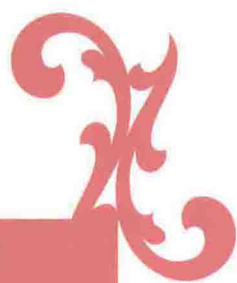




电子信息学科基础课程系列教材

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会推荐教材



微机原理

王克义 编著



清华大学出版社



电子信息学科基础课程系列教材

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会推荐教材



微机原理

王克义 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了现代微型计算机的基本结构、工作原理和典型接口技术。主要内容包括数据在计算机中的运算与表示形式,计算机的基本组成,微处理器结构,寻址方式与指令系统,汇编语言程序设计基础,存储器及其接口,输入/输出及 DMA 技术,中断系统,可编程接口电路,总线技术,高性能微处理器的先进技术与典型结构,嵌入式系统与嵌入式处理器入门等。

本书内容精练,层次清楚,实用性强;在注重讲解基本概念的同时,也十分注意反映微型计算机发展中的新知识、新技术。本书可作普通高等院校理工科各专业计算机基础课程教材,也可作为自学考试、成人教育以及各类职业学校的教材。

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/王克义编著. —北京:清华大学出版社,2014

电子信息学科基础课程系列教材

ISBN 978-7-302-36209-8

I. ①微… II. ①王… III. ①微型计算机—理论 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 076287 号

责任编辑:文 怡

封面设计:常雪影

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

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 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:27.25 字 数:678 千字

版 次:2014 年 7 月第 1 版 印 次:2014 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00 元

《电子信息学科基础课程系列教材》
编 审 委 员 会

主任委员

王志功(东南大学)

委员 (按姓氏笔画)

马旭东(东南大学)

邓建国(西安交通大学)

王小海(浙江大学)

王诗宓(清华大学)

王 萍(天津大学)

王福昌(华中科技大学)

刘宗行(重庆大学)

刘润华(中国石油大学)

刘新元(北京大学)

张 石(东北大学)

张晓林(北京航空航天大学)

沈连丰(东南大学)

陈后金(北京交通大学)

郑宝玉(南京邮电大学)

郭宝龙(西安电子科技大学)

柯亨玉(武汉大学)

高上凯(清华大学)

高小榕(清华大学)

徐淑华(青岛大学)

袁建生(清华大学)

崔 翔(华北电力大学)

傅丰林(西安电子科技大学)

董在望(清华大学)

曾孝平(重庆大学)

蒋宗礼(北京工业大学)

《电子信息学科基础课程系列教材》 丛书序

电子信息学科是当今世界上发展最快的学科,作为众多应用技术的理论基础,对人类文明的发展起着重要的作用。它包含诸如电子科学与技术、电子信息工程、通信工程和微波工程等一系列子学科,同时涉及计算机、自动化和生物电子等众多相关学科。对于这样一个庞大的体系,想要在学校将所有知识教给学生已不可能。以专业教育为主要目的的大学教育,必须对自己的学科知识体系进行必要的梳理。本系列丛书就是试图搭建一个电子信息学科的基础知识体系平台。

目前,中国电子信息类学科高等教育的教学中存在着如下问题:

- (1) 在课程设置和教学实践中,学科分立,课程分立,缺乏集成和贯通;
- (2) 部分知识缺乏前沿性,局部知识过细、过难,缺乏整体性和纲领性;
- (3) 教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息学科人才不能很好地满足社会的需求。

在新世纪之初,积极总结我国电子信息类学科高等教育的经验,分析发展趋势,研究教学与实践模式,从而制定出一个完整的电子信息学科基础教程体系,是非常有意义的。

根据教育部高教司 2003 年 8 月 28 日发出的[2003]141 号文件,教育部高等学校电子信息与电气信息类基础课程教学指导分委员会(基础课分教指委)在 2004—2005 两年期间制定了“电路分析”、“信号与系统”、“电磁场”、“电子技术”和“电工学”5 个方向电子信息科学与电气信息类基础课程的教学基本要求。然而,这些教学要求基本上是按方向独立开展工作的,没有深入开展整个课程体系的研究,并且提出的是各课程最基本的教学要求,针对的是“2+X+Y”或者“211 工程”和“985 工程”之外的大学。

同一时期,清华大学出版社成立了“电子信息学科基础教程研究组”,历时 3 年,组织了各类教学研讨会,以各种方式和渠道对国内外一些大学的 EE(电子电气)专业的课程体系进行收集和研究,并在国内率先推出了关于电子信息学科基础课程的体系研究报告《电子信息学科基础教程 2004》。该成果得到教育部高等学校电子信息与电气学科教学指导委员会的高度评价,认为该成果“适应我国电子信息学科基础教学的需要,有较好的指导意义,达到了国内领先水平”,“对不同类型院校构建相关学科基础教学平台均有较好的参考价值”。

在此基础上,由我担任主编,筹建了“电子信息学科基础课程系列教材”编委会。编委会多次组织部分高校的教学名师、主讲教师和教育部高等学校教学指导委员会委员,进一步探讨和完善《电子信息学科基础教程 2004》研究成果,并组织编写了这套“电子信息学科基础课程系列教材”。

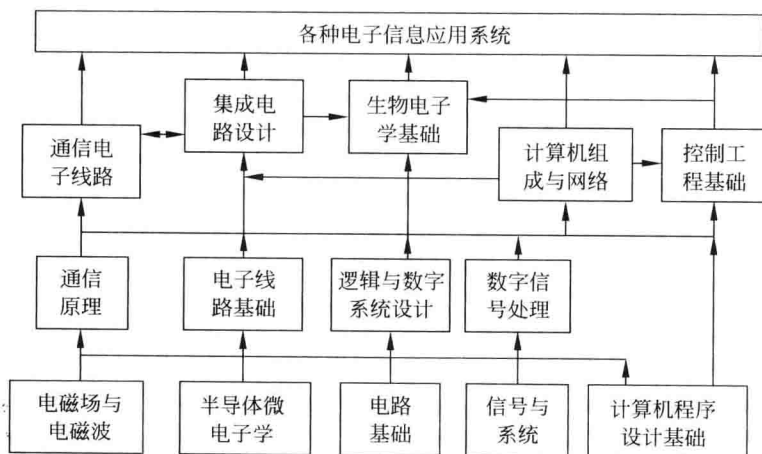
在教材的编写过程中,我们强调了“基础性、系统性、集成性、可行性”的编写原则,突出了以下特点:

- (1) 体现科学技术领域已经确立的新知识和新成果。
- (2) 学习国外先进教学经验,汇集国内最先进的教学成果。
- (3) 定位于国内重点院校,着重于理工结合。

(4) 建立在对教学计划和课程体系的研究基础之上,尽可能覆盖电子信息学科的全部基础。本丛书规划的 14 门课程,覆盖了电气信息类如下全部 7 个本科专业:

- 电子信息工程
- 通信工程
- 电子科学与技术
- 计算机科学与技术
- 自动化
- 电气工程与自动化
- 生物医学工程

(5) 课程体系整体设计,各课程知识点合理划分,前后衔接,避免各课程内容之间交叉重复,目标是使各门课程的知识点形成有机的整体,使学生能够在规定的课时数内,掌握必需的知识和技术。各课程之间的知识点关联如下图所示:



即力争将本科生的课程限定在有限的与精选的一套核心概念上,强调知识的广度。

(6) 以主教材为核心,配套出版习题解答、实验指导书、多媒体课件,提供全面的教学解决方案,实现多角度、多层面的人才培养模式。

(7) 由国内重点大学的精品课主讲教师、教学名师和教指委委员担任相关课程的设计和教材的编写,力争反映国内最先进的教改成果。

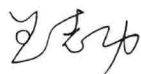
我国高等学校电子信息类专业的办学背景各不相同,教学和科研水平相差较大。本系列教材广泛听取了各方面的意见,汲取了国内优秀的教学成果,希望能为电子信息学科教学提供一份精心配备的搭配科学、营养全面的“套餐”,能为国内高等学校教学内容

和课程体系的改革发挥积极的作用。

然而,对于高等院校如何培养出既具有扎实的基本功,又富有挑战精神和创造意识的社会栋梁,以满足科学技术发展和国家建设发展的需要,还有许多值得思考和探索的问题。比如,如何为学生营造一个宽松的学习氛围?如何引导学生主动学习,超越自己?如何为学生打下宽厚的知识基础和培养某一领域的研究能力?如何增加工程方法训练,将扎实的基础和宽广的领域才能转化为工程实践中的创造力?如何激发学生深入探索的勇气?这些都需要我们教育工作者进行更深入的研究。

提高教学质量,深化教学改革,始终是高等学校的工作重点,需要所有关心我国高等教育事业人士的热心支持。在此,谨向所有参与本系列教材建设工作的同仁致以衷心的感谢!

本套教材可能会存在一些不当甚至谬误之处,欢迎广大的使用者提出批评和意见,以促进教材的进一步完善。



2008年1月

“微机原理”是高等学校理工科大学生的一门重要的计算机技术基础课程,也是理工科大学生学习和掌握计算机硬件技术基础、汇编语言程序设计及常用接口技术的入门课程。通过本课程的学习,学生可以从理论和实践上掌握计算机/微型计算机的基本组成和工作原理,建立微机系统整机概念,具备利用微机技术进行软、硬件开发的初步能力。学习本课程对于掌握现代计算机的基本概念和技术以及学习后续有关计算机课程(如计算机系统结构、操作系统、计算机网络、嵌入式系统等)均具有重要意义。本书是该课程使用的基本教材。

本书坚持“基础是根本”的教学理念,注重知识整合,精心选择课程的核心知识和关键技术。全书以 80x86/Pentium 系列微型计算机为背景机,全面、系统地介绍了现代微型计算机的基本结构、工作原理及典型接口技术。全书共分 14 章,从内容上可划分为 4 个知识单元:

- (1) 计算机的基本结构及工作原理(第 1、2、3、7 章);
- (2) 指令系统及汇编语言程序设计(第 4、5、6 章);
- (3) I/O 接口技术(第 8、9、10、11、12 章);
- (4) 高性能微处理器及嵌入式系统入门(第 13、14 章)。

学习本书需要预先掌握数字电路及程序设计的一般知识。

本书可供 60~70 学时的课堂教学使用,有些章节的内容可根据不同的教学要求进行适当取舍。每章后面列出的习题,主要供理解和复习本章基本内容而用,书后给出了部分习题的参考答案。

另外,鉴于“微机原理”课程是技术性、实践性较强的课程,因此在教学中应安排相应的实验及编程上机环节。教师可根据具体实验设备及上机条件,安排适当的接口实验及汇编程序上机内容。对于尚不具备专门的微机接口实验设备的教学环境,教师可结合 PC 上已配备的键盘、鼠标及显示器等基本 I/O 设备,组织相应的接口实验内容,如键盘输入,显示器输出编程,鼠标器编程等,以培养学生的 I/O 接口编程能力。关于这方面的内容,请参见第 6 章的介绍。

本书是在作者近年承担北京大学信息科学技术学院(计算机系、智能科学系、电子学系及微电子学系)本科生及北京大学理科实验班教学实践的基础上编写而成的,并参考和吸收了国外较新同类教材及国内兄弟院校优秀教材的有关内容,在此,特向有关作者一并致谢。

在本书的编写和出版过程中,承蒙北京大学信息科学技术学院及清华大学出版社领

导的热情支持和指导,在此谨向他/她们表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限,书中一定存在不少差错和疏漏,诚请广大读者及专家批评指正。

本书 PPT 课件及汇编程序上机工具包等课程教学资源已全部放于清华大学出版社网站之上,欢迎读者选用。也可直接与编者联系索取。

编 者

2014 年 5 月于北京大学

E-mail : wky@pku.edu.cn

第 1 章	数据在计算机中的运算及表示形式	1
1.1	进位记数制	2
1.1.1	进位记数制及其基数和权	2
1.1.2	几种常用的进位记数制	2
1.2	不同进位制数之间的转换	4
1.2.1	二进制数转换为十进制数	4
1.2.2	十进制数转换为二进制数	5
1.3	二进制数的算术运算和逻辑运算	6
1.3.1	二进制数的算术运算	6
1.3.2	二进制数的逻辑运算	8
1.3.3	移位运算	9
1.4	数据在计算机中的表示形式	10
1.4.1	机器数与真值	10
1.4.2	常见的机器数表示形式	11
1.4.3	数的定点表示与浮点表示	16
1.4.4	二-十进制编码	20
1.5	二进制信息的计量单位	21
	习题 1	22
第 2 章	计算机的基本结构与工作过程	23
2.1	计算机的基本结构	24
2.1.1	冯·诺依曼计算机基本结构	24
2.1.2	计算机的基本组成框图及功能部件简介	25
2.2	计算机的工作流程	28
2.2.1	指令与程序	28
2.2.2	计算机的基本工作流程	29
2.3	计算机系统的组成	32
2.3.1	硬件与软件	32
2.3.2	计算机系统的基本组成	33
2.4	微型计算机的分类及主要技术指标	33
2.4.1	微型计算机的分类	33

目录

2.4.2 微型计算机的主要技术指标	34
2.5 微型计算机的基本结构及系统组成	35
2.5.1 微型计算机基本结构	36
2.5.2 微型计算机的系统组成	37
习题 2	38
第 3 章 计算机的核心部件——微处理器	39
3.1 微处理器的工作模式	40
3.1.1 实模式	40
3.1.2 保护模式	41
3.1.3 虚拟 8086 模式	41
3.2 微处理器的编程结构	41
3.2.1 程序可见寄存器	41
3.2.2 80x86/Pentium 处理器的寄存器模型	42
3.3 微处理器的寻址机制	47
3.3.1 存储器分段技术	47
3.3.2 实模式下的存储器寻址	48
3.3.3 堆栈	52
3.4 微处理器的内部组成结构及相关技术	53
3.4.1 总线接口单元 BIU	54
3.4.2 指令 Cache 与数据 Cache	54
3.4.3 超标量流水线结构	54
3.4.4 动态转移预测及转移目标缓冲器 BTB	56
3.4.5 指令预取器和预取缓冲器	58
3.4.6 指令译码器	58
3.4.7 执行单元 EU	59
3.4.8 浮点处理单元 FPU	59
3.4.9 控制单元 CU	60
3.5 微处理器的外部功能特性	60
3.5.1 微处理器的外部引脚信号	60
3.5.2 微处理器的总线时序	66
习题 3	70

第 4 章	寻址方式与指令系统	72
4.1	寻址方式	73
4.1.1	数据寻址方式	73
4.1.2	转移地址寻址方式	80
4.2	指令编码	81
4.2.1	指令编码格式	82
4.2.2	指令编码举例	85
4.3	8086 指令系统	86
4.3.1	数据传送指令	86
4.3.2	算术运算指令	92
4.3.3	逻辑运算与移位指令	102
4.3.4	串操作指令	106
4.3.5	转移指令	110
4.3.6	处理器控制指令	117
4.4	80286~Pentium 指令系统	118
习题 4	118
第 5 章	汇编语言的基本语法	120
5.1	汇编语言的特点	121
5.2	汇编语言程序结构和基本语法	122
5.2.1	示例程序	122
5.2.2	基本概念	123
5.2.3	指令语句	130
5.2.4	伪指令语句	132
5.2.5	宏指令	140
5.2.6	简化段定义	143
5.3	ROM BIOS 中断调用和 DOS 系统功能调用	144
5.3.1	ROM BIOS 中断调用	144
5.3.2	DOS 系统功能调用	145
5.4	汇编语言程序的上机调试	146
5.4.1	建立源文件	146
5.4.2	汇编	146
5.4.3	连接	149

目录

5.4.4 运行	150
5.4.5 调试	150
习题 5	154
第 6 章 汇编语言程序设计及应用	157
6.1 汇编语言程序设计的基本方法	158
6.1.1 程序设计的基本步骤	158
6.1.2 程序的基本结构形式	159
6.1.3 子程序设计	161
6.2 汇编语言的编程应用	164
6.2.1 I/O 与通信	164
6.2.2 声音与时钟	165
6.2.3 乐曲程序	166
6.2.4 键盘 I/O	169
6.2.5 鼠标器编程	171
6.2.6 图形显示	174
6.3 Windows 环境下汇编语言程序设计	178
6.3.1 Windows API 函数	178
6.3.2 动态链接库	179
6.3.3 指令集选择	179
6.3.4 工作模式选择	179
6.3.5 函数的原型定义	180
6.3.6 Windows 应用程序的基本结构框架	180
6.3.7 Win32 汇编语言应用程序实例	181
6.3.8 MASM 32 汇编与连接命令	182
6.4 汇编语言与高级语言的混合编程	182
6.4.1 内嵌汇编	183
6.4.2 在 C 程序中直接调用汇编子程序	184
6.4.3 汇编语言程序调用 C 函数	187
习题 6	188
第 7 章 存储器及其接口	190
7.1 概述	191
7.1.1 存储系统的层次结构	191

7.1.2	内存器的基本结构及其数据存储格式	193
7.2	半导体存储器的结构及工作原理	195
7.2.1	可读写存储器 RAM	195
7.2.2	只读存储器 ROM	205
7.3	存储器接口	213
7.3.1	存储器接口中的片选控制	213
7.3.2	存储器接口分析与设计举例	214
7.3.3	双端口存储器	216
7.4	高速缓存(Cache)	218
7.4.1	Cache 基本原理	218
7.4.2	Cache 的组织方式	220
7.4.3	Cache 的更新方式及替换算法	222
7.5	虚拟存储器	224
7.5.1	虚拟存储器的工作原理	224
7.5.2	80x86 的虚拟存储技术	225
习题 7	227
第 8 章	I/O 接口技术	229
8.1	I/O 接口概述	230
8.1.1	I/O 接口的基本功能	230
8.1.2	I/O 接口的基本结构	231
8.1.3	I/O 端口的编址方式	232
8.1.4	I/O 接口的地址译码及片选信号的产生	234
8.1.5	I/O 指令	235
8.2	I/O 控制方式	235
8.2.1	程序控制方式	235
8.2.2	中断控制方式	236
8.2.3	DMA 方式	238
8.3	DMA 技术	239
8.3.1	DMA 控制器的基本功能	239
8.3.2	DMA 控制器的一般结构	240
8.3.3	DMA 控制器的工作方式	241
8.3.4	DMA 工作过程	242

目录

8.3.5 可编程 DMA 控制器 8237	244
8.4 中断系统	244
8.4.1 基本概念	244
8.4.2 80x86 实模式的中断系统	247
8.4.3 可编程中断控制器 8259A	254
8.4.4 中断服务程序设计	254
习题 8	259
第 9 章 并行通信及其接口电路	260
9.1 可编程并行接口的组成及工作过程	261
9.1.1 可编程并行接口的组成及其与 CPU 和外设的连接	261
9.1.2 可编程并行接口的数据输入输出过程	262
9.2 可编程并行接口 8255A	262
9.2.1 8255A 的性能概要	262
9.2.2 8255A 芯片引脚分配及引脚信号说明	263
9.2.3 8255A 内部结构框图	264
9.2.4 8255A 的控制字	265
9.2.5 8255A 的工作方式	267
9.2.6 8255A 的状态字	272
9.2.7 8255A 应用举例	273
习题 9	275
第 10 章 串行通信及其接口电路	276
10.1 串行通信	277
10.1.1 串行通信的特点	277
10.1.2 串行通信涉及的常用术语和基本概念	277
10.2 串行通信接口标准	283
10.2.1 RS-232C	283
10.2.2 RS-485	284
10.3 可编程串行通信接口 8251A	284
10.3.1 USART	284
10.3.2 8251A 的基本功能和工作原理	285
10.3.3 8251A 对外接口信号	288
10.3.4 8251A 的编程	290

10.3.5 8251A 应用举例	294
习题 10	297
第 11 章 计数/定时技术	298
11.1 概述	299
11.2 可编程计数器/定时器 8253	299
11.2.1 8253 的主要功能	299
11.2.2 8253 的结构框图	300
11.2.3 8253 的引脚	302
11.2.4 8253 的工作方式	303
11.2.5 8253 的初始化编程	308
11.2.6 8253 的读出操作	311
11.3 8253 的应用	312
习题 11	315
第 12 章 总线技术	316
12.1 概述	317
12.1.1 总线	317
12.1.2 总线的分类	317
12.1.3 总线标准	319
12.1.4 总线仲裁	320
12.2 PCI 总线	321
12.2.1 概述	321
12.2.2 PCI 总线的结构及特点	322
12.3 USB 总线	323
12.3.1 USB 概述	323
12.3.2 USB 的拓扑结构	325
12.3.3 USB 线缆及连接器	325
12.4 高速总线接口 IEEE 1394	326
12.5 高速图形端口 AGP	327
习题 12	329
第 13 章 高性能微处理器的先进技术及典型结构	330
13.1 高性能微处理器所采用的先进技术	331
13.1.1 指令级并行	331

目录

13.1.2	超标量技术	332
13.1.3	超长指令字结构	333
13.1.4	超级流水线技术	333
13.1.5	RISC 技术	334
13.2	高性能微处理器举例	336
13.2.1	64 位处理器 Alpha 21064	336
13.2.2	Itanium 处理器——IA-64 架构的开放硬件平台	338
13.3	多核处理器简介	341
13.3.1	复杂单处理器结构所遇到的挑战	341
13.3.2	多核处理器的出现	341
13.3.3	多核处理器结构的主要特点	342
13.4	现代 PC 主板典型结构	343
13.4.1	芯片组、桥芯片及接口插座	343
13.4.2	Pentium PC 主板结构	344
13.4.3	Pentium 4 PC 主板的 I/O 组织结构	345
	习题 13	346
第 14 章	嵌入式系统与嵌入式处理器	347
14.1	嵌入式系统概述	348
14.1.1	嵌入式系统简介	348
14.1.2	嵌入式系统的组成	348
14.1.3	嵌入式系统的分类	352
14.2	嵌入式处理器	353
14.2.1	ARM 系列处理器	353
14.2.2	Intel 8051 系列微控制器	357
14.3	ARM 体系结构	357
14.3.1	ARM 处理器的工作状态	357
14.3.2	ARM 处理器的运行模式	358
14.3.3	ARM 处理器的内部寄存器	358
14.3.4	ARM 处理器的异常处理机制	363
14.4	ARM 指令系统	365
14.4.1	ARM 指令系统的主要特点	365
14.4.2	ARM 指令的基本格式	365