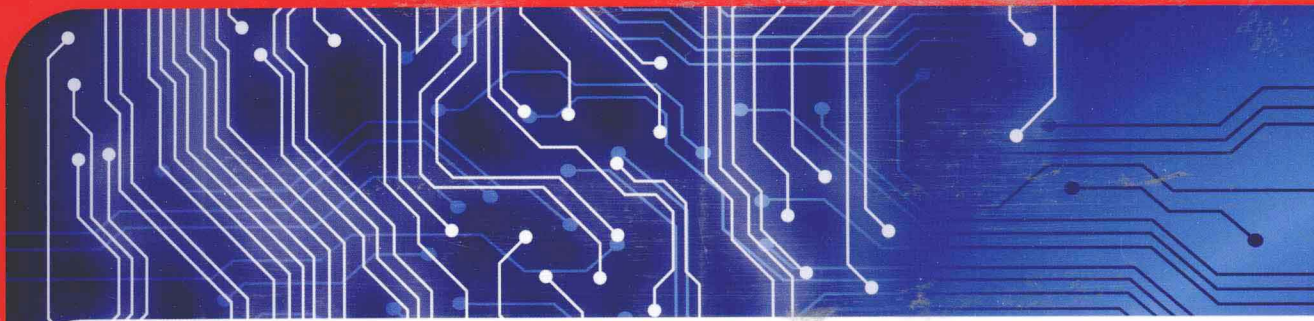




孙蓉 王臣业 张兰勇 等编著

西门子 S7-300/400 PLC 实践与应用

Siemens S7-300/400 PLC Practice and Application

- 本书以“条理清晰、系统全面、由浅入深、实例引导、贴近实用”为宗旨
- 书中大部分实例工程均利用实验室内的设备进行设计与开发，且程序全部经过调试与验证
- 本书附赠实例源程序代码，读者稍加修改，便可应用于实际工作中
- 提供全书PPT文件、实例以及习题答案
- 提供书中重点知识和典型实例的视频讲解



孙蓉 王臣业 张兰勇 等编著

西门子 S7-300/400 PLC 实践与应用

Siemens S7-300/400 PLC Practice and Application



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-300/400 PLC 实践与应用 / 孙蓉, 王臣业, 张兰勇等编著. —北京: 机械工业出版社, 2013.8
(电子与电气工程技术丛书)

ISBN 978-7-111-42823-7

I. 西… II. ①孙… ②王… ③张… III. plc 技术 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 124833 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书分为 12 章, 主要内容包括西门子 S7-300/400 系列 PLC 的简介、指令系统、用户程序结构、STEP 7 编程软件的使用方法, 西门子 S7-300/400 的通信功能、编程方法、基本数字电路程序、梯形图编程方法应用、网络通信实例、机床控制系统及机械设备应用实例等。

本书以“条理清晰、系统全面、由浅入深、实例引导、贴近实用”为宗旨, 精选了多个具有代表性的西门子 PLC 应用程序设计实例, 实例类型丰富, 覆盖面广, 分析到位, 工程指导性强。全书注重理论与实践相联系, 以培养读者的工程应用能力。另外, 本书还配有完整实例程序, 便于自学。

本书适合作为普通高等院校自动化、电气工程、测控技术与仪器、电子科学与技术、微电子学以及光信息科学与技术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。



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: 陈佳媛

藁城市京瑞印刷有限公司印刷

2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

185mm×260mm·22 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-42823-7

ISBN 978-7-89433-991-1 (光盘)

定 价: 59.00 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

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

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。可编程序控制器是应用面最广、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 S7-300/400 系列应用十分广泛。

本书基于西门子的 S7-300/400 系列 PLC，以实践为导向，以实用为目标介绍 PLC。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，重点介绍如何用 STEP 7 软件编程实现这些典型及常用算法，并结合实际应用，介绍哈尔滨工程大学 HRBEU-SIEMENS 先进自动化技术示范实验室近年来在研究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，使读者掌握使用 PLC 的基本方法和技巧。

本书特点

- 基础知识系统

简单而全面地介绍了 PLC 的基本概念和西门子的 S7-300/400 系列 PLC 基础知识，特别适合从事 PLC 控制系统设计的初学者阅读。

- 章节安排科学

国内现有同类图书的内容结构多数单纯强调实例在学习中的作用，甚至直接以多个项目实例成书，违背了“先基础、后技巧、再综合”的基本学习规律，本书在章节安排上有利于不同读者根据自身条件安排学习内容，提高学习效率。

- 项目实例完整

书中大部分实例工程均利用哈尔滨工程大学 HRBEU-SIEMENS 先进自动化技术示范实验室内的设备进行设计与开发，且程序全部经过调试与验证。随书附赠光盘，光盘中附有实例程序源代码，读者稍加修改，便可将代码应用于自己的工作。

主要内容

本书分为 3 篇，共 12 章。第 1~6 章为基础篇，第 7~10 章为实践篇，第 11 章和第 12 章为应用篇。各章的主要内容如下。

第 1 章：本章介绍了 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、通信的基本知识及硬件组成。

第 2 章：本章介绍了 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 3 章：本章系统论述了 S7-300/400 系列 PLC 用户程序的组织结构，并通过示例和实例讲解

了它们的使用方法。

第4章：本章系统论述了 STEP 7 的使用方法，通过示例和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5章：本章系统论述了 S7-300/400 系列 PLC 的通信功能，并通过示例和实例讲解了它们的使用方法。

第6章：本章介绍编写梯形图时应遵守的编程规则，以及初次编程后对程序进行优化的方法，并讲解了数字量控制系统常用的经验设计法和顺序设计法。

第7章：本章通过 12 个基本数字电路程序介绍了 S7-300/400 PLC 编程的基本单元。

第8章：本章介绍了 2 个经验设计法实例和顺序控制设计法的应用。

第9章：本章通过电梯控制等 3 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，同时通过 7 个综合实例介绍了 PLC 控制系统的设计方法。

第10章：本章通过多个实例详细讲解了 PLC 系统间通过 PROFIBUS、MPI 以及以太网进行通信的方法。

第11章：本章通过 4 个机床控制实例来介绍 S7-300/400 PLC 在机床控制系统中的应用。

第12章：本章通过 5 个控制实例来介绍 S7-300/400 PLC 在一般机械设备中的应用。

读者对象

- PLC 爱好者
- 大中专院校的学生
- 社会培训班的学生
- 高等教育学校的学生

本书光盘

随书附赠光盘，光盘中附有实例程序源代码，读者稍加修改，便可应用于自己的工作中。

本书主要由孙蓉、王臣业、张兰勇编著，其他参与编著和资料整理的人员还有宋一兵、管殿柱、赵景伟、赵景波、王献红、张忠林、谈世哲等。

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。

零点工作室网站地址：www.zerobook.net

零点工作室联系信箱：gdz_zero@126.com

零点工作室

2013 年 4 月

前言

第一篇 基础篇

第1章 S7-300/400 系列 PLC 的简介1

1.1 S7-300 综述	1
1.1.1 整体设计	1
1.1.2 CPU	2
1.1.3 程序设计	3
1.1.4 通信	4
1.2 S7-300 硬件组成	4
1.2.1 CPU 模块	5
1.2.2 输入/输出模块	9
1.2.3 电源模块	19
1.2.4 其他模块	20
1.3 S7-400 综述	21
1.3.1 整体设计	22
1.3.2 CPU	24
1.3.3 程序设计	24
1.3.4 通信	24
1.4 S7-400 硬件组成	25
1.4.1 机架	25
1.4.2 CPU	26
1.4.3 电源模块 ^[22]	28
1.4.4 数字量模块	30
1.4.5 模拟量模块	30
1.4.6 其他模块	31
1.5 ET 200 分布式 I/O 硬件组成	31
1.5.1 ET 200 分布式 I/O 综述 ^[34]	31
1.5.2 ET 200 的分类 ^[18]	33
1.5.3 ET 200S 简介	33
1.6 实践知识拓展	37
1.7 思考与练习	37

第2章 S7-300/400 系列 PLC 的
指令系统38

2.1 S7-300/400 系列 PLC 的编程语言	38
2.1.1 PLC 编程语言的国际标准	38
2.1.2 STEP 7 中的编程语言	39
2.2 S7-300/400 PLC 的存储区	40
2.2.1 数制	40
2.2.2 数据类型	40
2.2.3 存储区类型	42
2.2.4 系统存储器	43
2.3 S7-300/400 系列 PLC 的指令系统	45
2.3.1 位逻辑指令	45
2.3.2 定时器指令	55
2.3.3 计数器指令	66
2.3.4 比较指令	70
2.3.5 转换指令	72
2.3.6 数据块指令	80
2.3.7 逻辑控制指令	80
2.3.8 整型数学运算指令	82
2.3.9 浮点型数学运算指令	87
2.3.10 传送指令	90
2.3.11 程序控制指令	90
2.4 实践知识拓展	96
2.5 思考与练习	97

第3章 S7-300/400 系列 PLC

用户程序结构98

3.1 用户程序的基本结构	98
3.1.1 用户程序中的块	98
3.1.2 用户程序使用的堆栈	102
3.2 数据块	103
3.2.1 数据块中的数据类型	103

3.2.2 数据块的生成与使用	104	4.8 S7-PLCSIM 仿真软件的使用	138
3.3 组织块	106	4.8.1 使用 S7-PLCSIM 仿真软件 调试程序的步骤	138
3.3.1 中断的基本概念	106	4.8.2 应用举例	139
3.3.2 日期时间中断组织块	107	4.8.3 视图对象与仿真软件的 设置与存档	140
3.3.3 延时中断组织块	108	4.9 系统调试	141
3.3.4 循环中断组织块	108	4.9.1 STEP 7 与 PLC 的 在线连接与操作	141
3.3.5 硬件中断组织块	109	4.9.2 调试程序	142
3.3.6 启动时使用的组织块	109	4.9.3 故障诊断	144
3.3.7 异步错误组织块	111	4.10 实践知识拓展	145
3.3.8 同步错误组织块	112	4.11 思考与练习	146
3.3.9 背景组织块	113		
3.4 实践知识拓展	114		
3.5 思考与练习	114		
第 4 章 STEP 7 编程软件的使用方法	115	第 5 章 S7-300/400 系列 PLC 通信功能	147
4.1 STEP 7 编程软件简介 ^[26]	115	5.1 S7 通信的分类	147
4.2 组态	116	5.2 MPI 网络	147
4.2.1 组态概述	116	5.2.1 MPI 网络概述	148
4.2.2 组态步骤	116	5.2.2 全局数据通信	148
4.2.3 组态分布式 I/O	121	5.2.3 MPI 网络的组建	149
4.3 在 OB1 中创建程序	124	5.2.4 使用 STEP 7 组态 MPI 通信网络	150
4.3.1 编程串联电路	124	5.2.5 事件驱动的 GD 通信	152
4.3.2 编程并联电路	125	5.2.6 不用 GD 通信组态的 MPI 通信	153
4.3.3 编程存储器功能	126	5.3 PROFIBUS 网络	154
4.4 创建一个带有功能块和 数据块的程序	126	5.3.1 概述	154
4.4.1 创建并打开功能块	126	5.3.2 PROFIBUS 的通信协议	156
4.4.2 编程 FB	127	5.3.3 PROFIBUS 的网络部件	163
4.4.3 生成背景数据块和修改实际值	129	5.3.4 利用 STEP 7 组态 PROFIBUS-DP 通信网络	165
4.4.4 编程块调用	130	5.4 工业以太网	169
4.5 编程一个功能	130	5.4.1 概述	170
4.5.1 创建和打开功能	131	5.4.2 工业以太网的网络部件	170
4.5.2 编程功能	131	5.4.3 工业以太网的交换机技术	172
4.5.3 在 OB1 中调用功能	132	5.4.4 自适应与冗余网络	173
4.6 编程共享数据块	133	5.4.5 工业以太网的网络方案	174
4.7 编程多重背景	134	5.5 点对点通信	175
4.7.1 创建和打开较高一级的功能块	134	5.5.1 点对点通信的硬件	175
4.7.2 编程多重背景	135	5.5.2 点对点通信协议	177
4.7.3 生成多重背景并调整实际值	136	5.5.3 点对点通信在用户程序中的实现	177
4.7.4 在 OB1 中调用多重背景数据块	137		

5.6 AS-i 网络	181	7.5.2 定时器和计数器组合的 长时间定时电路	203
5.6.1 概述	182	7.6 振荡电路	204
5.6.2 网络部件	182	7.7 脉冲发生电路	204
5.6.3 AS-i 的工作模式	185	7.7.1 顺序脉冲发生电路	205
5.6.4 AS-i 的通信方式	185	7.7.2 脉冲宽度可控制电路	205
5.7 实践知识拓展	186	7.7.3 延时脉冲产生电路	206
5.8 思考与练习	187	7.8 计数器应用电路	206
第 6 章 S7-300/400 系列 PLC 的 编程方法	188	7.8.1 计数器应用电路 1	206
6.1 梯形图的编程规则	188	7.8.2 计数器应用电路 2	207
6.1.1 梯形图编程时应遵守的规则	188	7.9 分频电路	208
6.1.2 梯形图程序的优化	190	7.10 比较电路 (译码电路)	209
6.2 经验设计法	191	7.11 优先电路	209
6.3 顺序控制设计法	192	7.12 报警电路	209
6.3.1 顺序控制设计法概述	192	7.13 思考与练习	210
6.3.2 过程与动作	192	第 8 章 S7-300/400 系列 PLC 梯形图 编程方法应用实例	212
6.3.3 有向连线	194	8.1 经验设计法实例	212
6.3.4 切换和切换条件	194	8.1.1 三相异步电动机的正反转控制 程序设计	212
6.3.5 状态切换图的基本结构	194	8.1.2 运料小车控制程序的设计	214
6.3.6 状态切换图中切换实现的 基本规则	195	8.2 顺序控制设计法的应用	216
6.3.7 顺序控制设计法的本质	197	8.2.1 使用起保停电路的顺序控制 梯形图的编程方法	216
6.4 实践知识拓展	197	8.2.2 使用置位复位指令的顺序控制 梯形图的编程方法	221
6.5 思考与练习	197	8.2.3 具有多种工作方式的机械手的 顺序控制梯形图的编程方法	223
第二篇 实践篇		第 9 章 S7-300/400 系列 PLC 控制 系统实例	230
第 7 章 S7-300/400 系列 PLC 基本 数字电路程序实例	199	9.1 五层电梯控制实例	230
7.1 自锁、互锁电路	199	9.1.1 控制系统模型简介 ^[17]	230
7.1.1 自锁电路	199	9.1.2 控制系统功能描述	231
7.1.2 互锁电路	199	9.1.3 控制程序分析	231
7.2 启动、保持与停止电路 2 例	200	9.2 八层电梯控制实例	237
7.2.1 复位优先型起保停电路	200	9.2.1 控制系统模型简介 ^[17]	237
7.2.2 置位优先型起保停电路	201	9.2.2 控制系统功能描述	238
7.3 瞬时接通/延时断开电路	201	9.2.3 控制程序分析	241
7.4 延时接通/延时断开电路	201		
7.5 长时间定时电路	202		
7.5.1 多个定时器组合的 长时间定时电路	203		

9.3 立体仓库控制实例	249
9.3.1 装置简介 ^[16]	249
9.3.2 任务分析	250
9.3.3 程序分析	250
9.4 综合实例	267
9.4.1 汽车自动清洗指示系统	267
9.4.2 七彩霓虹灯控制系统	269
9.4.3 LED 灯图形控制系统	271
9.4.4 运料小车控制系统	274
9.4.5 交通信号灯控制系统	276
9.4.6 密码锁控制系统	280
9.4.7 电子时钟控制系统	283
9.5 实践知识拓展	288
9.6 思考与练习	288

第 10 章 网络通信实例 290

10.1 PLC 之间的 PROFIBUS 通信	290
10.1.1 基于 PROFIBUS-DP 的 MS 方式通信	290
10.1.2 基于 PROFIBUS-DP 的 DX 方式通信	296
10.1.3 基于 PROFIBUS-DP 的 DX 多主通信	299
10.1.4 基于 PROFIBUS-DP 的 等时模式通信	302
10.2 PLC 之间的 MPI 通信	306
10.2.1 基于系统功能的通信方式	306
10.2.2 基于系统功能块的通信方式	309
10.3 PLC 之间的以太网通信	310
10.4 实践知识拓展	313

第三篇 应用篇

第 11 章 S7-300/400 系列 PLC 机床 控制系统的应用实例 315

11.1 车床控制实例	315
11.1.1 车床控制实例的控制要求	315
11.1.2 车床控制实例的 I/O 地址 分配表	316
11.1.3 车床控制实例的梯形图	316
11.2 钻床控制实例	316

11.2.1 钻床控制实例的控制要求	317
11.2.2 钻床控制实例的 I/O 地址 分配表	317
11.2.3 钻床控制实例的梯形图	318
11.3 磨床控制实例	319
11.3.1 磨床控制实例的控制要求	319
11.3.2 磨床控制实例的 I/O 地址 分配表	319
11.3.3 磨床控制实例的梯形图	320
11.4 组合机床控制实例	320
11.4.1 组合机床控制实例的控制要求	320
11.4.2 组合机床控制实例的 I/O 地址 分配表	321
11.4.3 组合机床控制实例的梯形图	321

第 12 章 S7-300/400 系列 PLC 一般机械设备的应用实例 323

12.1 通风机监控运行控制实例	323
12.1.1 通风机监控运行控制实例的 控制要求	323
12.1.2 通风机监控运行控制实例的 I/O 地址分配表	323
12.1.3 通风机监控运行控制实例的 梯形图	323
12.2 简易桥式起重机控制实例	324
12.2.1 简易桥式起重机控制实例的 控制要求	324
12.2.2 简易桥式起重机控制实例的 I/O 地址分配表	325
12.2.3 简易桥式起重机控制实例的 梯形图	325
12.3 弯管机控制实例	326
12.3.1 弯管机控制实例的控制要求	326
12.3.2 弯管机控制实例的 I/O 地址 分配表	327
12.3.3 弯管机控制实例的梯形图	327
12.4 锅炉引风机和鼓风机控制实例	328
12.4.1 锅炉引风机和鼓风机控制实例的 控制要求	328

12.4.2 锅炉引风机和鼓风机控制实例的 I/O 地址分配表	328	12.5.3 多种液体混合装置控制实例的 梯形图	330
12.4.3 锅炉引风机和鼓风机控制实例的 梯形图	328	附录 A S7-300/400 指令表	332
12.5 多种液体混合装置控制实例	329	附录 B 系统组织块 OB 简表	335
12.5.1 多种液体混合装置控制实例的 控制要求	329	附录 C 系统功能块 SFC 简表	337
12.5.2 多种液体混合装置控制实例的 I/O 地址分配表	330	附录 D 系统功能块 SFB 简表	340
		参考文献	342

第一篇 基础篇

第 1 章 S7-300/400 系列 PLC 的简介

本章介绍了 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、通信的基本知识及硬件组成。

S7-300/400 是一种模块化的通用型 PLC，模块扩展功能和易于实现分布式配置的优点，使其广泛应用于生产制造。S7-300/400 PLC CPU 循环周期短、指令集功能强大，进一步提高了系统的工作效率。

1.1 S7-300 综述

S7-300 是一种通用型的 PLC，适合自动化工程中的各种应用场合，尤其是生产制造过程。其具有模块化的无风扇结构，易于实现分布式配置，循环周期短、指令集功能强大以及用户易于掌握等特点，使得 S7-300 在完成生产制造工程、汽车工业、通用机械制造、工艺过程及包装等任务时，成为一种既经济又切合实际的解决方案。

1.1.1 整体设计

S7-300 是由机架（中央控制器/扩展单元）和各种模块部件所组成的，如图 1-1 所示，各个模块以搭积木的方式组合在一起形成系统，以达到应用的需要。图中 PS 为电源模块，CPU 为处理器模块，SM 为信号模块，IM 为接口模块，FM 为功能模块，CP 为通信处理器模块。

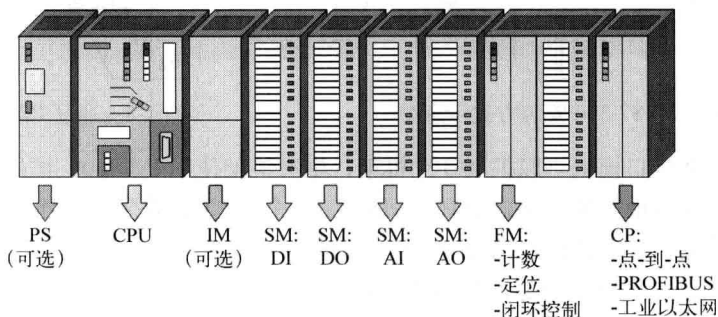


图 1-1 S7-300 组成示意图

电源模块总是安装在机架的最左边，CPU 模块紧靠电源模块。如果有接口模块，放在 CPU 模块的右侧。信号模块和通信处理器模块可以不受限制地插到任何一个槽上，系统可以自动分配模块的地址。每个机架最多只能安装 8 个信号模块、功能模块或通信处理器模块。如果系统任务需

要的这些模块超过 8 块,则可以增加扩展机架。

各模块上集成有背板总线,通过模块机壳背后的 U 形总线连接器将总线连成一体,如图 1-2 所示。用户所要做的就是将模块固定在 DIN 标准导轨上,导轨是一种专用的金属机架,只需将模块钩在 DIN 标准的安装导轨上,然后用螺栓锁紧即可。这种结构形式既可靠又可以满足电磁兼容的要求。^[29]

除了带 CPU 的中央机架 (CR),最多可以增加 3 个扩展机架 (ER),每个机架可以插 CPU 模块和接口模块 (IM),4 个机架最多可以安装 32 个信号模块、功能模块或通信处理模块。电源模块总是在 1 号槽的位置。中央机架 (0 号机架) 的 2 号槽上是 CPU 模块,3 号槽是接口模块,这 3 个槽号被固定占用。信号模块、功能模块和通信处理器使用 4~11 号槽。

因为模块是用总线连接器连接的,而不是像其他模块式 PLC 那样用焊在背板上的总线插座来安装模块,所以槽号是相对的,在机架导轨上并不存在物理槽位。例如在不需要扩展机架时,中央机架上没有接口模块,此时虽然 3 号槽位仍然被实际上并不存在的接口模块占用,中央机架上的 CPU 模块和 4 号槽的模块实际上是挨在一起的。

如果有扩展机架,接口模块占用 3 号槽位,负责与其他扩展机架自动地进行数据通信。

如果只需要扩展一个机架,可以使用价格便宜的 IM 365 接口模块对,两个接口模块用 1m 长的固定电缆连接,由于 IM 365 不能给机架 1 提供通信总线,所以机架 1 上只能安装信号模块,不能安装通信模块和其他智能模块,如图 1-3 所示。扩展机架的电源由 IM 365 提供,两个机架的 DC 5V 电源的总电流应在允许值之内。

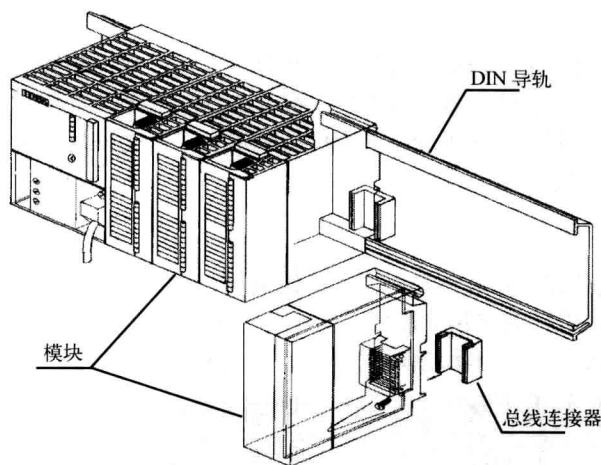


图 1-2 S7-300 安装方式示意图

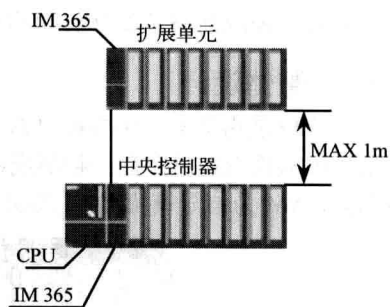


图 1-3 通过 IM 365 扩展示意图

使用 IM 360/361 接口模块可以扩展 3 个机架,中央机架使用 IM 360,扩展机架使用 IM 361,各相邻机架之间的电缆最长为 10m,如图 1-4 所示。每个 IM 361 需要一个外部 24V 电源向扩展机架上的所有模块供电,可以通过电源连接器连接 PS 307 负载电源来解决。所有 S7-300 模块均可以安装在扩展机架上。接口模块是自组态的,无需进行地址分配。

1.1.2 CPU

S7-300 系列 PLC 共有 20 种性能档次不同的 CPU 可供控制使用。从范围广泛的基本功能（指令执行、I/O 读写、通过 MPI 模块或 CP 模块通信）、集成功能和集成 I/O 模块到广泛的通信选项,总有一种 CPU 可以满足控制使用需求。S7-300 系列 CPU 大致分为以下几类。

- 紧凑型: CPU 312C、CPU 313C、CPU 313C-2 PtP、CPU 312C-2DP、CPU 314C-2PtP、CPU 312C-2DP (带集成的技术功能和 I/O, CPU 运行时需要微存储器卡)。
- 新标准型: CPU 312、CPU 314、CPU 315-2DP (适用于对处理速度中等要求的小规模应用, CPU 运行时需要微存储器)。
- 户外型: CPU 312IFM、CPU 314 IFM、CPU 315-2DP (可在恶劣环境下使用)。
- 高端型: CPU 317-2DP、CPU 318-2DP。
- 故障安全型: CPU 315F-2DP。
- 其他类型: CPU 313、CPU 314、CPU 315、CPU 315-2DP、CPU 316-2DP。

S7-300 系列的 CPU 可以缩短机器时钟

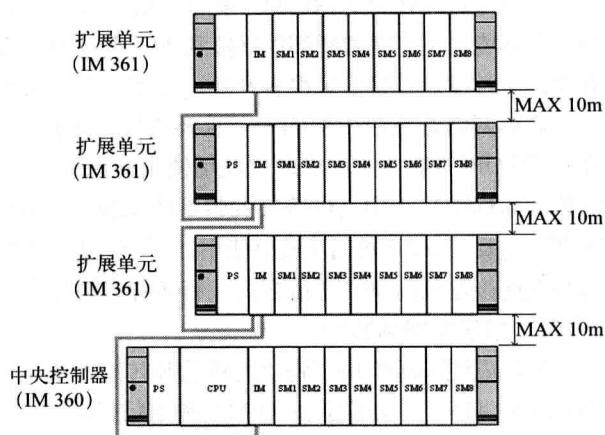


图 1-4 通过 IM 360/361 扩展示意图

时间, 命令执行时间为原有的 1/3 或 1/4, 因而为更高生产率奠定基础。由于采用了更大容量的构架 (例如大容量的 RAM), 因此为面向任务的 STEP 7 工程工具的应用构建了一个平台, 例如 SCL 高级语言和 Easy Motion Control (轻松的运动控制)。S7-300 系列的 CPU 采用微型存储器卡, 取消后备电池, 因此减少了成本和维护费用。另外, 其宽度只有 40mm, 而不是以前的 80mm, 这就意味着控制器以及开关柜将更为紧凑。作为开放系统, 使用由 DP V1 功能支持的 PROFIBUS, S7-300 系列的 CPU 可以对所连接的第三方系统进行更全面的参数化和诊断。

在指令方面, S7-300 的指令集包含普通 STEP 5、TISOFT 和其他附加指令在内的 350 多条指令。在所有程序块中 (OB、FC、FB), 全部指令均可以使用。S7-300 的高性能指令系统可以提供诸如中断处理和诊断信息这样的功能, 由于这些功能集成在操作系统中, 因此节省了很多 RAM 空间。^[28]

1.1.3 程序设计

使用 STEP 7 或 STEP 7-LITE 软件包可以对 S7-300 进行编程, 并可以用简单、用户友好的方式使用 S7-300 的全部功能。该软件包含了自动化项目中所有阶段 (从项目组态到调试、测试以及服务) 的功能。

1. STEP 7-LITE

STEP 7-LITE 是一种低成本、高效率的软件, 特点是能非常迅速地进入编程和简单的项目处理。但 STEP 7-LITE 不能和辅助的 SIMATIC 软件包 (例如工程工具) 一起使用。

2. STEP 7

STEP 7 可以完成较大或较复杂的应用, 例如使用高级语言或图形化语言进行编程等。STEP 7 与辅助的 SIMATIC 软件包 (例如工程工具) 兼容。

3. 工程工具

工程工具以用户友好、面向任务的方式对自动化系统进行附加编程。工程工具提供了 S7-SCL (结构化语言, 是一种基于 PASCAL 的高级语言)、S7-GRAPH (对顺序控制进行图形组态)、S7-HIGHGRAPH (使用状态图对顺序或异步生产过程进行图形化描述) 及 CFC (连续功能图, 通过复杂功能的图形化内部连接生成工艺规划)。

1.1.4 通信

1. 全集成自动化

全集成自动化就是指用单个集成系统就可以完成用户的所有自动化任务,所有功能部件都集成在一个环境之下,将智能部件移植到 I/O 系统中,使工厂和机器的结构均采用模块化结构形式设计方案。这种设计方案带来很多好处,比如软件可以重复使用,可以加快启动速度和提高工作效率。

通信网络是系统内部的一个重要模块,包括工业以太网(供区域或基层单位联网用的国际标准)、PROFIBUS(供基层单位现场使用的国际标准)、AS-Interface(与传感器和执行机构进行通信的国际标准)、EIB(供楼宇安装系统和楼宇自动化应用的国际标准)、MPI-多点接口(供 CPU、PG/PC 以及 TD/OP 间相互通信使用)以及点到点连接(供 2 个节点之间以专用的通信协议进行通信。点到点连接是最简单的通信方式,有多种通信协议可以使用,如 RS232C、RS422 及 RS485 等)。

2. 过程或现场通信

过程或现场通信用于将执行机构和传感器连接到 CPU。这种连接通过集成在 CPU 上的接口或接口模块(IM)、功能模块(FM)和通信模块(CP)来实现。另外,AS-i 接口和 PROFIBUS-DP 网也支持过程或现场通信。

3. 数据通信

数据通信是指可编程控制器相互之间的数据传送,或一台可编程控制器与智能设备之间的数据传送。数据通信是由 MPI、PROFIBUS 或工业以太网完成的。

1.2 S7-300 硬件组成

大中型 PLC(例如西门子公司的 S7-300 和 S7-400 系列)一般采用模块式结构,用搭积木的方式来组成系统,模块式 PLC 由机架和模块组成。S7-300(见图 1-5)是模块化的中型 PLC,适用于中等性能的控制要求。品种繁多的 CPU 模块、信号模块和功能模块能满足各种领域的自动控制任务,用户可以根据系统的具体情况选择合适的模块,而且维修时更换模块也很方便。当系统规模扩大和更为复杂时,可以通过增加模块对 PLC 进行扩展。简单实用的分布式结构和强大的通信联网能力,使得 PLC 应用十分灵活。

S7-300 系列 PLC 采用模块化结构(见图 1-1),一般由处理器模块(CPU)、负载电源模块(PS)、信号模块(SM)、功能模块(FM)、通信模块(CP)和接口模块(IM)组成。各个模块以搭积木的方式在机架上组成系统,组成灵活,便于维修。

S7-300 的每个 CPU 都有一个编程用的 RS-485 接口,使用西门子的 MPI(多点接口)通信协议。有的 CPU 还带有集成的现场总线 PROFIBUS-DP 接口或 PtP(点对点)串行通信接口。S7-300 不需要附加任何硬件、软件和编程,就可以建立一个 MPI 网络,通过 PROFIBUS-DP 接口可以建立一个 DP 网络。

功能最强的 CPU 的 RAM 存储容量为 512KB,有 8192 个存储器位、512 个定时器和 512 个计数器,数字量通道最大为 65536 点,模拟量通道最大为 4096 个;计数器的计数范围为 1~999,定时器定时范围为 10ms~9990s。由于使用 Flash EPROM, CPU 断电后无需后备电池也可以长时间保持动态数据,使得 S7-300 成为完全无维护的控制设备。

S7-300 有很高的电磁兼容性和抗震动、抗冲击能力。S7-300 标准型的环境温度为 0~60℃,环境条件扩展型的温度范围为-25~60℃,有更强的耐震动和耐污染性能。

S7-300 采用紧凑的、无槽位限制的模块结构,控制系统主要由输入模块、CPU 模块、接口模

块、通信处理器、电源模块和输出模块组成（见图 1-5），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。

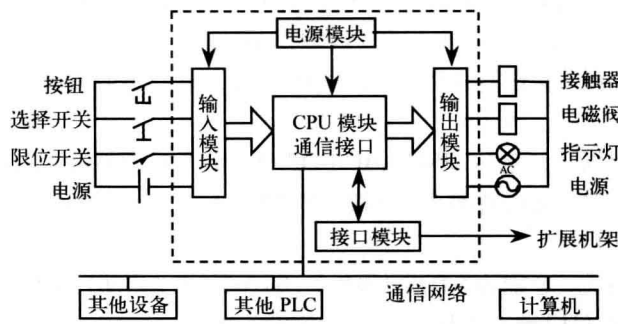


图 1-5 PLC 控制系统示意图

1.2.1 CPU 模块

CPU 模块主要由微处理器（CPU 芯片）和存储器组成，S7-300 将 CPU 模块简称为 CPU。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、执行用户程序和刷新系统的输出，模块中的存储器用来储存程序和数据。

CPU 的元件封装在一个牢固而紧凑的塑料机壳内，前面板上有状态和故障指示显示 LED、模式选择开关（模式选择器）和通信接口等。存储器插槽可以插入多达数兆字节的 Flash EPROM 微存储器卡（简称为 MMC），用于断电后保存程序和数据。

图 1-6 是 CPU 315-2PN/DP 的前面板图示，其有微存储器卡 MMC 才能运行。此型号 CPU 没有集成的输入/输出模块，具体的标准型 CPU 技术参数如表 1-1 所示。

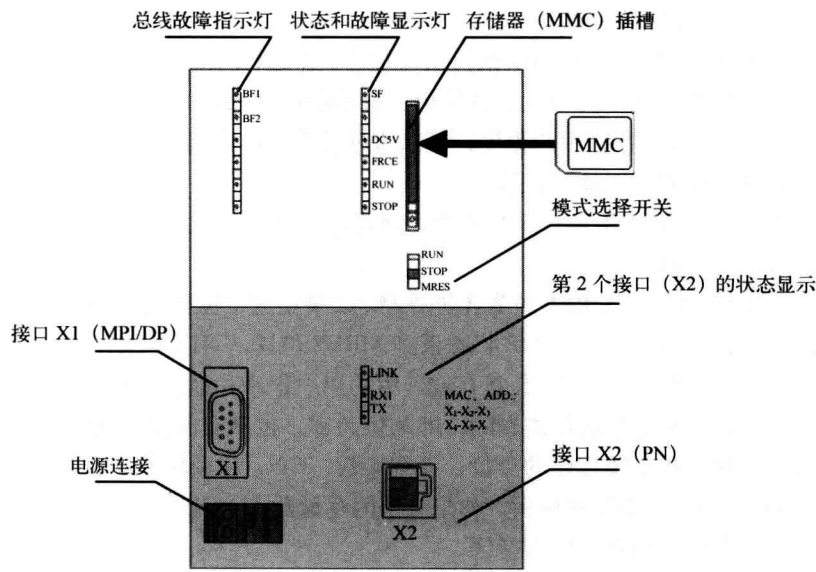


图 1-6 CPU 315-2PN/DP 的前面板图

1. 状态与故障显示 LED

CPU 模块面板上的 LED（发光二极管）的意义如下。

- SF (系统出错/故障显示, 红色): CPU 硬件故障或软件错误时亮。
- BATF (电池故障, 红色): 电池电压低或没有电池时亮。
- DC 5V (+5V 电源指示, 绿色): CPU 和 S7-300 总线的 5V 电源正常时亮。
- FRCE (强制, 黄色): 至少有一个 I/O 被强制时亮。
- STOP (停止方式, 黄色): CPU 处于 STOP、HOLD 状态或重新启动时长亮; 执行存储器复位时闪亮。
- BUSF (总线错误, 红色): PROFIBUS-DP 接口硬件或软件故障时亮。集成有 DP 接口的 CPU 才有此 LED, 集成有两个 DP 接口的 CPU 有两个对应的 LED (BUSIF 和 BUS2F)。

2. CPU 的运行模式

CPU 有 4 种操作模式, 分别为 STOP (停机)、STARTUP (启动)、RUN (运行) 和 HOLD (保持)。在所有模式下, 都可以通过 MPI 接口与其他设备通信。

- STOP 模式: CPU 模块通电后自动进入 STOP 模式, 在该模式下不执行用户程序, 可以接收全局数据和检查系统。
- RUN 模式: 执行用户程序, 刷新输入和输出, 处理中断和故障信息服务。
- HOLD 模式: 在 STARTUP 和 RUN 模式下执行程序时遇到调试用的断点, 用户程序的执行被挂起 (暂停), 定时器被冻结。
- STARTUP 模式: 启动模式, 可以用模式选择开关或编程软件启动 CPU。如果模式选择开关在 RUN 或 RUN-P 位置, 通电时将自动进入启动模式。

3. 模式选择开关

有的 CPU 模式选择开关是一种钥匙开关, 操作时需要插入钥匙, 用来设置 CPU 当前的运行方式。钥匙拔出后, 就不能改变操作方式。这样可以防止未经授权的人员非法删除或改写用户程序。用户还可以使用多级口令来保护整个数据库, 以有效地保护技术机密, 防止未经允许的复制和修改。钥匙开关各位置的意义如下。

- RUN-P (运行-编程): CPU 不仅执行用户程序, 在运行时还可以通过编程软件读出和修改用户程序, 以及改变运行方式。在这个位置不能拔出钥匙。
- RUN (运行): CPU 执行用户程序, 可以通过编程软件读出用户程序, 但是不能修改用户程序。在这个位置可以取出钥匙。
- STOP (停止): CPU 不执行用户程序, 通过编程软件可以读出和修改用户程序。在这个位置可以取出钥匙。
- MRES (清除存储器): MRES 位置不能保持, 如果在这个位置松手, 开关将自动返回 STOP 位置。将模式选择开关从 STOP 状态扳到 MRES 位置, 可以复位存储器, 使 CPU 回到初始状态, 工作存储器、RAM 装载存储器中的用户程序和地址区被清除; 全部存储器位、定时器、计数器和数据块均被删除, 即复位为零, 包括有保持功能的数据; CPU 检测硬件、初始化硬件和系统程序的参数, 系统参数、CPU 和模块的参数被恢复为默认设置, MPI (多点接口) 的参数被保留。如果有快闪存储器卡, CPU 在复位后会将其里面的用户程序和系统参数复制到工作存储区。

复位存储器按下述顺序操作: PLC 通电后将模式选择开关从 STOP 位置扳到 MRES 位置, “STOP” LED 熄灭 1s, 亮 1s, 再熄灭 1s 后保持亮; 释放开关, 使它回到 STOP 位置, 然后再迅速扳到 MRES 位置, “STOP” LED 以 2Hz 的频率至少闪烁 3s, 表示正在执行复位; 最后 “STOP” LED 一直亮, 可以释放模式选择开关。

存储器卡被取掉或插入时, CPU 发出系统复位请求, “STOP” LED 以 0.5Hz 的频率闪动, 此时将模式选择开关扳到 MRES 位置, 即可执行复位操作。

4. 微存储器卡

Flash EPROM 微存储器卡用于在断电时保存用户程序和数据, 它可以扩展 CPU 的存储器容量, 也可以将有 CPU 的操作系统保存在其中, 这对于操作系统的升级是非常方便的。微存储器卡用做装载存储器或便携式保存媒体, 其读写直接在 CPU 内进行, 不需要专用的编程器。由于 CPU 31xC 没有安装集成的装载存储器, 所以在使用 CPU 时必须插入微存储器卡。

如果在写访问过程中拆下 SIMATIC 微存储器卡, 卡中的数据就会被破坏, 在这种情况下必须将微存储器卡插入 CPU 中执行复位操作, 或在 CPU 中进行格式化。只有在断电状态或 CPU 处于“STOP”状态时, 才能取下存储卡。

5. 通信接口

所有 CPU 模块都有一个 MPI, 有的 CPU 模块有一个 MPI 和一个 PROFIBUS-DP 接口, 有的 CPU 模块有一个 MPI/DP 接口和一个 DP 接口。

MPI 用于 PLC 与其他西门子 PLC、PG/PC (编程器或个人计算机)、OP (操作员接口) 通过 MPI 网络进行通信。PROFIBUS-DP 最高传输速率为 12Mbit/s, 用于与其他西门子带 DP 接口的 PLC、PG/PC、OP 和其他 DP 主站和从站进行通信。

6. 电池盒

电池盒是用于安装锂电池的盒子, 在 PLC 断电时, 锂电池可以用来保证实时时钟的正常运行, 并可以在 RAM 中保存用户程序和更多的数据, 保存的时间为 1 年。有的低端 CPU (例如 312 IFM 与 313) 没有实时时钟, 所以没有配备锂电池。

7. 电源接线端子

电源模块的 L1、N 端子用于接 AC 220V 电源, 接地端子和 M 端子一般用短路片短接后再接地, 机架的导轨也应接地。

电源模块上的 L+ 和 M 端子分别是 DC 24V 输出电压的正极和负极, 应用专用的电源连接器或导线连接电源模块和 CPU 模块的 L+ 和 M 端子。

8. 实时时钟与运行时间计数器

有的 CPU (例如 312 IFM 与 313) 没有锂电池, 只有软件实时时钟, PLC 断电时停止计时, 恢复供电后从断电瞬时的时刻开始计时。有后备锂电池的 CPU 有硬件实时时钟, 可以在 PLC 断电时继续运行。运行时间计数器的计数范围为 0~32767h。

9. CPU 模块上的集成 I/O

某些 CPU 模块上有集成的数字量 I/O, 有的还有集成的模拟量 I/O。图 1-7 为集成了数字量/模拟量 I/O 的 CPU 模块。

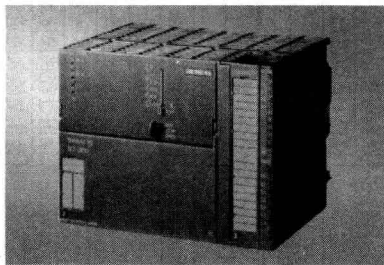


图 1-7 CPU 315-2 PN/DP 集成有 I/O 模块