

面向 21 世纪计算机专业本科系列教材

微机系统与接口技术

主编 吴产乐

编著 吴产乐 朱怀东 金汉均 吕 慧
唐建雄 喻 钢 邱小燕 刘信磊

华中科技大学出版社
(华中理工大学出版社)

图书在版编目(CIP)数据

微机系统与接口技术/吴产乐 主编

武汉:华中科技大学出版社,2002年1月

ISBN 7-5609-2600-2

I. 微…

II. ①吴… ②朱… ③金… ④吕… ⑤唐… ⑥喻… ⑦邱… ⑧刘…

III. 微型计算机-接口技术

IV. TP36

微机系统与接口技术

吴产乐 主编

责任编辑:沈旭日

封面设计:刘 卉

责任校对:陈元玉

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社 武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

经 销:新华书店湖北发行所

录 排:华中科技大学出版社照排室

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:787×960 1/16

印张:25.5

字数:470 000

版次:2002年1月第1版

印次:2002年1月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5609-2600-2/TP·449

定价:29.00元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是根据教学改革的精神和教材建设的要求编写而成的。它以 32 位微处理器为核心、以最新的接口技术和微机外设为外围,系统介绍微机系统的组成原理和接口设计;既注重先进性与系统性,又保持完整性和兼容性。

本书共分 9 章,通过精选的图表和丰富的程序、实例,全面地讲述了 Intel 80486/Pentium 微处理器,半导体芯片、软盘、硬盘、磁带、光盘组成的内外存储器,计数器/定时器、中断控制器、DMA 控制器,并行接口、串行接口、用户交互接口、总线技术和流行的 16 位及 32 位微机系统。每章均附有思考题与练习题。

本书内容新颖、结构合理、分析深刻、数据可靠、重点突出、语言精炼,强调理论与实际、硬件和软件相结合。既可作为高等院校计算机科学与技术、信息安全及相关专业本科、大专学生的教材,也可供从事计算机系统、网络系统和信息系统工作的专业人士参考。

面向21世纪计算机教材出版指导委员会

- 主任** 陈火旺（中国科学院院士，国防科技大学教授、博士生导师）
沈绪榜（中国科学院院士，华中理工大学教授、博士生导师）
邹寿彬（华中理工大学副校长、教授、博士生导师）
- 委员** （以姓氏笔画为序）
王长胤（空军雷达学院教授、博士生导师）
韦 敏（华中理工大学出版社社长、副教授）
卢开澄（清华大学教授、博士生导师）
卢正鼎（华中理工大学教授、博士生导师）
张 峰（华中理工大学出版社总编辑、教授）
何炎祥（武汉大学教授、博士生导师）
苏锦祥（郑州大学教授、博士生导师）
- 秘书** 沈旭日（华中理工大学出版社副编审）

面向21世纪计算机专业本科系列教材编委会

- 主任** 何炎祥（武汉大学教授、博士生导师）
卢正鼎（华中理工大学教授、博士生导师）
- 委员** （以姓氏笔画为序）
卢炎生（华中理工大学教授、博士生导师）
肖德宝（华中师范大学教授、博士生导师）
陈 珉（武汉测绘科技大学教授）
张 峰（华中理工大学出版社总编辑、教授）
贺贵明（武汉水利电力大学教授、博士生导师）
姜新祺（华中理工大学出版社副总编辑、副编审）
熊前兴（武汉交通科技大学教授、博士生导师）
- 秘书** 沈旭日（华中理工大学出版社副编审）



总 序

自1946年世界上第一台电子数字计算机ENIAC诞生以来, 计算机硬件系统经过了电子管、晶体管、小规模集成电路和大规模集成电路等几个阶段, 正遵循着摩尔定律高速地发展: 1998年, 速度最快的个人PC微处理器是Intel 450MHz的Xeon, 1999年速度最快的已达800MHz; 1997年2.1GB的磁盘容量已经很不错了, 1999年则已突破10GB……软件方面, 无论是操作系统、数据库系统, 还是编程语言、应用软件, 更是频繁地更新换代, 令人眼花缭乱。

与此同时, 作为计算机与通信技术结合的产物——计算机网络得到了迅速发展, 特别是Internet技术的广泛应用, 使得计算机网络的规模越来越大, 网上主机数目一直保持每3年增长10倍的速率, Internet上的数据流量则保持着平均每半年就翻一番的增长速率, 信息网络已交叉纵横整个世界, 将偌大的世界连成了一个“地球村”。

计算机技术日新月异的进步, 对现有的计算机专业的教学模式提出了挑战, 同时也带来了前所未有的机遇。深化面向21世纪的教学改革, 寻求一条行之有效的途径, 培养跨世纪的高素质的科技人才, 已是当务之急。如果说教学内容、课程体系的改革是教学改革的重点和难点, 那么, 教材建设则是其不可或缺的重要组成部分。华中理工大学出版社敏锐地抓住了这一点, 在其倡议和组织下, 我们经过研究、讨论和对教学经验进行总结, 规划了这套“面向21世纪计算机教材”。为了满足各级各类学校人才培养的需要, 这套教材计划包括计算机专业类教材和非计

计算机专业类教材，从层次上则可划分为研究生层次、本科生层次、高职高专层次、中职中专层次、中小学层次等若干个子系列，将陆续分批出版。

当今世界，信息革命方兴未艾，知识经济已见端倪，教育观念正面临从注重以知识为主体向以能力为主体的转变。我们在对教材进行规划和评审时，尤其注重把提高学生素质、培养学生的应用能力和创新能力作为首要的评价标准，同时注意教材的特色和教学的实用性，反映最新的教学和科研成果，体现时代特征。

限于水平和经验，这批教材的编写、出版还存在不足，希望使用教材的学校、教师和学生以及其他读者积极提出批评意见，以便我们及时更新、修订，以满足读者要求。

面向21世纪计算机教材出版指导委员会主任

陈火旺（中国科学院院士，国防科技大学教授）

沈绪榜（中国科学院院士，华中理工大学教授）

邹寿彬（华中理工大学教授，副校长）

2000年2月10日

人们已普遍认识到：21世纪是信息时代，以计算机为核心的信息技术是21世纪科技发展的大趋势。那么，作为计算机专业人才培养基地的大学计算机专业，如何适应这种发展，培养出符合时代要求、具有创新能力的人才呢？这是近年来计算机教育界讨论的热门话题，也是我们长期思考并努力探索的课题。

教材是人才培养的基础。在华中理工大学出版社的倡议和委托下，我们自1998年下半年起就开始讨论、筹划编写一套适应21世纪人才培养需要的计算机本科专业系列教材。在此基础上，我们组织了武汉大学、华中理工大学、华中师范大学、武汉测绘科技大学、武汉水利电力大学、武汉交通科技大学等院校的部分教师共同编写了这套“面向21世纪计算机系列教材”，以期总结我们在教学内容和课程体系改革方面的体会和做法，在适应21世纪的教材建设方面作出自己的努力。

值得欣慰的是，在教材的编写过程中，全国计算机专业教学指导委员会、中国计算机学会教育委员会联合推出了“计算机学科教学计划2000”（简称“2000教程”），这就更增强了我们编好这套教材的信心。在编写过程中，我们吸收了其中与我们内容相异的新内容。因此，也完全可以说，这套教材是与“2000教程”完全配套的教材。

我们这套系列教材的编写计划分为两个阶段：第一阶段，在2000年内出版“2000教程”中所涉及的所有专业课和部分专业基础课教材；第二阶段，在2000年以后出版与这套教材相配套的实践课和实验课教材，以及教学辅导书。

我们希冀这套教材具有以下特点：

1. 基础性和先进性相结合。与其他学科相比，计算机学科的一个显著特点就是知识内容更新更快，这对教学内容的选取、课程知识结构的构建提出了挑战。基于大学教育应努力实现知识、能力、素质三者辩证统一的目标，我们把编写的重点放在基础知识、基本技能和基本方法上，希望提高学生的理论素养和分析问题、解决问题的能力；与此同时，注重介绍最新的技术和方法，以拓展学生的知识面，激发他们学习的积极性和创新意识。

2. 理论性与应用性相结合。理论是规律的表现形式，良好的理论素养是应用的前提，而掌握理论的目的就是应用。在教材的编写过程中，我们注意了理论的系统性，在讲深讲透主要知识的基础上，各门课程知识点的选取做到尽量广一些；融理论性和应用性于一体，在阐述理论的同时，尤其注意理论方法的讲授，以培养学

生应用理论和技术的能力。此外，精心设计了比较多的习题，以加强应用能力和创造能力的培养。

3. 时代性和实用性相结合。力求精简旧的知识点，增加新的知识点，使整个知识建立在“高”、“新”平台上，体现教材的时代特征。但是，并不片面追求“高”、“新”，而是实事求是地充分考虑一般高校目前所拥有的教学设备、师资条件，注重教材的实用性。我们以为，教材建设不可能毕其功于一役，而必须根据学科的发展和客观环境以及条件的变化不断努力和改进。需要说明的是，与“2000教程”相比，我们根据人的认识规律和教学安排的需要，将有些课程进行了划分或合并，以便于教师根据需要灵活安排。

4. 科学性与通俗性相结合。概念原理、新技术的阐述力求准确、精练；写作风格上尽量通俗易懂、深入浅出、图文并茂，增加可读性，便于学生自学。

如果说科学技术快速发展是21世纪的一个重要特征的话，那么，教学改革将是21世纪教育工作永恒的主题，是需要不断探索的课题。我们要达到以上目标，还需要不断地努力实践和完善。欢迎使用这套教材的教师、学生和其他读者提出宝贵意见。

最后，衷心感谢参加这套教材编写的所有作者所贡献的成果和辛勤的汗水，对为这套教材的编写提供支持的有关学校、院系的领导和老师表示诚挚的谢忱！感谢华中理工大学出版社为本系列教材的出版所付出的艰辛和努力！

面向21世纪计算机专业本科系列教材编委会主任

何炎祥 （武汉大学教授）

卢正鼎 （华中理工大学教授）

1999年11月20日

前 言

微处理器日新月异的发展推动着微机系统、接口技术、网络与通信、软件以至整个信息技术的进步,也对现行的课程教学体系和人才培养模式提出了新的挑战。面向 21 世纪的计算机专业课程体系、教学内容、教学手段必须进行系统的改革,改革的主要内容之一是教材建设。

“微机系统与接口技术”是计算机科学与技术专业和信息安全专业本、专科学生必修的一门专业课,它是从原先开设的“微机原理及应用”、“微机接口技术”等课程发展综合而成。本课程的主要目的是使学生了解微处理器、内外存储器、各种控制器和输入/输出接口芯片的体系结构、工作原理和发展趋势,掌握组成微机系统的各种硬件、软件接口技术,学会分析和设计各种现代微机系统,为进一步学习和研究计算机网络和分布式系统、大规模并行处理系统、计算机集群系统等打下坚实的基础。

本书是根据课程的教学目的和教材建设的要求编写而成的。它以 32 位微处理器为核心、以世纪之交的接口技术和微机外设为外围,介绍微机系统的组成原理和接口设计。它的特点是既强调先进性与系统性,又保持完整性和兼容性,注重实用性和对学生的能力培养。

本书作者们长期从事计算机系统结构、微机与接口、网络多媒体技术等领域的教学和科研工作,在跟踪、分析、综合了大量的 Intel 等公司产品技术说明、国内外参考文献和历年来教学与科研资料的基础上,编写完成了此书。全书共分 9 章,各章附有思考题和练习题,书末附有主要参考文献。第 1 章是全书的概论。第 2 章是全书的重点,详细讲述了 32 位微处理器 Intel 80486 和 Pentium 的内部结构、寄存器组、指令系统、工作方式、中断与异常、存储管理、多任务与多处理、Cache、引脚功能和总线操作。第 3、8 章分别讲述内外存储器,涉及半导体、软盘、硬盘、磁带和光盘存储器及与主机接口。第 4 章讲述计数/定时、并行和串行接口芯片。第 5 章讲述微机与外设进行数据交换的中断、DMA 的方式和控制器。第 6 章讲述总线技术及微机常用系统总线、局部总线、外设总线和通信总线。第 7 章讲述了键盘、打印、显示等用户交互接口。第 9 章举例讲述了流行的 16 位和 32 位微机系统。

本书第 1 章由朱怀东、吕慧编写,第 3、5 章由朱怀东编写,第 2 章由吴产乐、喻钢编写,第 4 章由唐建雄编写,第 6 章由金汉均编写,第 7 章由吴产乐、邱小燕、刘信磊编写,第 8 章由吕慧编写,第 9 章由吴产乐、金汉均编写。全书由吴产乐主编,负责统

稿、修改和审定。武汉大学计算机科学与技术系研究生段上为、赫江华、周一勤、韦峰、代建华、柳海宁、谭咏茂、徐崑及吴梦晓同学为本书的编写和出版做过许多技术性和事务性工作。在本书编写过程中得到武汉大学、华中师范大学和武汉理工大学计算机学院(系)领导和同事的关心及帮助,得到了华中科技大学出版社领导和有关编辑的支持及指导,在此一并表示衷心感谢。

由于微机系统与接口技术所涉及的知识更新快、内容很丰富,而作者水平有限,书中的缺点、错误和疏漏之处,殷切希望广大师生和专家学者批评指正,以便改进我们的教材建设和教学工作。

吴产乐

2001年8月于武昌珞珈山·武汉大学

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 微计算机系统组成	(1)
1.2 典型微处理器简介	(2)
1.2.1 8 位微处理器	(3)
1.2.2 16 位微处理器	(5)
1.2.3 32 位微处理器	(9)
1.2.4 64 位微处理器	(19)
1.3 微机接口技术	(20)
1.3.1 微机接口的类型	(21)
1.3.2 微机接口的基本功能	(22)
1.4 小结	(23)
思考题与练习题一	(23)
第 2 章 微处理器	(25)
2.1 内部结构	(25)
2.1.1 80486 的内部结构	(25)
2.1.2 Pentium 的内部结构	(27)
2.2 寄存器组	(30)
2.2.1 通用寄存器	(30)
2.2.2 段寄存器和描述符寄存器	(31)
2.2.3 指令计数器	(31)
2.2.4 标志寄存器	(31)
2.2.5 控制寄存器	(33)
2.2.6 系统地址寄存器	(36)
2.2.7 调试寄存器	(36)
2.2.8 测试寄存器	(38)
2.2.9 模型专用寄存器	(39)

2.3	指令系统	(39)
2.3.1	指令格式	(40)
2.3.2	数据类型	(40)
2.3.3	寻址方式	(41)
2.3.4	数据传送指令	(44)
2.3.5	算术运算指令	(47)
2.3.6	逻辑操作指令	(49)
2.3.7	处理器控制指令	(51)
2.3.8	控制转移指令	(52)
2.3.9	串操作指令和重复前缀	(55)
2.3.10	系统控制指令	(56)
2.3.11	类高级语言指令	(57)
2.3.12	Cache 管理指令	(58)
2.4	工作模式	(59)
2.4.1	实地址模式	(59)
2.4.2	保护模式	(62)
2.4.3	虚拟 8086 模式	(72)
2.4.4	工作模式的转换	(73)
2.5	中断与异常	(74)
2.5.1	中断与异常的类型	(75)
2.5.2	中断向量与中断描述符表	(75)
2.5.3	中断和异常的处理过程	(76)
2.5.4	实模式下的中断和异常	(77)
2.5.5	保护模式下的中断和异常	(79)
2.5.6	虚拟 8086 模式下的中断和异常	(82)
2.6	存储管理	(83)
2.6.1	实模式存储管理	(83)
2.6.2	保护模式存储管理	(84)
2.6.3	虚拟 8086 模式存储管理	(89)
2.7	多任务与多处理	(90)
2.7.1	任务状态段 TSS	(90)
2.7.2	TSS 描述符、任务门和任务寄存器	(92)
2.7.3	任务转换	(93)
2.7.4	32 位微处理器的多处理	(94)
2.8	高速缓存	(97)
2.8.1	Cache 的工作原理	(97)

2.8.2	80486 内部 Cache 的结构	(98)
2.8.3	80486 内部 Cache 的操作	(99)
2.8.4	80486 页级 Cache 管理	(100)
2.8.5	Pentium 的 Cache	(100)
2.9	引脚和功能	(102)
2.9.1	80486 的引脚和功能	(102)
2.9.2	Pentium 的引脚与功能	(105)
2.10	总线周期	(109)
2.10.1	80486 的总线周期	(109)
2.10.2	Pentium 的总线周期	(115)
2.11	小结	(119)
	思考题与练习题二	(120)
第 3 章	内存储器	(124)
3.1	半导体存储器	(125)
3.1.1	只读存储器(ROM)	(125)
3.1.2	静态读/写存储器 SRAM	(128)
3.1.3	动态读/写存储器 DRAM	(131)
3.1.4	新型 RAM 技术	(135)
3.1.5	闪存	(136)
3.1.6	半导体存储器的性能指标	(139)
3.1.7	半导体存储器芯片的组成	(139)
3.2	存储器地址空间的硬件组织	(140)
3.2.1	16 位微处理器中存储器地址空间的硬件组织	(140)
3.2.2	32 位微处理器中存储器地址空间的硬件组织	(141)
3.3	PC/XT 存储器子系统	(143)
3.3.1	$\overline{RAS}$ 和 $\overline{CAS}$ 生成电路	(143)
3.3.2	RAM 电路	(146)
3.3.3	奇偶校验电路	(149)
3.4	奔腾机存储器子系统	(150)
3.4.1	DRAM 存储阵列	(151)
3.4.2	$\overline{RAS}/\overline{CAS}$ 地址多路转换电路	(151)
3.4.3	数据总线收发器电路	(152)
3.4.4	控制逻辑电路	(152)
3.5	小结	(153)
	思考题与练习题三	(153)

第 4 章 输入与输出(I/O)接口	(155)
4.1 I/O 接口基础	(155)
4.1.1 I/O 接口的功能和结构	(155)
4.1.2 I/O 接口的端口编址方式	(156)
4.2 可编程间隔定时器(PIT)82C54	(158)
4.2.1 82C54 的功能和结构	(159)
4.2.2 82C54 的控制字	(161)
4.2.3 82C54 的工作方式	(162)
4.2.4 可编程定时器/计数器的应用	(167)
4.3 可编程外围接口(PPI)82C55A	(170)
4.3.1 82C55A 的功能和内部结构	(170)
4.3.2 82C55A 的控制字及工作方式	(172)
4.3.3 82C55A 的应用举例	(177)
4.4 通用异步收发器(UART)8250/16450	(179)
4.4.1 串行通信概述	(179)
4.4.2 RS-232 串行接口标准	(184)
4.4.3 8250/16450 的结构及功能	(189)
4.4.4 8250/16450 的编程	(196)
4.4.5 微机系统中的异步通信适配器	(200)
4.4.6 Intel 8251 系列串行接口芯片的比较	(201)
4.5 小结	(202)
思考题与练习题四	(203)
第 5 章 微机与外设的数据交换	(204)
5.1 微机与外设的数据交换方式	(204)
5.1.1 查询方式	(204)
5.1.2 中断方式	(204)
5.1.3 DMA 方式	(205)
5.1.4 通道方式	(206)
5.2 8259/82C59 中断控制器(PIC)	(207)
5.2.1 8259A 的结构	(207)
5.2.2 8259A 的编程	(209)
5.2.3 8259A 的级联	(215)
5.2.4 8259A 的应用	(217)
5.3 8237/82C37 DMA 控制器(DMAC)	(219)

5.3.1	8237 的结构	(219)
5.3.2	8237 内部寄存器和编程	(223)
5.3.3	8237 的工作流程和时序	(227)
5.3.4	PC 系列机中的 DMA 控制系统	(229)
5.3.5	典型 DMAC 芯片比较	(233)
5.4	多功能 I/O 接口芯片 82380	(234)
5.4.1	DMA 控制器	(234)
5.4.2	可编程中断控制器	(237)
5.4.3	可编程定时/计数器	(238)
5.4.4	82380 与 80386 的连接	(239)
5.5	小结	(241)
	思考题与练习题五	(241)

第 6 章 总线技术

(242)

6.1	总线技术概述	(242)
6.1.1	总线分类	(242)
6.1.2	总线规范和数据传输方式	(243)
6.1.3	总线技术的发展趋势	(246)
6.2	系统总线	(246)
6.2.1	IBM PC 总线	(246)
6.2.2	ISA 总线	(248)
6.2.3	MCA 总线	(249)
6.2.4	EISA 总线	(252)
6.2.5	STD 总线	(254)
6.2.6	PCMCIA 总线	(258)
6.3	局部总线	(260)
6.3.1	VL 总线	(261)
6.3.2	PCI 总线	(262)
6.4	外设总线	(265)
6.4.1	USB 总线	(265)
6.4.2	IEEE1394(FireWire)总线	(267)
6.5	通信总线	(268)
6.5.1	RS-232 总线	(268)
6.5.2	IEEE 488 总线	(268)
6.6	小结	(271)
	思考题与练习题六	(271)

第 7 章 用户交互接口	(272)
7.1 键盘接口	(272)
7.1.1 标准键盘及其接口	(273)
7.1.2 扩展键盘及其接口	(276)
7.2 打印机接口	(278)
7.3 显示器接口	(281)
7.3.1 CRT 控制器	(281)
7.3.2 显示方式和显示标准	(285)
7.3.3 CGA 工作原理与编程	(289)
7.3.4 EGA/VGA 工作原理	(296)
7.3.5 EGA/VGA 编程	(297)
7.3.6 显示器编程的各种层次	(310)
7.4 小结	(311)
思考题与练习题七	(312)
第 8 章 外存储器	(313)
8.1 数据磁记录方式和编码技术	(313)
8.1.1 数据磁记录方式	(313)
8.1.2 数据磁记录编码技术	(313)
8.2 外存储器接口标准	(318)
8.2.1 ST506/412 接口	(319)
8.2.2 ESDI 接口	(320)
8.2.3 EIDE 接口	(321)
8.2.4 SCSI 接口	(324)
8.3 软盘存储器	(327)
8.3.1 软盘驱动器	(327)
8.3.2 软盘控制器	(328)
8.3.3 光磁软盘(Floptical)	(332)
8.3.4 软盘存储技术的进步	(333)
8.4 硬盘存储器	(334)
8.4.1 硬盘驱动器	(334)
8.4.2 硬盘控制器	(335)
8.4.3 硬盘存储技术的发展	(336)
8.4.4 磁盘阵列技术	(338)
8.5 磁带存储器	(343)

8.5.1 磁带机工作原理	(343)
8.5.2 典型磁带机	(345)
8.6 光盘存储器	(346)
8.6.1 光存储技术的发展	(346)
8.6.2 光盘存储原理	(347)
8.6.3 CD-ROM 的规范	(351)
8.6.4 操作系统对 CD-ROM 的支持	(352)
8.6.5 DVD 技术	(353)
8.7 小结	(355)
思考题与练习题八	(356)
第 9 章 微计算机系统	(357)
9.1 IBM PC/XT 微机系统的基本组成	(357)
9.1.1 IBM PC/XT 系统板	(357)
9.1.2 IBM PC/XT 微机系统的基本配置	(359)
9.2 IBM PC/AT 微机系统的基本组成	(362)
9.2.1 IBM PC/AT 主板的结构	(362)
9.2.2 IBM PC/AT 对 PC/XT 的改进	(367)
9.3 80386 微机系统的基本组成	(368)
9.3.1 80386DX 微机的控制核心	(369)
9.3.2 82345 数据缓冲器	(371)
9.3.3 82346 系统控制器	(371)
9.3.4 82344 ISA 控制器	(375)
9.3.5 82341 高集成度外围组合	(377)
9.4 80386/80486 EISA 微机系统	(378)
9.5 Pentium 微机系统	(381)
9.6 小结	(383)
思考题与练习题九	(384)
主要参考文献	(385)