



TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS

高等学校教材



计算机组成原理

主 编 郑秋梅

中国石油大学出版社



TEACHING MATERIALS
FOR COLLEGE STUDENTS
高等学校教材

计算机组成原理

主 编 郑秋梅

副主编 刘新平 孙晓燕 宋会英

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/郑秋梅主编. —东营:中国石油大学出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-5636-3726-3

I. ①计… II. ①郑… III. ①计算机组成原理 IV.

①TP301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 095211 号

中国石油大学(华东)规划教材

书 名: 计算机组成原理

作 者: 郑秋梅 刘新平 孙晓燕 宋会英

责任编辑: 高 颖 (0532—86981531)

封面设计: 青岛友一广告传媒有限公司

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com

印 刷 者: 临沂市沂蒙印刷厂

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86981532, 0546—8392563)

开 本: 180 mm×235 mm 印张: 25 字数: 501 千字

版 次: 2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 37.50 元

| 前言 | Preface

“计算机组成原理”是计算机类专业的必修课程,在计算机科学与技术专业的各门课程中起着承上启下的作用。学生通过本课程的学习,能够掌握一定的计算机硬件基础知识,为学习计算机专业后续课程打下扎实的基础。

《计算机组成原理》是中国石油大学(华东)“十一五”规划教材,于2008年8月胶印,并在我校计算机06级、07级和软件工程06级、07级两届学生中使用。2009年,“计算机组成原理”被列为研究生入学考试全国统考课程后,教材编写组在本书第一稿的基础上,按照教育部公布的统考大纲,结合教材使用过程中发现的问题,对教材重新进行了编写。新教材主要按照新统考大纲的要求,对原教材结构进行了调整和优化,增加了部分教学内容,充实了一些新技术和新知识,另外对部分内容进行了删减,从而使教材结构更清晰,教材内容更易理解,教材更具实用性。重新编写的教材于2010年6月胶印,并在我校计算机08级、09级,软件工程08级、09级,信息与计算科学08级、09级的学生中使用。2010年底,《计算机组成原理》被列为中国石油大学(华东)“十二五”规划教材。2011年,教材编写组根据教材使用过程中发现的问题及学生们的反馈意见,再次对教材进行了修订,并提交中国石油大学出版社公开出版。

本书以教育部公布的“计算机组成原理”统考大纲为依据,按照“基础—组成—系统”的层次结构编写。全书共分为9章,系统地介绍了冯·诺依曼计算机单机系统的基本组成、工作原理和体系结构。

本书的第1章、第6章由郑秋梅编写;第7章、第8章、第9章由刘新平编写;第2章、第3章由孙晓燕编写;第4章、第5章由宋会英编写。全书由郑秋梅统稿。

本书可以作为高等院校计算机专业学生“计算机组成原理”课程的教材,也可作为从事计算机专业的工程技术人员参考书。

虽然全书内容经过了认真编写,并进行了仔细校对,但其中的错误和不妥之处在所难免,真诚希望广大读者及时给予指正。作者邮箱:zhengqm@upc.edu.cn。

作 者

2011年12月

| 目录 | Contents

第1章 绪论	1
1.1 计算机的诞生与发展	1
1.1.1 计算机发展简史	1
1.1.2 微机发展简史	3
1.1.3 我国的计算机事业	6
1.1.4 计算机的发展方向	7
1.2 计算机的分类及特点	8
1.2.1 计算机的分类	8
1.2.2 计算机的特点	9
1.3 计算机系统	10
1.3.1 存储程序原理	11
1.3.2 计算机硬件的基本组成	12
1.3.3 计算机的总线结构	14
1.3.4 计算机硬件与软件的关系	15
1.4 计算机系统的多层次结构	16
1.5 计算机的主要性能指标	18
习题	23
第2章 计算机中数据信息的表示	24
2.1 进位计数制	24
2.1.1 进位计数制的基本概念	24
2.1.2 计算机中常用的进位计数制	25
2.1.3 各种数制之间的相互转换	27
2.2 数值数据的编码表示	30
2.2.1 无符号数和有符号数	30

2.2.2	原码表示法	31
2.2.3	补码表示法	32
2.2.4	反码表示法	34
2.2.5	移码表示法	35
2.2.6	几种机器数的比较与转换	36
2.3	数的定点表示与浮点表示	38
2.3.1	定点表示法	38
2.3.2	浮点表示法	40
2.3.3	定点、浮点表示法与定点、浮点计算机	44
2.3.4	IEEE 754 浮点数	45
2.4	非数值数据的表示	49
2.4.1	字符和字符串的表示方法	49
2.4.2	汉字的表示方法	51
2.4.3	国际字符编码标准	54
2.5	十进制数和数串的表示方法	55
2.5.1	十进制数的编码(二进制编码)	55
2.5.2	十进制数串	57
2.6	微机中常用的数据表示	58
2.7	数据校验码	59
2.7.1	奇偶校验码	59
2.7.2	海明校验码	61
2.7.3	循环冗余校验码	65
	习题	69
第3章	运算方法和运算器	72
3.1	带符号数的移位、舍入和溢出处理	72
3.1.1	移位运算	72
3.1.2	舍入操作	73
3.1.3	溢出及其检测	74
3.2	定点加减法运算	76
3.2.1	原码加减法运算	77
3.2.2	补码加减法运算	77
3.2.3	反码加减法运算	80
3.3	基本加减法运算器设计	80
3.3.1	全加器	80

3.3.2 加法器	82
3.3.3 进位的产生和传递	83
3.3.4 补码加减法运算器	87
3.4 十进制加减法	88
3.4.1 一位十进制加法	88
3.4.2 十进制加法器	89
3.4.3 多位十进制加法	91
3.4.4 多位十进制减法	91
3.5 定点乘法运算	92
3.5.1 原码乘法	92
3.5.2 补码乘法	97
3.5.3 阵列乘法器	101
3.6 定点除法运算	104
3.6.1 原码除法	104
3.6.2 补码除法	109
3.6.3 阵列除法器	111
3.7 逻辑运算	114
3.7.1 逻辑非	114
3.7.2 逻辑或	114
3.7.3 逻辑与	115
3.7.4 逻辑异或	115
3.8 定点运算器设计	115
3.8.1 运算器的基本结构	116
3.8.2 运算器的内部总线结构	116
3.8.3 算术逻辑运算单元(ALU)	118
3.9 规格化的浮点运算	122
3.9.1 浮点加法和减法	122
3.9.2 浮点乘法和除法	124
3.10 浮点运算器	125
3.10.1 浮点运算器的一般结构	125
3.10.2 CPU 外的浮点运算器——浮点协处理器	126
3.10.3 CPU 内的浮点运算器	128
习题	129
第4章 指令系统	131
4.1 指令系统概述	131

4.2 指令格式	133
4.2.1 操作码	133
4.2.2 地址码	134
4.2.3 指令字长度	136
4.2.4 指令格式设计	136
4.2.5 指令助记符	138
4.2.6 指令格式举例	138
4.3 寻址方式	141
4.3.1 指令寻址方式	141
4.3.2 操作数寻址方式	142
4.3.3 堆栈寻址方式	148
4.4 指令的种类	150
4.4.1 数据传送类指令	150
4.4.2 算术运算类指令	151
4.4.3 逻辑运算类指令	151
4.4.4 移位指令	152
4.4.5 控制转移类指令	152
4.4.6 输入/输出指令	152
4.4.7 处理机控制指令	153
4.5 精简指令集计算机(RISC)	153
习题	158
第5章 存储器	162
5.1 概述	162
5.1.1 基本概念	162
5.1.2 主存储器的主要技术指标	163
5.1.3 存储器的分类	164
5.1.4 存储系统的层次结构	166
5.2 半导体随机读写存储器	168
5.2.1 静态存储器(SRAM)	169
5.2.2 动态存储器(DRAM)	170
5.2.3 动态存储器的刷新	171
5.2.4 半导体存储器芯片	173
5.3 存储器芯片与CPU的连接	178
5.3.1 存储器的构成	178

5.3.2 存储器的位扩展	179
5.3.3 存储器的字扩展	180
5.3.4 存储器的字位扩展	181
5.4 只读存储器	182
5.4.1 掩膜式只读存储器	183
5.4.2 可编程只读存储器(PROM)	183
5.4.3 可擦除可编程只读存储器	184
5.4.4 闪速存储器(FLASH ROM)	186
5.5 高速存储器	188
5.5.1 快速读写技术	188
5.5.2 双端口存储器	188
5.5.3 多体交叉存储器	188
5.6 高速缓冲存储器(Cache)	190
5.6.1 Cache 的基本原理	191
5.6.2 主存与 Cache 的地址映射	193
5.6.3 替换策略	199
5.7 虚拟存储器	200
5.7.1 虚拟存储器的基本概念	200
5.7.2 虚拟存储的管理方式	201
5.7.3 存储保护	204
习题	204
第 6 章 中央处理器	208
6.1 控制器的组成和功能	208
6.1.1 控制器的基本组成	209
6.1.2 控制器的功能	212
6.1.3 控制器的实现方式	214
6.2 控制方式与时序系统	215
6.2.1 控制方式	215
6.2.2 时序系统	218
6.3 CPU 的总体结构	223
6.3.1 CPU 中的寄存器设置	223
6.3.2 CPU 内部数据通路	225
6.3.3 指令的执行过程	225
6.4 组合逻辑控制器设计	231

6.4.1	组合逻辑控制器的设计步骤	231
6.4.2	组合逻辑控制器设计举例	233
6.5	微程序控制器	241
6.5.1	微程序控制器概述	241
6.5.2	微程序控制器的组成及工作原理	244
6.5.3	微指令的编码方式	246
6.5.4	微程序的顺序控制方式	249
6.5.5	微指令格式	253
6.5.6	微指令的执行方式	255
6.5.7	微程序控制器设计举例	256
6.5.8	组合逻辑控制器与微程序控制器的比较	260
6.6	门阵列控制器	261
6.6.1	通用可编程逻辑器件	261
6.6.2	门阵列控制器的设计思想	262
6.7	CPU 中的流水线结构	263
6.7.1	指令执行方式	263
6.7.2	流水线的分类	266
6.7.3	高级流水线	267
6.7.4	流水线的相关问题	267
6.8	CPU 的新技术	268
6.8.1	并行处理技术	268
6.8.2	流水线技术	268
6.8.3	快速执行引擎(Rapid Execution Engine)	269
6.8.4	RISC 技术	269
6.8.5	双核和多核处理器技术	269
6.8.6	Cache 技术	270
6.8.7	NSP(Native Signal Processing)技术	270
6.8.8	带多媒体扩展 MMX(Multi Media Extension)的 CPU	270
	习题	271
第 7 章	总线系统	275
7.1	总线的基本概念	275
7.1.1	总线的特性	276
7.1.2	总线的类型	276
7.1.3	总线的性能指标	278
7.1.4	总线的组成	278

7.1.5 总线的数据传输方式	279
7.2 总线结构	281
7.2.1 多级总线结构	281
7.2.2 总线结构的物理实现	285
7.2.3 总线结构举例	285
7.3 总线控制	286
7.3.1 总线仲裁	286
7.3.2 总线定时	290
7.3.3 总线操作	293
7.4 总线接口	294
7.4.1 接口的概念	294
7.4.2 接口与总线的区别	295
7.5 常用系统总线及设备总线举例	295
7.5.1 总线的标准化	295
7.5.2 系统总线	295
7.5.3 设备总线	299
习题	303
第8章 输入输出系统	305
8.1 I/O 系统概述	305
8.1.1 I/O 系统功能与组成	305
8.1.2 I/O 的寻址方式	307
8.1.3 主机与外设的信息传送	309
8.2 程序查询方式	311
8.2.1 程序查询方式的概念	311
8.2.2 程序查询方式的接口	312
8.3 程序中断方式	314
8.3.1 中断的基本概念	315
8.3.2 程序中断接口与中断控制器	318
8.3.3 中断优先级	321
8.3.4 中断过程	323
8.3.5 中断服务程序流程	329
8.4 DMA 方式	331
8.4.1 DMA 方式的基本概念	331
8.4.2 DMA 控制器的功能与组成	334
8.4.3 DMA 控制器的数据传送过程	336

8.4.4 DMA 控制器举例	338
8.5 通道方式和输入输出处理机(IOP)方式	338
8.5.1 通道方式	339
8.5.2 输入输出处理机(IOP)方式	348
习题	349
第9章 外部设备	350
9.1 外部设备概述	350
9.1.1 外部设备的分类	350
9.1.2 外部设备的一般功能	351
9.2 输入设备	351
9.2.1 键盘	352
9.2.2 鼠标	353
9.2.3 扫描仪	354
9.2.4 其他输入设备	356
9.3 打印输出设备	358
9.3.1 点阵式打印机	358
9.3.2 喷墨式打印机	360
9.3.3 激光打印机	361
9.4 显示输出设备	362
9.4.1 CRT 显示器	363
9.4.2 液晶显示器	364
9.4.3 其他显示技术	367
9.5 存储设备	368
9.5.1 硬磁盘存储设备	369
9.5.2 软磁盘存储设备	376
9.5.3 磁带存储设备	377
9.5.4 光盘存储设备	378
9.6 通信与网络设备	379
9.6.1 调制解调器	379
9.6.2 网卡	380
9.6.3 中继器、集线器	381
9.6.4 网桥、交换机、路由器	382
习题	383
参考文献	386



第1章 绪论

【内容提要】

本章简单回顾计算机的发展历史,概括描述计算机的特点、分类和应用,以及总线技术、计算机系统的层次结构,重点讨论计算机的基本组成和工作原理,并以机内信息流动(包括控制流和数据流)为线索,建立初步的整机概念,以使读者对计算机“整机”有一个总体概念,为更好地学习和理解后续章节的内容打下基础。

【重点与难点】

存储程序的概念(难点)

计算机硬件的基本组成和各部分间的关系(难点)

总线的概念及特点(重点)

虚拟机的概念(重点)

计算机系统的层次结构(重点)

计算机的主要性能指标(重点)

1.1 计算机的诞生与发展

1.1.1 计算机发展简史

电子计算机是一个统称,它实际上分为两大类:电子模拟计算机和电子数字计算机。前者使用连续变化的物理量(例如电流、电压等)表示数值的大小并参加机内运算,其运算结果也是连续变化的物理量。后者将运算对象变换成离散的数字量,用数码进行运算,其运算结果也是离散的数字信息。通常所说的电子计算机或计算机都是指电子数字计算机,它是本书讨论的对象。

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)于1946年2月15日研制成功。ENIAC是由美国政府和宾夕法尼亚大学合作开发的,研制人是埃克特(J. P. Eckert)和莫克利(J. W. Mauchly)。它使用了18 000个电子管,耗电150 kW,重30 t,占地170 m²,字长12位,运算速度5 000

次/s,投资超过 48 万美元。虽然第一台计算机的性能并不高,但它在计算机发展史上是一个重要的里程碑,奠定了电子数字计算机的基础,开创了电子数字计算机的新纪元。

自第一台电子数字计算机问世以来,计算机的性能不断提高,应用领域越来越广,发展速度是世界上其他任何学科无法比拟的。根据计算机使用的主要元器件的不同,一般可将其发展过程分为以下几个阶段。

1) 第一代(1946—1957 年)——电子管计算机

主要特点:计算机的逻辑元件为电子管,存储器采用水银延迟线或磁鼓;软件主要使用机器语言,后期使用汇编语言;应用领域主要局限于科学计算。这一代计算机的运算速度每秒只有几千次至几万次,体积大、功耗大、价格昂贵且可靠性差。

20 世纪 50 年代中期,美国 IBM 公司在计算机行业中崛起。1954 年 12 月推出的 IBM 650(小型机)是第一代计算机中销售最广的机器,销售量超过 1 000 台。1958 年 11 月问世的 IBM 709(大型机)是 IBM 公司性能最高的最后一台电子管计算机。

2) 第二代(1958—1964 年)——晶体管计算机

主要特点:计算机的逻辑元件为晶体管,采用磁芯作主存储器,用磁带或磁盘作辅助存储器;软件有了较大发展,出现了 Fortran 和 Cobol 等各种高级语言,并出现了机器内部的管理程序;应用领域从科学计算扩展到数据处理,开始用于工业控制。第二代计算机的运算速度已达到每秒几万次至几十万次,同时其体积缩小、功耗降低、可靠性有所提高。

控制数据公司 CDC 研制的高速大型晶体管计算机 CDC 6600 于 1964 年完成,并取得了巨大成功,深受美国和西欧各国原子能、航空、气象研究机构和大学的欢迎,使该公司在研究和生产科学计算高速大型机方面处于领先地位。1969 年 1 月,水平更高的超大型晶体管计算机 CDC 7600 研制成功,平均速度达到每秒千万次浮点运算,成为 20 世纪 60 年代末、70 年代初性能最高的计算机。

3) 第三代(1965—1974 年)——集成电路计算机

主要特点:硬件采用中小规模集成电路取代晶体管,采用半导体存储器淘汰了磁芯存储器;开始采用微程序控制技术、流水线结构及高速缓冲存储器 Cache,软件逐渐完善,出现操作系统、虚拟存储系统等,高级语言更加流行;在发展大型机的同时,小型计算机开始出现;计算机开始向通用化、系列化、标准化发展;应用领域不断扩大,从科学计算、数据处理普及到实时控制领域。这一时期的计算机功耗、体积、价格等进一步下降,而速度及可靠性等性能相应提高。

IBM 360 系统是最早采用集成电路的通用计算机,也是影响最大的第三代计算机。在 1964 年公布 IBM 360 系统时,它就有大、中、小型等 6 个计算机型号,平均运算速度从每秒几千次到一百万次,主要特点是通用化、系列化、标准化。

(1) 通用化:指令系统丰富,兼顾科学计算、数据处理、实时控制三个方面。

(2) 系列化:IBM 360 各档机器采用相同的系统结构,即在指令系统、数据格式、字符编码、中断系统、控制方式、输入输出操作方式等方面保持统一,从而保证了程序兼容,当用户更新机器时,原来在低档机上编写的程序不做修改就可应用在高档机上。

(3) 标准化:采用标准的输入输出接口,因而各个机型的外部设备是通用的。采用积木式结构设计,除了各个型号的 CPU 独立设计以外,存储器、外部设备都采用标准部件组装。

4) 第四代(1975—)——大规模、超大规模集成电路计算机

主要特点:大规模集成电路 LSI 及超大规模集成电路 VLSI 取代了中小规模集成电路,主存储器采用集成度更高的半导体存储器;操作系统更加完善,在多媒体技术、网络及人工智能等方面取得了很大发展。微型机和计算机网络的应用使计算机更加普及并深入到社会生活的各个方面。此时微型机和巨型机同时得到了发展。

20 世纪 70 年代初,半导体存储器问世,迅速取代了磁芯存储器,并不断向大容量、高速度发展。此后,存储器芯片的集成度、容量和性能大幅度提高,出现了著名的摩尔定律。摩尔定律主要有以下三个版本:

(1) 集成电路芯片上所集成的电路的数目,每隔 18 个月翻一番。

(2) 微处理器的性能,每隔 18 个月提高一倍,而价格下降一半。

(3) 用一美元所能买到的电脑性能,每隔 18 个月翻两番。

上面所说的四代计算机都是采用冯·诺依曼提出的“存储程序控制”思想来工作的,因此都属于冯·诺依曼机。而冯·诺依曼结构的计算机是指令驱动的串行执行指令的计算机,无法满足现实世界中的大量并行处理的需求。多年来,计算机工作者也在不断地探索非冯·诺依曼结构的新型计算机,并取得了一定成果,如数据流计算机、生物计算机、光计算机、量子计算机等。

1.1.2 微机发展简史

1971 年末,世界上第一台微处理器(Intel 4004)和微型计算机在美国旧金山南部的硅谷应运而生,开创了微型计算机的新时代。1981 年,IBM 公司选择了 Intel 公司的微处理器和 Microsoft 公司的软件,推出了第一台个人计算机(PC 机),从此揭开了微机蓬勃发展的序幕。

微型计算机是第四代计算机的典型代表。构成微机硬件系统的核心部件是微处理器 MPU(Micro-Processing Unit)。微机的蓬勃发展将 Intel 公司推上了“芯片之王”的宝座,并使 Microsoft 公司在软件行业中崛起并称霸。目前 Intel 的微处理器以及一些兼容产品在世界微机市场上占有着绝对的优势。

微机的升级换代一般取决于微处理器,其发展经历了以下几代。

1) 第一代(1971—1973 年)——4 位或低档 8 位微处理器和微型机

代表产品是 1971 年 Intel 公司研发的第一个微处理器 4004(集成度为 2 300 晶体管/片)及由它组成的 MCS-4 微型计算机。1972 年又研制成了 8008 微处理器及由它组成的 MCS-8 微型计算机。

第一代微型机指令系统比较简单、运算功能较差、速度较慢,软件主要采用机器语言或简单的汇编语言,价格低廉。

2) 第二代(1973—1978 年)——中档的 8 位微处理器和微型机

代表产品是 1973 年美国 Intel 公司的 8080 和 Motorola 公司的 MC6800。1974 年,8008 发展成 8080(集成度为 4 900 晶体管/片),成为第二代微处理器。与此同时,Zilog 公司生产了 8080 的增强型 Z80,Motorola 公司生产了 6800,Intel 公司于 1976 年又生产了增强型 8085,但这些芯片基本上没有改变 8080 的基本特点,都属于第二代微处理器。

第二代微机指令系统比较完善,已具有典型的计算机系统结构以及中断、DMA 等控制功能,寻址能力也有所增强,软件除采用汇编语言外,还配有 BASIC,FORTRAN,PL/M 等高级语言及其相应的解释程序和编译程序,并在后期开始配上操作系统。

3) 第三代(1978—1985 年)——16 位微处理器和微型机

代表产品是 Intel 8086 和 80286 微处理器。1978 年,Intel 公司的 8086(集成度为 29 000 晶体管/片)诞生,这是第一个 16 位的微处理器,标志着 x86 王朝的开始。很快 Zilog 公司和 Motorola 公司也宣布计划生产 Z8000 和 68000,这是第三代微处理器的起点。

1981 年,IBM 公司推出第一台个人计算机 IBM PC 机。1983 年,该公司又推出 PC/XT 机,其中 XT 表示扩展型(Extended Type)。IBM PC 和 IBM PC/XT 均使用 1979 年 Intel 公司开发的 Intel 8088(集成度为 29 000 晶体管/片)微处理器芯片作为机器的中央处理器。8086 和 8088 在芯片内部均采用 16 位数据传输,所以都称为 16 位微处理器。但 8088 微处理器芯片的内部数据总线为 16 位,外部数据总线为 8 位,所以称为准 16 位机;而 8086 微处理器芯片内部和外部数据总线均为 16 位,故称为 16 位机。

1984 年 8 月,IBM 公司推出了 IBM PC/AT 机,其中 AT 代表先进型(Advanced Type)。它使用 Intel 公司 1982 年推出的 80286(集成度为 134 000 晶体管/片)处理器,也就是俗称的 286。AT 机仍为 16 位机,但采用工业标准体系结构 ISA 总线,也称 AT 总线。

第三代微机通常都具有丰富的指令系统,采用多级中断系统、多重寻址方式、多种数据处理形式、段式寄存器结构、乘除运算硬件,电路功能大为增强,且都配备了强

有力的系统软件。

4) 第四代(1985—)——32 位高档微型机

随着计算机应用的日益广泛,社会对计算机依赖的日益明显,原来的 8 位、16 位机已经不能满足广大用户的需要,因此,Intel 公司在原来的基础上又发展了 80386 和 80486。

1985 年推出的 80386(集成度为 275 000 晶体管/片)处理器,工作主频达 25 MHz,有 32 位数据线和 24 位地址线。以 80386 为 CPU 的 COMPAQ 386,AST 386,IBM PS2/80 等机种相继诞生。1989 年,Intel 公司在 80386 的基础上又研制出了 80486(集成度为 125×10^4 晶体管/片)。它是在 80386 的芯片内部增加了一个 8 KB 的高速缓冲存储器 Cache 和 80386 的协处理器芯片 80387 而形成的新一代 CPU,其时钟频率由 25 MHz 逐步提升到 33 MHz,40 MHz,50 MHz 及后来的 100 MHz。1993 年 3 月 22 日,Intel 公司发布了它的新一代处理器 Pentium(奔腾)。它含有 310 万个晶体管,频率达 60 MHz,每秒钟执行 1 亿条指令。Pentium 芯片使 PC 拥有更为强大的功能,可运行更为强劲有力的软件。1997 年,Intel 公司发布了 Pentium II 处理器,其内部集成了 750 万个晶体管,并整合了 MMX(Multi Media Extension)指令集技术,可以更快、更流畅地播放声音、动画、视频以及图像等多媒体数据。1999 年,Intel 发布了 Pentium III 处理器。从 Pentium III 开始,Intel 又引入了 SIMD(Single Instruction Multiple Data Stream)和 SSE(Streaming SIMD Extensions)新指令,主要用于因特网流媒体扩展。2000 年,Intel 发布了 Pentium IV 处理器,其内部集成了 4 200 万个晶体管。2001 年,Intel 发布了 Itanium(安腾)处理器。Itanium 处理器是 Intel 第一款 64 位的产品,是为顶级、企业级服务器及工作站设计的。2003 年,Intel 发布了 Pentium M 处理器,专用于笔记本等低功耗的电脑。

微型机由于结构简单、通用性强、价格便宜,已在现代计算机领域中发挥着极为重要的作用,并正以难以想象的速度向前发展。

各档微机的主要性能指标如表 1-1 所示。

提示:

Intel 在 16 位和 32 位时代获得巨大成功,以绝对领先的优势在 IT 行业号令天下,但是,Intel 的 64 位 CPU 与 32 位的互不兼容。选择 Intel 64 位处理器,意味着抛弃原来的一切应用,这对任何用户来说,损失都是巨大的。而 AMD 于 2003 年 4 月 22 日推出了全球第一款兼容 x86 的 64 位处理器——Opteron(tm)。兼容 32 位的 64 位处理器的推出,对 AMD 来说是一次前所未有的挑战,也是绝处逢生的希望所在。