1.3 事件驱动的全局数据通信	341
8.1.4 用于 S7 基本通信的系统功能	342
8.1.5 S7 基本通信的编程	344
8.2 基于 MPI 网络的 S7 通信	347
8.2.1 S7 通信在 MPI 网络中的应用	347
8.2.2 用于 S7 通信的系统功能与系统功能块	348
8.2.3 单向 S7 通信	349
8.2.4 双向 S7 通信	352
8.3 基于组态的 PROFIBUS 通信	355
8.3.1 PROFIBUS-DP 网络的组态	355
8.3.2 非智能 DP 从站的组态	358
8.3.3 与 DP 通信有关的中断的处理	360
8.3.4 主站与第三方 DP 设备通信的组态	361
8.4 PROFIBUS 其他通信方式的组态与编程	363
8.4.1 主站与智能从站主从通信方式的组态	363
8.4.2 用 SFC 14 和 SFC 15 传输一致性数据	367
8.4.3 直接数据交换通信方式的组态	368
8.4.4 S7 通信的组态与编程	371
8.5 工业以太网通信的组态与编程	373
8.5.1 以太网的地址	373
8.5.2 基于以太网的 S7 通信	374
8.5.3 基于以太网的 S5 兼容通信	377
8.6 PROFINET IO 组态	379
第9章 S7-300/400 在模拟量闭环控制中的应用	384
9.1 模拟量闭环控制的基本概念	384
9.1.1 模拟量闭环控制系统的组成	384
9.1.2 闭环控制的主要性能指标	385
9.1.3 闭环控制反馈极性的确定	386
9.2 数字 PID 控制器	386

9.2.1	PID 控制器的优点	386
9.2.2	PID 控制器的数字化	387
9.3	S7-300/400 的模拟量闭环控制功能	388
9.3.1	S7-300/400 实现闭环控制的方法	388
9.3.2	使用系统功能块实现闭环控制	389
9.4	连续 PID 控制器 SFB 41	390
9.4.1	设定值与过程变量的处理	390
9.4.2	PID 控制算法	391
9.4.3	控制器输出值的处理	392
9.4.4	SFB 41 的参数	392
9.5	脉冲发生器 SFB 43	394
9.5.1	脉冲发生器的功能与结构	394
9.5.2	三级控制器	396
9.5.3	二级控制器	398
9.5.4	SFB 43 的参数	398
9.6	步进 PI 控制器 SFB 42	399
9.6.1	步进控制器的结构	399
9.6.2	步进控制器的功能分析	401
9.6.3	SFB 42 的参数	402
9.7	PID 控制器的示例程序	403
9.7.1	系统简介	403
9.7.2	程序设计	404
9.7.3	程序运行监控	407
9.8	PID 控制器的参数整定方法	409
9.8.1	PID 参数与系统动静态性能的关系	409
9.8.2	确定 PID 控制器参数初值的工程方法	411
附录		413
附录 A	S7-300/400 的指令一览表	413
附录 B	组织块、系统功能与系统功能块一览表	417
附录 C	光盘说明	424
附录 D	常用缩写词	427
参考文献		431

第1章 概 述

1.1 PLC 的基本概念

随着微处理器、计算机和数字通信技术的飞速发展,计算机控制已经广泛地应用在几乎所有的工业领域。现代社会要求制造业对市场需求作出迅速的反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品,为了满足这一要求,生产设备和自动生产线的控制系统必须具有极高的可靠性和灵活性,可程序控制器正是顺应这一要求出现的,它是以微处理器为基础的通用工业控制装置。

可程序控制器(Programmable Logic Controller)简称为 PLC,它的应用面广、功能强大、使用方便,已经成为当代工业自动化的主要支柱之一,在工业生产的所有领域得到了广泛的使用。

国际电工委员会(IEC)在 1985 年的 PLC 标准草案第 3 稿中,对 PLC 作了如下定义:“可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。”

PLC 已经广泛地应用在各种机械设备和生产过程的自动控制系统中,PLC 在其他领域,例如在民用和家庭自动化设备中的应用也得到了迅速的发展。

1.1.1 模块式 PLC 的基本结构

本书以西门子公司的 S7-300/400 系列大中型 PLC 为主要讲授对象。西门子的 PLC 以极高的性能价格比,在国际、国内市场占有很大的份额,在我国的各行各业得到了广泛的应用。S7-300/400 属于模块式 PLC,主要由机架、CPU 模块、信号模块、功能模块、接口模块、通信处理器、电源模块和编程设备组成(见图 1-1),各种模块安装在机架上。通过 CPU 模块或通信模块上的通信接口,PLC 被连接到通信网络上,可以与计算机、其他 PLC 或其他设备通信。

1. CPU 模块

CPU 模块主要由微处理器(CPU 芯片)和存储器组成。在 PLC 控制系统中,CPU 模块相当于人的大脑和心脏,它不断地采集输入信号,执行用户程序,刷新系统的输出;存储器用来存储程序和数据。S7-300/400 将 CPU 模块简称为 CPU。

2. 信号模块

输入(Input)模块和输出(Output)模块简称为 I/O 模块,开关量输入、输出模块简称为 DI 模块和 DO 模块,模拟量输入、输出模块简称为 AI 模块和 AO 模块,它们统称为信号模块,简称为 SM。信号模块是系统的眼、耳、手、脚,是联系外部现场设备和 CPU 模块的桥梁。

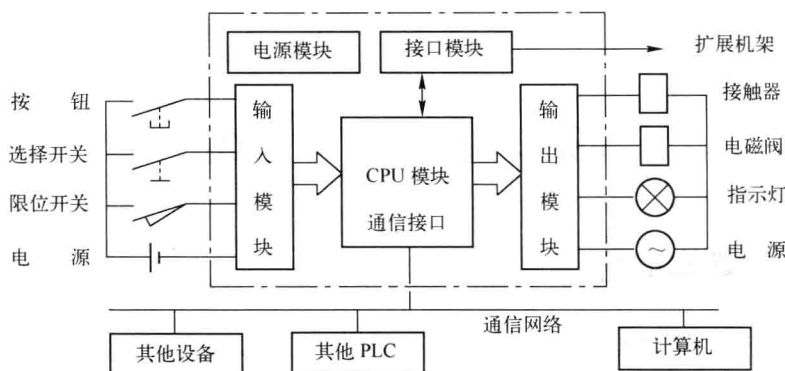


图 1-1 PLC 控制系统示意图

输入模块用来接收和采集输入信号,开关量输入模块用来接收从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等来的开关量输入信号。模拟量输入模块用来接收电位器、测速发电机和各种变送器提供的连续变化的模拟量电流、电压信号,或者直接接收热电阻、热电偶提供的温度信号。

开关量输出模块用来控制接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备,模拟量输出模块用来控制电动调节阀、变频器等执行器。

CPU 模块内部的工作电压一般是 DC 5V,而 PLC 的外部输入/输出信号电压一般较高,例如 DC 24V 或 AC 220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能损坏 CPU 模块中的元器件,或使 PLC 不能正常工作。在信号模块中,用光耦合器、光敏晶闸管、小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部的输入、输出电路。信号模块除了传递信号外,还有电平转换与隔离的作用。

3. 功能模块

为了增强 PLC 的功能,扩大其应用领域,减轻 CPU 的负担,PLC 厂家开发了各种各样的功能模块(简称为 FM)。它们主要用于完成某些对实时性和存储容量要求很高的控制任务,例如高速计数、位置控制和闭环控制等。

4. 接口模块

CPU 模块所在的机架称为中央机架,如果一个机架不能容纳全部模块,可以增设一个或多个扩展机架。接口模块(简称为 IM)用来实现中央机架与扩展机架之间的通信,有的接口模块还可以为扩展机架供电。

5. 通信处理器

通信处理器(简称为 CP)用于 PLC 之间、PLC 与远程 I/O 之间、PLC 与计算机和其他智能设备之间的通信,可以将 S7-300/400 接入工业以太网、MPI、PROFIBUS-DP 和 AS-i,或者用于实现点对点通信等。CPU 模块集成有 MPI 通信接口,有的 CPU 模块还集成了其他通信接口。

6. 电源模块

PLC 一般使用 AC 220V 电源或 DC 24V 电源,电源模块(简称为 PS)用于将输入电压转换为稳定的 DC 24V 电压,供其他模块和输出模块的负载使用。S7-400 的电源模块还提供 DC 5V 电压。

7. 编程设备

S7-300/400 一般使用安装了编程软件 STEP 7 的个人计算机作为编程设备,可以生成和编辑各种文本程序或图形程序,实现不同编程语言之间的相互转换。程序被编译后下载到 PLC,也可以将 PLC 中的程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络可以实现远程编程和传送。编程软件还有对网络和硬件组态、参数设置、监控和故障诊断等功能。

1.1.2 PLC 的特点

1. 编程方法简单易学

梯形图是使用得最多的 PLC 的编程语言,其电路符号和表达方式与继电器电路原理图相似,梯形图语言形象直观,易学易懂,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,并用来编制数字量控制系统的用户程序。

2. 功能强,性能价格比高

一台 PLC 内有成千上万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,具有很高的性能价格比。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 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,可以直接驱动大多数电磁阀和中小型交流接触器。

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

传统的继电器控制系统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 用软件代替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,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,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 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,很容易掌握。对于复杂的控制系统,用这种方法设计程序的时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。

可以用仿真软件 PLCSIM 来模拟 S7-300/400 的 CPU 模块的功能,用它来调试用户程序。在现场调试过程中,一般通过修改程序就可以解决发现的问题,系统的调试时间比继电器系统少得多。

6. 维修工作量大,维修方便

PLC 的故障率很低,并且有完善的故障诊断功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发

生故障时,可以根据信号模块上的发光二极管或编程软件提供的信息,方便快速地查明故障的原因,用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

7. 体积小,能耗低

复杂的控制系统使用 PLC 后,可以减少大量的中间继电器和时间继电器,小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小,因此可以将开关柜的体积缩小到原来的 $1/2 \sim 1/10$ 。

PLC 控制系统与继电器控制系统相比,配线用量少,安装接线工时短,加上开关柜体积的缩小,因此可以节省大量的费用。

1.1.3 PLC 的应用领域

在发达的工业国家,PLC 已经广泛地应用在所有的工业部门,随着其性能价格比的不断提高,应用范围不断扩大,主要有以下几个方面:

1. 开关量逻辑控制

PLC 具有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,可以实现梯形图中触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。开关量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动生产线,其应用领域已遍及各行各业,甚至深入到民用和家庭。

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 轴和多轴联动的位置控制,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械,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。S7-300/400 有闭环控制模块、用于闭环控制的系统功能块和闭环控制软件包供用户选用。其闭环控制功能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,以及数据传送、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。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。

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(例如计算机、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。

1.1.4 西门子 PLC 的资料和软件的下载

我国有不少的厂家研制和生产 PLC,但是还没有出现具有较大影响力和较大市场占有率的产品,目前我国使用的 PLC 主要是国外品牌的产品。