

21世纪高等学校计算机教育实用规划教材

杨居义 主编

微机原理与接口技术 项目教程（第2版）

清华大学出版社



21世纪高等学校计算机教育实用规划教材

杨居义 主编

微机原理与接口技术 项目教程（第2版）

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是根据普通高等教育“十二五”规划教材的指导思想,按照高等院校教学大纲编写的。全书共分13章,包括微型计算机系统概述、8086 微处理器、8086 指令系统与程序设计、存储器、可编程并行接口8255、中断系统与可编程8259A、可编程定时器/计数器8253、串行通信与可编程8251A、可编程DMA控制器8237A、D/A 数模转换、A/D 模数转换、总线技术和工程应用与课程设计题目等知识。

全书体系采用“项目驱动”的方式编写,引入“项目”教学和启发式教学方法,便于激发学生的学习兴趣,使教材做到“教、做、学”的统一协调。

本书以精缩的理论知识、实践教学和工程训练相结合,可以作为大学本科计算机、通信、电气自动化、电子信息、机电一体化专业的“微机原理与接口技术”、“计算机接口技术”课程教材。同时也可以作为科技人员学习的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术项目教程/杨居义主编.—2 版.—北京:清华大学出版社,2013.5

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材

ISBN 978-7-302-30684-9

I. ①微… II. ①杨… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 278427 号

责任编辑:高买花 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:28.75 字 数:699 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版 2013 年 5 月第 2 版 印 次:2013 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:44.50 元

产品编号:049139-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的不断深入,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用,工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前,工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的计算机教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和帮助下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向工程型与应用型学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。基础课和专业基础课教材要配套,同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材,教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

第二版前言

市场经济的发展要求高等院校在培养更多的工程应用型人才中以培养动手能力强、符合用人单位需要的工程应用型人才为宗旨。工程应用型人才的培养应强调以知识为基础、以能力为重点,知识能力素质协调发展。本书重点放在“基础与工程项目实训”上(基础指的是课程的基础知识和重点知识以及在实际工程项目中会应用到的知识,基础为项目服务,项目是基础的综合应用)。本书特色如下。

1. 以项目开发为目标

本书在一个或多个项目的实现过程中,融合相关知识点,以便读者快速将所学知识应用到实际工程项目中。这里的“拓展工程训练项目”是与生产一线的企业工程师们,共同确定的、基于工作过程的、从典型控制项目中提炼并分解得到的,符合学生认知过程和学习领域的要求。通过“拓展工程训练项目”的实现,可以让学生完整地掌握应用微机原理与接口技术课程的实用知识和解决工程应用问题的能力。

2. 结构合理,易教易学

本书结构清晰,内容翔实,并将多年的教学心得体现在书中,力求把握该门课程的核心,做到通俗易懂,既便于教学的展开,也便于学生学习与交流,打造了一种全新且轻松的学习环境,让学生在老师的提醒中技高一筹,在知识链接中理解更深、视野更广。

3. 实例丰富,紧贴行业应用

本书精心组织了与行业应用紧密结合的典型实例,且实例丰富,让教师在授课过程中有更多的演示环节,让学生在学习过程中有更多的动手实践机会,以巩固所学知识,迅速将所学内容应用于实际工作中。

4. 四位一体教学模式

本书体例新颖,每一部分都按照“拓展工程训练项目”来编写,并且依托“基础+拓展工程训练+课程设计+考核”的四位一体教学模式组织内容。

- 够用的基础知识。把基础知识分解成若干知识点,在介绍基础知识部分时,列举了大量实例并安排有项目实训,这些实例是项目中的某个环节。
- 拓展工程训练。在精选项目上,尽量使项目来源于实际工程应用或工程子项目,具有典型性和针对性,同时在编写上将知识点融入项目中,增强了实用性、操作性和可读性(书中项目除了 8259 芯片需要在 Proteus 7.10 试用版上进行仿真外,其他项目都在 Proteus 7.5 上进行了仿真;全部项目在超想-3000 TC、伟福 Lab6000 综合实验系统上运行过),通过实现这些项目,学生可以完整地应用并掌握这门课程的实用知识。
- 课程设计。通过综合项目案例,使学生掌握实际工程应用的解决方法和步骤。书中

采用了实际应用项目例子,力求理论和实践相结合,同时着重培养学生解决工程实际问题和综合应用的能力。

- 考核。在教材中我们采用了企业的考核方法,有项目阶段考核和课程设计综合考核,让学生时时刻刻感受到企业的考核方式,使在学习期间明白不仅只是做好自己的工作,还要有团队合作意识、沟通能力等素质教育。

5. 适合做教材

本书是“校企”合作教材,为了适合教学,在内容的编排上力求循序渐进、由浅入深、重点突出,使教材具有理论性、实践性、工程应用性和先进性,做到理论知识够用、注重工程应用的原则,着重培养学生解决工程实际问题和综合应用的能力。通过典型项目分析,使学生容易抓住知识点和重点内容,掌握基本原理和分析方法,达到举一反三的目的。

本书由杨居义任主编,负责全书教材体系结构的设计,并编写了第2章、第3章、第5章、第6章、第7章、第8章、第9章、第10章、第11章和第13章,杨尧编写了第1章,蒲妍君编写了第4章,杨晓琴编写了第12章,另外刘春成、马磊、冯森、贺琦鉴、何超、杜珊珊、陈秀也为本书的成稿做了一些工作,在此表示衷心的感谢。全书由杨居义统稿和校稿。

特别感谢四川大学计算机学院赖肇庆教授、攀长钢集团公司王万祥高级工程师(享受国家津贴)对本书提出了宝贵的修改建议。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。选用本书作为教材的老师可向清华大学出版社(<http://www.tup.com.cn>)索取授课电子课件。

编 者

2013年3月

第一版前言

本书针对应用型本科类学生,着重培养学生的学习能力、工程实践能力、实际动手能力、综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力,以达到增强学生的创新实践和解决工程应用问题能力的素质教育。本书定位于:讲清课本基本知识点,教会学生分析典型项目,帮助理解、巩固所学知识,达到解决工程应用的目的。本书具有以下几个特色。

1. 采用“项目驱动”

本书采用“项目驱动”方式来设计《微机原理与接口技术工程项目教程》教材体系,以项目分析带动能力培养。本书以项目分析为突破口,强化各知识点的运用,不断培养学生解决工程应用的能力。

每个“项目”无疑是培养和锻炼学生动手能力、实践能力和综合素质的重要环节,它是对学生学习知识的一次综合实践,是对老师教学、学生学习的一次检验。这种引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学生的学习兴趣,使教材做到“教、做、学”的统一协调。全书系统结构清晰、内容新颖、文字简练。

2. 强化三基、注重实践

在编写过程中,编者认真总结多年做项目和教学的经验,同时博采众长,吸取了其他书籍的精华,强调基本概念、基本原理、基本分析方法的论述,采用“教、做、学”相结合的教学模式,既能使学生掌握好基础,又能启发学生思考,培养动手能力。在精选项目上,尽量使项目来源于实际工程应用或工程子项目,使项目具有典型性和针对性,同时在编写上将知识点融入项目中,增强了实用性、操作性和可读性(书中项目在超想-3000TC、伟福 Lab6000 综合实验系统上运行过)。

3. 新知识

本书主要以 8086 为编写题材,同时也将计算机发展的新技术、新知识和新成果引入,内容丰富而精炼,文字通俗易懂,讲解深入浅出。

4. 适合作教材

为了配合教学,在内容的编排上力求循序渐进、由浅入深、重点突出,使教材具有理论性、实践性、应用性和先进性,通过典型项目分析,使学生容易抓住知识点和重点内容,掌握基本原理和分析方法,达到举一反三的目的。

本书可作为高等院校、成人高校的计算机、通信、电气自动化、电子信息和机电专业的“微机原理与接口技术”、“计算机接口技术”教材。

本书是在清华大学出版社高等院校计算机系列教材编委会的统一部署下,并在出版社有关领导的指导和关怀下完成的。

本书由杨居义编写,刘春成、马磊、冯森、贺琦鉴、何超、陈秀也为本书的成稿做了一些工

作,在此表示衷心的感谢。

6 特别感谢电子科技大学周明天教授(电子部专家、博导)、曾家智教授(西南网络专委会副主任、博导)、四川大学计算机学院赖肇庆教授、攀长钢集团公司王万祥高级工程师(享受国家津贴)对本书提出了宝贵建议。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。选用本书作为教材的老师可向清华大学出版社(<http://www.tup.com.cn>)索取授课电子课件。

编 者

2009年10月



第 1 章 微型计算机系统概述	1
1.1 微型计算机组成结构与数据的表示	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 CPU	2
1.1.3 微型计算机	2
1.1.4 微型计算机系统	3
1.1.5 微机系统的性能指标	3
1.1.6 数据在计算机中的表示方法	4
1.1.7 位、字节、字和字长	7
1.2 现代微机系统的基本组成	7
1.2.1 现代微机系统简介	7
1.2.2 控制逻辑芯片	9
1.3 微型计算机接口组成	9
1.3.1 接口简介	9
1.3.2 接口功能	10
1.3.3 接口组成	11
1.3.4 I/O 端口和 I/O 操作	11
1.3.5 I/O 端口的编址方式	12
1.3.6 CPU 与接口数据的交换技术	13
1.4 I/O 端口地址分配与地址译码技术	14
1.4.1 I/O 端口地址分配	14
1.4.2 I/O 端口地址译码	15
1.5 拓展工程训练项目	17
1.5.1 项目 1: 认识微型计算机的组成结构	17
1.5.2 项目 2: 认识微型计算机的常用接口	18
1.5.3 项目 3: 设计具有 6 组 I/O 端口地址的译码电路	19
1.5.4 拓展工程训练项目考核	19
同步练习题	21

第2章 8086 微处理器	22
2.1 8086 微处理器概述	22
2.1.1 8086 CPU 的内部结构	22
2.1.2 8086 存储器的管理	27
2.1.3 8086 存储区的分配	28
2.2 8086 微处理器引脚功能	29
2.2.1 8086 CPU 引脚	29
2.2.2 最小模式和最大模式的典型配置	31
2.3 8086 总线的操作时序	33
2.3.1 时序的基本概念	33
2.3.2 典型的 8086 时序分析	34
2.4 Intel 80x86 系列微处理器简介	40
2.4.1 80x86 系列微处理器发展简介	40
2.4.2 8086 和 80286	41
2.4.3 80386 和 80486	41
2.4.4 Pentium(奔腾)和 P6 系列处理器	42
2.4.5 奔腾 II 和奔腾 III	43
2.4.6 Intel Pentium 4 处理器	43
2.4.7 Intel 超线程处理器	44
2.4.8 Intel 双核技术处理器	44
2.5 拓展工程训练项目	45
2.5.1 项目 1: 认识 8086 CPU	45
2.5.2 项目 2: 认识 8086 CPU 引脚	45
2.5.3 项目 3: 8086 控制 LED 灯右循环亮	46
2.5.4 项目 4: 认识典型的 CPU 微处理器	48
2.5.5 拓展工程训练项目考核	50
同步练习题	50
第3章 8086 指令系统及汇编语言程序设计	52
3.1 指令格式与寻址方式	52
3.1.1 指令格式	52
3.1.2 8086/8088 的寻址方式	53
3.2 数据传送类指令与串操作类指令	59
3.2.1 概述	59
3.2.2 数据传送类指令	59
3.2.3 串操作类指令	66

3.3	算术运算指令与位操作指令.....	70
3.3.1	概述	70
3.3.2	算术运算指令	70
3.4	控制转移指令与处理器控制指令.....	78
3.4.1	控制转移指令	79
3.4.2	处理器控制指令	88
3.5	汇编语言程序格式.....	90
3.5.1	概述	90
3.5.2	汇编程序开发过程	90
3.5.3	汇编语言程序书写格式	91
3.5.4	表达式与运算符	92
3.5.5	伪指令语句	93
3.5.6	汇编语言程序的上机过程	97
3.6	程序的基本结构.....	98
3.6.1	概述	98
3.6.2	程序的基本结构概述	98
3.7	BIOS 和 DOS 中断	105
3.7.1	概述.....	105
3.7.2	BIOS 和 DOS 的中断类型	106
3.7.3	BIOS 和 DOS 功能调用的基本步骤	107
3.7.4	常见的 BIOS 和 DOS 功能调用	107
3.8	子程序结构	111
3.8.1	概述.....	111
3.8.2	子程序基本概念.....	111
3.8.3	子程序的结构形式.....	111
3.8.4	子程序的定义.....	112
3.8.5	子程序的参数传送.....	113
3.8.6	子程序设计举例.....	116
3.9	拓展工程训练项目	118
3.9.1	项目 1: 认识 8086 的寻址方式	118
3.9.2	项目 2: 内存数据的移动	121
3.9.3	项目 3: 多字节的乘法	122
3.9.4	项目 4: 计算 $ x-y $	127
3.9.5	项目 5: 把字符串显示到屏幕上	129
3.9.6	项目 6: 折半查找	132
3.9.7	项目 7: 从键盘中接收字符	134
3.9.8	项目 8: 排序	137

3.9.9 拓展工程训练项目考核	140
同步练习题	141
第4章 存储器	144
4.1 存储器的分类	144
4.1.1 存储器的概述	144
4.1.2 存储器的分类方法	144
4.1.3 存储器的层次结构	145
4.1.4 存储器的性能指标	146
4.2 读写存储器 RAM	147
4.2.1 静态读写存储器 SRAM	147
4.2.2 动态读写存储器 DRAM	148
4.2.3 现代 RAM 简介	150
4.3 只读存储器 ROM	154
4.3.1 掩膜只读存储器 ROM	155
4.3.2 紫外光擦除可编程只读存储器 EPROM	155
4.3.3 电可擦除可编程只读存储器 EEPROM	156
4.3.4 闪速只读存储器 Flash ROM	158
4.4 存储器分配与存储器扩展技术	159
4.4.1 PC 的内存地址空间分配	159
4.4.2 存储器与 CPU 的连接	159
4.4.3 存储芯片的选择	161
4.4.4 存储器接口中的片选	161
4.4.5 存储容量的扩展	162
4.4.6 扩展应用举例	164
4.5 拓展工程训练项目	169
4.5.1 项目1:认识各种存储器芯片	169
4.5.2 项目2:设计一个容量为4KB RAM的存储器	171
4.5.3 项目3:设计一个容量为8KB ROM的存储器	172
4.5.4 项目4:设计一个容量为16KB ROM和8KB RAM的存储器	174
4.5.5 拓展工程训练项目考核	176
同步练习题	176
第5章 可编程并行接口 8255A	178
5.1 8255A 芯片引脚和内部结构	178
5.1.1 概述	178
5.1.2 8255A 芯片引脚	178

5.1.3	8255A 内部结构	180
5.2	8255A 控制字及状态字	181
5.2.1	工作方式选择控制字	181
5.2.2	端口 C 按位置位/复位控制字	182
5.3	8255A 的工作方式	183
5.3.1	方式 0	183
5.3.2	方式 1	184
5.3.3	方式 2	186
5.4	拓展工程训练项目	188
5.4.1	项目 1: 8255A 读取开关的状态并显示	188
5.4.2	项目 2: 8255A 控制 LED 灯左循环亮	190
5.4.3	项目 3: 8255A 控制 LED 灯左右循环亮	191
5.4.4	项目 4: 8255A 控制继电器	194
5.4.5	项目 5: 8255A 控制步进电机	197
5.4.6	拓展工程训练项目考核	201
	同步练习题	201
第 6 章	中断系统与可编程 8259A	203
6.1	8086 中断系统	203
6.1.1	中断基本概念	203
6.1.2	中断类型与中断向量表	205
6.1.3	中断响应过程	206
6.1.4	8086 中断结构	207
6.2	8259A 芯片引脚和内部结构	209
6.2.1	概述	209
6.2.2	8259A 芯片引脚与内部结构	209
6.2.3	8259A 的中断工作过程	211
6.3	8259A 控制字及编程应用	212
6.3.1	8259A 控制字	212
6.3.2	8259A 操作方式说明	217
6.3.3	8259A 的初始化编程	219
6.3.4	8259A 的应用	220
6.4	拓展工程训练项目	221
6.4.1	项目 1: 外部中断控制继电器	221
6.4.2	项目 2: 用 8259A 中断控制 LED 灯左循环亮	224
6.4.3	项目 3: 外部中断次数显示	227
6.4.4	项目 4: 中断控制流水灯	230

6.4.5 项目5:两个外部中断源中断	233
6.4.6 拓展工程训练项目考核	237
同步练习题	237
第7章 可编程定时器/计数器 8253	239
7.1 8253 的功能、引脚与内部结构	239
7.1.1 定时器/计数器的基本概念与分类	239
7.1.2 8253 的主要功能	240
7.1.3 8253 的引脚	240
7.1.4 8253 的内部结构	241
7.2 8253 的控制字和读写操作	242
7.2.1 8253 的控制字	242
7.2.2 8253 的初始化编程(写操作)	244
7.2.3 8253 当前计数值的读取(读操作)	245
7.3 8253 的工作方式	246
7.3.1 方式0——计数到零产生中断请求	246
7.3.2 方式1——可重触发的单稳态触发器	248
7.3.3 方式2——分频器	249
7.3.4 方式3——方波发生器	250
7.3.5 方式4——软件触发选通方式	251
7.3.6 方式5——硬件触发选通方式	252
7.3.7 6种工作方式小结	253
7.4 拓展工程训练项目	254
7.4.1 项目1:用8253对外部事件进行计数	254
7.4.2 项目2:用8253控制LED闪烁	256
7.4.3 项目3:用8253控制继电器	258
7.4.4 项目4:电子琴	259
7.4.5 项目5:用8253实现生产流水线上的工件计数	263
7.4.6 拓展工程训练项目考核	267
同步练习题	268
第8章 串行通信与可编程 8251A	270
8.1 串行通信基础	270
8.1.1 概述	270
8.1.2 单工、半双工和全双工通信	270
8.1.3 串行通信方式	271
8.1.4 通信速率	273

8.1.5 串行通信接口标准	273
8.2 8251A 芯片引脚、内部结构和工作过程	278
8.2.1 概述	278
8.2.2 8251A 芯片引脚	278
8.2.3 8251A 的内部结构	280
8.2.4 8251A 的工作过程	281
8.3 8251A 方式控制字及初始化编程	282
8.3.1 8251A 的方式控制字	282
8.3.2 操作命令字	282
8.3.3 状态字	283
8.3.4 初始化编程	285
8.4 拓展工程训练项目	287
8.4.1 项目 1: 两台微机之间进行通信	287
8.4.2 项目 2: 8251A“自发自收”通信	288
8.4.3 项目 3: 上位 PC 与 8251A 串行口通信	291
8.4.4 项目 4: 用 1 号机控制 2 号机 LED 左循环显示	293
8.4.5 项目 5: 用 PC 控制 LED 显示	299
8.4.6 拓展工程训练项目考核	302
同步练习题	303
第 9 章 可编程 DMA 控制器 8237A	305
9.1 8237A 的引脚与内部结构	305
9.1.1 DMA 传送的基本概念	305
9.1.2 8237A 引脚与内部结构	306
9.2 8237A 的控制字及应用	311
9.2.1 8237A 的控制字	311
9.2.2 8237A 的初始化编程及应用	316
9.3 拓展工程训练项目	318
9.3.1 项目 1: 利用 8237A 进行存储器到存储器的数据传送	318
9.3.2 项目 2: 用 8237A 从接口向 RAM 输入数据并显示	320
9.3.3 项目 3: DMA 进行存储器到存储器的数据传送	322
9.3.4 项目 4: DMA 进行存储器到 I/O 的数据传送	325
9.3.5 拓展工程训练项目考核	328
同步练习题	329
第 10 章 D/A 数模转换	330
10.1 DAC0832 芯片引脚和内部结构	330

10.1.1	概述	330
10.1.2	D/A 转换器的主要技术指标	331
10.1.3	DAC0832 芯片引脚	332
10.1.4	DAC0832 芯片内部结构	333
10.1.5	D/A 转换器的输出	333
10.1.6	DAC0832 的工作方式	334
10.2	12 位 D/A 转换芯片 DAC1210 与 DAC0832 应用	336
10.2.1	DAC1210 的引脚与内部结构	336
10.2.2	DAC0832 应用	337
10.3	拓展工程训练项目	339
10.3.1	项目 1: DAC0832 输出连续的锯齿波	339
10.3.2	项目 2: DAC0832 输出连续的三角波和锯齿波	340
10.3.3	项目 3: 用 DAC0832 控制直流电机	343
10.3.4	项目 4: 直流电机转速控制	346
10.3.5	拓展工程训练项目考核	348
	同步练习题	349
第 11 章	A/D 模数转换	350
11.1	ADC0809 芯片引脚和内部结构	350
11.1.1	概述	350
11.1.2	A/D 转换器的主要技术指标	350
11.1.3	ADC0809 芯片特点	351
11.1.4	ADC0809 芯片引脚功能与内部结构	351
11.1.5	ADC0809 的工作过程	353
11.1.6	12 位 A/D 转换器 AD574 的结构及引脚	354
11.2	A/D 转换器与 CPU 的接口及应用	356
11.2.1	ADC0809 转换器与 CPU 的接口	356
11.2.2	ADC0809 转换器的应用	357
11.2.3	12 位 AD574 转换器的应用	359
11.3	拓展工程训练项目	360
11.3.1	项目 1: ADC0809 转换的值用 LED 显示	360
11.3.2	项目 2: ADC0809 采集的值用于控制直流电机转速	362
11.3.3	项目 3: ADC0809 采集的温度值用于控制直流电机转速	364
11.3.4	项目 4: 数据采集综合应用	366
11.3.5	拓展工程训练项目考核	370
	同步练习题	371