

以“授人以渔”的方法指导读者掌握先进的设计理念和方法
大量的实际工程应用设计案例，给读者以示范和启迪
内容翔实、图文并茂，可读性、可操作性和实践性强



西门子 S7-200/300/400系列 PLC自学手册

高安邦 石磊 张晓辉 主编
徐钦周 田敏 俞宁 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

西门子 S7-200/300/400系列 PLC自学手册

高安邦 石磊 张晓辉 主编
徐钦周 田敏 俞宁 主审

湖北工业大学图书馆



01346704

TM571.61-62/1

-05



Handwritten signature



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

应用指南能给人以引导和启迪,设计案例能提供示范和样板,本书是一部重点介绍西门子 S7-200/300/400 PLC 开发应用的精品著作。

全书分为总论和上、下两篇,共 12 章。总论首先概述 S7 系列 PLC 的主要成员 S7-200/300/400/1200,使读者对 S7 系列 PLC 有个总体上的认识和了解。上篇为 S7 系列 PLC 工程开发应用技术基础,主要包含 PLC 快速入门, S7 系列 PLC 的主要硬、软件资源, STEP7 编程软件, PLC 控制系统设计等。下篇为 S7 系列 PLC 工程实用设计典型案例,主要包含 S7 系列 PLC 工程应用的基本编程环节和典型小系统设计、PLC 在机床控制中的工程应用设计、PLC 在模拟量闭环控制中的工程应用设计、PLC 在运动控制中的工程应用设计、PLC 在工业控制网络通信中的工程应用设计、触摸屏在 PLC 控制系统中的工程应用。其宗旨是引领 PLC 工程技术人员在掌握正确的设计理念和方法的基础上,以设计案例为示范和样板,开拓思路,学有所用,不断自主创新,举一反三地设计出 PLC 工程应用的精品。

本书内容翔实、图文并茂、阐述清晰透彻,可读性高,实用性强,既可作为 PLC 工程应用设计人员的指导书,也可作为理工科大学相关专业本/专科师生的实用教材和参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200/300/400 系列 PLC 自学手册/高安邦, 石磊, 张晓辉主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-5123-2825-9

I. ①西… II. ①高…②石…③张… III. ①plc 技术 - 技术手册 IV. ①TM571.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 047692 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 47.25 印张 1643 千字

印数 0001—3000 册 定价 98.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

可编程控制器 (PLC) 作为一种现代新型工业用控制装置, 具有功能性强、安全可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作量少、现场连接方便等一系列显著优点, 不仅可以取代传统的“继电器-接触器”控制系统以实现逻辑控制、顺序控制、定时/计数等各种功能, 大型高档的 PLC 还能像微型计算机那样进行数字运算、数据处理、模拟量调节、运动控制、闭环过程控制, 以及联网通信等。

目前, PLC 已被广泛应用于机械制造、机床、冶金、采矿、建材、石油、化工、汽车、电力、造纸、纺织、装卸、环保等行业, 其市场份额已经超过了 DCS、智能控制仪表、IPC 等工控设备。在自动化领域, PLC 与数控机床、工业机器人、CAD/CAM 被并称为现代工业技术的四大支柱并已跃居榜首, 尤其在工程项目中的应用越来越广泛。PLC 及其网络现已成为工矿企业中首选的工业控制装置, 由 PLC 组成的多级分布式控制网络也已成为现代工业控制系统的主要组成部分, 其应用的深度和广度也代表了一个国家工业现代化的先进程度。因此, 学习 PLC 系统的意义十分重大, 用好 PLC 的意义更为深远; 学用 PLC 技术实现对现代工程设备的稳定可靠控制、提升产品的竞争力, 已成为目前推动这一技术发展的主要驱动力量。

随着 PLC 技术的广泛应用, 需要掌握 PLC 产品基础和实用开发技术的工程技术人员群体也在不断扩大, 国内各理工科大学和高职院校都相继开设了 PLC 应用技术专业课程。可见, PLC 应用技术已成为当代理工科院校师生、广大工程技术人员竞相掌握的一门重要技能。如何更深层次地应用 PLC 技术, 在工程实践中进行 PLC 的更深入的应用开发, 更充分地利用 PLC 产品丰富的内部资源完成复杂项目的开发等问题不断困扰着采用 PLC 技术进行工程项目开发的相关人员。因此, 如何帮助广大高校师生、工程技术人员迅速解决上述难题已然成为一个亟待解决的问题。目前, 解决这些问题的重要手段就是在源头上多下工夫。比如, 编写一些高质量的实用科技图书, 以“授人以渔”的方法, 帮助读者真正掌握 PLC 产品的基础知识和各种实用开发技术, 解决在实际工程项目开发过程中所遇到的各种困扰, 从而更好、更快地完成各种实际项目的开发和设计。

为了满足广大工程技术人员对 PLC 系统设计的需要, 便于读者全面、系统、深入地学习和掌握 PLC 的最新应用技术, 高安邦教授在继主持编写出版《三菱 PLC 工程应用设计》之后, 又承担了本书的编写, 这是他多年以来从事 PLC 技术教学和科研开发工作的又一丰硕成果。

本书以 PLC 工程应用为目的, 在广泛吸收国外先进标准、先进设计思想的基础上, 全面系统地介绍了 S7 家族系列 PLC 的硬/软件资源以及在顺序控制、机床等设备改造、模拟量控制、运动控制、通信网络、触摸屏技术和组态软件等方面的最新应用技术; 书中精心编排了大量的典型设计案例, 为 PLC 工程应用设计提供了一些示范和样板, 其宗旨是给读者以引导和启迪, 引领 PLC 工程技术人员开发、设计出更多、更好、更实用的 PLC 控制系统。

本书具有如下主要特点:

(1) 内容全面、体系完备。本书从不同层面和深度, 介绍利用 PLC 开发工具进行工程应用开发设计的全过程, 内容翔实, 覆盖面广。

(2) 实践性强、案例典型。本书注重实践性, 书中所有案例都已经过验证, 均可实现, 并具有较强的代表性, 读者可通过案例对相应技术点有清晰直观的了解。

(3) 把握新知、结合实际。本书对 S7 系列 PLC 产品的新知识、新特性、新功能做了详尽的介绍。书中很多技术点都是编著者已经在实际工作中大量运用的,它们是开发经验的提炼和总结,相信会给读者启迪与帮助。

我们衷心祝贺这部新作的出版,相信它对提高我国 PLC 工程技术人员的设计能力和水平、提升海南省三亚高级技工学校的学术水平和地位、完成该校当前“十二五规划”所确定的提高学校职业技能人才培养质量,提升学校整体水平,完成学校从硬件建设到软实力建设的转变,学生从量到质的转变,教师从适应、提高逐步发展成为研究型教师的转变,最终使学校完成从名气到名牌的转变,打造三亚职业教育的“航母”,升格申办技师学院等中心任务都将起到积极的推动和促进作用;它将为该校的改革建设和创新发展添砖加瓦,并写下浓墨重彩的一笔;将为我国职业教育的蓬勃发展和崛起腾飞发挥作用。

三亚市老教授协会副会长/哈尔滨理工大学原工会主席/教授

徐庆周

淮安信息职业技术学院院长/教授/研究员级高级工程师

田敏

淮安信息职业技术学院副院长/教授/研究员级高级工程师

金子

2012 年 8 月

前 言

这是一部以德国西门子 S7 系列 PLC 为对象，重点介绍其自学及开发应用的精品著作。

可编程控制器 (PLC)，是近几十年才发展起来的一种新型工业用控制装置。它可以取代传统的“继电器-接触器”控制系统实现逻辑控制、顺序控制、定时、计数等各种功能，中/大型高档 PLC 还能像微型计算机 (PC) 那样进行数字运算、数据处理、模拟量调节，以及联网通信等。它具有通用性强、可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作量少、现场连接方便等一系列显著优点，已广泛应用于机械制造、机床、冶金、采矿、建材、石油、化工、汽车、电力、造纸、纺织、装卸、环境保护等各行各业，已经分别超过了 DCS、智能控制仪表、IPC 等工控设备的市场份额；在自动化领域，PLC 与数控机床、工业机器人、CAD/CAM 并称为现代工业技术的四大支柱并已跃居榜首；尤其在机电一体化产业中的应用越来越广泛，已成为改造和研发机电一体化产品最理想的首选/优选控制器。随着中国日趋成为世界的加工中心，各类加工基地的建设，生产线、加工设备和加工中心的大量启用，PLC 工程控制系统的应用还将进一步扩大。因此，学习 PLC 系统的意义十分重大，用好 PLC 的意义更为深远，学用 PLC 技术来实现对现代工程设备的稳定可靠控制、提升产品的竞争力，已成为目前推动这一技术发展的主要驱动力量。

在众多类型的 PLC 中，日本的三菱和欧姆龙、德国的西门子、法国的施耐德、美国的 A-B 公司是中国 PLC 市场最大的 5 家供应商，其产品占据了市场份额的 70% 以上。早期开发的三菱 PLC 主要侧重于小型和微型领域的应用，而后起之秀的西门子 S7 系列 PLC 目前已发展成为现代工业应用的强劲主流产品，代表着 PLC 的发展方向，尤其是其开发应用的深度和广度越来越高，工程控制系统也越来越庞大、复杂。

为了推动 PLC 技术的普及应用，近年来国内外出版了大量的 PLC 技术书籍，而真正从工程实践应用的角度和深度来详尽介绍 PLC 工程应用设计的书籍并不多见，大部分是侧重介绍 PLC 的一般工作原理，同时结合少量简单的编程应用，知识含量略显单薄，实用性及应用的深度、广度远远落后于工程应用开发的要求。应广大读者的需要，我们组织编写了这部以西门子 S7 系列 PLC 在工程控制领域的开发应用设计为主线的新作，具有很高的指导和参考价值，以及很强的实用性。

本书不仅仅满足一般低层次普及知识的需要，更偏重于高档次复杂控制系统的开发应用。它以工程应用的开发设计为主线，从实用的角度出发，详尽介绍了 PLC 工程应用设计必需的技术基础；用“授人以渔”的方法，重点介绍了 PLC 基本逻辑指令的编程规则与技巧、PLC 工程开发应用设计的方法；又给出了大量的工程应用设计案例，力求内容丰富，可读性、可用性和实践性强。榜样的力量是无穷尽的，指南能给人以指引和启迪，设计案例能够提供示范和样板，其宗旨是引领 PLC 工程技术人员在掌握正确的设计理念和方法的基础上，以设计案例为示范和样板，与时俱进、举一反三，不断自主创新，真枪实弹地设计出 PLC 工程应用的精品。

本书的编写是三亚高级技工学校创建国家级重点技工学校、国家中等职业教育改革发展示范建设学校及国家高技能人才培养示范基地的标志性成果之一；也将对提高我校职业技能人才培养质量，提升教学整体水

平,完成学校从硬件建设到软实力建设的转变,学生从量到质的转变,教师从适应、提高逐步发展成为研究型教师的转变,最终使学校完成从名气到名牌的转变,打造三亚职业教育的“航母”,升格申办技师学院起到推动作用。该书的编写既是编者多年来从事教学研究和科研开发实践经验的概括和总结,又博采了目前各教材和著作之精华。参加该书编写工作的有高安邦教授(本书策划、选题、立项、制定编写大纲、前言、总论、第1章),石磊校长/高级讲师/硕士(第2、11章),张晓辉副校长/电气高级讲师/高级技师/高级考评员(第3、8章),董泽斯人事处长/高级讲师(第7、9章),褚雪莲电工电子教学部主任/讲师(第4章),韩维民电工电子教学部副主任/高级讲师/硕士(第6章、附录、参考文献),崔冰讲师/硕士(保定电力职业技术学院)(第5章),佟星教师/高级技师和冯坚教师(第10章)。全书由海南省三亚高级技工学校 and 淮安信息职业技术学院特聘教授/哈尔滨理工大学教授/硕士生导师高安邦主持编写和负责统稿;聘请了三亚市老教授协会副会长/哈尔滨理工大学原工会主席徐饮周教授、淮安信息职业技术学院院长田敏教授/研究员级高级工程师和副院长俞宁教授/研究员级高级工程师担任主审,他们对本书的编写提供了大力支持,提出了最宝贵的编写意见;硕士/讲师杨帅、薛岚、陈银燕、关士岩、陈玉华、刘晓艳、毕洁廷、姚薇、王玲等,以及邱少华、王宇航、马鑫、陆智华、余彬、邱一启、张纺、武婷婷、司雪美、朱颖、杨俊、周伟、陈忠、陈丹丹、杨智炜、霍如旭、张旭、宋开峰、陈晨、丁杰、姜延蒙、吴国松、朱兵、杨景、赵家伟、李玉驰、张建民、施赛健等同学也为本书做了大量的辅助性工作;在此表示最衷心的感谢!本书的编写得到了海南省三亚高级技工学校、淮安信息职业技术学院、保定电力职业技术学院、三亚市老教授协会和哈尔滨理工大学的大力支持,在此也表示最真诚的谢意!任何一本新书的出版都是在认真总结和引用前人知识和智慧的基础上创作的,本书的编写也参考和引用了许多前人优秀教材与研究成果的结晶,在此向所参考和引用的资料、文献、教材和专著的编著者表示最诚挚的敬意和感谢!

鉴于 PLC 目前还是处在不断发展和完善过程中的高新技术,其应用的领域十分广泛,现场条件千变万化,控制方案多种多样,只有熟练掌握好 PLC 的技术,并经过丰富的现场工程实践才能将 PLC 用熟用透,做出高质量的工程应用设计。限于编者的水平和经验,书中错误、疏漏和不妥之处在所难免,恳请各位读者和专家们批评、指正。

编 者

2012 年 8 月

序
前言

总 论 S7系列PLC控制系统的组成	1
0.1 西门子的全集成自动化 (TIA)	1
0.1.1 TIA 的统一性	2
0.1.2 TIA 的开放性	3
0.2 西门子 (SIMATIC) 家族	3
0.2.1 S7-200 PLC	4
0.2.2 S7-300 PLC	7
0.2.3 S7-400 PLC	10
0.2.4 S7-1200 PLC	11
0.3 编程设备	16
0.4 编程软件	16
0.4.1 工程工具	16
0.4.2 运行版软件	17
0.4.3 人机接口 (HMI) 软件	17
0.5 授权文件	17
0.5.1 授权的分类	17
0.5.2 使用授权和许可证密钥	18
0.6 设置 PG/PC 接口	19
习题与思考题	20

上篇 S7 系列 PLC 工程开发应用技术基础

第1章 PLC快速入门	23
1.1 PLC 概述	23
1.1.1 PLC 的诞生与迅猛发展	23
1.1.2 PLC 的定义和标准	24
1.1.3 PLC 的功能及应用	26
1.1.4 PLC 与其他工业控制系统的比较	28
1.2 PLC 的基本结构及工作原理	30

1.2.1 PLC 的基本结构	30
1.2.2 PLC 的工作原理	38
1.3 PLC 的技术性能	43
1.3.1 基本技术性能	43
1.3.2 PLC 的内存分配及 I/O 点数	45
1.4 PLC 的编程语言	46
1.4.1 梯形图 (Ladder Diagram, LAD)	46
1.4.2 指令表 (Instruction List, STL)	46
1.4.3 顺序功能图 (Sequential Function Chart, SFC)	47
1.4.4 功能块图	47
1.4.5 结构文本 (Structured Text, ST) 及其他高级编程语言	47
1.5 PLC 的特殊功能	47
1.5.1 PLC 特殊功能的特点与分类	47
1.5.2 特殊功能的分类	48
习题与思考题	50

第2章 S7系列PLC的硬件资源

2.1 S7-200 PLC 的主要硬件资源	52
2.1.1 S7-200 PLC 概述	52
2.1.2 CPU 模块的连接条件	54
2.1.3 S7-200 PLC 的性能	58
2.1.4 扩展模块的外部连接	63
2.1.5 S7-200 PLC 特殊功能	70
2.2 S7-300 PLC 的主要硬件资源	72
2.2.1 S7-300 PLC 概述	72
2.2.2 S7-300 PLC 的型号与规格	78
2.2.3 CPU 模块的外部连接	80
2.2.4 S7-300 PLC 的开关量 I/O 模块	87
2.2.5 S7-300 PLC 的电源与接口模块	104
2.2.6 S7-300 PLC 的特殊功能	106
2.3 S7-400 PLC 的主要硬件资源	111
2.3.1 S7-400 PLC 概述	111
2.3.2 CPU 模块	116
2.3.3 电源模块	119
2.3.4 开关量输入/输出模块	121
2.3.5 S7-400 PLC 的扩展	135
2.3.6 安装机架与扩展接口	138
2.3.7 S7-400 PLC 特殊功能	143
2.4 S7-1200 PLC 的硬件资源	145
2.4.1 S7-1200 PLC 的硬件	145
2.4.2 STEP7 Basic 组态软件与硬件组态	150
习题与思考题	161

第3章 S7系列PLC的软件资源	163
3.1 S7 PLC 编程基础	163
3.1.1 S7 PLC 程序的组成	163
3.1.2 绝对地址的编程	167
3.1.3 I/O 地址的分配方式	173
3.1.4 S7 PLC 的存储区	177
3.1.5 S7 PLC 的寻址	179
3.1.6 S7 PLC 的数据格式	182
3.2 基本指令与编程	188
3.2.1 S7 PLC 逻辑梯形图编程	188
3.2.2 逻辑梯形图编程的注意事项	194
3.2.3 典型逻辑梯形图程序	197
3.2.4 定时器、计数器指令	199
3.2.5 梯形图程序设计实例	206
3.3 功能指令与编程	208
3.3.1 S7 PLC 功能指令概述	208
3.3.2 字节、字、双字逻辑操作指令	215
3.3.3 比较指令	219
3.3.4 装载、传送、移动指令	221
3.3.5 移位指令	225
3.3.6 代码转换指令	227
3.3.7 数学运算指令	231
习题与思考题	233
第4章 STEP7编程软件	235
4.1 S7-200 PLC 的编程工具软件 STEP7 - Micro/WIN32	236
4.1.1 编程软件的安装	236
4.1.2 编程软件的功能	240
4.1.3 软件的编程	243
4.1.4 调试及运行	250
4.1.5 升级版 S7-200 编程软件 STEP7 - Micro/WIN4.0 的基本使用	255
4.2 S7 编程软件	268
4.2.1 S7 编程软件的组成	268
4.2.2 硬件组态	270
4.2.3 CPU 属性	274
4.2.4 LAD/FBD/STL 程序编辑器	277
4.2.5 下载与上传	279
4.2.6 S7-300 编程软件应用实例	280
习题与思考题	288
第5章 PLC控制系统设计	290
5.1 PLC 控制系统设计规划	290

5.1.1	系统设计原则与步骤	290
5.1.2	确定系统方案	293
5.1.3	系统总体设计	298
5.1.4	系统规划实例	300
5.2	PLC 控制系统硬件设计	303
5.2.1	主回路与控制回路的设计	303
5.2.2	安全电路设计	306
5.2.3	I/O 接口设计	309
5.2.4	可靠性设计	314
5.2.5	安装与连接设计	316
5.2.6	PLC 控制系统硬件设计示范实例	321
5.3	PLC 控制系统软件设计	327
5.3.1	S7 PLC 的程序结构	327
5.3.2	S7 PLC 程序设计的基本步骤	334
5.3.3	STEP7 的符号编辑	337
5.3.4	S7 PLC 线性结构程序设计实例	344
5.3.5	S7 PLC 功能调用式程序设计实例	350
5.3.6	S7 PLC 结构化程序设计实例	353
	习题与思考题	358

下篇 S7 系列 PLC 工程实用设计典型案例

第 6 章 S7 系列 PLC 工程应用的基本编程环节和典型小系统设计 363

6.1	S7 系列 PLC 控制的基本编程环节	363
6.1.1	PLC 工程系统的最基本控制	363
6.1.2	工程应用中对电动机的控制	365
6.1.3	时间控制	383
6.1.4	脉冲触发控制	386
6.1.5	分频控制	387
6.1.6	报警控制	388
6.1.7	计数控制	389
6.1.8	顺序控制	391
6.1.9	循环控制	393
6.1.10	高速计数器控制	394
6.1.11	工业控制中的典型小系统控制	397
6.2	S7 PLC 工程应用中的典型功能控制	402
6.2.1	数据的分离	402
6.2.2	按比例放大模拟值	403
6.2.3	求解三角函数值	403
6.2.4	表中取数	403
6.2.5	典型数据的转换	404
6.2.6	模拟量的定时采集	406

6.2.7 对典型中断的处理	406
6.2.8 设定 CPU 时钟	409
6.3 S7 PLC 工程应用中的特殊功能控制	409
6.3.1 CPU 扩展 EM231 进行模拟量输入信号测量	409
6.3.2 CPU 扩展 EM235 实现温度控制	411
6.3.3 用 EM253 实现简单的相对运动	413
6.3.4 用 EM253 实现典型的运动控制	413
6.3.5 利用 PID 回路指令实现储水罐恒压控制	416
6.4 采用不同设计方法实现的工程应用设计	418
6.4.1 采用移植设计法的应用程序设计	418
6.4.2 采用经验设计法的应用程序设计	420
6.4.3 采用逻辑设计法的应用程序设计	423
6.4.4 采用顺序功能图设计法的应用程序设计	425
6.5 PLC 工程应用中几种常见的典型控制系统设计	433
6.5.1 城市交通指挥灯的 PLC 控制系统设计	433
6.5.2 工业机械手的 PLC 控制系统设计	435
6.5.3 U 形板折板机的 PLC 控制系统设计	438
6.5.4 某型导弹测试架 PLC 控制系统设计	442
习题与思考题	447

第 7 章 PLC 在机床控制中的工程应用设计

7.1 概述	448
7.1.1 利用 PLC 对机床控制进行改造的思路	448
7.1.2 识读和分析机床 PLC 控制梯形图和语句表程序的方法和步骤	448
7.2 C6140 卧式车床的 PLC 技术改造设计	450
7.2.1 C6140 卧式车床的机械结构和主要运动	450
7.2.2 CA6140 卧式车床的“继电器 - 接触器”控制电路	451
7.2.3 CA6140 卧式车床的 PLC 技术改造设计	453
7.3 C650 卧式车床的 PLC 技术改造设计	454
7.3.1 C650 卧式车床的机械结构、运动形式、拖动形式及控制要求	454
7.3.2 C650 卧式车床的电气控制	455
7.3.3 C650 卧式车床的 PLC 技术改造设计	456
7.4 Z3040 摇臂钻床的 PLC 技术改造设计	460
7.4.1 Z3040 摇臂钻床的机械结构和主要运动	460
7.4.2 Z3040 摇臂钻床的“继电器 - 接触器”控制电路	461
7.4.3 Z3040 摇臂钻床的 PLC 技术改造设计	463
7.5 M7130 平面磨床的 PLC 技术改造设计	466
7.5.1 M7130 平面磨床的结构组成和主要运动	466
7.5.2 M7130 平面磨床的“继电器 - 接触器”电气控制电路	467
7.5.3 M7130 平面磨床的 PLC 控制系统设计	468
7.6 组合机床的 PLC 技术改造设计	470
7.6.1 组合机床的组成结构和工作特点	470
7.6.2 深孔钻组合机床的 PLC 控制系统设计	471

7.6.3 双头钻床的 PLC 控制系统设计	475
7.7 PLC 在数控机床中的工程应用设计	477
7.7.1 数控机床中 PLC 的主要功能	477
7.7.2 PLC 与机床之间的信号处理过程	478
7.7.3 数控机床中 PLC 控制程序的编制	478
习题与思考题	481
第 8 章 PLC 在模拟量闭环控制中的工程应用设计	482
8.1 闭环控制与 PID 控制器	482
8.1.1 模拟量闭环控制系统	482
8.1.2 PID 控制器	484
8.1.3 PLC PID 控制器的实现	485
8.1.4 PID 指令向导的应用	488
8.1.5 PID 参数的整定方法	489
8.2 PID 参数自整定与 PID 调节控制面板	492
8.2.1 自整定的基本方法与自整定过程	492
8.2.2 扩展的回路表	493
8.2.3 PID 调节控制面板	494
8.2.4 PID 参数自整定实例	495
8.3 基于 PLC、触摸屏等综合应用的温度控制系统工程设计	497
8.3.1 工程设计任务要求	497
8.3.2 恒温箱温度控制系统工程设计	497
8.4 基于 PLC、触摸屏、变频器综合应用的水箱水位控制系统工程设计	501
8.4.1 工程设计任务要求	501
8.4.2 水箱水位控制系统工程设计	501
8.5 S7-200 PLC 称重模块的工程应用设计	506
8.5.1 SIWAREX MS 称重模块概述	506
8.5.2 SIWAREX MS 的硬件连接	507
8.5.3 SIWAREX MS 称重模块的参数	507
8.5.4 称重模块的命令	512
8.5.5 SIWATOOL MS 的使用	515
8.5.6 SIWATOOL MS 的工程应用设计举例	517
习题与思考题	522
第 9 章 PLC 在运动控制中的工程应用设计	523
9.1 运动控制技术	523
9.1.1 运动控制技术简介	523
9.1.2 运动控制系统的组成和各部分的作用	523
9.2 PLC 采用位控模块的运动控制	525
9.2.1 位控模块概述	525
9.2.2 位控模块的特性及接线	527
9.3 位控模块的编程应用	531
9.3.1 组态位控模块	532

9.3.2	位控指令应用指导	535
9.4	采用位控单元进行位置控制的应用实例	541
9.4.1	长度切割应用实例1	542
9.4.2	长度切割应用实例2	542
9.5	四轴联动机械手运动控制系统工程应用设计	544
9.5.1	机械手模型的基本结构及主要功能	544
9.5.2	系统硬件的接线及工作流程	546
9.5.3	系统的硬件配置、原理及应用	550
9.5.4	系统的 PLC 程序设计	567
9.6	六层电梯模型运动控制系统的工程应用设计	575
9.6.1	六层电梯模型的基本结构及主要内容	575
9.6.2	六层电梯模型电气控制系统的硬件配置及控制原理	576
9.6.3	六层电梯模型 PLC 控制系统的有关参数设置及程序设计	586
	习题与思考题	599
第10章	PLC在工业控制网络通信中的工程应用设计	600
10.1	网络通信的基本概念和接口	600
10.1.1	网络概述	600
10.1.2	网络通信方式	603
10.1.3	异步串行通信接口	606
10.2	西门子 PLC 网络结构及通信	608
10.2.1	S7-200 PLC 网络层次结构	608
10.2.2	PLC 网络常用通信方式	612
10.2.3	S7-200 PLC 网络通信协议	615
10.3	S7-200 PLC 的通信功能	621
10.3.1	西门子 PLC 之间的通信	621
10.3.2	S7-200 PLC 与驱动装置之间的通信	622
10.3.3	S7-200 PLC 与第三方 HMI/SCADA 软件间的通信	622
10.3.4	S7-200 PLC 与第三方 PLC 之间的通信	622
10.3.5	S7-200 PLC 与第三方 HMI (操作面板) 之间的通信	623
10.3.6	S7-200 PLC 与第三方变频器之间的通信	623
10.3.7	S7-200 PLC 与其他串行通信设备之间的通信	623
10.3.8	计算机与 S7-200 PLC 控制单元之间的通信	623
10.4	S7-200 PLC 的几种典型网络	623
10.4.1	网络的建立和基本原则	623
10.4.2	S7-200 PLC 典型网络的组建	625
10.4.3	S7-200 PLC 网络通信参数设置	627
10.5	S7-200 PLC 的通信指令	630
10.5.1	网络读/写指令	630
10.5.2	发送指令与接收指令	630
10.6	S7-200 PLC 网络通信的应用举例	633
10.6.1	S7-200 PLC 在某汽车发动机装配线的应用	633
10.6.2	S7-200 PLC 在某水电站工程中的应用	635

10.7 PPI 通信实例	637
10.7.1 两台 S7-200 PLC 实现 PPI 通信	637
10.7.2 多台 S7-200 PLC 实现 PPI 通信	640
10.8 无组态连接通信方式的 MPI 通信实例	643
10.9 PROFIBUS-DP 通信实例	645
10.10 工业以太网通信实例	647
10.10.1 由 S7-200 PLC 为服务器、S7-400 PLC 为客户机的以太网通信实例	647
10.10.2 由 S7-200 PLC 为客户机、S7-300 PLC 为服务器的以太网通信实例	652
10.11 自由口通信实例	656
10.11.1 利用 S7-200 PLC 的自由通信口收/发数据	656
10.11.2 利用 S7-200 PLC 的自由通信口向打印机发送数据	657
10.11.3 利用 S7-200 PLC 的自由通信口从条形码接收数据	659
10.11.4 利用 S7-200 PLC 的自由通信口控制调制解调器	661
10.11.5 利用 S7-200 PLC 的自由通信口向上位机发送实时信息	666
习题与思考题	669

第 11 章 触摸屏在 PLC 控制系统中的工程应用

11.1 西门子 HMI 与 WinCC flexible 技术	671
11.1.1 人机界面概述	671
11.1.2 人机界面的功能	672
11.1.3 西门子的人机界面设备	673
11.1.4 WinCC flexible 简介	676
11.2 触摸屏快速入门	678
11.2.1 触摸屏中的变量	678
11.2.2 组态一个简单项目	678
11.2.3 WinCC flexible 项目的运行与模拟	681
11.3 WinCC flexible 组态	684
11.3.1 IO 域组态	684
11.3.2 按钮组态	686
11.3.3 文本列表和图形列表组态	687
11.3.4 动画组态	689
11.3.5 变量指针组态	690
11.3.6 运行脚本组态	692
11.3.7 报警组态	694
11.4 WinCC flexible 多种液体混合控制设计案例	696
11.4.1 控制要求	696
11.4.2 PLC 控制程序	697
11.4.3 WinCC flexible 组态	700
11.5 PLC 控制的给料分拣系统设计案例	712
11.5.1 系统的控制设计要求	712
11.5.2 系统的设计	713
11.6 PLC 与变频器控制电动机实现 15 段速运行设计案例	717
11.6.1 系统的控制设计要求	717

11.6.2 系统的设计	718
习题与思考题	721
附录 A S7-200 系列 PLC 的系统配置与常用指令	722
附录 B S7-300/400 系列 PLC 常用指令	733
附录 C STEP7 保留的关键字	737
参考文献	739

S7 系列 PLC 控制系统的组成

0.1 西门子的全集成自动化（TIA）

西门子公司作为全球领先的自动化系统集成商，一直以其先进的自动化技术与产品向用户提供可靠的自动化解决方案。全集成自动化技术（Totally Integrated Automation, TIA）是西门子自动化系统技术与产品的核心思想和主导理念。

目前已有的自动控制解决方案混合了许多不同厂商的产品和技术，系统使用完全不同的软件 and 用户界面，因此时常导致通信问题的发生，而且数据需要多次进行读写。这就迫切需要一种相容的技术来解决这些问题。全集成自动化立足于一种新的概念以实现工业自动控制任务，解决现有的系统瓶颈。

全集成自动化是西门子公司于 1997 年提出的崭新的革命性的概念，它将所有的设备和系统都完整地嵌入到一个彻底的自动控制解决方案中，采用共同的组态和编程、共同的数据管理和共同的通信。图 0-1 所示为全集成自动化示意图。

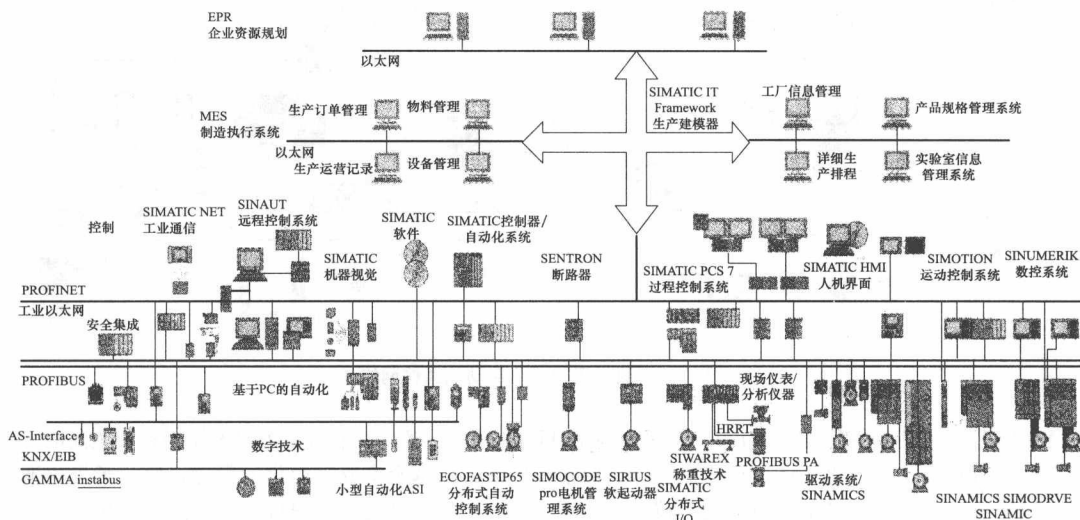


图 0-1 全集成自动化示意图

TIA 集高度的统一性和充分的开放性于一身，标准化的网络体系结构、统一的编程组态环境和高度一致的数据集成，使 TIA 为企业实现了横向和纵向的信息集成；领先的通信标准、基于组件的自动化技术（CBA）与 IT 集成，使 TIA 对全球自动化市场的产品和服务范围真正开放。

SIMATIC 是西门子自动化系列产品品牌的统称，来源于 Siemens Automatic，它诞生于 1958 年，涵盖了从 PLC、工业软件到 HMI（人机界面）。50 年来 SIMATIC 控制器已从 S3 系列发展到 S7 系列。SIMATIC S7 系列 PLC 是西门子全集成自动化系统中的控制核心，如图 0-2 所示，是其集成与开放特性的重要体现。该系列 PLC 继承了西门子上一代 PLC SIMATIC S5 系列稳定、可靠和故障率低的精髓，在 CPU 运算速度、程序执行效率、故障自诊断、联网通信、面向工艺和运动控制的功能集成，以及实现故障安全的容错与冗余技术等方面取得了业界的一致认可。不断创新的 PLC 编程组态工具 STEP 7 采用 SIMATIC 软件的集成统一架构，为实