

21世纪大学计算机基础教学  
“1+X”改革系列教材

大学计算机基础教程

DAXUEJISUANJI JICHUJIAOCHENG

“1+X”改革系列教材

大学计算机基础教程

大学计算机基础教程

# 大学计算机

大学计算机基础教程

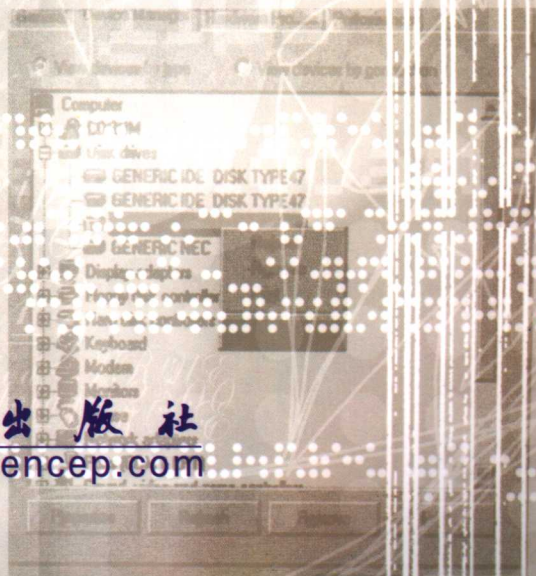
DAXUEJISUANJI

# 基础教程

JICHUJIAOCHENG

杜友福 主编

科学出版社  
www.sciencep.com



·21 世纪大学计算机基础教学“1+X”改革系列教材·

# 大学计算机基础教程

杜友福 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书为大学计算机基础课程教材,按照教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会提出的《关于进一步加强高校计算机基础教学的几点意见》,结合计算机基础教学的目标、定位和基本要求编写而成。本书主要内容包括计算机基础知识、计算机系统基础知识、操作系统基础、办公自动化基础、计算机网络与 Internet 基础、软件开发与信息处理技术及信息系统安全与职业道德等。

本书既考虑到了大学新生计算机知识起点明显提高这一现实,又兼顾学生来源多样性及地区教育的不平衡性所引起的计算机基础知识和操作技能上的差异。本书可供高等院校非计算机专业本、专科学生使用,也可作为计算机培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础教程/杜友福主编. - 北京: 科学出版社, 2006  
(21世纪大学计算机基础教学“1+X”改革系列教材)  
ISBN 7-03-017854-8

I. 大… II. 杜… III. 电子计算机 - 高等学校 - 教材 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第096439号

责任编辑: 王雨舸 卜 峰 / 责任校对: 董艳辉  
责任印制: 高 嵘 / 封面设计: 曹 刚

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

湖北京山德新印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2006年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

2006年8月第一次印刷 印张: 19 3/4

印数: 1~15 000 字数: 489 000

定价: 28.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 前 言

信息技术的迅猛发展和日益普及,加快了社会信息化的进程。计算机作为信息处理技术的重要工具正在影响和改变着人们的工作、学习方式和生活理念。掌握计算机的基本知识和基本技能,已经是现代社会专业技术人员胜任本职工作和适应社会发展所必备的条件之一,也是作为一个新时代大学生所必备的素质之一。因此,对高等院校的学生,加强计算机基础教育,提高计算机的应用能力,培养学生的综合素质,是一项非常重要的任务。

近年来,教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会提出了《关于进一步加强高校计算机基础教学的几点意见》(简称白皮书),明确了计算机基础教学内容的知识结构与课程设置,提出了高等学校非计算机专业计算机基础课程教学的基本要求。高校的计算机基础教育也从带有普及性质的初级阶段,开始步入更加科学合理、更加符合 21 世纪高校人才培养目标且更具大学教育特征和专业特征的新阶段。

本书是根据白皮书对计算机基础教学的目标与定位,以及计算机基础教学的基本要求和计算机基础知识的结构而编写。本书在内容选取上既考虑到大学新生计算机知识起点明显提高这一现状,又兼顾学生生源多样性及地区教育的不平衡性所引起的计算机基础知识和操作技能上的差异。

全书共七章,第一章是计算机基础知识,介绍了计算机的发展、特点、应用及计算机中信息的表示方法;第二章是计算机系统基本知识,介绍了计算机系统的组成原理、微型计算机系统的基本知识;第三章是操作系统基础,介绍了操作系统的基本概念、Windows 2000 的基本知识,重点介绍了 Windows 2000 的基本操作方法;第四章是办公自动化基础,分别介绍了 Office 2000 的几个主要组件的操作和使用方法,包括:文字处理、电子表格和演示文稿制作;第五章是计算机网络和 Internet 基础,介绍了计算机网络和 Internet 的基本概念与基本知识;第六章是软件开发与信息处理技术,介绍了数据库、数据结构、程序设计和多媒体技术的基本知识;第七章是信息系统安全与职业道德,介绍了计算机病毒及防治、网络黑客及防范、数据加密和数字签名、防火墙技术等知识。

本书由杜友福教授任主编,李新玉副教授、胡必鑫副教授任副主编。第一、二章由杜友福编写,第三章由李新玉编写,第四章由胡必鑫编写,第五章由许新民编写,第六章由彭元珍和孙红共同编写,第七章由周贤善编写,全书由杜友福负责统稿。

由于新教材涉及计算机学科的多个方面的知识,要将众多的知识很好地贯穿起来,难度较大,加之作者水平有限,本书难免有疏漏和不足之处,敬请各位读者和专家提出宝贵意见,以帮助我们不断地改进和完善。

杜友福

2006 年 5 月

# 目 录

第一章 计算机基础知识	1
1.1 计算机的发展与分类	1
1.1.1 计算机的发展简史	1
1.1.2 计算机的发展趋势与未来	4
1.1.3 计算机的分类	8
1.2 计算机的特点与应用	9
1.2.1 计算机的特点	9
1.2.2 计算机的应用	10
1.3 计算机中信息的表示方法	12
1.3.1 常用的数制及相互转换	12
1.3.2 计算机中数的表示方法	16
1.3.3 常用的信息编码	18
习题一	23
第二章 计算机系统基本知识	25
2.1 计算机系统的组成与工作原理	25
2.1.1 计算机系统的基本组成	25
2.1.2 硬件系统的基本组成	25
2.1.3 计算机的基本工作原理	27
2.1.4 计算机软件系统	28
2.2 微型计算机系统	30
2.2.1 微型计算机的主要硬件资源	30
2.2.2 微机常用的输入输出设备	37
2.2.3 微型计算机的主要性能指标	41
习题二	42
第三章 操作系统基础	47
3.1 操作系统概述	47
3.1.1 操作系统的基本功能与分类	47
3.1.2 MS-DOS 操作系统简介	49
3.1.3 Windows 操作系统简介	49
3.1.4 Unix 操作系统简介	50
3.1.5 Linux 操作系统简介	51
3.2 Windows 操作系统的基础知识	51
3.2.1 Windows 2000 的启动和退出	51
3.2.2 文件、文件名与文件类型	52
3.2.3 文件夹(目录)、路径和文件的树型存储结构	53

3.3	Windows 2000 的基本操作	54
3.3.1	Windows 2000 的操作方式	54
3.3.2	Windows 2000 的桌面及基本组成元素	57
3.3.3	Windows 2000 中文版的窗口和对话框	61
3.3.4	应用程序的启动和退出	63
3.4	Windows 2000 资源管理器	69
3.4.1	文件和文件夹的基本操作	70
3.4.2	剪贴操作	73
3.4.3	删除与“回收站”	74
3.4.4	文件与文件夹的属性操作	76
3.4.5	磁盘操作	78
3.5	Windows 2000 控制面板	79
3.5.1	显示器	80
3.5.2	日期/时间	82
3.5.3	键盘和鼠标	82
3.5.4	打印机	84
3.5.5	安装与删除硬件	85
3.5.6	安装和删除应用程序	85
3.6	Windows 2000 的中文输入	87
3.6.1	Windows 2000 中文输入法的安装、删除和选用	88
3.6.2	微软拼音输入法简介	89
3.6.3	智能 ABC 输入法简介	91
3.6.4	五笔字型输入法简介	93
3.7	Windows 2000 常用附件程序的使用	93
3.7.1	记事本	93
3.7.2	画图	95
3.7.3	计算器	96
3.7.4	Windows 2000 中的多媒体工具	97
3.7.5	磁盘清理	98
3.8	Windows 2000 与 MS-DOS	99
3.8.1	执行 MS-DOS 应用程序	99
3.8.2	常用 MS-DOS 命令介绍	100
3.9	Windows XP 新功能简介	101
	习题三	104
<b>第四章</b>	<b>办公自动化基础</b>	<b>109</b>
4.1	办公自动化概述	109
4.1.1	办公自动化的主要内容	109
4.1.2	办公自动化软件 Office	109
4.2	文字处理基础	112
4.2.1	文字处理概述	112

4.2.2	文档管理	115
4.2.3	文档编辑	120
4.2.4	文档排版	124
4.2.5	表格制作	131
4.2.6	图文混排	137
4.2.7	文档输出与邮件合并	142
4.3	电子表格处理基础	145
4.3.1	电子表格概述	145
4.3.2	工作表的基本操作	147
4.3.3	数据的管理和分析	160
4.3.4	图表制作	166
4.4	演示文稿制作基础	169
4.4.1	建立和编辑演示文稿	169
4.4.2	美化演示文稿	173
4.4.3	放映和打印演示文稿	179
	习题四	181
<b>第五章</b>	<b>计算机网络与 Internet 基础</b>	<b>186</b>
5.1	计算机网络基础知识	186
5.1.1	计算机网络的产生和发展	186
5.1.2	计算机网络的组成和分类	187
5.1.3	计算机网络的功能和拓扑结构	188
5.1.4	计算机网络的体系结构与网络协议	191
5.1.5	网络的传输介质	194
5.1.6	网络互连设备	195
5.1.7	广域网的连接技术	197
5.2	国际互联网 Internet	198
5.2.1	Internet 的起源与现状	198
5.2.2	Internet 的工作原理	201
5.2.3	Internet 提供的服务	206
5.2.4	Internet 的接入方式	210
5.2.5	WWW 浏览器	211
5.2.6	防火墙与代理服务器技术	214
5.2.7	Internet 的未来展望	215
	习题五	216
<b>第六章</b>	<b>软件开发与信息处理技术</b>	<b>218</b>
6.1	数据库设计基础	218
6.1.1	数据库系统的基本概念	218
6.1.2	数据模型	224
6.1.3	E-R 方法	229
6.1.4	关系运算	231

6.1.5 数据库设计与管理的	234
6.2 数据结构与算法	240
6.2.1 数据结构的基本概念的	241
6.2.2 算法	242
6.2.3 线性表的	247
6.2.4 栈	250
6.2.5 队列	251
6.2.6 树与二叉树的	252
6.2.7 查找技术的	257
6.2.8 排序技术的	258
6.3 程序设计基础的	260
6.3.1 程序和程序设计的概念的	260
6.3.2 程序设计语言和语言处理程序的	262
6.3.3 程序设计方法和风格的	265
6.3.4 结构化程序设计的	268
6.3.5 面向对象程序设计的	270
6.4 多媒体技术基础的	272
6.4.1 多媒体概述	272
6.4.2 多媒体计算机系统的组成的	273
6.4.3 多媒体计算机的技术要求的	273
6.4.4 多媒体技术的发展及应用领域的	273
6.4.5 Windows 2000 中的多媒体工具及多媒体属性设置的	274
习题六	276
<b>第七章 信息系统安全与职业道德</b>	<b>281</b>
7.1 信息安全概述	281
7.1.1 信息安全基本概念的	281
7.1.2 信息安全面临的威胁的	281
7.1.3 信息系统的安全对策的	283
7.2 恶意代码与计算机病毒及防治	284
7.2.1 恶意代码	284
7.2.2 计算机病毒的概念	286
7.2.3 计算机病毒的结构与分类的	287
7.2.4 计算机病毒的防治	289
7.3 网络黑客及防范	291
7.3.1 网络黑客	291
7.3.2 网络黑客的攻击方式的	291
7.3.3 防治黑客攻击的策略的	293
7.4 数据加密与数字签名	293
7.4.1 数据加密技术的	293
7.4.2 数字签名的	295



7.4.3 数字证书	297
7.5 防火墙技术	297
7.5.1 防火墙概述	297
7.5.2 防火墙的功能	298
7.5.3 防火墙的主要类型	299
7.5.4 防火墙的局限性	300
7.5.5 防火墙的发展趋势	300
7.6 职业道德及相关法规	301
7.6.1 网络道德建设	301
7.6.2 网络用户行为规范	302
7.6.3 软件工程师道德规范	303
7.6.4 相关法律法规和软件知识产权	304
习题七	305

# 第一章 计算机基础知识

人们常说的计算机是指电子计算机(electronic computer), 因其初期是一种主要用于数值计算的电子设备而得名。计算机具有延伸人的脑力这一区别于其他人类工具的特点, 常常又称为电脑。现今的计算机已发展成为能快速而高效地完成各种信息处理的电子工具。计算机的广泛应用对人类社会的生产、生活产生了极其深刻的影响。计算机作为一种崭新的生产力和现代化进程中不可缺少的工具, 已被越来越多的人所认识。在进入信息时代的今天, 学习计算机知识, 掌握、使用计算机已成为时代的要求。

本章主要介绍计算机的基本知识, 包括计算机的发展与分类、计算机的特点与应用、计算机中信息的表示方法等内容。通过本章学习, 使我们对计算机在现代社会中的地位、作用有一个初步的认识。

## 1.1 计算机的发展与分类

### 1.1.1 计算机的发展简史

人类社会自从发明了数以后, 其计算技术就在不断地衍生和发展, 从古代的简单的石块、贝壳计数, 到唐代的算盘, 再到欧洲的手摇计算器, 以后又相继出现了计算尺、袖珍计算器等, 直到今天的电子计算机, 记录了人类计算工具的发展史。计算机的诞生是 20 世纪最伟大、最卓越的科学技术发明之一。计算机科学及其应用技术的高速发展, 在世界范围内形成了一场信息革命。计算机的发展扩展了计算机的应用领域, 而计算机的应用反过来又促进了计算机的发展。

表 1.1 概要地介绍了电子计算机出现以前计算工具的发展脉络, 从中可以看出, 随着社会文明的进步, 人们需要解决的计算问题越来越多、越来越复杂。为了提高计算速度, 计算工具从简单的手动计算到机械式计算机、机电式计算机, 不断地发展。

表 1.1 计算工具的发展脉络

计算工具名称	发明(设计、制造)者	时间	特征
算盘	中国	唐代	手动式计数器, 进行简单运算
计算尺	英国, 冈特 (E Gunter)	1621 年	模拟计算工具, 可进行加、减、乘、除、指数、三角函数等运算
加法器	法国, 帕斯卡 (B Pascal)	1642 年	机械式计算机, 进行加法运算
乘除器	德国, 莱布尼茨 (G W Leibnitz)	1673 年	机械式计算机, 可进行加、减、乘、除、开方运算
差分机	英国, 巴比奇 (C Babbage)	1812 年设计, 1822 年制成	机械式计算机, 采用寄存器存储数据, 完成平方表和其他一些表格的计算
分析机	英国, 巴比奇 (C Babbage)	1834 年	机械式计算机, 能进行数字运算, 也能进行逻辑运算, 是现代通用计算机的雏形
制表机	美国, 霍勒瑞斯 (H Hollerith)	1884 年	机械计算机向电气控制技术的转化, 成功应用于 1890 年美国的人口普查

续表

计算工具名称	发明(设计、制造)者	时间	特征
Z-1 机/Z-3 机	德国, 楚泽 (K Zuse)	1937 年/1941 年	机电式计算机, 全部采用继电器, 同时采用浮点计数法、二进制运算、带数字存储地址的指令形式, 第一台通用程序控制计算机
MARK-1	美国, 艾肯 (H Aiken)	1944 年	机电式计算机, 根据巴比奇的思想研制, 部分采用了继电器, 主要用于科学计算, 电脑“史前史”里最后一台著名计算机

世界上第一台电子计算机是 1946 年 2 月 15 日在美国宾夕法尼亚大学研制的电子数值积分计算机 ENIAC(electronic numerical integrator and calculator)。这台计算机主要用于解决第二次世界大战时炮弹的飞行轨迹计算问题, 它可以进行每秒 5000 次的加法运算, 使用了 18 000 多个电子管和 1500 多个继电器, 占地面积 170m<sup>2</sup>, 重达 30t, 耗电 140kW, 价值 40 万美元。

最初的电子计算机存在着明显的缺陷, 它的存储容量很小, 程序是用线路连接的方式实现的, 不便于使用。为了进行几分钟或几小时的数字计算, 需花费几小时或 1~2 天的时间做准备。ENIAC 用了 6000 多个开关和配线盘。每当进行不同的计算时, 科学家们就要切换开关和改变配线, 这使当时从事计算的科学家看上去更像在干体力活。由于耗电量大, 电子管的寿命又较短, 工作时常常会因烧坏电子管而被迫停机检修。美国数学家冯·诺伊曼(J Von Neumann)提出了解决此问题之道, 这就是“程序存储方式”。通俗地讲就是把原来通过切换开关和改变配线来控制的运算步骤, 以程序方式预先存放在计算机中, 然后让其自动计算。在以后的时期中, 计算机的发展正是沿着“程序存储方式”这一道路前进的。

尽管 ENIAC 是一个庞然大物, 还有不少弱点, 但它的问世具有划时代的意义, 标志着人类由此进入电子计算机时代。从此, 计算机技术在解放人类智力活动的道路上, 获得了突飞猛进的发展。

在 ENIAC 诞生后短短的几十年中, 计算机已经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路四个发展阶段, 通常称为计算机发展进程中的四代。

第一代计算机(1946~1953 年)是电子管计算机。这一代计算机因采用电子管, 因而体积大、耗电多、运算速度低(一般每秒几千次到几万次)、存储容量小、可靠性差、造价昂贵;同时, 几乎没有软件配置, 使用机器语言编制程序, 主要用于科学计算和军事应用方面。其代表机型有 1950 年问世的首次实现“存储程序方式”和采用二进制思想的 EDVAC 计算机(离散变量自动电子计算机), 1951 年批量生产的 UNIVAC, 以及 1953 年由 IBM 公司研制的 IBM 701 等。

第二代计算机(1954~1964 年)是晶体管计算机。这一代计算机由于采用晶体管, 内存储器普遍使用磁芯存储器, 具有体积小、重量轻、寿命长、耗电少、运算速度快(每秒达几十万次)、存储容量比较大等特点;同时, FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级程序设计语言相继问世, 并开始采用监控程序。除科学计算与军事应用外, 开始了数据处理、工程设计、过程控制等应用。第二代计算机除采用晶体管外, 另一个很重要的特点是存储器的革命。1951 年美国哈佛大学计算机实验室的华人留学生王安发明了磁芯存储器, 该技术彻底改变了继电器存储器的工作方式和与处理器的连接方法, 也大大缩小了存储器的体积, 为第二代计算机的发展奠定了基础。

1955 年美国贝尔实验室研制出了世界上第一台全晶体管计算机 TRADIC, 它装有 800 只晶体管, 功率为 100W, 占地 3ft<sup>2</sup>(非法定计量单位, 1ft<sup>2</sup> = 9.290 × 10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>)。1959 年 IBM 公司

推出了晶体管化的 7000 系列计算机,其典型产品 IBM 7090 型计算机,从 1960~1964 年一直统治着科学计算的领域,成为第二代电子计算机的典型代表。

第三代计算机(1964~1970 年)是中小规模集成电路计算机。这一代计算机的基础电子器件主要采用中小规模集成电路(集成电路是在一块几平方毫米的芯片上集成很多个电子元件),因而体积更小、耗电更省、功能更强、寿命更长、运算速度更快(每秒达几百万次),并开始采用半导体存储器,使存储容量大幅度增加;同时,计算机的软件技术也有了较大的发展,出现了操作系统和编译系统,出现了更多的高级程序设计语言。系统结构方面有了很大改进,机种多样化、系列化,并和通信技术结合起来,使计算机的应用进入到许多科学技术领域。第三代计算机的代表产品是 IBM 公司研制出的 IBM S/360 系列计算机,这个系列计算机包括 6 个型号的大、中、小型计算机,从功能较弱的 360/51 型小型机,到功能超过 51 型 500 倍的 360/91 型大型机。IBM S/360 是当时最成功的计算机,在 5 年之内共售出 32300 台,创造了计算机销售中的奇迹,在 20 世纪 60 年代统治了整个大型计算机工业。不久,与 IBM S/360 计算机兼容的 IBM S/370 计算机研制成功,其中最高档的 370/168 机型,运算速度已达到每秒 250 万次。

第四代计算机(1971 年至今)是大规模、超大规模集成电路计算机,即采用大规模、超大规模集成电路作为主要功能部件,内存储器使用集成度更高的半导体存储器,计算速度高达每秒几百万次至数百亿次。在这个时期,计算机体系结构有了较大发展,并行处理、多处理机系统、计算机网络等都已进入实用阶段。软件方面更加丰富,出现了网络操作系统和分布式操作系统以及各种实用软件,其应用范围也更加广泛,几乎渗透了人类社会的各个领域。

随着大规模集成电路的日趋成熟,将计算机的中央处理器(central processing unit, CPU)做在一个芯片上,再加上存储器和输入/输出接口等其他芯片,即可构成一台微型计算机(microcomputer),简称微型机、微机、微电脑。1971 年发布的 Intel 4004,是微处理器的开端,也是大规模集成电路的一大成果。Intel 4004 用大规模集成电路把运算器和控制器做在同一块芯片上,在面积约  $12\text{mm}^2$  的芯片上集成了 2300 个晶体管,采用  $10\mu\text{m}$  工艺制造,时钟频率为 108kHz,Intel 4004 虽然字长只有 4 位,且功能很弱,但它是第四代计算机在微型机方面的先锋。1973 年,8 位微处理器问世,最先出现的是 Intel 8008。尽管它的性能还不完善,但已展示了其无限的生命力,驱使众多厂家投入竞争,使微处理器得到了蓬勃发展。并先后出现了 Intel 8080、MOTOROLA 6800 和 ZILOG 公司的 Z-80 等产品。1978 年以后,16 位微处理器相继出现,微型计算机达到一个新的高峰,典型的代表有 Intel 8086、ZILOG 公司的 Z-8000 和 MOTOROLA 公司的 MC 68000。Intel 公司不断推动微处理器的革新,紧随 8086 后,又研制成功了 80286、80386、80486、奔腾(Pentium)、奔腾二代(Pentium II)和奔腾三代(Pentium III)以及奔腾四代(Pentium 4)。Pentium 4 集成了 4 亿 2 千万个晶体管,采用 0.18 微米工艺制造,字长为 32 位,时钟频率为 1.4GHz。随着微处理器的不断发展,微型计算机也得到不断地更新换代。1981 年,IBM 公司推出了 IBM PC(personal computer,个人计算机)。从此个人计算机迅速普及,如今微型计算机已进入千家万户、各行各业,它在功能上和运算速度上都远远超过了当年的大型机,而价格只与普通电器相当,真正实现了计算机的大众化、平民化。

随着计算机的不断发展,计算机的性能越来越好,主要表现在几个方面:生产成本越来越低;体积越来越小;运算速度越来越快;耗电越来越少;存储容量越来越大;可靠性越来越高;软件配置越来越丰富;应用范围越来越广泛。

我国从 1956 年开始研制计算机,1958 年成功研制出第 1 台电子计算机 103 机,1958 年

我国自行研制的晶体管计算机问世, 1971 年研制成功集成电路计算机 DJS。1983 年, 每秒能进行 1 亿次运算的“银河 I”巨型机研制成功, 之后又研制成功了 10 亿次/秒运算的“银河 II”和 130 亿次/秒运算的“银河 III”。2000 年研制出运算速度达 3800 亿次/秒的“神威”计算机。2001 年, 我国研制的“曙光”计算机, 其运算速度达 4000 亿次/秒。目前, 我国最快的超级计算机曙光 4000A 运算能力为 11 万亿次/秒, 是继美国、日本之后第三个跨越 10 万亿次计算机研发和应用的 国家。

## 1.1.2 计算机的发展趋势与未来

计算机作为计算、控制和管理的理想工具, 有力地推动了科研、国防、工业、交通、邮电等行业的发展。同时随着应用的广泛和深入, 又向计算机技术提出了更高的要求。当前, 计算机的发展表现在两个方面: 一是朝着巨型化、微型化、网络化、智能化和多媒体化 5 种趋向发展; 二是朝着非冯·诺伊曼结构模式发展。

### 1. 计算机发展的 5 种趋势

(1) 巨型化。发展高速度、大容量、功能强大的超级计算机, 用于处理庞大而复杂的问题。例如, 宇航工程、空间技术、石油勘探、人类遗传基因等现代科学技术和国防尖端技术都需要利用具有很高速度和很大容量的巨型计算机进行处理。巨型计算机一般又分为超级计算机和超级服务器两种。研制巨型机的技术水平体现了一个国家的综合国力, 因此, 高性能巨型计算机的研制是各国在高技术领域竞争的热点。

(2) 微型化。发展体积小、功能强、价格低、可靠性高、适用范围广的计算机系统。其特点是将运算器和控制器集成在一块称为中央处理器(CPU)的芯片上。目前, 笔记本型、掌上型等微型计算机深受广大用户的喜爱。微型化是大规模集成电路出现后发展最迅速的技术之一。

(3) 网络化。利用通信技术将分布在不同地点的多台计算机互联起来, 组成能相互交流信息的计算机系统。计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物, 是计算机应用发展的必然结果。由于网络技术的发展, 使得不同地区、不同国家之间的信息共享、数据共享、资源共享成为可能。目前, 网络技术已在交通、金融、管理、教育、商业、国防等各行各业得到广泛的应用。覆盖全球的因特网(Internet)已进入普通家庭, 正在日益改变着人们的生活、学习与工作习惯。

(4) 智能化。研制“智能”计算机是计算机技术发展的一个重要方向。让计算机能够模拟人类的智能活动, 包括感知、判断、理解、学习、问题求解等内容。智能计算机的研究, 将导致传统程序设计方法发生质的飞跃, 使计算机突破“计算”这一含义, 从本质上扩充计算机的能力, 可以越来越多地代替人类脑力劳动的某些方面。例如, 日本新一代计算机技术研究所把它所研制的第五代计算机称为知识信息处理系统(KIPS), 它根据用户所提出的问题自动选择内置在知识库机中的规则, 通过推理来解答问题。许多国家也先后开展了未来计算机的研究, 如神经网络计算机、生物计算机等。

(5) 多媒体化。媒体也称媒质或媒介, 是传播和表示信息的载体。多媒体是结合文字、图形、影像、声音、动画等各种媒体的一种应用。多媒体技术的产生是计算机技术发展历史中的又一次革命, 它把图、文、声、像融为一体, 统一由计算机来处理, 是微型计算机发展的一个新阶段。目前, 多媒体已成为一般微型机的基本功能。多媒体与网络技术相结合, 可以实现电脑、电话、电视的“三位一体”, 使计算机系统更加完善。

## 2. 发展非冯·诺伊曼结构模式

1946年,美国科学家冯·诺伊曼提出了程序存储式电子数字自动计算机的方案,并确定了计算机硬件体系结构的5个基本部件:输入器、输出器、控制器、运算器、存储器。该理论称为冯·诺伊曼体系结构,从计算机的第一代至第四代,一直没有突破这种体系结构。冯·诺伊曼理论的要点是:数字计算机的数制采用二进制,计算机按照程序顺序执行。即计算机是利用“存储器”(内存或主存)来存放所要执行的程序,而称之为CPU的部件可以依次从存储器中取出程序中的每一条指令,并加以分析和执行,直至完成全部指令任务为止。

具有冯·诺伊曼体系结构的计算机,在CPU和主存之间只有一条每次只能交换一个字的数据通路,称为诺伊曼瓶颈。这样,不论CPU和主存的吞吐率有多高,不论主存的容量有多大,只能顺序处理和交换数据。另外,随着软件系统的复杂性和开发成本不断提高,软件的可靠性、可维护性和整个系统的性能都明显下降,大量的系统资源消耗在必不可少的软件开销上,于是出现了“软件危机”,其根源是全部软件赖以建立的冯·诺伊曼体系结构的不适应性。随着计算机应用领域的扩大,这种矛盾愈来愈突出,迫使人们不断对这种体系结构进行改进,如出现了流水线处理机、并行处理机、相联处理机、多处理机和分布处理机等,但这些结构本质上仍是存储程序型的顺序操作概念。冯·诺伊曼体系结构的两个最主要特征还没有被突破,一是计算机内部的信息流动是由指令驱动的,而指令执行的顺序由指令计数器决定;二是计算机的应用主要是面向数值计算和数据处理。为了使计算机具有更强的计算能力,解决“软件危机”,让计算机能模拟人类在自然语言的理解、图像图形声音的识别和处理、学习和探索、思维和推理等方面的功能以及具有良好的环境自适应能力,提出了非冯·诺伊曼体系结构。

非冯·诺伊曼体系结构的计算机主要有数据流计算机、归约计算机、基于面向对象程序设计语言的计算机、面向智能信息处理的智能计算机等。

1) 数据流计算机。数据流计算机彻底改变了冯·诺伊曼体系结构的指令流驱动的机制,而采用了数据流驱动的机制。

2) 归约计算机。归约计算机也是基于数据流的计算模型,但执行的操作序列取决于对数据的需求,即需求驱动,而这种需求又来源于函数式语言对表达式的归约,即化简。

3) 基于面向对象程序设计语言的计算机。基于面向对象程序设计语言的计算机体系结构应具有高效能的、面向对象的动态存储管理、存储保护和快速匹配、检索对象的机制;同时还应提供实现对象之间高效通信的机制。面向对象程序设计语言具备固有的并行性,因此基于面向对象程序设计语言的计算机还应当是一个多处理机系统,以便让各个对象或由多个对象组成的模块分别在各自分配到的处理机上执行,提高并行处理的能力。

4) 基于面向智能信息处理的智能计算机。从功能上看,它的体系结构具备以下特点:具有高效的推理机制和极强的符号处理能力;能有效地支持非确定性计算,同时也能有效地支持确定性计算;具有高度并行处理、多重处理或分布处理能力;具有能适应不同应用特点和需求的动态可变的开放式的拓扑结构;有大容量存储器,数据不是以线性模式存储,而是分布存储,存储访问具有不可预测性;具有知识库管理功能;有良好的人机界面,具有自然语言、声音、文字、图像等智能接口功能;具有支持智能程序设计语言功能。

非冯·诺伊曼体系结构的主要优点为:①支持高度的并行操作;②与VLSI(超大规模集成电路,very large scale integration)技术相适应;③有利于提高软件生产能力。其缺点有:①操作开销过大;②不能有效地利用传统冯·诺伊曼体系结构计算机已积累起来的丰富的软件资源。

### 3. 未来新型计算机

计算机中最重要的核心部件是集成电路芯片。20 世纪后半叶, 由于半导体工业的崛起, 计算机的研制和生产飞速发展, 芯片能力平均每 18 个月翻一番(摩尔定律), 而电路元件的尺寸几乎平均每 2 年就缩小一半。目前的芯片主要采用光蚀刻制技术制造, 即让光线透过刻有线路图的掩膜照射在硅片表面以进行线路蚀刻的技术。这种技术已使刻线的分辨率达到亚微米的量级, 以至如今计算机的运算速度达到万亿次/秒。然而, 这种高密度、高功能的集成技术却使得计算机的散热、冷却等技术问题日益突出。这是因为当元件和电路的尺寸小到一定程度时, 电子的波动性较为突出, 单个电子的位置变得难以规定, 于是逻辑元件保存其数值 0 或 1 的可靠性降低了, 单电子的量子行为(量子效应)将干扰它们的功能, 致使计算机无法正常工作。这种状况已发展成为阻碍半导体芯片进一步微型化的潜在物理限制因素。目前, 计算机电路的超大规模集成化已使电路单元的尺寸接近了这一极限, 在现有的计算机设计模式下, 要想进一步缩小计算机的体积和提高运算速度已经极为困难了。而且, 芯片尺寸每缩小一倍, 生产成本则要增加五倍。这些物理学及经济方面的制约因素将使现有芯片计算机的发展走向终结, 因此需要开拓新的制造技术。如纳米技术、光子技术、量子技术、生物技术、超导技术等。随着新的元器件及其技术的发展, 新型的超导计算机、量子计算机、光子计算机、生物计算机、神经计算机和纳米计算机等将会在 21 世纪走进我们的生活, 遍布各个领域。

(1) 超导计算机。当电子开关元件的速度达到纳秒级时, 整个计算机必须容纳在边长小于 3cm 的立方体中, 才不会因信号传输而降低这一整机速度。可是, 芯片的集成度越高, 计算机的体积越小, 机器发热的后果就越严重。解决这一问题的出路是研制超导计算机。

超导是指在接近绝对零度的温度下, 电流在某些介质中传输时所受阻力为零的现象。1962 年, 英国物理学家约瑟夫逊提出了“超导隧道效应”, 即由超导体-绝缘体-超导体组成的器件(约瑟夫逊元件), 当对其两端加电压时, 电子就会像通过隧道一样无阻挡地从绝缘介质中穿过, 形成微小电流, 而该器件的两端电压为零。

与传统的半导体计算机相比, 使用约瑟夫逊器件的超导计算机的耗电量仅为其几千分之一, 而执行一条指令所需时间却要快上 100 倍。

(2) 量子计算机。量子计算机是基于量子效应基础上开发的, 它利用一种链状分子聚合物的特性来表示开与关的状态, 利用激光脉冲来改变分子的状态, 使信息沿着聚合物移动, 从而进行运算。

量子计算机中数据用量子位存储。由于量子叠加效应, 一个量子位可以是 0 或 1, 也可以既存储 0 又存储 1。因此一个量子位可以存储 2 个数据, 同样数量的存储位, 量子计算机的存储量比通常计算机大许多。同时量子计算机能够进行量子并行计算, 其运算速度可能较 Pentium III 晶片快 10 亿倍。目前正在开发中的量子计算机有三种类型: 核磁共振(NMR)量子计算机、硅基半导体量子计算机、离子阱量子计算机。预计 2030 年将普及量子计算机。

(3) 光子计算机。光子计算机即全光数字计算机, 以光子代替电子、光互联代替导线互连、光硬件代替计算机中的电子硬件、光运算代替电运算。

和电子相比, 光子的速度永远等于光速, 具备电子所不具备的频率和偏振等, 从而使它的“载息能力”得以扩大。就所有各项参数而言, 光子流都可以方便地利用自有的光学和光电装置进行调节, 利用反射镜、棱镜和光导向装置, 可随意调整光子流的方向。此外, 还有极为理想的光辐射源——激光器可供使用。最主要的一点是光子不需要导线。即使在光线相交的情况下, 它们之间也丝毫不会相互影响。

与电子计算机相比，光子计算机的“无导线计算机”信息传递的并行通道密度极大。一枚直径为 5 分硬币大小的棱镜，它的通过能力超过全世界现有电话电缆的许多倍。光的并行、高速特性，天然地决定了光计算机的并行处理能力很强，具有超高速运算速度。电子的传播速度为 593km/s，而光子速度为 30 万公里/秒，是电子速度的 500 倍。超高速电子计算机只能在低温下工作，而光子计算机在室温下即可开展工作。和现在计算机相比，光子计算机信息存储量大，抗干扰能力强。专家们指出，光子计算机具有与人脑相似的容错性，系统中某一元件损坏或出错时，并不影响最终的计算结果。

目前，世界上第一台光子计算机已由欧共体的英国、法国、比利时、德国、意大利的 70 多名科学家研制成功，其运算速度比电子计算机快 1000 倍。另外，光子计算机的许多关键技术，如光存储技术、光互连技术、光电子集成电路等都已获得突破。科学家们预计，光子计算机的进一步研制将成为 21 世纪高科技课题之一。

(4) 生物计算机(分子计算机)。生物计算机的运算过程就是蛋白质分子与周围物理化学介质的相互作用过程。计算机的转换开关由酶来充当，而程序则在酶合成系统本身和蛋白质的结构中极其明显地表示出来。

20 世纪 70 年代，人们发现 DNA(脱氧核糖核酸)处于不同状态时可以代表有信息或无信息。DNA 分子中的遗传密码相当于存储的数据，DNA 分子间通过生化反应，从一种基因代码转变为另一种基因代码。反应前的基因代码相当于输入数据，反应后的基因代码相当于输出数据。如果能控制这一反应过程，那么就可以成功地制造 DNA 计算机。

在用蛋白质工程技术生产的生物芯片中，信息以波的形式沿着蛋白质分子链中单键、双键结构顺序的改变，从而传递了信息。蛋白质分子比硅晶片上电子元件要小得多，彼此相距甚近，生物计算机完成一项运算，所需的时间仅为 10ps，比人的思维速度快 100 万倍。DNA 分子计算机具有惊人的存贮容量，1 立方米的 DNA 溶液，可存储 1 万亿亿的二进制数据。DNA 计算机消耗的能量非常小，只有电子计算机的 10 亿分之一。由于生物芯片的原材料是蛋白质分子，所以生物计算机既有自我修复的功能，又可直接与生物活体相联。预计 10~20 年后，DNA 计算机将进入实用阶段。

(5) 神经计算机。神经计算机是模仿人的大脑判断能力和适应能力，并具有可并行处理多种数据功能的神经网络计算机。它本身可以判断对象的性质与状态，并能采取相应的行动，而且它可同时并行处理实时变化的大量数据，并引出结论。以往的信息处理系统只能处理条理清晰、经络分明的数据。而人的大脑却具有能处理支离破碎、含糊不清信息的灵活性，神经计算机将类似人脑的智慧和灵活性。

人脑有 140 亿神经元及 10 亿多突触，每个神经元都与数千个神经元交叉相联，它的作用都相当于一台微型电脑。人脑总体运行速度相当于 1000 万亿次/秒的电脑功能。用许多微处理机模仿人脑的神经元结构，采用大量的并行分布式网络就构成了神经电脑。神经电脑除有许多处理器外，还有类似神经的节点，每个节点与许多点相连。若把每一步运算分配给每台微处理器，它们同时运算，其信息处理速度和智能会大大提高。

神经计算机的信息不是存在存储器中，而是存储在神经元之间的联络网中。若有节点断裂，电脑仍有重建资料的能力，它还具有联想记忆、视觉和声音识别能力。日本科学家已开发出神经计算机的大规模集成电路芯片，在 1.5 平方厘米的硅片上可设置 400 个神经元和 40 000 个突触，这种芯片能实现 2 亿次/秒的运算速度。1990 年，日本理光公司宣布研制出一种具有学习功能的大规模集成电路“神经 LST”。这是依照人脑的神经细胞研制成功的



一种芯片，它利用生物的神神经信息传送方式，在一块芯片上载有一个神经元，然后把所有芯片连接起来，形成神经网络。它处理信息的速度为 90 亿次/每秒。富士通研究所开发的神经计算机，每秒更新数据速度近千亿次。日本电气公司推出一种神经网络声音识别系统，能够识别出任何人的声音，正确率达 99.8%。美国研究出左脑和右脑两个神经块连接而成的神经计算机：右脑为经验功能部分，有 1 万多个神经元，适于图像识别；左脑为识别功能部分，含有 100 万个神经元，用于存储单词和语法规则。现在，纽约、迈阿密和伦敦的飞机场已经用神经计算机来检查爆炸物，每小时可查 600~700 件行李，检出率为 95%，误差率为 2%。神经计算机将会广泛应用于各领域：它能识别文字、符号、图形、语言以及声呐和雷达收到的信号，判读支票，对市场进行估计，分析新产品，进行医学诊断，控制智能机器人，实现汽车和飞行器的自动驾驶，识别军事目标，进行智能决策和智能指挥等。

神经计算机的研究目标是希望通过建立并实现神经网络的工程模型来模拟生物大脑的信息处理功能。

(6) 纳米计算机。“纳米”是一个计量单位，一个纳米等于  $10^{-9}$  米，大约是氢原子直径的 10 倍。纳米技术是从 20 世纪 80 年代初迅速发展起来的新的前沿科研领域，最终目标是人类按照自己的意志直接操纵单个原子，制造出具有特定功能的产品。

现在纳米技术正从 MEMS(微电子机械系统)起步，把传感器、电动机和各种处理器都放在一个硅芯片上而构成一个系统。应用纳米技术研制的计算机内存芯片，其体积不过数百个原子大小，相当于人的头发丝直径的千分之一。纳米计算机不仅几乎不需要耗费任何能源，而且其性能要比今天的计算机强大许多倍。

目前，纳米计算机的研制已有一些鼓舞人心的消息，惠普实验室的科研人员已开始应用纳米技术研制芯片。一旦他们的研究获得成功，将为其他缩微计算机元件的研制和生产铺平道路。

### 1.1.3 计算机的分类

计算机的种类很多，型号也各异，可以从各种角度进行分类。

#### 1. 按用途分类

(1) 通用计算机。这类计算机能够支持各种通用工具软件的运行，配备各种标准或通用的外部设备接口，能够支持人们开发或运行各种应用软件，因而具有广泛的应用范围。我们平常所使用的计算机一般都是通用计算机。

(2) 专用计算机。为处理一个或一类特定的问题而设计的计算机。一般都是根据固定程序或固定逻辑线路进行操作的。在处理这些特殊问题时，它比通用计算机更为有效。

#### 2. 按计算机的规模分类

一般根据计算机的性能指标，如字长、运算速度、存储容量等，将计算机分为如下几类。

(1) 巨型计算机。巨型计算机采用大规模并行处理结构，是综合性能最好、功能最强、运算速度最快以及占地面积最大、价格最高的一类计算机。它的运算速度可达到十万亿次/秒以上。主要用于航天、气象、军事、石油勘探等尖端科学领域及数据量非常巨大的应用领域。我国先后推出的“银河”、“神威”和“曙光”计算机都是巨型计算机。

(2) 大型计算机。大型计算机的综合性能指标仅次于巨型计算机。它具有通用性强、综合处理能力强、性能覆盖面广等特点，一般适用于大中型企事业单位，主要用在计算中心和计算机网络中。