

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

21世纪高等学校计算机**基础**实用规划教材

# 计算机硬件 技术基础（第二版）

曹岳辉 李力 李小兰 主编

清华大学出版社



TP360.3/43=2

2008

21世纪高等学校计算机**基础**实用规划教材

# 计算机硬件技术基础

## (第二版)

曹岳辉 李力 李小兰 主编

清华大学出版社  
北京

## 内容简介

本书是“计算机文化基础”后续课程的教材。全书包含微型计算机和汇编程序设计两大部分。全书重在应用,强调基础知识,在保留传统硬件课程内容的基础上,加强了硬件的选购与使用知识的介绍,更适应于广大读者的需要。

为了方便教学和读者上机操作练习,作者还组织编写了《计算机硬件技术基础(第二版)实验与实践指导》,作为与本书配套的实验教材。

本书可供大学非计算机专业学生用作公共课程教材,也可供计算机爱好者自学。各章均附有习题及解答,并提供了实践环节的建议。

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

计算机硬件技术基础/曹岳辉,李力,李小兰主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2008.7  
(21世纪高等学校计算机基础实用规划教材)

ISBN 978-7-302-17708-1

I. 计… II. ①曹… ②李… ③李… III. 硬件—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 075007 号

责任编辑:魏江江 李 晔

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.5 字 数:420千字

版 次:2008年7月第2版 印 次:2008年7月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:27.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027912-01

# 出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机基础实用规划教材

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

# 前 言

计算机硬件技术基础是大学计算机公共课中的一门重要课程,与计算机软件技术基础同属于计算机基础课程中的第二层次。本书介绍微型计算机(简称微型机或微机)的硬件技术基础与汇编语言。

全书共有6章。第1章阐述了计算机的基本知识,第2章描述了微机的内部结构、微处理器的构造、半导体存储器组成与系统的连接、输入/输出接口与总线以及中断系统,第3章介绍了微机的常用外备,第4章对微机的选购、组装及常见故障的处理进行了全面的叙述,第5章介绍了指令系统与汇编语言程序设计,第6章对微机中常用的芯片做了详细说明。

本书是作者总结计算机硬件技术基础的教学实践经验编写而成的。为配合计算机基础教学新一轮的“1+X”课程体系改革,在编写本书的过程中,按照高等学校非计算机专业教材的特点,力求突出重点,讲清难点,概述清楚,循序渐进,既注重实用性,又兼顾先进性。全书内容丰富,示例较多,每章后均附有习题。并根据教材内容,安排了6个较有特色的实验。

本教材由曹岳辉、李力、李小兰任主编,杨莉军、陈彦伶任副主编。教材从选材到编写,都是集体讨论的结果,凝结了集体的智慧。具体分工如下:本书的第1章由杨莉军、李梦晖、王晓玲编写,第2章由曹岳辉编写,第3章由曹岳辉、唐和章编写,第4章由杨莉军、张葆青、李梦晖编写,第5章由曹岳辉、李小兰编写,第6章由李力编写。实验部分由陈彦伶、冯勤共同编写,附录由陈彦伶、张葆青共同整理。全书由曹岳辉整理统稿,蒋外文教授任主审。

为了方便教学和读者上机操作练习,作者还组织编写了《计算机硬件技术基础(第二版)实验与实践指导》,作为与本书配套的实验教材。

本书的编辑出版得到了许多同行专家、教师的支持,在此表示感谢。还要感谢清华大学出版社的魏江江编辑对本书的策划和出版所做的大量工作。由于编者的水平有限和时间紧迫,因此错误和问题在所难免,真诚恳请批评指正。

编者

2008年5月于中南大学

## 相关课程教材推荐

ISBN	书 名	定价(元)
9787302116981	软件技术基础教程	33.00
9787302161837	嵌入式技术基础与实践	39.00
9787302167334	高级语言程序设计与应用教程	29.00
9787302172574	计算机网络管理技术	25.00
9787302168003	计算机组成与系统结构	34.00
9787302109013	微机原理、汇编与接口技术	28.00
9787302142867	XML 实用技术教程	25.00
9787302167327	微机组成与组装技术及应用教程	29.50
9787302119715	计算机硬件技术基础	23.00
9787302147640	汇编语言程序设计教程(第2版)	28.00
9787302131755	Java 2 实用教程(第三版)	39.00
9787302142317	数据库技术与应用实践教程——SQL Server	25.00
9787302143673	数据库技术与应用——SQL Server	35.00

以上教材样书可以免费赠送给授课教师,如果需要,请发电子邮件与我们联系。

## 教学资源支持

敬爱的教师:

感谢您一直以来对清华版计算机教材的支持和爱护。为了配合本课程的教学需要,本教材配有配套的电子教案(素材),有需求的教师可以与我们联系,我们将向使用本教材进行教学的教师免费赠送电子教案(素材),希望有助于教学活动的开展。

相关信息请拨打电话 010-62776969 或发送电子邮件至 [weijj@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:weijj@tup.tsinghua.edu.cn) 咨询,也可以到清华大学出版社主页(<http://www.tup.com.cn> 或 <http://www.tup.tsinghua.edu.cn>)上查询和下载。

如果您在使用本教材的过程中遇到了什么问题,或者有相关教材出版计划,也请您发邮件或来信告诉我们,以便我们更好为您服务。

地址:北京市海淀区双清路学研大厦 A 座 708 计算机与信息分社魏江江 收

邮编:100084

电子邮件:[weijj@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:weijj@tup.tsinghua.edu.cn)

电话:010-62770175-4604

邮购电话:010-62786544

# 目 录

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的发展	1
1.1.1 计算机的发展历程	1
1.1.2 微型计算机的发展历程	2
1.1.3 微型计算机发展状况及方向	3
1.2 微型计算机的分类和应用	5
1.2.1 微型计算机的分类	5
1.2.2 微型计算机的应用	5
1.3 微型计算机中信息的表示与运算	6
1.3.1 计算机中数的表示方法	6
1.3.2 计算机的运算	11
习题	14
第 2 章 微型计算机	16
2.1 微处理器	16
2.1.1 微处理器概述	16
2.1.2 Intel 系列微处理器	20
2.1.3 双核微处理器	28
2.2 内存储器	29
2.2.1 存储器的基本概念	29
2.2.2 内存存储器的构成与设计	33
2.2.3 Cache 原理	38
2.2.4 虚拟存储器的工作原理	41
2.3 输入/输出接口及其中断处理	44
2.3.1 I/O 接口概述	44
2.3.2 I/O 端口的编址方式	44
2.3.3 I/O 同步控制方式	45
2.3.4 中断技术简介	48
2.4 总线	50



2.4.1	总线的基本概念 .....	50
2.4.2	总线的类型 .....	51
2.4.3	总线的标准 .....	52
	习题 .....	57
<b>第3章</b>	<b>微型计算机外设 .....</b>	<b>59</b>
3.1	概述 .....	59
3.1.1	外部设备接口 .....	59
3.1.2	通用串行总线(USB) .....	60
3.2	常用外设 .....	61
3.2.1	输入设备 .....	61
3.2.2	输出设备 .....	65
3.3	外存储器 .....	71
3.3.1	磁存储设备 .....	71
3.3.2	光存储设备 .....	73
3.3.3	CD-ROM .....	74
3.4	过程控制设备 .....	77
	习题 .....	78
<b>第4章</b>	<b>微型计算机的选购、安装与维护 .....</b>	<b>80</b>
4.1	微型计算机的选购 .....	80
4.1.1	常用台式机配件的选购 .....	80
4.1.2	台式机的整机选购 .....	96
4.1.3	笔记本计算机的选购 .....	102
4.2	微型计算机系统的参数设置 .....	106
4.2.1	CMOS 参数设置 .....	106
4.2.2	BIOS 设置的主要方法 .....	107
4.3	微型计算机的维护 .....	109
4.3.1	微型计算机性能的测试 .....	109
4.3.2	微型计算机系统的维护 .....	115
	习题 .....	119
<b>第5章</b>	<b>汇编语言程序设计入门 .....</b>	<b>120</b>
5.1	指令系统 .....	120
5.1.1	指令格式 .....	120
5.1.2	寻址方式 .....	120
5.2	80486 指令系统 .....	124

5.3	汇编语言程序格式 .....	139
5.3.1	语句格式 .....	139
5.3.2	数据定义伪指令 .....	143
5.3.3	汇编语言程序格式 .....	147
5.4	汇编语言程序基本结构与设计方法 .....	148
5.4.1	汇编语言程序设计 .....	148
5.4.2	程序设计基本方法 .....	148
5.5	宏汇编 .....	161
5.6	DOS 系统功能调用 .....	168
	习题 .....	172
<b>第 6 章</b>	<b>微机芯片与接口 .....</b>	<b>173</b>
6.1	通用可编程并行接口芯片 Intel 8255A .....	173
6.2	通用可编程串行接口芯片 16550 .....	179
6.3	可编程中断控制器 8259A .....	189
6.4	DMA 控制器 8237A .....	196
6.5	通用计数器/定时器 8254 .....	201
6.6	模/数转换芯片与数/模转换芯片 .....	205
6.7	芯片组 .....	206
6.7.1	Intel 的芯片组 .....	207
6.7.2	VIA .....	211
6.7.3	AMD .....	214
6.7.4	SIS .....	214
6.7.5	芯片组示例 Intel 82945G .....	215
	习题 .....	221
<b>实验 1</b>	<b>计算机组装及测试 .....</b>	<b>222</b>
	实验目的 .....	222
	实验内容 .....	222
	基本操作 .....	222
<b>实验 2</b>	<b>调试程序 DEBUG .....</b>	<b>227</b>
	实验目的 .....	227
	实验内容 .....	227
	基本操作 .....	227
<b>实验 3</b>	<b>内存操作数及寻址方法 .....</b>	<b>230</b>
	实验目的 .....	230

实验内容·····	230
基本操作·····	230
<b>实验4 汇编综合程序</b> ·····	232
实验目的·····	232
实验内容·····	232
基本操作·····	237
<b>实验5 8255A 并行接口应用实验</b> ·····	238
实验目的·····	238
实验内容·····	238
基本操作·····	238
<b>实验6 A/D 转换 (ADC0809) 实验</b> ·····	240
实验目的·····	240
实验内容·····	240
基本操作·····	240
<b>附录1 MASM 5.0 软件的使用方法</b> ·····	242
<b>附录2 DEBUG 主要命令</b> ·····	244
<b>附录3 汇编程序出错信息</b> ·····	249
<b>习题解答</b> ·····	254
第1章 微型计算机概述·····	254
第2章 微型计算机·····	256
第3章 微型计算机外设·····	261
第4章 微型计算机的选购、安装与维护·····	261
第5章 汇编语言程序设计入门·····	262
第6章 微机芯片与接口·····	264
<b>参考文献</b> ·····	266

# 第 1 章

# 微型计算机概述

电子计算机是 20 世纪人类最伟大的发明之一。随着计算机的广泛应用,人类社会生活的各个方面都发生了巨大的变化。特别是微型计算机技术和网络技术的高速发展,计算机逐渐走进了家庭,正改变着人们的生活方式,成为人们生活和工作不可缺少的工具,掌握计算机的使用方法已成为人类必不可少的技能。本章主要介绍微型计算机的基础知识,包括微型计算机的发展、分类和应用,以及计算机中信息的表示与运算。

## 1.1 微型计算机的发展

1946 年,在美国诞生了世界上第一台电子计算机 ENIAC(电子数字积分计算机, Electronic Numerical Integrator And Calculator),如图 1-1 所示。该计算机的字长为 12 位,加法速度为 5000 次/秒,乘法速度为 56 次/秒,比先前的继电器计算机快 1000 倍,比人工计算快 20 万倍。ENIAC 的诞生为计算机和信息产业的发展奠定了基础。

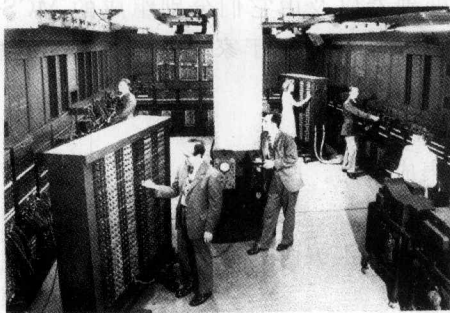


图 1-1 ENIAC(埃尼阿克)

### 1.1.1 计算机的发展历程

从 20 世纪 40 年代末到 50 年代中期的计算机都采用电子管为主要元件,称为第一代计算机,也就是电子管时代的计算机。这一代计算机主要用于科学计算。

20 世纪 50 年代中期,晶体管取代电子管,大大缩小了计算机的体积,降低了成本,同时将运算速度提高了近百倍,这个时代的计算机称为第二代计算机,也就是晶体管时代的计算机。在应用上,计算机不仅用于科学计算,而且开始用于数据处理和过程控制。

20 世纪 60 年代中期,集成电路问世,由此出现了中、小规模集成电路构成的第三代计算机。这一时期,实时系统和计算机通信网络有了一定的发展。

20世纪70年代初,出现了以大规模集成电路为主体的第四代计算机。这一代计算机的体积进一步缩小,性能进一步提高,发展了并行技术和多机系统,出现了精简指令集计算机(Reduced Instruction Set Computer, RISC)。微型计算机也是在第四代计算机时代产生的。

而所谓的第五代计算机,其主要目标是采用超大规模集成电路,在系统结构上要类似人脑的神经网络,在材料上使用常温超导材料和光器件甚至分子,在计算机结构上采用超并行的数据流计算等。

### 1.1.2 微型计算机的发展历程

作为第四代计算机的一个重要分支,微型计算机诞生于20世纪70年代初。微型计算机(Microcomputer)与其他大、中、小型计算机的区别主要在于,其中央处理器(Central Processing Unit, CPU)采用了大规模、超大规模集成电路技术,其他类型计算机的CPU则是由相当多的分离元件电路或集成电路所组成。为了将这两种CPU相区别,把微型计算机的CPU芯片称为微处理器(Micro Processing Unit或Microprocessor, MPU)。

微型计算机具有体积小、功耗低、重量轻、价格低、可靠性高以及使用方便等一系列优点,因此获得了广泛的应用和迅速的发展。微型计算机的发展从1971年Intel公司首先研制成功的4位Intel 4004微处理器算起,已经走过了30多年的历史,经历了如下几个阶段的演变。

#### 1. 第一阶段

这一阶段(1971—1973)为4位或低档8位微处理器和微型计算机时代。典型产品是Intel 4004和Intel 8008微处理器以及由它们分别组成的MCS-4和MCS-8微型计算机。系统结构和指令系统均比较简单,主要用于家用电器和简单的控制场合,其主要技术特点如下:

- (1) 处理器为4位或低档8位。
- (2) 采用PMOS工艺,集成度低。
- (3) 运算功能较差,速度较慢。
- (4) 主要以机器语言或简单的汇编语言为主。

#### 2. 第二阶段

这一阶段(1974—1978)为中高档8位微处理器和微型计算机时代。典型产品是Intel公司的8080/8085、Motorola公司的MC 6800和Zilog公司的Z80等微处理器以及各种8位的单片机,其主要技术特点如下:

- (1) 处理器为中高档8位。
- (2) 采用NMOS工艺,集成度比第一代提高了4倍左右。
- (3) 运算速度提高10~15倍。
- (4) 采用机器语言、汇编语言或高级语言,后期配有操作系统。

#### 3. 第三阶段

这一阶段(1978—1981)为16位微处理器和微型计算机时代。典型产品是Intel公司的8086/8088、Motorola公司的MC 68000和Zilog公司的Z8000等微处理器。指令系统更加丰富、完善,采用多级中断系统、多种寻址方式、段式存储器结构、硬件乘除部件等,并配有

强有力的软件系统,时钟频率为 5~10MHz,平均指令执行时间为 1 $\mu$ s,其主要技术特点如下:

- (1) 处理器为 16 位。
- (2) 采用 HMOS 工艺,集成度比第二代提高一个数量级。
- (3) 运算速度比第二代提高一个数量级。
- (4) 采用汇编语言、高级语言并配有软件系统。

#### 4. 第四阶段

这一阶段(1981—1993)为高性能的 16 位机和 32 位微处理器和微型计算机时代。典型产品是 Intel 公司的 80386/80486、Motorola 公司的 MC 68030/68040 和 Zilog 公司的 Z80000 等微处理器。它们具有 32 位数据总线和 32 位地址总线,平均指令执行时间为 0.125 $\mu$ s,其主要技术特点如下:

- (1) 处理器为高性能的 16 位机和 32 位机。
- (2) 采用 HMOS 或 CMOS 工艺,集成度在 100 万个晶体管/片以上。
- (3) 运算速度再次提高。
- (4) 部分软件硬化。

这 4 个阶段微处理器的主要特点可概括如表 1-1 所示。

表 1-1 1~4 阶段微处理器的特点

主要特点比较项	阶段			
	第一阶段 1971—1973	第二阶段 1974—1978	第三阶段 1978—1981	第四阶段 1981—1993
典型的微处理器芯片	Intel 4004 Intel 4040 Intel 8008	Intel 8080 MC 6800 Z80	Intel 8086/8088 MC 68000 Z8000	Intel 80x86 MC 68020 Z80000
字长/位	4/8	8	16	16/32
芯片集成度(晶体管/片)	1000~2000	5000~9000	20 000~70 000	100 万个以上
时钟频率(MHz)	0.5~0.8	1~4	5~10	10 以上
数据总线宽度(条)	4/8	8	16	16/32
地址总线宽度(条)	4~8	16	20~24	24~32
存储器容量	≤16KB 实存	≤64KB 实存	≤1MB 实存	≤4GB 实存 ≤64TB 虚存
基本指令执行时间( $\mu$ s)	10~15	1~2	<1	<0.125
软件水平	机器语言 汇编语言	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 部分软件硬化

### 1.1.3 微型计算机发展状况及方向

自 1993 年至今,微型计算机一直处于高速发展阶段。微处理器技术日新月异,按其不同特点划分为 4 个时期。

#### 1. 32 位微处理器时期(1993—1995)

这一时期的微处理器得到了长足发展,典型产品是 Intel 公司的 Pentium(奔腾)系列微

处理器芯片,内部采用超标量指令流水线结构,并具有相互独立的指令和数据高速缓存。同时期的产品还有 Itanium、IBM/Motorola/Apple 联合推出的 PowerPC、AMD 的 K5、Cyrrix 的 M1 等微处理器,但是由于 Pentium 微处理器的性能最佳,Intel 逐渐占据了大部分市场,并在以后相当长的时期里成为主流产品。

Pentium 采用亚微米 CMOS 技术,芯片集成度达 330 万只晶体管/片,主频为 60~166MHz,处理速度达 110 百万条/秒(MIPS)。它采用全新的体系结构,内核运用 RISC 技术。Pentium 具有 64 位数据总线,但只有 32 位地址总线,内部寄存器也为 32 位。Pentium 处理器兼容 80x86,同时继承了长期积累下来的庞大软件资源。

## 2. 高性能 32 位微处理器时期(1995—2003)

1995 年底,Intel 推出了 Pentium Pro 处理器。Pentium Pro 的工作频率有 150MHz、166MHz、180MHz 和 200MHz 共 4 种,都具有 16KB 的一级缓存和 256KB 的二级缓存。它基于 Pentium 完全相同的指令集和兼容性,达到了 440MIPS 的处理能力和 550 万个晶体管,具有 64 位数据线和 36 位地址线,物理地址达到 64GB,虚拟存储可达 64TB。Pentium Pro 采用了 PPGA 封装技术。即一个 256KB 的二级缓存芯片与 Pentium Pro 芯片封装在一起,两个芯片之间用高频宽的内部总线互连,处理器与高速缓存的连接线路也被安置在该封装中,这就使高速缓存能更容易地运行在更高的频率上。这在当时算得上是 CPU 技术的一个创新。

1997 年,Intel 推出 Pentium MMX,在原 Pentium 的基础上进行了重大的改进,增加 57 条 MMX 多媒体指令,专门用来处理音频、视频等数据,处理多媒体的能力提高 60% 左右。MMX 技术开创了 CPU 开发的新纪元。

1997 年,Intel 发布 Pentium II 处理器,内部集成 750 万个晶体管,整合 MMX 指令集技术,并首次引入了 S. E. C 封装(Single Edge Contact)技术,将高速缓存与处理器整合在一块 PCB 板上。1998 年 Intel 发布 333MHz Pentium II 处理器,首次采用了 0.25 $\mu$ s 制造工艺。

1999 年,Intel 发布 Pentium III 处理器,集成 950~2800 万个晶体管,主频 450M~1GHz,内部新增加 70 条 SSE 指令,使语言处理能力提高 37%,图形图像处理能力提高 64%。它首次内置序列号,可以唯一标志一个微处理器。2000 年 AMD 发布 Athlon 1GHz 处理器,在主频和性能上超越了 Intel 的同类产品。

2000 年底,Intel 发布首个非 P6 核心的 Pentium 4(奔腾 4)处理器。采用 0.18 $\mu$ s 工艺,集成度高达 4200 万管/片,主频为 1.3GHz,前端总线 400MHz。它使用 20 级分支预测/恢复管道,动态执行技术中指令池中可容纳 126 条指令,新增加 144 条 SSE2 指令,提供 128 位整数算法操作和 128 位双精度浮点操作。

在随后的几年中,Intel 陆续推出了主频更高的处理器,改用更为精细的 0.13 $\mu$ s 制程,集成更大的 512KB 二级缓存,主频最高可达 3.6GHz,性能有了大幅度的提高,目前 Pentium 4 已经成为最受欢迎的中高端处理器。

## 3. 64 位单核处理器时期(2003—2005)

2001 年 Intel 公司正式推出 64 位微处理器 Itanium。它采用完全的 64 位架构,三级内置缓存,2.1Gb/s 的总线速度,具有更为强大的计算能力和并行处理能力,尤其是浮点计算性能,能够极大地提高数据处理的精度和速度。它不向下兼容且价格昂贵,因此未能得到市场推广。

2003年AMD推出完全64位微处理器Opteron,随后推出Athlon64系列,集成度1亿晶体管/片以上,主频2GHz以上,可拥有高达1800TB的内存寻址能力。它最大的特点就是在支持64位数据寻址的同时,向下兼容32位数据寻址,妥善解决了CPU从32位到64位的过渡和兼容问题,从而掀起了桌面处理器从32位向64位过渡的技术革命。

#### 4. 多核处理器时期(2005年至今)

早在2001年IBM发布了第一块双核模式处理器Power4,微处理器开始使用双核技术,在一块CPU基板上集成两个功能相同的处理器核心,并通过并行总线将各处理器核心连接起来,使得处理器的性能得到极大的提高。随后,Sun公司和惠普(HP)公司都先后推出了双核芯片。由于这些产品都是基于UNIX架构,同时价格高昂,所以没有能够普及应用。2005年Intel和AMD的双核处理器开始面向普通用户推出,随即得到推广迅速成为市场主流。这一阶段采用CMOS或OSI工艺,制造工艺更加精细,达到65ns,芯片集成度在1.5亿个晶体管/片以上。数据传输可达到总线宽度的4倍,地址总线可提供双倍地址。同样主频的双核处理器比单核吞吐量几乎要大一倍,性能提高了40%~80%。

目前典型的64位双核处理器有IBM公司的Power4/5/6、Intel公司的Core Duo、AMD公司的Athlon64 X2等。目前各大公司都在研制新的多核处理器,已上市的4核处理器有Intel公司的Core2 Extreme、AMD公司的Barcelona等,Intel公司的8核处理器不久也将面市,采用多核处理器的微型计算机将成为未来的发展方向。

## 1.2 微型计算机的分类和应用

### 1.2.1 微型计算机的分类

微型计算机的分类方法很多,可以从不同的角度对微型计算机进行分类。

- 按微处理器的字长,可分为4位、8位、16位、32位、64位微处理器。
- 按应用领域,可分为通用微机和专用微机。
- 按微处理器的制造工艺,可分为MOS型器件和双极型器件两大类。
- 按微型计算机的组装形式,可分为单片、单板、多板微型计算机等。
- 按微型计算机的结构形式,可分为台式机、便携式(笔记本式)、Tablet PC(平板电脑)。

### 1.2.2 微型计算机的应用

微型计算机的应用,归纳起来主要有以下几个方面。

#### 1. 科学计算与数据处理

这是最原始、也是占比重最大的计算机应用领域。在科学研究、工程设计和社会经济规划管理中存在大量复杂的数学计算问题,如卫星轨道的计算、大型水坝的设计、航天测控数据的处理、中长期天气预报、地质勘探与地震预测、社会经济发展规划的制订等,常常需要进行几十阶微分方程组、几百个线性联立方程组和大型矩阵的求解运算,没有计算机是不可设想的,利用计算机则可快速得到较理想的结果。

#### 2. 生产与试验过程控制

在工农业、国防、交通等领域,利用计算机对生产和试验过程进行自动实时监测、控制和



管理,可提高效率和质量,降低成本,缩短周期。

### 3. 自动化仪器、仪表及装置

在仪器、仪表装置中使用微处理器或微型计算机,可明显增强功能,提高性能,减小重量和体积。

### 4. 信息管理与办公自动化

现代企事业单位和政府、军队各部门需要管理的内容很多,如财务管理、人事档案管理、情报资料管理、仓库材料管理、生产计划管理、信贷业务管理、购销合同管理等。采用计算机和目前迅猛发展的计算机网络技术,可实现信息管理自动化和办公自动化、无纸化。

### 5. 计算机辅助设计

在航空航天器结构设计、建筑工程设计、机械产品设计和大规模集成电路设计等复杂设计活动中,为了提高质量,缩短周期,提高自动化水平,目前普遍借助计算机进行设计,即计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)。CAD技术发展迅速,应用范围不断拓宽,派生出计算机辅助测试(Computer Aided Test, CAT)、计算机辅助制造(Computer Aided Manufacture, CAM)和将设计、测试、制造融为一体的计算机集成制造系统(Computer Integration and Manufacture System, CIMS)等新的技术分支。

### 6. 计算机仿真

对一些复杂的工程问题和复杂的工艺过程、运动过程、控制行为等进行研究时,在数学建模的基础上,用计算机仿真的方法对相关的理论、方法、算法和设计方案进行综合、分析和评估,可以节省大量的人力、物力和时间。用计算机构成的模拟训练器和虚拟现实环境对宇航员和飞机、舰艇驾驶员进行模拟训练,也是目前军事训练常用的办法。在军事研究领域,目前也常用计算机仿真的方法来代替真枪实弹、真兵演练的攻防对抗军事演习。

### 7. 人工智能

“人工智能”是用计算机系统模拟人类某些智能行为的新兴学科技术,它包括声音、图像、文字等模式识别,自然语言理解,问题求解,定理证明,程序设计自动化和机器翻译、专家系统等。

### 8. 文化、教育、娱乐和日用家电

计算机辅助教学(Computer Aided Instruction, CAI)早已成为国内外高等教育中一种重要的教学手段。目前,它已进一步从大学的殿堂走进中、小学和幼儿教育的领地,甚至进入了家庭。今天电影、电视片的设计、制作,多媒体组合音像设备的推出,许多全自动、半自动“家电”用品的出现,以至许多智能型儿童小玩具,无一不是微型计算机在发挥着作用。

## 1.3 微型计算机中信息的表示与运算

### 1.3.1 计算机中数的表示方法

一个数在计算机中的表示形式称为机器数。在计算机中,无论数值还是数的符号,都只能用0、1来表示。通常用数的最高位作为符号位:0表示正数,1表示负数。

机器数所能表示的数的范围受计算机字长的限制。在计算机中,作为数据传送、存储和运算基本单位的一组二进制字符称为一个字(Word),一个字中的二进制字符的数目称为字