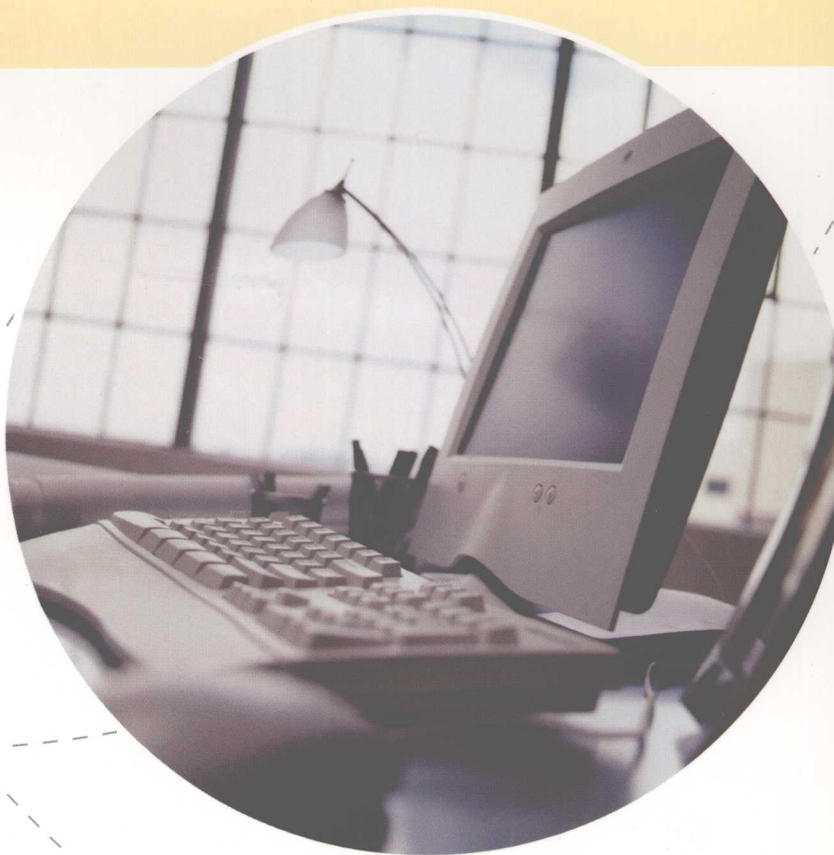




21世纪全国高等院校计算机教育“十一五”规划教材
丛书主编 全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任 李大友

计算机组成原理

主 编 李国安 谌洪茂
副主编 高建武 李海颖
张晓静 李翠莲



中国计划出版社



计算机组成原理与系统结构
第2版

计算机组成原理

第二版



中国计划出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理 / 《计算机组成原理》编委会编著.
北京: 中国计划出版社, 2007. 8
21世纪全国高等院校计算机教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-80177-922-9

I. 计… II. 计… 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(2007)第070251号

内 容 简 介

本书强调计算机的基本原理、基本知识和基本技能的训练, 内容全面, 层次分明, 结构合理, 主要包括计算机系统概论、计算机中数据的表示、运算方法和运算器、存储系统、指令系统、中央处理器、系统总线、输入/输出系统和外部设备等。

本书既可作为高等院校相关课程的教材, 也可作为高职高专、培训机构的教学用书。

21世纪全国高等院校计算机教育“十一五”规划教材
计算机组成原理

本书编委会 编著

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

北京市艺辉印刷有限公司印刷

787×1092毫米 1/16 14.25印张 347千字

2007年8月第一版 2007年8月第一次印刷

印数1—4000册

☆

ISBN 978-7-80177-922-9

定价: 22.00元

丛 书 序

随着我国高等教育发展与改革的逐步深化,越来越多的高等院校将其自身定位于工程型或应用型,立足于培养能够满足各行各业需求的、素质高、能力强的应用型专业人才。与此同时,由于信息化是当今社会与经济发展的必然趋势,因而应用信息技术的能力亦将会成为衡量人才水平的重要标尺。由此可见,培养既具有专业知识,又拥有良好信息技术应用能力的人才,是现今高等教育发展与改革的目标之一。

目前,教育部有关计算机教育的教学指导委员会、全国高等学校计算机教育研究会等学术团体、各高等院校的专家学者已经在计算机教学与教材改革方面做了大量的工作,许多一线教师已经在计算机教学和科研方面积累了许多宝贵经验。在这些条件下,通过将其教研成果汇总并转化为教材的形式向全国各高等院校推广,对于促进高等院校计算机教育的发展与改革,培养应用型专业人才,是一件十分有意义的事情。

鉴于以上情况,中国计划出版社与全国高等学校计算机教育研究会决定联合策划组织、编写出版了本套“21 世纪全国普通高等院校计算机教育‘十一五’规划教材”。为实施精品战略,出版社与全国高等学校计算机教育研究会在全国范围内进行了系统、详细的调查,对各类教学指导性文件进行了认真、深入的研究,对国内外已出版同类教材进行了客观、理性的分析,组织专家学者、一线教师及企业人员展开研讨,以期打造切实符合实际教学需求的精品教材。

为配合各学校的精品课程建设工程,本套教材以国家级精品课程指标为指引方向,借鉴其他兄弟出版社的先进经验和成功案例,提出了建设“立体化教学资源平台”的概念,其内容包括教材、教学辅导资料、教学资源包、网络平台等内容,并将在后续培训、论文发表等多方面满足教师与精品课程建设的需求。

本套教材具有以下特点。

1. 定位明确,应用为本

本套教材定位于高等院校学生计算机应用能力的培养,不仅要使学生理解计算机相关的基本理论与基本知识,还要使学生掌握利用计算机解决实际问题的能力。要使学生面对一个实际问题时,不仅要知其然,还要知其所以然,更要会其如何然,最终,要具备实际操作应用能力。

2. 案例驱动,能力培养

本套教材通过从实际应用中提炼出的案例来辅助知识的讲授与能力的培养,在案例设计时从其科学性、实用性及开放性出发,尽量营造贴近实际应用的环境,激发学生的学习兴趣,从而提高教学效率,提高学生的实际应用能力。

3. 资源丰富,便于教学

我社免费为选用本套教材中图书的教师提供如下资源服务:

- 多媒体电子课件(PowerPoint 格式)
- 所有案例的相关素材(图片、声音与源程序等)与最终结果

附件 二

- 所有习题的素材与答案
- 两套模拟测试题及答案
- 不定期组织教师培训

随着高等院校计算机教育的发展与改革不会停止，各院校的实际情况又有所不同，我们恳请各位老师在使用过程中提出批评与建议，以便及时改进教材欠妥与不足之处，使本套教材日趋完善。

我们相信在各位专家学者与一线教师的支持与帮助下，本套教材一定能成为特点鲜明、质量上乘的精品教材，同时，我们也希望通过本套教材的出版为高等院校计算机教育的发展与改革做出自己的一份贡献。

本书的编写得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了许多专家的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

前 言

“计算机组成原理”是高等院校计算机科学与技术专业及相关专业的一门核心专业基础课程，也是非计算机专业的学生掌握好计算机应用的一门专业基础课程。

“计算机组成原理”是计算机硬件课程中至关重要的一个环节，在先导课程和后续课程之间起着承前启后的作用。该课程内容覆盖面广，基本概念多，而且比较抽象，特别是难以建立计算机的整机思想。本书内容全面，层次分明，结构合理，希望通过本书的学习，读者能初步建立起计算机的整机概念。

本书大纲及内容组织由集体讨论而成。全书共分9章：

第1章为计算机系统概论，简单介绍了计算机的发展情况以及计算机的软硬件组成。

第2章讲述了计算机中数据的表示方法，并介绍了相关的数据校验码知识。

第3章在第2章的基础上，介绍了运算方法和运算器方面的知识。

第4章讨论了各类存储器件的工作原理和存储系统的扩充方法。

第5章讲解了指令系统方面的知识。

第6章介绍了中央处理器方面的知识。

第7章讨论了系统总线的接口、裁决和定时等方面的问题。

第8章和第9章讲解了关于输入/输出系统方面的内容，包括输入/输出设备以及外部设备等。

本书强调了计算机的基本原理、基本知识和基本技能的训练，可以使读者对计算机的组成原理有基本的认识，为从事计算机系统的分析、设计、开发和维护等工作打好扎实的基础。

本书由李国安、谌洪茂主编，高建武、李海颖、张晓静、李翠莲担任副主编。

由于时间仓促与编者水平有限，不足与欠妥之处在所难免，恳请广大读者不吝指正。

编者

2007年6月

目 录

第1章 计算机系统概论	1
1.1 计算机的发展和应用	1
1.1.1 计算机的发展	1
1.1.2 计算机的分类	4
1.1.3 计算机的应用	5
1.2 计算机系统的组成	7
1.2.1 计算机的硬件系统	7
1.2.2 计算机的软件系统	10
1.3 计算机的工作过程和性能指标	14
1.3.1 计算机系统处理信息的基本过程	14
1.3.2 计算机的性能指标	15
1.4 计算机系统的层次结构	17
1.5 小结与提高	18
1.6 思考与练习	19
第2章 计算机数据的表示	20
2.1 计数制	20
2.1.1 十进制计数制	20
2.1.2 二进制计数制	21
2.1.3 R 进制计数制	21
2.1.4 二进制数的应用	22
2.1.5 不同数制间数据的转换	22
2.2 数据信息的单位和计算机字长	26
2.2.1 数据的单位	26
2.2.2 计算机字长	27
2.3 定点数和浮点数	27
2.3.1 定点数表示法	27
2.3.2 浮点数表示法	27
2.3.3 定点数表示法和浮点数表示法的比较	28
2.4 带符号数的表示方法	29
2.4.1 计算机数和真值	29
2.4.2 原码表示法	29
2.4.3 补码表示法	30

2.4.4	反码表示法	34
2.4.5	移码表示法	35
2.4.6	各种编码的比较	35
2.5	十进制数据表示	36
2.5.1	二—十进制编码原理	36
2.5.2	二—十进制有权码	36
2.5.3	二—十进制无权码	37
2.6	字符编码	38
2.6.1	ASCII码	38
2.6.2	扩展BCD码	38
2.6.3	汉字的表示	38
2.7	数据校验码	39
2.7.1	奇偶校验码	39
2.7.2	海明校验码	40
2.7.3	循环冗余校验码	42
2.8	小结与提高	44
2.9	思考与练习	44
第3章	运算方法和运算器	46
3.1	定点加减法运算	46
3.1.1	补码加减法运算	46
3.1.2	溢出的产生和判断	49
3.1.3	补码加减法的逻辑实现	51
3.2	定点乘法运算	53
3.2.1	原码一位乘法	53
3.2.2	补码一位乘法	56
3.2.3	阵列乘法器	59
3.3	定点除法运算	62
3.3.1	原码除法	62
3.3.2	补码除法	66
3.3.3	阵列除法器	68
3.4	逻辑运算	69
3.5	浮点数运算和浮点运算器	70
3.5.1	浮点数的加减法	70
3.5.2	浮点数的乘除法运算	73
3.6	小结与提高	75
3.7	思考与练习	76
第4章	存储系统	77
4.1	存储器概述	77

4.1.1	存储器的分类	77
4.1.2	存储器的层次结构	80
4.2	主存储器	81
4.2.1	主存储器技术指标	81
4.2.2	主存储器基本组成	83
4.2.3	主存储器基本操作	83
4.3	半导体存储器芯片	84
4.3.1	静态MOS存储器	84
4.3.2	动态MOS存储器	86
4.3.3	半导体只读存储器	89
4.4	高速缓冲存储器	91
4.4.1	工作原理	91
4.4.2	映射方式	92
4.4.3	替换算法	94
4.4.4	Cache——主存内容的一致性问题	94
4.5	虚拟存储器	95
4.5.1	虚拟存储器的基本概念	95
4.5.2	虚拟存储器的基本管理方法	95
4.6	存储保护	98
4.6.1	存储区域保护	98
4.6.2	访问方式保护	100
4.7	小结与提高	100
4.8	思考与练习	101
第5章	指令系统	103
5.1	机器指令	103
5.1.1	指令的一般格式	103
5.1.2	指令字长	106
5.2	操作数类型和操作类型	106
5.2.1	操作数类型	106
5.2.2	数据在存储器中的存储方式	106
5.2.3	操作类型	107
5.3	寻址方式	108
5.3.1	指令的寻址方式	108
5.3.2	操作数寻址方式	108
5.4	RISC简介	110
5.4.1	复杂指令系统计算机(CISC)	110
5.4.2	RISC技术的产生	111
5.5	小结与提高	111
5.6	思考与练习	112

第6章 中央处理器	114
6.1 CPU的基本功能及其组成	114
6.1.1 CPU的基本功能	114
6.1.2 CPU的基本组成	115
6.2 指令周期和时序信号发生器	118
6.2.1 指令周期	118
6.2.2 时序发生器	120
6.2.3 控制器基本控制方式	124
6.3 组合逻辑控制器	125
6.3.1 组合逻辑控制器的基本原理	125
6.3.2 指令执行流程	127
6.3.3 微操作信号的产生	131
6.4 微程序控制	132
6.4.1 Wilkes微程序控制	132
6.4.2 微程序控制器的基本概念	133
6.4.3 微指令及其编码方法	134
6.4.4 微指令地址的生成	135
6.4.5 微程序应用	136
6.5 小结与提高	136
6.6 思考与练习	137
第7章 系统总线	139
7.1 系统总线的结构	139
7.1.1 总线的基本概念	139
7.1.2 总线的连接方式	142
7.2 总线接口	144
7.2.1 总线的数据传输方式	144
7.2.2 接口的基本概念	145
7.3 总线的裁决和定时	146
7.3.1 总线裁决	146
7.3.2 总线的定时	149
7.4 常用总线	153
7.4.1 ISA总线	153
7.4.2 EISA总线	153
7.4.3 VL总线 (VESA总线)	154
7.4.4 PCI总线	155
7.4.5 SCSI总线	159
7.4.6 EIA-232-D总线	161
7.5 小结与提高	161
7.6 思考与练习	162

第8章 输入/输出系统	164
8.1 I/O接口	164
8.1.1 I/O接口的功能和结构	164
8.1.2 I/O接口的分类	166
8.2 I/O设备的寻址	167
8.2.1 操作系统在I/O中的作用	167
8.2.2 I/O端口的编址	168
8.3 I/O数据传送控制方式	169
8.3.1 I/O控制方式类型	169
8.3.2 程序直接控制方式	170
8.4 程序中断方式	171
8.4.1 中断的基本概念	171
8.4.2 中断系统的基本功能和结构	172
8.4.3 中断工作过程	174
8.5 DMA方式	175
8.5.1 DMA方式的基本概念	175
8.5.2 DMA传送方式	176
8.5.3 DMA接口的结构和功能	177
8.5.4 DMA操作	178
8.5.5 DMA与存储器系统	179
8.6 I/O通道	180
8.6.1 通道的基本概念	180
8.6.2 通道的分类	181
8.6.3 通道程序	182
8.6.4 输入/输出处理机	183
8.7 小结与提高	183
8.8 思考与练习	184
第9章 外部设备	186
9.1 外部设备的种类和特点	186
9.1.1 外部设备的分类	186
9.1.2 外部设备的工作特点	187
9.2 输入设备	188
9.2.1 键盘	188
9.2.2 鼠标	188
9.2.3 扫描仪	190
9.3 显示输出设备	192
9.3.1 显示设备的种类	192
9.3.2 显示技术中的有关术语	194
9.3.3 字符显示器	196

101	9.3.4 图形和图像显示	196
101	9.4 打印输出设备	197
101	9.4.1 打印机的种类	197
101	9.4.2 点阵打印机	198
101	9.4.3 激光打印机	199
101	9.5 外存储器	200
101	9.5.1 磁表面存储器	200
101	9.5.2 光盘存储器	205
101	9.6 通信设备	206
101	9.6.1 调制解调器	206
101	9.6.2 网络适配器	208
101	9.6.3 网络互连设备	208
101	9.7 小结与提高	211
101	9.8 思考与练习	212
	主要参考文献	213

第1章

计算机系统概论

计算机是新技术革命的一支主力，也是推动社会向现代化迈进的活跃因素。计算机科学与技术是第二次世界大战以来发展最快、影响最为深远的新兴学科之一。计算机产业已在世界范围内发展成为一种极富生命力的战略产业。

现代计算机是一种按程序自动进行信息处理的通用工具，它的处理对象是信息，处理结果也是信息。利用计算机解决科学计算、工程设计、经营管理、过程控制或人工智能等各种问题的方法，都是按照一定的算法进行的。这种算法是定义精确的一系列规则，它指出怎样以给定的输入信息经过有限的步骤产生所需要的输出信息。

信息处理的一般过程，是计算机使用者针对待解决的问题，事先编制程序并存入计算机内，然后利用存储程序指挥、控制计算机自动进行各种基本操作，直至获得预期的处理结果。计算机自动工作的基础在于这种存储程序方式，其通用性的基础则在于利用计算机进行信息处理的共性方法。



本章主要内容

- 计算机的发展和应用
- 计算机系统的组成
- 计算机的工作过程和性能指标
- 计算机系统的层次结构

1.1 计算机的发展和应用

1.1.1 计算机的发展

电子计算机的发展，如果从第一台计算机的问世算起，到现在已有半个多世纪，在人类科技史上还没有一种学科的发展速度可以与电子计算机的发展速度相提并论。

20 世纪 40 年代，无线电技术和无线电工业的发展为电子计算机的研制准备了物质基础，1943~1946 年美国宾夕法尼亚大学研制的电子数字积分和计算机（Electronic Numerical Integrator And Computer, ENIAC）是世界上第一台电子计算机。ENIAC 共使用 18 000 多个电子管，1 500 个继电器，重达 30t，占地 170m²，耗电 140kW，每秒计算

5 000 次加法, 研制人是埃克特 (J.P.Eckert) 和莫克利 (J.W.Mauchly)。ENIAC 存在两个主要缺点: 一是存储容量太小, 只能存 20 个字长为 10 位的十进制数, 二是用线路连接的方法来编排程序, 每次解题都要依靠人工改接连线, 准备时间大大超过实际计算时间。

在 ENIAC 研制的同时, 冯·诺依曼 (Von Neumann) 与莫克利、埃克特小组合作研制 EDVAC, 在这台计算机中确立了计算机的 5 个基本部件: 输入器、输出器、运算器、存储器和控制器。其程序和数据存放在存储器中, 并采用二进制, 确立了存储程序的原则。现代的一般计算机被称做冯·诺依曼结构计算机。

1. 第一代: 电子管计算机时代

电子管计算机时代是从 1946 年第一台计算机研制成功到 20 世纪 50 年代后期。该时代的计算机将电子管、继电器和存储器用绝缘导线互连在一起, 由单个 CPU 构成, CPU 用程序计数器和累加器顺序完成定点运算, 采用计算机语言或汇编语言, 用 CPU 程序控制 I/O。其主要特点是采用电子管作为基本器件。

代表性系统有 John von Neumann、AnhurBurks 和 HermanGoldstine 于 1946 年在普林斯顿大学研制成功的 IAS 计算机, IBM 公司于 1953 年制造的 IBM 701 计算机等。

2. 第二代: 晶体管计算机时代

晶体管计算机时代是 1955~1964 年。该时代的计算机采用分立式晶体三极管、二极管和铁氧体的磁芯, 用印刷电路将它们互连起来; 采用了变址寄存器、浮点运算、多路存储器和 I/O 处理机; 采用有编译程序的高级语言、子程序库和批处理监控程序。这一时期计算机的主要器件逐步由电子管改为晶体管, 缩小了体积, 降低了功耗, 提高了速度和可靠性, 而且价格不断下降, 后来又采用了磁芯存储器, 使速度得到进一步提高。

代表性系统有 1959 年制成的 UnivacI, ARC, 20 世纪 60 年代初问世的 CDC 1604 和 1962 年制成的 IBM 7030。1969 年 1 月制成的超大型计算机 CDC 7600, 速度达到每秒千万次浮点运算, 是这一时期设计得最成功的产品。

3. 第三代: 集成电路计算机时代

集成电路计算机时代是 1965~1974 年。该时代的计算机采用小规模或中规模集成电路和多层印刷电路; 采用了流水线、高速缓存和并行处理机; 软件方面采用多道程序设计和分时操作系统。这时期的计算机采用集成电路作为基本器件, 功耗、体积、价格等进一步下降, 而速度及可靠性相应地提高, 这就促使了计算机的应用范围进一步扩大。正是由于集成电路成本的迅速下降, 产生了成本低而功能不是太强的小型计算机供应市场, 占领了许多数据处理的应用领域。

代表性系统有 IBM 360-370 系列、CDC 6600/7600 系列、Texas 仪表公司的 ASC 和 Digital Equipment 公司的 PDP-8 系列。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。它的主要特点是通用化、系列化、标准化。

- (1) 通用化: 指令系统丰富, 兼顾科学计算、数据处理和实时控制 3 个方面。
- (2) 系列化: IBM 360 各档计算机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,当用户更新计算机时,原来在低档机上编写的程序可以不作修改就使用在高档机上。IBM 360 系统后来陆续增加的几种型号仍保持与前面的产品兼容。后来,西欧与日本的一些通用计算机也保持与 IBM 360 系统兼容。前苏联和东欧国家联合制造的“统一系统”也是与 IBM 360 系统兼容的。

(3) 标准化:采用标准的输入/输出接口,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:大规模集成电路计算机时代

大规模集成电路计算机时代是 1974~1991 年。该时代的计算机采用大规模或超大规模集成电路和半导体存储器,出现了用共享存储器、分布存储器或向量硬件选择的不同结构的并行计算机,开发了用于并行处理的多处理操作系统、专用语言和编译器,同时产生了用于并行处理或分布处理的软件工具和环境。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,几乎集成度每 3 年翻两番(1971 年每片 1KB,到 1984 年达到每片 256KB),价格平均每年下降 30%。在这一时期逻辑电路也得到了相应的发展。

随着大规模集成电路的迅速发展,计算机进入大发展时期,通用机、巨型机,小型机、微机都得到了发展。

(1) 通用机。通用机是计算机工业中价值比重最大的产品,其中以 IBM 370 系统影响最大,它在与 IBM 360 系统兼容的前提下进行了改进。IBM 公司为开发 IBM 360 系统的软件耗费了巨大的人力和财力,1982 年宣布的 IBM 3084K 大型通用机速度达到每秒 2 500 万次,主存容量为 64MB。其他计算机厂家在发展新机种时也遵循兼容的原则。某些计算机厂家走上与 IBM 计算机兼容的道路,称之为 PCM: Plug Compatible Mainframe (插接兼容主机)或 Program Compatible Mainframe (程序兼容主机),制造与 IBM 兼容的计算机,它们按 IBM 系列机的系统结构制造主机,并直接引用 IBM 计算机的软件,从而使产品的性价比优于 IBM 原装机,以争夺市场。

(2) 巨型机。现代科学技术,尤其是国防技术的发展,需要有高的运算速度、大存储容量的计算机,一般的大型通用计算机不能满足要求。集成电路的发展,为制造巨型机提供了条件。20 世纪 60 年代至 20 世纪 70 年代相继完成了一些巨型机,其中取得最高成绩的是 Cray-1 计算机。针对天气预报、飞行器的设计和核物理研究中存在大量向量运算的特点,Cray-1 计算机的向量运算速度达每秒 8 000 万次,并兼顾了一般的标量运算。1983 年研制成功的 CrayX-MP 机向量运算速度达每秒 4 亿次。与此同时,CDC 公司的 CYBER 203 和 CYBER 205 先后完成,CYBER 205 每秒可进行 4 亿次浮点运算。这些是 20 世纪 80 年代初期水平最高的巨型机。但是这些成就还不能满足一些复杂问题的需要,为此,不少单位开展了性能更高的巨型机的研究工作。日本、英国、前苏联和法国也先后开始研制巨型机。

(3) 小型机。小型机规模小、结构简单,设计试制周期短,便于及时采用先进工艺,生产量大,硬件成本低,同时由于软件比大型机简单,软件成本也相对较低,再加上容易操作、容易维护和可靠性高等特点,使得管理计算机和编制程序都比较简单,因而得以迅速推广,掀起一个计算机普及应用的浪潮。DEC 公司的 PDP-11 系列是 16 位小型机

的代表,到20世纪70年代中期32位高档小型机开始兴起,DEC公司的VAXII/780于1978年开始生产,应用极为广泛。VAXII系列与PDPII系列是兼容的。小型机的出现打开了在控制领域应用计算机的局面,许多大型分析仪器、测量仪器和医疗仪器使用小型机进行数据采集、整理、分析、计算等。应用于工业生产上的计算机除了进行上述工作外还可进行自动控制。

(4)微机。微机的出现与发展,掀起计算机大普及的浪潮。利用4位微处理器Intel 4004组成的MCS-4是世界上第一台微机,于1971年问世。Intel 8086是最早开发成功的16位微处理器(1978年),Intel 80286、Intel 80386与Intel 8086兼容。1981年以后32位微处理器相继问世,20世纪70年代后期,兴起个人计算机(一种独立微机系统)热潮,最早出现的是Apple公司的Apple II型微机(1977年),此后各种型号的个人计算机纷纷出现。1981年一向以生产大中型通用机为主的IBM公司推出了IBM PC,后来又推出扩充了性能的IBM PC/XT、IBM PC/AT机,由于具有设计先进、软件丰富、功能齐全、价格便宜等特点,很快成为微机市场主流。国内外不少厂家相继生产了与IBM PC兼容的个人计算机。低档的个人计算机可供家庭娱乐和业余爱好者使用;高档的个人计算机用于经营管理、科学计算以及教育等方面。

5. 第五代: 超大规模集成电路时代

超大规模集成电路时代是从1991年至今。该时代的计算机采用工艺更加完善的高密度、高速度处理机和存储器芯片。它的最重要特点是进行大规模并行处理,采用可扩展的和允许时延的系统结构。第五代计算机具有以下功能:智能接口功能,能识别自然语言(文字、语音)、图形、图像;解题和推理功能,可根据自身存储的知识进行推理,求解问题;知识库管理功能,计算机内存储大量知识,可供检索。

代表性系统有Fujitsu的VPP500、Cray Research的MPP、Thinking Machines公司的CM-5、Intel超级计算机系统Paragon和SGI的Origin 2000等。

随同计算机硬件发展的还有软件,应该指出,发挥计算机的作用,推广计算机的应用,改进计算机的设计以及简化计算机的操作,使它从只供专家使用转为面向大众,软件工作者起了决定性的作用。系统软件不断完善、升级,操作系统自动地管理计算机系统中各个设备以及多个程序的高效运行,是第三代计算机时期的重大成就。

广泛应用计算机的结果是,计算机厂家向用户提供软件(系统软件和应用软件)时与硬件分别计价,并产生了专门从事软件研制、生产、销售工作的软件公司。但是软件的发展跟不上需要,软件费用急剧增长,这是因为硬件是工业化生产,价格不断下降,而软件为人工劳动,生产率低,可靠性不高。

1.1.2 计算机的分类

计算机种类很多,可以从不同的角度对计算机进行分类。

1. 按信息的表示和处理方式划分

计算机按信息的表示和处理方式划分,可分为数字电子计算机、模拟电子计算机及数