

重点大学计算机专业系列教材

# 计算机科学导论

王玲 宋斌 王平立 编著



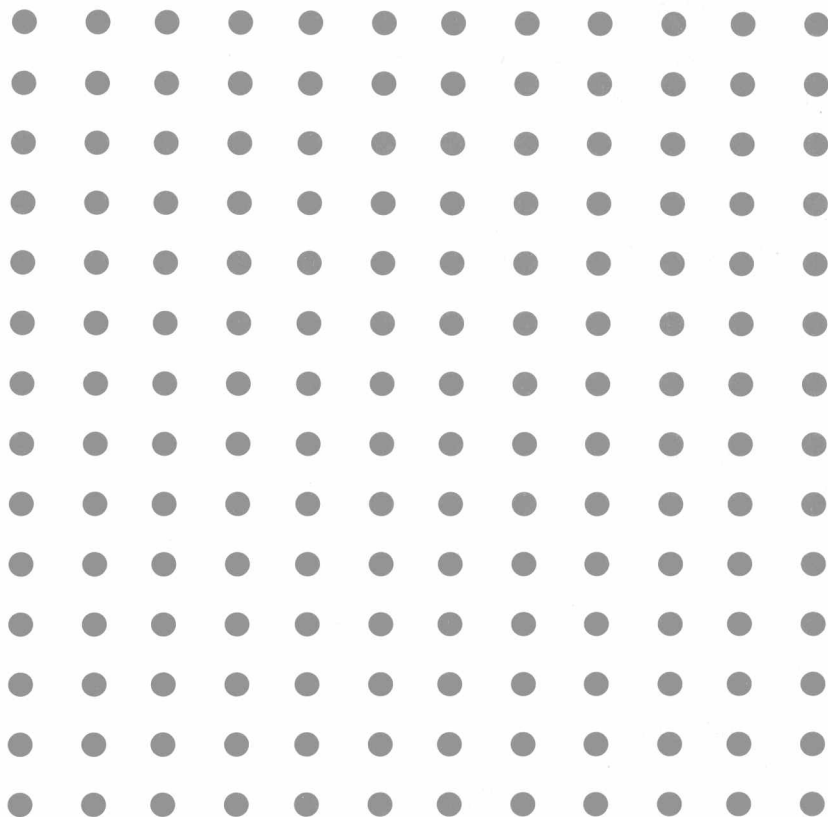
清华大学出版社



重点大学计算机专业系列教材

# 计算机科学导论

王玲 宋斌 王平立 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书从计算机科学学科的特点、形态、历史渊源、发展变化、典型方法、学科知识结构和分类体系,以及大学计算机专业各年级课程重点等方面,阐述如何认识计算机科学与技术。全书共分为计算机基础、计算机工程、计算机软件、计算机技术和计算机科学5章,介绍了计算机学科的基本概念、发展过程、基本功能及作用,各章后附有习题,便于训练和知识深化。

通过对本书的学习,学生可以较全面地掌握计算机软、硬件技术与网络技术的基本概念,以及软、硬件系统的基本工作原理;了解软件设计与信息处理的基本过程;掌握典型的计算机应用;具备较强的信息安全和社会责任意识。按照本书的叙述体系,读者容易理解后续课程中展开的专业概念及之间的关联。

本书内容完整丰富、概念层次清晰、文字流畅通顺,可作为大学计算机专业“计算机导论”课程的教材或教学参考书;也可以作为非计算机专业及计算机爱好者的“计算机基础”课程参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机科学导论/王玲,宋斌,王平立编著. —北京:清华大学出版社,2008.8  
(重点大学计算机专业系列教材)

ISBN 978-7-302-17812-5

I. 计… II. ①王… ②宋… ③王… III. 计算机科学—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第081428号

责任编辑:闫红梅 薛 阳

责任校对:梁 毅

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:山东新华印刷厂临沂厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.5 字 数:353千字

版 次:2008年8月第1版 印 次:2008年8月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:22.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系  
调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027124-01

## 出版说明

随着国家信息化步伐的加快和高等教育规模的扩大,社会对计算机专业人才的需求不仅体现在数量的增加上,而且体现在质量要求的提高上,培养具有研究和实践能力的高层次的计算机专业人才已成为许多重点大学计算机专业教育的主要目标。目前,我国共有16个国家重点学科、20个博士点一级学科、28个博士点二级学科集中在教育部部属重点大学,这些高校在计算机教学和科研方面具有一定优势,并且大多以国际著名大学计算机教育为参照系,具有系统完善的教学课程体系、教学实验体系、教学质量保证体系和人才培养评估体系等综合体系,形成了培养一流人才的教学和科研环境。

重点大学计算机学科的教学与科研氛围是培养一流计算机人才的基础,其中专业教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分,一批具有学科方向特色优势的计算机专业教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在计算机专业教育上的优势,特别是专业教材建设上的优势,同时配合各重点大学的计算机学科建设和专业课程教学需要,在教育部相关教学指导委员会专家的建议和各重点大学的大力支持下,清华大学出版社规划并出版本系列教材。本系列教材的建设旨在“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”,同时以教材示范各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

1. 面向学科发展的前沿,适应当前社会对计算机专业高级人才的培养需求。教材内容以基本理论为基础,反映基本理论和原理的综合应用,重视实践和应用环节。

2. 反映教学需要,促进教学发展。教材要能适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向。在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

3. 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设的重点依然是专业基础课和专业主干课;特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现重点大学

计算机专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

4. 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业主干课教材要配套,同一门课程可以有多个具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化的关系;基本教材与辅助教材以及教学参考书的关系;文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

5. 依靠专家,择优落实。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

教材编委会

# 前言

“计算机导论”是大多数高等院校计算机系本科专业学生必修的专业课程,随着计算机专业教学改革的需要,教学内容已从计算机基础教学逐步向计算机科学导论内容体系发展,课程讲授与计算机系统、计算机科学有关的基本概念、发展过程、基本功能及作用,使学生对本专业的核心知识有一个概要的认识。

随着计算机技术的不断发展和教学改革的需要,为了反映学科的先进性和科学性,提高教材的系统性、实用性和可读性,根据 ACM/IEEE- CS 课程设置计划中“计算机导论”类课程的广度优先原则,对部分知识做了全景式介绍,有些内容允许初学者“知其然而不知其所以然”,将来可在后续课程的学习或工作实践中进一步加深理解。

全书共有 5 章。第 1 章为计算机基础,主要内容包括计算机的发展历史、分类及应用,数字表示和信息编码,算法与数据结构,计算机工作原理;第 2 章为计算机工程,主要内容包括中央处理器、存储设备、输入输出设备、计算机系统、计算机网络及 Internet;第 3 章为计算机软件,主要内容包括计算机语言、操作系统基础、计算机应用软件和软件工程等;第 4 章为计算机技术,主要内容包括数据库技术、多媒体技术和计算机安全技术等;第 5 章为计算机科学,包括计算机科学体系、计算机与人类社会、计算机文化与教育以及计算机产业等内容。在内容的选择方面,既介绍与计算机密切相关的基础知识,又力图反映近几年涌现出来的新技术和新发展。

希望本教材能够充分发挥学生的学习潜能,用已有的知识和概念构建出目前的计算机概念和技术;以后再学新的知识和概念构建出未来新的计算机概念与技术,迸发创新思维的火花,从而使学生对计算机科学的内容及其内在的关联有全面、清晰、概要的认识。

至于上机操作方面的实践能力,应该通过大量上机实习来提高,而不仅仅靠上机指导书和大量的课堂讲授。其原因有两方面:一方面,目前图形化操作界面和充分的在线帮助信息,为自学提供了可能(大多数人的操作能力都不是从书上学的);另一方面,计算机系统软件和应用软件发展更新很

快、种类也很多,必须学会自学的方法,才能适应未来的工作。

参加本书编著的有王平立(第1章)、王玲(第2、3章)和宋斌(第4、5章)。许多老师对本书提出了不少宝贵意见,给予了很大的帮助,在此一并表示感谢。由于计算机技术的发展十分迅速,作者水平有限,书中难免有错误和不足之处,期望读者不吝赐教。

作 者

2008年1月于南京

第 1 章 计算机基础 .....	1
1.1 计算机的发展及分类 .....	1
1.1.1 计算机的发展 .....	1
1.1.2 计算机的分类与特点 .....	6
1.1.3 微型计算机的发展 .....	9
1.1.4 计算机应用 .....	13
1.2 数字表示和信息编码 .....	16
1.2.1 数的表示及数制转换 .....	16
1.2.2 数的定点与浮点表示 .....	20
1.2.3 数的码制 .....	21
1.2.4 算术运算 .....	24
1.2.5 逻辑运算 .....	25
1.2.6 字符在计算机中的编码 .....	26
1.3 算法与数据结构 .....	29
1.3.1 算法及算法的表示 .....	29
1.3.2 简单算法举例 .....	33
1.3.3 数据结构 .....	35
1.4 计算机工作原理 .....	37
1.4.1 计算机硬件的基本结构 .....	38
1.4.2 计算机的工作过程 .....	39
习题 .....	44
第 2 章 计算机工程 .....	46
2.1 中央处理器 .....	46
2.1.1 CPU 的结构 .....	46
2.1.2 CPU 的性能指标 .....	46
2.1.3 微型计算机中常用的 CPU .....	47



2.2	存储设备 .....	51
2.2.1	存储器分类 .....	51
2.2.2	存储器的性能指标 .....	53
2.2.3	半导体存储器 .....	53
2.2.4	磁记录存储器 .....	56
2.2.5	光盘存储器 .....	58
2.2.6	可移动外存储器 .....	60
2.2.7	其他存储设备 .....	61
2.3	输入输出设备 .....	62
2.3.1	输入设备 .....	62
2.3.2	输出设备 .....	67
2.4	微型计算机系统 .....	71
2.4.1	主板 .....	71
2.4.2	总线 .....	74
2.4.3	输入输出接口 .....	76
2.4.4	微型计算机的主要性能指标 .....	78
2.5	计算机网络 .....	79
2.5.1	计算机网络的产生与发展 .....	79
2.5.2	计算机网络的定义及功能 .....	83
2.5.3	计算机网络的分类 .....	84
2.5.4	计算机网络的组成 .....	86
2.5.5	计算机网络的体系结构 .....	88
2.5.6	局域网 .....	91
2.6	因特网 .....	94
2.6.1	因特网的形成与发展 .....	94
2.6.2	因特网的结构及协议 .....	96
2.6.3	因特网的接入 .....	97
2.6.4	因特网的主机地址和域名系统 .....	99
2.6.5	因特网服务及对人类的影响 .....	104
	习题 .....	110
<b>第3章</b>	<b>计算机软件</b> .....	<b>111</b>
3.1	计算机软件概述 .....	111
3.1.1	软件的概念及分类 .....	111
3.1.2	计算机软件的发展 .....	112
3.2	计算机语言 .....	114
3.2.1	计算机语言的发展 .....	114
3.2.2	机器语言 .....	115
3.2.3	汇编语言 .....	115

3.2.4	高级语言	116
3.2.5	面向对象的语言	117
3.2.6	常用编程语言简介	118
3.3	操作系统	121
3.3.1	操作系统的概念和功能	121
3.3.2	进程管理	124
3.3.3	存储器管理	128
3.3.4	文件管理	129
3.3.5	设备管理	133
3.3.6	典型操作系统介绍	133
3.4	计算机应用软件	137
3.4.1	办公自动化软件 Office 2007	138
3.4.2	图形图像处理软件	143
3.4.3	视频处理软件	145
3.5	软件工程	148
3.5.1	软件工程研究内容	149
3.5.2	软件工程的基本原则	149
3.5.3	软件开发过程	150
	习题	155
<b>第4章</b>	<b>计算机技术</b>	<b>157</b>
4.1	数据库系统	157
4.1.1	数据处理技术的产生与发展	157
4.1.2	数据描述	160
4.1.3	数据模型	162
4.1.4	数据库的体系结构	165
4.1.5	关系数据库	166
4.1.6	常用的数据库管理系统	170
4.1.7	数据库系统及应用新技术	175
4.2	多媒体技术	178
4.2.1	文本	178
4.2.2	数字声音	179
4.2.3	数字图像	182
4.2.4	数字视频	187
4.2.5	多媒体技术的研究内容及应用前景	191
4.3	计算机安全技术	193
4.3.1	计算机安全概述	193
4.3.2	数据加密技术	194
4.3.3	数据签名技术	196

4.3.4	计算机病毒	197
4.3.5	防火墙技术	199
4.3.6	信息安全策略及风险管理	200
	习题	202
<b>第5章</b>	<b>计算机科学</b>	<b>204</b>
5.1	概述	204
5.2	计算机科学体系	206
5.2.1	计算机科学知识组织结构及其演变	206
5.2.2	计算机科学的教育	208
5.3	计算机与人类社会	210
5.3.1	计算机与环境	210
5.3.2	计算机与道德	211
5.3.3	计算机与法律	214
5.4	计算机文化与教育	217
5.4.1	计算机文化	217
5.4.2	计算机教育	217
5.5	计算机产业	218
5.5.1	计算机产业结构及职位	218
5.5.2	计算机产业人才的需求及特点	220
	习题	220

## 1.1 计算机的发展及分类

现代计算机孕育于英国,诞生于美国,成长遍布于全世界。所谓“现代”是指利用先进的电子数字技术代替机械或机电技术。计算机中笨重的齿轮、继电器依次被电子管、晶体管和集成电路等取代。计算机的发展速度越来越快,种类也越来越多,应用越来越广。

在现代计算机 60 多年的发展(从 1945 年至今)历程中,最重要的代表人物是英国科学家艾兰·图灵(A. M. Turing)和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼(Von Neumann),他们为现代计算机科学奠定了基础。

### 1.1.1 计算机的发展

#### 1. 早期的计算机工具

人类最早的有实物为证的计算工具诞生在中国。古人曰:“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外。”筹策又叫算筹,它是中国古代普遍采用的一种计算工具。算筹不仅可以替代手指来帮助计数,而且能做加减乘除等数学运算。中国古代在计算工具领域的另一项发明是珠算盘,直到今天,它仍然是许多人钟爱的“计算机”。珠算盘最早记录于汉朝人徐岳撰写的《数术记遗》一书里,大约在宋元时期开始流行,明代的珠算盘已经与现代算盘完全相同,由于珠算具有“随手拨珠便成答数”的优点,一时间风靡海内,并且逐渐传入日本、朝鲜、越南和泰国等地,以后又经一些商人和旅行家带到欧洲,逐渐在西方传播,对世界数学的发展产生了重要的影响。

17 世纪初,计算工具在西方呈现了较快的发展,首先创立对数概念而闻名于世的英国数学家纳皮尔(J. Napier),在他所著的一本书中,介绍了一种工具,即后来被人们称为“纳皮算筹”的器具。这就是计算尺原型,奥却德发明了圆盘型对数计算尺,后改进成两根相互滑动的直尺状。计算尺不仅能做乘除、乘方、开方,甚至可以计算三角函数、指数和对数,它一直被使用到袖珍计

算器面世为止。即使在 20 世纪六、七十年代,熟练使用计算尺依然是理工科大学生必须掌握的基本功,是工程师身份的象征。几乎就在奥却德完成计算尺研制的同一时期,机械计算机也由法国的帕斯卡(B. Pascal)发明出来。帕斯卡设计的计算机是由一系列齿轮组成,而用发条作为动力的装置,这种机器只能够做 6 位数的加法和减法。这被称为“人类有史以来第一台计算机”,后来人们为了纪念他,将一种计算机的高级语言命名为 PASCAL。

## 2. 图灵和图灵机

图灵对现代计算机的主要贡献有两个:一是建立图灵机(Turing machine)理论模型;二是提出定义机器智能的图灵测试(Turing test)。

1936 年,图灵发表了一篇论文《论可计算的数及其在密码问题的应用》,首次提出逻辑机的通用模型。现在人们就把这个模型机称为图灵机,缩写为 TM。TM 由一个处理器 P、一个读写头 W/R 和一条存储带 M 组成,如图 1.1 所示。其中,M 是一条无限长的带,被分成一个个单元,从最左单元开始,向右延伸直至无穷。P 是一个有限状态控制器,能使 W/R 左移或右移,并且能对 M 上的符号进行修改或读出。那么,图灵机怎样进行运算呢?例如做加法  $3+2=?$ ,开始先把最左单元放上特殊的符号 B,表示分割空格,它不属于输入符号集。然后写上 3 个 1,用 B 分割后再写上 2 个 1,接着再填一个 B,相加时,只要把中间的 B 修改为 1,而把最右边的 1 修改为 B,于是机器把两个 B 之间的 1 读出就得到  $3+2=5$ 。由于计算过程的直观概念可以看成是能用机器实现的有限指令序列,所以图灵机被认为是过程的形式定义。

必须强调指出,图灵并不只是一位纯粹抽象的数学家,他还是一位擅长电子技术的工程专家。第二次世界大战期间,他是英国密码破译小组的主要成员。他设计制造的破译机 Bombe 实质就是一台采用继电器的高速计算装置。图灵以独特的思想创造的破译机,一次次成功地破译了德国法西斯的密码电文。

为纪念图灵的理论成就,美国计算机协会(ACM)专门设立了图灵奖。从 1966 年至今已有 30 多位世界一流的计算机科学家获得此项殊荣,图灵奖也成为计算机学术界的最高成就奖。图 1.2 是图灵的照片。

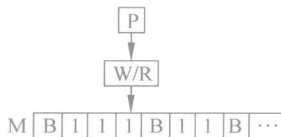


图 1.1 图灵机原理



图 1.2 图灵

## 3. 第一台电子数字计算机 ENIAC

ENIAC(埃尼阿克)是电子数值积分计算机(Electronic Numerical Integrator and

Computer)的缩写。

1943年,第二次世界大战关键时期,战争的需要像一只有力的巨手,推动了电子计算机的诞生。由于美国陆军新式火炮的设计迫切需要运算速度更快的计算机,与此同时,美国宾州大学莫尔学院的莫奇莱教授(John W. Mauchly)和他的学生埃克特博士(J. Presper Eckert)也多次讨论制造电子计算机的可行性。因此,当军方找到他们寻求合作时,双方一拍即合。在讨论经费(最初为15万美元)时几乎是在几分钟内就确定下来。以后一再追加经费,军方都有求必应,经费一直追加到了48万美元,大约相当于现在的1000多万美元。

ENIAC于1946年2月15日运行成功。标志着电子数字计算机的问世,人类从此迈进了电子计算机时代。它内部总共安装了17468只电子管,7200个二极管,70000多个电阻,10000多个电容和6000多只继电器,电路的焊接点多达50万个。在机器表面布满电表、电线和指示灯。机器被安装在一排2.75m高的金属柜里,占地面积为170m<sup>2</sup>,总重量达到30t。这台机器很不完善,例如,它的耗电量超过174kW;电子管平均每隔7min就要烧坏一只。另外,由于存储容量太小,必须通过开关和插线来安排计算程序,因此它还不完全具有“内部存储程序”功能。尽管如此,ENIAC的加法运算速度达到5000次/s,可以在3ms内完成两个10位数乘法。一条炮弹的轨迹20s就能算完,比炮弹本身的飞行速度还要快。ENIAC原来是计划为二战服务的,但它投入运行时战争已经结束,这样一来它便转向为研制氢弹而进行计算。当它退役时,计算机技术与氢弹技术都有了很大的发展。从这点看,ENIAC的应用面很窄,它的社会意义并没有人们想象的那么广泛。

#### 4. 冯·诺依曼

冯·诺依曼于1903年出生,1921—1925年他先后在柏林和苏黎世学习化学,1926年获得苏黎世化学工程文凭和布达佩斯数学博士学位证书。1930年他以客座讲师身份到美国普林斯顿大学讲学,次年应聘为普林斯顿大学教授。图1.3所示是冯·诺依曼教授。

冯·诺依曼介入ENIAC的工作既有偶然性又有必然性。1945年的一天,冯·诺依曼在阿伯丁火车站候车,担任军方与宾州大学两方联络员的年轻的戈德斯坦(H. Goldstine)遇到了已经成名的冯·诺依曼教授,以敬仰的心情与教授攀谈起来。当冯·诺依曼听到关于ENIAC的进展时,凭着他渊博的知识立刻洞察到这一项目的重要意义,并毅然决定参加这一研究。

冯·诺依曼在ENIAC当顾问期间,经常举办学术报告会,对ENIAC的不足之处进行认真分析,并讨论全新的存储程序的通用计算机方案。当军方要求比ENIAC性能更好的计算机时,他们便提出了EDVAC(埃德瓦克)方案。1946年6月,冯·诺依曼与戈德斯坦等发表了《电子计算机装置逻辑结构初探》的论文,成为EDVAC的设计基础。

ENIAC的诞生曾使莫尔学院一下子成为全世界关注的焦点。可惜,1946年年底,由于莫尔学院计算机研究小组在ENIAC诞生之后,设计组的专家们因发明权而争得不可开交,小组陷入分裂,最终自行解体,致使研究工作一度中断。在这种情况下,冯·诺依曼与戈德斯坦等人离开了莫尔学院,来到普林斯顿大学研究院继续计算机的研制工作,并在军方的支



图1.3 冯·诺依曼

持下使普林斯研究院代替莫尔学院成为全美计算机研究中心之一。他们于 1952 年完成了 EDVAC 的建造工作。EDVAC 投入运行后,用于核武器的理论计算。

## 5. 第一代计算机

ENIAC 的诞生开创了计算机时代的新纪元,在它之后出现的一批著名机器成为了开创性的第一代计算机族。它们是 ABC; ENIAC; IAS; EDVAC; ACE; EDSAC; Whirlwind; IBM 701、702、704、705、650 和 RAMAC 305 等。

IBM 公司通过支持哈佛 Mark I 转向计算机后,1948 年开发了 SSEC(即选择顺序电子计算机)。1951 年 10 月聘请冯·诺依曼担任了公司的顾问,他向公司领导及技术人员反复介绍了计算机的广泛应用及其意义,提出了一系列有充分科学依据的重大建议。

1952 年 IBM 公司生产的第一台用于科学计算的大型机 IBM 701 问世;1953 年又推出第一台用于数据处理的大型机 IBM 702 和小型机 IBM 650。1953 年 4 月 7 日,IBM 公司在纽约举行盛大招待会向社会公布它的新产品,著名原子核科学家奥本海默致开幕词祝贺。会上展示了 IBM 701,字长 36 位,使用了 4000 个电子管和 12 000 个锗晶体二极管,运算速度为 2 万次/s。采用静电存储管作主存,容量为 2048 字,并用磁鼓作辅存(磁鼓是利用表面涂以磁性材料的高速旋转的鼓轮和读写磁头配合起来进行信息存储的磁记录装置,1950 年首先用于英国国家物理实验室 NPL 的 ACE 计算机上)。此外,IBM 701 还配备了齐全的外设,如卡片输入输出机、打印机等。这就为第一代商品计算机描绘出了一个丰满而生动的形象。

IBM 第一炮打响后,1954 年陆续推出了 701 与 702 的后续产品 704 与 705。1956 年推出第一台随机存储系统 RAMAC305。RAMAC 是“计算与控制随机访问方法(Random Access Method for Accounting and Control)”的缩写。它是现代磁盘系统的先驱。RAMAC 由 50 个磁盘组成,存储容量 5MB,随机存取文件的时间少于 1s。

20 世纪 50 年代存储技术的重大革新是磁芯存储器的出现,它产生在美国麻省理工学院(Massachusetts Institute of MIT)。1944 年福雷斯特开始“旋风”计划,起初是研制一台模拟计算机,后来修改为数字计算机。1953 年它成为第一台使用磁芯的计算机。英国剑桥大学威尔克斯教授当时正在访问 MIT,亲眼目睹了这一革命性的变化,他说:“几乎一夜之间存储器就变得稳定而可靠了。”

磁芯(magnetic core)是用铁氧体磁性材料制成的小环,外径小于 1mm,所以磁芯尺寸只有小米粒大小。该材料有矩形磁滞回线,当激磁电流方向不同(+I, -I)时会产生两种剩磁状态(+ $\Phi$ , - $\Phi$ )。因此,一个磁芯可存储一个二进制数(1,0)。如果一个存储器有 4K 字,每字为 48 位,那就需要  $4096 \times 48 = 196\,608$  颗磁芯。如此大量的磁芯要细心地组装在若干个平面网形结构的磁芯板上。

很快,磁芯就用在了 UNIVAC-II 上,并成为 20 世纪 50 年代和 60 年代存储器的工业标准。

## 6. 第二代计算机

晶体管是 1948 年美国贝尔电话实验室的三位物理学家巴丁(J. Bardeen)、布拉坦(W. Brattain)和肖克莱(W. Shockley)发明的。由于这项影响深远的发明,他们荣获了 1956 年

的诺贝尔物理学奖。因此,贝尔实验室就成了晶体管计算机的发源地,今天,它已成为 AT&T 公司的重要成员。

1954 年贝尔实验室制成第一台晶体管计算机 TRADIC,它使用了 800 个晶体管。1955 年全晶体管计算机 UNIVAC-Ⅱ 问世。但是,它们都没有成为第二代计算机的主流产品。

与此同时,高级编程语言得到迅速发展。首先,IBM 公司的一个小组在巴科斯(John Backus)领导下,从 1954 年开始研制高级语言,同年开始设计第一个用于科学与工程计算的 FORTRAN 语言。1958 年 MIT 在麦卡锡(John McCarthy)发明了用于人工智能的 LISP 语言。1959 年在宾州大学一些用户开会讨论解决程序的移植问题,因为对某种计算机编写的程序,在其他型号的机器上是无法执行的。结果,在国防部的支持下,以格雷斯·霍普(Grace Hopper)为首的委员会提出了 COBOL 语言。它是计算机语言的前驱,用它编写了第一个实际的编译程序。

第二代计算机主流产品是 IBM 7000 系列。1958 年 IBM 推出大型科学计算机 IBM 7090,实现了晶体管化。采用了存取周期为  $2.18\mu\text{s}$  的磁芯存储器、每台容量为 1MB 的磁鼓、每台容量为 28MB 的固定磁盘,并配置了 FORTRAN 等高级语言。1960 年晶体管化的 IBM 7000 系列全部代替了电子管的 IBM 700 系列,如 IBM 7094-I 大型科学计算机、IBM 7040 和 IBM 7044 大型数据处理机。IBM 7094-I 的主频比 IBM 7090 高,增加了双倍精度运算指令和变址寄存器个数,并采用了交叉存取技术。1963 年又推出 IBM 7094-Ⅱ 计算机。总之,在 1955—1965 年的 10 年间,美国名牌大学与大公司使用的计算机大多数是从 IBM 704 到 IBM 7094 这些机型。

以晶体管为发端的全固态化电路为计算机运算速度的提高开辟了广阔的前景,激发了研制超级计算机的积极性。1961 年 IBM 完成了第一台流水线(pipeline)计算机 STRETCH (IBM 7030),CPU 既有执行定点操作和字符处理的串行运算器,又有执行快速浮点运算的并行运算器,采用最多可重叠执行 6 条指令的控制方式。为提高速度,使用 NPN 和 PNP 高速漂移晶体管作电流开关元件,电路延迟时间为 10ns。存储容量为 16 000 字的磁芯存储器,采用多体交叉存取。为提高可靠性,首先采用了汉明纠错码。此外,还采用了多道程序技术,并且能使 CPU 与输入输出设备并行工作。作为第一台流水线机器,它成为超级机的雏形。

1960 年美国贝思勒荷姆钢厂成为第一家利用计算机处理订货、管理库存并进行实时生产过程控制的公司。1963 年《俄克拉何马日报》成为第一份利用计算机编辑排版的报纸。1964 年美国航空公司建立了第一个实时订票系统,计算机应用的革命开始了。

### 7. 第三代计算机

第三代计算机主流产品是 IBM 360。IBM 公司在 1961 年 12 月提出了“360 系统计划”。当时守旧派认为二代机产品已占西方市场的 70%,形成了垄断势头,不必冒险搞什么“360 决策”。革新派则认为二代机产品的品种重复,性能单调,程序不兼容,用户负担重。为了克服种种弊端就必须大刀阔斧地搞新的通用机。

1964 年 4 月 7 日,IBM 公布了 IBM 360 系统,成为计算机发展史上的一个重要里程碑。IBM 公司为此投资 50 亿美元,到 1965 年 IBM 360 系统的各种型号陆续投入市场,共售出 33 000 台,这促使大多数早先的商用计算机被废弃,对计算机工业产生了相当大



的冲击。

在此期间,许多比较小的公司则开发比较小的计算机。其中,成功地开拓了小型机市场的是 DEC 公司(即数据设备公司)。DEC 于 1959 年展示了它的第一台计算机 PDP-1,1963 年生产了 PDP-5,1965 年生产了 PDP-8,成为商用小型机的成功版本。它们是 12 位字长的机器,结构简单,售价低廉。进入 20 世纪 70 年代后,该公司又陆续开发了 PDP-11 系列、VAX-11 系列等 32 位小型机,使 DEC 成为小型机霸主。

新成立的 DG 公司于 1969 年推出第一台 16 位小型 Nova(诺瓦)机,以后陆续开发了三个系列的诺瓦机。这些机型对我国计算机的发展曾有过较大影响。

## 8. 第四代计算机

Intel(英特尔)公司于 1968 年成立。次年以年轻的霍夫(M. Hoff)博士为首,成立为一家日本公司设计袖珍计算器芯片的小组。1971 年第一代微处理器 4 位芯片 Intel 4004 问世,它在  $4.2 \times 3.2 \text{mm}^2$  的硅片上集成了 2250 个由晶体管组成的电路,其功能竟与 ENIAC 相仿。1972 年推出第二代微处理器 8 位芯片 Intel 8008,1974 年推出后继产品 8080。1975 年 Altair 公司利用这种芯片制成了微型计算机。

由于起始年代的不同,再加上主流产品并无明显的差别,造成三代机与四代机之间界限的模糊,从而出现了所谓“三代半”机的说法。

1977 年 IBM 公司推出 3030 系列,包括 3031、3032 和 3033 等型号。除继承了 IBM 370 体系结构与操作系统外,还大幅度提高了 MVS/SE(多虚拟与存储扩展的操作系统)的效率,加强了神秘色彩,使其他厂家难以模仿。以上这些常称为三代半主流产品。

四代机的主流产品是 1979 年 IBM 推出的 4300 系列、3080 系列,以及 1985 年的 3090 系列。它们都继承了 370 系统的体系结构,使功能得到进一步的加强,例如虚拟存储、数据库管理、网络管理、图像识别和语言处理等。

看起来,计算机系统的继承性一旦确立,既对计算机的发展做出很大贡献,难免又会对新的突破产生束缚。

目前正在流行的新机种极其繁多。中小型机如 IBM AS/400,惠普的 HP 9000 系列, CDC 的 4000 系列,AT&T 的 3B2 系列,DEC 的 Micro VAX、Micro PDP,Data General 的 MV 系列等,都可以说是四代机的继承与发展。

## 1.1.2 计算机的分类与特点

### 1. 计算机的分类

计算机的分类方式有多种,按处理器的位数分为 8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机;按主要元器件分为电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和超大规模集成电路计算机;按用途分为军用计算机、商用计算机、家用计算机、通用计算机和专用计算机等;较常见的是按体积大小、处理速度和成本来分,分为超级计算机、大型机、小型计算机、微型机和嵌入式计算机等。由于计算机技术的发展很快,不同类型计算机之间的划分标准不断地变化,如今的微型机能够比得上 20 年前的大型计算机的能力,但体积小了很多。所有的计算机都在朝着功能更强、速度更快、体积更小、应用更广的方向发展。