



计 算 机 科 学 与 技 术 系 列 教 材

计算机组成原理

主 编 戴光明 何友鸣 汪白云
副主编 别丽华 樊俊青 胡成玉 朱 静



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

计算机科学与技术系列教材

计算机组成原理

主 编 戴光明 何友鸣 汪自云
副主编 别丽华 樊俊青 胡成玉 朱 静

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/戴光明,何友鸣,汪自云主编. —武汉:武汉大学出版社,2006.9

计算机科学与技术系列教材

ISBN 7-307-05224-5

I. 计… I. ①戴… ②何… ③汪… III. 计算机体系结构—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 109523 号

责任编辑:黄金文 夏炽元 责任校对:刘欣 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北新华印务有限责任公司

开本:787×1092 1/16 印张:15.875 字数:403 千字

版次:2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-05224-5/TP·214 定价:23.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

计算机科学与技术系列教材

编 委 会

主 任:何炎祥,武汉大学计算机学院院长,教授

副 主 任:康立山,中国地质大学(武汉)计算机学院院长,教授

陆际光,中南民族大学计算机科学学院院长,教授

编 委:(以姓氏笔画为序)

王江晴,中南民族大学计算机科学学院副院长,教授

王春枝,湖北工业大学计算机学院副院长,教授

牛冀平,黄冈师范学院计算机系主任,副教授

石曙东,湖北师范学院计算机科学与技术系主任,教授

朱 英,桂林电子工业学院计算机系副教授

孙扬波,湖北中医学院信息技术系信息管理与信息系统教研室主任

刘腾红,中南财经政法大学信息学院副院长,教授

陈少平,中南民族大学电信学院副院长,教授

杜友福,长江大学计算机科学学院院长,教授

陆 迟,江汉大学数学与计算机科学学院计算机系主任,副教授

闵华松,武汉科技大学计算机科学与技术学院副院长,副教授

陈佛敏,咸宁学院信息工程学院计算机系主任,副教授

陈建新,孝感学院计算机科学系主任,副教授

李禹生,武汉工业学院计算机与信息工程系副主任,教授

李晓林,武汉工程大学计算机科学与工程学院副院长,副教授

张涣国,武汉大学计算机学院教授

张唯佳,湖北省信息产业厅信息化推进处处长

余敦辉,湖北大学数学与计算机科学学院计算机系副主任

肖 微,湖北警官学院信息技术系副教授

钟 璐,武汉理工大学计算机科学与技术学院院长,教授

钟阿林,三峡大学电气信息学院计算机系主任

姜洪溪,襄樊学院电气信息工程系副主任,副教授

桂 超,湖北经济学院计算机与电子科学系副主任,副教授

黄求根,武汉科技学院计算机科学学院院长,教授

阎 菲,湖北汽车工业学院计算中心主任,副教授

韩元杰,桂林电子工业学院计算机系教授

谢坤武,湖北民族学院信息工程学院计算机系主任,副教授

戴光明,中国地质大学(武汉)计算机学院副院长,教授

魏中海,华中农业大学理学院计算机系副教授

执行编委:黄金文,武汉大学出版社副编审



前言

《计算机组成原理》是计算机科学与技术学科各专业学科的基础课程。本书根据 ACM 和 IEEE 制订的《计算机学科教学计划 2001》和中国计算机学会等编制的《中国计算机科学与技术学科教程 2002》中“计算机组成原理课程大纲”的基本要求,较为全面地介绍了数据信息等基本概念和计算机单机系统中各大部件的结构、工作原理、设计方法及组成整机的有关理论与设计技术。

在内容编写上,编者力求从三个层面来突出课程内容,即按基础、组成、系统来介绍计算机组成原理。基础部分包括概述、常用进位制、机器数的运算方法、编码和代码校验、逻辑代数和逻辑门、组合逻辑电路的解析与设计;组成部分包括基本器件、主存储器、运算器、指令系统和控制器;系统部分包括存储体系结构、外部设备、主机与外设的数据传送方式。

全书共分八章。第一章对计算机的发展、应用和特性进行了概述,并简要地讨论计算机系统,为读者对以后各章的学习建立一个总体概念。第二章论述的是计算机中数据信息的表示方法与编码技术、运算器组成及进行算术逻辑运算的原理与方法。通过实验完成运算器的设计与实现的方法技术。第三章介绍了存储器相关的内容,包括虚拟存储器的基本概念以及段式、页式、段页式虚拟存储器的原理,各种高速存储器的原理,以及存储保护的原理等。第四章介绍了计算机的指令系统。重点介绍了计算机指令格式,操作数和指令的寻址技术及通用计算机的指令系统,还介绍了指令的执行方式、精简指令系统计算机的指令系统。第五章主要介绍计算机的核心组成部分——中央处理器。重点介绍 CPU 的功能、组成、结构以及其中的主要寄存器作用等,并在此基础上结合当前流行技术和典型 CPU 简要说明 CPU 中的并行处理技术、流水 CPU, RISC CPU 与多媒体 CPU。第六章是总线技术介绍。总线是计算机中连接各个功能部件的纽带,是计算机各部件之间进行信息传输的公共线路。本章讲述了总线系统的一些基本概念和基本技术,在此基础上,重点介绍了当今流行的几种总线。第七章主要介绍外部设备的基本概念,几种常见的输入和输出设备的结构和工作原理。I/O 系统在硬件上包括 I/O 设备及其与主机进行数据交换的 I/O 接口。由于 I/O 设备在第七章做了叙述,第八章着重介绍主机和外围设备之间的几种传送方式,以及几种常用的 I/O 接口。

本书编者们都多年从事计算机组成原理课程教学与实践的经历,从编写的体例、内容的布局到章节文字论述都融入了老师的经验体会,在编写过程中我们参考了国内外相关的优秀教材。本书可作为各类高等院校计算机科学与技术学科各专业本科《计算机组成原理》课程教材。

本书第一、四、六、七、八章由中国地质大学戴光明、樊俊青、胡成玉、朱静编写,第二章由湖北师范学院汪自云编写,第三章由中南财经政法大学何友鸣编写,第五章由华中农业大学别丽华编写。全书由戴光明、樊俊青修改定稿。本书在编写过程中,得到了计算机科学与技术教材编委会、武汉大学出版社的支持和帮助,在此一并表示感谢。



书中不足之处,敬请各位专家和读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

第一章 计算机系统概论 1

[学习目的与要求] 1

1.1 计算机的发展与变革 1

1.1.1 计算机的发展 1

1.1.2 微处理器的发展 3

1.2 计算机的分类、特点及应用 4

1.2.1 计算机的分类 4

1.2.2 计算机的特点 5

1.2.3 计算机的应用 6

1.3 计算机系统的组成 8

1.3.1 计算机硬件系统 8

1.3.2 计算机软件系统 11

1.3.3 计算机硬件系统和软件系统的关系 14

1.4 计算机系统结构 14

1.4.1 计算机系统的层次结构 14

1.4.2 软件与硬件的逻辑等价性 15

习题一 15

第二章 运算方法和运算器 16

[学习目的与要求] 16

2.1 数据及字符的机内表示 16

2.1.1 数值型数据在机内的表示 16

2.1.2 非数值数据在机内的表示 21

2.2 定点加法、减法运算 24

2.2.1 补码加法运算 24

2.2.2 补码减法运算 25

2.2.3 溢出概念及检测方法 26

2.2.4 基本的十进制加法/减法器 27

2.2.5 十进制加法器 29

2.3 定点乘法运算 30

2.3.1 原码一位乘法 30

2.3.2 补码一位乘法 32

2.3.3 阵列乘法器 34



2.4 定点除法运算	38
2.4.1 原码一位除法	38
2.4.2 补码一位除法	41
2.4.3 阵列除法器	43
2.5 逻辑运算	45
2.5.1 逻辑非	45
2.5.2 逻辑加	46
2.5.3 逻辑乘	46
2.5.4 逻辑异或	47
2.6 定点运算器的组成和结构	47
2.6.1 多功能算术/逻辑运算单元(ALU)	47
2.6.2 内部总线	52
2.6.3 定点运算器的基本结构	53
2.7 浮点运算方法和浮点运算器	55
2.7.1 浮点加法和减法	55
2.7.2 浮点乘、除法运算	56
2.7.3 浮点运算器	58
习题二	61
 第三章 存储系统	 63
[学习目的与要求]	63
3.1 存储器概述	63
3.1.1 存储器的基本概念	63
3.1.2 存储器的作用	63
3.1.3 存储器的性能指标	64
3.1.4 存储器分类	65
3.1.5 存储器系统的层次结构	66
3.2 半导体存储器	67
3.2.1 半导体存储芯片简介	67
3.2.2 随机存取存储器(RAM)	67
3.2.3 只读存储器(ROM)	72
3.3 存储器与CPU的连接	74
3.3.1 存储容量的扩展	74
3.3.2 存储器与CPU的连接	76
3.4 高速存储器	77
3.4.1 多体交叉存储器的工作原理	77
3.4.2 双存储原理	80
3.4.3 高速缓冲存储器(Cache)	81
3.5 虚拟存储器	86
3.5.1 虚拟存储器的基本概念	86

3.5.2 页式虚拟存储器	87
3.5.3 段式虚拟存储器	89
3.5.4 存储保护	91
习题三	92

第四章 指令系统 94

[学习目的与要求]	94
-----------------	----

4.1 指令系统的发展与性能要求	94
4.1.1 指令系统的发展	94
4.1.2 对指令系统性能的要求	95
4.1.3 低级语言与硬件结构的关系	95
4.2 机器指令的格式	96
4.2.1 操作码	96
4.2.2 地址码	97
4.2.3 指令字长度	98
4.2.4 指令操作码的编码格式	98
4.2.5 指令助记符	99
4.2.6 指令格式举例	100
4.3 寻址方式	102
4.3.1 寻址方式和有效地址的概念	102
4.3.2 指令的寻址方式	103
4.3.3 操作数的寻址方式	103
4.3.4 堆栈寻址方式	108
4.3.5 寻址方式举例	110
4.4 指令的种类	113
4.4.1 数据传送指令	113
4.4.2 算术运算指令	115
4.4.3 逻辑指令	117
4.4.4 串处理指令	120
4.4.5 控制转移指令	122
4.4.6 处理机控制指令	123
4.4.7 输入和输出指令	124
4.5 指令的执行方式	125
4.5.1 指令的顺序执行方式	125
4.5.2 重叠执行方式	126
4.5.3 流水线执行方式	126
4.6 精简指令系统计算机的指令系统	126
4.6.1 复杂指令集计算机(CISC)	127
4.6.2 精简指令集计算机(RISC)	127
4.6.3 精简指令集计算机特点	127



4.6.4 精简指令集计算机举例	128
4.6.5 RISC 和 CISC 的比较	129
习题四	130
第五章 中央处理器	131
[学习目的与要求]	131
5.1 CPU 的功能和结构	131
5.1.1 CPU 的功能	131
5.1.2 CPU 的结构和组成	131
5.1.3 数据通路	133
5.1.4 CPU 的相关技术指标	134
5.2 指令的执行过程和指令周期	136
5.2.1 指令周期	136
5.2.2 指令的执行过程	136
5.3 时序产生器和控制方式	139
5.3.1 时序信号产生器	139
5.3.2 控制方式	141
5.4 微程序设计技术和微程序控制器	143
5.4.1 微程序控制器	143
5.4.2 微程序设计技术	145
5.4.3 动态微程序设计	148
5.5 硬布线控制器和 PLA 控制器	148
5.6 典型 CPU 及主要技术	150
5.7 CPU 新技术	158
5.7.1 流水 CPU	158
5.7.2 RISC CPU	160
5.7.3 双核心处理器技术	160
5.7.4 CPU 未来微结构简介	161
习题五	161
第六章 总线系统	164
[学习目的与要求]	164
6.1 概述	164
6.2 总线接口	169
6.2.1 信息的传送方式	169
6.2.2 总线接口的概念	170
6.3 总线的仲裁、通信协议	171
6.3.1 总线仲裁	171
6.3.2 总线通信协议	173
6.3.3 总线控制和通信	174



6.4 系统总线和局部总线	178
6.4.1 ISA 总线	178
6.4.2 EISA 总线	180
6.4.3 VESA 总线	180
6.4.4 PCI 总线	180
6.5 外部通信总线	184
6.5.1 RS-232C 串行通信总线	184
6.5.2 通用串行总线 USB	185
习题六	187
 第七章 常用外部设备	 189
[学习目的与要求]	189
7.1 外部设备概述	189
7.2 显示设备	190
7.2.1 显示设备的分类及有关的概念	190
7.2.2 显示技术中的有关术语	190
7.2.3 字符显示器	192
7.2.4 图形和图像显示器	193
7.2.5 液晶显示器	194
7.3 输入设备与打印设备	197
7.3.1 输入设备	197
7.3.2 打印设备	203
7.4 磁盘子系统	207
7.4.1 磁盘的相关术语	207
7.4.2 硬盘系统	208
7.5 光盘存储设备	213
7.5.1 光盘存储器种类	213
7.5.2 光盘存储器工作原理	214
7.5.3 磁光盘存储器工作原理	215
7.5.4 光盘存储器的组成	215
习题七	216
 第八章 输入/输出系统	 218
[学习目的与要求]	218
8.1 I/O 系统概述	218
8.1.1 I/O 系统的功能和组成	218
8.1.2 I/O 设备的寻址方式	219
8.1.3 信息交换方式	220
8.2 程序查询方式及其接口	222
8.2.1 程序查询方式	222



8.2.2 程序查询方式接口	224
8.3 程序中断方式及其接口	224
8.3.1 中断的基本概念	224
8.3.2 中断处理过程	227
8.3.3 8259A 中断控制器	231
8.4 直接存取 DMA 方式及其接口	232
8.4.1 DMA 方式的基本概念	232
8.4.2 DMA 接口和数据传送	232
8.4.3 8237A-5 DMA 控制器	234
8.5 通道方式	237
8.5.1 通道的功能	237
8.5.2 通道的类型	239
8.5.3 通道结构的发展	240
习题八	240
 附录一 8086 ASCII 码表	 241
参考文献	242



第一章 计算机系统概论

【学习目的与要求】

本章对计算机的发展、应用和特性进行了概述,并简要地讨论计算机系统的硬件系统和软件系统。最后,介绍了计算机系统的层次结构模型及其各部件之间的关系,为读者对以后各章的学习建立一个总体概念。

1.1 计算机的发展与变革

随着社会的进步和生产力的发展,人类用于计算的工具有经历了从简单到复杂,从低级到高级的发展过程,在人类的文明史上相继产生了诸如算盘、计算尺、手摇式机械计算机、电动式机械计算机等计算工具。

计算机是一种能自动地、快速地进行数据运算或信息处理的电子设备。它的出现在人类历史上具有划时代的意义,有力地推动着人类社会经济、文化、教育、科技的发展,并使得人们的生产、生活方式发生了十分深刻的变革。目前,计算机发展的水平已经成为一个国家现代化水平的重要标志之一。

1.1.1 计算机的发展

计算机最初是作为一种现代化的计算工具而问世的,它是人类生产实践和科学技术发展的必然产物。

在计算机出现之前人类早就已经创造发明了各种各样的计算工具。例如春秋时代的“筹算法”,利用竹筹来计数;中国在唐末宋初发明而至今仍被广泛使用的算盘;1642年法国制造的第一台机械计算机;1654年出现的计算尺;1822年巴贝奇完成的差分机;1887年制成的手摇计算机;20世纪初出现的电动齿轮计算机;1931年美国人V. BUSH研制的微分分析器等都是计算工具。但是上述计算工具并不能适应近代科学技术发展的要求,存在的主要矛盾是:

(1) 现代科学计算其运算量越来越大,人工难以完成。如人造卫星、导弹轨迹的计算往往有几十万甚至几百万个数据,运算公式复杂,人力无法计算。

(2) 精度要求无法满足。计算尺只能估算3位有效数,常用的算盘只有13档,两个7位数相乘就无法计算。

(3) 运算速度慢。如用手摇计算机或电动计算机完成现在的天气预报,需要一到两个星期,失去了预报的作用。

(4) 应用范围不够大。除了完成计算任务外,还要解决工业自动控制、经济管理、文字翻译、图书检索等问题。

总之,随着科学技术的发展,迫切要求有计算速度快、精确度高、能按程序的规定自动进行计算和控制的新型计算工具。因此,在这样的应用背景下电子计算机就应运而生了。



自从 1946 年 2 月世界上第一台数字电子计算机问世以来,计算机科学和技术获得了飞速发展,性能不断提高,应用领域也越来越广。按计算机主机使用的主要元器件的不同,其发展过程一般可分为下列几个阶段:

1. 第一代计算机

第一代是电子管计算机,发展年代为 1946 ~ 1958 年。这一阶段计算机的逻辑元件采用电子管,存储器采用磁鼓和磁芯。软件主要使用机器语言,也开始使用汇编语言。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。例如第一台电子管计算机 ENIAC,其占地 150 平方米,重达 30 吨,耗电 150 千瓦。其字长只有 12 位,加法运算速度 5000 次/秒。虽然它与今天的微型计算机相比不可同日而语,但它的出现却奠定了计算机科学和技术的发展基础。

2. 第二代计算机

第二代是晶体管计算机,其发展年代为 1958 ~ 1964 年。计算机的逻辑元件为晶体管,主存储器仍然采用磁芯,外存储器已开始使用磁盘。软件也有了较大发展,出现了各种高级语言和操作系统。应用领域从科学计算扩展到数据处理,也开始用于工业控制。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。

3. 第三代计算机

第三代是集成电路计算机,其发展年代为 1964 ~ 1971 年,逻辑元件开始采用中小规模集成电路,使得体积、功耗均显著减小,可靠性大大提高;运算速度已达每秒几十万次至几百万次;主存储器仍用磁芯。这一期间,小型计算机也随着集成电路规模的增大而迅速发展起来,计算机品种开始多样化和系列化。同时,软件技术与计算机外围设备发展迅速,操作系统、会话式高级语言等软件的发展速度更快,计算机开始被广泛地应用。

4. 第四代计算机

第四代计算机是大规模集成电路高速发展之后的产物,从 1972 年以后发展起来。所谓大规模集成电路(LSI)或超大规模集成电路(VLSI)是指在单个硅片上集成 1000 ~ 20000 个甚至集成 6 万 ~ 10 万个晶体管的集成电路。由于 LSI 的体积小、耗电少、可靠性高,因而促使微型计算机以很快的速度得到发展。

第四代计算机采用中、大及超大规模集成电路,主存储器采用半导体存储器,运算速度从 MIPS(每秒 10^6 条指令)级提高到 GIPS(每秒 10^9 条指令)级乃至 TIPS(每秒 10^{12} 条指令)水平。大规模并行处理系统、分布式系统、计算机网络的研究和实施进展迅速。软件方面可扩充语言、数据库和网络软件得到迅速发展,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发展。

5. 第五代计算机

第五代计算机是人工智能计算机,它是综合了计算机科学和控制论而发展的一门新技术,它能模拟人脑的智能,如识别图形、语言、物体等,它将对社会的发展带来不可估量的影响,目前第五代计算机仍处于研究之中。

从 1946 年计算机诞生以来,大约每隔五年计算机运算速度提高 10 倍,可行性提高 10 倍,成本降低 10 倍,体积缩小 10 倍。

现在,电子计算机的硬件基础已从大规模集成电路发展到超大规模集成电路。近期,又从超大规模集成电路向极大规模集成电路和超高速集成电路方向发展。远期向光电集成电路、超导器件和生物微电子电路方向发展。硬件基础的进步极大地推动了电子计算机的发展。当



前,计算机领域中硬件技术因素非常活跃,硬件产品更新势头迅猛,集成在一个芯片上的元件数已达上千万个甚至上亿个。

1.1.2 微处理器的发展

微型计算机是第四代计算机的典型代表。构成微型机的核心部件是微处理器 MPU (Micro-Processor Unit),也叫中央处理器或中央处理单元 CPU (Central Processing Unit),有时简称处理器。30年来微处理器和微机的发展非常迅速,几乎每两年微处理器的集成度和性能就提高一倍,几乎每隔3~4年微机就会更新换代一次。

1. 第一代微处理器

第一代微处理器的代表是1971年由Intel公司研制的4004微处理器,以及改进后的4040和1972年研制的8008。其中,4004和4040是4位微处理器,8008是低档的8位微处理器。这一代处理器其指令系统简单、速度慢,而且运算能力差。

2. 第二代微处理器

1973年Intel公司在8008基础上推出了改进的Intel 8080微处理器,它与Motorola公司和MOS Technology分别推出的MC6800,6501和6502一起,将微处理器推进到第二代。1976~1978年期间,Intel公司、Zilog公司和Motorola公司分别推出Intel 8085,Z80和MC-6809高档8位微处理器,并形成了三足鼎立之势。这个时候的微处理器其运算速度是第一代的10~15倍,指令系统比较完善,已经有了典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取(DMA)功能。支持它们的语言有汇编、BASIC,FORTRAN和PL/M等,特别是在后期开始配备了CP/M操作系统。

3. 第三代微处理器

1978年,在超大规模集成电路VLSI研制成功基础上,Intel公司率先推出了第三代微处理器,16位的Intel 8086,它的数据总线为16位宽度,地址总线增加到20位,直接存储器的寻址范围达到1MB(2^{20})。随后,Zilog公司和Motorola公司也分别先后推出16位的Z8000和MC68000。为了方便原来的8位机用户,1979年Intel公司推出了内部16位结构、片内数据总线为8位的Intel 8088,其指令系统和Intel 8086兼容。

在此期间,IBM公司研制出了以Intel 8088微处理器为核心的IBM PC机。1983年,IBM公司又推出带有硬磁盘的IBM PC/XT机,从此IBM PC机成为了个人计算机的主流机型之一。

1982年Intel公司研制出高档16位微处理器80286,与之同档次的微处理器有Motorola的68010。它们的数据总线仍然是16位的,但地址总线增加到24位。同时,PC机也推出了以80286为核心的IBM PC/AT微机。

4. 第四代微处理器

1985年,Intel公司推出了第四代微处理器,32位的80386。它与8086向上兼容,具有32位数据线和32位地址线。在虚拟地址保护模式下可寻址1GB(2^{32})物理地址和64TB(2^{48})虚拟地址空间。此阶段的32位处理器还有Motorola的MC68020、贝尔实验室的Bellmac-32A,National Semiconductor公司的16032和NEC的V70等。

1989年,Intel推出了更高性能的32位微处理器80486。在80486中集成了一个80386主处理器、一个与80386兼容的数字协处理器80387和一个8KB的高速缓冲存储器(Cache)。80486还采用了部分RISC(精简指令系统计算机)技术、突发(Burst)总线技术和时钟倍频技术,使处理速度大大提高。同时期的32位微处理器还有MC68040和V80。



5. 第五代微处理器

Intel 公司在 1993 年推出了全新一代的微处理器 Pentium(奔腾,P5)。Pentium 仍然是 32 位微处理器,具有 5 级超标量结构、64 条数据线和 32 位地址线。采用了分支预测、指令固化、双 8KB Cache、CISC 和 RISC 相结合等技术。

1996 年,Intel 公司推出了 Pentium 的改进型 32 位微处理器 Pentium MMX(多能奔腾),增加了 57 条 MMX(多媒体扩展指令集),指令采用了新的数据类型和 SIMD(单指令流多数据流)技术,片内 Cache 也分别达到了 16KB,提高了对多媒体数据的处理能力。

6. 第六代微处理器

1995 年,Intel 公司推出 32 位的微处理器 P6,1996 年下半年命名为 Pentium Pro(高能奔腾)。具有 64 位数据线和 36 位地址线,物理地址空间达 64GB(2^{36}),虚拟存储空间 64TB。Pentium Pro 将一个 256KB 的 L2 Cache(二级 Cache)封装到了芯片内,还实现了动态执行技术,可将已经形成的指令先行执行。

1997 年 5 月和 1999 年 2 月,Intel 公司先后发布了 Pentium II(奔腾二代)和 Pentium III(奔腾三代)。它们都采用 P6 的核心技术,属于 32 位微处理器,性能进一步增强。

同期类似的微处理器有 AMD 公司的 K7。

7. 第六代之后的微处理器

2000 年底,Intel 公司推出了非 P6 核心结构全新的 32 位微处理器 Pentium 4。2001 年 5 月,Intel 公司推出了 64 位微处理器 Itanium。目前更先进的微处理器还在不断地推出。

1.2 计算机的分类、特点及应用

现代科学的发展使得不同类型的计算机进入了几乎一切科学领域,计算机能得到广泛的应用与它的特殊性能相关,这些特性也是其他工具所不具备的。本节主要介绍现代计算机的分类、特点及其在社会各领域中的各种应用。

1.2.1 计算机的分类

从不同的角度计算机具有不同的分类方法。

1. 按信息的形式和处理方式分

电子计算机从总体上来说可分为数字计算机、模拟计算机以及数字模拟混合计算机。在数字计算机中,信息处理的形式是用二进制运算,其特点是解题精度高,便于存储信息,是通用性很强的计算工具,能胜任科学计算、数据处理、过程控制、计算机辅助设计、计算机辅助制造以及人工智能等方面的工作。通常所说的电子计算机就是指数字计算机。

模拟计算机中处理的信息是连续变化的物理量,如温度、压力、距离等。其基本运算部件是由运算放大器配以电阻、电容、二极管等电子元件等构成的反向器、加法器、函数运算器、微分器、积分器等运算电路。模拟计算机的运算速度极快,但精度不够高,且每做一次运算需要重新设计和编排线路,故通用性不强,且信息存储困难。这种计算机主要用于求解数学方程或自动控制模拟系统的连续变化过程。由于数字计算机速度有了很大提高,模拟计算机的应用越来越让位于数字计算机。

混合电子计算机是综合两种计算机的长处,既有数字量又有模拟量,既能高速运算,又便于存储,但这种计算机设计困难,造价昂贵。