河南省“十四五”普通高等教育规划教材

现代电气控制及PLC应用技术

（第6版）

王永华　编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

第六届全国高校出版社优秀畅销书一等奖

现代电气控制及 PLC 应用技术

(第 6 版)

王永华　编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从便于教学需要和实际工程应用出发，介绍和讲解了继电接触式控制系统和可编程序控制器控制系统的工作原理、设计方法和实际应用。与其他同类教材相比，本书有以下特点：(1)除基本的常用低压电器外，还介绍了与电气控制技术有关的其他器件；(2) 对传统电气控制系统的内容进行了大幅度删减，简明扼要地讲解了其中最基础的知识，同时讲解了作者总结提出的电气控制线路和可编程序控制器程序的“简单设计法”；(3) 讲解了变频器和人机界面 HMI 的基本原理和使用；(4) 全面使用新的电气控制系统图形符号和文字符号国家标准；(5) 结合大量实例讲解了 S7-200 SMART PLC 的指令系统和功能图(SFC)的使用；(6) 对 PLC 的网络通信技术以及 S7-200 SMART PLC 的通信功能进行了详细的讲解，并给出了大量实例；(7) 有详尽的工程设计案例，并附有相应程序和详细讲解；(8) 作为进阶学习内容，从多个层面和角度对 S7-1200 PLC 的重要技术进行了讲解和分析；(9) 附有思考题、练习题、实验指导书和课程设计、毕业设计素材指导书。

本版教材全面继承了前几版的精华，既包含全新的传统电气控制技术的内容，也包含对 PLC 精深透彻的讲解；既包含工业自动化常用设备，如变频器、HMI 和工业组态软件的详细介绍，也深度讲解了 PLC 通信联网技术。本教材力求做到语言通畅、叙述清楚、讲解细致，所有内容的安排都是为了便于实际应用和教学，并尽可能多地融进作者的经验和科研成果。

本书可作为高等院校和职业院校的自动化、电气工程、机电一体化及相关专业的“电气控制及可编程序控制器应用技术”或相关课程的教材，对于广大从事电气控制技术工作的工程技术人员来说，也是一本很好的参考书和自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代电气控制及 PLC 应用技术 / 王永华编著. -- 6 版
. -- 北京 : 北京航空航天大学出版社，2020.8
ISBN 978-7-5124-3315-1

Ⅰ. ①现… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①电气控制②PLC 技术
Ⅳ. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 140594 号

郑重声明：未经作者同意和授权，任何人不得抄袭、摘录、借用本书各章节(含附录)中的编排结构、文字内容、图、表、例题、思考题和习题、实验、设计指导书等，否则，将追究侵权者相应的责任。

现代电气控制及 PLC 应用技术(第 6 版)

王永华 编著

责任编辑 董 瑞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) http://www.buaapress.com.cn

发行部电话：(010)82317024 传真：(010)82328026

读者信箱：goodtextbook@126.com 邮购电话：(010)82316936

有限公司印装 各地书店经销

*

开本：787 mm×1 092 mm 1/16 印张：26.5 字数：678 千字

2020 年 9 月第 6 版 2022 年 2 月第 4 次印刷 印数：18 001～21 000 册

ISBN 978-7-5124-3315-1 定价：69.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题，请与本社发行部联系调换。联系电话：(010)82317024

前　言

“电气控制及可编程序控制器应用技术”是各高等院校电类和机电类专业最重要的专业基础课程之一，包含传统的“电气控制技术”和“可编程序控制器原理及应用”两门课程的内容。随着科学技术的发展，电气控制技术已发展到了相当的高度。传统电气控制技术的内容也发生了很大变化，虽然有些已被淘汰，但其最基础的部分对任何先进控制系统来说仍是必不可少的。可编程序控制器基于继电器逻辑控制系统的原理而设计，它的出现取代了继电接触式逻辑控制系统，使其成为当今工业自动化应用领域中不可替代的核心控制器件。作为重要的专业基础课，“电气控制及可编程序控制器应用技术”课程中必须包括传统继电接触式控制系统的内容，只不过要精心组织、合理删减，而对于可编程序控制器的原理及应用则要重点讲解。

本书是较早选用 SIEMENS 公司 S7-200 PLC 为对象讲解“可编程序控制器原理及应用”的书籍之一。从 2002 第一版至今，被 450 余所大专院校和培训机构选作教材，累计销售 50 余万册。20 多年来，我去不少学校做过和本课程相关的学术报告，也为一些教师培训班讲课，更多情况下，通过电子邮件和近百位高校教师进行学术和教学业务上的交流，此外还回答了许多读者通过电子邮件和电话向我提出的问题。更让我感动的是有十多位读者为我指出了书中的错误之处，所有这一切都为本书成为精品教材提供了保证，也使它成为许多任课教师及广大读者喜爱的好书。

在这几年时间里，和本课程有关的技术和知识有了很大程度的发展和更新。在国际和国内市场上，SIEMENS 公司已逐步淘汰了 S7-200 PLC，推出了换代产品 S7-200 SMART PLC 和 S7-1200 PLC。虽然现在工作十分繁忙，但广大读者的厚爱和数十位同行的要求和鼓励，使我抑制不住发自内心的责任感和使命感，要把自己所掌握的该领域最新的知识和亲身工程实践经验真诚地奉献出来，以使广大青年学生受益，这是我编写本教材的初衷，同样也是我今天编写新版教材的动力来源。

在这次改版之前，我和近百位任课老师进行了交流，咨询大家该选择什么样的 PLC 为背景进行讲解，如何把新版教材编写得更好。在他们建议的基础上，结合高校相关实验室建设情况和国内 PLC 应用市场情况，确定了本次编写的基调和原则。

本版教材编写的基调和原则

(1) 传统的“继电器/接触器控制系统”是过渡到学习“PLC 控制系统”的基础，必须了解和学习其基本原理和基础电路。

(2) S7-200 SMART PLC 和 S7-200 PLC 基本上一样，其工作原理、指令系统和 PLC 通识知识体系相同，将其作为讲授对象，可以使学生更容易入门，更容易理解和掌握 PLC 的基本原理和使用方法。另外，考虑到目前高校实验室和国内 PLC 应用市场的实际情况，本教材基于 S7-200 SMART PLC 进行可编程序控制器的讲解。

(3) S7-1200 PLC 有功能强大的硬件系统、指令系统和编程平台，其工作过程、程序结构

等和传统的小型PLC差别较大,不太适合初学者学习PLC。在学生入门后,S7-1200 PLC可以作为进阶学习的对象。本版教材把S7-1200 PLC的主要技术特点集中到最后一章讲解,便于老师的进一步讲授和学生的深度学习。

本书是国内较早全面采用新的电气系统文字表示符号国家标准(GB/T 5094和GB/T 20939)的教材。新国标的采用,以及对电气控制系统通识知识、S7-200 SMART PLC的全面讲解和S7-1200 PLC技术精华的补充,使本教材继续保持了在电气控制及PLC应用技术教学方面的先进性。

本版教材的主要修订和修改之处

(1) 考虑到技术进步和工程实际应用情况,对第1章和第2章传统电气控制技术的内容进行了较多删减和重新编排。

(2) 删除了第4版第4章,其相关内容有机合并到新版教材的第3章、第4章和第5章,对上版第3章进行了较大幅度的改编。

(3) 由于以太网技术开始在工业自动化领域大量应用,对"PLC网络通信技术及应用"一章进行了较大幅度修订,增加了与以太网技术相关的基础知识和应用技术的讲解。对PLC通信网络技术的深度讲解是本教材的特色之一。

(4) 基于S7-1200 PLC增加了PLC进阶学习的全新内容,限于篇幅,本版教材删除了"IEC 61131-3标准编程语言"部分。

(5) 应大部分院校老师的要求,恢复第4版之前的"编程软件及其使用"一章,为学生实验提供指导。

本版教材的具体结构

本书共四大部分,分为10章内容和3个附录。

第一部分:电气控制技术基础知识

本部分包括绪论和第1章、第2章。在绪论中简单介绍电气控制技术的发展历程和最新情况,介绍了学习本课程的主要任务;第1章主要介绍常用低压电器的结构、工作原理以及使用方法等有关知识,同时根据电器发展状况,介绍一些新型电器元件;最后对一些常用的检测、执行器件进行简单介绍。第2章全面讲解了电气制图最新的图形符号和文字符号国家标准,讲解了电气线路图的绘制原则,然后主要介绍广泛应用的三相笼型异步电动机的基本控制线路和一些典型控制线路。根据电气应用技术的发展和多年的教学及应用实践,作者对现代电气控制线路的设计总结出一种方法——简单设计法,并对其进行了详细讲解。

第二部分:核心内容

本部分是本书的核心,主要讲解可编程序控制器的原理及其应用技术,包括6章内容。第3章介绍可编程序控制器的产生和发展,重点讲解它的组成、工作原理和工作方式;第4章基于SIEMENS S7-200 SMART PLC,用举例的形式讲解其基本逻辑指令系统及其使用方法,然后介绍常用典型电路及环节的编程,最后深入浅出地讲解PLC程序的简单设计法。本章是学习PLC的重点,也是本书最重要的章节。第5章详细讲解S7-200 SMART PLC的功能指令,重点讲解子程序、中断、高速计数和PID的应用。本章给出了大量例题。第6章重点讲解顺序功能图(SFC)的基本概念,以及它在S7-200 SMART PLC中的具体使用方法,把SFC放在

单独的一章讲解是本书的特色之一。第7章首先介绍了一些工业通信网络基础知识，重点讲解各种通信协议和网络配置，通过举例介绍了S7-200 SMART PLC通信指令的使用。第8章首先讲解如何设计一个PLC控制系统，然后讲解PLC控制系统中不可或缺的设备——人机界面和变频器，以及工业自动化监控系统。本章提供了两个翔实的PLC控制系统的例子，通过例子大家可以更进一步了解和深入学习PLC控制系统的设计，最后还讲解了实际工程项目中必须注意和遵守的安装技术和规范。

第三部分：基于S7-1200 PLC的进阶学习内容

本部分为本书第9章。在学习了PLC的基本工作原理和程序设计后，基于功能更为强大的S7-1200 PLC学习中高级PLC的使用便成为水到渠成的事情。作为重要的补充内容，该部分内容的学习可使学生全面了解高性能PLC的程序架构和指令系统，为后续的学习和工作奠定基础。

第四部分：编程软件的使用及重要附录

本部分包括第10章和3个附录。第10章讲解了STEP 7-Micro/WIN SMART的使用，学生做实验时可以参考。附录A中设计了10个实验，它们是这门应用性很强的课程所必须具备的内容，每个实验都包括实验目的、使用设备及装置、实验内容和实验报告要求等，该部分可为任课教师开设实验提供指导。附录B提供了8个可用于课程设计或毕业设计课题的素材，供任课教师选用。附录C是有关S7-200 SMART PLC的常用信息速查表。

另外，在每一章的最后都有对本章内容进行回顾和总结的“本章小结”，以及丰富的“思考题与练习题”。

如何分配课时和授课内容

本书既可以作为相关专业本科生、高职高专和中职技师院校学生的教材，也可以作为电气工程师、电工等有关技术人员的参考资料和培训教材。层次不同，所需要的授课内容、课时进度和实验项目也会不同。本书既可以供少学时（如46学时）使用，也可以供多学时（如100学时）使用。两者的区别在于是对某些章节作简单介绍，还是详细讲解。另外实验的多少也有不同。下表给出一些指导性的建议，供授课教师参考。下表中一个课时为50分钟，每个实验所的课时数为2个，实验个数和实验内容请根据实际情况在附录A中选择，给学生布置的“思考题和练习题”也可适当选择。选用本教材的教师可根据自己学校的实际情况对课程设计和毕业设计的内容进行调整和安排。教师也可以根据自己的实际需要对教材中的内容进行取舍，比如以普通知识为主，则多讲一些1～4章的内容；以提高为主，则多讲一些5～9章的内容，当然这只是一种建议。

范　围	绪论	第1章	第2章	第3章	第4章	第5章	第6章	第7章	第8章	第9章	第10章	实验	总课时
本科院校教学	1	3	6	5	7	4	4	2	2	2	自学	10	46
高职高专教学	1	6	9	8	10	10	8	6	8	6	自学	28	100
中职院校教学	2	8	14	10	14	12	8	8	10	6	自学	28	120
技术人员培训		1	3	4	8	6	4	2	2	自学	自学	16	46

致 谢

感谢数十位给我提出编写建议的高校老师!这些意见和建议是打造精品教材的保证!

感谢我的学生黄玉彦、梁家兴、齐松松、龚琦、吕新磊,以及课程团队的老师和科研团队的成员,他们提出了许多具体的修订意见,并参与了部分章节的修订和例题的验证工作。感谢研究生团队参与全书的校对工作。

在写作时,本书部分章节个别段落的内容参考了一些已出版的文献,这些文献已在书后的参考文献中一一列出,在此向这些文献的作者表示衷心的感谢!

最后要真诚地感谢我的家人,他们所给予我的最无私的爱是我不断前行的精神力量,一想起这些,我就不敢有丝毫的懈怠,会更加勤奋地学习和工作。

我相信,以自己深厚熟练的写作功底、对 PLC 应用及其发展前沿的深入理解和把握以及全面的实际应用经验为基础而完成的《现代电气控制及 PLC 应用技术》(第 6 版)会是一本值得大家使用的教材和参考资料。**本书配有电子教案,限于时间和精力,该教案只向高等院校和培训机构中使用本教材的任课教师提供,**有需要者可发邮件至 wyh@zzuli.edu.cn 联系作者索取。

该书的修订和改版工作花费了半年多时间,虽然经过认真仔细地修改和校对,但由于作者工作繁忙,以及在学术水平上的局限性和写作过程中的疏漏,书中肯定还会有不准确、不正确的地方,不管是大错还是小错,我都希望广大的读者能给我指出来,以便再次印刷时改正。也欢迎大家发 E-mail 就高校电气控制技术、PLC 应用和现场总线技术(工业控制网络技术)实验室建设问题以及相关课程的教学问题进行交流和探讨。

本教材的电子信息资源如下所列,诸如“视频课程资料”“S7-200 SMART PLC 系统手册”“Micro/WIN SMART 使用手册”“S7-1200 PLC 系统手册”“变频器 SINAMICS G120C 操作手册”“变频器 SINAMICS G120C 参数手册”“勘误信息”等都可以在以下相关网站找到,有些资料可以直接下载。

① 作者电子信箱:wyh@zzuli.edu.cn

② 本教材精品课程网站:dqkzplc.zzuli.edu.cn/

③ 本课程在线开放课程网站:icourse163.org/course/ZZULI-1002123026

④ 工业控制网络工程中心网站:zzictec.zzuli.edu.cn

⑤ 郑州天启自动化系统有限公司网站:tianqiauto.com

王永华

2020 年 6 月

目　录

绪　论…… 1

第 1 章　电气控制系统常用器件…… 4

1.1　电器的基本知识 …… 4
1.1.1　电器的定义和分类 …… 4
1.1.2　电磁式低压电器的基本结构和工作原理 …… 5
1.2　接触器…… 11
1.2.1　接触器的用途及分类 …… 11
1.2.2　接触器的结构及工作原理 …… 12
1.2.3　接触器的技术参数 …… 13
1.2.4　接触器的选择 …… 13
1.3　继电器…… 14
1.3.1　电磁式继电器 …… 15
1.3.2　热继电器 …… 15
1.3.3　时间继电器 …… 18
1.3.4　速度继电器 …… 19
1.3.5　固态继电器 …… 20
1.4　低压断路器…… 21
1.5　熔断器…… 24
1.5.1　熔断器的结构和分类 …… 24
1.5.2　熔断器的保护特性 …… 25
1.5.3　熔断器的技术参数 …… 26
1.5.4　熔断器的选择 …… 26
1.6　主令电器…… 27
1.6.1　控制按钮 …… 27
1.6.2　转换开关 …… 28
1.6.3　行程开关 …… 30
1.6.4　接近开关 …… 30
1.6.5　光电开关 …… 31
1.7　信号电器…… 33
1.8　常用执行器件…… 33
1.8.1　电磁执行器件 …… 34
1.8.2　常用驱动设备 …… 35
1.9　常用检测仪表…… 36
1.10　常用电气安装附件 …… 38
本章小结 …… 40
思考题与练习题 …… 40

第 2 章　电气控制线路基础 …… 42

2.1　电气控制系统图的图形、文字符号及绘制原则…… 42
2.1.1　常用电气图形符号和文字符号 …… 43
2.1.2　电气控制系统图的绘制原则 …… 54
2.2　三相笼型异步电动机基本控制线路…… 57
2.2.1　全压启动控制线路 …… 57
2.2.2　正反转控制线路 …… 58
2.2.3　点动控制线路 …… 59
2.2.4　多点控制系统 …… 60
2.2.5　顺序控制线路 …… 60
2.2.6　自动循环控制线路 …… 61
2.3　三相笼型异步电动机启动和制动控制线路…… 62
2.3.1　星形—三角形降压启动控制线路 …… 62
2.3.2　反接制动控制线路 …… 63
2.4　变频器及其使用…… 65
2.4.1　调速基本概念 …… 65
2.4.2　变频器的类型 …… 66
2.4.3　变频器的组成 …… 68
2.4.4　变频器的主要技术参数…… 69
2.4.5　变频器的选择 …… 70
2.4.6　变频器的主要功能 …… 70

2.4.7 变频器的操作方式 …… 72
2.4.8 变频器应用举例 …… 72
2.5 电气控制线路的简单设计法…… 73
2.5.1 概 述…… 73
2.5.2 简单设计法介绍 …… 74
2.5.3 简单设计法应用举例 …… 76
2.6 典型生产机械电气控制线路分析 …… 77
2.6.1 电气控制线路分析基础…… 77
2.6.2 C650 卧式车床电气控制线路分析 …… 79
本章小结 …… 83
思考题与练习题 …… 84

第 3 章 可编程序控制器概述 …… 85

3.1 PLC 的产生和定义 …… 85
3.1.1 PLC 的产生 …… 85
3.1.2 PLC 的定义 …… 86
3.2 PLC 的发展 …… 87
3.2.1 PLC 的发展历史 …… 87
3.2.2 PLC 的发展趋势 …… 88
3.3 PLC 的应用领域 …… 90
3.4 PLC 的特点 …… 91
3.5 PLC 与其他典型控制系统的区别 …… 92
3.5.1 与继电器控制系统的区别 …… 92
3.5.2 与单片机控制系统的区别 …… 94
3.5.3 与 DCS、FCS 控制系统的区别 … 95
3.6 PLC 的分类 …… 96
3.7 PLC 的系统组成 …… 97
3.8 PLC 的内部资源 …… 101
3.8.1 软元件(软继电器) …… 101
3.8.2 PLC 中的软元件…… 101
3.9 PLC 的编程语言 …… 103
3.10 PLC 的工作原理 …… 105
3.10.1 PLC 的工作方式 …… 105
3.10.2 PLC 工作过程的核心内容 …… 107
3.10.3 PLC 对输入/输出的处理原则 …… 108
3.11 西门子小型 PLC 概述 …… 108
3.11.1 为什么选择 S7-200 SMART PLC 为讲授对象 …… 108
3.11.2 S7-200 PLC、S7-200 SMART PLC 及 S7-1200 PLC 的主要区别 …… 109
3.11.3 S7-200 SMART PLC 硬件系统基本构成 …… 111
3.11.4 I/O 点数扩展和编址 …… 113
本章小结…… 114
思考题与练习题…… 115

第 4 章 PLC 基本指令及程序设计 … 116

4.1 寻址方式 …… 116
4.1.1 数据类型 …… 116
4.1.2 直接寻址 …… 117
4.1.3 间接寻址 …… 120
4.2 S7-200 SMART PLC 编程时的两点说明 …… 121
4.2.1 输出线圈和指令盒 …… 121
4.2.2 网络块 …… 121
4.2.3 符号表和变量表 …… 122
4.3 PLC 的基本逻辑指令 …… 123
4.3.1 逻辑取及线圈驱动指令 …… 123
4.3.2 触点串联指令…… 123
4.3.3 触点并联指令…… 124
4.3.4 置位、复位指令 …… 125
4.3.5 RS 触发器指令 …… 125
4.3.6 立即指令 …… 126
4.3.7 边沿脉冲指令…… 128
4.3.8 逻辑堆栈操作指令 …… 129
4.3.9 比较指令 …… 132
4.3.10 定时器 …… 134
4.3.11 计数器 …… 138
4.4 程序控制指令 …… 141
4.4.1 结束及暂停指令 …… 141
4.4.2 看门狗复位指令 …… 142
4.4.3 跳转及标号指令 …… 143

4.4.4 循环指令 …… 143
4.4.5 获取非致命代码指令 …… 145
4.5 PLC 初步编程指导 …… 145
4.5.1 梯形图编程的基本规则 …… 145
4.5.2 LAD 和 STL 编程语言之间的转换 …… 147
4.6 典型简单电路和环节的 PLC 程序设计 …… 148
4.6.1 延时脉冲产生电路 …… 148
4.6.2 瞬时接通/延时断开电路 …… 149
4.6.3 延时接通/延时断开电路 …… 150
4.6.4 计数器的扩展 …… 150
4.6.5 长定时电路 …… 151
4.6.6 闪烁电路 …… 152
4.6.7 报警电路 …… 152
4.7 PLC 程序的简单设计法及应用举例 …… 155
4.7.1 PLC 程序的简单设计法 …… 155
4.7.2 应用举例 …… 156
本章小结 …… 160
思考题与练习题 …… 160

第 5 章 PLC 功能指令及应用 …… 162

5.1 程序结构 …… 163
5.2 子程序 …… 164
5.2.1 建立子程序 …… 164
5.2.2 子程序的调用 …… 164
5.2.3 带参数的子程序调用 …… 165
5.3 中 断 …… 167
5.3.1 几个基本概念 …… 167
5.3.2 中断指令 …… 170
5.3.3 中断程序 …… 171
5.4 传送、移位和填充指令 …… 172
5.4.1 传送类指令 …… 173
5.4.2 移位与循环指令 …… 174
5.4.3 字节交换指令 …… 177
5.4.4 填充指令 …… 177
5.5 运算和数学指令 …… 177
5.5.1 加法指令 …… 177
5.5.2 减法指令 …… 178
5.5.3 乘法指令 …… 178
5.5.4 除法指令 …… 178
5.5.5 数学函数指令 …… 180
5.5.6 增/减指令 …… 182
5.5.7 逻辑运算指令 …… 183
5.6 表功能指令 …… 185
5.7 转换指令 …… 189
5.7.1 数据类型转换指令 …… 189
5.7.2 编码和译码指令 …… 192
5.7.3 段码指令 …… 192
5.7.4 ASCII 码转换指令 …… 193
5.7.5 字符串转换指令 …… 196
5.8 字符串指令 …… 198
5.9 时钟指令 …… 200
5.10 高速计数器指令 …… 202
5.10.1 高速计数器基本概念 …… 202
5.10.2 高速计数器指令 …… 204
5.10.3 高速计数器的使用方法 …… 204
5.11 高速脉冲输出指令 …… 210
5.11.1 几个基本概念 …… 211
5.11.2 高速脉冲指令及特殊寄存器 …… 211
5.11.3 PTO 的使用 …… 213
5.11.4 PWM 的使用 …… 217
5.12 PLC 中模拟量的处理及 PID 回路指令 …… 220
5.12.1 PID 算法及模拟量处理技术 … 220
5.12.2 PID 回路指令及使用 …… 223
本章小结 …… 227
思考题与练习题 …… 228

第 6 章 PLC 顺序控制指令及其使用 …… 230

6.1 功能图的产生及基本概念 …… 230
6.1.1 功能图的产生 …… 230
6.1.2 功能图的基本概念 …… 230
6.1.3 功能图的构成规则 …… 231
6.2 顺序控制指令 …… 232

6.2.1 顺序控制指令介绍 …… 232
6.2.2 举例说明 …… 233
6.2.3 使用说明 …… 234
6.3 功能图的主要类型 …… 234
6.3.1 单流程 …… 234
6.3.2 可选择的分支和连接 …… 235
6.3.3 并行分支和连接 …… 235
6.3.4 跳转和循环 …… 237
6.4 顺序控制指令应用举例 …… 239
6.4.1 选择和循环电路举例 …… 239
6.4.2 并行分支和连接电路举例 …… 242
6.4.3 选择和跳转电路举例 …… 245
本章小结…… 248
思考题与练习题…… 248

第 7 章 PLC 网络通信技术及应用 … 249

7.1 工业网络结构 …… 249
7.2 工业通信网络基础知识 …… 250
7.2.1 数据通信方式(数据流动方向) …… 251
7.2.2 数据传输方式…… 251
7.2.3 差错控制 …… 252
7.2.4 传送介质 …… 253
7.2.5 主要拓扑结构…… 254
7.2.6 通信接口 …… 255
7.2.7 通信协议 …… 256
7.3 S7-200 SMART PLC 的通信接口及网络连接 …… 262
7.3.1 通信接口、协议及网络配置 …… 262
7.3.2 S7-200 SMART PLC 的网络连接 …… 266
7.4 S7-200 SMART PLC 的通信指令及应用 …… 269
7.4.1 网络读/网络写指令及应用 …… 269
7.4.2 基于自由口模式的发送和接收指令及应用 …… 273
7.4.3 基于以太网的开放式协议指令库 …… 284
7.4.4 Modbus 库指令及应用 …… 289
7.4.5 USS 库指令 …… 297
本章小结…… 301
思考题与练习题…… 302

第 8 章 PLC 控制系统综合设计 …… 303

8.1 PLC 控制系统设计步骤及内容 …… 303
8.1.1 分析评估控制任务 …… 303
8.1.2 PLC 的选型 …… 304
8.1.3 I/O 地址分配 …… 305
8.1.4 分解控制任务…… 305
8.1.5 系统设计 …… 306
8.1.6 安全电路设计…… 306
8.1.7 系统调试 …… 307
8.1.8 文档编制 …… 307
8.2 HMI 及其使用…… 307
8.2.1 HMI 概述 …… 307
8.2.2 HMI 在 S7-200 SMART PLC 控制系统中的使用…… 309
8.3 变频器和 PLC 之间的配合…… 314
8.3.1 变频器和 PLC 的关系 …… 314
8.3.2 G120C 变频器…… 315
8.3.3 G120C 变频器的主要端子及接线图 …… 316
8.3.4 变频器和 PLC 典型应用举例 … 318
8.4 工业自动化监控系统及应用 … 320
8.4.1 概 述 …… 320
8.4.2 WinCC 和 PC Access 的应用举例 …… 322
8.5 双恒压无塔供水控制系统设计 …… 325
8.5.1 工艺过程 …… 325
8.5.2 系统控制要求…… 326
8.5.3 控制系统的 I/O 点及地址分配 …… 326
8.5.4 PLC 系统选型 …… 327
8.5.5 电气控制系统原理图 …… 327
8.5.6 系统程序设计…… 329
8.6 电热锅炉供热控制系统设计 … 336

8.6.1 工艺过程 …… 337
8.6.2 系统控制要求 …… 337
8.6.3 PLC 选型 …… 338
8.6.4 控制系统的 I/O 点及地址分配 …… 338
8.6.5 电气控制系统原理图 …… 338
8.7 PLC 在实际工程应用中的安装技术 …… 342
8.7.1 PLC 的安装 …… 342
8.7.2 电源的设计 …… 342
8.7.3 系统的接地 …… 343
8.7.4 电缆设计与铺设 …… 344
8.7.5 PLC 输入信号的接线 …… 345
8.7.6 PLC 输出端的接线及特殊处理 …… 346
本章小结 …… 347
思考题与练习题 …… 347

第 9 章 S7-1200 PLC 主要技术特点 …… 348

9.1 产品系列 …… 348
9.1.1 硬件系统 …… 348
9.1.2 软件平台 …… 350
9.2 程序设计基础 …… 353
9.2.1 寻址方式 …… 353
9.2.2 数据类型 …… 355
9.2.3 编程语言 …… 356
9.2.4 程序架构 …… 357
9.3 指令系统 …… 360
9.4 S7-1200 PLC 程序设计举例 … 364
本章小结 …… 367
思考题与练习题 …… 367

第 10 章 编程软件及其使用 …… 370

10.1 编程软件的初步使用 …… 370
10.1.1 计算机的配置要求 …… 370
10.1.2 软件的安装与卸载 …… 370
10.1.3 硬件安装与拆卸 …… 371
10.1.4 参数设置 …… 372
10.1.5 与主机单元(CPU 模块)建立通信 …… 373
10.2 编程软件功能 …… 375
10.2.1 基本功能 …… 375
10.2.2 界面及各部分的功能 …… 375
10.2.3 主菜单 …… 377
10.2.4 工具栏 …… 377
10.2.5 项目树中各部分的功能 …… 380
10.3 编　程 …… 385
10.3.1 使用惯例 …… 385
10.3.2 建立程序 …… 385
10.4 调试及运行监控 …… 389
10.4.1 S7-200 SMART PLC 操作模式的选择 …… 389
10.4.2 选择扫描次数 …… 389
10.4.3 状态图表监控和趋势视图监控 …… 389
10.4.4 在运行模式下编辑应用程序 …… 391
10.4.5 程序监控 …… 392
本章小结 …… 392

附录 A 实验指导书 …… 393

A－1 异步电动机可逆运行实验 … 393
A－2 S7-200 SMART PLC 编程软件使用实验 …… 394
A－3 标准工业报警电路实验 …… 395
A－4 使用简单设计法编制电动机顺序启停控制程序实验 …… 395
A－5 抢答器程序设计实验 …… 396
A－6 人行道按钮控制交通灯程序设计实验 …… 397
A－7 使用顺序功能图编制电动机顺序启停控制程序实验 …… 399
A－8 PID 程序设计实验 …… 399
A－9 S7-200 SMART PLC 网络通信实验 …… 400
A－10 HMI 简单应用实验 …… 401

附录 B 课程设计和毕业设计课题素材指导 …… 402

B-1 机械臂分拣装置控制系统设计 …… 402

B-2 PLC 高速脉冲计数系统设计 …… 403

B-3 使用网络读写指令设计通信控制系统 …… 403

B-4 双恒压供水控制系统设计 … 404

B-5 电热锅炉供热控制系统设计 …… 405

B-6 S7-200 SMART PLC 在小规模工业控制网络中的应用 …… 406

B-7 基于 Modbus 通信协议的工业控制网络学习和实践 …… 406

B-8 基于 PROFINET 的工业控制网络学习和实践 …… 407

附录 C S7-200 SMART PLC 快速参考信息 …… 408

C-1 标准型(SR/ST)PLC 的 CPU 规范 …… 408

C-2 标准型 PLC 的 CPU 存储器范围和特性总汇 …… 409

C-3 常用特殊继电器 SMB0 和 SMB1 的位信息 …… 410

参考文献 …… 412