



教育部大学计算机课程改革项目规划教材

孙淑霞 陈立潮 主编

张伟利 刘忠慧 肖阳春 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部大学计算机课程改革项目规划教材

大学计算机基础

Daxue Jisuanji Jichu

(第3版)

孙淑霞 陈立潮 主编

张伟利 刘忠慧 肖阳春 副主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

教育部高等教育司于 2012 年设立了“以计算思维为切入点的大学计算机课程改革”项目,积极推动以计算思维能力培养为重点的大学计算机课程改革。本书是该项目研究成果的系列教材之一。

本书共 8 章,主要包括:引论、计算机硬件基础、计算机软件基础、算法基础、程序设计基础、数据库基础、计算机网络基础和计算机信息安全。

本书每章结构包括基本内容、本章小结和习题,习题包括思考题、单选题和填空题。书末提供了各章习题参考答案。

本书可作为普通高等学校非计算机专业学生“大学计算机基础”课程的教学用书,也可作为广大计算机爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 孙淑霞, 陈立潮主编. -- 3 版
— 北京 : 高等教育出版社, 2013.9
ISBN 978-7-04-038373-7

I. ①大… II. ①孙… ②陈… 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(2013)第195256号

策划编辑 刘 茜
插图绘制 黄建英

责任编辑 刘 茜
责任校对 胡美萍

封面设计 于文燕
责任印制 韩 刚

版式设计 于 婕

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 16.25
字 数 390千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2007 年 8 月第1版
2013 年 9 月第3版
印 次 2013 年 9 月第 1 次印刷
定 价 32.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 38373-00

编审委员会

主 任：陈立潮

委 员：孙淑霞 贾 伟 亢临生 赵山林

相 洁 刘忠慧 张伟利 李敏之

郭显娥 郭银章

序

自从20世纪80年代我国高校普遍开设计算机基础课程以来,计算机基础课程教学经历了两次重大的改革:第一次改革是在1997年,确立了计算机基础教学的3个层次的课程体系;第二次改革起始于2004年,构建了“1+X”的课程设置方案。

最近十年以来,国际上开始对于计算思维产生了强烈的关注,由此催发了一系列的关于计算思维的理论研究及其在教学中的渗透。在这种背景下,教育部高等教育司于2012年11月发布了《关于公布大学计算机课程改革项目名单的通知》(教高司函〔2012〕188号)文件,设立了“以计算思维为切入点的大学计算机课程改革”项目,积极推动以计算思维能力培养为重点的大学计算机课程改革。计算思维从理论与方法论的角度系统地阐述有关计算和计算机最基本的特征和问题,学生如果能够从基本层面掌握这些内容,自然会对他们将来正确应用计算机解决问题产生本质上的影响。因此这次把大学计算机课程的改革概括为以计算思维培养为导向,正好反映了这次改革的基本内容和核心目标。

实现项目研究目标的关键是要建立一个以计算思维培养为导向的教学体系,同时建设与之对应的教材体系。在以往的优秀教材中,计算思维的一些重要特征被分散到不同的部分。一些优秀的教师可以从这些内容的讲授中提炼出关于计算思维的精华部分,一些优秀的学生也可以在课程的学习中“悟”到属于计算思维的内容。而我们力图建设的教学体系,应该致力于把原本发生在少数精英身上的培养过程变成普通人能够成功的故事,就是说应通过编写专门体现计算思维的教材,达到“借之于鱼,授之于渔”的教学目的。

由陈立潮教授负责、二十多所高校参与的“基于计算思维的地方高校大学计算机基础课程改革与实践”(项目编号2-4)作为此次教育部改革立项之一,在课程建设、教材建设、课程资源建设等多个方面做了大量富有成效的工作,并且编写出版了本套教材。这套教材比较好地体现了项目研究的要求,并且具有鲜明的特点。

首先,教材编写建立在很多一线教师多年教学实践和教改研究的基础上。项目组的核心成员早在2009年就承担了教指委下达的“地方高校大学计算机课程改革与实践研究”项目,并取得了良好效果,其研究成果获得山西省教学成果一等奖,任课教师培训达到400多人次,相关教材发行15万多册。此次项目组的力量得到了扩充和强化,在新的改革目标的导引下同样开展了扎实可靠的研究工作。

其次,教材内容在保证应用能力培养的基础上,着力实现计算思维能力的提升。使学生在理解和掌握计算科学的基础知识和信息技术应用能力同时,能够利用计算思维的理念去解决专业领域中的实际问题。

再次,作为唯一面向地方院校的立项项目,教材在建设编写过程中主动研究了地方高校产业化应用型创新人才的培养需求,按照多样化和分层次的教学理念组织编写,努力使计算思维能力培养与服务区域经济相互协调、相互促进。

II 序

最后，设计了由“大学计算机”、“算法设计与实现”、“数据库应用技术”组成的教材体系。理论教材贯穿计算思维的理念，实践教材注重能力培养，测试与学习效果评价以解决实际问题的能力为准则，形成了比较新颖的大学计算机教材体系。

该套教材是集体智慧的共同结晶，也是推进计算思维计算机课程改革的成果展现。衷心希望这套教材能够为落实国家教育规划纲要中提出的“中西部高等教育振兴计划”、为广大地方高校计算机基础教育水平的提高作出积极贡献。

李廉

教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会主任委员

2013年6月16日

前 言

随着计算机技术的迅猛发展,计算机网络技术及其互联网正以惊人的速度影响着人们的生活、学习和工作,改变着人们的生活方式、学习方式和工作方式。很难想象没有了计算机和网络,人们的工作和生活将是一种怎样的情形。《大学计算机基础》是为了满足时代发展对大学非计算机专业学生计算机知识结构的需要而编写的。

我国高校普遍开设的计算机基础课程于1997年和2004年先后经历了两次重大的改革,近十年来,国际上开始对于计算思维产生了强烈的关注,由此催发了一系列的关于计算思维的理论研究及其在教学中的渗透。这本《大学计算机基础》教材的编写是在前一版普通高等教育“十一五”国家级规划教材的基础上,以计算思维为导向,以问题求解能力培养为目标,从理论与方法论的角度系统地阐述有关计算和计算机最基本的特征和问题,希望学生能够从最基本的层面掌握这些内容,并对将来正确应用计算机解决问题产生本质上的影响。

教材由8章组成,第1章引论,主要介绍计算机的历史、计算机的新技术、计算模型、计算机文化和计算思维;第2章计算机硬件基础,主要介绍计算机中的数据表示与存储、计算机硬件组成;第3章计算机软件基础,主要介绍操作系统和办公软件;第4章算法基础,主要介绍算法基本概念、算法的表示、基本算法和算法的评价;第5章程序设计基础,主要介绍程序设计语言及其特征、程序设计过程和方法、数据结构基本知识、Raptor流程图编程;第6章数据库基础,主要介绍数据库基本知识、结构化查询语言及其应用、数据库模型;第7章计算机网络基础,主要介绍计算机网络与Internet基本知识、信息发布、检索与交流协作、网络的组建与接入。第8章计算机信息安全,主要介绍计算机安全方面的基本知识。各学校可以针对本课程的学时数对不同专业选学其中的部分或全部内容。

教材总体框架由陈立潮、孙淑霞提出,并负责统稿和修改定稿。其中:第1章由刘仕筠编写;第2章由谯英、王杨、张耀文编写;第3章由张准鑫、刘忠慧、张伟利编写;第4章由孙淑霞编写;第5章由肖阳春编写;第6章由李思明编写;第7章由何钰娟编写;第8章由张伟利编写。本书作者都是长期从事计算机基础教学工作的一线教师,书中的内容都是他们教学经验的总结,是集体智慧的结晶。

由于时间紧,编者水平有限,教材中难免存在疏漏和不足,敬请读者批评指正。我们愿与各位同仁共同努力,为我国的计算机基础教育事业做出贡献。

对本教材有何意见和建议可通过编者E-mail: ssx@cdut.edu.cn联系,或索取教材的相关资源。

编者
2013年7月

目 录

第1章 引论.....	1	2.2.3 各种数制间的转换.....	25
1.1 计算机发展历史	1	2.2.4 二进制数的算术运算与逻辑运算.....	28
1.1.1 计算机的起源.....	1	2.3 数据的存储与表示	30
1.1.2 计算机的历史.....	3	2.3.1 存储单位及存储容量.....	30
1.1.3 计算机新技术.....	5	2.3.2 原码、反码和补码.....	31
1.2 计算模型	6	2.3.3 整数的存储.....	32
1.2.1 图灵与图灵机模型.....	6	2.3.4 实数的存储.....	33
1.2.2 冯·诺依曼计算机.....	7	2.3.5 字符编码.....	33
1.2.3 哈佛结构.....	8	2.3.6 汉字编码.....	34
1.2.4 量子计算机.....	9	2.3.7 多媒体数据的表示.....	35
1.2.5 生物计算机.....	9	2.4 数据压缩	37
1.3 计算机系统	10	2.4.1 普通数据的压缩.....	37
1.3.1 计算机硬件系统.....	10	2.4.2 图像的压缩.....	37
1.3.2 计算机软件系统.....	11	2.5 计算机硬件组成	38
1.3.3 计算机工作过程.....	12	2.5.1 计算机硬件结构.....	38
1.3.4 典型计算机系统.....	13	2.5.2 中央处理器.....	40
1.4 计算机文化和计算思维	14	2.5.3 存储器.....	43
1.4.1 计算机文化.....	14	2.5.4 输入设备.....	50
1.4.2 计算思维.....	14	2.5.5 输出设备.....	51
1.5 计算机的应用及其发展前景 ..	16	本章小结	53
本章小结	18	习题 2	54
习题 1	18	第3章 计算机软件基础	57
第2章 计算机硬件基础	20	3.1 计算机软件概述	57
2.1 理解 0 与 1	20	3.2 操作系统概述	58
2.1.1 《易经》中的 0 和 1	20	3.2.1 操作系统的概念.....	58
2.1.2 电路中的 0 和 1	21	3.2.2 操作系统的发展.....	59
2.1.3 计算机中的 0 和 1	22	3.2.3 虚拟化技术.....	61
2.2 计算机中的数制及其运算	23	3.2.4 常见的操作系统.....	64
2.2.1 数制的概念.....	23	3.2.5 移动操作系统.....	65
2.2.2 常用数制.....	24		

3.3 操作系统的组成	66	本章小结	118
3.3.1 进程管理	67	习题 4	119
3.3.2 存储器管理	70		
3.3.3 文件管理	71	第 5 章 程序设计基础	121
3.3.4 设备管理	74	5.1 计算机程序与程序设计	121
3.3.5 用户界面	76	5.2 程序设计语言	122
3.4 操作系统的命令行操作	77	5.2.1 机器语言	122
3.4.1 命令行	77	5.2.2 汇编语言	123
3.4.2 批处理	81	5.2.3 高级语言	123
3.4.3 输入 / 输出重定向	82	5.2.4 编译与解释	124
3.5 办公软件	83	5.3 高级程序设计语言的特征	125
3.5.1 文字处理	83	5.3.1 数据类型	125
3.5.2 电子表格	91	5.3.2 常量与变量	126
3.5.3 演示文稿	96	5.3.3 运算符	126
本章小结	99	5.3.4 表达式和语句	127
习题 3	99	5.3.5 过程 (函数)	127
		5.3.6 输入 / 输出	128
第 4 章 算法基础	103	5.4 程序设计过程和方法	129
4.1 算法的基本概念	103	5.4.1 程序设计的基本过程	129
4.1.1 算法的起源	103	5.4.2 程序执行的一般过程	131
4.1.2 算法的定义和特性	103	5.4.3 结构化程序设计	132
4.2 算法的 3 种结构	104	5.4.4 面向对象程序设计	134
4.3 算法的表示	105	5.5 数据结构	135
4.3.1 自然语言	105	5.5.1 数组	135
4.3.2 流程图	106	5.5.2 链表	136
4.3.3 伪代码	106	5.5.3 栈	138
4.3.4 程序设计语言	107	5.5.4 队列	138
4.4 算法设计基本方法	107	5.5.5 树	139
4.4.1 求和	108	5.5.6 图	140
4.4.2 累乘	108	5.6 Raptor 流程图编程	140
4.4.3 穷举	108	5.6.1 Raptor 基本程序环境	141
4.4.4 迭代	109	5.6.2 输入语句	142
4.4.5 递归	110	5.6.3 处理语句	143
4.4.6 两个变量值的交换	112	5.6.4 输出语句	144
4.4.7 查找	113	5.6.5 运算符	144
4.4.8 排序	115	5.6.6 Raptor 的数组变量	145
4.5 算法的评价	117	5.6.7 Raptor 的应用	146

本章小结	146	7.2.4 Internet 的应用	179
习题 5	147	7.3 信息发布、检索与交流协作	182
第 6 章 数据库基础	150	7.3.1 传统网站信息发布	182
6.1 概述	150	7.3.2 新兴信息发布技术	182
6.1.1 什么是数据库	150	7.3.3 信息检索	183
6.1.2 数据管理技术的产生和发展	151	7.3.4 实时通信	184
6.1.3 数据库系统	152	7.3.5 网络电话	184
6.1.4 数据库管理系统	153	7.3.6 视频会议	185
6.1.5 数据库的体系结构	154	7.3.7 电子白板	185
6.1.6 数据库模型	154	7.3.8 远程控制	186
6.1.7 关系型模型	155	7.4 网络的组建与接入	187
6.2 结构化查询语言及其应用	157	7.4.1 小型传统局域网的组建	188
6.2.1 结构化查询语言	157	7.4.2 电力线载波局域网的组建	190
6.2.2 数据库的建立	158	7.4.3 无线局域网的组建	191
6.2.3 用 SQL 实现插入、删除和 更新	161	7.4.4 Internet 接入技术	193
6.2.4 用 SQL 实现简单查询	161	本章小结	195
6.2.5 用 SQL 实现选择、投影和 连接	163	习题 7	196
6.3 其他数据库模型	163	第 8 章 计算机信息安全	199
6.3.1 分布式数据库	163	8.1 概述	199
6.3.2 面向对象数据库	164	8.1.1 什么是计算机信息安全	199
6.4 数据库技术对社会的影响	165	8.1.2 信息安全面临的常见威胁	200
本章小结	165	8.1.3 攻击信息安全的基本手段	202
习题 6	166	8.1.4 信息安全保障	202
第 7 章 计算机网络基础	168	8.2 数据加密、数字签名与用户身份 识别	202
7.1 概述	168	8.2.1 数据加密技术	203
7.1.1 计算机网络的概念	168	8.2.2 数字签名与数字证书	207
7.1.2 计算机网络的分类	169	8.2.3 用户身份识别	211
7.1.3 网络模型和协议	171	8.3 将信息安全威胁阻挡于系统 之外	213
7.1.4 网络计算	172	8.3.1 网络防火墙	214
7.2 Internet	173	8.3.2 无线网络安全管理	216
7.2.1 Internet 概述	173	8.3.3 漏洞扫描	217
7.2.2 IP 地址和域名	174	8.3.4 运行隔离	217
7.2.3 B/S 计算模式	178	8.4 加强自身建设, 打赢信息安全 保卫战	219
		8.4.1 系统级安全管理	220

IV 目录

8.4.2 计算机病毒、木马与流氓软件		
查杀	226	
8.4.3 上网浏览安全	230	
本章小结	233	
习题 8	233	
习题参考答案	237	
附录	241	
附录 A Raptor 运算符	241	
附录 B Raptor 函数	242	
附录 C Windows CLI其他常用 命令	242	
参考文献	245	

第1章 引 论

电子计算机是 20 世纪 40 年代人类最伟大的科学技术成就之一，是电子技术和计算技术相结合的产物，是科学技术与生产力发展的结晶，是当今发展最快和应用最广的技术。计算机的出现不过短短几十年的历史，但它极大地推动了科学技术的发展，改变了人类的生产和生活方式，不断渗透到人类社会的方方面面。

1.1 计算机发展历史

计算机是一种能快速、高效和准确地进行信息处理的数字化电子设备，它能按照人们事先编写的程序自动地对信息进行加工和处理，并输出处理结果，从而为人们的生产和生活服务。今天的计算机不仅仅是狭义的算术和逻辑运算工具，它还帮助人们获取信息、传递信息 and 处理信息，这些信息是能被计算机识别和使用的的数据。

1.1.1 计算机的起源

1. 人类追求的计算工具

在人类文明史的进程中，人类探索计算工具的脚步从未停歇过。从古代的算筹、算盘，到机械加法器，近代的差分机、分析机理论模型，再到机械式计算机、机电计算机和电子计算机。

算筹(Counting Rod)是最早的人造计算工具，它由我国古代人民最先创造和使用，如图 1.1 所示。“筹”是一种竹制、木制或骨制的小棍，它们可以按照一定的规则灵活地布于盘中或地面，一边计算一边不断地重新布棍，如图 1.2 所示。

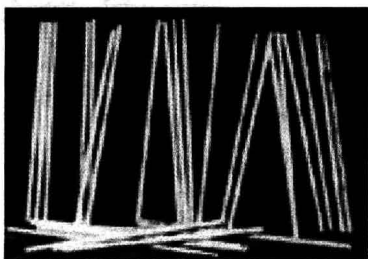


图 1.1 算筹

纵式						┐	┑	┒	┓
横式	—	=	≡	≡	≡	⊥	⊥	⊥	⊥
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

图 1.2 算筹计数法

算盘 (Abacus) 是从算筹发展而来的。它由穿在小棍上的珠子组成，这些小棍被依次固定在一个矩形框架中，用珠子的位置来表示数位，如图 1.3 所示。当珠子在小棍上上、下拨动

时，它们的位置就代表了存储的值。当它与人结合（人对其进行操作）起来就形成了一个完整的可计算的机器。在进行计算时，用纸和笔来记录题目和数据，由人通过手指来控制整个计算过程，最后将结果写在纸上。算盘作为一种计算工具，至今仍然被使用着。

1642 年，法国数学家、物理学家帕斯卡（Blaise Pascal）发明了第一台机械加法器 Pascaline，如图 1.4 所示。这台机器由一套 8 个可旋转的齿轮系统组成，只能进行加法和减法，实现自动进位，并配置一个可显示计算结果的窗口。

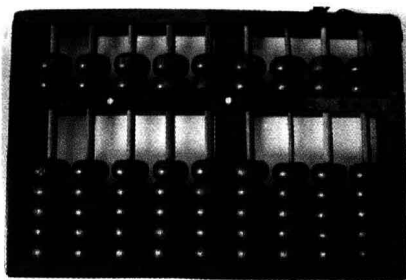


图 1.3 算盘

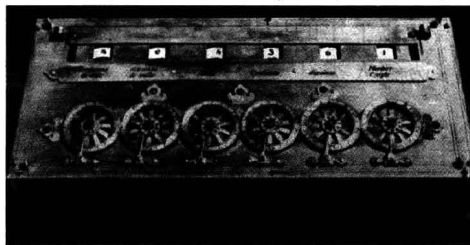


图 1.4 机械加法器 Pascaline

1673 年，德国数学家莱布尼兹（Gottfried Wilhelm Leibniz）发明了乘除法器，促成了能进行四则运算的机械式计算器的诞生。莱布尼兹不仅发明了手动的可进行四则运算的通用计算机，还提出了“可以用机械代替人进行烦琐重复的计算工作”这一重要思想。

1822 年，英国数学家查尔斯·巴贝奇（Charles Babbage）设计了一台差分机，如图 1.5 所示。它是利用机器代替人来编制数表，从而免除政府在编制大量数表时动用许多人力去进行浩繁的计算工作。1834 年他又完成了分析机的设计方案，它是在差分机的基础上作了较大的改进，不仅可以做数字运算，还可以做逻辑运算。他几乎设想出了现代数字计算机的所有重要特点：运算单元、存储单元、输入和输出电路。他甚至还提出了最有创造性的概念，即自动制定指令序列的概念，计算机可以从上一步自动运行到下一步。分析机已经具有现代计算机的概念，但因当时的技术限制，巴贝奇的计算机没有完成。

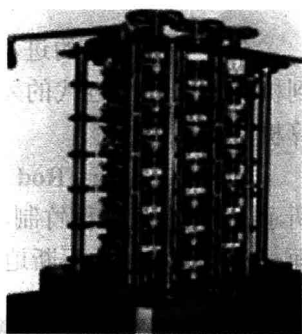


图 1.5 巴贝奇差分机

自从人们把电器元件应用到计算机上的那一刻起，就拉开了现代计算机的发展序幕。第一个进行这种尝试的是德国工程师朱斯（Konrad Zuse）。1938 年，他成功制造了第一台二进制计算机 Z-1，这是一种纯机械式的计算装置，它的机械存储器能存储 64 位数。该计算机的最大贡献是第一次采用了二进制。在薄钢板组装的存储器中，用一个在细孔中移动的针，指明数字“0”或“1”；此后他继续研制了 Z 系列计算机，其中 Z-3 型计算机是世界上第一台通用程序控制的机电计算机，它使用了 2 600 个继电器，用穿孔纸带输入，浮点二进制进行运算，运算一次加法只用 0.3 s。

1944 年，美国哈佛大学的艾肯（Howard Aiken）在 IBM 公司的帮助下，研制成功了一台通用型机电计算机 MARK-I，如图 1.6 所示。它使用了 3 000 多个继电器，总共由 15 万个元

件组成,各种导线总长达到 800 km 以上。1947 年,艾肯又研制出运算速度更快的机电计算机 MARK-II。

至此在计算机技术上存在着两条发展道路,一条是各种机械式计算机的发展道路;另一条是采用继电器作为计算机电路元件的发展道路。后来建立在电子管和晶体管等电子元件基础上的电子计算机正是受益于这两条发展道路。

2. 第一台电子计算机的诞生

世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator, 电子数字积分计算机) 是 1946 年 2 月由美国宾夕法尼亚大学物理学家约翰·莫齐利 (John Mauchly) 和工程师埃克特 (J. Presper) Eckert 研制成功的,如图 1.7 所示。它采用电子管作为计算机的基本元件,体积庞大,用了 18 000 多只电子管、1 500 个继电器、10 000 只电容、7 000 个电阻,占地 170 m²,重量达 30 t,每小时耗电 150 kw。

ENIAC 每秒钟可完成 5 000 次加法运算,不具有“机内存储程序”的功能,其计算过程需要在计算机外通过开关和接线来完成。虽然 ENIAC 不能与现在的计算机相比,但它的研制成功为计算机科学的发展奠定了基础,具有划时代的意义,表明计算机时代的到来。在那之后每克服它的一个缺点,都对计算机的发展带来很大的影响,其中影响最大的就是采用“存储程序控制”思想。这一思想是由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼 (Von Neumann) 提出来的,所以又称为“冯·诺依曼原理”。这一原理在计算机的发展过程中始终发挥着重要作用,确立了现代电子计算机的基本组成和工作方式,开创了程序设计的时代。

1.1.2 计算机的历史

从第一台电子计算机的诞生到现在,计算机已经走过了半个多世纪的发展历程。根据采用的电子器件,通常把电子计算机的发展历程分为以下 5 个阶段。

1. 第一代计算机 (1946—1955 年)

这一时代称为“电子管计算机时代”。计算机主要用于科学计算和军事目的,特征是采用电子管作为基本物理部件,一台计算机需要几千只电子管,每只电子管都会散发大量的热量,电子管的寿命最长只有 3 000 小时,计算机运行时常常发生由于电子管被烧坏而使计算机死机的现象。它使用汞延迟线作存储设备,后来逐渐过渡到用磁芯存储器,外存使用穿孔卡片、纸带,运算速度一般为每秒钟几千条指令,内存容量为几千字节,用机器语言或汇编语言编写程序。这一时代的计算机主要用于科学计算。

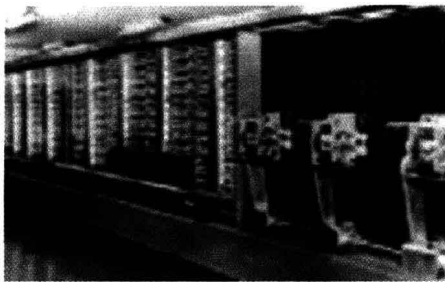


图 1.6 机电计算机 MARK-I



图 1.7 ENIAC

2. 第二代计算机 (1956—1963 年)

这一时代称为“晶体管计算机时代”。计算机主要用于商业领域、大学和政府部门,特征是采用晶体管作为基本物理部件,发挥了晶体管比电子管体积小、成本低、速度快、功耗低、性能更稳定等优点。它的内存采用磁芯存储器,外存采用磁带,运算速度一般为每秒钟几百万条指令,内存容量为几十千字节。编程语言出现了 Ada 语言(以世界上第一位程序员艾达夫人的名字 Augusta Ada Lovlace 命名)、世界上第一个被正式推广使用的高级语言 FORTRAN (Formula Translator) 和面向商业的通用语言 COBOL (Common Business Oriented Language) 等高级程序设计语言。在软件上采用了监控程序,这是操作系统 (Operating System, OS) 的雏形。这一时代的计算机除用于科学计算外,还应用于数据处理和过程控制。

3. 第三代计算机 (1964—1971 年)

这一时代称为“集成电路计算机时代”。这一代计算机的特征是采用中、小规模集成电路 (Integrated Circuit, IC), 在几平方毫米的单晶硅片上集成几十个甚至几百个电子器件组成逻辑电路,计算机体积变得更小,功耗更低,速度更快,稳定性更好。它的内存采用半导体存储器,外存采用磁带、磁盘,运算速度一般为每秒钟几千万条指令。这一时期的发展还包括使用了操作系统,主要用于科学计算、数据处理和过程控制。

4. 第四代计算机 (1971—1980 年)

这一时代称为“大规模集成电路计算机时代”。这一代计算机的特征是以大规模集成电路 (Large Scale Integrated Circuit, LSIC) 为计算机的主要功能部件,大规模集成电路可以在一个芯片上容纳几百个元件。到了 20 世纪 80 年代,超大规模集成电路 (Very Large Scale Integrated Circuit, VLSIC) 在芯片上可容纳几十万个元件,后来的特大规模集成电路 (Ultra Large Scale Integrated Circuit, ULSIC) 将这一数字扩充到百万级,可以在硬币大小的芯片上容纳如此数量的元件使得计算机的体积和价格不断下降,而功能和可靠性不断增强。它的内存采用 16 KB、64 KB 或集成度更高的半导体存储器,外存采用磁盘、光盘等存储器,计算速度可达每秒钟数亿次。

这一时期在系统结构方面发展了并行处理技术、分布式计算机系统和计算机网络等;在软件方面发展了数据库系统、分布式操作系统、高效而可靠的高级语言以及软件工程标准化等。

以半导体集成电路为核心的微电子技术的进步,使计算机向着微型、高性能、低成本的方向迅猛发展。计算机的广泛普及和应用,加速了人类进入信息时代的进程,真正开始改变人们的生活。多媒体技术的应用,实现了文字、图形、图像、动画、声音等数据的再现和传输,Internet 把世界连成一体,所构成的信息高速公路真正地使人感到“天涯咫尺”。

5. 新一代计算机 (1980 年至今)

从 20 世纪 80 年代开始,日本、美国等投入大量人力、物力研制新一代计算机 (the Future Generation Computer System), 其目标是使计算机像人一样具有能听、看、说和会思考的能力。

新一代计算机是把信息采集、存储、处理、通信同人工智能结合在一起的智能计算机系

统。它不仅能进行数值计算或处理一般的信息，更多的功能是面向知识处理，具有形式化推理、联想、学习和解释的能力，能够帮助人们进行判断、决策、开拓未知领域和获得新的知识。人-机之间可以直接通过自然语言（声音、文字）或图形、图像交换信息。

新一代计算机的发展，必将与人工智能、知识工程和专家系统等研究紧密相联，并为其发展提供新基础，它的实现将对人类社会的发展产生深远的影响。

1.1.3 计算机新技术

1. 云计算

云计算（**Cloud Computing**）是当前一个热门的技术名词，它的出现被认为是继个人电脑、互联网之后信息技术的又一波浪潮。云是一种形象比喻，指网络、互联网。云计算是一种通过 **Internet** 以服务的方式提供动态的、可伸缩的、虚拟化资源的计算模式。它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上，使各种应用系统能够根据需要获得计算力、存储空间和信息服务。通俗地讲，它可使用户通过网络（如互联网）提供的服务来访问硬件和软件。

从用户角度来说，云计算就是多数人所谓的“日用品”，日常接触到的关于云计算的应用包括：在线订购书本，使用基于浏览器的搜索引擎在互联网上做研究，使用网上银行将资金从一个账户转到另一个账户等。

目前，云计算按照部署方式大致分为公共云和私有云两种。公共云是指云计算的服务对象没有特定限制，即它是为外部客户提供服务的云；私有云是指组织机构建设的专供自己使用的云，它所提供的服务外部人员和机构无法使用。

2. 移动互联网

移动互联网（**Mobile Internet**）是将移动通信和互联网二者相结合的产物，是指互联网的技术、平台、商业模式和应用与移动通信技术结合并实践的活动的总称。越来越多的人希望在移动的过程中高速地接入互联网，移动与互联网相结合成为历史的必然。

移动互联网的常见应用包括移动环境下的网页浏览、文件下载、位置服务、在线游戏、电子商务等。用手机直接进行即时信息查询，或者用手机 QQ 客户端、飞信客户端与他人进行通信，或者将自己即时拍摄的照片上传到某个网站上，这些生活中的应用都是使用移动互联网实现的。

移动互联网是一个全国性的、以宽带 IP 为技术核心的，可同时提供语音、传真、数据、图像、多媒体等服务的新一代开放的电信基础网络，是国家信息化建设的重要组成部分。移动互联网具有小巧轻便和通信便捷的应用特点，其真正意义在于它融合了移动通信随时随地和互联网开放、共享、互动的优势，代表了未来网络的一个重要发展方向，它正逐步渗透到人们的工作、生活等各领域，改变着人们的工作和生活方式。

3. 物联网

物联网（**The Internet of Things**）顾名思义就是物物相连的互联网，它被称为继计算机和互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮。它的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上扩展的一种信息网络，其用户端延伸到了任何物与物之间，进行信息交换和通信。

物联网通过各种信息传感设备及系统（传感网、射频识别、红外感应器、激光扫描器等）、条码与二维码、全球定位系统，按约定的通信协议将物与物、人与物、人与人连接起来，进行互联网信息交换，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的功能。现在的物联网应用领域已经扩展到了智能交通、仓储物流、环境保护、平安家居、个人健康等多个领域。

1.2 计算模型

在计算机诞生之前，可计算理论及其计算模型的研究为计算机的产生建立了非常重要的理论环境。计算模型中对计算科学贡献最大的是图灵机模型，它对目前的计算机科学仍然具有深刻的影响。随着计算机技术的不断发展，新的计算模型也不断出现。

1.2.1 图灵与图灵机模型

1. 图灵

阿兰·图灵（Alan Turing，1912—1954 年）出生在英国帕丁顿，是英国著名数学家、逻辑学家、密码学家。他提出了“图灵机”和“图灵测试”等计算机科学的重要概念，被誉为计算机科学的奠基人、人工智能之父。为纪念图灵对计算科学的巨大贡献，美国计算机协会（Association for Computer Machinery, ACM）1966 年设立了具有“计算机界诺贝尔奖”之称的图灵奖，以表彰在计算机科学领域中做出突出贡献的人。图灵和图灵奖杯如图 1.8 所示。



2. 图灵机模型

1936 年，图灵发表了论文“论可计算数及其在判定问题中的应用”，提出了著名的理论计算机的抽象模型——图灵机（Turing Machine）。图灵机在理论上能够模拟现在数字计算机的一切运算，可视为现代数字计算机的数学模型。



图 1.8 图灵与图灵奖杯

直观地看，图灵机由三部分组成：一条两端都可无限延长的被分为一个个小方格的纸带、一个有限状态控制器和一个在带子上可以左右移动的读/写头，如图 1.9 所示。

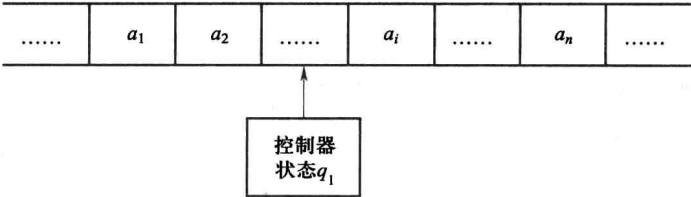


图 1.9 图灵机

纸带起着存储器的作用，每一个小格子上可以书写一个给定字母表上的符号，也可以为空白。控制器具有有限个内在状态，并通过内存里的操作程序来驱动纸带左右移动和控制读/写