



21世纪高职高专规划教材
计算机专业基础系列

计算机组成原理

(第2版)

张钧良 张世波 编著



清华大学出版社



21世纪高职高专规划教材
计算机专业基础系列

计算机组成原理

(第2版)

张钧良 张世波 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

全书按基础、组成、系统三个层次介绍了计算机的组成原理。基础部分包括计算机系统概述、信息编码及在计算机中的表示、代码校验、计算机的基本器件、机器数的运算方法；组成部分包括运算器、指令系统、主存储器和中央处理器；系统部分包括计算机的存储系统、系统总线、外围设备和输入/输出系统。

本书针对高职高专的特点编写,立足于计算机专业,并兼顾信息技术的其他专业,注重内容的先进性、实用性。

本书概念清晰、重点突出、语言简洁、深入浅出、通俗易懂、例题丰富、图文并茂,每章后均附有相当数量的习题,适合作为高职高专计算机专业及相关专业的教材。

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

计算机组成原理/张钧良,张世波编著.—2版.—北京:清华大学出版社,2010.1(2017.7重印)

21世纪高职高专规划教材.计算机专业基础系列

ISBN 978-7-302-21186-0

I. 计… II. ①张… ②张… III. 计算机体系结构—高等学校:技术学校—教材
IV. TP303

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第178079号

责任编辑:刘青

责任校对:李梅

责任印制:刘祎森

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 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

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

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.75 字 数:499千字

版 次:2010年1月第2版 印 次:2017年7月第9次印刷

印 数:12801~14000

定 价:36.00元

产品编号:030837-02

前 言

计算机组成原理(第2版)

“计算机组成原理”是各类高等院校计算机科学与技术学科下属各专业的一门主干必修专业基础课程,也是电子、信息类学科各专业必修的一门专业基础课。它的特点是涉及的知识面广、概念多、内容抽象、难度大,在专业课与基础课之间起着承上启下的作用。计算机科学与技术是一门知识更新速度非常快的学科,有关计算机学科的教材必须及时更新。

本书自2004年6月第1版出版以来,深受广大高职高专院校计算机教师和学生的欢迎。许多同行教师积极肯定了本书的成功之处,同时也提出了许多中肯的意见,希望本书继续修订,补充适当内容后再版。为了使广大读者更好地学习“计算机组成原理”这门课,本书在第1版的基础上进行了修订。

《计算机组成原理》第2版主要按照以下5条原则进行修订。

- (1) 教材的总体结构保持不变,适当地调整和增加内容。
- (2) 充分利用当代计算机技术硬件的发展成果,尽量吸收当代计算机硬件发展的先进技术,使教材体现先进性。
- (3) 内容要适合高职高专层次学生,不涉及计算机系统结构方面太深的内容,删除了第1版中部分过深的内容。
- (4) 基本概念必须清楚;系统性要强,使学生能建立计算机的整机概念。
- (5) 为了使教师更好地布置作业和学生练习,每章都适当增加了例题和习题的内容。

宁波大学信息学院计算机科学与技术系的同仁对本书的编写大纲和具体内容提出了许多宝贵的修改意见,编者在此表示衷心感谢。

由于作者的经验和水平所限,书中难免存在一些不妥之处,欢迎各位专家、同仁及广大读者批评指正。

张钧良

2009年10月

目 录

计算机组成原理(第2版)

第1章 计算机系统概述	1
1.1 计算机的发展	1
1.1.1 计算机的发展历史.....	1
1.1.2 微型计算机的发展历史.....	3
1.1.3 计算机的发展趋势.....	5
1.1.4 我国计算机产业的发展.....	6
1.2 计算机的分类及其应用	8
1.2.1 计算机的分类.....	8
1.2.2 计算机的应用	10
1.3 计算机系统的组成.....	13
1.3.1 冯·诺依曼结构	13
1.3.2 计算机硬件和软件的概念	13
1.3.3 计算机的硬件系统	14
1.3.4 计算机的软件系统	16
1.3.5 计算机系统的层次结构	19
1.4 计算机的特点和主要性能指标.....	20
1.4.1 计算机的特点	20
1.4.2 计算机的性能指标	21
本章小结	23
习题1	23
第2章 信息编码及其在计算机中的表示	27
2.1 信息的数字化编码.....	27
2.2 进位计数制及其相互转换.....	28
2.2.1 常用的进位计数制	28
2.2.2 常用进位计数制间的相互转换	29
2.3 数值数据的表示和运算.....	32

2.3.1	机器数	32
2.3.2	定点数的原码、补码、反码和移码表示	37
2.3.3	定点数和浮点数	40
2.3.4	十进制数的编码	42
2.4	非数值数据的表示	45
2.4.1	字符数据的表示	45
2.4.2	汉字编码	47
2.5	数据校验码	51
2.5.1	码制的距离	52
2.5.2	奇偶校验码	52
2.5.3	海明码	53
2.5.4	循环冗余校验码	54
	本章小结	56
	习题 2	57
第 3 章	运算方法和运算器	61
3.1	组成计算机硬件电路的基本器件	61
3.1.1	逻辑器件的概念	61
3.1.2	基本逻辑运算	61
3.1.3	逻辑代数基本运算	63
3.1.4	逻辑门的实现	65
3.1.5	组合逻辑电路	66
3.1.6	时序逻辑电路	69
3.2	机器数的加减运算及其实现	74
3.2.1	原码加法	74
3.2.2	补码加法	75
3.2.3	减法运算	78
3.2.4	补码加减运算线路的实现	80
3.3	定点乘法及其实现	81
3.3.1	定点原码一位乘法	81
3.3.2	定点补码一位乘法	83
3.3.3	定点原码两位乘法	86
3.3.4	定点补码两位乘法	87
3.4	定点除法及其实现	89
3.4.1	定点原码除法	89
3.4.2	定点补码除法	91
3.5	浮点数的算术运算	93
3.5.1	浮点数的补码加法运算	93

3.5.2	浮点数的乘法运算	94
3.5.3	浮点数的除法运算	94
3.6	运算器的组成和结构	94
3.6.1	算术逻辑单元 ALU	95
3.6.2	通用寄存器组	98
3.6.3	状态寄存器	98
3.6.4	数据通路	98
3.6.5	运算器的基本结构	101
3.6.6	运算器组成实例	103
3.7	浮点运算器	105
3.7.1	80387 的主要性能	105
3.7.2	80387 的内部结构	106
3.7.3	80387 的硬件特性	108
3.7.4	协处理器的工作方式	109
	本章小结	109
	习题 3	110
第 4 章	计算机的指令系统	114
4.1	机器指令的格式	114
4.1.1	指令的含义	114
4.1.2	指令格式	114
4.1.3	指令格式举例	117
4.1.4	指令操作码的编码格式	117
4.1.5	指令字长度与机器字长的关系	118
4.1.6	指令助记符	119
4.2	寻址方式	120
4.2.1	寻址方式和有效地址的概念	120
4.2.2	基本寻址方式	120
4.2.3	寻址方式举例	123
4.3	指令的种类	125
4.3.1	数据传送类指令	125
4.3.2	算术逻辑运算类指令	127
4.3.3	字符串处理指令	128
4.3.4	输入/输出(I/O)指令	128
4.3.5	特权指令和陷阱指令	129
4.3.6	转移指令	129
4.3.7	子程序调用指令	130
4.3.8	处理器控制指令	131

4.4	指令的执行方式	131
4.4.1	指令的顺序执行方式	131
4.4.2	重叠执行方式	132
4.4.3	流水线方式	133
4.4.4	指令的执行过程	133
4.5	精简指令计算机(RISC)的指令系统	137
4.5.1	RISC的由来与发展	137
4.5.2	RISC的特点	137
4.5.3	RISC指令系统举例	138
	本章小结	140
	习题4	140
第5章	计算机的存储系统	144
5.1	存储器与存储系统概述	144
5.1.1	存储器的作用	144
5.1.2	存储器分类	145
5.1.3	存储器的层次结构	147
5.2	主存储器	148
5.2.1	主存储器的性能技术指标	148
5.2.2	随机存取存储器	149
5.2.3	只读存储器	163
5.3	并行主存储器	167
5.4	高速缓冲存储器	169
5.4.1	高速缓冲存储器的工作原理	170
5.4.2	高速缓冲器的组织与管理	172
5.5	虚拟存储器	176
5.5.1	虚拟存储器概述	176
5.5.2	页式虚拟存储器	177
5.5.3	段式虚拟存储器	180
5.5.4	段页式虚拟存储器	181
5.6	存储保护	183
5.6.1	存储区域保护	183
5.6.2	访问方式保护	185
	本章小结	185
	习题5	186
第6章	中央处理器	189
6.1	中央处理器的功能及组成	189

6.1.1	CPU 的功能	189
6.1.2	CPU 的组成	190
6.1.3	CPU 中的主要寄存器	191
6.2	指令周期	192
6.2.1	指令周期的基本概念	192
6.2.2	非访内指令的指令周期	194
6.2.3	直接访内指令的指令周期	196
6.2.4	间接访内指令的指令周期	198
6.2.5	程序控制指令的指令周期	200
6.3	组合逻辑控制器	200
6.4	微程序控制器	201
6.4.1	微程序控制器的基本概念	201
6.4.2	微程序控制器的组成原理	202
6.4.3	微指令结构	203
6.4.4	微指令的执行方式	209
6.4.5	微程序控制例题	210
6.5	流水线处理器	215
6.5.1	流水线原理	215
6.5.2	流水线分类	217
6.5.3	流水线中的相关问题	218
6.6	RISC 硬件结构	221
6.6.1	RISC 的特点	221
6.6.2	RISC CPU	222
6.7	CPU 的发展	223
6.7.1	CPU 采用的新技术	223
6.7.2	CPU 的新发展	226
	本章小结	230
	习题 6	231
第 7 章	系统总线	234
7.1	总线概述	234
7.1.1	总线的基本概念	234
7.1.2	总线原理	235
7.1.3	总线结构类型	235
7.1.4	总线的分类	237
7.2	总线的组成	239
7.2.1	总线驱动和三态门	239
7.2.2	总线控制	240

7.2.3	总线通信	242
7.2.4	出错处理	244
7.3	微机总线	244
7.3.1	ISA 总线	245
7.3.2	EISA 总线	245
7.3.3	MCA 总线	245
7.3.4	局部总线 PCI	246
7.3.5	AGP 总线	246
7.3.6	通用串行总线 USB	247
	本章小结	248
	习题 7	249
第 8 章	外围设备	252
8.1	外围设备概述	252
8.1.1	什么是外围设备	252
8.1.2	外围设备的分类和功能	252
8.1.3	外围设备与主机系统的联系	255
8.1.4	外围设备的发展方向	256
8.2	输入设备	257
8.2.1	键盘	257
8.2.2	鼠标器	262
8.2.3	扫描仪	263
8.2.4	数码相机	267
8.2.5	声音输入设备——声卡	270
8.3	显示设备	271
8.3.1	显示设备的分类	271
8.3.2	显示技术中的有关术语	272
8.3.3	显示器的工作原理	273
8.3.4	显示器的主要性能指标	275
8.3.5	显示控制卡	277
8.3.6	LCD 显示器和 CRT 显示器的比较及显示技术未来发展趋势	279
8.4	打印机	281
8.4.1	打印机的分类	281
8.4.2	点阵式打印机	281
8.4.3	激光打印机	285
8.4.4	喷墨打印机	286
8.4.5	打印机的主要性能指标	287
8.5	其他输出设备	288

8.5.1 绘图仪	288
8.5.2 音箱	291
8.6 辅助存储器	293
8.6.1 硬盘存储器	294
8.6.2 磁带存储器	297
8.6.3 光盘存储器	298
8.6.4 新型存储器	301
本章小结	305
习题 8	305
第 9 章 输入/输出系统	309
9.1 I/O 系统概述	309
9.1.1 I/O 系统的功能与组成	309
9.1.2 输入/输出设备的寻址方式	310
9.1.3 输入/输出数据传送控制方式	311
9.2 程序查询输入/输出方式	312
9.2.1 程序查询输入/输出方式的接口	312
9.2.2 程序查询输入/输出方式的工作过程	312
9.3 程序中断输入/输出方式	314
9.3.1 中断的基本概念	314
9.3.2 中断方式的接口	315
9.3.3 中断的响应和处理	316
9.3.4 多级中断	317
9.4 DMA 方式	318
9.4.1 DMA 方式的基本概念	318
9.4.2 DMA 传送方式	319
9.4.3 基本的 DMA 控制器	320
9.4.4 DMA 工作过程	321
9.5 通道方式	322
9.5.1 通道的作用和功能	322
9.5.2 通道的种类	323
9.5.3 通道的工作过程	324
本章小结	325
习题 9	325
习题参考答案	329
参考文献	336

计算机系统概述

电子计算机的诞生、发展和应用的普及,是 20 世纪科学技术的卓越成就,是人类历史上最伟大的发明之一,是新的技术革命的基础。在信息时代,计算机的应用必将加速信息革命的进程。随着科学技术的发展及计算机应用的更广泛普及,它对国民经济的发展和社会的进步将起到越来越巨大的推动作用。

什么是计算机?它是从英语 Computer 这个词翻译过来的。Computer 是 20 世纪 40 年代开始研制的,当时美国研制这种机器的目的是为了研发新型的计算工具,并且早期 Computer 的主要用途是进行武器研制中的科学计算。20 世纪 50 年代初,我们接触到这个名词,把它翻译成“计算机”是非常恰当的。随着计算机技术的迅速发展,计算机的应用范围迅速扩大,从 20 世纪 60 年代开始,数据处理和事务处理已成为计算机的主要应用领域,计算机的其他重要应用领域还有过程控制、计算机辅助系统、计算机通信等。现在看来,把 Computer 单纯当成“计算机”似乎不太确切。假如现在才接触到 Computer,科技界会把它翻译成“信息处理机”。既然 60 多年来一直认为 Computer 就是“计算机”,现在我们就无须改动它了。那么如何正确理解“计算机”这个术语呢?凡是能完成以下三类工作的机器就是计算机:①能接受程序和信息(数据)的输入,并存储起来;②能按照存储的程序对输入的信息(数据)进行自动处理并得出结果;③能把结果输出。所以,计算机是一种能够接收信息、存储信息,并按照存储在其内部的程序(这些程序是人们意志的体现)对输入的信息进行加工、处理,得到人们所期望的结果,然后把处理结果输出的高度自动化的电子设备。本章讲述计算机系统的基本概念。

1.1 计算机的发展

1.1.1 计算机的发展历史

世界上第一台电子计算机是在 1946 年由美国的物理学家莫奇利(John Mauchly)博士和埃克特博士(J. Presper Eckert)等人在宾夕法尼亚大学设计制造的,名为 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)。它是用电子管作逻辑元件组装起来的一台电子数字计算机,使用了 18800 个电子管,加法速度为每秒 5000 次,乘法速度为每秒 56 次,比先前的继电器计算机快 1000 倍,比人计算快 20 万倍。ENIAC 的诞生,为计

计算机和信息产业的发展奠定了基础,它在美国陆军弹道研究所运行了约十年,一直工作到1955年。但是ENIAC存在两个主要缺点:一是存储容量太小,它的内存仅有20个寄存器,只能存20个字长为10位的十进制数,不能存放程序;二是它靠线路连接的方法编程序,每次解题都要靠人工改接线路,准备时间太长。ENIAC不是一台具有存储程序控制功能的电子计算机。

世界上第一台具有存储程序功能的计算机叫EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer,译作“埃德瓦克”),它是由曾担任ENIAC小组顾问的著名的美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)博士领导设计的。EDVAC从1946年开始设计,于1950年研制成功。与ENIAC相比,它的主要改进有两点:采用了二进制;使用汞延迟线作存储器,指令和程序可存入计算机内部,提高了运行效率。在此之前,冯·诺依曼发表的题为“电子计算机逻辑结构初探”的报告中,首次提出了电子计算机中存储程序的概念,提出了构造电子计算机的基本理论。EDVAC由运算器、逻辑控制装置、存储器、输入部件和输出部件五部分组成。它使用二进制并实现了程序存储,把包括数据和程序的指令以二进制代码的形式存入到计算机的存储器中,保证了计算机能够按照事先存入的程序自动进行运算。冯·诺依曼提出的存储程序和程序控制的理论,及他首先确立的计算机硬件由输入部件、输出部件、运算器、存储器、控制器五个基本部件组成的基本结构和组成的思想,奠定了现代计算机的理论基础。计算机发展至今,整个四代计算机统称为冯·诺依曼结构计算机,世人也称冯·诺依曼为“计算机鼻祖”。

但是,世界上第一台投入运行的存储程序式的电子计算机是EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator,译作“埃德沙克”),它是由英国剑桥大学的维尔克斯(M. V. Wilkes)教授在接受了冯·诺依曼的存储程序计算机思想后于1947年开始领导设计的,该机于1949年5月制成并投入运行,比EDVAC早一年多。

从第一台电子计算机诞生至今的60多年来,计算机技术得到了迅速的发展,走过了从电子管、晶体管、中小规模集成电路到大规模、超大规模集成电路计算机的发展道路,现在正在向智能计算机和神经网络计算机的方向发展。

1. 第一代计算机(1946年~20世纪50年代中期)

第一代计算机也称为电子管时代的计算机,其主要特征是采用电子管作为运算和逻辑元件,用光屏管或汞延时电路作存储器,输入/输出主要采用穿孔纸带或卡片,数据表示主要是定点数,软件还处于初始阶段,用机器语言和汇编语言编写程序,几乎没有什么系统软件。在第一代计算机中,除了ENIAC,其他都是按存储程序控制原理设计的,代表产品有UNIVAC-I(1951年6月)、IBM 701(1953年4月)和IBM 650(1954年11月)等。第一代计算机体积笨重、功耗大、运算速度低、存储容量小,机器的可靠性也差,并且维护使用困难,价格也很昂贵。主要用于科学和工程计算。

在第一代计算机中,特别值得一提的是UNIVAC-I,它于1951年6月制成并正式交付美国人口普查局使用。UNIVAC-I是世界上第一台商品化的批量生产的电子计算机。自此以后,计算机从实验室走向社会,应用领域由单纯为军事服务进入为社会公众服务,计算机界把UNIVAC-I的推出看成是计算机时代的真正开始。

2. 第二代计算机(20世纪50年代中期~20世纪60年代中期)

第二代计算机也称为晶体管时代的计算机。这一代计算机的代表产品如 IBM 公司的 IBM 7090(1959年11月)、IBM 7094(1962年9月),Burroughs 公司的 B5500。第二代计算机的主要特征是用晶体管代替电子管作为运算和逻辑元件,用磁芯作为主存储器,用磁鼓作为外存储器。进入60年代以后,计算机的理论不断成熟,硬件上引进了通道技术和中断系统,使计算机的硬件更加完善;软件方面出现了 FORTRAN、COBOL、ALGOL60、PL/1 等高级程序设计语言和批量处理操作系统。在应用方面,计算机不仅用来进行科学计算,而且开始用于数据处理和过程控制。

3. 第三代计算机(20世纪60年代中期~1970年)

第三代计算机也称为中小规模集成电路时代的计算机,其主要特征是用集成电路代替了分立元件,用半导体存储器取代了磁芯存储器。如 IBM 公司的 IBM 360(中型机)、IBM 370(大型机),DEC 公司的 PDP-11 系列小型计算机。计算机中的逻辑元件采用集成电路,使计算机更加小型化,也大大降低了计算机的功耗,由于焊点和接插件的减少,进一步提高了计算机的可靠性。在这一时期,软件有了更进一步的发展,有了标准化的程序设计语言和人机会话式的 BASIC 语言,操作系统更加成熟和完善,实时系统和计算机通信网络也有了相应的发展。

4. 第四代计算机(1971年至今)

1971年起,大规模集成电路制作成功,从而使计算机也进入了第四代——大规模、超大规模集成电路计算机时代。这一代计算机的体积进一步缩小,性能进一步提高。主要特征是以大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)作为计算机的主要功能部件;普遍使用半导体存储器作主内存储器,发展了并行技术和多机系统,出现了精简指令集计算机 RISC;软件方面发展了数据库系统、分布式操作系统、网络软件等。在研制出运算速度达几亿~几千亿次/秒巨型计算机的同时,微型计算机的产生、发展和迅速普及是至今仍处于第四代计算机时代的重要特征。

目前,美、日等国家正在投入大量的人力和物力积极研制新一代计算机,如支持逻辑推理和支持知识库的智能计算机、神经网络计算机、生物计算机等。新一代计算机是把信息采集、存储、处理、通信和人工智能结合在一起的智能计算机,它将突破当前计算机的结构模式,更侧重于逻辑推理或模拟人的“智能”,即具有对知识进行处理和模拟的功能,计算机将向智能化方向发展。可以预言,新一代计算机的研制成功和应用,必将对人类社会的发展产生更深远的影响。

1.1.2 微型计算机的发展历史

微型计算机是以微处理器为核心的计算机,属于第四代计算机。

计算机由运算器、控制器、存储器和输入/输出设备组成。通常我们把运算器和控制器合称为中央处理器(central processing unit),简称 CPU。大规模、超大规模集成电路技术能够把原来体积较大的中央处理器微缩制作在一个芯片上,我们把具有 CPU 功能的大规模、超大规模集成电路芯片叫做微处理器(microprocessor)。

微处理器的发展,从1971年 Intel 公司用 PMOS 工艺制成世界上第一代4位微处理

器 Intel 4004 算起,至今已走过 37 年的发展历史,发展了五代产品。微处理器的分代是以字长为依据的。

第一代微处理器是字长为 4 位的微处理器,其典型产品是 Intel 4004、Intel 4040。

第二代微处理器是字长为 8 位的微处理器。1973 年 12 月,Intel 8080 的研制成功,标志着第二代微处理器的开始。Intel 公司的 Intel 8085、Motorola 公司的 M6800 以及 ZILOG 公司的 Z-80 都是第二代微处理器的典型产品。

第二代微处理器的另一类代表产品是位片(bit-slice)式微处理器,典型产品是 Intel 公司的 3000(1974 年)、AMD 微器件公司的 AMD 2901 和 Motorola 公司的 M10800。

第三代微处理器是字长为 16 位的微处理器。1978 年,Intel 公司推出了第三代微处理器的代表产品 Intel 8086,接着又推出 Intel 8088(1979 年)。相继,ZILOG 公司也推出了 Z-8000(1979 年),Motorola 公司推出了 M68000(1980 年)。它们都是准 16 位的微处理器(片内总线是 16 位,片外总线是 8 位),都采用 HMOS 高密度集成半导体工艺技术。这些公司在技术上互相竞争,很快又推出了全 16 位的微处理器 Intel 80286(1982 年 2 月)、M68020(1983 年)和 Z-80000(1984 年)。Intel 80286 微处理器芯片的问世,导致了 80 年代后期 286 微型计算机风靡全球。

第四代微处理器是字长为 32 位的微处理器。1985 年 10 月,Intel 公司推出了 Intel 80386,这是 32 位字长的微处理器,它的面世,使 20 世纪 80 年代末在全球出现了 386 微型机轰动一时的微型机“第一浪潮”。1989 年 4 月,Intel 公司又研制成功了性能更为优越的 Intel 80486 微处理器,这是一种全 32 位的微处理器芯片。Intel 80486 微处理器一面世,使在 20 世纪 90 年代初,486 微型机走红全球,出现了微型机的“第二浪潮”。Motorola 公司也在 1986 年后相继推出了 M68030 和 M68040。1993 年 3 月 22 日,Intel 公司在全球同时宣布,它推出了更新的微处理器芯片 P5(Pentium),这次它不以 Intel 80586 命名,而赋予一个新的名字 Pentium,主要是为了与其他生产 80586 微处理器芯片的厂家相区别。Pentium 是 CISC(复杂指令集计算机)和 RISC(精简指令集计算机)两种体系结构有机结合后的产物,它吸收了 RISC 的优点,采用了超级标量或双路流水线结构;它有各自独立的数据 Cache 和指令 Cache,减少了 CPU 访问内存的冲突;它还精心设计了片内的浮点运算部件,使运算速度大大提高。这种微处理器芯片的时钟频率达到 66MHz,在一个时钟周期内可平均执行两条指令,即达到 100MIPS。Pentium 微处理器芯片内集成了约 310 多万个晶体管。Intel 公司接着又推出了含有 MMX(多媒体扩展指令集)功能的 Pentium 处理器 P55C 和 Pentium Pro 处理器 Klamnth,俗称 PII;1999 年 2 月推出了含有更多多媒体指令的微处理器芯片 PIII,PIII 内集成的晶体管数达到了 800 万个,处理器的时钟频率从 450MHz 起步。2000 年 11 月 21 日,Intel 公司推出了更新的微处理器 P4,P4 采用 0.18 μm 工艺,芯片内集成了 4200 万个晶体管。

第五代微处理器是字长为 64 位的微处理器。2001 年 5 月 29 日 Intel 公司正式发布推出的 64 位微处理器芯片 Itanium,标志着第五代微处理器的开始。Itanium 采用了 EPIC(清晰并行指令)设计,每个指令周期可执行 20 条指令,大约是 RISC 指令集的 4 倍,是 CISC 指令集的 5 倍。现在流行的 P4、Athlon4 本质上都是 CISC 指令集体系结构的。Itanium 的突出优点是,浮点性能得到了质的提高,每秒最高可执行 64 亿次操作,尤其适

合业务数据挖掘应用中的快速分析和高性能计算。基于 Itanium 的服务器包含特殊指令,能够加快安全运算,其性能是配置相当的 RISC 系统的 10 倍。其内存直接寻址空间达到 16TB,几乎是无限的,而不是 32 位 CPU 的 4GB。

根据摩尔(Moore)定律,单片集成电路中的晶体管数目大约每 18 个月增加一倍。从分析电子计算机的发展过程,我们可以看出,大约每隔 5~8 年,计算机的速度会提高 10 倍,同时成本降低到原来的 1/10。

微型计算机的代表产品是个人计算机(personal computer,PC),PC 从 IBM 公司推出的 IBM PC 和 IBM PC/XT 开始,按所采用的 Intel 微处理器型号可以把微型计算机分为以下几代:

采用 Intel 8088 CPU 的 IBM PC 和 IBM PC/XT 为第一代微型计算机;

采用 Intel 80286 CPU 的 IBM PC/AT 为第二代微型计算机(简称 286);

采用 Intel 80386 CPU 的微型计算机为第三代微型计算机(简称 386);

采用 Intel 80486 CPU 的微型计算机为第四代微型计算机(简称 486);

采用 Pentium CPU 的微型计算机为第五代微型计算机;

采用 Itanium CPU 的微型计算机为第六代微型计算机。

1.1.3 计算机的发展趋势

进入 20 世纪 90 年代以来,世界计算机技术的发展更为迅速,产品不断升级换代,计算机向着“巨”(巨型化)、“微”(微小化)、“网”(网络化)、“智”(智能化)、“多”(多媒体化)的方向发展。而面向 21 世纪的计算机应用技术的新潮流,可用 MODN 进行概括,即 Multimedia Computing(多媒体计算机)、Open System(开放系统)、Downsizing(微小化)和 Network Computing(网络计算)四大技术,这四大技术是彼此相关、互相促进的,代表了当今计算机科学技术发展的总趋势。

1. 巨型化

巨型化是指发展高速的、大存储量和强功能的巨型计算机。巨型计算机主要应用于天文、气象、地质和核反应、航天飞机、卫星轨道计算等尖端科学技术领域,研制巨型计算机的技术水平是衡量一个国家科学技术和工业发展水平的重要标志。因此,工业发达国家都十分重视巨型计算机的研制。目前运算速度为每秒几千亿次的巨型计算机已经投入运行,每秒上万亿次的巨型计算机也正在研制中。

2. 微小化

微小化是指利用微电子技术和超大规模集成电路技术,把计算机的体积进一步缩小,价格进一步降低,计算机的微小化已成为计算机发展的重要方向。各种便携式计算机、笔记式计算机和手掌式计算机的大量面世和使用,是计算机微小化的一个标志。

3. 网络化

网络化是计算机发展的又一个趋势。从单机走向联网,是计算机应用发展的必然结果。所谓网络化是指用现代通信技术和计算机技术把分布在不同地点的计算机互联起来,组成一个规模大、功能强的可以互相传输信息的网络结构。网络化的目的是使网络中的软、硬件和数据等资源,能被网络上的用户共享。今天,计算机网络可以通过卫星将远

隔千山万水的计算机联入国际网络,如 Internet 网。当前发展很快的微机局部网络正在现代企事业管理中发挥着越来越重要的作用。计算机网络是信息社会的重要技术基础。

4. 智能化

智能化是指使计算机具有模拟人的感觉和思维过程的能力,使计算机成为智能计算机。这也是目前正在研制的新一代计算机要实现的目标。智能化的研究包括模拟识别、物形分析、自然语言的生成和理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、学习系统和智能机器人等。目前,已研制出多种具有人的部分智能的“机器人”,可以代替人在一些危险的工作岗位上工作。

5. 多媒体化

多媒体技术是当前计算机领域中最引人注目的高新技术之一。多媒体计算机就是利用计算机技术、通信技术和大众传播技术,综合处理多种媒体信息的计算机,这些信息包括文本、视频图像、图形、声音、文字等。多媒体技术使多种信息建立了有机的联系,集成为一个系统,并具有交互性。计算机多媒体化将真正改善人机界面,使计算机朝着人类接收和处理信息的最自然的方式发展。

1.1.4 我国计算机产业的发展

我国的计算机产业起步于 20 世纪 50 年代中期。自发展开始,我国的计算机产业走过了坎坷的道路,大致可分以下几个阶段。

1. 面对封锁,走“自力更生、奋发图强”之路

我国的计算机研制始于 50 年代中期。我国的计算机科技工作者,面对国外的封锁,发扬自力更生、奋发图强的精神,从元器件、零部件的研制开始,研制出一代又一代的计算机,为我国的国防建设、尖端武器的研制,以及重大工程、科学研究做出了重大的贡献。

1957 年下半年,在消化吸收的基础上正式开始计算机的研制工作,由中国科学院计算所和北京有线电厂共同承担。1958 年 6 月,成功研制了我国第一台小型计算机——103 型电子管通用型计算机,随后又研制了 104 型大型通用电子计算机,104 机字长 39 位,每秒运行 1 万次,共有 4200 多个电子管和 4000 个晶体二极管。104 机的主要技术指标均超过了当时日本的计算机,与英国同期开发的最快的计算机相比,也毫不逊色。

60 年代初至 60 年代中期,开始研制和生产第二代计算机,1965 年试制成功第一台晶体管计算机——DJS5 小型机。在第二代计算机产品中,我国研制成功 DJS5、121 机、108 机等 5 种晶体管计算机。

第三代计算机,我国于 1965 年就开始做准备工作,1973 年完成了集成电路的大型电子计算机 150 型机和 655 型百万次集成电路计算机。150 机字长 48 位,运算速度达到每秒 100 万次,主存为 130KB,主要用于石油、地质气象和军事部门。

1974 年,研制成功 DJS-130 机,随后又先后研制出 131、132、135、140、152 等共 13 个机型的 100 系列机;1973—1981 年,相继研制成功 210、220、240、260 共 4 个型号的 200 系列机;1976 年后,先后研制成功 183、184、185、186 等 5 种机型的 180 系列机。100、183 和 200 三个系列机在全国有十多个计算机工厂进行批量生产。

1977 年 4 月,我国研制成功第一台微型计算机 DJS-050 机,这是由清华大学、安徽无