

高等学校计算机基础教育规划教材

计算机硬件技术基础 (第2版)

焦明海 等 编著

清华大学出版社

辽宁省教学改革和教学成果奖资助项目
高等学校计算机基础教育规划教材

计算机硬件技术基础 (第2版)

焦明海 徐彬 张恩德
柳秀梅 易秀双 张昱 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了微型计算机体系中的硬件组成知识和技术应用,主要内容包括计算机基础知识、中央处理器、存储器、汇编语言及程序设计、I/O 接口总线技术、中断系统、DMA 控制器及应用、典型接口芯片(包括 8255A、8251A 和 8253)、模数(A/D)和数模(D/A)转换器、嵌入式处理器与嵌入式操作系统等。为了增强读者对基本概念和理论知识的理解,本书第 2 版在内容取舍上沿用了第 1 版的编写风格,尽可能做到少而精,除保留了基本的 8086/8088 系统的理论外,又增加了微处理器、存储器、总线和模数转换等最新软硬件技术的知识。在内容安排上由浅入深,并给出了大量的图例和程序实例。配套的实验指导教材还给出了创新实验的内容和仿真软件的实训操作过程。本套教材也提供了用于自主学习的习题和习题解答。

本书的主要目的是使读者获得计算机硬件技术方面的基础知识、基本思想、学习方法和应用技能,培养读者熟悉使用硬件与软件相结合的方法和工具,以及分析解决本专业及相关专业领域问题的思维方法和实践能力。

本书可作为高等学校非计算机本科、专科各专业的“计算机硬件技术基础”、“计算机组成原理及应用”、“计算机接口技术”的教学用书,也可作为研究生的自学用书,还可以作为从事计算机应用开发的科技人员的参考用书。

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/焦明海等编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2012.1
(高等学校计算机基础教育规划教材)

ISBN 978-7-302-27003-4

I. ①计… II. ①焦… III. ①硬件—高等学校—教材 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 200260 号

责任编辑:袁勤勇 薛 阳

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24 字 数:571 千字

版 次:2012 年 1 月第 2 版 印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:33.00 元

产品编号:044140-01

《高等学校计算机基础教育规划教材》

编 委 会

顾 问：陈国良 李 廉

主 任：冯博琴

副 主 任：周学海 管会生 卢先和

委 员：(按姓氏音序为序)

边小凡	陈立潮	陈 炼	陈晓蓉	鄂大伟
高 飞	高光来	龚沛曾	韩国强	郝兴伟
何钦铭	胡 明	黄维通	黄卫祖	黄志球
贾小珠	贾宗福	李陶深	宁正元	裴喜春
钦明皖	石 冰	石 岗	宋方敏	苏长龄
唐宁九	王 浩	王贺明	王世伟	王移芝
吴良杰	杨志强	姚 琳	俞 勇	曾 一
战德臣	张昌林	张长海	张 莉	张 铭
郑世钰	朱 敏	朱鸣华	邹北骥	

秘 书：袁勤勇

前言

计算机技术已经成为 21 世纪科技创新和新技术应用的重要基础,给我们的工作和生活带来了巨大的变化。进入 21 世纪的第二个 10 年,中国国内经济的高速发展以及 Internet 技术的普及,政府大力推行的国民经济信息化建设使国内计算机硬件市场高速发展,当前以计算机芯片为主导核心的高科技产品(例如计算机设备、笔记本电脑和 iPad 手持终端产品等)已经得到了广泛普及。

随着“十二五”期间计算机软件的使用人数逐年增长,对硬件应用技术人员的需求也呈递增趋势,国内各高等院校、高职高专学校及社会培训结构都陆续开设了计算机硬件技术的课程,但与之相对应的教材建设却相对滞后,读者十分需要多样化的计算机硬件系统的教材。根据教育部提出的计算机基础教学改革的精神,针对非计算机类各专业计算机基础课程的“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次的教学模式,本书符合“计算机技术基础”层次的基本要求,起到了承上启下的作用。

本书深入研究了非计算机本科生学习计算机基础课程的特点,在第 2 版的内容安排上更加注重课堂学习与自主学习相结合,培养学生的创新能力和实践能力。另外,本书第 1 版的内容作为研究成果已获得了辽宁省教学成果一等奖,教学平台也获得了第十届全国多媒体课件大赛二等奖。为了满足工业领域、企事业单位对计算机硬件技术的应用需求,也为了使读者更快地掌握硬件与软件相结合的最新方法和工具,本书在内容上既考虑了第 2 章和第 3 章中的硬件最新知识与传统接口理论,又充分考虑到了知识的实践性,读者可以应用第 4 章和第 5 章中的汇编语言知识进行编程,完成第 7~10 章中各种典型硬件芯片的具体实例应用,分析解决本专业及相关专业领域问题的思维方法和实践训练。

全书共分 11 章,主要介绍了计算机基础知识、中央处理器、存储器、汇编语言指令系统及程序设计、I/O 接口总线技术、中断系统、DMA 控制器及应用、典型接口芯片、模数(A/D)和数模(D/A)转换器、嵌入式处理器与嵌入式系统等内容。其中第 1 章介绍计算机硬件技术基础及数字电路知识;第 2 章、第 3 章介绍计算机的核心硬件技术知识,即中央处理器(CPU)和存储器的基本知识;第 4 章、第 5 章介绍汇编语言指令系统和编程知识;第 6~10 章介绍各种典型硬件芯片的应用知识;第 11 章介绍最新的嵌入式处理器与嵌入式系统。

本书的编写成员有徐彬、张恩德、易秀双、柳秀梅和张昱。全书由焦明海统稿并主审。

在编写本书时,作者力求结构合理、语言叙述通俗易懂,但由于作者水平和经验有限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请业内同仁和读者批评指正,以便使本书质量得到进一步完善和提高。

编 者

2011年夏于沈阳

目录

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算机的产生	1
1.2 微处理器发展概述	2
1.2.1 4 位微处理器	2
1.2.2 8 位微处理器	2
1.2.3 16 位微处理器	3
1.2.4 32 位微处理器	3
1.3 微型计算机系统	5
1.3.1 微型计算机的硬件组成.....	5
1.3.2 微型计算机的软件组成.....	7
1.4 计算机数制及算术运算	8
1.4.1 数制及数制转换.....	8
1.4.2 算术运算	12
1.5 计算机数字电路.....	17
1.5.1 逻辑代数	17
1.5.2 门电路	19
1.5.3 典型逻辑器件	21
习题	26
第 2 章 中央处理器	29
2.1 CPU 的功能和组成	29
2.1.1 CPU 的功能	29
2.1.2 CPU 的内部组成	30
2.2 8086/8088 的编程结构	33
2.2.1 执行单元	34
2.2.2 总线接口单元	35
2.2.3 8086/8088 的寄存器	37
2.2.4 8086/8088 的总线周期概念	41

2.3	8086/8088 CPU 的引脚及其功能	42
2.3.1	8086/8088 的引脚信号	42
2.3.2	8086/8088 的最小模式	44
2.3.3	8086/8088 的最大模式	47
2.4	8086/8088 的存储器组织与 I/O 组织	52
2.4.1	8086/8088 的存储器组织	52
2.4.2	8086/8088 的 I/O 组织	57
2.5	8086/8088 的 CPU 时序	57
2.5.1	总线读操作周期	57
2.5.2	总线写操作周期	60
2.5.3	空闲周期	61
2.5.4	中断响应周期	62
2.5.5	系统复位和启动	64
2.6	典型 CPU 举例	65
2.6.1	Intel 80486 微处理器及体系结构	65
2.6.2	多核微处理器技术	70
	习题	73
第 3 章	存储器	76
3.1	存储系统概述	76
3.1.1	存储器的分类	76
3.1.2	存储器的主要性能指标	77
3.1.3	存储系统的层次结构	78
3.2	半导体存储器介质	80
3.2.1	随机存储器与只读存储器	80
3.2.2	DDR、DDR II 与 DDR III	80
3.3	主存储器	83
3.3.1	主存储器的基本组成与结构	84
3.3.2	主存储器的容量扩展	87
3.3.3	存储器与 CPU 的连接	88
3.3.4	高速缓冲存储器	91
3.4	计算机中的内存管理	93
3.4.1	DOS 下的内存管理	94
3.4.2	Windows 下的内存管理	94
3.5	外存储设备	95
3.5.1	外存储设备概述	95
3.5.2	硬盘存储器	95
3.5.3	光盘存储器	101

3.5.4	固态硬盘	104
3.6	计算机中的文件管理	107
	习题	110
第4章	8086 汇编语言指令系统	114
4.1	8086 汇编语言指令语句格式	114
4.2	操作数的寻址方式	115
4.2.1	立即数寻址	116
4.2.2	寄存器寻址	116
4.2.3	直接寻址	116
4.2.4	寄存器间接寻址	117
4.2.5	相对寄存器间接寻址	119
4.3	堆栈与堆栈操作	121
4.4	8086 指令系统	124
4.4.1	数据传送指令	124
4.4.2	算术运算指令	130
4.4.3	逻辑运算和移位指令	136
4.4.4	串操作指令	140
4.4.5	控制转移指令	142
4.4.6	中断指令	146
4.4.7	DOS 和 BIOS 调用	147
4.4.8	处理器控制指令	151
4.5	指令系统的发展	151
4.5.1	对指令系统的要求	151
4.5.2	CISC 与 RISC	152
	习题	153
第5章	汇编语言程序设计	158
5.1	概述	158
5.2	汇编语言源程序的基本结构和语法	159
5.2.1	常用伪指令	160
5.2.2	简化段定义伪指令	167
5.2.3	常量、变量和标号	168
5.2.4	表达式	169
5.3	汇编语言程序设计	173
5.3.1	结构化程序设计	173
5.3.2	EXE 文件和 COM 文件	176
5.3.3	汇编语言与高级语言的接口	177

习题	180
第 6 章 I/O 接口和总线	184
6.1 输入输出接口基本知识	184
6.1.1 接口技术的基本知识	184
6.1.2 输入输出传送方式	186
6.1.3 I/O 端口的寻址方式	194
6.1.4 I/O 接口读写	194
6.1.5 串行接口和并行接口	195
6.2 总线	198
6.2.1 总线的概念	198
6.2.2 总线分类及特性	199
6.2.3 总线的性能指标	205
6.2.4 总线结构对计算机系统性能的影响	206
6.2.5 ICH 和 MCH(GMCH)	206
习题	208
第 7 章 中断系统	211
7.1 中断的概念	211
7.1.1 中断源	211
7.1.2 中断过程	212
7.1.3 中断优先级及嵌套	214
7.2 8086/8088 中断系统	214
7.3 中断控制器 8259A	218
7.3.1 8259A 的引脚功能	218
7.3.2 8259A 的内部结构	219
7.3.3 8259A 的命令字	222
7.3.4 8259A 级联	224
7.3.5 用 8259A 实现中断控制	226
习题	233
第 8 章 DMA 控制器及其应用	237
8.1 DMA 控制器(DMAC)的功能	237
8.2 DMA 控制器 8237 的原理及应用	238
8.2.1 引脚及功能	238
8.2.2 工作时序	240
8.2.3 工作方式	241
8.2.4 内部寄存器	243



8.2.5	8237 的寻址及连接	247
8.2.6	初始化	250
习题	252
第 9 章	典型接口芯片	254
9.1	并行接口芯片 8255A	254
9.1.1	并行通信和并行接口	254
9.1.2	8255A 的内部结构和引脚信号	255
9.1.3	8255A 的控制字	257
9.1.4	8255A 的工作模式	260
9.1.5	8255A 的应用	269
9.2	串行通信与串行接口 8251A	275
9.2.1	串行接口与串行通信	275
9.2.2	8251A 的基本工作原理	283
9.3	8253 可编程计数器/定时器	300
9.3.1	概述	300
9.3.2	可编程计数器/定时器的原理	301
9.3.3	可编程计数器/定时器 8253 的引脚信号和编程结构	302
9.3.4	8253 的工作模式	308
9.3.5	可编程计数器/定时器 8253 编程实例	315
习题	318
第 10 章	模数(A/D)和数模(D/A)转换	321
10.1	概述	321
10.2	A/D 转换器	322
10.2.1	模数转换的基本原理	322
10.2.2	模数转换的主要技术指标	325
10.2.3	A/D 转换器 ADC0809 的结构及引脚	326
10.3	D/A 转换器	332
10.3.1	数模转换的基本原理	332
10.3.2	D/A 转换器的主要性能参数	334
10.3.3	8 位 D/A 转换器 DAC0832	335
10.4	计算机中的 ADC/DAC 应用——声卡 Codec	337
10.4.1	Codec 简介	337
10.4.2	声卡 Codec 的主要技术参数	337
10.4.3	常见的声卡 Codec	338
习题	342

第 11 章 嵌入式处理器与嵌入式系统	344
11.1 基本概念	344
11.1.1 嵌入式系统的定义	344
11.1.2 两种存储体系结构——冯·诺依曼结构与哈佛结构	344
11.1.3 两种指令系统结构——CISC 和 RISC	346
11.2 嵌入式处理器	348
11.2.1 嵌入式处理器现状	348
11.2.2 嵌入式处理器分类	348
11.2.3 主流嵌入式处理器的介绍	351
11.2.4 嵌入式处理器的发展趋势	359
11.3 嵌入式操作系统	360
11.3.1 嵌入式操作系统的概念	360
11.3.2 嵌入式操作系统的分类	360
11.3.3 主流嵌入式操作系统的介绍	362
11.3.4 嵌入式操作系统的发展趋势	366
习题	368
附录 A ASCII 编码表	370
参考文献	371

计算机基础知识

本章主要介绍微处理器的发展,微型计算机系统的基本构成,计算机内部的数制转换、数值运算、逻辑运算的基础知识,以及基本门电路、典型逻辑电路的基础知识。

1.1 计算机的产生

进入 21 世纪以来,计算机已经走进了千家万户,为人们提供了便捷舒适的生活方式。当初它的产生主要是为了解决各个学科及工程领域不断发展所带来的繁杂的计算工作。在现代计算机问世之前,先后出现过机械式计算机、机电式计算机和萌芽期的电子计算机(1642—1939 年的计算机)。

1936 年,英国数学家 A. M. Turing(图灵)提出了图灵机模型,为现代计算机硬件和软件做出了理论上的准备。1945 年数学家冯·诺依曼第一次提出了“存储程序”计算机的概念,即“冯·诺依曼机器”。1946 年 2 月美国宾夕法尼亚大学莫尔电工学院成功研制了 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)电子计算机。它体积庞大,消耗大量电力,当时被专门用于火炮弹道的计算,这台计算机成本很高,使用不便。但它的问世具有划时代的伟大意义。

一直以来,人们都认为 ENIAC 计算机是“世界公认的第一台电子数字计算机”。事实上,根据 1973 年美国最高法院的裁定,最早的电子数字计算机应该是美国爱荷华州立大学的物理系副教授约翰·阿坦那索夫和其研究生助手克利夫·贝瑞于 1939 年 10 月制造的 ABC(Atanasoff-Berry-Computer)计算机。之所以会有这样的误会,是因为 ENIAC 的研究小组中的一个叫莫克利的人于 1941 年剽窃了约翰·阿坦那索夫的研究成果,并在 1946 年申请了专利。ABC 计算机采用二进制,基本体系结构和现代计算机别无二致。这也成为了计算机发展历史上的一个小插曲。

1958 年,中国研制成功了第一台小型电子管数字计算机 103 型机,其字长为 32 位,每秒运算 30 次,采用磁鼓内部存储器,容量为 2KB。1959 年,又成功研制出了第一台大型通用数字电子计算机 104 型机,平均每秒运算 1 万次。1965 年,中国第一台晶体管数字计算机 109 乙机在中科院计算所研制完成。由此,中国造计算机开始在国内各行业领域发挥重要作用。

1.2 微处理器发展概述

世界上第一块 4 位微处理器芯片 Intel 4004 于 1971 年由 Intel 公司的霍夫研制成功,标志着微处理器的问世,微型计算机时代也从此开始。微处理器的突出特点是将运算器和控制器做在一块集成电路芯片上。微处理器的集成规模和功能,成为了微型计算机不同发展阶段的重要标志,微型计算机的换代通常是以微处理器的字长位数和功能来划分的。

1.2.1 4 位微处理器

1971 年 Intel 公司开发出了微处理器 4004,这是世界上第一个可用于微型计算机的 4 位处理器,这款 4 位微处理器虽然只有 45 条指令,每秒也只能执行 5 万条指令,运行速度只有 108kHz,甚至比不上 1946 年的世界第一台计算机 ENIAC。但它却集成了 2300 只晶体管,整个重量还不到一盎司。这一突破性的发明最先应用于 Busicom 计算器,为无生命体和个人计算机的智能嵌入铺平了道路。

微处理器 4004 编号中的第一个 4 代表此芯片是客户订购的产品编号,后一个 4 代表此芯片是 Intel 公司制作的第 4 个订制芯片。这种数字代号沿用至今。采用 4004 芯片后,再配用一块程序存储器、数据存储器 and 移位寄存器,再加上键盘和数码管,就构成了一台完整的微型计算机,采用机器语言和汇编语言编写程序。

1.2.2 8 位微处理器

由于微处理器 4004 芯片的处理能力实在有限,还不足以引起人们的兴趣,于是 Intel 公司随后推出了 8 位微处理器 8008 芯片,其频率为 200kHz,晶体管的总数已经达到了 3500 个,能处理 8 比特的数据。更为重要的是,Intel 还首次获得了处理器的指令技术,在商用领域获得了极大成功。

8008 芯片原本是为得克萨斯州的 Datapoint 公司设计的,但是这家公司最终却没有足够的财力支付这笔费用。于是双方达成协议,Intel 拥有这款芯片所有的知识产权,而且还获得了由 Datapoint 公司开发的指令集。这套指令集奠定了今天 Intel 公司 x86 系列微处理器指令集的基础。

1974 年 Intel 公司推出了一款划时代的微处理器 8080,立即引起了业界的轰动。由于采用了复杂的指令集以及管脚封装技术,8080 的处理能力大为提高,其功能是 8008 的 10 倍,每秒能执行 29 万条指令,集成晶体管数目达到了 6000 个,运行速度达到了 2MHz。

由于微处理器的长远发展前景,更多的公司开始开发微处理器芯片,如 RCA(美国无线电公司)、Honeywell、Fairchild、美国国家半导体公司、AMD、Motorola 以及 Zilog 公司

等。尤其是 Zilog 公司,当时世界上第一块 4004 芯片的设计者 Faggin 加盟了该公司,因此由该公司推出的 Z80 微处理器比 8080 功能更为强大, Motorola 公司的 6800 微处理器功能也比 8080 强,直到今天这两款处理器仍然被尊为经典。这些微处理器的集成度达到了 9000 只晶体管,平均指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$,运算速度加快,具有多种寻址方式,具有中断、DMA 等控制功能,其外围设备也都得到了迅速发展。该时期的微处理器已经处于成熟阶段。单用户操作系统的概念逐渐被提出并实现,采用汇编语言、一些高级语言(例如 BASIC 和 FORTRAN)作为编程语言。

1.2.3 16 位微处理器

1978 年 Intel 公司推出的 8086 芯片是第一个 16 位微处理器,同时生产出了与之配合的数学协处理器 8087 芯片,增加了一些专门用于对数、指数和三角函数等数学计算的指令。这两种芯片使用相同的指令集,以后 Intel 生产的处理器均对其兼容。随着市场需求的提升, Intel 公司在次年推出了性能更出色的 8088 处理器。三款处理器都集成了 29 000 只晶体管,时钟频率(速度)可分别达到 5MHz、8MHz 和 10MHz,内部数据总线(处理器内部传输数据的总线)、外部数据总线(处理器外部传输数据的总线)均为 16 位,地址总线为 20 位,可寻址 1MB 内存。1981 年, IBM 公司将 8088 芯片首次用于 IBM PC 中,开创了全新的微机时代。也正是从 8088 开始, PC(个人电脑)的概念开始在全世界范围内发展起来。

1982 年 Intel 公司推出了 80286 芯片,它是全新技术的标准产品,其集成度达到了 14.3 万只晶体管/片,最大主频为 20MHz,内部外部数据传输均为 16 位,内存寻址能力为 16MB,可在两种方式下工作,一种为“实模式”,另一种为“保护模式”。在实模式下,微处理器可以访问的最大内存为 1MB;而在保护模式下则可以访问 16MB 的内存空间。

在这个时代除 8086/8088 微处理器外,还有 Zilog 公司的 Z-8000, Motorola 公司的 MC6800 微处理器产品。它们都具有丰富的指令系统和多种寻址方式、多种数据处理形式,采用多级中断,有完善的操作系统。由它们组成的微型计算机的性能指标已达到或超过了当时的中档小型机水平。

1.2.4 32 位微处理器

随着社会需求的发展和相关技术的不断更新,众多的 32 位高档微处理器被研制出来,从结构、功能和应用范围等方面使计算机进一步微型化,开始了微处理器的新时代。由于采用了更先进的工艺,集成度较以前有了很大提高,其内部采用流水线控制,平均指令执行时间缩小,此时的微处理器具有 32 位数据总线和 32 位地址总线,这样它们的直接寻址能力高达 4GB,可同时管理 $64\text{TB}(2^{46})$ 的虚拟寻址空间。

1985 年, Intel 公司推出的 80386DX,内部集成了 27.5 万只晶体管,时钟频率最大为 40MHz,采用 6 级流水线,取指令、译码、内存管理、执行指令和总线访问均采用并行操作。80386 开始具有丰富的外围配件支持,如 82258(DMA 控制器)、8259A(中断控制器)

等,另外,80386又增加了高速缓存(Cache),采取了预读取内存的方法来缓解内存的速度瓶颈问题。

1989年,Intel公司又推出了80486芯片,它是把80386和80387及一个8KB高速缓冲存储器集成在一起的新一代微处理器。80486集成了120万只晶体管,采用了突发总线技术(Burst Bus),大大提高了与内存的数据交换速度。80486芯片的整数处理部件采用精简指令集(Reduced Instruction Set Computing, RISC)技术,有效地提高了80486的处理速度,在相同时钟频率下,80486的处理速度一般要比80386快3~4倍。同期推出的高性能32位微处理器还有Motorola公司的MC68040和NEC公司的V80等。这些由高性能32位微处理器组成的32位微型计算机的性能已达到或超过了当时的高档小型机甚至大型机水平,被称为高档(超级)微型机。

1993年,Intel公司正式推出了Pentium微处理器,俗称586或P5。它不但继承了前几代产品的优点,与80486完全兼容,而且在许多方面又有了新的突破,使微处理器技术达到了当时的最高峰。它采用 $0.8\mu\text{m}$ 的BiCMOS工艺,集成度高达310万晶体管/片,采用36位地址总线使可寻址空间可达到64GB,64位外部数据总线,使经过总线访问内存数据的速度高达528MBps,是主频为66MHz的80486-DX2最高速度(105MBps)的5倍,Pentium作为32位的微处理器,采用了全新的体系结构,内部采用了超标量流水线设计,有两个定点流水线和—个浮点流水线,这样其在单个时钟周期内可执行两条整数指令,即实现指令并行;在Pentium芯片内采用双Cache结构,即指令Cache和数据Cache,每个Cache为8KB,数据宽度为32位,避免了预取指令和数据可能发生的冲突。数据Cache还采用了回写技术,大大节省了微处理器的处理时间;它采用分支指令预测技术,实现了动态地预测分支程序的指令流向,大大节省了微处理器用于判别分支程序的时间。

1995年2月,Intel公司推出了新一代微处理器P6,P6采用 $0.6\mu\text{m}$ 工艺,集成度为550万晶体管/片,具有两个一级高速缓存(即8KB的指令Cache和8KB的数据Cache),256KB的二级Cache,电源电压仅为2.9V,主频为133MHz,内部采用12级超标量流水线结构,一个时钟周期可以执行3条指令,同时它还具有乱序执行的特点。其性能是经典Pentium的2倍。1996年,改进后的P6正式命名为Pentium Pro,该处理器的集成电路线径仅为 $0.35\mu\text{m}$,最高时钟频率为200MHz,运算速度可达到200MIPS,并推出了MMX多媒体指令增强技术。

1997年,Intel公司又推出了微处理器新产品Pentium II(即奔腾二代),它是当时世界上运行速度最快、性能最优良的微处理器。同年,AMD公司推出了K6产品,具有64KB的L1缓存,比Pentium Pro芯片大一倍,但浮点运算能力低于Pentium Pro。1998年,AMD公司推出“3DNow!”指令,是对x86体系的重大突破,它大大加强了计算机的3D处理能力。

1999年,Intel公司推出了Pentium III。Pentium III的主频为450MHz~1GHz。2000年末,Intel公司又推出了微处理器Pentium 4。它采用 $0.18\mu\text{m}$ 工艺,集成度为4200万晶体管/片,具有两个一级高速缓存(即64KB的指令Cache和64KB的数据Cache),512KB的二级Cache,电源电压仅为1.9V,主频为1.3~3.6GHz,内部采用20级超标量流水线结构,增加了有利于多媒体操作和网络操作的新指令。

2002年11月, Intel公司推出奔腾4处理器3.06 GHz创新超线程(HT)技术。超线程技术支持全新级别的高性能台式机,能同时快速运行多个计算应用,或为采用多线程的单独软件程序提供更好的性能。

2005年4月, Intel公司推出了基于双核技术的桌面产品 Pentium D微处理器, Pentium D只是将两个完全独立的CPU核心做在同一枚芯片上,通过同一条前端总线与芯片组相连。

2006年7月, Intel公司推出了全新酷睿2双核处理器和酷睿至尊处理器。采用Core微架构加入了对EM64T与SSE4指令集的支持,可以拥有更大的内存寻址空间。2个核心共享高达4MB的二级缓存,每个核心都内建32KB的一级指令缓存与32KB的一级数据缓存,而2个核心的一级数据缓存之间可以直接传输数据。2007年,AMD公司推出的K10架构具有4个核心,共4.63亿只晶体管。其架构基于65nm工艺技术,它是独立的单芯片4核心。

2009年2月, Intel发布了代号Nehalem-EX的8核心至强处理器,它集成了23亿只晶体管,采用16线程和45nm的制造工艺, I/O带宽为6.4GTps。

1.3 微型计算机系统

微型计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。通常用字长、运算速度(主频)、内存容量、存取周期和前端总线速度等指标衡量其性能。

1.3.1 微型计算机的硬件组成

1. 计算机结构框图

一般的计算机主要由运算器、控制器、存储器和输入输出接口4部分组成,如图1.1所示。

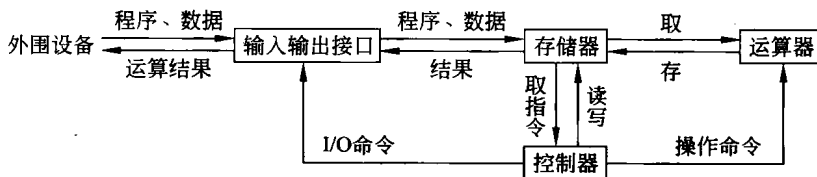


图 1.1 计算机结构框图

运算器: 又称算术逻辑单元(ALU),是计算机对数据进行加工处理的部件,包括算术运算和逻辑运算。

控制器: 负责从存储器中取出指令、控制信号等。

存储器: 存储程序、数据、中间结果和运算结果。

输入输出接口: 原始数据、程序等通过输入接口送到存储器,而计算结果、控制信号