



云南省普通高等学校“十二五”规划教材

大学计算机 基础

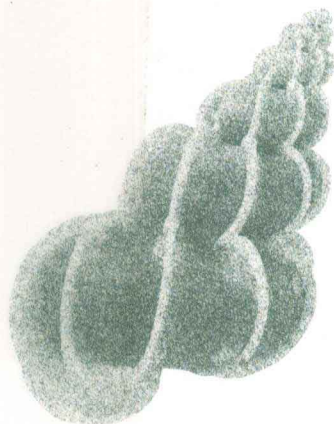
Fundamentals of Computers

耿植林 主编

普运伟 副主编

秦卫平 主审

- 介绍计算机基础中共性和相对稳定的概念
- 将计算思维的概念有机地融入到教材之中
- 掌握基础知识锻炼操作能力服务其他课程



高校系列



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



云南省普通高等学校



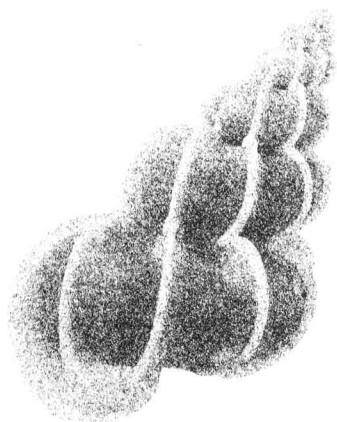
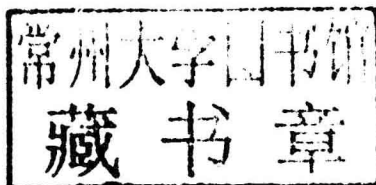
大学计算机 基础

Fundamentals of Computers

耿植林 主编

普运伟 副主编

秦卫平 主审



高校系列

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 / 耿植林主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012.8

云南省普通高等学校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-28112-8

I. ①大… II. ①耿… III. ①电子计算机—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第095659号

内 容 提 要

本书是云南省普通高等学校“十二五”规划教材,是根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会发布的《计算机基础课程教学基本要求》中有关“大学计算机基础”课程教学要求编写的。

全书共 10 章,内容包括信息社会与计算技术、计算机系统与计算原理、操作系统、办公文件处理、计算机网络与网络计算、问题求解与程序设计、数据库技术、多媒体技术、网页制作和信息安全。本书内容以发展学生的计算思维为导向,介绍计算机基础中共性的、相对稳定的概念、知识和方法。

本书可作为普通高等院校非计算机专业大学计算机基础课程教材。配套出版的《大学计算机基础实践教程》可用作上机实践指导和技能测试使用。本书还配有电子教案以及教学资源库,便于广大师生的教学和学习。

云南省普通高等学校“十二五”规划教材

大学计算机基础

-
- ◆ 主 编 耿植林
 - 副 主 编 普运伟
 - 主 审 秦卫平
 - 责任编辑 李海涛
 - ◆ 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>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.5 2012 年 8 月第 1 版
字数: 566 千字 2012 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-28112-8

定价: 39.80 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

高等院校计算机基础教学经历了三轮重大的改革，无论是在课程体系、教学内容，还是在教学手段、教学方法上都在不断变革和发展，以适应信息社会对人才培养的要求。然而，目前的“大学计算机基础”课程教学内容与中学信息技术课程存在不少重叠，教学方法和教学手段也没有本质性的突破，导致该课程的教学缺乏吸引力。

美国计算机科学家，卡内基梅隆大学周以真教授站在信息社会向知识型社会发展过程中创新型人才培养的高度，提出了大学计算思维能力培养理念。计算思维能力培养越来越受到世界各国教育界的关注，为计算机基础教学改革指明了方向，也为“大学计算机基础”课程注入了新的生命力。大学计算机基础教学从软件产品技能培训回归到计算机技术最本质的、相对稳定的基本概念和技术方法的教学已经成为共识。由此，以计算思维能力培养为导向，重新审视“大学计算机基础”课程理论教学和实践教学内容，恰当处理理论认知和技能习得的关系是本书编写的初衷。

本教材共分为 10 章，第 1 章、第 3 章由耿植林编写；第 2 章由普运伟编写，第 4 章由楼静编写；第 5 章、第 6 章由潘晟旻编写；第 7 章由秦卫平编写；第 8 章由杜文方编写，第 9 章、第 10 章由付湘琼编写。全书由耿植林任主编并负责统稿，普运伟任副主编，秦卫平主审。

本书的编写得到了云南省高校教材研究会、昆明理工大学教务处的全力支持，在计算中心领导和同仁的关心和支持下，本书得以顺利出版，在此一并表示衷心感谢！

由于计算思维的概念还处在形成阶段，对计算思维能力的培养还有待不断地探索，鉴于编者的水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

第 1 章 信息社会与计算技术.....1

1.1 信息与计算.....1

1.1.1 信息化社会 1

1.1.2 算力就是生产力 3

1.2 计算工具的发展.....4

1.2.1 计算工具的发展 4

1.2.2 通用计算机的发展 6

1.3 信息的表示.....8

1.3.1 计算机为何使用二进制 9

1.3.2 数值数据的表示 11

1.3.3 字符数据的表示 13

1.3.4 多媒体数据的表示 16

1.4 计算机信息处理.....17

1.4.1 信息获取 18

1.4.2 信息加工 18

1.4.3 信息传输 19

1.4.4 信息存储 19

1.4.5 信息检索 20

1.5 计算技术的发展趋势.....20

1.5.1 高性能计算和并行计算 21

1.5.2 分布式计算和网格计算 22

1.5.3 云计算和普适计算 23

本章小结.....24

习题与思考.....25

第 2 章 计算机系统与计算原理.....27

2.1 计算机系统组成.....27

2.1.1 硬件系统 28

2.1.2 软件系统 28

2.1.3 现代计算机体系结构 30

2.2 信息的输入.....31

2.2.1 信息输入的含义31

2.2.2 常见的输入设备31

2.3 信息存取与交换33

2.3.1 存储容量和内存地址33

2.3.2 随机存取存储器34

2.3.3 只读存储器34

2.3.4 高速缓冲存储器35

2.3.5 内存储器的性能指标36

2.4 指令执行与系统控制37

2.4.1 程序与指令37

2.4.2 运算器38

2.4.3 控制器39

2.4.4 指令执行与系统控制过程40

2.4.5 现代微处理器技术41

2.5 信息的永久存储46

2.5.1 硬盘技术46

2.5.2 光存储技术48

2.5.3 闪存技术49

2.6 信息的输出50

2.6.1 信息的显示输出50

2.6.2 信息的打印输出52

2.7 信息传输与转换52

2.7.1 主板53

2.7.2 总线54

2.7.3 接口56

2.8 微机组装与系统维护58

2.8.1 部件选配与微机组装58

2.8.2 系统保养与维护59

本章小结60

习题与思考61

第 3 章 操作系统.....65

3.1 操作系统概述65

3.1.1 操作系统的产生和发展	65	4.2.2 科技文章	103
3.1.2 操作系统的功能	67	4.2.3 讲演稿	106
3.1.3 操作系统的分类	68	4.2.4 表格	106
3.1.4 微机常用操作系统介绍	70	4.3 办公软件	106
3.2 用户操作界面和编程接口	71	4.3.1 字处理软件的发展及功能	107
3.2.1 操作界面的演变	71	4.3.2 表格处理软件的发展及功能	108
3.2.2 图形用户界面的基本对象	72	4.3.3 演示文稿制作软件的发展及功能	109
3.2.3 应用程序编程接口	75	4.4 电子文档的建立与处理	110
3.3 文件管理	76	4.4.1 电子文档的建立	110
3.3.1 文件命名和分类	76	4.4.2 电子文档的基本处理	112
3.3.2 文件目录	78	4.4.3 电子文档的高效处理	119
3.3.3 文件结构和存取方法	80	4.5 电子表格的建立与处理	127
3.3.4 文件分配表与文件系统	81	4.5.1 电子表格的建立及输入	127
3.4 设备管理	84	4.5.2 电子表格的基本处理	130
3.4.1 设备的连接与标识	84	4.5.3 电子表格的高级处理	136
3.4.2 设备分配	86	4.6 演示文稿的建立与处理	140
3.4.3 输入/输出控制	88	4.6.1 演示文稿的建立及输入	141
3.4.4 磁盘管理	89	4.6.2 演示文稿的编辑和修饰	144
3.5 内存管理	92	4.6.3 演示文稿的放映	147
3.5.1 内存物理地址与程序逻辑地址	92	本章小结	149
3.5.2 内存分配	93	习题与思考	149
3.5.3 虚拟存储器	94		
3.6 CPU 管理	94	第 5 章 计算机网络与网络计算	152
3.6.1 程序运行过程	95	5.1 计算机网络概述	152
3.6.2 进程和线程	96	5.1.1 计算机网络功能	153
3.6.3 进程(线程)的控制状态	98	5.1.2 计算机网络的分类	153
本章小结	99	5.1.3 网络传输介质	156
习题与思考	99	5.2 网络模型与协议	158
第 4 章 办公文件处理	101	5.2.1 OSI 参考模型	158
4.1 办公自动化概述	101	5.2.2 网络协议	159
4.1.1 办公自动化	101	5.3 计算机局域网	160
4.1.2 办公自动化系统	101	5.3.1 局域网概述	160
4.2 办公文件	102	5.3.2 局域网硬件	161
4.2.1 实用文体	102	5.3.3 无线局域网	163

5.4 因特网.....168	7.1.1 数据库的定义与概念.....210
5.4.1 因特网的诞生及发展 168	7.1.2 数据库技术的发展.....211
5.4.2 因特网架构 170	7.2 数据模型212
5.4.3 因特网基本概念及接入技术 171	7.2.1 数据和信息212
5.4.4 因特网基本应用 177	7.2.2 数据模型214
5.5 网络数字化生存.....181	7.2.3 关系数据库215
5.5.1 网络即时通信 181	7.3 数据库系统与数据库管理系统216
5.5.2 搜索引擎及网络信息检索 183	7.3.1 数据库系统216
5.5.3 电子商务 185	7.3.2 数据库管理系统217
5.5.4 网络化学习 186	7.4 基于 Access 的数据库应用设计218
本章小结.....187	7.4.1 创建数据库和数据表218
习题与思考.....187	7.4.2 数据表的关系222
第 6 章 问题求解与程序设计190	7.4.3 数据查询222
6.1 计算机求解问题的方法.....190	7.4.4 窗体224
6.2 算法及算法的描述.....191	7.4.5 报表225
6.2.1 算法的定义 191	7.5 结构化查询语言227
6.2.2 算法的基本特征 192	7.5.1 SQL 介绍227
6.2.3 算法的评价 192	7.5.2 SQL 查询228
6.2.4 算法的描述 192	本章小结235
6.2.5 算法的表示 194	习题与思考235
6.3 程序设计语言及程序设计.....196	第 8 章 多媒体技术238
6.3.1 程序设计语言 196	8.1 多媒体技术基础238
6.3.2 程序设计过程 199	8.1.1 多媒体概述.....238
6.4 程序设计方法.....199	8.1.2 常用多媒体软件.....241
6.4.1 结构化程序设计方法 200	8.1.3 多媒体的应用领域.....242
6.4.2 面向对象程序设计方法 201	8.1.4 多媒体的应用前景.....244
6.5 计算思维能力的培养.....204	8.2 多媒体硬件244
6.5.1 计算思维的概念及意义 204	8.2.1 多媒体个人计算机.....245
6.5.2 计算思维的特征 205	8.2.2 多媒体设备.....245
本章小结.....207	8.3 数字音频处理252
习题与思考.....207	8.3.1 声音基础知识.....252
第 7 章 数据库技术210	8.3.2 音频数字化.....253
7.1 数据库技术概述.....210	8.3.3 数字音频处理.....257
	8.4 数字图像处理260
	8.4.1 图像基础知识.....261

8.4.2 颜色模式·····	264	9.5.2 超链接的类型·····	306
8.4.3 数字图像处理·····	266	9.6 网页布局·····	307
8.5 动画制作·····	275	9.6.1 使用表格布局·····	307
8.5.1 动画基础知识·····	275	9.6.2 使用框架进行布局·····	308
8.5.2 Flash 动画制作·····	277	9.6.3 使用层叠样式表进行布局·····	310
本章小结·····	286	9.7 表单页面·····	311
习题与思考·····	286	9.7.1 表单对象·····	311
第 9 章 网页制作 ·····	289	9.7.2 在网页中使用表单·····	312
9.1 网页制作语言和工具·····	289	9.8 网站发布与维护·····	314
9.1.1 超文本标记语言 HTML·····	289	9.8.1 网站测试·····	314
9.1.2 可扩展标记语言 XML·····	292	9.8.2 网站发布·····	314
9.1.3 XHTML 与层叠样式表 CSS·····	293	9.8.3 网站维护·····	315
9.1.4 脚本语言·····	293	本章小结·····	315
9.1.5 网页制作语言的发展 HTML 5·····	294	习题与思考·····	315
9.1.6 常用网页制作工具与选择·····	294	第 10 章 信息安全 ·····	318
9.2 网站建设概念与步骤·····	295	10.1 信息安全概述·····	318
9.2.1 网站与网页·····	295	10.1.1 信息安全的概念·····	318
9.2.2 网站设计步骤·····	296	10.1.2 信息安全研究内容·····	319
9.3 网页中的文字与格式化·····	297	10.2 计算机病毒及恶意程序·····	320
9.3.1 网页中的文字·····	297	10.2.1 计算机病毒及其防治·····	321
9.3.2 网页属性及标题·····	298	10.2.2 恶意程序及其防治·····	324
9.3.3 段落格式化·····	299	10.3 信息安全技术·····	327
9.3.4 字符格式化·····	300	10.3.1 密码技术·····	327
9.4 网页中使用多媒体·····	301	10.3.2 数字签名与数字证书·····	328
9.4.1 文件的位置和路径·····	301	10.3.3 防火墙技术·····	328
9.4.2 音乐的插入与设置·····	303	10.4 个人网络信息安全策略·····	329
9.4.3 图像的插入与设置·····	304	10.4.1 个人密码安全策略·····	329
9.4.4 视频的插入与设置·····	304	10.4.2 数据的备份与恢复·····	330
9.4.5 动画的插入与设置·····	305	10.4.3 文件磁盘加密技术·····	331
9.5 创建超链接·····	305	本章小结·····	334
9.5.1 超链接·····	306	习题与思考·····	334

第 1 章

信息社会与计算技术

2006 年 3 月举行的第 60 届联合国大会通过决议，将每年 5 月 17 日定为“世界信息社会日”，标志着信息化对人类社会的影响进入了一个新的阶段。信息社会的发展必然导致生产力、产业结构、生活方式等一系列社会发展和变革。在此背景下，信息素养和计算思维能力已成为现代人才培养的基本要素。本章介绍信息化历程和计算技术发展过程，并从利用计算机进行信息处理的角度，详细介绍各种信息在计算机中的表示方法，以及计算技术的发展趋势。

1.1 信息与计算

信息 (Information) 是对社会、自然界的客观事物特征、现象、本质及其运动规律的描述。其内容能通过某种载体 (如符号、声音、文字、图形、图像等) 来表征和传播。信息是有价值的，人类离不开信息。信息和物质、能量是构成世界的三大要素。

计算 (Computing) 是使用某些方法解决问题的过程。对客观事物信息的提取、描述、加工、变换的过程都属于计算范畴。信息处理离不开计算。信息化社会的生产和生活高度依赖信息，对信息的生产和消费需求越来越大。建立在微电子技术、计算机技术、通信技术之上的现代信息技术 (Information Technology, IT)，通过计算机的强大计算能力，推动社会信息化进程和生产力的发展。

1.1.1 信息化社会

20 世纪 60 年代提出的“信息化”概念还仅仅是预示着信息技术和信息产业在经济和社会发展中的作用将日益增强，并逐步发挥主导作用。到 80 年代，社会生活逐渐步入“3C”时代 (Computer, Communication, Control) 和“3A”时代 (Factory Automation, Office Automation, House Automation)，信息社会初现端倪。90 年代的网络多媒体技术和信息高速公路建设真正将人类社会带入到信息社会。

1. 信息化社会的基本特征

信息化社会是指以信息技术为基础，以信息产业为支柱，以信息生产和消费为标志的社会。信息化是充分利用信息技术，开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，推动经济社会发展转型的历史进程。与工业化一样，信息化是一个动态变化的过程，是信息技术不断开发和利用以及信息产品不断创造和发展的过程。信息化是社会生产力发展的必然，它不仅是一次技术革命，更是一次深刻的认识革命和社会革命。在以网民为基础的信息社会里，人们的行为方式、思维方式甚至社会形态都将发生显著的变化。

2. 我国的信息化发展战略

2006 年 5 月,我国出台了《2006—2020 年国家信息化发展战略》。2010 年 10 月国务院发布的《国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定》中,新一代信息技术产业被列为七大国家战略性新兴产业体系。2011 年的政府工作报告中更是将新一代信息技术产业排在七大战略新兴产业中的第一位,这表明国家在整体战略规划上对信息技术产业的发展给予了很高的期望。新一代信息技术主要包括新一代通信网络、物联网、三网(广电网、电信网和互联网)融合、新型平板显示、高性能集成电路和以云计算为代表的高端软件。

3. 信息化带来的社会变革

在信息社会中,以开发和利用信息资源为目的的经济活动迅速扩大,逐步成为国民经济活动的主要内容,并构成信息社会的物质基础。在信息化浪潮的冲击和社会信息化大背景下,整个社会的方方面面都在发生巨大变革,可以概括为以下几个主要方面。

(1) 生产方式的转变

正如机器的普遍采用将手工作坊的生产方式改造成为机器大工业的生产方式一样,信息化促使传统产业进行升级改造。自动化的生产方式逐步取代传统的机械化生产方式,进一步把人类从繁重的体力劳动中解放出来,提高了生产效率;“刚性化”规模生产逐步转变为“柔性化”定制生产,使企业可以根据市场变化灵活而及时地在一个制造系统上生产各种产品;大规模集中式的生产方式正在转变为规模适度的分散型生产方式。新型生产方式对信息和知识的依赖度越来越高。

(2) 新兴产业的兴起与就业结构演变

信息社会造就了新的产业结构。全国各地的信息技术产业园、数字媒体创意园区等如雨后春笋般涌现,以信息产品开发为主的数字园区蓬勃发展。继传统的三大产业之后,信息产业正逐步成为第四大产业。信息技术对传统产业的改造,使传统产业与信息产业之间逐步融合,进一步加快了整个产业结构向服务业、信息业的转型。除了商业贸易、金融保险、交通运输服务业外,现代物流、卫生保健、娱乐传媒、公共福利事业、科学成果与技术开发等服务业不断发展壮大,新型数字文化产业异军突起。以文化产业为代表的信息劳动者的增长是社会形态由工业社会向信息社会转变的重要特征。

(3) 数字化生产和数字化生活方式形成

数字化的生产工具在生产和服务领域广泛普及和应用。工业社会所形成的各种生产设备已逐步被信息技术所改造,成为一种智能化的设备。农业生产也将建立在基于信息技术的智能化设备的基础之上。社会服务更是建立在智能化、网络化设备之上,并且成为信息时代的标志,如电信、金融、商业、保险等服务已高度依赖网络信息设备。由于信息技术的广泛应用,智能化设备的普及,政府、企业组织结构进行了重组,行为模式都将发生新的变化。

在高度信息化社会中,智能化的综合信息网络遍布社会的各个角落,“无论何事、无论何时、无论何地”人们都可以获得文字、声音、图像信息。易用、价廉、随身的消费类数字产品及各种基于网络的 3C 家电将构造出个域网环境,人们将生活在一个被各种信息终端所包围的社会中。个域网下的数字化生存,促使人们的工作方式、生活方式、消费方式、思维方式等各个方面发生变革。

(4) 新的交易方式和就业形态形成

信息技术促进了市场交易内容的拓展和交易方式的电子化。知识、创意、技术、人才都成为了交易的主体;网络虚拟经济全面融入现实社会,电子商务等新的交易手段拓展了交易的空间和

时间。传统的固定时间、固定岗位的就业形态面临弹性工作时间和网络化工作环境的挑战。

4. 信息技术与信息素养

当前,许多发达国家正由信息社会向知识社会快速发展,这要求人们必须具备基本信息素养。信息素养(Information Literacy)是指人们能够适时获取信息,对信息进行评价和判断,并有效利用信息的能力。信息素养不仅包括熟练运用当代信息技术的基本技能,还包括获取信息和加工信息的能力,运用多媒体和网络表达信息的能力,以及批判性地评价、选择信息的能力。

信息技术是构筑信息素养的基础。信息素养不仅仅是掌握信息技术,它是一种综合运用信息的能力。当今,对信息的获取、加工、传播、利用都是借助计算机及其通信网络来实现的。计算机应用能力构成了信息素养的基础,因此,迫切需要从应用计算机解决实际问题的能力培养着手,提高人们的信息素养。

应用计算机解决实际问题,实质上就是将现实中各种问题抽象为一些可计算的符号、方法和过程,建立相应的计算模型,然后由计算机进行处理,寻找解决方案。其中,建立计算模型的过程需要一定的计算思维能力,而计算思维能力的提高,离不开信息素养的积累。

人们既是信息的消费者,又是信息的生产者。在信息社会里,每个人都要学会在信息海洋里来去自如,培养认知能力和批评精神,以便区分有用信息和无用信息。信息社会也使得创新不再是少数科技精英的专利,而成为更为广泛的大众参与。由此,人类最基本的能力除了听、说、读、写之外,计算能力也是最基本的能力,这些基本能力是交流与思维的基础。在激烈竞争的知识社会里,计算思维能力的发展尤为重要。

 **思维训练:**在信息社会逐步向知识型社会转型的过程中,许多传统的职业逐渐消亡,“好”职业转眼风光不再,而新型行业悄然萌动。如何看待所学专业、择业方向、就业前景?

1.1.2 计算力就是生产力

在信息技术高速发展的今天,“计算”早已超出了数学运算的范畴。广义的“计算”已拓展为使用信息技术解决各种问题的方法和步骤。在互联网逐步普及并融入大众生活的时代,人们遇到任何问题,都可能想到从互联网上寻找答案和解决方案。使用浏览器搜寻答案的过程就是互联网计算的实例。许多复杂的问题,比如金融投资、经济发展预测、城市交通管理、防灾减灾预测等,人们会通过建立数学模型、借助计算机的计算能力进行推演、仿真、虚拟,以寻求解决方案,这也是计算。

其实,人类的思维活动中进行着大量的比较、判断等基本的计算过程。任何智能设备都具有计算能力,计算力(Computing Power)成为未来智能设备的重要指标。人类科技的发展从未如现在这样依赖计算,某种程度而言,“计算力”标志着一个国家的科技实力、创新能力和经济发展水平。

1. 计算力成就了智能设备

数字化智能设备代表着先进的生产力,是当前乃至今后一段时期内发展的方向。现代设备技术升级和改造主要是进行数字化、智能化和网络化改造。所谓数字化和智能化,本质上是利用微处理器、数字信号处理器、微控制器等集成芯片的计算能力实现设备的程序化和自动化控制。例如,汽车、空调、自动机械等领域的自控设备,主要通过单板机和可编程控制芯片进行自动控制。设备缺乏计算力也就丧失了智能。广义上讲,所有智能设备都是一台计算机,都具备计算能力。全球智能设备的数量已达到数百亿计,如何充分利用智能设备的计算能力,提高生产效率和管理水平,降低社会生活成本,需要人们有更多的创新思维。

2. 计算力造就了虚拟技术

数字虚拟技术在信息化进程中举足轻重。在网络环境中虚拟地处理和解决现实世界的问题，这在 20 年前还被视为科学幻想。但如今，在社会和经济的许多领域，虚拟技术都在开拓着人们的新视野，并带来巨大的经济效益。在工业领域，虚拟制造技术正在改变生产流程。例如，汽车设计和生产中使用仿真而非物理模型来测试生产技术，能大量节约成本和缩短研发周期。建筑及装饰行业早就利用计算机三维动画虚拟现实场景，辅助完成建筑规划、设计、装修以及房屋销售。在教育培训、网络游戏、娱乐休闲等领域，虚拟技术的应用更是不胜枚举。

虚拟技术就像是 10 年前的互联网，它已经成为一种不可阻挡的潮流。随着高性能计算机的发展以及宽带网络基础设施的普及，虚拟技术将成为推动未来经济发展的强大动力。这些硬件设备所提供的计算力和存储性能，是虚拟技术走向成熟和广泛应用的物质基础。

3. 计算力是数字世界的基石

通过 Google Earth 可以在网络上畅游世界，“数字地球”已逐步呈现在人们眼前。未来更清晰、更精细的数字地球绘制的前景，将推动信息社会向着更高层次发展。计算力是数字世界的基石。依靠强大的计算力，可以给人们带来全新的数字化体验和纯粹的数字化生活。在当今时代，拥有更强的计算能力，就可以获得更多竞争优势。计算力也正在激发源源不断的创造力。

人类对计算能力的追求从未间断。电子计算机的发明使人类的计算能力有了本质上的飞跃，计算机运行速度之快、处理数据量之大，是人的脑力及体力望尘莫及的。高性能计算在流体力学、有限元、计算化学、材料科学、生物计算、气象计算等领域应用的深度和广度在飞速提高，这些应用也正是一个国家核心竞争力和创造力的体现。

计算力就是生产力乃至战斗力的例证多不胜数。例如，计算机破解密码在第二次世界大战中起到关键作用。在当代，有了超级计算机，核试验可以不必实地进行，天气预报可以更加精确，甚至跟外星人对话也可以通过计算机来实现。如果说科学技术是第一生产力，那么计算力是科学技术的基础和核心。人们常说“知识就是力量”，在此可以毫不夸张地说计算力就是生产力！

 **思维训练：**在信息社会，计算的内涵和外延已得到丰富和充分的扩展。如何理解计算？你的生活和工作中哪些内容都在“计算”？

1.2 计算工具的发展

人类发展史首先就是生产工具（包括计算工具）推动生产力发展的历史。生产力的发展必然要求有更先进的计算工具适应社会生产的需要。计算是因为生产和生活的需要而产生和发展的，计算离不开计算工具。

1.2.1 计算工具的发展

在人类进化和文明发展的漫长历程中，人的大脑逐渐有了一种特殊的本领，那就是把各种事物直观的形象变成抽象的符号和数字，进行记录和推演，形成抽象思维活动。我国古代的象征文字就是一个例证。正是由于能够在“象”和“数”之间相互转换，人类才真正具备了认识世界的能力。

1. 远古人类的计算

群居生活和劳动分工，使人类祖先有了财富的积累。对财富的分配和交易促使他们借助外物来表示和记录数量。在古人类曾经生活过的岩洞里发现的刻痕，说明人类文明发展的早期就有了计算的需要和能力。人与生俱来就有十个手指，掰着手指头数数就是最早的计算方法，十进制至今仍是人们最熟悉的计数法。拉丁语中的单词 Calculus 译为“计算”，但其本意是用于计算的小石子。手指和石头就是人类最早的“计算机”。

2. 算筹与算盘

随着群居队伍的壮大和生产规模的发展，需要记录和演算的数字越来越大，用手指和石子计数受到限制。人们开始学会用木棍或竹子制作很多长度和粗细适中、便于携带和摆放的棍子来计数，并总结了一套棍子的摆放方法和计算规则，由此产生了“算筹”。如图 1-1 所示。我国在 2000 多年前的春秋战国初期，算筹的使用已经非常普遍。

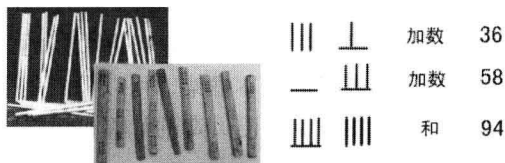


图 1-1 算筹及计算方法示意

随着生产的发展和分工进一步细化，商品经济逐步形成，人们对计算的要求越来越高，用算筹计算难以满足社会发展的需要。大约在汉代，人们开始用珠子代替棍子，将珠子穿在细竹杆中制成可以上下移动的珠串，将多个珠串并排嵌在木框中，作为计算工具，并总结了一套计数规则和计算口诀，中国古代最伟大的计算工具“算盘”诞生了。随着算盘的使用，人们总结出许多计算口诀，使计算的速度更快。算盘相当于“硬件”，而口诀相当于“软件”。算盘本身还可以存储数字，它帮助中国古代数学家取得了不少重大的科技成果，在人类计算工具史上具有重要的地位。

3. 模拟计算工具

15 世纪以后，随着天文学、航海业的发展，计算工作日趋繁重，迫切需要新的计算方法并改进计算工具。1621 年，英国人埃德蒙·甘特（Edmund Gunter, 1575—1660 年）发明的计算尺开创了模拟计算的先河。用它可以完成乘法、除法、幂、平方根、指数、对数和三角函数运算。在它的基础上人们又发明了多种类型的计算尺，如 1630 年英国剑桥的 William Oughtred 发明的圆算尺。这些计算工具曾为科学和工程计算做出了巨大的贡献。计算尺在 1970 年代之前仍被广泛使用，之后才被电子计算器所取代。计算尺与圆算尺如图 1-2 所示。

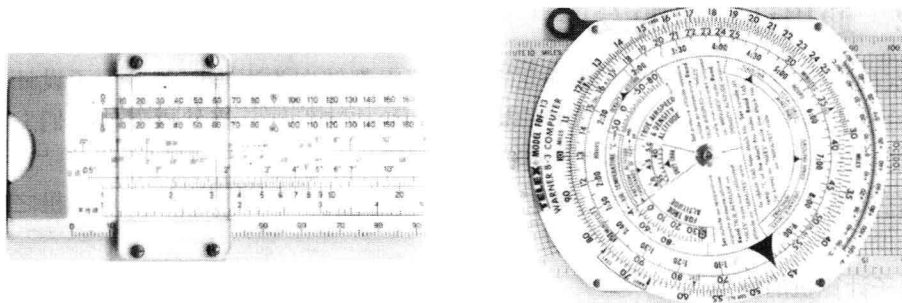


图 1-2 计算尺与圆算尺

4. 机械计算机

17 世纪中叶,以蒸汽机为代表的工业革命导致各种机器设备的大量发明,要实现这些发明最基本的问题就是计算。在此背景下,一批杰出的科学家相继开始尝试机械式计算机的研制,并取得了丰硕的成果。

1642 年,法国数学家布莱士·帕斯卡(Blaise Pascal, 1623—1662 年)利用一组齿轮转动计数的原理,设计制作了人类第一台能做加法运算的手摇机械计算机。这种通过齿轮计数的设计原理对计算机的发展产生了持久的影响,至今的许多计量设备都能寻到它的踪迹。

1673 年,德国数学家戈特弗里德·威廉·莱布尼茨(Gottfried Wilhelm von Leibniz, 1646—1716 年)改进了帕斯卡的加法器,使之可以计算乘除法,结果可以达到 16 位,从而使机械设备能够完成基本的四则运算。机械式计算机的构造和性能虽然简单,但其中体现的许多原理和思想已经开始接近现代计算机。

1822 年,英国数学家查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage, 1792—1871 年)曾尝试设计用于航海和天文计算的差分机和分析机,这是最早采用寄存器来存储数据的计算机。他设计的分析机引进了程序控制的概念,已经有了今天计算机的基本框架,可以看成是采用机械方式实现计算过程的最高成就。但是,由于技术和工艺上的限制,巴贝奇的计算机最终没有取得成功。

5. 电控计算机

1884 年,美国人赫曼·霍列瑞斯(Herman Hollerith, 1860—1929 年)受到提花织机的启示,想到用穿孔卡片来表示数据,制造出了制表机并获得了专利。它采用电气控制技术取代纯机械装置,将不同的数据用卡片上不同的穿孔表示,通过专门的读卡设备将数据输入计算装置。这是计算机发展史上的第一次质变,以穿孔卡片记录数据的思想正是现代软件技术的萌芽。制表机的发明是机械计算机向电气技术转化的一个里程碑,标志着计算机作为一个产业开始初具雏形,它的发展也直接导致了著名的 IBM 公司诞生。

20 世纪初期,随着机电工业的发展,出现了一些具有控制功能的电器元件,并逐渐用于计算工具中。1944 年,霍华德·艾肯(Howard Aiken, 1900—1973 年)在 IBM 公司的赞助下领导研制成功了世界上第一台自动数字计算机 MARK-I,实现了当年巴贝奇的设想。这台机器使用了 3 000 多个继电器,故有继电器计算机之称。这是世界上最早的通用自动程控计算机之一,它取消了齿轮传动装置,以穿孔纸带传送指令。穿孔纸带上的这些“小孔”不仅能控制机器操作的步骤,而且能用来运算和储存数据。

思维训练:从帕斯卡的机械加法器发明和霍列瑞斯制表机发明可以看出,计数的道具(齿轮、穿孔卡片)在数和形的抽象过程中所起的作用。如何看待“有形实物”和“数字符号”的转化过程对计算的影响?

1.2.2 通用计算机的发展

第二次世界大战期间,各国科学研究的主要精力都转向为军事服务。为了设计更先进的武器,不论是机械制造业还是电气、电子技术都开始快速发展,当然也促使人们发明更先进的计算工具。比如,为了快速破译德军密码,英国科学家于 1943 年研制成功了“巨人”计算机。虽然它算不上真正的数字电子计算机,但在继电器计算机与现代电子计算机之间起到了桥梁作用。

1. 电子计算机的诞生

1946 年 2 月,美国费城大学的科研人员研制出的世界上第一台电子计算机 ENIAC(Electronic

Numerical Integrator and Calculator) 就是为美军用于炮弹弹道轨迹计算而设计的。ENICA 是一个占地面积达 170 平方米, 总重达 30 吨的庞然大物。它使用了 18 000 只电子管, 7 000 只电阻器, 10 000 只电容器, 耗电量和发热量都很大。每秒进行 5 000 次加法运算, 能轻松完成弹道轨迹计算, 比当时最快的继电器计算机的运算速度要快 1 000 多倍。为了指示计算, ENICA 用了 6 000 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盘, 这使当时从事计算的科学家看上去更像是在干体力活。

ENICA 是一个划时代的计算工具, 宣告了人类从此进入电子计算机时代。针对 ENICA 缺乏存储能力, 需要通过开关和配线盘操纵机器的缺点, 美国数学家冯·诺依曼(J. Von Neumann) 提出了“存储程序原理”来解决这些难题, 也就是把原来通过切换开关和改变配线盘来控制的运算步骤, 以程序方式预先存放在计算机中, 然后让其自动计算。现代的电子计算机正是沿着这条光辉大道前进的。

2. 从电子管到超大规模集成电路

计算机发展至今总体上经历了 4 次更新换代, 正朝着第五代计算机发展。

第一代计算机(1946—1958 年)。以电子管为主要元器件设计的计算机, 电路是由单个电子管、电阻、电容等分离元件经过焊接组装起来的。运算速度在每秒数千次到几万次之间。计算机软件还处于初始发展阶段, 人们使用机器语言与汇编语言编制程序。应用领域主要是科学计算。第一代计算机不仅造价高、体积大、能耗高, 而且故障率高。

第二代计算机(1959—1964 年)。1947 年, 美国贝尔实验室研制出了第一个半导体三极管(晶体管)。它既能代替电子管的工作, 又具有尺寸小、重量轻、寿命长、效率高、功耗低等优点。1954 年贝尔实验室研制成功了第一台使用晶体管线路的计算机, 1958 年底, 第一批量产民用晶体管计算机 IBM 1403 投入运行, 标志着晶体管计算机时代正式到来。晶体管计算机电路由单个晶体管、电阻、电容等分离元件经过焊接组装成的, 运算速度在每秒数万次到几百万次之间。这期间的计算机开始使用高级语言设计软件, 出现了较为复杂的管理程序, 应用已扩展到数据处理、事务处理等领域。

第三代计算机(1965—1971 年)。采用中小规模集成电路设计的计算机, 运算速度在每秒数百万次到几千万次之间。计算机软件出现了分时操作系统和交互式高级语言。计算机应用扩展到文字处理、企业管理、自动控制等领域。1964 年生产的 IBM 360 大型机为典型机型。第三代计算机的体积和功耗都得到进一步减小, 可靠性和速度也得到了进一步提高, 产品实现了系列化和标准化。

第四代计算机(1972 年至今)。采用大规模集成电路(LSI)或超大规模集成电路(VLSI)设计的计算机, 运算速度超过每秒数千万次。计算机软件也越来越丰富, 出现了数据库系统、网络软件等。计算机应用已经涉及国民经济的各个领域。特别是随着微型计算机以及计算机网络的出现, 计算机进入了办公室和家庭。第四代计算机的各种性能都得到了大幅度地提高, 新型号的计算机层出不穷, 计算机领域空前活跃。

20 世纪中期, 人们虽然预见到了工业机器人的大量应用和太空飞行的出现, 但却很少有人深刻地预见到计算机技术对人类巨大的潜在影响, 甚至没有人预见到计算机的发展速度是如此迅猛, 如此地超出人们的想象。那么在新的世纪里, 计算机技术的发展又会沿着什么样的轨迹运行呢?

3. 电子计算机的发展方向

电子计算机正在向巨型化、微型化、网络化和智能化这 4 个方向发展。巨型化并不是指计算

机的体积大,而是指具有运算速度快、存储容量大、计算精度高、功能完善的计算机系统。其运算速度通常在每秒数百亿次以上,存储容量超过百万兆字节。巨型机的应用如今已日渐广泛,如航空航天、军事工业、气象预报、经济统计分析、人工智能等几十个学科领域发挥着巨大作用,特别是在复杂的大型科学计算领域,其他类型计算机难以胜任。

计算机的微型化得益于超大规模集成电路的飞速发展。微处理器自 1971 年问世以来,一直遵循摩尔定律飞速发展,使得以微处理器为核心的微型计算机的性能不断跃升。现在,除了放在办公桌上的台式机,还有随身携带的笔记本电脑、平板电脑,以及可以握在手上的掌上电脑等。未来将计算机植入人体也不会仅仅只是梦想。

现代通信技术与计算机技术相结合产生的网络技术,将众多的计算机相互连接形成规模庞大、功能多样的网络系统,实现了相互传递和资源共享。“网络就是计算机”的概念已经逐步变为现实。

计算机的智能化就是要求计算机具有人的智能,即让计算机能够进行图像识别、定理证明、研究学习、联想、探索、启发和理解人的语言等,它是新一代计算机要实现的目标。目前正在研究的智能计算机是一种具有类似人的思维能力,能够“看”、“听”、“说”、“想”、“做”的机器人,能替代人的一些体力劳动和脑力劳动。机器人技术近几年发展非常快,并越来越广泛地应用于人们的工作、生活和学习中。智能计算机也正是第五代计算机发展的目标。

4. 计算机的未来

计算机中最重要的核心部件由集成芯片构成。芯片制造技术的不断进步是五十多年来推动计算机技术发展的根本动力。目前的芯片主要采用光蚀刻技术制造,即让紫外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。随着紫外光波长的缩短,芯片上的布线宽度将会继续大幅度缩小,同样大小的芯片上可以容纳更多的晶体管,从而推动半导体工业继续前进。但是,紫外光波长缩短到小于 193nm 时(蚀刻线宽 0.18nm),传统的适应透镜组会吸收光线而不是将其折射或弯曲。为此,研究人员正在研究下一代光刻技术,包括极紫外光刻、粒子束投影光刻、角度限制投影电子束光刻以及 X 射线光刻技术。

然而,以硅为基础的芯片制造技术的发展不是无限的。由于存在磁场效应、热效应、量子效应以及制作工艺上的困难,当线宽低于 0.1nm 以后,就必须开拓新的制造技术。那么,哪些技术有可能引发下一次的计算机技术革命呢?

现在看来有可能的技术至少有 4 种:纳米技术、光技术、生物技术和量子技术。应用这些技术的计算机从目前来看达到实用的可能性还很小,但这些技术具有引发计算机技术革命的潜力,因此一直是人们研究的焦点。

思维训练: 计算机总是要借助一些核心元件的物理特性来实现的。随着硅基芯片技术开发极限的临近,其替代技术中哪一种最有可能率先从实验室走向市场?

1.3 信息的表示

信息技术的核心是使用现代计算机的计算能力处理和存储信息,使用网络通信技术传输信息。信息化最基础的工作就是实现信息与计算机数据的相互转化,即将各种信息进行编码,转化为计算机能接受和处理的数据,需要呈现信息时再将计算机数据转化为文字、声音、图像、视频等各种形式的信息。因此,首先需要了解人类感知的各种信息在计算机中如何表示。

1.3.1 计算机为何使用二进制

提到数量,往往与计数方式和计量单位相联系。人们计数的方式和种类非常多,直到阿拉伯数字传遍全球,并成为全世界通用的计数符号,阿拉伯数字已深深嵌入人们的思维之中。对于一般事物的度量,人们通常都采用十进制计数;而对时间的计数则采用了多种数制。那么,数制的本质是什么?

1. 数制

数制是用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。数制由数码、基数、位权构成了一定的计数规则。数制中表示基本数值大小的不同符号称为数码,如十进制的数码有10个,依次为0、1、2、3、4、5、6、7、8、9;基数是数制所使用数码的个数,十进制的基数为10,二进制的基数为2;数制中某一位上的1所表示数值的大小称为位权,其值为基数的幂。

在计算各位数字的位权时,数字所在位置总是以小数点为基准,分别向两边计算,整数部分位置从低到高(从右到左)依次为0、1、2、3...,小数部分位置从高到低(从左到右)依次为-1、-2、-3...。由此,十进制数第*i*位的权为 10^i (*i*为整数)。这也就是十进制规则常说的“逢十进一、借一当十”。注意,个位的位置为0而不是1,所以其位权为 $10^0=1$ 。

依照这样的数制规则,可以定义一个R进制的计数制:基数为R;数码有R个,可以借用0、1、2等阿拉伯数字,不够时再借用A、B、C等英文字母;位权为 R^i ,规则为“逢R进一、借一当R”。常用数制如表1-1所示。

表 1-1

数制表示

二 进 制	十 进 制	十 六 进 制
基数: 2	基数: 10	基数: 16
数码: 0, 1	数码: 0, 1, ..., 9	数码: 0, 1, ..., 9, A, ..., F
位权: 2^i	位权: 10^i	位权: 16^i
示例: 1011.01	示例: 79.3	示例: 5B.2F
$=2^3+2^1+2^0+2^{-2}$	$=7 \times 10^1+9 \times 10^0+3 \times 10^{-1}$	$=5 \times 16^1+11 \times 16^0+2 \times 16^{-1}+15 \times 16^{-2}$
$=11.25$ (十进制)	$=79.3$ (十进制)	≈ 91.18359 (十进制)

任意R进制的数值大小(相当于十进制的数值),等于各位的数码(位序值)乘以位权之和。

2. 二进制数的特点

(1) 算术运算

由表1-1可知,二进制数只有0和1两个数码,二进制的算术运算公式简单,共有加法和乘法各3条运算,如表1-2所列。二进制数减法可以转化为加法运算(详见1.3.2小节),除法可以转化为移位运算和加法运算。二进制数左移1位相当于乘2,右移1位相当于除以2。很显然,计算机利用二进制进行运算比利用十进制运算简单得多。

表 1-2

二进制加法、乘法运算

加 法 运 算	乘 法 运 算
$0+0=0$	$0 \times 0=0$
$1+0=0+1=1$	$1 \times 0=0 \times 1=0$
$1+1=10$	$1 \times 1=1$