

21 世纪

高级应用型人才



信息导论

张治元 张耀辉 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

信息导论

张治元 张耀辉 编著

西安电子科技大学出版社

内容简介

本书比较系统地介绍了信息的基础知识。全书分四个部分,共12个模块。第一部分(模块1~模块3)为信息技术基础,从总体上介绍信息与计算、计算机系统、数据库管理系统等基础知识;第二部分(模块4~模块6)为多媒体技术,分别介绍图形与图像、动画以及视频与编码标准等知识;第三部分(模块7~模块9)为网络与信息安全,分别介绍网络技术基础、三网融合技术以及信息安全技术等知识;第四部分(模块10~模块12)为信息技术发展,简要介绍云计算、物联网以及移动互联网的相关知识。

本书取材既重视基础理论,又面向实际应用;既讲述成熟的原理,又适当介绍发展中的前沿课题。本书可作为高等学校电子信息类专业的基础课教材,也可作为技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

信息导论/张治元,张耀辉编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.9
ISBN978-7-5606-3163-9

I. ①信… II. ①张… ②张… III. ①信息学 IV. ①G201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 203485 号

策划编辑 杨丕勇

责任编辑 王 瑛 杨丕勇

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 17

字 数 402千字

印 数 1~3000册

定 价 29.00元

ISBN978-7-5606-3163-9/G

XDUP 3455001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

自香农(C. E. Shannon)提出信息理论以来,人们对更广泛意义下的信息的研究一直没有停止,在高校中开设信息理论课已有近半个世纪的历史。

20 世纪 90 年代以来,以 Internet 为代表的计算机网络技术飞速发展,信息处理与传递突破了时间和地域的局限,人们普遍使用计算机来生产、处理、交换和传播各种形式的信息(如书籍、商业文件、报刊、唱片、电影、电视节目、语音、图形、影像等)。信息技术(Information Technology, IT)推广应用的显著成效,促使世界各国致力于信息化,而信息化的巨大需求又驱使信息技术高速发展。当前信息技术发展的总趋势是以互联网技术的发展和应用为中心,从典型的技术驱动发展模式向技术驱动与应用驱动相结合的模式转变,物联网和云计算作为信息技术新的高度和形态被提出并发展起来。随着信息资源的开发利用,人们的就业结构正从以农业人口、工业人口为主向以从事信息相关工作为主转变。对于这种趋势,美国学者总结说:“我们现在大量生产信息,就像我们过去大量生产汽车一样。”基于这一考虑,本书对上述列举的信息技术作了系统介绍。

全书分四个部分,共 12 个模块。模块 1 介绍信息与计算,通过本模块的学习,读者应该掌握信息技术的基本概念和性质、计算机中数的表示方法、不同数制间的转换,以及逻辑电路和逻辑代数的基础知识;模块 2 介绍计算机体系结构,形象地描述了计算机的硬、软件结构及其工作过程;模块 3 介绍数据库管理系统,详细讲述了数据库的三级模式结构和两级映像机制,为今后学习数据库技术奠定了基础;模块 4~模块 6 介绍多媒体技术,详细诠释了图形与图像、动画以及视频与编码标准的知识;模块 7~模块 9 介绍网络与信息安全,由浅入深地讲述了网络技术、三网融合技术、信息安全技术等;模块 10~模块 12 介绍信息技术的最新应用成果,通过学习,读者可以了解云计算的发展现状及其实现机制,掌握物联网的体系结构以及核心技术,理解移动互联网发展中的关键技术及典型应用。

本书以知识铺垫、能力取向、育人为本为指导思想,设置了有关栏目:

“模块”——针对一个复杂问题,自顶向下逐层划分成若干模块,引导读者理解模块的结构,理清模块的思路,深刻领会信息技术在实际应用中的价值。

“任务”——针对问题、情景、任务去体验某项技术的价值与意义,通过解决问题、完成任务的过程来掌握技能。

“知识引入”——提供必要的技术背景知识,使读者尽快达到学习新知识的技能要求。

“任务目标”——明确本环节的学习内容,以便对所学内容有更深入的把握。

“强化训练”——学习过程中随时进行尝试,熟悉和掌握有关技巧,以便能够更快、更准、更有效地进行相关操作。

本书在编写过程中得到了全国工业和信息化职业教育教学指导委员会委员蒋青泉教授的大力支持,在他的指导下,作者确定了本书的详细框架。湖南邮电职业技术学院计算机信息工程系的全体老师为本书的编写搜集了宝贵的第一手资料,在此对他们所做的工作深表谢意。

本书的出版得到了西安电子科技大学出版社杨丕勇及胡清华的帮助。另外，在本书的编写过程中，作者参考了国内外大量的文献，在此对相关文献的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，疏漏和不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正，联系方式 490447984@qq.com 或 zzy@csctc.net。

作 者

2013 年 5 月

目 录

第一部分 信息技术基础

模块 1 信息与计算.....2	2.2.2 CPU38
任务 1.1 信息的基本概念.....2	2.2.3 内存.....39
1.1.1 信息的定义.....2	任务 2.3 计算机软件系统.....42
1.1.2 信息的特征.....3	2.3.1 系统软件.....42
1.1.3 信息技术.....3	2.3.2 应用软件.....43
任务 1.2 计算与计算科学.....5	2.3.3 Windows 及其发展.....44
1.2.1 计算的历史.....5	强化训练 2.....47
1.2.2 计算机系统概述.....8	模块 3 数据库管理系统.....49
1.2.3 计算机的应用领域.....12	任务 3.1 数据库系统概述.....49
任务 1.3 计算机运算基础.....13	3.1.1 数据管理技术的发展历程.....49
1.3.1 进位计数制.....14	3.1.2 数据库的体系结构.....51
1.3.2 几种常见进制数之间的转换.....15	任务 3.2 数据模型.....53
任务 1.4 数字电路与逻辑运算.....17	3.2.1 数据模型的基本概念.....54
1.4.1 数字信号与数字电路.....17	3.2.2 E-R 模型.....55
1.4.2 逻辑代数基础.....19	3.2.3 层次模型.....59
1.4.3 其他常用逻辑运算.....22	3.2.4 网状模型.....60
强化训练 1.....23	3.2.5 关系模型.....61
模块 2 计算机系统.....24	任务 3.3 数据库的设计与管理.....63
任务 2.1 计算机基本结构.....24	3.3.1 数据库设计概述.....64
2.1.1 计算机体系结构的发展.....24	3.3.2 数据库设计的需求分析.....64
2.1.2 计算机的硬件结构.....26	3.3.3 数据库的概念设计.....65
2.1.3 计算机的指令系统.....27	3.3.4 数据库的逻辑设计.....69
2.1.4 CPU 内核结构.....31	3.3.5 数据库的物理设计.....70
2.1.5 CPU 的外核.....33	3.3.6 数据库的管理.....71
任务 2.2 微型计算机的组成.....34	强化训练 3.....72
2.2.1 主板.....34	

第二部分 多媒体技术

模块 4 图形与图像.....74	4.1.1 颜色系统.....74
任务 4.1 颜色系统与空间.....74	4.1.2 颜色空间.....82

任务 4.2 图的种类.....	87	5.3.3 VRML 的基本特性	106
4.2.1 矢量图与点阵图.....	88	5.3.4 VRML 的核心概念与体系结构	106
4.2.2 灰度图与彩色图.....	89	5.3.5 VRML 的使用方法	107
任务 4.3 图像的基本属性.....	90	5.3.6 VRML 实例	108
4.3.1 分辨率.....	91	任务 5.4 OpenGL 编程.....	112
4.3.2 像素深度.....	91	5.4.1 OpenGL 简介	112
4.3.3 真彩色、伪彩色与直接色.....	92	5.4.2 OpenGL 的工作过程.....	113
任务 4.4 图形文件格式.....	94	5.4.3 OpenGL 的相关库.....	114
4.4.1 位图文件格式.....	94	5.4.4 OpenGL 的数据类型与函数命名.....	116
4.4.2 矢量图文件格式.....	99	强化训练 5.....	117
强化训练 4.....	100	模块 6 视频与编码标准.....	118
模块 5 动画.....	101	任务 6.1 电视.....	118
任务 5.1 动画概述.....	101	6.1.1 电视技术的发展史.....	119
5.1.1 视觉暂留原理.....	101	6.1.2 彩色电视.....	119
5.1.2 动画的发展历史.....	102	6.1.3 高清晰数字电视.....	124
5.1.3 动画的应用领域.....	102	任务 6.2 视频及其数字化.....	127
任务 5.2 动画制作的软件、语言和接口.....	103	6.2.1 视频.....	128
5.2.1 动画制作软件.....	103	6.2.2 视频信号的数字化.....	131
5.2.2 动画描述语言.....	104	6.2.3 AVI 文件格式	136
5.2.3 动画编程接口.....	104	任务 6.3 视频编码标准.....	140
任务 5.3 VRML.....	104	6.3.1 MPEG 系列标准.....	140
5.3.1 VRML 简介	105	6.3.2 H.26x 系列标准.....	142
5.3.2 VRML 的发展历程	105	强化训练 6.....	143

第三部分 网络与信息安全

模块 7 网络技术基础.....	146	7.3.2 标准以太网.....	160
任务 7.1 计算机网络概述.....	146	7.3.3 快速以太网.....	165
7.1.1 计算机网络的产生与发展.....	147	7.3.4 千兆以太网.....	166
7.1.2 计算机网络的定义.....	149	7.3.5 万兆以太网.....	166
7.1.3 计算机网络的分类.....	149	任务 7.4 网络连接设备.....	166
7.1.4 计算机网络的应用领域.....	152	7.4.1 中继器(Repeater).....	167
任务 7.2 OSI 参考模型	153	7.4.2 集线器(Hub)	167
7.2.1 分层模型的基本概念.....	154	7.4.3 网桥(Bridge)	168
7.2.2 OSI 参考模型	155	7.4.4 交换机(Switch).....	170
7.2.3 各层的主要功能.....	156	7.4.5 路由器(Router)	170
任务 7.3 局域网.....	158	7.4.6 虚拟局域网(VLAN).....	172
7.3.1 IEEE 802.X 标准	159	任务 7.5 交换技术.....	174

7.5.1 电路交换.....	174	8.3.2 战略意义.....	188
7.5.2 报文交换.....	175	8.3.3 对电信行业的影响.....	188
7.5.3 分组交换.....	176	8.3.4 前景展望.....	189
强化训练 7.....	179	8.3.5 三网融合后的挑战.....	189
模块 8 三网融合技术.....	181	强化训练 8.....	190
任务 8.1 三网融合概述.....	181	模块 9 信息安全技术.....	191
8.1.1 三网融合的内涵.....	182	任务 9.1 信息安全概述.....	191
8.1.2 发展三网融合的意义.....	182	9.1.1 信息安全的内涵.....	191
8.1.3 三网融合下的用户业务需求.....	183	9.1.2 信息安全威胁分析.....	192
任务 8.2 三网融合的关键技术.....	184	任务 9.2 信息安全防范体系设计.....	198
8.2.1 技术基础.....	184	9.2.1 网络与信息安全防范体系模型.....	199
8.2.2 宽带接入技术.....	184	9.2.2 网络与信息安全防范体系模型流程.....	200
8.2.3 基于光缆的宽带光纤接入技术.....	185	9.2.3 网络与信息安全防范体系模型 各子部分介绍.....	201
8.2.4 宽带 IP 技术.....	186	9.2.4 网络与信息安全防范体系模型 各子部分之间的关系及接口.....	205
8.2.5 视频编码技术.....	186	强化训练 9.....	206
8.2.6 软件技术.....	187		
任务 8.3 三网融合的影响及发展前景.....	187		
8.3.1 工作目标.....	187		

第四部分 信息技术发展

模块 10 云计算.....	208	任务 11.1 物联网概述.....	227
任务 10.1 云计算概述.....	208	11.1.1 物联网的定义.....	227
10.1.1 云计算的概念与特点.....	208	11.1.2 物联网的发展现状和趋势.....	229
10.1.2 云计算的发展现状.....	211	11.1.3 物联网发展对经济的影响.....	233
10.1.3 云计算的实现机制.....	212	11.1.4 中国物联网发展历程.....	234
10.1.4 网格计算与云计算.....	213	任务 11.2 物联网层级体系结构.....	235
任务 10.2 云计算的应用方向与实例.....	216	11.2.1 物联网应用场景.....	236
10.2.1 基础设施租用.....	216	11.2.2 物联网的需求分析.....	237
10.2.2 海量数据管理.....	217	11.2.3 物联网的体系结构.....	237
10.2.3 在线软件服务.....	218	任务 11.3 物联网的关键技术.....	238
10.2.4 云安全应用.....	219	11.3.1 感知层的关键技术.....	239
任务 10.3 云计算的发展趋势.....	221	11.3.2 网络层的关键技术.....	243
10.3.1 互联网发展的三个阶段.....	222	11.3.3 应用层的关键技术.....	245
10.3.2 云计算与 3G 和物联网.....	224	强化训练 11.....	247
10.3.3 云计算与网格融合发展.....	224	模块 12 移动互联网.....	248
强化训练 10.....	226	任务 12.1 移动互联网概述.....	248
模块 11 物联网.....	227	12.1.1 移动互联网的定义.....	248

12.1.2 移动互联网的特征.....	249	12.2.1 移动互联网的体系结构.....	254
12.1.3 移动互联网的演进.....	250	12.2.2 移动互联网的关键技术.....	255
12.1.4 中国移动互联网的发展.....	250	12.2.3 移动互联网的基本能力.....	257
12.1.5 我国移动互联网发展面临的 机遇与挑战.....	252	12.2.4 移动互联网的典型应用.....	258
任务 12.2 移动互联网的关键技术 与典型应用.....	253	12.2.5 移动互联网的业务模式.....	262
		强化训练 12.....	263
		参考文献	264

第一部分

信息技术基础

- ◆ 模块1 信息与计算
- ◆ 模块2 计算机系统
- ◆ 模块3 数据库管理系统

模块1 信息与计算

信息技术是当今知识经济社会中最先进的生产力，它的迅猛发展为国民经济注入了新的活力。信息技术的创新创造了巨大的产业和市场，引发了一场新的产业革命，使信息产业成为全球经济中融合度最高、发展潜力最大、增长速度最快的领域之一。信息技术的发展极大地改变了人们的思维方式、生产和生活方式，影响着全球科技、经济、社会 and 军事的发展，引导着人类向知识经济和信息社会的方向迈进。

★ 本模块首先系统地介绍信息的基本概念，如信息的定义与基本性质、信息技术的内容等；然后介绍计算与计算科学之间的关系；最后介绍计算机运算基础以及数字电路与逻辑运算等基础知识。通过本模块的学习，读者应该掌握信息技术中的基本概念和性质、计算机中数的表示方法、不同数制间的转换，以及数字电路和逻辑运算等基础知识。

任务 1.1 信息的基本概念

知识引入

什么是信息？信息与人们日常生活中常说的消息、数据、信号有什么区别和联系？信息具有什么基本特征？什么是信息技术？信息技术由哪些技术组成？这些都是我们学习信息技术前必须掌握的基本内容。

任务目标

- (1) 掌握信息的定义和信息的基本特征。
- (2) 掌握信息技术的定义。
- (3) 理解信息技术的基本内容。
- (4) 了解信息技术的主要技术支撑。

1.1.1 信息的定义

信息是信息论中的一个术语，指消息中有意义的内容。例如，人们接收到的广播、电视节目、信件、电话等，都是信息的具体形式。就一般意义来说，可以把信息理解成消息、情报、数据、事实、报告、知识等。

信息作为一个科学术语被提出和使用，可追溯到 1928 年 R. V. Hartley 在《信息传输》一文中的描述。他认为：信息是指有新内容、新知识的消息。关于信息，实际有多种定义。1948 年，C. E. Shannon 博士在《通信的数学理论》中给出了信息的数学定义，认为信息是

用以消除随机不确定性的东西，并提出信息量的概念和信息熵的计算方法，从而奠定了信息论的基础。Norbert Wiener 教授在其专著《控制论——动物和机器中的通信和控制问题》中阐述：信息是“我们在适应外部世界、控制外部世界的过程中，同外部世界交换内容的名称”。1956年，英国学者 Ashby 提出“信息是集合的变异度”，认为信息的本性在于事物本身具有变异度。1975年，意大利学者 G. Longo 在《信息论：新的趋势与未决问题》中指出：信息是反映事物构成、关系和差别的东西，它包含在事物的差异之中，而不在事物本身。可见，至今为止，信息的概念仍然仁者见仁、智者见智。

1.1.2 信息的特征

信息来源并存在于物质和事物运动的过程中。它可以表征物质和事物运动的性质特点及参数，也可以用来控制处理物质和事物的运动。信息看似非常抽象，却可以被观察者所感知、识别、提取、存储、显示、检索、传递、分析、处理与利用。信息是知识的来源、决策的依据、思维的材料、控制的基础和管理的保证。

信息的基本特征如下：

- (1) 无限性。信息资源是无限的，不论怎样使用它，都不会像其他物品那样被用完。
- (2) 共享性。信息可以同时为众多的使用者所共有。这是信息与一般物质资源的不同之处。转让给他人时，信息并没有被“转移”掉，而是仍保留在自己手中。
- (3) 积累效果性。如同数据库一样，越是大量生产和储存，其价值就越高。
- (4) 信用价值性。购置产品和劳务时可预先评价其内容，而购置信息不能把它的内容作为价值评价的对象事先进行评价。衡量信息价值的重要标准是信息所有者的信用。
- (5) 真伪性。获取信息的来源决定了信息的可靠程度，即真伪性。在实际生活中，尤其是战争中，信息的真伪性非常重要。

当然，信息还具有其他一些属性，如滞后性、不完全性、时效性、可扩散性等。

1.1.3 信息技术

信息作为一种资源，它的无限性、共享性，使它对于人类具有特别重要的意义。迄今为止，人类社会已经发生了四次信息技术革命：第一次信息技术革命是语言和文字的使用；第二次信息技术革命是造纸和印刷术的发明；第三次信息技术革命是电报、电话、电视及其他通信技术的发明和应用；第四次信息技术革命是计算机技术和现代通信技术在信息工作中的应用。

1. 信息技术的定义

信息技术(Information Technology, IT)是用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称。它主要是应用计算机科学和通信技术来设计、开发、安装和实施信息系统及应用软件的。信息技术也常被称为信息和通信技术(Information and Communication Technology, ICT)。

人们对信息技术的定义，因其使用的目的、范围、层次不同而有不同的表述。

【定义 1】 信息技术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、分析和利用等技术。

【定义 2】 信息技术是指在计算机和通信技术支持下用于获取、加工、存储、变换、

显示和传输文字、数值、图像以及声音信息，包括提供设备和提供信息服务两大方面的方法与设备的总称。

【定义 3】 信息技术是管理、开发和利用信息资源的有关方法、手段与操作程序的总称。

可以认为，信息技术是指开发和利用、采集、传输、控制和处理信息的技术手段，也可以将其定义为获取、传递、处理、再生和使用信息的技术。

2. 信息技术的“四基元”

人的信息器官、功能以及扩展信息器官功能的信息技术如表 1-1 所示。

表 1-1 人的信息器官、功能以及扩展信息器官功能的信息技术

人的信息器官	功 能	扩展信息器官功能的信息技术
感觉器官	获取信息	感测技术
传导神经网络	传递信息	通信技术
思维器官	加工/再生信息	计算机与人工智能技术
效应器官	使用信息	控制技术

根据上面给出的信息技术的定义和相应的分析，可以明确信息技术的四项基本内容，即信息技术的“四基元”。

(1) 感测技术——信息的采集技术，对应于人的感觉器官功能的延长。

(2) 通信技术——信息的传递技术，对应于人的传导神经网络功能的延长。

(3) 计算机与人工智能技术——信息的处理和存储技术，对应于人的思维器官功能的延长。

(4) 控制技术——信息的使用技术，对应于人的效应器官功能的延长。

既然信息技术是人的信息器官功能的延长，信息技术“四基元”的关系也应当被视为一个有机的整体，它们和谐有机地合作，共同完成扩展人的智力功能的任务。

3. 信息技术的主要支撑技术——微电子技术

信息技术的发展必须具备两个基本的条件：一是快速，即短时间里可收集或传输大量信息；二是体积小，携带起来方便，在任何场合都能使用。

信息技术可以用不同的工程技术手段来实现。例如，机械计算机和电子计算机的功能都是处理信息，但电子计算机的工作性能却远不是机械计算机所能比拟的。当前实现信息技术的主要工程技术手段是电子技术，其主体是计算机和各种通信技术，其核心则是以大规模集成电路为代表的微电子技术。

因此，当代的信息技术主要是指采用电子技术来采集、传递、控制和处理信息的技术，也称之为电子信息技术，即与电子计算机和通信设备的设计制造以及信息的设计、处理、传输、变换和存取有关的技术。计算机是信息处理的工具，通信是信息传递的手段，微电子技术是信息技术的基础。集成电路的高集成化、高密度化和高速度化带来了电子计算机的小型化、微型化、高性能化和价格低廉化。信息技术的发展速度非常迅速：20 世纪 50 年代，信息技术的主要标志是编程技术，60 年代是数据处理，70 年代是计算机网络，80

年代是模式识别，90 年代则是专家系统和人工智能。

计算机正成为现代化产业的重要支柱。高级计算机技术与先进通信技术相结合，已引起一场世界性的信息革命。信息革命是电子计算机革命的同义词，是由于计算机的发展造成以信息革命为中心的社会变革。计算机与通信的结合，把信息处理系统与信息传输系统联系在一起，产生了许多神奇的功能，正在改变着社会生活的各个方面。

通过电子计算机与通信技术的结合，现在的信息科学技术正在实现长足的进步，特别是生物化学、分子生物学和计量社会学等学科与信息科学相结合，已成为今天研究超微型基因结构和处理复杂社会问题的有力工具。

其他实现信息技术的手段也正迅速发展，如激光技术、超导技术和生物技术等。随着技术的进步，信息技术的实现手段将逐步向激光技术、生物技术转化，从而形成激光信息技术和生物信息技术这样一些不同的信息技术分类，但决定今天经济社会发展的信息技术仍主要是微电子技术。

任务 1.2 计算与计算科学

知识引入

当前实现信息技术的主要工程技术手段是微电子技术，其主体是计算机和各种通信技术，信息的处理和存储技术的核心就是计算。

计算，即符号串的变换；计算的核心是算法，即求解某类问题的通用法则或方法，亦即符号串变换的规则。计算科学的根本问题是“什么能被自动进行”，即“可行性问题”。

任务目标

- (1) 了解计算的发展历程。
- (2) 掌握计算机系统的组成。
- (3) 了解计算机的发展历程及计算机的分类和特点。
- (4) 了解计算机的应用领域及其特点。

1.2.1 计算的历史

计算作为人类社会生活、生产中总结发展起来的一门知识，已经历了漫长的发展阶段。远古时代人类就使用工具进行计算。据《易·系辞》记载：“上古结绳而治，后世圣人易之以书契”。在殷墟出土的甲骨文卜辞中有很多记数的文字，其中有十进制的记数法。大约在三千年以前，中国已经知道自然数的四则运算，这些运算结果被保存在古代的文字和典籍中。中国古代用筹来计算，在算筹记数法中，以纵、横两种排列方式来表示单位数目，其中 1~5 均分别以纵、横方式排列相应数目的算筹来表示，6~9 则以上面的算筹再加下面相应的算筹来表示，如图 1-1 所示。表示多位数时，个位用纵式，十位用横式，百位用纵式，千位用横式，以此类推，遇零则置空。这种记数法遵循一百进位制。据《孙子算经》记载，算筹记数法则是：凡算之法，先识其位，一纵十横，百立千僵，千十相望，万百相

当。《夏阳侯算经》说：满六以上，五在上方，六不积算，五不单张。筹算在春秋时代已很普遍，直到 15 世纪才逐渐被珠算所取代。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
纵式						⊥	⊥	⊥	⊥
横式	—	=	≡	≡	≡	⊥	⊥	⊥	⊥

图 1-1 用算筹记数

战国时期的百家争鸣也促进了计算的发展，一些学派还总结和概括出了与计算有关的许多抽象概念。《易经》已有了组合计算的萌芽，并反映出二进制的思想。但这种重视抽象性和逻辑严密性的思想未能得到很好的继承和发展。

历史上，西方思想家一直把推理作为人类精神活动的中心，企图把一切推理都归结为某种计算。伽利略发现可以忽略感官感受的物体的性质(如颜色、声音、味道等)，找到一种描写物质运动的纯形式系统。这样的方法也逐渐被研究人类行为的思想家所采用，认为能把全部知识形式化的信念很快在西方思想家中传播开来。

中世纪欧洲的哲学家提出了思维机器的设想。17 世纪，欧洲出现了计算尺和机械式计算器。物理学的辉煌成就迫使人文学者也力求使对于人类思维和行为的研究形式化。英国哲学家霍布斯(T. Hobbes)在《利维坦》一书中写道：“当一个人在推理的时候，他所做的只是在构想如何把部分相加成综合，因为推理只不过是计算……”。德国数学家莱布尼茨(G. W. Leibniz)则认为：“一旦找到一种通用的精确的符号系统，一种代数、一种符号语言，所有概念都可以分解为数量不多的未加定义的原始概念，所有的知识就能够归在一起表达为一种演绎体系。基于这些数字和它们的组合规则，所有的问题都可以解决。”

莱布尼茨在帕斯卡加法器基础上设计了能够进行加、减、乘、除和开方运算的手摇计算机，为现代计算机的产生奠定了基础。他还提出了二进制运算法则，对后代计算机的发展产生了重大影响。18 世纪下半叶，英国数学家巴贝奇(C. Babbage)提出了通用计算机的基本设计思想，认为可以使机器按照一定的程序去做一系列的计算，代替人去完成一些复杂、琐屑的计算工作。

19 世纪的英国数学家布尔(G. Boole)在用数学方法研究逻辑推理时，将逻辑表述映射到符号，使这些符号及运算类似于代数的符号及运算。他用等式表示判断，把推理看做等式的变换，这种变换的有效性不依赖人们对符号的理解，只依赖符号的组合规律。这一理论称为布尔代数。在布尔代数中，符号可以按照固定的规则处理，得出合乎逻辑的结果。这样，形式逻辑系统中的任何命题都可用数学符号表示，并能按照一定的规则推导出结论。1847 年布尔出版了这方面的第一本书《逻辑的数学分析》，1854 年出版了另一本书《思维规律的研究》(An Investigation into the Laws of Thought)，他通过对人类思维进行数学化精确的刻画，用一套符号进行逻辑演算来表达思维在推理活动中的基本规律，奠定了符号逻辑的基础。布尔奠定了智慧机器的思维结构与方法，布尔代数成为现代计算机内使用的逻辑基础。

从 1874 年开始，德国数学家康托尔(G. Cantor)创立的集合论对数学概念作了重要的扩充，并逐步发展成为数学的重要基础。但数学家们随之在集合论中发现了逻辑矛盾，其中最为著名的罗素(B. Russell)发现的罗素悖论，导致了数学发展史上的第三次危机。为了消

除悖论, 数学家希尔伯特(D. Hilbert)提出了将每一门数学的分支形式化, 构成形式系统或形式理论, 并在以此为对象的元理论(即元数学)中证明每一个形式系统的相容性, 从而导出全部数学的相容性的设想, 即所谓的希尔伯特纲领。

希尔伯特纲领的实质是要寻找通用的形式逻辑系统, 在该系统中可以机械地判定任何给定命题的真伪, 即该系统应当是完备的。1928年, 希尔伯特在波伦亚国际数学家大会上提出了一个具有挑战性的判定问题: 是否存在一般的能在原则上一个接一个地解决所有(属于某种适当定义类的)数学问题的机械步骤? 这里的“机械步骤”实际上就是“算法”和“可计算程序”的直观概念。

1931年, 奥地利 25 岁的数理逻辑学家哥德尔提出了关于形式系统的不完备性定理, 指出形式系统不能穷尽全部数学命题, 任何形式系统中都存在着该系统所不能判定其真假的命题。

1934年, 阿兰·图灵(Alan Turing)发表了著名的《论可计算数及其在判定问题中的应用》的论文。图灵在该论文中通过对人的计算过程的哲学分析, 提出了有限状态机(即“图灵机”)的概念。图灵机由一个控制器、一条可以无限延伸的带子和一个在带子上左右移动的读写头组成。图灵机可以读入一系列的 0 和 1, 这些数字代表了解决某一问题所需要的步骤, 按这个步骤走下去, 经过有限步骤, 最后得到一个满足预先规定的符号串的变换过程, 就可以解决某一特定的问题。图灵在设计了上述模型后提出: 只需要确定最简单又适用的指令集, 大部分复杂问题都可找到一个算法, 即将该问题分解为若干可由计算机执行的指令操作, 就可以实现该问题的求解。换句话说, 凡可计算的函数都可用图灵机来计算。这就是著名的图灵论题。半个世纪以来, 数学家提出的各种各样的计算模型都被证明是和图灵机等价的。

正是有了算法概念的精确表述, 数学家们很快证明了希尔伯特的判定问题只有否定解, 不存在解决所有数学问题的一般算法。1936年以来, 人们对可计算函数的研究, 证明存在着不可计算的函数; 对可判定问题的研究, 也证明存在着不可判定的问题。许多数学家证明了大量的逻辑系统和代数系统的问题是无可解的。

图灵机是一种用数学方法精确定义的具有可计算性的抽象计算模型, 现代计算机正是图灵机模型的具体实现。数字计算机的特点是其运算能以纯符号形式表述。这些符号不具有语义内容, 不涉及任何事物(例如 0 与 1 只不过是数码, 甚至不能代表数), 只能纯粹按照形式的或语法的结构加以确定。一种典型的计算“规则”决定了一台机器如何处理某种状态, 执行某种计算(如擦掉一个符号, 或打上另一个符号), 然后进入另一状态。图灵在理论上奠定了计算机的基础, 被公认为是计算机科学之父。由于图灵对计算机科学所作出的杰出贡献, 美国计算机学会于 1966 年设立了以图灵名字命名的计算机科学大奖——图灵奖, 以纪念这位杰出的科学家。

1938年, 香农发表的著名论文《继电器和开关电路的符号分析》, 首次用布尔代数进行开关电路分析, 第一次提出 bit(比特)的概念, 并证明布尔代数的逻辑运算可以通过继电器电路来实现, 明确地给出了实现加、减、乘、除等运算的电子电路的设计方法。这篇论文成为开关电路理论的开端。1948年, 香农发表了《通信的数学理论》的论文, 进一步证明了可以采用能实现布尔代数运算的继电器或电子元件来制造计算机。香农的理论为计算机具有逻辑功能奠定了基础, 使电子计算机既能用于数值计算, 又具有各种非数值应用功

能，使以后的计算机在几乎任何领域中都得到了广泛的应用。

1.2.2 计算机系统概述

计算机是一种能够按照事先存储的程序，自动、高速地对数据进行输入、处理、输出和存储的系统。从实际的机器工作来考虑，计算机就是数字电路上加上指令系统。

1. 计算机系统

计算机系统由计算机硬件系统和计算机软件系统两大部分组成。图 1-2 所示为微型计算机系统组成。

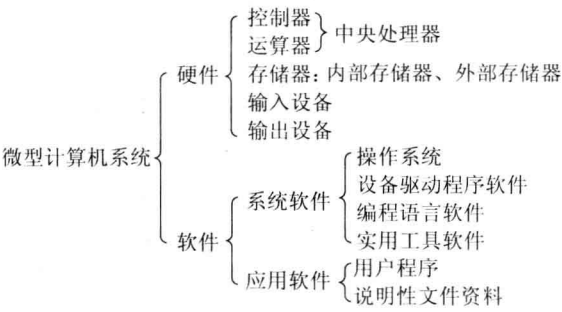


图 1-2 微型计算机系统组成

1) 计算机硬件系统

计算机硬件系统由一系列电子元件按照一定逻辑关系连接而成，它是计算机系统的物质基础。

计算机的基本工作原理是存储程序和控制程序。该原理最初的提出者是匈牙利数学家冯·诺依曼于 1946 年提出来的，故称为冯·诺依曼原理。目前计算机已发展到了第四代，基本上仍然遵循着冯·诺依曼原理和结构。但是，为了提高计算机的运行速度，实现高度并行化，当今的计算机系统已对冯·诺依曼结构进行了许多变革，如指令流水线技术等。

2) 计算机软件系统

计算机软件系统包括系统软件和应用软件。

计算机软件是指用来指挥计算机运行的各种程序的总和以及开发、使用和维护这些程序所需要的技术资料。

没有配备任何软件的硬件计算机称为“裸机”。裸机向外部世界提供的界面只是机器指令。用户及其他程序都通过系统软件来使用计算机。一般把靠近内层、为方便使用和管理计算机资源的软件，称为系统软件。计算机系统软件有操作系统、设备驱动程序软件、编程语言软件及实用工具软件等。计算机软件指挥、控制计算机系统按照预定的程序运行、工作，从而达到预定的目标。简单地说，系统软件的功能主要是简化计算机操作、扩展计算机处理能力和提高计算机的效益。

应用软件是用户利用计算机软、硬件资源为解决各类应用问题而编写的软件。应用软件一般包括用户程序及其说明性文件资料。随着计算机应用的推广和普及，应用软件将会逐步标准化、模块化，并逐步地按功能组合成各种软件包，以方便用户使用。应用软件的存在与否并不影响整个计算机系统的运作，但它必须在系统软件的支持下才能工作。