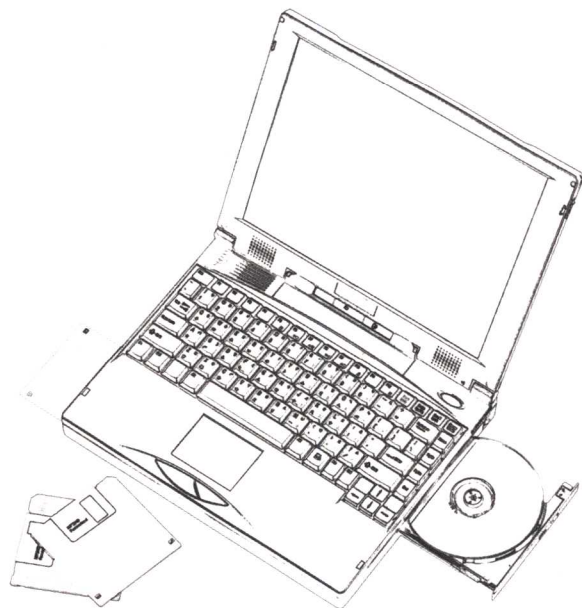




微机原理 与接口技术

(80386 ~ Pentium)

艾德才 林成春 等编著



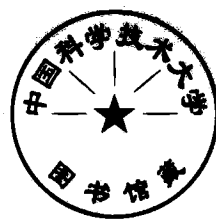
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校计算机科学与技术规划教材

微机原理与接口技术

(80386~Pentium)

艾德才 林成春 等编著



中国水利水电出版社

内 容 提 要

本教材是我国国内首本以 80386~Pentium 为平台的微机原理与接口技术的教材,其内容丰富、系统、新颖、完整,反映了当今微处理机领域的新技术、新潮流,是作者多年教学经验和智慧的体现。

本书反映了微处理机领域技术发展的最新水平与趋势,其内容充分体现了计算机硬件技术的知识性与先进性的统一。每章之后不仅配有习题,供学生自学自测之用,而且在每一章都增加了典型例题解析,既是本章内容的扩充和延伸,也为读者提供一种分析问题解决问题的方法和途径。

本书可作为高等院校电气信息类、机电类本科各专业的微机原理及接口技术、计算机硬件技术基础教学用书,也可作为普通高等院校计算机专业本科、专科各专业的微机原理及接口技术教学用书;本书还可作为全国计算机等级考试(三级 PC 技术)参考书及培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术 / 艾德才等编著. —北京:中国水利水电出版社, 2004
(21 世纪高等院校计算机科学与技术规划教材)

ISBN 7-5084-2135-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 076489 号

书 名	微机原理与接口技术 (80386~Pentium)
作 者	艾德才 林成春 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 25.5 印张 620 千字
版 次	2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	34.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

Intel 80386~Pentium 系列微机, 均称得上是各个时期 32 位微处理机的杰出代表。全世界几千万微机用户使用以 80386~Pentium 为平台的微机系统。微机知识是 IT 时代本科生必须具备的基本知识, 学习和掌握它是当今本科生的基本计算机素质的综合体现。

全书不仅包括有计算机的基本概念、基本知识, 更重要的是其内容与众不同, 本书反映了当今 32 位微处理机——80386~Pentium 的新设计、新技术、新思想和新潮流。

本书按先后顺序, 把各个时期最优秀的 32 位微处理机 80386、80486、Pentium 系统内的诸如 CPU、存储管理、Cache、浮点部件、总线等微机核心知识综合在一起, 将 32 位微机技术的发展、演变过程尽收书内, 形成一本体系完整、内容先进的微机系统原理与接口技术教程。它集基础性、知识性、系统性、先进性于一体。读者能把微处理机领域内的最先进思想和技术一览无余。

本书遵照教育部的要求, 教材内容紧跟时代, 把微机领域内的最新技术反映到我们的本科生课堂上来, 在作者多年教学实践的基础上编写而成, 时时处处注意到教材内容的知识性、先进性和系统性的特点。

知识性: 本书涵盖了目前世界上微机领域内最先进的技术知识, 包括分支转移预测技术, 超标量执行技术, 微机的流水线操作技术, 高速缓冲存储器技术, 分段存储管理技术, 分页存储管理技术, 浮点数据处理技术, 高速总线传输技术等。它们构成了各种高性能软件的载体。

先进性: 计算机技术飞速发展, 新技术层出不穷。本教材的教学内容描述的是世界上最新的微型计算机理念、技术和知识, 展示给学生的是目前微机领域里的顶尖技术及其实现过程, 以启迪学生的想象力、创造力。

系统性: 计算机本身就是一个由硬件和软件组成的庞大的复杂系统。其中包括有丰富的知识和先进的技术。目前绝大多数流行的系统软件和各种应用软件是以 Pentium 为平台开发出来的, 了解计算机软件的载体——硬件及其组成、工作原理、以及软件是怎样依附于硬件的, 从而达到对计算机系统(软件、硬件)基本知识的融会贯通。

本教材由 11 章组成:

第 1 章计算机基础知识: 描述了计算机的发展、组成、性能评测和数据表示。

第 2 章 80386 系统原理: 由此拉开了进入 32 位微机系统的帷幕, 例如 80386 寄存器、CPU 体系结构、80387 的体系结构、高速缓冲存储器 Cache 等部件是构成 80386 系统的核心, 是认知 32 位微机的基础, 是在 16 位微机基础上向 32 位微机认识上的一次飞跃。

第 3 章 80486 系统原理: 读者从中可以认识到 80486 是怎样在 80386 的基础上是如何继承下来、且又进一步发展成新一代 32 位微机的。从中领略到微机技术从“点滴”着手的发展过程。

第 4 章 Pentium 微处理机系统原理: 本章着重描述的是 Pentium 所采用的微机领域内

的新技术、以及我们欲了解的新知识,诸如 Pentium 各寄存器、Pentium CPU、流水线操作、分支预测技术、指令格式与寻址方式、存储管理、高速缓冲存储器 Cache 技术以及当今微机领域各项新技术在 Pentium 上的具体实现。

第 5 章中断:中断是反映现代计算机领域里的一项非常重要的技术。中断在 Pentium 上又是如何实现的,本章给予了详尽的描述。

第 6 章总线:总线技术已经成为计算机特别是微机系统内的一项核心技术。本章讲述了总线的概念、总线周期、数据传送机制等基本知识,以及目前在微机上常用的 ISA 总线和 EISA、VESA、PCI 总线等。

第 7 章输入/输出控制:输入/输出是人机信息交互的重要手段。本章把 I/O 寻址方式与 I/O 端口地址、程序控制 I/O 方式、中断控制 I/O 方式、DMA I/O 控制发生等有关输入/输出技术,进行了针对性的描述。

第 8 章外设接口:微机技术飞速发展,接口技术也是层出不穷。本章对目前流行的常用的串行接口、并行接口、SCSI 接口、通用串行总线 USB、FireWire 串行总线等作了相应描述,把接口技术尽收其中。

第 9 章外存储器:本章把诸如软盘存储器、硬盘存储器、活动硬盘、磁盘阵列、其他移动存储器、磁带存储、光盘存储器等外存储器一一进行了描述。

第 10 章 PC 机连网设备:本章把组建计算机网络的基本硬件设备、局域网、PC 机接入技术、利用公用电话网(PSTN)将 PC 机入网、综合业务数字网(ISDN)与 PC 机的接入、非对称数字用户专线(ADSL)与 PC 的接入、有线电视网、电缆调制解调器与 PC 机的接入、无线接入技术等进行了介绍。

第 11 章汇编语言程序设计:介绍了宏汇编的基本语法、伪指令、汇编语言程序设计及范例。

本教材的另一特色是:每章之后不仅配有习题,供学生自学自测之用,而且在每一章都增加了典型例题解析,既是本章内容的扩充和延伸,也为读者提供一种分析问题解决问题的方法和途径。

使用本教材授课次序不必拘泥于章次,可根据需要和授课习惯灵活安排。只要把核心知识学完,学生就可掌握目前微机领域内先进的知识和微机发展趋势,有的内容可选讲选学,这给教师和学生比较大的自由空间。

本教材由艾德才教授等多人编写,其中第 9、第 10 章由林成春教授编写,参加本书编写的还有刘捐献、胡敏、边佳、刘文丽、胡琳、车明、于健、刘桂芬、王桂月、刘桂风、秦鹏、郭青。艾德才教授审定了全部书稿。

出版本教材,是在计算机教育改革上进行的一次尝试,虽力图做好,但由于作者水平有限,难免有不足之处,殷切希望能得到广大同仁和读者的批评指正,尤其本书中出现的许多新技术新词汇,还有待读者、同仁不吝赐教,以便使本书的质量得到进一步提高。

编者

2004 年 3 月于天津大学

目 录

前言

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算机基础	1
1.1.1 计算机的发展	1
1.1.2 计算机的分类	7
1.1.3 计算机的组成与性能评测	8
1.2 数值信息在计算机内的表示	13
1.2.1 二进制	13
1.2.2 数值信息在计算机内的表示	15
1.3 文字信息与文本在计算机内的表示	17
1.3.1 西文字符的编码	17
1.3.2 汉字的编码	18
1.3.3 通用编码字符集	21
1.3.4 文本及超文本	22
1.4 典型例题解析	23
习题	24
第 2 章 80386 系统原理	26
2.1 80386 系统的核心	26
2.2 80386 的体系结构	27
2.2.1 寄存器组	27
2.2.2 80386 的 CPU	35
2.3 80387 的体系结构	42
2.3.1 微处理机/协处理器系统	42
2.3.2 系统性能	43
2.3.3 80387 外部特性	45
2.3.4 80387 内部结构	47
2.4 高速缓冲存储器	48
2.4.1 高速缓冲存储器 Cache	48
2.4.2 Cache 控制器	50
2.5 80386 系统的外围芯片组 82380	56
2.5.1 82380 体系结构	56
2.5.2 DMA 控制器	58
2.5.3 可编程中断控制器	59
2.5.4 可编程的区间计时器	60

2.5.5	DRAM 刷新控制器	60
2.5.6	等待状态发生器	61
2.5.7	CPU 复位	62
2.5.8	接口技术	63
2.6	典型例题解析	63
	习题	66
第 3 章	80486 系统原理	68
3.1	80486 的体系结构	68
3.1.1	寄存器组	68
3.1.2	80486 CPU 系统原理	72
3.1.3	80486 微体系结构	75
3.2	流水线操作	78
3.2.1	成组传送	79
3.2.2	流水线和性能	80
3.2.3	流水线操作	81
3.3	工作模式	85
3.3.1	实模式	86
3.3.2	保护模式	86
3.3.3	虚拟 8086 模式	86
3.3.4	操作模式间的转换	86
3.4	存储管理	87
3.4.1	分段存储管理	88
3.4.2	分页存储管理	98
3.5	典型例题解析	105
	习题	109
第 4 章	Pentium 微处理机系统原理	111
4.1	Pentium 的体系结构	111
4.1.1	寄存器组	111
4.1.2	Pentium 系统结构及工作原理	118
4.2	流水线操作	122
4.2.1	Pentium 整数流水线	122
4.2.2	Pentium 浮点流水线	122
4.2.3	指令流水线	123
4.2.4	分支转移预测技术	128
4.3	指令格式与寻址方式	132
4.3.1	指令格式	132
4.3.2	寻址方式	135

4.4 存储管理	141
4.4.1 存储器管理体系	141
4.4.2 分段存储管理	143
4.4.3 分页存储管理	152
4.4.4 分段与分页转换组合	158
4.5 高速缓冲存储器 Cache	160
4.5.1 Cache 存储器	160
4.5.2 Cache 配置方案	164
4.5.3 Cache 结构	169
4.5.4 Cache 替换算法与规则	170
4.5.5 二级 Cache	171
4.5.6 一致性协议	177
4.6 Pentium 微处理机操作模式	178
4.7 典型例题解析	179
习题	185
第 5 章 中断	187
5.1 中断的概念	187
5.1.1 概述	187
5.1.2 中断系统	188
5.2 异常和中断	189
5.2.1 中断源分类	189
5.2.2 中断控制器	191
5.2.3 异常和中断向量	191
5.2.4 指令的重新启动	192
5.3 允许和禁止中断	192
5.3.1 不可屏蔽中断对未来的不可屏蔽中断的屏蔽	193
5.3.2 IF 屏蔽 INTR	193
5.3.3 RF 对调试故障的屏蔽	193
5.3.4 MOV 和 POP 指令对堆栈段中某些异常和中断的屏蔽	194
5.4 中断描述符表	194
5.4.1 异常和中断同时存在时的优先级	194
5.4.2 中断描述符表 IDT	195
5.4.3 中断描述符表内描述符	196
5.5 中断过程和中断任务	197
5.5.1 中断过程	197
5.5.2 中断任务	199
5.6 错误代码	200

5.7	异常和错误小结	201
5.8	典型例题解析	203
	习题	203
第 6 章	总线	207
6.1	总线的概念	207
6.1.1	概念	207
6.1.2	总线标准的四个特性	208
6.1.3	总线分类	209
6.1.4	总线操作	210
6.1.5	总线配置结构	213
6.2	数据传送机制	216
6.2.1	实际存储器和 I/O 接口	216
6.2.2	数据传送机制	217
6.2.3	与 8 位、16 位、32 位以及 64 位存储器接口	218
6.3	总线周期	221
6.3.1	单传送周期	222
6.3.2	成组周期	222
6.3.3	中断确认周期	224
6.3.4	专用总线周期	225
6.4	PCI 总线	225
6.4.1	PCI 局部总线的特征	226
6.4.2	即插即用 (Plug and Play)	227
6.4.3	PCI 接插件	227
6.4.4	PCI 性能	229
6.4.5	PCI 前途	229
6.4.6	PCI 总线操作	230
6.4.7	总线命令	231
6.4.8	DMA 和中断	232
6.4.9	PCI 适配器	232
6.4.10	PCI 总线信号	232
6.5	典型例题解析	234
	习题	237
第 7 章	输入/输出控制	236
7.1	I/O 编址方式及 I/O 端口地址	238
7.1.1	PC 机 I/O 编址方式	238
7.1.2	I/O 端口地址	239
7.2	程序控制 I/O 方式	240

7.2.1 可编程外围设备接口	242
7.3 中断控制 I/O 方式	248
7.3.1 中断及处理过程	248
7.3.2 82C59A 可编程中断控制器	251
7.4 DMA I/O 控制方式	258
7.4.1 DMA I/O 控制方式	258
7.4.2 DMA I/O 控制器	260
7.5 典型例题解析	269
习题	270
第 8 章 外设接口	273
8.1 接口技术基础	273
8.1.1 概述	273
8.1.2 接口的功能和组成	273
8.1.3 接口类型	276
8.2 串行接口	277
8.2.1 串行数据的传送方式	278
8.2.2 串行接口标准	279
8.2.3 RS-232C 接口	281
8.3 并行接口	284
8.3.1 并行接口	284
8.3.2 并行接口 82C55A	287
8.4 SCSI 接口	291
8.4.1 SCSI 接口操作步骤	292
8.4.2 SCSI 接口的操作信号	293
8.4.3 SCSI 接口信息	295
8.4.4 SCSI 接口命令	296
8.5 通用串行总线 USB	298
8.5.1 USB 接口	298
8.5.2 USB 特点	298
8.5.3 USB 硬件结构	300
8.5.4 USB 系统软件	301
8.5.5 USB 协议	301
8.5.6 USB 传输过程	302
8.5.7 Windows 系统对 USB 的支持	305
8.6 FireWire 串行总线	306
8.6.1 FireWire 特点	306
8.6.2 FireWire 配置	306

8.6.3	FireWire 协议	307
8.6.4	事务处理过程	308
8.7	典型例题解析	309
习题		310
第 9 章	外存储器	312
9.1	软盘存储器	312
9.1.1	软盘存储器的基本组成	312
9.1.2	软盘存储器的工作过程	313
9.1.3	软盘的主要性能指标	314
9.1.4	软盘驱动器的主要性能指标	314
9.2	硬盘存储器	315
9.2.1	硬盘存储器的外部结构	315
9.2.2	硬盘存储器的内部结构	315
9.2.3	硬盘的登录区和高速缓存	316
9.2.4	硬盘的主要性能指标	316
9.2.5	硬盘存储器的主要性能指标	317
9.3	活动硬盘	318
9.4	磁盘阵列	319
9.5	其他移动存储器	319
9.5.1	移动硬盘	319
9.5.2	闪盘驱动器	320
9.5.3	Flash 芯片存储器	320
9.6	磁带存储器	320
9.6.1	开盘式快启停磁带机	320
9.6.2	盒式数据流磁带机	321
9.7	光盘存储器	321
9.7.1	光盘存储器的优点	321
9.7.2	光盘存储器的分类	322
9.7.3	CD-ROM 存储器	322
9.7.4	CD-R 和 CD-RW 刻录机	324
9.7.5	DVD-ROM 存储器	326
9.8	典型例题解析	327
习题		328
第 10 章	PC 机连网设备	331
10.1	组建计算机网络的基本硬件设备	331
10.2	局域网	333
10.3	PC 机接入技术	334

10.3.1	利用公用电话网将 PC 机入网.....	334
10.3.2	综合业务数字网 (ISDN) 与 PC 机的接入	336
10.3.3	非对称数字用户专线 (ADSL) 与 PC 机的接入	337
10.3.4	有线电视网、电缆调制解调器与 PC 机的接入.....	338
10.3.5	无线接入技术	340
10.4	典型例题分析	341
习题		342
第 11 章	汇编语言程序设计	344
11.1	汇编语言基础	344
11.1.1	汇编语言概述	344
11.1.2	语句格式	345
11.2	汇编语言程序结构	350
11.2.1	源程序结构	350
11.2.2	伪操作语句	352
11.2.3	宏操作	358
11.3	汇编程序设计	359
11.3.1	顺序结构程序设计	359
11.3.2	分支程序设计	360
11.3.3	循环程序设计	365
11.3.4	子程序	371
11.3.5	中断	380
11.4	典型例题解析	382
习题		384
附录	Pentium 指令系统.....	386

第 1 章 计算机基础知识

1.1 计算机基础

1.1.1 计算机的发展

1.1.1.1 计算机的诞生

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer, 电子数值积分与计算机) 是由美国宾夕法尼亚大学于 1946 年研制成功并投入使用的。ENIAC 是一个庞然大物, 使用 18000 多个电子管, 1500 多个继电器, 运行一小时耗电 150kW, 重达 30t, 占地面积约 150m², 其运算速度为每秒 5000 次左右。现在看来, 它笨重且性能不高, 但在科技发展史上, 它却是一个重要的里程碑, 由此奠定了电子数字计算机的基础。

从第一台电子计算机问世至今, 仅仅半个世纪, 其发展速度是世界上任何其他学科无法比拟的。计算机已经使人类社会从制造业社会发展到了信息化社会, 改变了社会的面貌, 促使人们的工作和生活方式发生了惊人的变化, 成为科技发展的最有影响的商品, 并且它还将继续预示着未来世界的变化, 使数千年人类文明史中曾经有过的各种神话般的幻想逐渐变为现实。

1.1.1.2 计算机的发展阶段

从第一台计算机问世以来, 计算机的生产技术发展异常迅速, 在推动计算机硬件发展的各种因素中, 电子逻辑器件的发展是起决定作用的因素。因此, 计算机的发展阶段常以计算机使用的器件来划分。

第一代电子计算机: 电子管计算机时代。从 1946 年开始, 用电子管作为计算机的基本器件。其主要特点是: 体积大、耗电多、价格高、速度慢。初期主要是为了军事和国防技术的需要来研制计算机, 其运算速度一般为每秒几千次或上万次, 虽然性能不高, 但形成了电子计算机的基本结构, 确定了程序设计的基本方法。

第二代电子计算机: 晶体管计算机时代。晶体管于 1947 年在贝尔实验室发明, 它的小体积、低耗电以及载流子的高速运行的特点, 使电子管望尘莫及。进入 20 世纪 50 年代后, 全球出现了一场以晶体管代替电子管的革命。从 1958 年开始, 计算机用晶体管取代了电子管, 使电子计算机的体积缩小、成本降低、耗电减少, 性能得以明显提高, 运算速度可达到每秒 10 万次甚至更高, 计算机的应用范围由科学运算扩大到实时控制、数据处理等领域, 高级语言也予以使用。

第三代电子计算机: 中、小规模集成电路计算机时代。由于使用晶体管生产计算机是一个复杂、费时、容易出错的过程。第二代早期的计算机大约包含 10000 个晶体管, 后来增加到数 10 万, 这使得生产更新的、更强大的计算机变得越来越困难。经过分析发现, 计算机的基本器件必须完成存储、传送、处理、控制等功能, 而要完成这些功能, 两个基本类型的元

件——门和存储位元是必须的。门是实现布尔或逻辑功能的元件，存储位元是一个能够存储一位数据的元件，它在任何时刻可能处于两个稳定状态之一。将大量的这些基本元件连接起来，就能够建造一台计算机。因此，计算机包含门、存储位元和它们之间的互连结构。而这些门和存储位元又都是由晶体管、电阻、电容等连接而成。集成电路制作技术即利用光刻技术把晶体管、电阻、电容等构成的单个电路制作在一块硅片上。从 1964 年开始，计算机采用中、小规模集成电路 (MSI 和 SSI) 作为基本器件，体积进一步缩小，耗电更少，运算速度等性能进一步提高，成本继续下降。1964 年 IBM 公司推出的 System/360 系统作为最早推出的集成电路通用计算机，其运算速度达到每秒 100 万次，而且提出了由大型、中型、小型机构成的体系结构相同的系列机概念，它们能做到软件兼容。系列机的推出比较好地解决了硬件要求不断更新、而软件要求相对稳定的矛盾，受到广大计算机用户的普遍欢迎。软件技术的迅速发展，操作系统的推出和不断完善，对于方便计算机的使用和维护、扩大计算机的应用范围起到了很好的作用。

第四代电子计算机：大规模和超大规模集成电路计算机时代。20 世纪 70 年代初期，开始采用大规模、超大规模集成电路 (LSI、VLSI) 作为计算机的基本器件，其集成度可达到每个芯片上集成几万个、十几万个甚至几十万个晶体管。作为第四代计算机的典型代表——微型计算机应运而生。微处理器从 4 位、8 位、16 位、32 位到 64 位迅速发展，就其性能来说，已经达到甚至超过 60 年代小型机乃至中型机的水平。

随着计算机技术的高速发展，计算机产品迅速更新，软件和通信变得和硬件同等重要，各代之间的界限变得越来越模糊和没有意义。尽管人们曾经谈论过所谓的第五代、第六代计算机，但学术界和工业界已不再沿用“第 X 代计算机”说法。实际上，从 20 世纪 70 年代以后，计算机技术领域的主要变化，可以说是归结于新发展的商业应用。计算机不再单纯当作一种高级计算工具，而成为一门独立的学科而迅猛发展，正在影响和改变着人类的生活方式。在计算机的发展中，有两项技术对计算机的发展起了重要的作用，这就是半导体存储器和微处理器。从 1970 年起，半导体存储器经历了 1K、4K、16K、64K、256K、1M、4M、16M、64M 和 256M 等几个阶段，每个阶段都比过去提高 4 倍的容量，而价格和访问时间都有所下降。微处理器则经历了 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位几个阶段，芯片的集成度和速度都不断提高。从最初一个晶片只能集成上千个晶体管的中、小规模集成电路 (MSI)，发展到能容纳百万个以上晶体管的超大规模集成电路 (VLSI)。微芯片上集成晶体管的数目验证了 Intel 公司的缔造者之一 Gorden Moore 提出的“微芯片上集成的晶体管数目每 18 个月翻一番”的规律，这就是人们常称的摩尔定律。

随着微处理器芯片和存储芯片的出现，微型计算机问世了。在微型计算机的发展中，最值得一提的是世界上第一大微处理器制造商 Intel，Intel 于 1971 年顺利开发出全球第一块微处理器——4004 芯片。这项突破性的发明当时被用于一种计算器中。这一创举开始了人类将智能内嵌于电脑和无生命设备的历程。

1.1.1.3 微处理器的发展历程

1. 全球第一块微处理器 4004

4004 主要用来处理算术运算，它集成了 2300 多个晶体管，具有 4 位带宽，工作频率为 108kHz，寻址空间只有 640B。这些参数和当今流行的 Pentium II、Pentium III 相比，简直就是“小巫见大巫”了，但它对整个微处理机领域的影响，却远在后者之上。

2. 新一代8位微处理器 8080

随后, Intel 加大了在微处理器上的开发研制力度, 在 1974 年又推出了新一代 8 位微处理器——8080。8080 集成了 6000 个晶体管, 其时钟频率为 2MHz。8080 是一个划时代的产品, 它的诞生, 使得 Intel 有了自己真正意义上的微处理器, 也诞生了以 8080 为 CPU 的全球第一台微处理机——Altair。同时也催生了 IT 界另外一对耀眼的明星——Steve Jobs 和采用 Motorola 6502 微处理器的 Apple II 电脑。

3. 第一代微处理机——16 位的 8086 CPU

Intel 分别于 1978 年和 1979 年推出了 16 位 CPU——8086。它的出现成为 20 世纪 70 年代微处理机发展过程中的重要分水岭。

8086 是真正 16 位 CPU, 其内集成进了 29000 个晶体管, 主频速率达 5MHz/8MHz/10MHz, 寻址空间达到了 1MB, 第一次超过 640KB。8088 是 8086 的一个简化版本, 时钟频率为 4.77MHz, 它将 8 位数据总线独立出来, 减少了管脚, 因此成本也较低。1979 年, Intel 的这两款 CPU, 得到蓝色巨人 IBM 的青睐, 由于 IBM 采用 Intel 的 8086 与 8088 作为个人计算机 IBM PC 的 CPU, 个人计算机 PC 时代从此诞生。

IBM 以 Intel 的 8086 与 8088 为硬件平台, 加之又配备上比较完美的操作系统和相对丰富的应用软件, 使得以 Intel 16 位 8086 为平台的 PC 机成为第一代微处理机的典型代表。

4. 第二代微处理机——16 位的 80286 CPU

80286 芯片于 1982 年 2 月 1 日正式发布, 总线带宽为 16 位, 集成了 13 万多个晶体管, 因此性能也有了很大的提高, 主频达到了 20MHz。但它真正的闪光点在于: 第一, 它首次提出了实方式和保护方式这两种对 CPU 不同的操作方式。保护方式的提出使得 80286 突破了 8086/8088 受 16 位地址总线制约而不能遍访 1MB 以上的存储空间这一关键约束, 而 80286 的 24 位地址总线使得它可以访问到 16MB 地址空间; 另外, 由于引进了段描述符表的概念, 80286 可以访问 1GB 的虚拟地址空间, 它可以将 1GB 虚拟空间中的任务映射到 16MB 空间中去, 从而使多任务并行处理成为可能, 这对后来的多任务操作系统的普及是至关重要的。第二, 80286 是第一款“100%完全向下兼容”的 Intel 微处理机。

5. 第三代微处理机——32 位的 80386 CPU

1985 年 10 月, Intel 推出它的第三代微处理机——32 位的 80386 DX。80386 DX 是一块集成进了 27.5 万个晶体管的全 32 位微处理机, 其时钟频率达到 33MHz, 数据总线和地址总线均为 32 位, 具有 4GB 的物理寻址能力。而由于在芯片内部集成了分段存储管理部件和分页存储管理部件, 它能够管理高达 64TB 的虚拟存储空间; 另外, 它还提供了一种叫做“虚拟 8086”的工作方式, 使得芯片能够同时模拟多个 8086 处理机, 以同时运行多个 8086 应用程序, 从而保证了多任务处理能够向下兼容。为了加快浮点操作速度, 与此同时还成功地推出了数值协同处理器——80387 (亦称浮点运算部件)。80386 的成功为日后 80486、Pentium 的研制奠定了技术基础。

6. 第四代微处理机——32 位的 80486 CPU

80486 微处理机于 1989 年 4 月正式发布。这是一款在一片芯片内集成进了 120 万个晶体管的 CPU, 是 Intel 第一次将微处理机的晶体管数目突破 100 万只。它不仅把浮点运算部件集成进芯片之内, 同时还把一个其规模大小为 8KB 的一级高速缓冲存储器 (Cache) 也集成进了 CPU 芯片内。这种集成极大地加快了 CPU 处理指令的速度, 使指令平均执行时间从 80386 的

约 4.5 个周期降至 80486 的约 1.8 个周期。芯片的整数处理部件采用的是 RISC 结构, 以加速处理单一指令的速度, 而芯片内部其他方面则保留 CISC 原样, 用以处理复杂的指令, 并保证其兼容性。此外, 80486 引进了时钟倍频技术 (即用一种特殊的电路使得大多数内部部件以输入时钟的倍频运行, 因而能使装在 Cache 中程序的运行速度快一倍。但其内部总线仍以外部时钟的频率工作, 使得 80486 DX 可以和低速器件相连), 从而使主频超过 100MHz 变成可能。倍频技术在 Intel 后辈 CPU 中一直被沿用。这些在当时非常先进的技术, 使 80486 不仅比 80386 快了许多, 并且在很多方面也丝毫不逊色于当时的 RISC 芯片。

7. 第五代微处理机——32 位的 Pentium

Intel 在 1993 年推出了全新一代的高性能处理机 Pentium。Pentium 是拉丁文“五”(Pente)和元素周期表的公用后缀——IUM 组合而成。其寓意是指 Pentium 为该公司的第五代产品, 人们为它起了一个相当好听的中文名字“奔腾”。Pentium 芯片内部集成进 310 万个晶体管, 单是最初版本的 66MHz 的 Pentium 微处理机运算性能, 就比 33MHz 的 80486 DX 高出 3 倍多, 而 100MHz 的 Pentium 则比 33MHz 的 80486 DX 快 6~8 倍。较之后辈的 Pentium 微处理机, 这种 Pentium 微处理机又叫经典奔腾 (Classic Pentium)。

作为世界上第一个 586 级处理机, Pentium 也是第一个超频最多的处理机, 由于 Pentium 微处理机的制造工艺优良, 所以整个系列的 CPU 的浮点性能也是 CPU 中最强的, 可超频性能最大。Pentium 家族里面的频率有 60MHz/66MHz/75MHz/90MHz/100MHz/120MHz/133MHz/150MHz/166MHz/200MHz, CPU 的内部频率则是从 60MHz 到 66MHz 不等。值得一提的是, 从主频为 75MHz 开始, CPU 的插槽技术正式从以前的 Socket 4 转换到同时支持 Socket 5 和 Socket 7, 其中 Socket 7 还一直沿用至今。而且在 Pentium CPU 内部配置了其大小为 16KB 的一级 Cache, 这样能使 Pentium 微处理机的处理能力更加强大。

8. 高能奔腾 (Pentium Pro)

Intel 于 1996 年推出了新 x86 系列 CPU——Pentium Pro。Pentium Pro 芯片内部集成进 550 万个晶体管, 内部时钟频率为 133MHz。Pentium Pro 内的一级 (片内) Cache 大小为 16KB, 其中 8KB 为指令 Cache、8KB 为数据 Cache。另外, 在 Pentium Pro 的一个封装中还包括有一个 256 KB 的二级 Cache 芯片, 两个芯片之间用高频宽的内部通信总线互连, 处理机与 Cache 的连接线路能更容易地运行在更高的频率上。主频 200MHz 的 Pentium Pro CPU 的二级 Cache 与处理机同频运行。这样的设计令 Pentium Pro 达到了最高的性能。而 Pentium Pro 最引人注目的地方是, 它采用了一项被称之为“动态执行”的创新技术, 这是继 Pentium 在超标量体系结构上实现突破之后的又一次飞跃。

9. 多能奔腾 (Pentium MMX)

1996 年底 Intel 又推出了 Pentium 系列的改进版本, 也就是平常所说的 Pentium MMX (多能奔腾)。MMX 技术是 Intel 最新发明的一项多媒体增强指令集技术, 它的英文全称可以翻译成“多媒体扩展指令集”。MMX 是 Intel 公司在 1996 年为增强 Pentium CPU 在音像、图形和通信应用方面而采取的新技术, 它为 CPU 增加了 57 条 MMX 指令, 除了集中增加 MMX 指令外, 还将 CPU 芯片内的一级 Cache 由原来的 16KB 增加到 32KB (16KB 指令 Cache + 16KB 数据 Cache), 因此带有 MMX 功能的 CPU 比普通 CPU 在运行含有 MMX 指令的程序时, 处理多媒体的能力上提高了 60% 左右。MMX 技术开创了 CPU 开发的新纪元。在 1999 年, Pentium MMX 是最受欢迎的微处理机, Pentium MMX 系列的频率主要有三种: 166/200/233MHz, 一

级 Cache 都是 32KB, 核心电压 2.8V, 倍频分别为 2.5、3、3.5, 插槽都是 Socket 7。

10. 二代奔腾 Pentium II

1997 年 5 月, Intel 推出了与 Pentium Pro 同一个档次的 Pentium II。Pentium II 有一系列的不同档次的产品, 其中第一代的产品就是 Pentium II Klamath 芯片。作为 Pentium II 的第一代芯片, 它运行在 66MHz 总线上, 主频分 233MHz、266MHz、300MHz 和 333MHz 四种。由于它代表了 Pentium 系列机当时的最高性能, 所以将其称之为二代奔腾 Pentium。

Pentium II 采用了与 Pentium Pro 相同的核心结构, 从而继承了原有 Pentium Pro 处理机优秀的 32 位性能。且加快了段寄存器写操作的速度, 并增加了 MMX 指令集, 以加速 16 位操作系统的执行速度。由于配备了可重命名的段寄存器, 因此 Pentium II 可以猜测地执行写操作, 并允许使用旧段值的指令与使用新段值的指令同时存在。在 Pentium II 里面, 集成进 750 万个晶体管。由于使用 0.28 μm 的制造工艺, 因此加快了这些晶体管操作的速度, 从而使 Pentium II 达到了 x86 系列机前所未有的时钟速度。

在总线方面, Pentium II 处理机采用了双独立总线结构, 即其中一条总线连接到二级 Cache, 另一条总线主要负责访问主存储器操作。然而 Pentium II 的二级 Cache 实际上还是比 Pentium Pro 的二级 Cache 慢一些。实际上, Pentium II 使用了一种与 CPU 芯片分离开的二级 Cache, 可以在相当于 CPU 自身时钟速度一半的速度下运行。Intel 将 Pentium II 上的一级 Cache 从 16KB 加倍到 32KB, 从而减少了对二级 Cache 的调用频率。由于这一措施, 再加上更高的时钟速度, Pentium II (配有 512KB 的二级 Cache) 在 Windows NT 下性能比 Pentium Pro (配有 256KB 的二级 Cache) 超出大约 25%。

在接口技术方面, 为了获得更加大的内部总线带宽, Pentium II 首次采用了最新的 slot 1 接口标准, 它不再用陶瓷封装, 而是采用了一块带金属外壳的印制电路板。Pentium II CPU 内部集成进了 32KB 片内一级 Cache (16KB 指令 Cache + 16KB 数据 Cache); 57 条 MMX 指令; 8 个 64 位的 MMX 寄存器。750 万个晶体管组成的核心部分。

11. Pentium III

应该把 Pentium III 称之为“多能奔腾二代处理机”(Pentium II Processor with MMX2 Technology)。Intel 于 1999 年 2 月发布了 Pentium III 芯片——Katmai, 作为第一款专为提高用户的互联网计算体验而设计的微处理机, 使用户能够尽享丰富的音频、视频、动画和栩栩如生的三维效果。针对不同需求, Pentium III 推出了移动 Pentium III 和 Pentium III Xeon (至强) 处理机。1999 年 10 月, Intel 还正式发布代号为“Coppermine”的新一代 Pentium III 处理机, 这种处理机率先采用 0.18 μm 工艺技术, CPU 主频达到 733MHz, 芯片内集成进了 2800 万个晶体管, 体积更小, 耗能更低而性能更强。Pentium III 由于增加了 MMX 指令, 其浮点运算和三维处理方面能力明显增强。

Pentium III 所带来的最重要的技术创新之一就是增加了 71 条称为互联网 SSE (Streaming SIMD Extensions, 直译为数据流单指令多数据扩展) 的指令和处理机序列号。SIMD 意为单指令多数据操作, 它是高效率运算得以实现的基础。简单地说, SIMD 技术就是让 Pentium III 用一条指令完成以往需四条指令才能完成的任务, 即在相同的时间周期内, Pentium III 可以处理 4 倍于原来的浮点运算数据。在 Cache 方面, Pentium III 还是 32KB 的一级 Cache 和 512KB 的二级 Cache, 二级 Cache 的工作频率是 CPU 内核工作频率的一半, 其余指标和 Pentium II 相同。