

普.通.高.等.学.校
计算机教育“十二五”规划教材

河北省精品课程 河北省精品资源共享课程

大学计算机基础 与计算思维

(第2版)

*FUNDAMENTAL OF COMPUTER AND
COMPUTATIONAL THINKING
(2nd edition)*

史巧硕 柴欣 ◆ 主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

普.通.高.等.学.校
计算机教育“十二五”规划教材

大学计算机基础 与计算思维

(第2版)

*FUNDAMENTAL OF COMPUTER AND
COMPUTATIONAL THINKING
(2nd edition)*

主 编 史巧硕 柴 欣
副主编 朱怀忠 刘靖宇
参 编 曹新国 梁艳红
路 静 赵秀平

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

大学计算机基础与计算思维 / 史巧硕, 柴欣主编

— 2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2015.9

普通高等学校计算机教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-115-40033-8

I. ①大… II. ①史… ②柴… III. ①电子计算机—
高等学校—教材②计算方法—思维方法—高等学校—教材
IV. ①TP3②0241

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第171103号

内 容 提 要

本书是以培养计算思维为导向的大学计算机基础课程的教材。全书分上下两篇,共9章,上篇是计算机与网络基础知识,下篇为计算思维基础。全书系统介绍了计算机的诞生与发展、计算机系统、办公处理软件 Office 2010、计算机网络、多媒体技术与应用、计算思维的基本概念、问题求解与计算机程序、算法设计、程序设计等内容。

本书加强基础知识的介绍,注重实践,在内容讲解上采用循序渐进逐步深入的方法,突出重点,注意将难点分开讲解,使读者易学易懂。

本书适合作为高等学校计算机公共课程的教学用书,也可作为专科及成人教育的培训教材和教学参考书。

◆ 主 编 史巧硕 柴 欣

责任编辑 邹文波

责任印制 沈 蓉 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 15.25

2015年9月第2版

字数: 398千字

2015年9月北京第1次印刷

定价: 39.80元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

第2版 前 言

随着计算机技术和网络技术的飞速发展,计算机已深入到社会的各个领域,并深刻地改变了人们工作、学习和生活的方式,以计算机技术和计算机科学为基础的计算思维已成为人们必须具备的基础性思维,它与实证思维、逻辑思维一起,被认为是人类认识世界和改造世界的三大思维。因此,作为大学面向非计算机专业学生的公共必修课程,不仅要传授、训练和拓展大学生在计算机方面的基础知识和应用能力,更要展现计算思维方式,促进学生计算思维能力的培养,激发学生的创新意识,提升大学生的综合素质和能力,并为后续的计算机课程打下一个较为扎实的基础。

本书在总结多年教学实践和教学改革经验的基础上,针对学生的特点,从培养计算机应用能力与计算思维能力入手,对教学内容进行了精选。在加强计算机基础知识与应用能力培养的同时,重视学生计算思维能力的培养,重点讲解了计算机解决问题的思想和方法,增加了算法设计和程序实现方面的内容。

本书分上下两篇。上篇共5章,重点介绍计算机与网络基础知识,其中第1章讲述计算机的基础知识;第2章介绍计算机硬件、软件和操作系统的基本知识及Windows操作系统的使用;第3章介绍办公自动化软件,包括Word、Excel和PowerPoint的使用;第4章介绍计算机网络的基础知识、因特网的基本技术与应用,以及计算机与网络安全方面的知识;第5章介绍多媒体技术与应用。下篇共4章,讲解计算思维基础的内容,包括第6章计算思维的基本概念;第7章问题求解与计算机程序;第8章算法设计和第9章程序设计。为了与后续课程进行更好的对接,本书在对算法设计进行程序实现时,均提供了C++和VisualBasic两种程序,教师可以根据后续程序设计课程语言平台的需求,选择不同语言的程序,以方便教学。

为了实现理论联系实际,配合本书我们还编写了《大学计算机基础实践教程》。实践教程与本书计算机基础知识部分相呼应,安排了相应的上机实践内容,以方便师生有计划有目的地进行上机实验练习,从而达到事半功倍的教学效果。此外,为了帮助学生更好地进行上机练习,我们还配合实践教程开发了计算机上机练习系统软件,学生上机时可以选择操作模块进行操作练习,操作结束后可以由系统给出分数评判。这样可以使学生在学习、练习、自测及综合测试等各个环节都可以进行有目的的自主学习,进而达到课程的要求。教师也可以利用测试系统对教学的各个单元进行方便的检查,随时了解教学的情况,进行针对性的教学。

本书由史巧硕、柴欣担任主编,并负责全书的总体策划与统稿、定稿工作,朱怀忠、刘靖宇担任副主编。各章编写分工如下:第1、2章由柴欣编写,第3、8、9章由史巧硕编写,第4章由朱怀忠编写,第5章由刘靖宇编写,第6章由赵秀平编写,第7章由梁艳红编写。曹新国、路静参与了本书大纲的讨论及部分程序的编写工作。

本书在编写过程中,参考了大量文献资料,在此向这些文献资料的作者深表感谢。由于时间仓促和水平所限,书中难免有不足和欠妥之处,敬请各位专家、读者不吝批评指正。

编 者

2015年6月

目 录

上 篇 计算机与网络基础知识

第 1 章 计算机的诞生与发展 2

- 1.1 信息与信息化.....2
 - 1.1.1 信息与信息技术2
 - 1.1.2 信息化与信息化社会4
 - 1.1.3 信息素养4
- 1.2 计算机的发展.....5
 - 1.2.1 电子计算机的诞生5
 - 1.2.2 电子计算机的发展历程6
 - 1.2.3 微型计算机的发展8
 - 1.2.4 我国计算机技术的发展9
 - 1.2.5 计算机应用技术的新发展10
- 1.3 计算机中的数制与编码.....14
 - 1.3.1 计算机的数制15
 - 1.3.2 计算机数据的存储方式18
 - 1.3.3 数值数据的编码19
 - 1.3.4 字符的编码20
 - 1.3.5 汉字的编码22

第 2 章 计算机系统 25

- 2.1 计算机系统构成.....25
- 2.2 计算机硬件系统.....26
 - 2.2.1 计算机硬件的组成26
 - 2.2.2 计算机的工作原理29
- 2.3 微型计算机及其硬件系统.....29
 - 2.3.1 微型计算机概述30
 - 2.3.2 微型计算机的主机30
 - 2.3.3 微型计算机的外存储器34
 - 2.3.4 微型计算机的输入设备37
 - 2.3.5 微型计算机的输出设备38
 - 2.3.6 微机的主要性能指标40
- 2.4 计算机软件系统.....41
 - 2.4.1 系统软件41
 - 2.4.2 应用软件42

2.5 操作系统基础知识..... 43

- 2.5.1 操作系统的概念..... 43
- 2.5.2 操作系统的功能..... 43
- 2.5.3 操作系统的分类..... 44
- 2.5.4 常用的操作系统..... 45

2.6 Windows 操作系统基本操作 46

- 2.6.1 Windows 的基本知识 46
- 2.6.2 Windows 的文件管理 48
- 2.6.3 Windows 中的程序运行 54
- 2.6.4 Windows 的磁盘管理 56
- 2.6.5 Windows 控制面板 59
- 2.6.6 Windows 的任务管理器 61

第 3 章 办公处理软件 Office..... 63

3.1 办公处理软件概述 63

- 3.1.1 办公软件的发展..... 63
- 3.1.2 办公软件的标准..... 64

3.2 文字处理软件 Word 64

- 3.2.1 Word 的基本知识..... 64
- 3.2.2 Word 的基本操作..... 65
- 3.2.3 文档排版..... 69
- 3.2.4 表格处理..... 70
- 3.2.5 图文处理..... 73

3.3 电子表格处理软件 Excel..... 76

- 3.3.1 Excel 的基本知识..... 76
- 3.3.2 Excel 的基本操作..... 78
- 3.3.3 公式和函数..... 80
- 3.3.4 数据图表..... 81
- 3.3.5 数据的管理..... 83

3.4 演示文稿制作软件 PowerPoint 88

- 3.4.1 PowerPoint 基本知识 88
- 3.4.2 演示文稿的编辑与格式化..... 90
- 3.4.3 幻灯片的放映设置..... 92
- 3.4.4 演示文稿的放映..... 94

第4章 计算机网络96

- 4.1 计算机网络概述96
 - 4.1.1 计算机网络的发展96
 - 4.1.2 计算机网络的组成与分类98
 - 4.1.3 计算机网络的功能与特点101
- 4.2 计算机网络的通信协议102
 - 4.2.1 网络协议102
 - 4.2.2 计算机网络体系结构103
- 4.3 计算机网络的硬件设备105
 - 4.3.1 计算机设备105
 - 4.3.2 网络传输介质106
 - 4.3.3 网络互连设备108
- 4.4 因特网的基本技术109
 - 4.4.1 因特网的概念与特点109
 - 4.4.2 TCP/IP 协议簇112
 - 4.4.3 IP 地址与域名地址113
- 4.5 因特网应用117
 - 4.5.1 因特网信息浏览117
 - 4.5.2 网上信息的检索119
 - 4.5.3 利用FTP进行文件传输119
 - 4.5.4 电子邮件的使用121
- 4.6 信息安全与网络安全122
 - 4.6.1 计算机病毒及防治122
 - 4.6.2 黑客及黑客的防范124

- 4.6.3 信息安全技术125
- 4.6.4 信息安全法规与计算机道德129

第5章 多媒体技术与应用131

- 5.1 多媒体及多媒体计算机概述131
 - 5.1.1 多媒体技术的基本概念131
 - 5.1.2 多媒体计算机的基本组成134
 - 5.1.3 多媒体计算机的辅助媒体设备134
- 5.2 多媒体图像处理137
 - 5.2.1 图像的相关概念137
 - 5.2.2 常见的图像文件格式138
 - 5.2.3 常见的图像编辑软件139
- 5.3 多媒体音频、视频和动画140
 - 5.3.1 音频的相关概念140
 - 5.3.2 常见的音频文件格式140
 - 5.3.3 视频的基本概念143
 - 5.3.4 常见的视频文件格式143
 - 5.3.5 常见的多媒体播放器144
 - 5.3.6 多媒体动画的基本概念145
 - 5.3.7 常见的多媒体动画文件格式145
 - 5.3.8 常用的动画制作软件146
- 5.4 多媒体数据压缩147
 - 5.4.1 多媒体数据压缩的概念147
 - 5.4.2 多媒体数据压缩和编码技术标准148
 - 5.4.3 常用的多媒体数据压缩软件149

下 篇 计算思维基础**第6章 计算思维的基本概念151**

- 6.1 计算机文化151
- 6.2 计算思维152
 - 6.2.1 计算思维的提出152
 - 6.2.2 科学方法与科学思维153
 - 6.2.3 计算思维的内容153
 - 6.2.4 计算思维能力的培养157

第7章 问题求解与计算机程序158

- 7.1 一般问题求解过程158
- 7.2 计算机求解问题的过程159
 - 7.2.1 计算机处理问题的类型159

- 7.2.2 计算机处理问题的一般过程160

- 7.3 计算机程序163

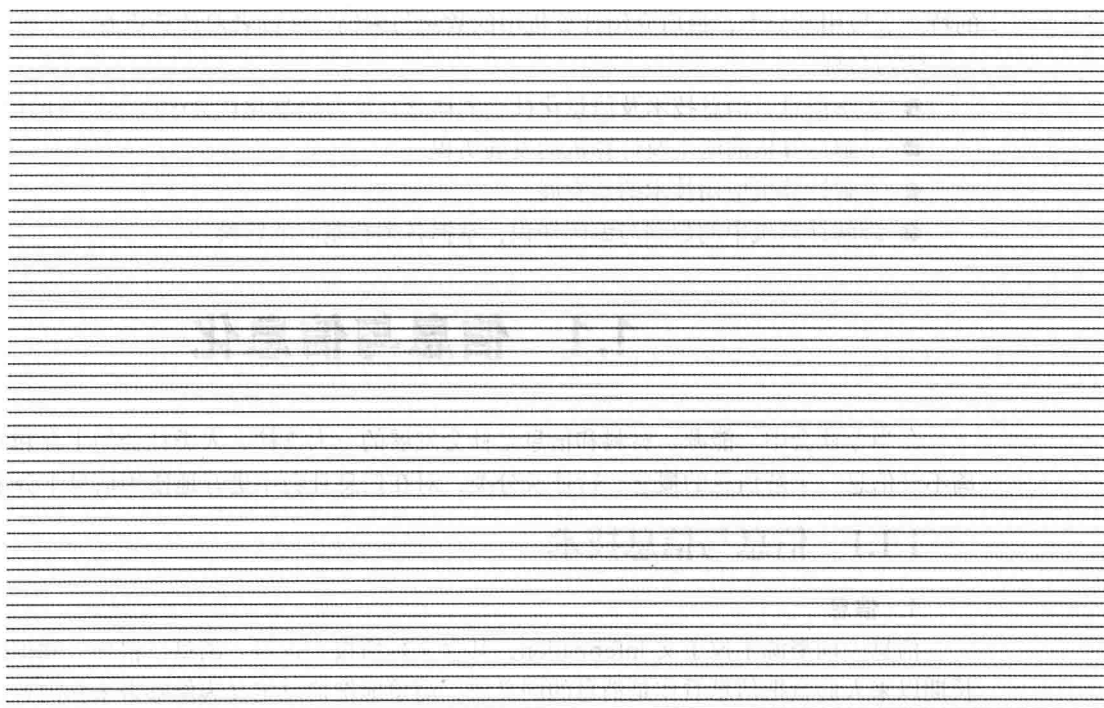
第8章 算法设计164

- 8.1 算法的基本概念164
 - 8.1.1 算法的基本特征164
 - 8.1.2 算法的基本要素165
 - 8.1.3 算法的复杂度166
 - 8.1.4 算法的分类167
 - 8.1.5 设计算法原则和过程167
- 8.2 算法的表示方法168
 - 8.2.1 自然语言表示168

8.2.2 流程图	168	9.2.2 高级语言词法规则	197
8.2.3 N-S 流程图	175	9.2.3 高级语言数据描述	199
8.2.4 伪代码	176	9.2.4 运算符与表达式	205
8.3 算法设计的基本方法	177	9.2.5 内部函数	208
8.3.1 基本算法	177	9.3 高级语言程序的流程控制结构	211
8.3.2 枚举法	182	9.3.1 顺序结构程序	211
8.3.3 迭代法	183	9.3.2 选择结构程序	214
8.3.4 排序	185	9.3.3 循环结构程序	219
8.3.5 查找	190	9.3.4 常用算法的程序实现	221
第 9 章 程序设计	193	9.4 程序设计方法	233
9.1 程序设计语言发展	193	9.4.1 结构化程序设计	233
9.1.1 程序设计语言演变	193	9.4.2 面向对象程序设计	234
9.1.2 程序设计语言处理系统	195	参考文献	236
9.2 程序设计语言基础	196		
9.2.1 高级语言程序概述	196		

上篇

计算机与网络基础知识



第 1 章

计算机的诞生与发展

诞生于 20 世纪 40 年代的电子计算机是人类最伟大的发明之一，并且一直以飞快的速度发展着。进入 21 世纪的现代社会，计算机已经走入各行各业，并成为各行业必不可少的工具。掌握计算机的基本知识和使用，已成为有效学习和工作所必需的基本技能之一。

本章首先介绍有关信息与信息化社会的基本知识，然后介绍计算机的发展历程，讲解计算机的特点、应用及分类，最后介绍计算机中的数制与编码，使读者对计算机有一个初步的认识。

学习目标

- 了解信息、信息技术及信息化社会的概念，学习信息化社会中应该具备的信息素养。
- 了解计算机的诞生及计算机的发展历程。
- 了解计算机应用技术的新发展。
- 理解计算机中的数制与编码知识，掌握各类数制间的转换。

1.1 信息与信息化

在当今社会中，能源、材料和信息是社会发展的三大支柱，人类社会的生存和发展，时刻都离不开信息。了解信息的概念、特征及分类，对在信息社会中更好地使用信息十分重要。

1.1.1 信息与信息技术

1. 信息

信息一词来源于拉丁文 information，其含义是情报、资料、消息、报导、知识的意思。所以长期以来人们就把信息看作是消息的同义语，简单地把信息定义为能够带来新内容、新知识的消息。但是后来发现信息的含义要比消息、情报的含义广泛得多，不仅消息、情报是信息，指令、代码、符号语言、文字等，一切含有内容的信号都是信息。作为日常用语，“信息”经常指通讯、消息；作为科学技术用语，“信息”被理解为对预先不知道的事件或事物的报道或者指在观察中得到的数据、新闻和知识。

在信息时代，人们越来越多地在接触和使用信息，但是究竟什么是信息，迄今说法不一，一般来说，信息可以界定为由信息源（如自然界、人类社会等）发出的被使用者接受和理解的各种信号。作为一个社会概念，信息可以理解为人类共享的一切知识，或社会发展趋势以及从客观现象中提炼出来的各种消息之和。信息并非事物本身，而是表征事物之间联系的消息、情报、指令、数据或信号。一切事物，包括自然界和人类社会，都在发出信息。我们每个人每时每刻都在

接收信息。在人类社会，信息往往以文字、图像、图形、语言、声音等形式出现。随着科学的发展，时代的进步，如今“信息”的概念已经与微电子技术、计算机技术、网络通信技术、多媒体技术、信息产业、信息管理等含义紧密地联系在一起。

根据信息来源的不同，可以把信息分为以下4种类型。

- ① 源于书本上的信息。这种信息随着时间的推移变化不大，比较稳定。
- ② 源于广播、电视、报刊、杂志等的信息。这类信息具有很强的实效性，经过一段时间后，这类信息的实用价值会大大降低。
- ③ 人与人之间各种交流活动产生的信息。这些信息只在很小的范围内流传。
- ④ 源于具体事物，即具体事物的信息。这类信息是最重要的，也是最难获得的，这类信息能增加整个社会的信息量，能给人类带来更多的财富。

信息具有如下的基本特征。

- ① 可度量性。信息可采用某种度量单位进行度量，并进行信息编码。
- ② 可识别性。信息可采取直观识别、比较识别和间接识别等多种方式来把握。
- ③ 可转换性。信息可以从一种形态转换为另一种形态。
- ④ 可存储性。信息可以存储，人的大脑就是一个天然信息存储器。人类发明的文字、摄影、录音、录像以及计算机存储器等都可以进行信息存储。
- ⑤ 可处理性。人脑就是最佳的信息处理器。人脑的思维功能可以进行决策、设计、研究、写作、改进、发明、创造等多种信息处理活动。计算机也具有信息处理功能。
- ⑥ 可传递性。信息的传递是与物质和能量的传递同时进行的。语言、表情、动作、报刊、书籍、广播、电视、电话等是人类常用的信息传递方式。
- ⑦ 可再生性。信息经过处理后，可以以其他方式再生成信息。输入计算机的各种数据文字等信息，可用显示、打印、绘图等方式再生成信息。
- ⑧ 可压缩性。信息可以进行压缩，可以用不同的信息量来描述同一事物。人们常常用尽可能少的信息量描述一件事物的主要特征。
- ⑨ 可利用性。信息具有一定的实效性和可利用性。
- ⑩ 可共享性。信息具有扩散性，因此可共享。

2. 信息技术

信息技术是指对信息的收集、存储、处理和利用的技术。信息技术能够延长或扩展人的信息功能。到目前为止，对于信息技术也没有公认的统一定义，由于人们使用信息的目的、层次、环境、范围不同，因而对信息技术的表述也各不相同。

通常信息技术（information technology）是指有关信息的收集、识别、提取、变换、存储、传递、处理、检索、检测、分析和利用等的技术。概括而言，信息技术是在信息科学的基本原理和方法的指导下扩展人类信息功能的技术，是人类开发和利用信息资源的所有手段的总和。信息技术既包括有关信息的产生、收集、表示、检测、处理和存储等方面的技术，也包括有关信息的传递、变换、显示、识别、提取、控制和利用等方面的技术。

在现今的信息化社会，一般来说，我们所提及的信息技术，又特指是以电子计算机和现代通信为主要手段实现信息的获取、加工、传递和利用等功能的技术总和。信息技术是一门多学科交叉综合的技术。计算机技术、通信技术、多媒体技术、网络技术互相渗透，互相作用，互相融合，将形成以智能多媒体信息服务为特征的大规模信息网。

在人类发展史上，信息技术经历了5个发展阶段，即5次革命。

第一次信息技术革命是语言的使用。距今 35 000 ~ 50 000 年前出现了语言，语言成为人类进行思想交流和信息传播不可缺少的工具。

第二次信息技术革命是文字的创造。大约在公元前 3500 年出现了文字，文字的出现，使人类对信息的保存和传播取得重大突破，较大地超越了时间和地域的局限。

第三次信息技术的革命是印刷术的发明和使用。大约在公元 1040 年，我国开始使用活字印刷技术，欧洲人则在 1451 年开始使用印刷技术。印刷术的发明和使用，使书籍、报刊成为重要的信息存储和传播的媒体。

第四次信息革命是电报、电话、广播、电视的发明和普及应用。使人类进入利用电磁波传播信息的时代。

第五次信息技术革命是电子计算机的普及应用，计算机与现代通信技术的有机结合以及网际网络的出现。1946 年第一台电子计算机问世，第五次信息技术革命的时间是从 20 世纪 60 年代电子计算机与现代技术相结合开始至今。

现在所说的信息技术一般特指的就是第五次信息技术革命，是狭义的信息技术，它经历了从计算机技术到网络技术再到计算机技术与现代通信技术结合的过程。第五次信息技术革命对社会的发展、科技进步及个人生活和学习都产生了深刻的影响。

1.1.2 信息化与信息化社会

1. 信息化的概念

信息化的概念起源于 20 世纪 60 年代的日本，但直到 20 世纪 70 年代后期才普遍使用“信息化”和“信息社会”的概念。所谓信息化是指培育、发展以智能化工具为代表的新的生产力并使之造福于社会的历史过程。

从信息化的定义可以看出：信息化代表了一种信息技术被高度应用，信息资源被高度共享，从而使得人的智能潜力以及社会物质资源潜力被充分发挥，个人行为、组织决策和社会运行趋于合理化的理想状态。同时，信息化也是 IT 产业发展与 IT 在社会经济各部门扩散的基础之上，不断运用 IT 改造传统的经济、社会结构，从而通往如前所述的理想状态的一个持续的过程。

2. 信息化社会

信息社会与工业社会的概念没有什么原则性的区别，它是脱离工业化社会以后，信息将起主要作用的社会。在农业社会和工业社会中，物质和能源是主要资源，所从事的是大规模的物质生产。而在信息社会中，信息成为比物质和能源更为重要的资源，以开发和利用信息资源为目的的信息经济活动迅速扩大，逐渐取代工业生产活动而成为国民经济活动的主要内容。信息经济在国民经济中占据主导地位，并构成社会信息化的物质基础。以计算机、微电子和通信技术为主的信息技术革命是社会信息化的动力源泉。信息技术在生产、科研教育、医疗保健、企业和政府管理以及家庭中的广泛应用对经济和社会发展产生了巨大而深刻的影响，从根本上改变了人们的生活方式、行为方式和价值观念。

1.1.3 信息素养

信息素养（information literacy）是一个丰富的概念，其本质是全球信息化需要人们具备的一种基本能力，它包括能够判断什么时候需要信息，并且懂得如何去获取信息，如何去评价和有效利用所需的信息。

信息素养的定义为：信息的获取、加工、管理与传递的基本能力；对信息及信息活动的过

程、方法、结果进行评价的能力；流畅地发表观点、交流思想、开展合作、勇于创新并解决学习和生活中的实际问题的能力；遵守道德与法律，形成社会责任感。

可以看出，信息素养是一种基本能力，是一种对信息社会的适应能力，它涉及信息的意识、信息的能力和信息的应用。同时，信息素养也是一种综合能力，它涉及各方面的知识，是一个特殊的、涵盖面很宽的能力，它包含人文的、技术的、经济的、法律的诸多因素，和许多学科有着紧密的联系。

具体来说，信息素养主要包括信息意识、信息知识、信息能力和信息道德这 4 方面的要素，信息素养的 4 个要素共同构成一个不可分割的统一整体。信息意识是先导，信息知识是基础，信息能力是核心，信息道德是保证。

1.2 计算机的发展

在人类文明发展的历史长河中，计算工具经历了从简单到复杂、从低级到高级的发展过程，例如，绳结、算筹、算盘、计算尺、手摇机械计算机、电动机械计算机等。它们在不同的历史时期发挥了各自的作用，同时也孕育了电子计算机的雏形。

1.2.1 电子计算机的诞生

1946 年 2 月，世界上第一台数字电子计算机 ENIAC (electronic numerical integrator and computer, 电子数字积分器和计算机) 在美国的宾夕法尼亚大学诞生，如图 1-1 所示。设计这台计算机主要用于解决第二次世界大战时军事上弹道课题的高速计算。虽然它的运算速度仅是每秒完成 5 000 次加、减法运算，但它把一个有关发射弹道导弹的运算题目的计算时间从台式计算器所需的 7~10h 缩短到 30s 以下，这在当时是了不起的进步。制造这台计算机使用了 18 800 个电子管、1 500 多个继电器、7 000 个电阻，占地面积约 170 m²，重量达 3 104kg，耗电 150kW。它的存储容量很小，只能存储 20 个字长为 10 位的十进制数；另外，它采用线路连接的方法来编排程序，因此每次解题都要靠人工改接连线，准备时间大大超过实际计算时间。

虽然这台计算机的性能在今天看来微不足道，但在当时确实是一种创举。ENIAC 的研制成功为以后计算机科学的发展奠定了基础，具有划时代的意义。它的成功，使人类的计算工具由手工到自动化产生了一个质的飞跃，为以后计算机的发展提供了契机，开创了计算机的新时代。

ENIAC 采用十进制进行计算，它的存储量很小，程序是用线路连接的方式来表示的。由于程序与计算两相分离，程序指令存放在机器的外部电路中，每当需要计算某个题目时，首先必须人工接通数百条线路，往往为了进行几分钟的计算要很多人工作好几天的时间做准备。针对 ENIAC 的这些缺陷，美籍匈牙利数学家冯·诺依曼 (J.Von Neumann) 提出了把指令和数据一起存储在计算机的存储器中，让机器能自动地执行程序，即“存储程序”的思想。

冯·诺依曼指出计算机内部应采用二进制进行运算，应将指令和数据都存储在计算机中，由程序控制计算机自动执行，这就是著名的存储程序原理。“存储程序式”计算机结构为后人普遍接受，此结构又称为冯·诺依曼体系结构，此后的计算机系统基本上都采用了冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼还依据该原理设计出了“存储程序式”计算机 EDVAC，并于 1950 年研制成功，如图 1-2 所示。这台计算机总共采用了 2 300 个电子管，运算速度却比 ENIAC 提高了 10 倍，冯·诺依曼的设想在这台计算机上得到了圆满的体现。

世界上首台“存储程序式”电子计算机是 1949 年 5 月在英国剑桥大学研制成功的 EDSAC (electronic delay storage automatic computer), 它是剑桥大学的威尔克斯 (Wilkes) 教授于 1946 接受了冯·诺依曼的存储程序计算机结构后开始设计研制的。



图 1-1 第一台电子计算机 ENIAC

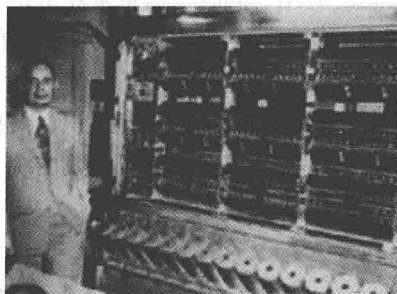


图 1-2 冯·诺依曼设计的计算机 EDVAC

1.2.2 电子计算机的发展历程

计算机界传统的观点是将计算机的发展大致分为四代, 这种划分是以构成计算机的基本逻辑部件所用的电子元器件的变迁为依据的。从电子管到晶体管, 再由晶体管到中小规模集成电路, 再到大规模集成电路直至现今的超大规模集成电路, 元器件的制造技术发生了几次重大的革命, 芯片的集成度不断提高, 这些使计算机的硬件得以迅猛发展。

从第一台计算机诞生以来的 60 余年时间里, 计算机的发展过程可以划分如下。

1. 第一代计算机 (1946—1954 年): 电子管计算机时代

第一代计算机是电子管计算机, 其基本元件是电子管, 内存储器采用水银延迟线, 外存储器有纸带、卡片、磁带和磁鼓等。受当时电子技术的限制, 运算速度仅为每秒几千次到几万次, 而且内存储器容量也非常小, 仅为 1000~4000B。

此时的计算机程序设计语言还处于最低阶段, 要用二进制代码表示的机器语言进行编程, 工作十分烦琐, 直到 20 世纪 50 年代末才出现了稍微方便一点的汇编语言。

第一代计算机体积庞大, 造价昂贵, 因此基本上局限于军事研究领域的狭小天地里, 主要用于数值计算。UNIVAC (universal automatic computer) 是第一代计算机的代表, 于 1951 年首次交付美国人口统计局使用。它的交付使用标志着计算机从实验室进入了市场, 从军事应用领域转入数据处理领域。

2. 第二代计算机 (1955—1964 年): 晶体管计算机时代

晶体三极管的发明标志着一个新的电子时代的到来。1947 年, 贝尔实验室的两位科学家布拉顿 (W.Brattain) 和巴丁 (J.Bardeen) 发明了点触型晶体管, 1950 年科学家肖克利 (W.Shockley) 又发明了面结型晶体管。比起电子管, 晶体管具有体积小、重量轻、寿命长、功耗低、发热少、速度快的特点, 使用晶体管的计算机, 其电子线路结构变得十分简单, 运算速度大幅度提高。

第二代计算机是晶体管计算机, 以晶体管为主要逻辑元件, 内存储器使用磁心, 外存储器有磁盘和磁带, 运算速度从每秒几万次提高到几十万次, 内存储器容量也扩大到了几十万字节。

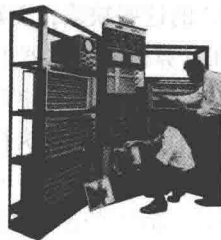


图 1-3 晶体管计算机 TRADIC

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,如图 1-3 所示,它装有 800 只晶体管,功率仅为 100 W。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 是第二代计算机的代表,在 1960—1964 年占据着计算机领域的统治地位。

此时,计算机软件也有了较大的发展,出现了监控程序并发展为后来的操作系统,高级程序设计语言也相继推出。1957 年,IBM 研制出公式语言 FORTRAN;1959 年,美国数据系统语言委员会推出了商用语言 COBOL;1964 年,Dartmouth 大学的 J.Kemeny 和 T.Kurtz 提出了 BASIC。高级语言的出现,使得人们不必学习计算机的内部结构就可以编程使用计算机,为计算机的普及提供了可能。

第二代计算机与第一代计算机相比,体积小、成本低、重量轻、功耗小、速度快、功能强且可靠性高。使用范围也由单一的科学计算扩展到数据处理和事务管理等其他领域中。

3. 第三代计算机 (1965—1971 年): 中小规模集成电路计算机时代

1958 年,美国物理学家基尔比 (J.Kilby) 和诺伊斯 (N.Noyce) 同时发明了集成电路。集成电路是用特殊的工艺将大量完整的电子线路制作在一个硅片上。与晶体管电路相比,集成电路计算机的体积、重量、功耗都进一步减小,而运算速度、运算功能和可靠性则进一步提高。

第三代计算机的主要元件采用小规模集成电路 (small scale integrated circuits, SSI) 和大规模集成电路 (medium scale integrated circuits, MSI),主存储器开始采用半导体存储器,外存储器使用磁盘和磁带。

IBM 公司 1964 年研制出的 IBM S/360 系列计算机是第三代计算机的代表产品,它包括 6 个型号的大、中、小型计算机和 44 种配套设备,从功能较弱的 360/51 小型机,到功能超过它 500 倍的 360/91 大型机。IBM 为此耗时 3 年,投入 50 亿美元的研发费,超过了第二次世界大战时期原子弹的研制费用。IBM S/360 系列计算机是当时最成功的计算机,5 年之内售出 32 300 台,创造了计算机销售中的奇迹,奠定了“蓝色巨人”在当时计算机业的统治地位。此后,IBM 又研制出与 IBM S/360 兼容的 IBM S/370,其中最高档的 370/168 机型的运算速度已达每秒 250 万次。

软件在这个时期形成了产业,操作系统在种类、规模和功能上发展很快,通过分时操作系统,用户可以共享计算机资源。结构化、模块化的程序设计思想被提出,而且出现了结构化的程序设计语言 Pascal。

4. 第四代计算机 (1971 年至今): 大规模和超大规模集成电路计算机时代

随着集成电路技术的不断发展,单个硅片可容纳电子线路的数目也在迅速增加。20 世纪 70 年代初期出现了可容纳数千个至数万个晶体管的大规模集成电路 (large scale integrated circuits, LSI),20 世纪 70 年代末期又出现了一个芯片上可容纳几万个到几十万个晶体管的超大规模集成电路 (very large scale integrated circuits, VLSI)。利用 VLSI 技术,能把计算机的核心部件甚至整个计算机都做一个硅片上。一个芯片显微结构如图 1-4 所示。

第四代计算机的主要元件采用大规模集成电路和超大规模集成电路。集成度很高的半导体存储器完全代替了磁心存储器,外存磁盘的存取速度和存储容量大幅度上升,计算机的速度可达每秒几百万次至上亿次,而其体积、重量和耗电量却进一步减少,计算机的性能价格比基本上以每 18 个月翻一番的速度上升,此即著名的 More 定律。

美国 ILLIAC-IV 计算机,是第一台全面使用大规模集成电路作

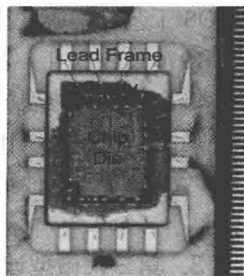


图 1-4 芯片显微结构

为逻辑元件和存储器的计算机,它标志着计算机的发展已到了第四代。1975年,美国阿姆尔公司研制成470V/6型计算机,随后日本富士通公司生产出M-190计算机,是比较有代表性的第四代计算机。英国曼彻斯特大学1968年开始研制第四代计算机,1974年研制成功DAP系列计算机。1973年,德国西门子公司、法国国际信息公司与荷兰飞利浦公司联合成立了统一数据公司,研制出Unidata 7710系列计算机。

这一时期的计算机软件也有了飞速发展,软件工程的观念开始提出,操作系统向虚拟操作系统发展,计算机应用也从最初的数值计算演变为信息处理,各种应用软件丰富多彩,在各行业中都有应用,大大扩展了计算机的应用领域。

1982年以后,许多国家开始研制第五代计算机。其特点是以人工智能原理为基础,希望突破原有的计算机体系结构模式,还提出了神经网络计算机等新概念,这些都属于新一代计算机,目前尚不成熟。

1.2.3 微型计算机的发展

在计算机的飞速发展过程中,20世纪70年代出现了微型计算机。微型计算机开发的先驱是两个年青的工程师,美国英特尔(Intel)公司的霍夫(Hoff)和意大利的弗金(Fagin)。霍夫首先提出了可编程通用计算机的设想,即把计算机的全部电路制作在4个集成电路芯片上。这个设想首先由弗金实现,他在 $4.2 \times 3.2\text{mm}^2$ 的硅片上集成了2250个晶体管构成中央处理器,即4位微处理器Intel 4004,再加上一片随机存储器、一片只读存储器和一片寄存器,通过总线连接就构成了一台4位微型电子计算机。

凡由集成电路构成的中央处理器(central processing unit, CPU),人们习惯上称为微处理器(micro processor)。由不同规模的集成电路构成的微处理器,形成了微型计算机的几个发展阶段。从1971年世界上出现第一个4位的微处理器Intel 4004算起,至今微型计算机的发展经历了6个阶段。

1. 第一代微型计算机

第一代微型计算机是以4位微处理器和早期的8位微处理器为核心的微型计算机。4位微处理器的典型产品是Intel 4004/4040,芯片集成度为1200个晶体管/片,时钟频率为1MHz。第一代产品采用了PMOS工艺,基本指令执行时间为 $10 \sim 20\mu\text{s}$,字长4位或8位,指令系统简单,速度慢。微处理器的功能不全,实用价值不大。早期的8位微处理器的典型产品是Intel 8008。

2. 第二代微型计算机

1973年12月,Intel 8080的研制成功,标志着第二代微型计算机的开始。其他型号的典型微处理器产品是Intel公司的Intel 8085、Motorola公司的M6800以及Zilog公司的Z80等,它们都是8位微处理器,集成度为4000~7000个晶体管/片,时钟频率为4MHz。其特点是采用了NMOS工艺,集成度比第一代产品提高了一倍,基本指令执行时间为 $1 \sim 2\mu\text{s}$ 。

1976—1977年,高档8位微处理器以Z80和Intel 8085为代表,使运算速度和集成度又提高了一倍,已具有典型的计算机体系结构及中断、直接数据存取(direct memory access, DMA)等控制功能,指令系统比较完善。它们所构成的微型计算机的功能显著增强,最著名的是Apple公司的Apple II,软件可以使用高级语言进行交互式会话操作,此后微型计算机的发展开始进入全盛期。

3. 第三代微型计算机

1978年,Intel公司推出第三代微处理器代表产品Intel 8086,集成度为29000个晶体管/

片。1979 年又推出了 Intel 8088, 同年 Zilog 公司也推出了 Z8000, 集成度为 17 500 个晶体管/片。这些微处理器都是 16 位微处理器, 采用 HMOS 工艺, 基本指令执行时间为 $0.5\mu\text{s}$, 各方面的性能比第二代又提高了一个数量级。由它们构成的微型计算机具有丰富的指令系统, 采用多级中断、多重寻址方式、段式寄存器结构, 并且配有强有力的系统软件。

1982 年, Intel 公司在 8086 的基础上又推出了性能更为优越的 80286, 集成度为 13.4 万个晶体管/片。其内部和外部数据总线均为 16 位, 地址总线为 24 位。由 Intel 公司微处理器构成的微型机首次采用了虚拟内存的概念。Intel 80286 微处理器芯片的问世, 使 20 世纪 80 年代后期 286 微型计算机风靡全球。

4. 第四代微型计算机

1985 年 10 月, Intel 公司推出了 32 位字长的微处理器 Intel 80386, 标志着第四代微型计算机的开始。80386 芯片内集成了 27.5 万个晶体管/片, 其内部、外部数据总线和地址总线均为 32 位, 随着内存芯片制造技术的发展和成本的下降, 内存容量已达到 16MB 和 32MB。1989 年, 研制出的 80486, 集成度为 120 万个晶体管/片, 把 80386 的浮点运算处理器和 8KB 的高速缓存集成到一个芯片, 并支持二级 Cache, 极大地提高了内存访问的速度。用该微处理器构成的微型计算机的功能和运算速度完全可以与 20 世纪 70 年代的大中型计算机相匹敌。

5. 第五代微型计算机

1993 年 Intel 公司推出了更新的微处理器芯片 Pentium, 中文名为“奔腾”, Pentium 微处理器芯片内集成了 310 万个晶体管/片。随后 Intel 公司又陆续推出了 Classic Pentium (经典奔腾)、Pentium Pro (高能奔腾)、Pentium MMX (多能奔腾, 1997 年年初)、Pentium II (奔腾二代, 1997 年 5 月)、Pentium III (奔腾三代, 1999 年) 和 Pentium IV (奔腾第四代产品, 2001 年) 的微型计算机。在 Intel 公司各阶段推出微处理器的同时, 各国厂家也相继推出与奔腾微处理器结构和性能相近的微型机。

6. 第六代微型计算机

2004 年, AMD 公司推出了 64 位芯片 Athlon 64, 次年初 Intel 公司也推出了 64 位奔腾系列芯片。2006 年 Intel 公司推出了酷睿系列的 64 位双核微处理器 Core 2, AMD 公司也相继推出了 64 位双核微处理器, 之后 Intel 和 AMD 公司又相继推出了四核的处理器。2008 年 11 月, Intel 公司推出了第一代智能酷睿 Core i 系列, Core i 系列是具有革命性的全新一代 PC 处理器, 其性能相比之前的产品提升了 20%~30%, 令人惊叹。在 2011 年接近尾声之际, Intel 再次推出顶级处理器 Core i7 3960X。

64 位技术和多核技术的应用使得微型计算机进入了一个新的时代, 现代微型计算机的性能远远超过了早期的巨型机。随着近些年来微型机的发展异常迅速, 芯片集成度不断提高, 并向着重量轻、体积小、运算速度快、功能更强和更易使用的方向发展。

1.2.4 我国计算机技术的发展

我国计算机的发展起步较晚, 1956 年国家制定 12 年科学规划时, 把发展计算机、半导体等技术学科作为重点, 相继筹建了中国科学院计算机研究所、中国科学院半导体研究所等机构。1958 年组装调试成第一台电子管计算机 (103 机), 1959 年研制成大型通用电子管计算机 (104 机), 1960 年研制成第一台自己设计的通用电子管计算机 (107 机)。1964 年, 我国开始推出第一批晶体管计算机。1971 年, 研制成第三代集成电路计算机。1974 年后, DJS-130 晶体管计算机形成了小批量生产。1982 年, 采用大、中规模集成电路研制成 16 位的 DJS-150 机。1983 年,

长沙国防科技大学推出向量运算速度达1亿次的银河Ⅰ巨型计算机。

进入20世纪90年代,我国的计算机开始步入高速发展阶段,不论是大型、巨型计算机,还是微型计算机,都取得长足的发展。其中,作为代表国家综合实力象征的巨型机领域,我国已经处在世界的前列。根据最新的统计,在2013年6月17日国际TOP500组织公布的最新全球超级计算机500强排行榜榜单中,中国国防科学技术大学研制的“天河二号”以每秒33.86千万亿次的浮点运算速度,成为全球最快的超级计算机。2013年11月18日,国际TOP500组织再次公布的排行榜单中,“天河二号”以比第二名美国的“泰坦”快近一倍的速度再度轻松登上榜首。美国专家预测,在一年时间内,“天河二号”还会是全球最快的超级计算机。“天河二号”计算机如图1-5所示。



图1-5 天河二号计算机

软件方面,1992年我国的软件产业销售额仅为43亿元,2000年国务院发布《关于鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》,为发展软件提供了有力的政策支持。20多年来,一大批优秀的国产应用软件在办公自动化、财税、金融电子化建设等电子政务、企业信息化方面以及国民经济和社会生活中得到广泛应用,成功地为“金卡”“金税”“金关”等国家信息化工程开发了应用软件系统,为贯彻落实“以信息化带动工业化,以工业化促进信息化”和大力推广信息技术应用,改造提升传统产业和推动国家信息化建设工作发挥了重要作用。

1.2.5 计算机应用技术的新发展

1. 普适计算

普适计算又称普存计算、普及计算(pervasive computing或ubiquitous computing),这一概念强调将计算和环境融为一体,而让计算本身从人们的视线里消失,使人的注意力回归到要完成任务的本身。在普适计算的模式下,人们能够在任何时间、任何地点、以任何方式进行信息的获取与处理。

普适计算的核心思想是小型、便宜、网络化的处理设备广泛分布在日常生活的各个场所,计算设备将不只依赖命令行、图形界面进行人机交互,而更依赖“自然”的交互方式,计算设备的尺寸将缩小到毫米甚至纳米级。在普适计算的环境中,无线传感器网络将广泛普及,在环保、交通等领域发挥作用;人体传感器网络会大大促进健康监控以及人机交互等的发展。各种新型交互技术(如触觉显示等)将使交互更容易、更方便。

普适计算的目的是建立一个充满计算和通信能力的环境,同时使这个环境与人们逐渐地融合在一起。在这个融合空间中人们可以随时随地、透明地获得数字化服务。普适计算的含义十分广泛,所涉及的技术包括移动通信技术、小型计算设备制造技术、小型计算设备上的操作系统技术及软件技术等。

在信息时代,普适计算可以降低设备使用的复杂程度,使人们的生活更轻松、更有效率。实际上,普适计算是网络计算的自然延伸,它使得不仅个人电脑,而且其他小巧的智能设备也可以连接到网络中,从而方便人们即时地获得信息并采取行动。

2. 网格计算

随着超级计算机的不断发展,它已经成为复杂科学计算领域的主宰。但超级计算机造价极高,通常只有一些国家级的部门,如航天、气象等部门才有能力配置这样的设备。而随着人们日常工作遇到的商业计算越来越复杂,人们越来越需要数据处理能力更强大的计算机,而超级计算