

21世纪高等学校计算机规划教材

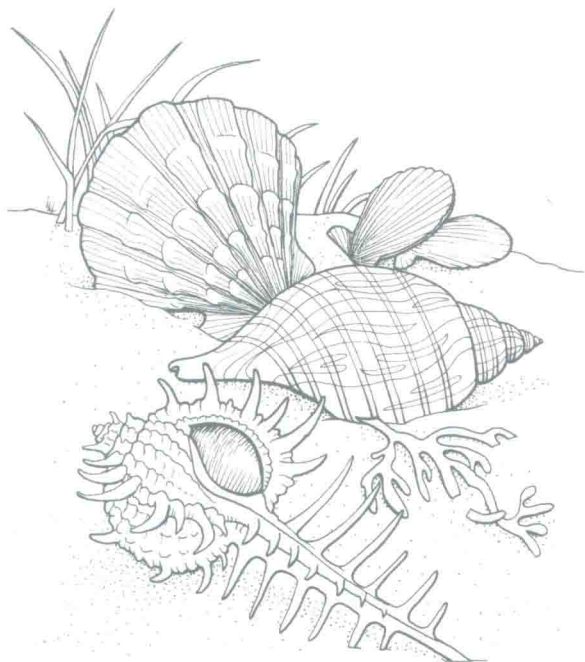
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学计算机基础 与计算思维

Fundamentals of Computers and
Computational Thinking

狄光智 张雁 吕丹桔 主编

赵家刚 王晓林 李俊菽 荣剑 副主编



高校系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

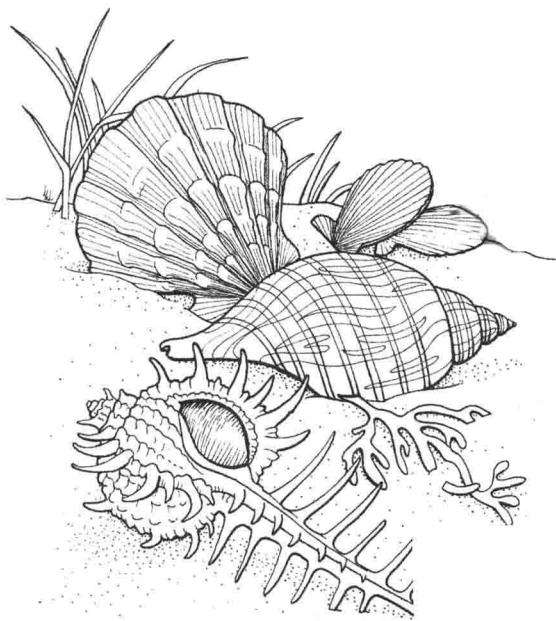
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学计算机基础 与计算思维

Fundamentals of Computers and
Computational Thinking

狄光智 张雁 吕丹桔 主编

赵家刚 王晓林 李俊菽 荣剑 副主编



高校系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础与计算思维 / 狄光智, 张雁, 吕丹
桔主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2013.10
21世纪高等学校计算机规划教材. 高校系列
ISBN 978-7-115-32248-7

I. ①大… II. ①狄… ②张… ③吕… 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. ①TP3②O241

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第188652号

内 容 提 要

本书根据非计算机专业基础课程教学指导分委员会提出的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见”中大学计算机基础课程的教学大纲编写而成。主要内容包括计算机引论、计算机系统基础、操作系统、算法与程序设计基础、电子文档制作与编排、电子表格及应用、电子讲稿的制作规范与方法、计算机网络基础与互联网、信息管理与数据库、多媒体技术应用等内容。

本书可用作高等学校本、专科学生的计算机公共课的教材,也可作为计算机培训教材,或者供计算机初学者使用。

-
- ◆ 主 编 狄光智 张 雁 吕丹桔
副 主 编 赵家刚 王晓林 李俊菽 荣 剑
责任编辑 王 威
执行编辑 范博涛
责任印制 杨林杰
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.75 2013年10月第1版
字数: 491千字 2013年10月河北第1次印刷
-

定价: 43.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

计算机科学技术的发展不仅极大地促进了整个科学技术的发展,而且明显地加快了经济信息化和社会信息化的进程。因此,计算机教育在社会各界倍受重视,计算机知识与应用能力已成为 21 世纪人才素质的基本要素之一。

重新审视大学计算机基础的教学,我们看到:社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速,电子商务、电子政务、数字化校园、数字化图书馆等已被广泛使用;计算机水平成为衡量大学生素质与能力的突出标志,用人单位对大学毕业生的计算机能力要求越来越高;中小学计算机教育开始步入正轨,高校新生计算机知识的起点显著提高;计算机技术更多地融入到其他学科和专业课的教学。针对目前这些情况,本书在内容的选取上,依照着重培养学生的计算机知识、能力、素质和计算思维的指导思想,选择最基本的内容加以讲解,让计算机基础教学起到基础性和先导性的作用。

本书共分 10 章,第 1 章是计算机引论,介绍了计算机的发展、特点、应用及计算思维的简单内容。第 2 章介绍了计算机系统的构成和基本原理。第 3 章详细介绍了操作系统的定义、分类以及操作系统几大功能模块。第 4 章介绍算法的基本特点、解决问题的一般方法以及常用的程序设计语言。第 5 章介绍电子文档制作的一般规范和常用文档(期刊论文、毕业论文、公文)的排版规范和方法。第 6 章介绍电子表格的应用场景、制作原则和应用实例。第 7 章讲授电子讲稿的制作规范和制作实例。第 8 章简要介绍了计算机网络的基础知识、Internet 基础和应用以及信息安全的相关内容。第 9 章对数据库、关系数据库、SQL 语言等进行了简要介绍。第 10 章讲述了多媒体技术的概念及 Windows 自带多媒体工具和图像处理工具的使用方法。在每章的开头给出了“本章重点”作为学习指导,每章的结尾都有小结和习题,让读者对所学的知识点进一步巩固和掌握。

本书第 1 章由荣剑编写;第 2 章由吕丹桔编写;第 3 章由王晓林编写;第 4 章由赵家刚编写;第 5 章由狄光智编写;第 6 章由寇卫利编写;第 7 章由徐全元、张雁编写;第 8 章由强振平、陈旭编写;第 9 章由鲁宁编写;第 10 章由李俊菽编写;全书由狄光智进行统稿。

西南林业大学计算机与信息学院全体教师参与了教材的讨论,为编写教材无私地贡献了许多教学经验,在此表示衷心感谢!

本书虽然经过多次讨论和修改,但由于编者水平有限,书中难免有不当之处,请广大读者指正。

编者

2013 年 5 月

目 录

第 1 章 计算机引论 1	2.2 计算机软件系统34
1.1 信息时代与数字化..... 1	2.2.1 硬件与软件的关系.....34
1.1.1 数据与信息..... 1	2.2.2 系统软件.....35
1.1.2 数字化与信息时代..... 2	2.2.3 应用软件.....36
1.2 计算机的起源和发展..... 2	2.3 计算机中数据的表示及编码.....36
1.2.1 计算机的起源..... 3	2.3.1 数的进位制.....36
1.2.2 计算机的发展..... 4	2.3.2 不同进制之间的转换.....37
1.2.3 摩尔定律..... 6	2.3.3 数值数据在计算机内的表示.....39
1.2.4 计算机网络时代..... 7	2.3.4 常见的信息编码.....41
1.3 计算机的分类、特点及应用..... 7	本章小结.....44
1.3.1 计算机的分类..... 7	习题.....45
1.3.2 计算机的特点..... 9	第 3 章 操作系统48
1.3.3 计算机的应用领域..... 10	3.1 什么是操作系统?.....48
1.4 计算思维..... 12	3.2 操作系统的发展.....49
1.4.1 计算机教育存在的问题..... 12	3.2.1 批处理系统.....49
1.4.2 计算思维的定义..... 12	3.2.2 分时系统.....50
1.4.3 计算思维的内容..... 13	3.2.3 形形色色的操作系统.....50
1.4.4 计算思维的特点..... 19	3.2.4 声名显赫的操作系统家族.....53
1.4.5 计算思维对非计算机学科的影响..... 19	3.3 操作系统的功能模块.....61
1.5 面向 21 世纪的计算机技术展望..... 20	3.3.1 进程管理.....61
1.5.1 计算机技术的最新进展..... 20	3.3.2 中断处理.....64
1.5.2 计算机今后的发展方向..... 20	3.3.3 内存管理.....65
1.5.3 我国在信息技术发展中面临的机遇与挑战..... 21	3.3.4 文件系统.....68
习题..... 22	3.3.5 设备驱动.....71
第 2 章 计算机系统基础 24	本章小结.....72
2.1 计算机系统组成..... 24	习题.....73
2.1.1 电子计算机的基本组成..... 24	第 4 章 算法与程序设计基础76
2.1.2 计算机的基本工作原理..... 27	4.1 可计算问题.....76
2.1.3 微型计算机(微机)的硬件组成..... 27	4.2 图灵机.....76
2.1.4 微机常用的输入/输出设备..... 31	4.2.1 图灵机的图形表示.....77
	4.2.2 图灵机的形式化定义.....77
	4.3 解决问题的一般方法.....78

4.4 用框图表示解决问题的算法	79	6.1.1 简化和强化信息表达	137
4.5 常用语言简介	81	6.1.2 数据表达为表格	137
4.5.1 Python 语言	82	6.1.3 文本表达为表格	138
4.5.2 C 语言	83	6.1.4 数据制作为图表	139
4.5.3 VB 语言	85	6.2 电子表格制作的原则	139
本章小结	86	6.2.1 表格布局原则	139
习题	86	6.2.2 表格标题原则	139
第 5 章 电子文档制作与编排	89	6.2.3 表格表头原则	140
5.1 电子文档排版软件	89	6.2.4 表格字体格式	140
5.1.1 批处理式排版软件	89	6.2.5 表格样式原则	140
5.1.2 交互式排版软件	90	6.3 常用电子表格制作软件介绍	141
5.1.3 字处理软件	90	6.3.1 Excel 基本操作	142
5.2 电子文档的结构	90	6.3.2 数据清单管理	151
5.2.1 电子文档常用术语	90	6.3.3 图表表达数据	157
5.2.2 大型文档组成部分	93	6.4 电子表格应用实例	161
5.3 排版一般规范及版面美学	94	本章小结	168
5.3.1 汉字字体选用原则	94	习题	168
5.3.2 英文字母、字体的选用原则	95	第 7 章 电子讲稿的制作规范	
5.3.3 标点符号的排法及选用	97	与方法	171
5.3.4 版面编排原则	98	7.1 演示文稿的争议	171
5.4 电子文档的排版方法	100	7.1.1 备受欢迎的 PowerPoint	171
5.4.1 排版 3 手段	100	7.1.2 爱恨交织的 PowerPoint	172
5.4.2 排版 3 层次	101	7.2 演示文稿制作规范	173
5.4.3 常见对象的排版方法	106	7.2.1 文字要求与原则	173
5.5 常用文档的排版规范	112	7.2.2 图、表使用	173
5.5.1 学术期刊论文	112	7.2.3 配色要求	173
5.5.2 毕业论文	114	7.2.4 模板的基本要求	174
5.5.3 公文	118	7.2.5 保持简单	174
5.6 常用电子文档排版软件	121	7.2.6 限制要点与文本数量	174
5.6.1 Word 简介	121	7.2.7 应用适当的图片	174
5.6.2 WPS 简介	124	7.2.8 应用适当的视频或音频	175
5.6.3 Word 2003 与 WPS 文字 2007		7.3 演示文稿软件 PowerPoint 2003	175
菜单栏命令	124	7.3.1 简介	175
5.6.4 Word 2003 与 WPS 文字 2007		7.3.2 PowerPoint 2003 的窗口环境	176
工具栏命令	131	7.3.3 创建首份演示文稿	177
本章小结	133	7.3.4 幻灯片处理	179
习题	134	7.3.5 插入对象	180
第 6 章 电子表格及应用	137	7.3.6 演示文稿修饰	182
6.1 电子表格的应用场景	137	7.3.7 多媒体	186

7.3.8 幻灯片放映	187	9.2.3 关系数据库	236
7.3.9 输出	193	9.3 SQL 语言简介	236
7.4 学院简介演示文稿的制作示例	194	9.3.1 SQL 数据类型	237
7.4.1 任务描述	194	9.3.2 标识符	238
7.4.2 具体要求	194	9.3.3 使用 SQL 语句管理表	238
7.4.3 操作步骤	195	9.3.4 使用 SQL 语句维护数据	240
本章小结	202	9.3.5 SQL 简单查询语句	242
习题	202	9.4 关系数据库设计初步	247
第 8 章 计算机网络基础与 互联网	205	9.4.1 范式理论	247
8.1 计算机网络基础	205	9.4.2 数据库设计	254
8.1.1 计算机网络概述	205	9.5 典型数据库管理系统介绍:	
8.1.2 计算机网络的功能	206	SQL Server	261
8.1.3 计算机网络分类	207	9.5.1 SQL Server 2008 概述	261
8.2 Internet 基础	209	9.5.2 SQL Server Management Studio 的使用	262
8.2.1 Internet 的起源和发展	209	9.5.3 SQL Server 与外部数据的交互	267
8.2.2 Internet 的工作原理	209	本章小结	267
8.3 Internet 应用	212	习题	267
8.3.1 Internet Explorer 浏览器的使用	212	第 10 章 多媒体技术应用	271
8.3.2 电子邮件的使用	216	10.1 基本概念	271
8.3.3 Internet 信息搜索	219	10.2 多媒体计算机系统	273
8.3.4 Internet 搜索使用技巧	220	10.3 多媒体技术的应用	274
8.3.5 网络数据库的使用	223	10.4 Windows XP 自带多媒体工具 应用技术	275
8.4 信息安全	225	10.4.1 音量控制	275
8.4.1 防火墙	226	10.4.2 录音机	275
8.4.2 个人计算机实现信息安全 目标的途径	226	10.4.3 媒体播放器	277
本章小结	227	10.4.4 画图工具	278
习题	227	10.5 图像处理技术	279
第 9 章 信息管理与数据库	230	10.5.1 图像的概念	279
9.1 数据库系统概述	230	10.5.2 Photoshop CS 的工作环境	279
9.1.1 数据库系统的组成	230	10.5.3 使用 Photoshop CS 绘制和 编辑图像	282
9.1.2 数据库系统的特点	231	10.5.4 使用 Photoshop CS 创建文本	283
9.1.3 数据库系统的三级模式	231	10.6 动画原理与制作技术	284
9.2 关系模型与关系数据库	232	本章小结	287
9.2.1 实体—联系模型	232	习题	288
9.2.2 关系模型	234	参考文献	290

第 1 章

计算机引论

自从 1946 年人类历史上第一台电子计算机诞生,伴随着计算机技术和通信技术的发展,人类进入了一个信息和物质、能源同样重要的时代。在这个信息爆炸的时代里,谁能拥有信息,谁就拥有主动权——人类社会从工业时代进入了信息时代。在信息时代,以计算机和网络技术为主的信息技术正在以惊人的速度扩散和渗透,在社会各个领域中得到广泛应用,并逐步改变着人们的工作、学习和生活方式。信息的获取、分析、处理、发布和应用能力成为现代人最基本的能力和 文化水平的标志,是每一个生活在现代社会的人尤其是青年学生必须掌握的一项技能。

本章重点:

1. 了解信息时代与数字化的基本概念和时代特征;
2. 了解计算机的起源和发展;
3. 掌握计算机的分类、特点和应用;
4. 计算机思维的概念、内容和特点;
5. 了解面向 21 世纪的计算机技术的最新进展及我国在信息技术发展中面临的机遇与挑战。

1.1 信息时代与数字化

当今,以信息科学为基础的信息技术高速发展,正在给人类社会带来一场史无前例的生产力变革。信息技术发展所创造的奇迹与神话,正使人类认识自然与社会的能力得到空前的增强。信息技术正在深入到社会领域的方方面面,影响着人们的生产生活方式。要正确理解什么是信息技术,先来了解几个相关的概念。

1.1.1 数据与信息

自从人类在地球上出现以后,人类就以能够想象得到的各种符号对人类的生活进行着记录,如远古时期的结绳记事和洞穴岩画等,这些用于记录的符号就是数据。数据本身没有意义,它是对事实、概念或指令的一种客观表达形式。它存储在媒介物上,可以被人工或自动化装置进行加工、处理和交换。因此,数据是记录下来可以鉴别的符号,它可以通过语言、文字、符号、图形、声音、光、电等来记录客观事物的存在状态。例如,数字“12345”、英文字母“Computer”、汉字“我爱中国”等都是数据。

信息与物质、能源并称为人类文明的 3 大要素。广义地讲,信息是经过加工的数据,是可以用于通信的知识,它能对接收者的行为产生影响,对接收者的决策具有非常重要的价值。狭义地

讲，按照美国著名科学家香农（C.E.Shannon）给出的定义：“信息是用来消除随机不确定性的东西。”这个定义不仅被沿用至今，而且揭示了信息的内在含义。

正确理解数据和信息二者的关系很重要：数据只是对客观事物的一种符号描述，本身不具备任何意义；而信息则是数据加工处理以后的东西。因此，可以说数据是信息的“原材料”，而信息则是数据加工后的“产品”。例如，我们输入计算机中的文字，在计算机内部只是一系列由0和1构成的二进制数据。对于计算机而言，这些仅仅是数据，是没有任何实际意义的。而一旦这些数据经过一系列加工处理以后，通过显示器输出给用户，对于我们人类来讲，这些符号就变成了有意义的信息。

1.1.2 数字化与信息时代

1.1.2.1 数字化

数字时代的到来，让信息就像空气一样，充塞在人们生活的每个角落：数字地球、数字校园、数字城市、数字战场等名词纷纷涌现出来。对于“数字化”的理解，通常也有广义和狭义之分。广义的数字化，实际是指信息经过数字化处理的广泛应用。随着信息技术发展越来越迅速，信息业务也无所不在。例如，收看全球新闻和影视节目，收听最新流行音乐，了解股票行情，召开电话会议，上网冲浪/购物，进行电子办公，开展远程教育，等等。这些业务的发展已经改变了人们的生活方式，并把个人生活带入了多姿多彩的数字化时代。而狭义的数字化，则是指由数字信号（数码）取代模拟信号来表征、处理、存储、传输各种信息的过程。

在计算机科学领域内，我们又可以将“数字化”理解为将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据，再以这些数字、数据建立起适当的数字化模型，把它们转变为一系列二进制代码，引入计算机内部，进行统一处理。数字化是数字计算机的基础：若没有数字化技术，就没有当今的计算机，这是因为数字计算机的一切运算和功能都是用数字来完成的。数字化将任何连续变化的输入（如图画的线条或声音信号）转化为一串分离的单元，在计算机中用“0”和“1”表示。

1.1.2.2 信息时代

人类社会是从低级到高级逐步发展起来的。社会起初的发展依赖于各种资源，依赖于水、土地、动植物等物质。这奠定了人类文明的基础，从而形成了原始的农业社会。其后，由于科技革命的推动，尤其是蒸汽机的发明和广泛应用，人类社会进入了工业社会。能源成为影响工业社会发展的重要因素。随着新科技革命的发生，尤其是计算机的发明和广泛应用，社会再向前发展：跨过工业化阶段以后，社会对信息的依赖性逐步增加，人类社会进入了一个崭新的时代。

人们通常用最具有代表性的生产工具来代表一个历史时期，如石器时代、青铜器时代、铁器时代、蒸汽时代和电气时代。如果用这种思维模式来观察我们当前的这个历史时期会发现，自从计算机出现和逐步普及以来，信息对整个社会的影响逐步被提高到一个绝对重要的地位：信息量、信息传播的速度、信息处理的速度，以及社会应用信息的程度等都以几何级数在增长。因此，可以说人类社会已经从电气时代走向了信息时代。

1.2 计算机的起源和发展

当用户第一次接触计算机时，看到的只是一堆没有生机的金属板、塑料、铜线和薄薄的小硅芯片。但是，一旦按下电源按钮，计算机立刻会“点燃生命的火花”，神气得难以想象，以至于现

在的人类社会哪怕一刻离开这个“神秘的精灵”，都会天下大乱：银行取不了钱，车站不能售票，甚至连家里的微波炉也无法工作了。

可以说，计算机是20世纪最伟大的一项发明，它的出现带来了一场新的科技革命，是一个划时代的标志。对于计算机，这种极其复杂的怪物，读者也许很想弄明白，如此复杂精密的装置，到底是在哪个天才的发明家突发奇想下突然诞生的。当然，事实并非如此。计算机的出现是一个逐渐演变的过程，它的诞生是人类智慧逐步累积，从量变到质变的一个飞跃。

1.2.1 计算机的起源

追根溯源，最古老的计算设备是公元前2600年中国人发明的算盘。这种古老的计算设备很简单，它由固定在矩形框里的一组小棍组成，每根小棍又分上下两组串上珠子，如图1-1所示。当珠子在棍子上上下下移动时，它们的位置就表示要存储的值。正是这些珠子在棍子上的位置表示这台“计算机”所代表和存储的值。这个设备得依靠人的操作来控制算法的执行。因此，算盘本身只是个数据存储系统，它必须与人结合起来才成为一台完整的可计算数值的设备。然而，就是这样一个原始的计算工具，却有着非凡的能力，在某些特殊场合，其计算效率丝毫不亚于甚至超过现在的电子计算机。直到1982年，中国的人口普查还使用了算盘作为计数工具，可见，充满智慧的古代中国人是多么伟大。

后来，基于齿轮技术设计的计算设备，在西方国家逐渐发展成近代机械式计算机。这些机器在灵活性上得到进一步提高，执行算法的能力和效率也大大加强和提高。

1642年，法国物理学家布莱斯·帕斯卡（Blaise Pascal，1623—1662）制造出第一台机械式计算器Pascaline。这台计算机器是手摇的，也称为“手摇计算器”，只能够计算加法和减法。

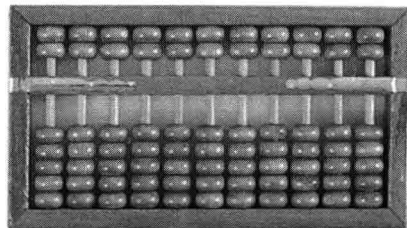


图1-1 中国的算盘

1673年，德国数学家莱布尼兹（Gottfried Wilhelm Leibniz，1646—1716）改进了帕斯卡计算器，在加减法的基础上，又加入了计算乘法、除法和平方根的功能。1679年，莱布尼兹提出了二进制运算的概念。

1822年，英国剑桥大学的数学教授查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage，1792—1871）发明了一种能够计算加减法的大型计算器，即差分机。1830年，巴贝奇又设计了分析机。他所设计的分析机具有计算机的5个基本部分：输入装置、处理装置、存储装置、控制装置，以及输出装置。这种机器以齿轮为元件，以蒸汽机为动力，能够读取卡片上的以洞孔形式表示的指令。因此，巴贝奇设计的分析机是第一台可编程的计算机。然而，遗憾的是巴贝奇所设计的分析机过于复杂，直到他去世也没有最终实现。

随着电的发现及电子技术的不断发展和进步，人类社会逐渐从蒸汽时代过渡到电气时代。计算设备的设计也逐步从机械式向电子式转变。在这一期间，出现如下具有代表性的里程碑事件。

1904年，弗莱明（John Ambrose Fleming）发明真空管。

1932年，英国数学家亚伦·图灵（Alan Turing）提出一个计算模型，我们现在称它为“图灵机”，如图1-2所示。现在的计算机在本质上与图灵机是一样的。

1936年，康拉德·楚泽（Konrad Zuse）制造了一台可编程的数字化计算机，它引入了二进制系统和电子管。

1944年，由美国哈佛大学数学教授霍华德·艾肯（Howard Hathaway Aiken）设计，IBM公

司制造的马克一号 (Mark I) 计算机在哈佛大学投入运行。这台机器采用大量的继电器作为开关元件, 采用穿孔纸带进行程序控制。

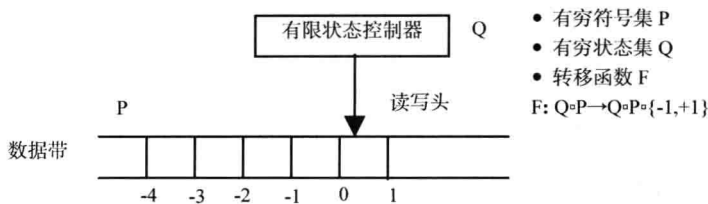


图 1-2 图灵机 (Turing Machine) 模型 (1932 年)

1946 年 2 月, 美国陆军为了计算兵器的弹道, 由美国宾夕法尼亚大学摩尔电子工程学校的约翰·莫奇利 (John Mauchly) 和约翰·埃克特 (J.Presper Eckert) 等共同研制出了世界上的第一台电子计算机 ENIAC (见图 1-3), 全称是“电子数字积分器和计算器 (Electronic Numerical Integrator and Calculator)”, 从此人类社会迈进了一个新的里程。

1946 年 6 月, 宾夕法尼亚大学的美籍匈牙利数学家冯·诺依曼 (John von Neumann, 见图 1-4) 研制出了世界上第二台计算机 EDVAC。与 ENIAC 相比, 它有两个重要改进: 一是采用二进制, 二是把程序和数据存入计算机内部。冯·诺依曼为现代计算机在体系结构和工作原理上奠定了基础。时至今日, 当今的计算机依然遵循的是冯·诺依曼提出的计算机体系结构。

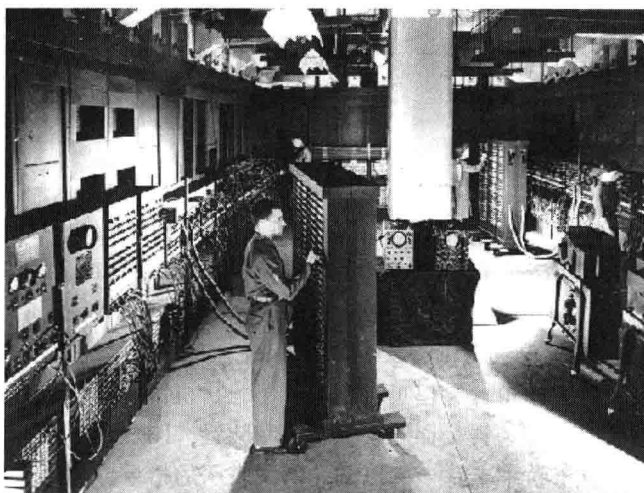


图 1-3 第一台电子计算机 ENIAC



图 1-4 冯·诺依曼

1.2.2 计算机的发展

自从 1946 年第一台电子计算机诞生以来, 在 20 世纪后半期的 50 年, 由于新工艺和新材料得到突飞猛进的发展, 计算机在硬件上也得到了飞速的发展。根据计算机采用的物理器件, 一般将计算机的发展分成 4 个阶段。

1.2.2.1 第一代计算机

1946—1956 年期间出现的电子管计算机, 称为“第一代计算机”。

第一代计算机最典型的代表就是世界上第一台电子计算机 ENIAC。这台 1946 年 2 月诞生于

美国宾夕法尼亚大学的庞然大物，重达 30 t，长 100 英尺，高 8 英尺，占地 170 m²，共有 1 500 个继电器和 17 468 个真空电子管。这些电子管是 ENIAC 的核心组成部件，但也为之带来无穷无尽的麻烦：使用这台电子计算机，每小时要耗电 200 kW。由于它耗电量太大，据说当它启动时，整个费城的电灯都会变暗。而且，电子管在工作时要产生大量的热能，将整个计算机变成一个大火箱，不断地烘烤着其中的部件，于是故障不断发生——平均每 7 min 就会发生一次故障。就是这么一个巨型机器，运算效率却很不令人满意：1 s 内计算 5 000 次加法，需要 2 s 就可以算出的问题，却需要两天来输入指令和数据。

第一代计算机的基本特征是：

- 采用电子管作为计算机的逻辑元件；
- 数据表示主要涉及定点数；
- 用机器语言或汇编语言编写程序。所有指令和数据都用“1”或“0”表示，分别对应电子器件的“接通”与“断开”；
- 存储设备落后，存储容量有限。由于当时电子技术的限制，每秒运算速度仅为几千次，内存容量仅几 kB。

第一代电子计算机体积庞大，造价高昂，主要应用于军事和科学研究工作。其代表机型有 ENIAC、EDVAC、IBM 650（小型）、IBM 709（大型机）。

1.2.2.2 第二代电子计算机

1957—1964 年期间出现的晶体管计算机，称为“第二代计算机”。

1926 年，第一只半导体晶体管就出现了。但直到 1947 年贝尔实验室的肖克莱（William Shockley）获得现代的固体、可靠的晶体管的专利权时，人类才迎来新的计算时代的曙光。晶体管在本质上与真空电子管相同——控制电子的流动，但是它只有豌豆粒那么小，并且产生的热量很少。虽然晶体管在 1926 年就已经出现，但还只是实验室产品，还没有在市场上普及。直到 1954 年，德州仪器公司发明了一种方法，可以大规模商业化生产硅晶体管，并将其应用在计算机上，新一代的计算机才脱颖而出。

第二代电子计算机的基本特征是：

- 逻辑元件改为晶体管；
- 内存所使用的器件大多是使用铁淦氧磁性材料制成的磁芯存储器。外存储器有了磁盘、磁带，外设种类也有所增加；
- 运算速度达每秒几十万次，内存容量扩大到几十 kB；
- 计算机软件也有了较大的发展，出现了 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言。

与第一代计算机相比，晶体管电子计算机体积小、成本低、功能强，可靠性大大提高。除了用于科学计算外，还用于数据处理和事务处理。其代表机型有 IBM 7094、CDC 6600 等。

1.2.2.3 第三代电子计算机

1965—1970 年期间出现的集成电路计算机，称为“第三代计算机”。

晶体管取代了电子管，虽然体积大大缩小，耗电量大大降低，但分立的晶体管元器件仍然使计算机体积较大，稳定性也不高。1958 年德州仪器公司将 5 个独立的晶体管部件组合在一起，用电路连接在一块半英寸长的锗片上，制造出了最早的集成电路。集成电路导致现代处理器的诞生，大大缩小了计算机的体积，提高了电路的稳定性，对计算机微型化作出了不可磨灭的贡献。随着固体物理技术的发展，集成电路工艺已可以在几 mm² 的单晶硅片上集成由十几个，甚至上百个电子元件组成的逻辑电路。

第三代电子计算机的基本特征是：

- 逻辑元件采用小规模集成电路 SSI(Small Scale Integration)和中规模集成电路 MSI(Middle Scale Integration)；
- 运算速度每秒可达几十万次到几百万次；
- 存储器进一步发展，用半导体存储器取代了磁芯存储器。体积越来越小，价格越来越低；
- 出现了操作系统，软件越来越完善。

这一时期，计算机同时向标准化、多样化、通用化、机种系列化发展。高级程序设计语言在这个时期有了很大发展，并出现了操作系统和会话式语言，计算机开始广泛应用于各个领域。其代表机型有 IBM 360、370、PDP-11 等。

1.2.2.4 第四代电子计算机

1971 年至今出现的大规模集成电路电子计算机，称为“第四代计算机”。

20 世纪 70 年代以来，计算机逻辑器件采用大规模集成电路 LSI (Large Scale Integration) 和超大规模集成电路 VLSI (Very Large Scale Integration) 技术，在硅半导体上集成了大量的电子元器件。

第四代电子计算机的基本特征是：

- 用超大规模集成电路取代中小规模集成电路；
- 采用并行处理和多处理器；
- 出现了计算机的巨型化和微型化的分离。微型计算机异军突起。

目前，计算机的速度最高可以达到每秒 20 万亿次浮点运算。操作系统不断完善，应用软件已成为现代工业的一部分。主流产品有 IBM 的 4300 系列、3080 系列、3090 系列，以及最新的 IBM 9000 系列等。

1.2.2.5 新一代计算机

前面所介绍的 4 代计算机，仅仅是在工艺和材料上更新和发展，本质上依然是采用冯·诺依曼体系结构和二进制运算原理。日本、美国和欧洲的一些国家，从 20 世纪 80 年代开始，纷纷探讨非冯·诺依曼体系结构的计算机，以及非二进制运算的计算机，将其作为新一代计算机系统的研究。比如，生物计算机、量子计算机、光子计算机、超导计算机等。但现在仍然还处在实验室阶段，尚未取得突破性进展。

1.2.3 摩尔定律

在计算机领域有一个人所共知的“摩尔定律”，即“每 18 个月，微处理器功能增加一倍，集成度增加一倍”。英特尔公司创始人之一戈登·摩尔 (Gordon Moore) 在总结存储器芯片的增长规律时，发现“微芯片上集成的晶体管数目每 18 个月翻一番”。当然，这种表述没有经过什么论证，只是一种对现象的归纳。但是，后来的发展却很好地验证了这一说法，使其享有了“定律”的荣誉。摩尔定律表明：半导体技术是按一个较高的指数规律发展的，如表 1-1 所示。

表 1-1

微处理器的集成度

年份	微处理器型号	字长/位	主频/MHz	集成度 (晶体管数/只)	制作工艺
1971	4004	4	1		
1974	8080	8	2	2 000	
1978	8086	16	5	5 000	
1981	IAPX432	32	10	3 万	

续表

年份	微处理器型号	字长/位	主频/MHz	集成度 (晶体管数/只)	制作工艺
1989	80486	32	22	120 万	
1999	Pentium III	32	1000	160 万	
2002	Pentium IV	64	2000		
2006	酷睿双核系列	32, 64	双核	2.91 亿	65 nm
2008	酷睿双核系列	64	双核	2.91 亿	45 nm
2009	i3,i5,i7	64	多核	3.82 亿	32 nm
2012	i3,i5,i7 三代	64	多核		22 nm

1.2.4 计算机网络时代

计算机网络是为了适应社会的现实需要,在计算机技术和通信技术高度发展、密切结合的条件下产生的。20 世纪 70 年代后期,随着计算机的集成度越来越高、体积越来越小、价格越来越便宜,计算机由原本只是技术专家的宠儿,逐步地走向了大众家庭。与此同时,通信技术也在这一历史时期得到了突飞猛进的发展。计算机技术结合通信技术,二者融合,于是计算机网络诞生了。网络的发展带来了计算机的又一次革命。通过传输媒介将分布于不同地域的若干台独立的计算机连接到一起,从而实现了资源的充分共享,大大扩充了计算机的功能。从此,计算机从单机走向了网络。21 世纪将是一个以计算机网络为核心的信息时代。数字化、网络化、信息化是 21 世纪的时代特征,计算机网络正在人们的工作、学习、生活中扮演着越来越重要的角色。由此可见,网络时代将会让我们的生活变得更精彩,它的特点可以归纳为 3 点:网络进入千家万户,网络连接万千设备,网络渗入千百领域。

1.3 计算机的分类、特点及应用

1.3.1 计算机的分类

随着计算机技术的发展和应用的推动,计算机的类型越来越多样化。计算机的类型通常可以按照下面 3 个不同的角度来分。

(1) 按工作原理分类

根据计算机内部处理信息方式的不同,可将计算机分为以下两大类:电子数字计算机和电子模拟计算机。电子数字计算机采用的是数字技术,其特点为:参与运算的数值信息是断续的离散量,即用二进制表示的量,如“0”或“1”。而电子模拟计算机采用的是模拟技术,其特点为:参与运算的数值信息是连续量,即连续变化的物理量。现在电子模拟计算机使用较少,绝大多数都是电子数字计算机。

(2) 按应用分类

根据用途及其使用的范围,计算机可以分为通用机和专用机。通用机的特点是通用性强,具有很强的综合处理信息的能力,能够解决各类问题。专用机是为某一特定领域设计的计算机,功能单一,配有解决特定问题的软、硬件,但能够高速、可靠地解决特定的问题。

(3) 按规模分类

根据计算机的处理能力、运算速度、存储容量等指标综合考虑,可将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型计算机、嵌入式计算机等。它们的工作原理基本一样,区别在于体积大小、硬件性能指标、软件配置等方面的不同。随着计算机科学技术的不断发展,昨天使用的大型机可能性能还比不过今天的小型机,今天使用的中型机也有可能变成明天的微型计算机。因此,按规模划分,计算机类型之间的界限是动态变化的,但计算机大型化和微型化是两个重要的发展方向。

1.3.1.1 巨型机和大型机

巨型机和大型机(也被称作“高性能计算机”)是指速度最快、处理能力最强的计算机。巨型计算机的发展集中体现了计算机科学技术的发展水平,推动了计算机系统结构、硬件和软件的理论和技术、计算数学,以及计算机应用等多个科学分支的发展。高性能计算机数量不多,但却有重要和特殊的用途。在军事上,可用于战略防御系统、大型预警系统、航天测控系统等。在民用方面,可用于大区域中长期天气预报、大型科学计算等。

中国的巨型机之父是2004年国家最高科学技术奖获得者金怡濂院士。他在20世纪90年代初提出了一个我国超大规模巨型计算机研制的全新跨越式方案。这一方案把巨型机的峰值运算速度从每秒10亿次提升到每秒3000亿次以上,跨越了两个数量级,闯出了一条中国巨型机赶超世界先进水平的发展道路。近几年来,我国巨型机的研发也取得了很大的成绩,推出了“曙光”、“联想”等代表国内最高水平的巨型机系统,并在国民经济的关键领域得到了应用。

2008年6月,中科院计算机技术研究所、曙光信息产业有限公司、上海超级计算机中心共同研制出了中国首款超百万亿次超级计算机“曙光5000A”(见图1-5)。2009年10月,由国防科学技术大学研制的“天河一号”又成功实现百万亿次到千万亿次的跨越,使我国成为继美国之后世界上第二个能够研制千万亿次超级计算机系统的国家。

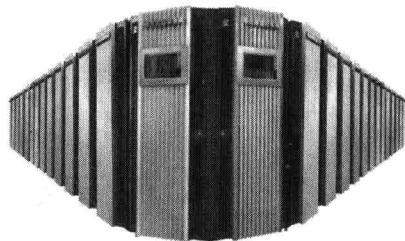


图1-5 曙光5000A高性能计算机

1.3.1.2 中型机和小型机

中小型计算机的规模和性能比不上大型机和巨型机,但又比微型计算机性能要好,介于二者之间,通常用作一个单位或部门的服务器。

1.3.1.3 微型计算机

微型计算机又称个人计算机(Personal Computer, PC)。1971年,美国Intel公司首先成功研制出世界上第一块微处理器Intel 4004,从此揭开了世界微型计算机大发展的帷幕。随后,许多公司(如Motorola、Zilog等)也争相研制微处理器,推出了8位、16位、32位、64位微处理器。几乎每18个月,微处理器的集成度和处理速度提高一倍,价格却下降一半,至今已经推出了5代微处理器产品。

(1) 第一代微型计算机(1971—1972)是以4位微处理器Intel 4004、Intel 4040和Intel 8008为代表的微型计算机。

(2) 第二代微型计算机(1973—1977)是以8位微处理器Intel 8080、Motorola M6800、Zilog Z80、Apple 6502为代表的微型计算机。

(3) 第三代微型计算机(1978—1981)是以16位微处理器Intel 8088、8086、80286为代表的微型计算机。如IBM/PC机和IBM/AT微型计算机。运算速度比8位机快2~5倍,赶上或超过

了 20 世纪 70 年代的小型机的水平。

(4) 第四代微型计算机 (1982—2001) 是以 32 位微处理器 Intel 80386、80486 为代表的 386、486 微型计算机。

(5) 第五代微型计算机 (2002 至今) 是 64 位计算机。其实, 高档的 64 位微处理器在 20 世纪就已经生产, 并在一些高档的工作站和小型机中使用。但是, 近几年来才在普通微机中使用 64 位处理器。

由于微型计算机具有体积小、重量轻、价格便宜、耗电少、可靠性高、通用性和灵活性强等特点, 再加上超大规模集成电路技术的迅速发展, 微型计算机技术得到极其迅速的发展和广泛应用, 而应用的需求又进一步推动了计算机的发展。

微型计算机主要分 3 类: 台式机、笔记本电脑和个人数字助理。

1.3.1.4 嵌入式计算机

从 20 世纪 80 年代起, 许多家用设备, 像早期的电视游戏控制器, 后来出现的移动电话、录像机、PDA 和许多其他工业、电子设备, 都内嵌有特定用途的计算机。这些计算机通常被称为“嵌入式计算机”。

1.3.2 计算机的特点

计算机是迄今为止人类发明的最智能、最精密的设备。它有着如此广泛的应用领域, 是缘于以下这些特点。

1.3.2.1 运算速度快

运算速度是计算机的一个重要性能指标。计算机的运算速度通常用每秒执行定点加法的次数或平均每秒执行的指令的条数来衡量。运算速度快是计算机的一个突出特点。计算机的运算速度已由早期的每秒几千次 (如 ENIAC 机每秒仅可完成 5 000 次定点加法) 发展到现在, 就是普通的微型计算机每秒都可执行几十万条指令, 而巨型计算机最高可达每秒几千亿次乃至万亿次。随着计算机技术的发展, 计算机的运算速度还在提高。计算机高速运算的能力极大地提高了工作效率, 把人们从浩繁的脑力劳动中解放出来。过去由人工旷日持久才能完成的计算, 计算机在“瞬间”即可完成。曾有许多数学问题, 由于计算量太大, 数学家们终其一生也无法完成, 现在使用计算机则可轻易地解决。再比如, 天气预报需要分析大量的气象资料数据, 单靠手工完成计算是不可能的, 而用巨型计算机只需十几分钟就可以完成。

1.3.2.2 计算精度高

在科学研究和工程设计中, 对计算结果的精度有很高的要求。一般的计算工具只能达到几位有效数字 (如过去常用的 4 位数学用表、8 位数学用表等) 的精度。而数据在计算机内是用二进制数编码的, 数据的精度主要由表示这个数据的二进制码的位数决定。这样就可以通过软件设计技术来实现任何精度的要求。现在, 计算机中的数据结果的精度通常可达到十几位、几十位有效数字, 还可以根据需要达到任意的精度。

1.3.2.3 存储容量大

计算机的存储器类似于人的大脑, 可以存储大量的数据和计算机程序, 这使计算机具有了“记忆”功能。因为有大容量存储器, 计算机在计算的同时还可以把中间结果存储起来, 供以后使用。计算机存储器容量大小也是衡量一台计算机性能高低的一个重要标志。现在, 计算机的存储容量越来越大, 已高达吉数量级。

1.3.2.4 具有逻辑判断功能

人是有思维能力的，而思维能力本质上是一种逻辑判断能力。计算机借助逻辑运算，也可以进行逻辑判断，并根据判断结果自动地确定下一步该做什么。计算机的运算器除了能够完成基本的算术运算外，还具有进行比较、判断等逻辑运算的功能。这种能力是计算机处理逻辑推理问题的前提，也是计算机区别于其他机器的最基本的特点。

1.3.2.5 可靠性高

随着微电子技术和计算机技术的发展，现代计算机连续无故障运行时间可达到几十万小时以上，具有极高的可靠性。例如，安装在宇宙飞船上的计算机可以连续几年可靠地运行。计算机应用在管理中 also 具有很高的可靠性，而人却很容易因疲劳等原因出错。另外，计算机对不同的问题，只是执行的程序不同，因而具有很高的稳定性。

1.3.2.6 自动化程度高，通用性强

计算机的工作方式是将程序和数据先存放在机内，工作时按程序规定的步骤一步一步地自动完成运算，一般无需人工干预，因而自动化程度高。这一特点是一般计算工具所不具备的。

计算机通用性强的特点表现在其几乎能解决自然科学和社会科学中的一切问题，能广泛地应用于各个领域。现代计算机不仅可用于进行科学计算，还可用于数据处理、实时控制、辅助设计、办公自动化及网络通信等，通用性非常强。

1.3.3 计算机的应用领域

计算机的应用已渗透到社会的各行各业，正在改变着传统的工作、学习和生活方式，推动着社会的发展。计算机的主要应用领域如下。

1.3.3.1 科学计算

科学计算，即数值计算，是计算机应用的一个重要领域，是指利用计算机来完成科学研究和工程技术中提出的数学问题的计算。在现代科学技术工作中，科学计算问题是大量的和复杂的。科学计算利用计算机的高速计算、大存储容量和连续运算的能力，可以解决人工无法解决的各种科学计算问题。例如，建筑设计中为了确定构件尺寸，通过弹性力学导出一系列复杂方程，长期以来由于计算方法跟不上而一直无法求解。而计算机不但能求解这类方程，并且引起弹性理论上的一次突破，出现了“有限单元法”。计算机的发明和发展首先是为了完成科学研究和工程设计中的大量复杂的数学计算。没有计算机，许多科学研究和工程设计，如天气预报和石油勘探，将是无法进行的。

1.3.3.2 数据处理

数据是用于表示信息的数字、字母、符号的有序组合，可以通过声、光、电、磁、纸张等各种物理介质进行传送和存储。数据处理，一般泛指非数值方面的计算，如对各种数据进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用、传播等一系列活动的统称。据统计，80%以上的计算机系统主要用于数据处理，这类工作量大大面宽，决定了计算机应用的主要方向。

数据处理从简单到复杂，已经历了如下4个发展阶段。

(1) 电子数据处理 (Electronic Data Processing, EDP)，它是以文件系统为手段，实现一个部门内的单项管理。

(2) 管理信息系统 (Management Information System, MIS)，它是以数据库技术为工具，实现一个部门的全面管理，以提高工作效率。

(3) 决策支持系统 (Decision Support System, DSS)，它是以数据库、模型库和方法库为基础，