

高等学校教材

微型计算机原理 与接口技术

尹建华 张惠群 刘鲁源 刘迎澍 编著



高等教育出版社

高等学校教材

微型计算机原理与接口技术

尹建华 张惠群 编著
刘鲁源 刘迎澍



高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/尹建华等编著. —北京:
高等教育出版社, 2003.8 (2005 重印)

ISBN 7-04-012883-7

I.微... II.尹... III.①微型计算机-理论-高等学校-教材②微型计算机-接口设备-高等学校-教材 IV.TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 044863 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京中科印刷有限公司		
开 本	787×960 1/16	版 次	2003 年 8 月第 1 版
印 张	50.5	印 次	2005 年 8 月第 2 次印刷
字 数	950 000	定 价	55.00 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 12883-00

内 容 提 要

本书依据国家教委关于高等学校工科非计算机专业“微型计算机原理及应用”课程教学基本要求编写。以 IBM PC/XT 或 AT 机型为背景机,以 16 位微处理器为核心,追踪 Intel 主流系列高性能微机的技术发展方向,全面讲述微机系统的组成、工作原理、硬件接口技术和典型应用。在此基础上介绍 80386、80486 和 Pentium 等高性能微处理器芯片的功能特点。使学生系统掌握汇编语言程序设计基本方法和微机硬件接口技术,建立微机系统的整体概念,并且使之具有微机软件及硬件初步开发、设计的能力。

全书共 11 章,主要内容有:微型计算机基础知识、80X86 微处理器、微型计算机指令系统、汇编语言程序设计、存储器及其与 CPU 的接口、输入输出接口及中断技术、总线技术、可编程并行接口芯片及其应用、串行通信接口及总线标准、模拟接口技术及常用外设和人机交互接口。

本书可作为高等学校工科非计算机专业本科生微型计算机原理及应用课程的教材,也可供从事微机硬件及软件设计工作的技术人员参考。

前 言

当前,微型计算机技术的发展日新月异,新技术、新机型层出不穷。为适应当前高新技术的发展,培养工科高素质、具有创新能力、面向 21 世纪的专门人才,教材和教学内容必须适应形势的发展,进行必要的调整、充实和提高。

本书依据国家教委关于高等学校工科非计算机专业“微型计算机原理及应用”课程教学基本要求,参照原国家教委对“微型计算机原理和接口技术”课程的指示精神而编写。可作为高等学校工科非计算机专业本科生微型计算机原理及应用课程的教材,也可供从事微机硬件及软件设计工作的技术人员参考。

“微型计算机原理与接口技术”课程是非计算机专业的技术基础课,是非计算机机电类专业硬件技术的主干课程。尽管当前计算机技术飞速发展,新机型、新技术不断涌现,考虑到非计算机专业学时的限制和本门课程的定位,而且学生学习掌握计算机的工作原理需要一个由浅入深、循序渐进的过程,本教材仍然以 IBM PC / XT 或 AT 机型为背景机,以 16 位微处理器为核心,追踪 Intel 主流系列高性能微机的技术发展方向,全面讲述微机系统的组成、工作原理、硬件接口技术和典型应用。在此基础上,介绍 80386、80486 和 Pentium 等高性能微处理器芯片的功能特点,使学生系统掌握汇编语言程序设计基本方法和微机硬件接口技术,建立微机系统的整体概念,并且具有微机软件及硬件初步开发、设计的能力。

本教材作为高等学校非计算机专业硬件技术基础教程,总结了编者十几年的教学实践经验,并且融入了编者多年的科研成果。在内容安排上,注重系统性、实用性和先进性。本教材的主要特点是:

1. 书中以适当的篇幅介绍了微机发展过程中出现的新技术。例如,第 2 章中介绍了新型主流微处理器 Pentium 到 Pentium IV 的性能、结构及技术指标;在第 7 章总线技术中,介绍了当前主流总线标准 PCI、USB 等,并且介绍了在工业测控领域中广泛应用的嵌入式计算机 PC / 104 总线,工业网络中的现场总线技术等。在有关章节讲述了计算机网络的基础知识,介绍了高速缓冲器存储器 (Cache)、虚拟存储技术及虚拟仪表技术的概念及原理等。

2. 引用 C 语言作为硬件接口的控制程序。由于微机的运行速度迅速提高,高级语言在工业实时控制和测量中的应用越来越广泛,在掌握汇编语言程序基本设计方法的基础上,讲述了高级语言 (C 语言) 与汇编语言程序软件接口的方

法,并例举介绍了高级语言控制硬件的驱动程序及其在工业现场的应用,以例题的形式贯穿于硬件技术有关章节始终。

3. 在内容的取舍方面,着重从非计算机专业的特点出发,叙述力求深入浅出,适用实用,系统与原理并重。考虑到学生的知识水平,采用浅显、清晰、循序渐进的描述方法,既有利于教师组织课程教学、实验教学,又便于学生自学。结合非计算机专业的特点,为了培养学生的工程思维能力,偏重于微机的工程实际应用及外围信号的处理,书中例举了大量的微机专用系统的典型应用例题,并就设计原理和方法作了详细的注释说明,这些内容不一定全部在课上讲授,可由学生自学,以期提高学生学习的积极性和主动性。

4. 为适应现代化的教学手段——多媒体教学的需要,本教材配备了“微型计算机系统原理多媒体 CAI 课件”。该课件是我们多年教学经验的总结,其中引入了多媒体技术,利用声音、图像、文档及动画等手段,使教学更加生动、直观、形象,加大授课时空信息量,提高了教学效果及效率,激发了学生的学习主动性和积极性。我校在五届学生的微机原理教学中,使用本课件进行辅助教学,获得了很好的效果。

本书共 11 章,其中第 1、2、3 章由张惠群编写,第 5 章由刘鲁源编写,第 10 章由刘迎澍编写,尹建华编写了第 4、6、7、8、9、11 章并负责全书的统稿。魏秀芬等同志在程序调试、绘图、文字处理等方面做了大量工作。

对本书的疏漏和不足,敬请专家和读者批评指正,不吝指教。

编者

2002 年 12 月于天津

目 录

第 1 章 微型计算机基础知识	1
1.1 微型计算机的发展及应用概述	1
1.1.1 微型计算机发展概况	2
1.1.2 微型计算机的应用	8
1.2 微型计算机的运算基础	10
1.2.1 无符号数的表示方法	10
1.2.2 有符号数的表示方法	17
1.2.3 数的定点表示与浮点表示	28
1.2.4 计算机中的二进制信息编码	31
1.3 微型计算机系统的组成	36
1.3.1 微型计算机系统的组成	36
1.3.2 微型计算机的分类	42
1.4 微处理器的内部结构及微机的工作过程	44
1.4.1 典型微处理器的内部结构	44
1.4.2 存储器的内部结构及读 / 写操作	46
1.4.3 微型计算机的工作过程	48
1.5 微型计算机的主要性能指标及典型配置	53
1.5.1 微型计算机的主要性能指标	53
1.5.2 微型计算机硬件系统的典型配置	55
习题	61
第 2 章 80X86 微处理器	63
2.1 8086 / 8088 微处理器的编程结构	63
2.1.1 8086 / 8088 微处理器的内部编程结构	63
2.1.2 8086 / 8088 的内部寄存器	66
2.2 8086 / 8088 的引脚信号与工作模式	70
2.2.1 8086 / 8088 的引脚信号	70
2.2.2 8086 / 8088 的工作模式	72
2.3 8086 / 8088 的总线操作时序	79
2.3.1 指令周期与总线周期	79
2.3.2 总线读操作时序	81

2.3.3 总线写操作时序	83
2.4 8086 / 8088 存储器的组织与管理	85
2.4.1 8086 / 8088 存储器的组织	85
2.4.2 存储器的分段管理	87
2.5 IBM PC / XT 微型计算机系统的基本配置	89
2.5.1 8086 / 8088 的协处理器	89
2.5.2 IBM PC / XT 微型计算机系统的基本配置	96
2.6 从 80286 到 Pentium 系列微处理器的发展过程	98
2.6.1 Intel 80286 微处理器的基本结构	98
2.6.2 Intel 80386 微处理器的基本结构	101
2.6.3 Intel 80486 微处理器的基本结构	105
2.6.4 Intel Pentium 微处理器	108
2.6.5 Intel Pentium Pro 微处理器	111
2.6.6 Intel Pentium MMX 微处理器	112
2.6.7 Intel Pentium II 微处理器	112
2.6.8 Intel Pentium III 微处理器	114
2.6.9 Pentium IV (PIV 或 P4) 微处理器简介	116
2.6.10 新一代微处理器——Itanium (安腾)	117
习题	118
 第 3 章 微型计算机指令系统	 120
3.1 指令的构成与操作数的类型	120
3.1.1 指令构成	120
3.1.2 8086 / 8088 的通用指令格式	121
3.1.3 操作数的类型	123
3.2 寻址方式	126
3.2.1 立即寻址 (Immediate Addressing)	126
3.2.2 寄存器寻址 (Register Addressing)	127
3.2.3 直接寻址 (Direct Addressing)	127
3.2.4 寄存器间接寻址 (Register Indirect Addressing)	129
3.2.5 变址寻址 (Indexed Addressing)	130
3.2.6 基址寻址 (Based Addressing)	131
3.2.7 基址、变址寻址方式 (Based Indexed Addressing)	132
3.2.8 隐含寻址	133
3.3 8086 / 8088 指令系统	134
3.3.1 数据传送指令 (Data Transfer)	134
3.3.2 算术运算指令 (Arithmetic)	147
3.3.3 逻辑运算与移位指令	166

3.3.4 串操作指令(String Manipulation)	175
3.3.5 控制转移指令(Control Transfer)	182
3.3.6 中断指令	197
3.3.7 处理器控制指令	199
3.4 80286、80386 扩充与增加的指令	202
3.4.1 80286 扩充与增加的指令	202
3.4.2 80386 扩充与增加的指令	207
3.4.3 80486 扩充的指令	212
3.4.4 Pentium 扩充的指令	213
习题	213
第4章 汇编语言程序设计	219
4.1 概述	219
4.1.1 机器语言(Machine Language)	219
4.1.2 汇编语言(Assembly Language)	220
4.1.3 高级语言(High level Language)	221
4.1.4 宏汇编程序及上机过程简介	221
4.2 汇编语言源程序的格式与基本语法	222
4.2.1 汇编语言源程序的分段结构	223
4.2.2 汇编语言语句类型与格式	225
4.3 伪操作命令与宏指令	237
4.3.1 数据定义与存储器分配伪指令	238
4.3.2 符号定义伪指令	241
4.3.3 程序模块定义伪指令	243
4.3.4 过程定义伪指令 PROC/ENDP	250
4.3.5 宏指令语句	252
4.3.6 模块连接伪指令	255
4.3.7 列表伪指令	256
4.4 DOS 与 BIOS 的调用	257
4.4.1 概述	257
4.4.2 DOS 系统功能调用	258
4.4.3 ROMBIOS 中断调用	262
4.5 汇编语言程序设计	265
4.5.1 汇编语言源程序的框架结构	266
4.5.2 程序设计基本步骤	270
4.5.3 汇编语言程序设计应注意的问题	270
4.5.4 程序的基本结构与基本程序设计	271
4.5.5 高级语言与汇编语言的混合编程	299

习题	305
第 5 章 存储器及其与 CPU 的接口	311
5.1 半导体存储器的分类	311
5.1.1 半导体存储器的分类	312
5.1.2 半导体存储器的主要技术指标	316
5.2 随机读 / 写存储器	317
5.2.1 静态读写存储器 SRAM	317
5.2.2 动态读写存储器 DRAM	325
5.3 只读存储器 ROM	333
5.3.1 掩膜 ROM	333
5.3.2 可擦除可编程只读存储器 EPROM	334
5.3.3 电可擦除可编程只读存储器 EEPROM(E ² PROM)	341
5.4 存储器与 CPU 接口的基本技术	350
5.4.1 接口连接应注意的问题	350
5.4.2 CPU 与存储器的连接	353
5.5 存储器的管理	371
5.5.1 IBM PC / XT / AT 存储空间的分配	371
5.5.2 扩展存储器的管理	372
5.5.3 存储器的管理	376
5.6 高速缓冲存储器	378
5.6.1 工作原理	379
5.6.2 高速缓存与主存的存取一致性	379
5.7 外部存储器简介	381
5.7.1 磁盘	381
5.7.2 光盘	383
5.7.3 存储卡	385
习题	386
第 6 章 输入输出接口及中断技术	388
6.1 输入输出接口概述	388
6.1.1 I/O 接口电路的必要性及功能	388
6.1.2 I/O 的信息组成及接口模型	390
6.1.3 I/O 端口的编址方式及端口地址	392
6.2 PC 系列微机 I/O 端口和 I/O 端口地址译码	394
6.2.1 PC 系列微机 I/O 端口的地址分配	394
6.2.2 I/O 端口地址译码	396
6.3 CPU 与外设之间数据传送的控制方式	401

6.3.1	简单输入/输出接口芯片	401
6.3.2	程序直接控制传送方式	402
6.3.3	程序中断传送方式	409
6.3.4	直接存储器存取方式 DMA	412
6.4	中断技术	414
6.4.1	中断的基本概念	414
6.4.2	8086/8088 中断系统和中断处理	421
6.4.3	中断向量和中断向量表	429
6.4.4	中断响应的过程	432
6.4.5	中断处理程序编制的原则和基本结构	435
6.5	可编程中断控制器 8259A	443
6.5.1	8259A 中断控制器的编程结构	444
6.5.2	引脚功能	446
6.5.3	中断优先级的管理	448
6.5.4	8259A 的寄存器编程	452
6.5.5	8259A 的级联	462
习题		464
 第7章 总线技术		465
7.1	概述	465
7.1.1	总线标准	466
7.1.2	总线的分类	468
7.1.3	总线数据传输通信协定	470
7.2	IBM PC/XT 和 PC/AT 的系统总线	475
7.2.1	IBM PC/XT 总线	475
7.2.2	ISA 总线(PC/AT 总线,工业总线标准)	478
7.3	PC 机的其他系统总线	484
7.3.1	MCA 总线	484
7.3.2	EISA 总线	485
7.3.3	VL 总线(VESA 局部总线)	485
7.3.4	PCI 局部总线	486
7.3.5	STD 总线	492
7.3.6	PC/104 总线	493
7.4	通信总线	494
7.4.1	IEEE 488 总线	495
7.4.2	VXI 总线	499
7.4.3	IDE 总线	501
7.4.4	SCSI 总线	503

7.4.5 RS-232C 串行通信总线	507
7.4.6 USB 总线与 IEEE 1394	507
7.4.7 现场总线简介(Fieldbus)	514
习题	518
 第 8 章 可编程并行接口芯片及其应用	 520
8.1 可编程接口芯片的基本概念	520
8.1.1 可编程接口芯片的基本概念	520
8.1.2 接口通信方式	521
8.2 计数/定时器 8253/8254	521
8.2.1 可编程定时器/计数器 8253 功能概述	522
8.2.2 8253 的内部结构和引脚功能	523
8.2.3 8253 的编程命令	528
8.2.4 8253 的工作方式	531
8.2.5 8254 计数器/定时器	539
8.2.6 8253 的应用	541
8.3 可编程并行接口 8255A	548
8.3.1 8255A 基本功能概述	548
8.3.2 8255A 内部结构及引脚信号	549
8.3.3 8255A 的控制字	552
8.3.4 8255A 的三种工作方式及操作时序	555
8.3.5 8255A 应用举例	562
8.4 DMA 技术及可编程 DMA 控制器 8237	572
8.4.1 DMA 的工作过程	572
8.4.2 8237A DMA 控制器	574
8.4.3 8237A 在 IBM PC 系统机中的应用	590
8.4.4 PC 系列微型机的 DMA 通道构成及用户接口	599
习题	603
 第 9 章 串行通信接口及总线标准	 607
9.1 串行通信的基本概念	607
9.1.1 并行通信与串行通信	607
9.1.2 两种串行通信方式	608
9.1.3 串行通信的连接方式	614
9.1.4 调制解调器 MODEM	614
9.1.5 串行通信的校验方法	616
9.1.6 串行通信的实现方法	620
9.2 串行通信的物理标准	621

9.2.1 EIA RS-232C 串行接口标准	622
9.2.2 EIA RS-423A 总线、RS-422A 总线、RS-485A 总线	627
9.3 可编程串行通信接口芯片 INS8250	632
9.3.1 INS8250 主要功能简介	633
9.3.2 8250 的内部结构及工作原理	634
9.3.3 8250 的引脚功能	637
9.3.4 8250 内部寄存器和控制字及状态字	640
9.3.5 8250 的初始化编程	649
9.3.6 8250 应用举例	653
9.4 PC 系列微机的异步串行通信适配器及其编程	657
9.4.1 异步通信适配器的硬件逻辑	657
9.4.2 PC 系列微机串行接口的编程	659
习题	668

第 10 章 模拟接口技术

10.1 模拟通道概述	670
10.1.1 模拟量输入通道的组成	671
10.1.2 模拟量输出通道的组成	672
10.2 数/模(D/A)转换器	673
10.2.1 D/A 转换器的工作原理	673
10.2.2 D/A 转换器的主要技术指标	677
10.2.3 典型的 D/A 转换器	679
10.2.4 D/A 转换器与 CPU 的接口	684
10.3 模/数(A/D)转换器	688
10.3.1 A/D 转换器的工作原理	688
10.3.2 A/D 转换器的主要技术指标	691
10.3.3 典型的 A/D 转换器	692
10.3.4 A/D 转换器与 CPU 的接口	699
10.4 多路转换器和采样保持器	715
10.4.1 几种常用的多路模拟开关器件	715
10.4.2 多路模拟开关的主要技术参数	717
10.4.3 采样保持器	718
10.5 数据采集系统举例	721
10.5.1 系统组成	721
10.5.2 工作原理与过程	723
习题	725

第 11 章 常用外设和人机交互接口

11.1 信息显示	726
11.1.1 LED 数码显示器及其接口	726
11.1.2 CRT 显示器	732
11.2 打印机接口	738
11.2.1 串行接口总线	738
11.2.2 并行接口总线	738
11.2.3 打印机适配器	740
11.3 常用输入设备接口	741
11.3.1 键盘	741
11.3.2 鼠标	752
11.3.3 图形板和画笔	754
11.4 光电隔离接口	755
11.4.1 光电隔离接口	755
11.4.2 光电隔离接口应用举例	757
习题	759
 附录	 761
附录 I MASM 伪操作命令表	761
附录 II A 8086 / 8088 指令系统主要符号说明	764
附录 II B 8086 / 8088 指令系统	765
附录 III A 常用 DOS 功能调用 (INT21H) 一览表	771
附录 III B ROM - BIOS 功能调用表	774
附录 III C IBM PC 键盘扫描码	780
附录 III D 字符扩充码	781
附录 III E 国标逻辑电路符号和国际流行逻辑电路符号对照表	781
 中英文对照索引	 782
 参考文献	 793

第1章 微型计算机基础知识

[内容提要] 本章对微型计算机的发展背景和它的系统组成进行概述,主要内容包括微型计算机的发展概况、计算机中的数制和编码、微型计算机的组成、典型的微处理器特点和微机的工作过程。

1.1 微型计算机的发展及应用概述

自1946年世界上第一台电子计算机问世以来,计算机科学与技术获得了高速发展。电子计算机的产生和发展是20世纪最重要的科技成果之一。到今天为止,电子计算机的发展已经历了由电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机到大规模集成电路、超大规模集成电路计算机的四代更替。未来的计算机将是半导体技术、光学技术和电子仿生技术相结合的产物。由于超导器件、集成光学器件、电子仿生器件和纳米技术的迅速发展,将出现超导计算机、光学计算机、纳米计算机、神经计算机和人工智能计算机等。新一代计算机将着眼于机器的智能化,使之具有逻辑推理、分析、判断和决策的功能。目前,已经有了第五代“非冯·诺伊曼”计算机和第六代“神经”计算机的研制计划。

计算机按其性能、价格和体积可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。微型机诞生于20世纪70年代,一方面是由于当时军事、工业自动化技术的发展,需要体积小、功耗低、可靠性好的微型计算机;另一方面,由于大规模(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)的迅速发展,可以在单片硅片上集成几千到几十万个晶体管,为微型机的产生打下了坚实的物质基础,引发了新的技术革命。微型计算机一经问世,就以不可阻挡的势头迅猛发展,成为当今计算机发展的一个主流方向。当前,微型计算机的应用已日益普及,深入到社会生活的各个领域,改变了人们传统的工作、学习和生活方式,成为信息时代的主要标志。

微型计算机的特点是:1. 集成度高,体积小,重量轻,价格低廉;2. 部件标准化,易于组装及维修;3. 高可靠性及适应性。

在计算机技术中,一般把计算机的核心部件——运算器和控制器——称为中央处理单元,简称CPU(Central Processing Unit)。微处理器是利用大规模集成

电路技术,把计算机中的运算器和控制器集成在一块硅片上的集成电路(包括多个内部寄存器),通常称为微处理器 MPU(MicroProcessor Unit)或 MP(Micro-Processor)。它是微型机的核心。

微型计算机简称 μC 或 MC(Micro Computer),它是由微处理器(CPU)、存储器、输入输出接口电路,通过总线(BUS)结构联系起来的。若配有相应的外围设备(如显示器、键盘、打印机等)和系统软件,就组成了微型计算机系统(Micro Computer System)。在工业控制、小型仪器仪表的检测中,可使用微型计算机、单板或单片计算机。而在数据处理中则必须使用较完备的微型计算机系统。

1.1.1 微型计算机发展概况

微型计算机是计算机的一个重要分支。1971年,世界上第一个微处理器芯片 4004 诞生于美国,该芯片字长 4 位,集成了约 2 300 个晶体管,每秒可进行 6 万次运算,成本约为 200 美元。以它为核心组成的 MCS-4 计算机是世界上第一台微型计算机。从那时起,短短 30 年的时间,微型计算机的发展已经历了四代。人们一般以字长和典型的微处理器芯片作为微型计算机各发展阶段的标志。

近 30 年来,微处理器和微型计算机获得了极快的发展,几乎每 2 年微处理器的集成度便翻一翻,2~4 年更新换代一次,现已进入第五代。

第一代微型计算机(1971~1973)——4 位和低档 8 位微处理器。1971 年由 Intel 公司首先研制成功 4 位 4004 微处理器,1972 年 Intel 公司推出低档 8 位的 8008 微处理器。其工艺为 PMOS,主频为 1 MHz,集成度为 2 000 个晶体管/片。软件主要使用机器语言及简单的汇编语言。

第二代微型计算机(1974~1977 年)——中高档 8 位微处理器。1974 年以后中档微处理器陆续诞生,有以 Intel 公司、Motorola 公司、Zilog 公司产品为代表的三大系列微处理器。1976 年又推出高档 8 位微处理器,典型产品为 Intel 8080、Intel 8085、MC6800、Z80,其工艺为 NMOS,主频为 2~4 MHz,集成度为 9 000 个晶体管/片,运算速度大大提高。软件除汇编语言外,也可使用高级语言,如 BASIC、FORTRAN、PASCAL 以及 PL/M 等。当时出现了具有磁盘操作系统的微型计算机,如以 MC6502 为 CPU 的苹果机。

第三代微型计算机(1978~1984 年)——16 位微处理器。由于超大规模集成电路工艺的成熟,一块硅片上可以容纳几万个晶体管。16Kb(bit)和 64Kb 半导体存储器也已推出,三大公司推出具有代表性的 16 位微处理器芯片,如 Intel 8086/8088、Zilog 的 Z8000 以及 Motorola 的 M68000。这些微处理器的时钟频率为 4~8 MHz,基本指令执行时间约为 $0.15\mu\text{s}$,字长为 16 位。其工艺为 HMOS, Intel 8086 CPU 的集成度达到 29 000 个晶体管,Z8000 为 17 500 个晶体管,

MC68000 为 68 000 个晶体管。软件也迅猛发展,具有丰富的指令系统,多级中断系统,还有功能较强的系统软件。为与原 8 位机相衔接,方便 8 位机用户,Intel 公司又推出了 8088 CPU,其指令系统完全与 8086 兼容,内部仍然为 16 位的功能结构,而外部数据总线是 8 位。IBM 公司以 8088 CPU 组成了微型机系统 IBM PC 和 IBM PC/XT,其中 XT(Expanded Technology)的意思为扩展。它扩充了前者的内存,并增加了一个硬磁盘驱动器,在其他方面二者并没有什么区别。IBM 公司采用新的策略——公布了该计算机的全部资料,使许多厂商为其研制配套的外设产品。由于其性能价格比好,迅速占领了国际市场。进一步,Intel 公司又推出性能优良的 80286 CPU 和协处理器 80287,其集成度达到 13.4 万晶体管/片。以此为基础,IBM 公司推出了 IBM PC/AT 计算机,其中 AT(Advanced Technology)的意思为增强。它进一步提高了 PC 机的总体性能。IBM PC/XT/AT 统称为 IBM PC 系列机。以上提到的 8088 微处理器芯片和个人计算机 IBM PC/XT 将是本书的主要介绍对象,此外,也涉及 8086、80286 微处理器和 IBM PC/AT 个人计算机。从此,微型机的应用逐渐普及开来,真正进入了个人计算机的时代。

第四代微型计算机(1985~1993 年)——32 位高档微处理器。Intel 公司首先推出了 32 位微处理器芯片 80386,它具有二种结构,即 80386SX 和 80386DX。80386SX 内部结构为 32 位,外部数据总线为 16 位,采用 80287 作为协处理器。80386DX 内部结构与外部数据总线皆为 32 位,采用 80387 作为协处理器。其集成度达到 27.5 万晶体管/片,每秒钟可完成 5 百万个指令(MIPS)。从这时起,微型计算机步入第四个发展阶段。1990 年,Intel 公司又研制出新一代 32 位微处理器芯片 80486,它将 80386、80387 及高速缓冲存储器集成在一块芯片上,时钟频率为 16~40 MHz,其集成度达到 120 万晶体管/片。

第五代微型计算机(1993 年至今)——64 位高档微处理器。1993 年,Intel 公司研制出新一代 64 位高档微处理器芯片奔腾(Pentium),其外部数据总线为 64 位,主频为 66 MHz、133 MHz、200 MHz,内部集成度达 300 万晶体管/片,速度达到 90MIPS。以它为 CPU 的微型机称为 586 机或奔腾计算机。IBM、APPLE、Motorola 几个公司合作生产的 PowerPC 芯片又是一种性能优异的 64 位微处理器芯片,以它为 CPU 的微型机叫 Macintosh。1995 年发布高能奔腾(Pentium Pro)芯片,集成度达到 550 万晶体管/片,内部还装进了 256KB/512KB 的高速缓存(Cache)电路,运行速度达到 300MIPS;1996 年 Intel 将 MMX(Multi Media extension)多媒体扩展技术用于 Pentium,发布多功能奔腾芯片(MMX Pentium);1997 年又将 MMX 多媒体技术用于 Pentium Pro,推出 Pentium II 芯片。在后来的改进中,AMD 公司又相继推出了性能更加优越的 AMD-K6-2 和 AMD-K6-3,Intel 公司很快推出 Pentium III 处理器。主频为 450~600 MHz 以上,并在此