

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

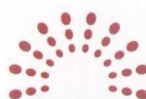
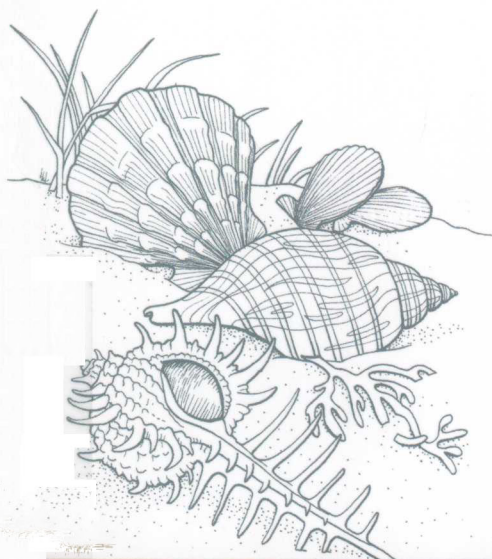
大学计算机基础

Fundamental of Computers

罗永龙 李杰 方群 主编

王峰 王诗兵 陈付龙 副主编

- 体系完整、内容全面
- 图文并茂、实例丰富
- 循序渐进、深入浅出



高校系列



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

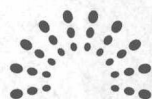
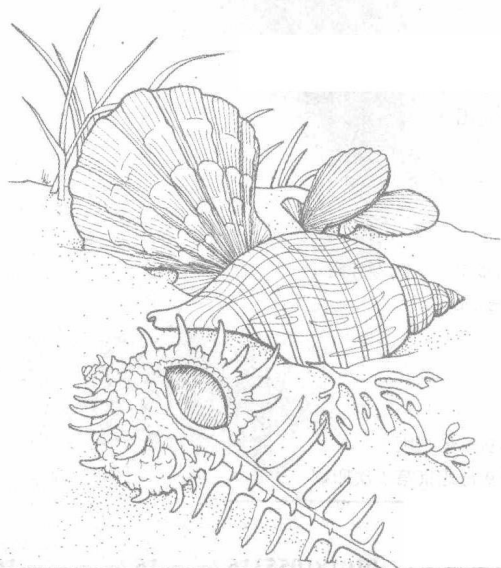
21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

大学计算机基础

Fundamental of Computers

罗永龙 李杰 方群 主编

王峰 王诗兵 陈付龙 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 / 罗永龙, 李杰, 方群主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2015.9
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-28945-2

I. ①大… II. ①罗… ②李… ③方… 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(2015)第151111号

内 容 提 要

本书针对非计算机专业学生的特点, 结合编者多年从事大学计算机基础课程教学的经验编写而成。全书共有 8 章, 内容包括计算机与信息化社会、计算机系统、操作系统、办公自动化、多媒体技术、计算机网络应用、数据库应用基础、算法与程序设计。本书结构科学合理, 内容详实, 通俗易懂。可作为各类院校计算机公共基础课程的教材或教学辅导书, 也可作为全国计算机等级考试参考用书。

◆ 主 编 罗永龙 李 杰 方 群

副 主 编 王 峰 王诗兵 陈付龙

责任编辑 邹文波

执行编辑 吴 婷

责任印制 沈 蓉 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18

2015 年 9 月第 1 版

字数: 472 千字

2015 年 9 月北京第 1 次印刷

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

前言

随着计算机技术的飞速发展及 Internet 应用的普及,计算机在各个领域的应用越来越广泛,人们的工作、生活、娱乐都离不开计算机与网络。熟悉与掌握计算机基础知识及操作已经成为必需的技能。“大学计算机基础”是高等学校学生的必修课程,培养学生具备一定的信息素养与操作技能是该课程要完成的主要教学任务。为适应大学计算机基础教学新的形势发展的需要,我们编写了本书。

本书凝聚了作者多年的教学 and 实践经验,全书概念准确,逻辑清晰,知识新颖实用,内容丰富,主要介绍了计算机与信息化社会、计算机系统、操作系统、办公自动化、多媒体技术、计算机网络应用、数据库应用基础、算法与程序设计。本书的特点是结构合理、内容新颖、图文并茂、深入浅出。本书另配有详细的《大学计算机基础实践教程》,该书基于 Windows 7 和 Microsoft Office 2010 环境,提供了丰富实用的操作案例,可帮助读者深入理解基础知识,提高实践能力。

本书共 8 章,第 1 章和第 2 章由陈付龙编写,第 3 章由赵传信编写,第 4 章由祝玉军编写,第 5 章由赵大东编写,第 6 章由郑孝遥编写,第 7 章由凌宗虎编写,第 8 章由郭良敏编写,全书由罗永龙、李杰、方群统稿,许建东负责全书表格和图片的校对,许勇教授、王戴木教授、王峰教授、王诗兵教授,李汪根教授在百忙之中审阅了全书,并提出许多中肯的意见,在此一并表示感谢。

由于时间仓促且作者水平有限,书稿仍可能存在问题,恳请广大读者批评指正。

编 者

2015-6-1

目 录

第 1 章 计算机与信息化社会 1

1.1 计算机概况	1
1.1.1 计算工具的演变	1
1.1.2 现代计算机的问世与发展	6
1.1.3 现代计算机的特点与分类	14
1.1.4 计算机的发展趋势与新技术	16
1.2 现代信息技术	18
1.2.1 信息技术基础知识	18
1.2.2 信息技术的发展	20
1.2.3 现代信息技术的内容	22
1.2.4 计算机在信息化社会中的应用	25
1.2.5 信息化生活和学习	27
1.2.6 信息产业	29
1.3 信息技术和产业新发展	30
1.3.1 三网融合	30
1.3.2 云计算	31
1.3.3 物联网	33
1.3.4 大数据	35
1.3.5 未来计算机	36
本章小结	37
习题	38

第 2 章 计算机系统 40

2.1 数据在计算机中的表示与存储	40
2.1.1 数制的概念	40
2.1.2 数据的表示和存储的单位	40
2.1.3 不同进制数之间的转换	41
2.1.4 数据的表示与存储	44
2.2 计算机系统组成与工作	48
2.2.1 计算机系统组成	48
2.2.2 计算机硬件系统	49
2.2.3 计算机软件系统	54

2.3 微型计算机系统	60
2.3.1 微型计算机系统及其组成	60
2.3.2 主板	60
2.3.3 CPU	61
2.3.4 存储器	66
2.3.5 总线与接口	74
2.3.6 输入设备	80
2.3.7 输出设备	82
2.3.8 微型计算机选配	84
本章小结	85
习题	86

第 3 章 操作系统 89

3.1 操作系统概述	89
3.1.1 初识操作系统	89
3.1.2 操作系统的基本概念	90
3.1.3 操作系统的形成与发展	91
3.1.4 操作系统的分类	92
3.2 操作系统的基本功能	94
3.2.1 进程管理	94
3.2.2 存储器管理	95
3.2.3 文件管理	96
3.2.4 设备管理	96
3.2.5 用户接口	97
3.3 常用操作系统	98
3.3.1 Windows 操作系统	98
3.3.2 UNIX 操作系统	101
3.3.3 Linux 操作系统	104
3.3.4 智能手机操作系统	105
3.4 Windows 7 操作系统	108
3.4.1 Windows 7 进程管理	108
3.4.2 Windows 7 设备管理	109
3.4.3 Windows 7 文件管理	111

3.4.4 Windows 7 磁盘管理	112	5.3 图像	146
3.4.5 Windows 7 控制面板	113	5.3.1 图像的获取	146
3.4.6 Windows 7 计算机管理	114	5.3.2 图像的存储	147
3.4.7 Windows 7 任务管理器	114	5.3.3 图像的处理技术	150
本章小结	115	5.3.4 图像处理软件	152
习题	116	5.4 图形	152
第4章 办公自动化	117	5.4.1 图形的概念	153
4.1 办公自动化的概述	117	5.4.2 图形的格式	153
4.1.1 办公自动化的定义	117	5.4.3 计算机图形学	154
4.1.2 办公自动化的特点	118	5.5 音频	155
4.1.3 办公自动化的发展历程	118	5.5.1 声音信号的数字化	155
4.1.4 办公自动化的发展趋势	119	5.5.2 声音的存储	155
4.2 办公自动化系统概述	120	5.5.3 声音的处理技术	157
4.2.1 办公自动化系统概念	120	5.6 视频	158
4.2.2 办公自动化系统要素及模式	120	5.6.1 视频信号的数字化	158
4.2.3 办公自动化系统类型	120	5.6.2 视频的存储表示	159
4.2.4 办公自动化系统的发展	122	5.6.3 视频的处理技术	160
4.3 办公自动化的技术支持	122	5.7 计算机动画	162
4.3.1 个人计算机的作用	122	5.7.1 计算机动画的概念	162
4.3.2 计算机网络的作用	122	5.7.2 常见的动画格式	162
4.3.3 软件技术支持	123	5.7.3 动画处理软件	163
4.3.4 新的解决方案	124	5.8 虚拟现实技术	163
4.4 常用办公自动化软件及系统介绍	124	5.8.1 虚拟现实的关键技术	164
4.4.1 个人办公自动化	124	5.8.2 虚拟现实技术的应用	164
4.4.2 校园办公自动化	125	5.9 流媒体	165
4.4.3 企业办公自动化	127	5.9.1 流媒体的概念与特点	165
4.4.4 移动办公自动化	128	5.9.2 流媒体的关键技术	166
4.5 办公自动化系统分析	129	5.9.3 流媒体技术的音、视频文件格式	166
本章小结	137	5.10 超媒体	166
习题	138	本章小结	167
第5章 多媒体技术	139	习题	167
5.1 多媒体概述	139	第6章 计算机网络应用	169
5.1.1 多媒体技术的历史	139	6.1 数据通信技术	169
5.1.2 多媒体技术的应用	140	6.1.1 通信技术发展史	169
5.2 文本	141	6.1.2 通信的定义	170
5.2.1 文本的分类	142	6.1.3 通信系统模型	171
5.2.2 文本录入方式	144	6.1.4 通信介质	172
5.2.3 文本处理工具	145	6.2 网络基础知识	176
		6.2.1 网络的概念及组成	176

6.2.2 网络的基本功能	177	7.2.2 数据类型	228
6.2.3 网络分类	177	7.2.3 字段属性	230
6.2.4 体系结构	179	7.2.4 创建数据库和表	233
6.2.5 互连设备	180	7.2.5 创建窗体	235
6.2.6 局域网	182	7.2.6 应用案例	236
6.3 因特网技术及其应用	187	7.3 大型数据库管理系统 SQL Server	240
6.3.1 因特网概述	187	7.3.1 SQL Server 简介	240
6.3.2 TCP/IP 体系结构	189	7.3.2 创建数据库和表	241
6.3.3 基本概念	190	7.3.3 创建视图	242
6.3.4 因特网应用	192	7.3.4 备份、还原数据库	243
6.4 移动互联网技术及其应用	196	本章小结	244
6.4.1 移动互联网概述	196	习题	245
6.4.2 移动互联网应用	197		
6.5 物联网技术及应用	199	第 8 章 算法与程序设计	247
6.5.1 物联网概述	199	8.1 算法	247
6.5.2 物联网应用	199	8.1.1 基本概念	247
6.6 信息安全	204	8.1.2 算法复杂度	248
6.6.1 信息安全概述	204	8.2 数据结构	248
6.6.2 信息安全技术	205	8.2.1 基本概念	248
6.6.3 计算机病毒	207	8.2.2 线性表	250
6.6.4 黑客及防范	208	8.2.3 栈和队列	255
6.6.5 大学生上网注意事项	208	8.2.4 树和二叉树	258
6.6.6 信息安全法规与职业道德	210	8.3 查找和排序	261
本章小结	212	8.3.1 查找	261
习题	213	8.3.2 排序	262
第 7 章 数据库应用基础	215	8.4 程序设计基础	268
7.1 关系数据库基础	215	8.4.1 程序	268
7.1.1 数据库基本概念	215	8.4.2 程序设计语言	268
7.1.2 数据库系统的组成	216	8.4.3 结构化程序设计	269
7.1.3 关系数据模型	217	8.4.4 面向对象的程序设计	270
7.1.4 关系数据库	218	8.5 软件工程基础	270
7.1.5 关系的基本运算	220	8.5.1 基本概念	270
7.1.6 关系数据库语言 SQL	222	8.5.2 结构化分析方法	273
7.1.7 关系数据库的设计方法	223	8.5.3 结构化设计方法	274
7.1.8 常用的数据库管理系统	225	8.5.4 软件的测试和调试	275
7.2 小型数据库管理系统 Access	227	本章小结	276
7.2.1 基本对象	227	习题	277
		参考文献	279

第 1 章

计算机与信息化社会

20 世纪 40 年代以来,计算机、网络、通信、软件和传感技术获得重大突破,推动了信息技术的迅猛发展,引发了一场新的全球性信息革命。计算机(Computer)又称电子计算机或电脑,是一种利用电子学原理,根据一系列指令来对数据进行处理机器。计算机是 20 世纪最伟大的科学技术发明之一,它从最初的军事科研应用扩展到信息管理、科学计算、过程检测与控制、工业生产、武器装备、辅助设计与制造、教育教学、家庭娱乐、通信和航天科技等各个领域,已形成了规模巨大的计算机产业,带动了全球范围的技术进步,并以强大的生命力飞速发展。以计算机技术为核心的信息技术已经成为继蒸汽机技术和电力电气技术之后,又一项对人类社会产生深刻影响的通用性技术。现代社会离不开信息技术,掌握基本的信息技术及其应用是高等技术人员不可缺少的基本技能之一,也理所当然成为当代大学生知识结构的重要组成部分。本章将为您揭示计算机的来龙去脉,介绍现代信息技术的基本内涵及未来的发展方向。

1.1 计算机概况

1.1.1 计算工具的演变

在漫长的人类进化和社会发展历史长河中,人的大脑逐渐具有了一种“把直观变成抽象、形象变成数字的抽象思维活动”的特殊本领。由于能够在“形象”与“数字”之间进行互相转换,人类才真正具有了认识世界的能力。在此基础上,数的计算也就随着数的概念的产生而出现。然而,数的计算往往需要借助一定的工具来完成,因而计算工具也就随着人类社会活动的日益扩大及计算复杂程度的日益增大而不断更新发展,经历了由简单到复杂,由低级向高级的演变过程,反映了人类认识世界、改造世界的艰辛历程和广阔前景。回顾计算工具的演变过程,从中可以得到许多有益的启示。

1. 手动计算工具

人类最初的计算工具就是人类的双手,掰指头算数就是最早的计算方法。一个人天生有十个指头,因此十进制就成为人们最熟悉的进制计数法。由于双手的局限性,人类开始学习用小木棍、石子等物品作为计算工具。原始社会,人类智力低下,当时把石块放进皮袋,或用贝壳串成珠子,用“一一对应”的方法,计算需要计数的物品。在拉丁语中,“计算”的单词 Calculus,其本意就是用于计算的小石子。上古时代,文字发明以前,人们在绳子上打结,用以记事和计数,其原理和石子计数类似,以在绳子上打结的个数来表示物体的数量。《易经·系辞下》记载:“上古结绳

而治，后世圣人易之以书契，百官以治，万民以察。”图 1-1 所示为古代秘鲁印加人的结绳记事，它由许多颜色的绳结编成，用来计数或者记录历史。

在数的概念出现之后，就开始出现了数的计算。随着文明的进步，人类学会了使用越来越多、越来越复杂的计算工具，计算方法也越来越高级。

真正意义上的计算工具，可以上溯至 2500 多年以前，春秋战国时代中国人发明的算筹是世界上最早的计算工具之一。算筹采用木枝、竹、骨、象牙、玉石和铁等材料制作而成。《汉书·律历志》记载：“其算法用竹，径一分，长六寸，二百七十一枚而成六觚，为一握。”图 1-2 所示为 1971 年陕西千阳县出土的西汉骨算筹。南北朝时期的数学家祖冲之（公元 429—500 年）利用算筹，经过多年的反复计算，第一次将圆周率 π 的值精确到小数点后的第 7 位，在世界数学史上创造了一个奇迹。

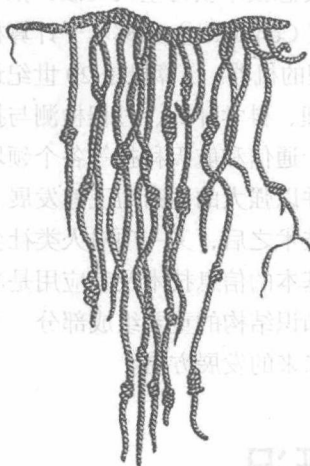


图 1-1 古代秘鲁印加人的结绳记事（又称奇谱）

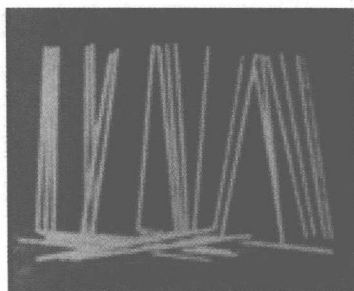


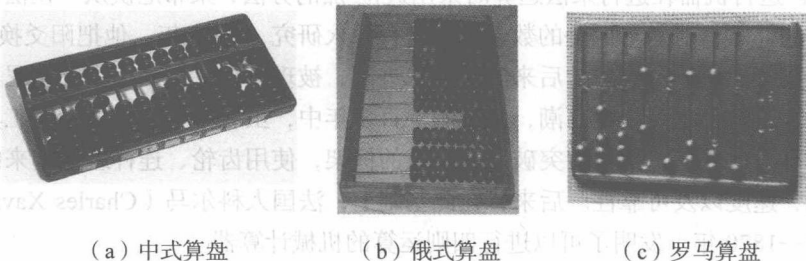
图 1-2 陕西千阳出土的西汉骨算筹

随着历史的进步，人类社会有了更高级的计算工具——算盘。关于算盘的来历，最早可以追溯到公元前 600 年，据说我国当时就有了类似于算盘的“算板”。算盘被认为是最早的计算机，素有“中国计算机”之称，广泛应用于商业贸易中，并一直使用至今。2013 年，联合国教科文组织将珠算列入人类非物质文化遗产，这也是我国第 30 项被列为非遗的项目。算盘亦称珠算，是由“算筹”演变而来的，以圆珠代替“算筹”，并将其连成整体，简化了操作过程，运用时更加得心应手。珠算一词，最早见于汉末三国时代徐岳撰写的《数术记遗》，书中有“珠算，控带四时，经纬三才”的记述。南宋数学家杨辉的《乘除通变算宝》中有“九归”的珠算口诀。元代刘因（1249—1293 年）亦有《算盘》诗：“不作翁商舞，休停饼氏歌。执筹仍蔽簏，辛苦欲如何。”明代吴敬《九章详注比类算法大全》较为全面地记载了珠算的有关算法。

明清时期，算盘的应用已很广泛。关于算盘制造规格，明万历年间柯尚迁（1528—1583 年）的《数学通轨》载有十三档算盘图，上二珠，下五珠，呈长方形，四周为木框，内有轴心，俗称“档”，如图 1-3（a）所示。档中间用一根横梁隔开，运算时定位后拨珠运算，后来出现的各种规格的算盘，都是在此基础上发展起来的。算盘构造简单，便于掌握，使用方便，成为古代乃至近现代计算理财不可缺少的工具。

算盘从明代开始传入朝鲜、日本等东亚国家。清代，算盘随着经济文化交往被传入东南亚诸国。二次世界大战后，美国也从日本引进了算盘。算盘在某些方面的运算能力要超过目前的计算

机,算盘的发明体现了中国人民的智慧。值得注意的是,算盘一词并不专指中国算盘,从现有文献资料来看,古巴比伦、古罗马和古希腊等文明古国都有过各自的与算盘类似的计算工具,如图 1-3 (b)、(c) 所示。



(a) 中式算盘

(b) 俄式算盘

(c) 罗马算盘

图 1-3 形形色色的算盘

1621 年,英国数学家奥特雷德 (William Oughtred, 1575—1660 年) 根据对数原理发明了圆形计算尺,也称对数计算尺。对数计算尺在两个圆盘的边缘标注对数刻度,然后让它们相对转动,就可以基于对数原理用加减运算来实现乘除运算。17 世纪中期,对数计算尺改进为尺座和在尺座内部移动的滑尺。18 世纪末,发明蒸汽机的瓦特独具匠心,在尺座上添置了一个滑标,用来存储计算的中间结果。对数计算尺不仅能进行加、减、乘、除、乘方和开方运算,甚至可以计算三角函数、指数函数和对数函数,它一直使用到袖珍电子计算器面世。即使在 20 世纪 60 年代,对数计算尺的使用仍然是理工科大学生必须掌握的基本功,是工程师身份的一种象征。图 1-4 所示为一种对数计算尺。

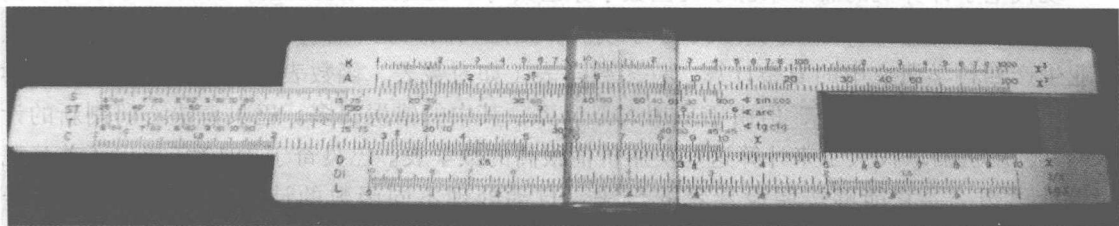


图 1-4 对数计算尺

2. 机械计算工具

随着人类社会生产的不断发展和社会生活的不断丰富,在人们的生产和生活中所产生的信息量与日俱增,为了更加迅捷有效地处理大量的信息,使人类从繁重的计算工作中解放出来,数百年来,人们一直希望发明出一种能自动进行计算、存储和数据处理机器。为此,近、现代有许多先驱者相继进行了机械计算机的研制。

17 世纪,欧洲出现了利用齿轮技术的计算工具。1642 年,年仅 19 岁的法国人帕斯卡 (Blaise Pascal, 1623—1662 年) 受机械时钟的启发,发明了第一个齿轮式机械计算器——可做加减运算的机械式加法机,这是人类历史上第一台机械式计算工具,其原理对后来的计算工具产生了持久的影响。帕斯卡加法器是由齿轮组成,如图 1-5 所示,以发条为动力,通过转动齿轮来实现加减运算,用连杆实现进位的计算装置。帕斯卡从加法器的成功中得出结论:人的某些思维过程与机械过程没有差别,因此可以设想用机械来模拟人的思维活动。帕斯卡的加法机向人们展示出,用一种纯粹机械的装置去代替人们的思考和记忆,是完全可以做到的。

1674 年,德国数学家莱布尼茨 (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646—1716 年) 发现了帕斯卡一篇关于“帕斯卡加法器”的论文,激发了他强烈的发明欲望,决心把这种机器的功能扩大为乘除运算。1673 年,莱布尼茨研制了一台能进行四则运算的机械式计算器,称为莱布尼茨四则运算器,如图 1-6 所示。这台机器在进行乘法运算时采用进位-加的方法,莱布尼茨从一位法国传教士那里得到《易经》的译本,对六十四卦的数学结构进行深入研究,1701 年,他把阳爻交换写成 1,把阴爻换成 0,悟出了二进制的原理,后来演化为二进制,被现代计算机采用。莱布尼茨四则运算器在计算工具的发展史上是一个小高潮,此后的一百多年中,虽有不少类似的计算工具出现,但除了在灵活性上有所改进外,都没有突破手动机械的框架,使用齿轮、连杆组装起来的计算设备限制了它的功能、速度以及可靠性。后来,在此基础上,法国人科尔马 (Charles Xavier Thomas de Colmar, 1785—1870 年) 发明了可以进行四则运算的机械计算器。

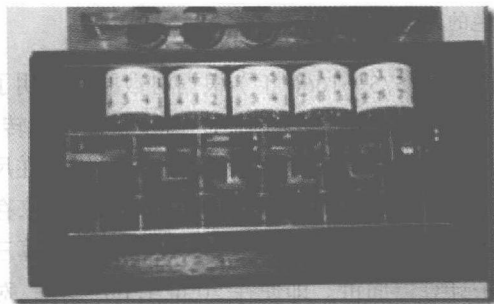


图 1-5 帕斯卡加法器

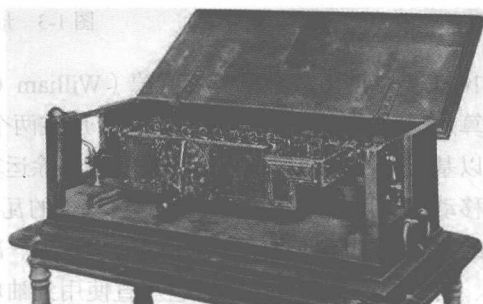
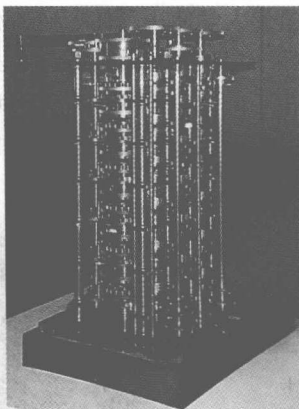


图 1-6 莱布尼茨四则运算器

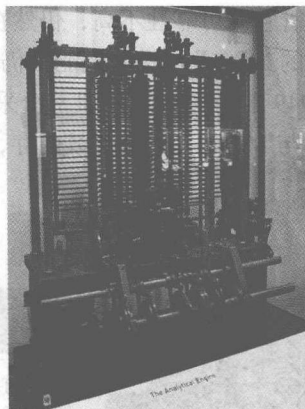
现代电子计算机的雏形来源于英国数学家巴贝奇 (Charles Babbage, 1791—1871 年) 的差分机和分析机。巴贝奇在剑桥大学求学期间,正是英国工业革命兴起之时,为了解决航海、工业生产和科学研究中的复杂计算,许多数学表 (如对数表、函数表) 应运而生。这些数学表虽然带来了一定的方便,但由于采用人工计算,其中的错误很多。巴贝奇决心研制新的计算工具,用机器取代人工来计算这些实用价值很高的数学表。巴贝奇于 1812 年提出了差分机的设计思想——它能够按照设计者的想法,自动处理不同函数的计算过程。差分机一号 (Difference Engine No.1) 由英国政府出资,工匠克里门打造,预计完工需要 25000 个零件 (大致均分在计算和印刷两部分),重达 4 吨,可计算到第六阶差,最高可以存 16 位数。但因为大量精密零件制造困难,加上巴贝奇不停地边制造边修改设计,从 1822 到 1832 年的十年间,巴贝奇只能拿出完成品的七分之一部分来展示,如图 1-7 (b) 所示,不过差分机运转的精密程度仍令当时的人们叹为观止,至今依然是人类踏进科技的一个重大起步。巴贝奇不断延后完成期限的严重超支、制作过程不断修改设计、时常与克里门发生冲突等诸多原因,让完整的差分机一号一直未能完成,一万两千多个还没用到的精密零件后来都被熔解报废。1834 年,巴贝奇提出了一个更为大胆的设计——制作一种通用的数学计算机,称作“分析机”,它由蒸汽机驱动,包括由许多轮子组成的保存数据的存储库和运算装置,长约 30 米,宽约 10 米,使用打孔纸带输入,采用最普通的十进制计数,能对操作顺序进行控制,并选择所需处理的数据以及输出结果,如图 1-7 (c) 所示。这台机器本有希望成为真正的现代计算机,可以运行包含“条件”“循环”语句的程序,有暂存器用来存储数据,不过同样没有完成,他的失败并非技术问题,而是管理,他总在半路又有了新想法。1871 年,巴贝奇在怨恨失望中去世,甚至《泰晤士报》在讣告中还嘲笑了他的失败。



(a) 巴贝奇



(b) 差分机



(c) 公析机

图 1-7 巴贝奇和他的发明

英国诗人拜伦的女儿奥古斯塔·爱达·金 (Augusta Ada King, 1815—1852 年), 为巴贝奇的分析机编制了程序, 被称为世界上第一位程序员。巴贝奇设计的分析机采用了 3 个具有现代意义的装置: 保存数据的寄存器, 从寄存器取出数据进行运算的装置, 控制操作顺序、选择所需处理的数据以及输出结果的装置。虽然限于当时的技术条件而未能实现, 但这台分析机已经描绘出有关程序控制方式计算机的雏形, 其设计思想为现代电子计算机的产生奠定了基础。

3. 机电计算工具

1804 年, 法国机械师约雅各 (Joseph Marie Jacquard, 1752—1834 年) 发明了可编程织布机, 通过读取穿孔卡片上的编码信息来自动控制织布机的编织图案, 引起法国纺织工业革命。雅各织布机虽然不是计算工具, 但是它第一次使用了穿孔卡片这种输入方式。如果找不到输入信息和控制操作的机械方法, 那么真正意义上的机械式计算工具是不可能出现的。直到 20 世纪 70 年代, 穿孔卡片这种输入方式还在普遍使用。1886 年, 美国统计学家霍勒瑞斯 (Herman Hollerith, 1860—1929 年) 借鉴了雅各织布机的穿孔卡原理, 用穿孔卡片存储数据, 采用机电技术取代了纯机械装置, 制造了第一台可以自动进行加减四则运算、累计存档、制作报表的制表机, 如图 1-8 所示, 这台制表机参与了美国 1890 年的人口普查工作, 使预计 10 年的统计工作仅用 1 年就完成了, 这是人类历史上第一次利用计算机进行大规模的数据处理。霍勒瑞斯于 1896 年创建了制表机公司 TMC 公司, 1911 年, TMC 与另外两家公司合并, 成立了 CTR 公司。1924 年, CTR 公司改名为国际商业机器公司 (International Business Machines Corporation), 这就是赫赫有名的 IBM 公司。

1938 年, 德国工程师楚泽 (Konrad Ernst Otto Zuse, 1910—1995 年) 研制出 Z-1 计算机, 这是第一台采用二进制的计算机。在接下来的 4 年中, 楚泽先后研制出采用继电器的计算机 Z-2、Z-3、Z-4。1941 年, 楚泽完成了他的图灵完全机电一体计算机 Z-3, 这是第一部具有自动二进制数学计算特色以及可行的编程功能的计算机, 不仅全部采用继电器, 同时采用了浮点记数法、二进制运算、带存储地址的指令形式等, 但还不是“电子”计算机。

1944 年, 美国哈佛大学数学家艾肯 (Howard Hathaway Aiken, 1900—1973 年) 在读过巴贝奇和爱达的笔记后, 提出用机电的方法, 而不是纯机械的方法来实现巴贝奇的分析机。在 IBM 公司的资助下, 1944 年研制成功了机电式计算机 Mark-I, 如图 1-9 所示。Mark I 长 15.5 米, 高 2.4 米, 由 75 万个零部件组成, 使用了大量的继电器作为开关元件, 存储容量为 72 个 23 位十进制数, 采用了穿孔纸带进行程序控制。它的计算速度很慢, 执行一次加法操作需要 0.3 秒, 并且噪声很

大。尽管它的可靠性不高，仍然在哈佛大学使用了 15 年。Mark I 只是部分使用了继电器，1947 年研制的 Mark II 增进其效能，仍然采用继电器，他们并不是具有现代意义上的电子数字计算机，随后 1949 年研制的 Mark III 部分采用电子元件，而 1952 年研制的 Mark IV 就全部改用电子元件了，Mark III 与 Mark IV 使用磁鼓内存，Mark IV 同时也有使用磁芯内存。

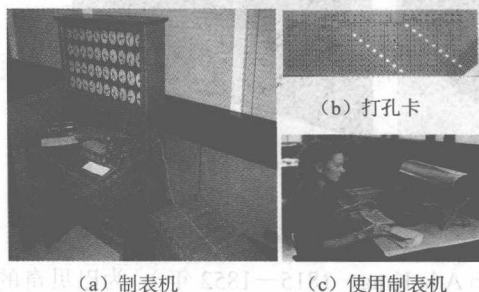


图 1-8 霍勒瑞斯制表机

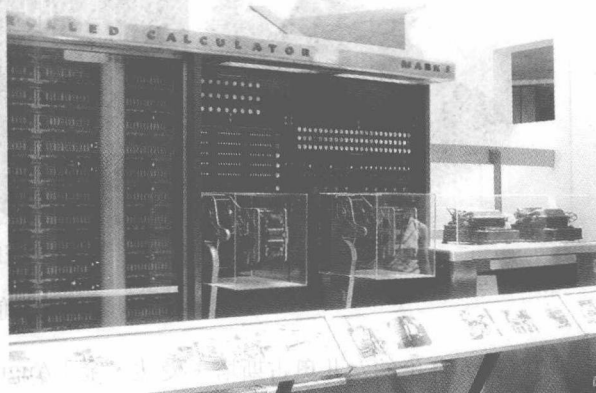


图 1-9 Mark I 计算机

1.1.2 现代计算机的问世与发展

1. 电子计算机的问世

在 19 世纪末和 20 世纪前半叶，为了迎合科学计算的需要，许多专门用途的、复杂度不断增长的模拟计算机被研制出来。这些计算机都是用它们所针对的特定问题的机械或电子模型作为计算基础。

1848 年，英国数学家布尔（George Boole，1815—1864 年）创立了二进制代数学，提前近一个世纪为现代二进制计算机的发展铺平了道路。

1891 年，斯特罗格（Almon Brown Strowger，1839—1902 年）为一个含有逻辑门电路的设备申请了专利。特斯拉（Nikola Tesla，1856—1943 年）在 1898 年申请含有逻辑门的电路设备的专利。德富雷斯特（Lee De Forest，1873—1961 年）于 1907 年用真空管代替了继电器。

1936 年，年仅 24 岁的英国科学家图灵（Alan Mathison Turing，1912—1954 年）发表了著名的论文“论可计算数在判定问题中应用”，首次提出了一种采用了二进制的计算机的抽象模型，该计算机模型现在被大家称作为“图灵机”，成为现代通用数字计算机的数学模型，它证明通用数字计算机是可以制造出来的，为计算机的理论和模型奠定了基础。为表彰图灵的贡献，美国计算机协会于 1966 年设立了一年一度的“图灵奖”，如图 1-10 所示，颁发给世界上最优秀的计算机科学家，“图灵奖”被誉为“计算机届的诺贝尔奖”，图灵本人也被誉为“计算机科学之父”和“人工智能之父”。

1937 年，年仅 21 岁的麻省理工学院研究生香农（Claude Elwood Shannon，1916—2001 年）发表了论文“对继电器和开关电路中的符号分析”，文中首次提及数字电子技术的应用，向人们展示了如何使用开关来实现逻辑和数学运算。这是一个标志着二进制电子电路设计和逻辑门应用开始的重要时刻。

这个时候，具有现代意义上的计算机设计和构造技术基础基本建立起来，但是，沿着这样一条漫漫长途去定义所谓的“世界上第一部电子计算机”可谓相当困难。

1941年夏天诞生的阿塔纳索夫-贝瑞计算机 (Atanasoff-Berry Computer, 通常缩写为 ABC 计算机) 是世界上第一部电子数字计算机, 如图 1-11 所示, 由美国爱荷华州立大学教授阿塔纳索夫 (John Vincent Atanasoff, 1903—1995 年) 和他的研究生贝瑞 (Clifford Berry, 1918—1963 年) 研制, 计算机系统的重量超过 320 千克, 包含了大约 1.6 千米的电线、280 个双三极电子管、31 个闸流管, 大小相当于一个书桌, 采用二进制数值, 以固定在机械旋转磁鼓上的电容器作为记忆器件, 可以“计算复杂的代数方程”。ABC 计算机因为缺乏通用性、可变性与存储程序的机制, 直到 1960 年与 ENIAC 陷入了谁才是第一台电子计算机的冲突中才被发现和广为人知。



(a) 图灵



(b) “图灵奖”奖杯

图 1-10 图灵和“图灵奖”

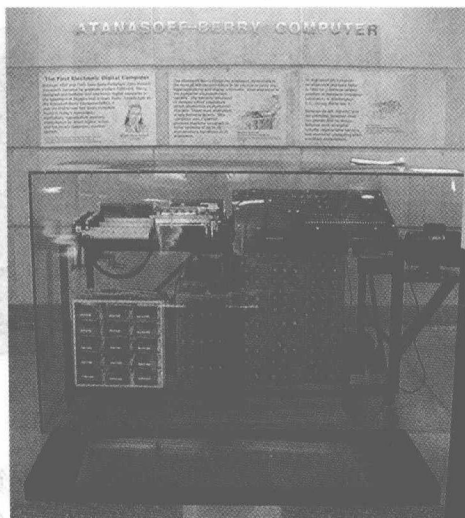


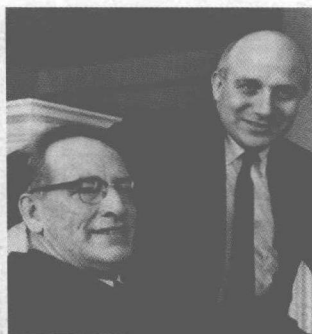
图 1-11 ABC 计算机 (位于艾奥瓦州立大学达勒姆中心 1 层)

在 20 世纪 40 年代的第二次世界大战中, 为训练轰炸机飞行员, 美国海军曾向麻省理工学院探询, 是否能够开发出一款可以控制飞行模拟器的计算机。军方当初的设想只是希望通过该计算机将飞行员模拟操作产生的数据实时反映到仪表盘上。和以前的训练系统林克训练机不同, 军方计划系统能尽可能真实地根据空气动力学模型进行模拟, 以使其能适用于各种不同类型的飞机。于是麻省理工学院启动了旋风工程, 制造出世界上第一台能够实时处理数据的旋风计算机, 并发明了磁芯存储设备。这为个人计算机的发展做出了历史性的贡献。

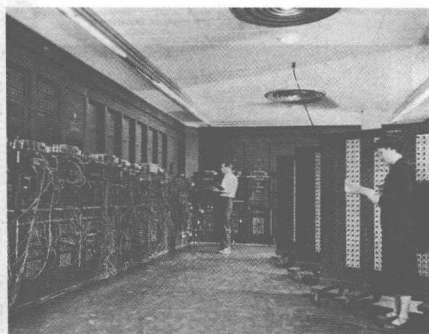
在第二次世界大战期间, 美国陆军资助了代号为“PX”的项目, 由宾夕法尼亚大学穆尔电气工程学院于 1943 年开始秘密研制一种新型计算机。1946 年 2 月 14 日, 世界上第一台普遍意义上的“电子数字计算机”在宾夕法尼亚大学诞生, 取名为 ENIAC (译作“埃尼亚克”或“埃尼阿克”), 即“Electronic Numerical Integrator And Calculator”的缩写, 它是一台电子数字积分计算机, 由物理学教授莫齐利 (John William Mauchly, 1907—1980 年) 和他的年仅 25 岁的研究生埃克特 (John Adam Presper Ecker, 1919—1995 年) 在美国军械部委托下构思并设计, 为精确、快速地计算弹道的轨迹问题而研制, 用于美国陆军部下属的阿伯丁试验场的弹道研究实验室, 如图 1-12(b) 所示。

这台计算机共用了 17 468 个电子管、7 200 个晶体二极管、1 500 个继电器、10 000 个电容器, 还有大约五百万个手工焊接头, 重达 27 吨, 体积大约是 $2.4 \times 0.9 \times 30$ 立方米, 占地面积 167 平方米, 每小时耗电 150 千瓦 (导致有传言说, 每当这台计算机启动的时候, 整个城市的灯都变暗了)。ENIAC 的最大特点就是采用电子器件代替机械齿轮或电动机来执行算术运算、逻辑运算和存储

信息,通过手工搬动开关和拔插电缆来编程,采用十进制运算,同以往的计算机相比,ENIAC 最突出的优点就是高速度,计算速度为每秒 5 000 次加法、300 多次乘法。虽然 ENIAC 是第一台正式投入运行且满足“图灵机”要求的电子计算机,但它不具备现代计算机的“存储程序”思想。1973 年,美国联邦地方法院裁定:ENIAC 的发明者从阿塔纳索夫那里继承了电子数字计算机的主要构件思想,并且注销了 ENIAC 的专利,然而,公众领域内普遍将 ENIAC 认定为世界上第一台电子计算机,将莫克利认定为电子计算机之父。从 20 世纪 40 年代开始,人类进入电子计算机时代。



(a) 莫克利(左)和埃克特(右)



(b) ENIAC

图 1-12 ENIAC

虽然 ENIAC 显示了电子元件在进行初等运算速度上的优越性,但没有最大限度地实现电子技术所提供的巨大潜力。ENIAC 的主要缺点是:第一,存储容量小,至多存储 20 个 10 位的十进制数;第二,程序是“外插型”的,为了进行几分钟的计算,接通各种开关和线路的准备工作就要用几个小时。新生的电子计算机需要人们用千百年来制造计算工具的经验 and 智慧赋予更合理的结构,从而获得更强的生命力。

1945 年 6 月,普林斯顿大学匈牙利裔数学教授冯·诺依曼(John von Neumann, 1903—1957 年)与同事联名发表了一篇长达 101 页纸的“关于 EDVAC 的报告草案”,即计算机史上著名的“101 页报告”,提出一个新机型离散变量自动电子计算机(Electronic Discrete Variable Computer, EDVAC)的设计方案,确立了现代计算机的基本结构。这种结构的计算机具有两大基本特征:一是采用“二进制”进行数据和指令编码,即所有进入计算机的数据和指令都用二进制表示;二是采用“程序存储”和“程序控制”的概念,即按照事先存储的程序,自动、高速地对数据进行输入、计算处理、输出和存储。这两个核心思想对于现代计算机至关重要,成为发展第一部真正具有运作弹性、一般用途数字电脑的设计基础,采用这种思想构造的计算机称为冯·诺依曼体系结构计算机,冯·诺依曼也被誉为“现代电子计算机之父”。

莫克利和埃克特认识到 ENIAC 的局限后,便又着手进行改良,开始设计 EDVAC。EDVAC 于 1949 年 8 月交付给弹道研究实验室,如图 1-14 所示,在发现和解决许多问题之后,直到 1951 年 EDVAC 才开始运行,每天运行超过 20 小时,平均 8 小时无差错时间,一直运行 1961 年,在其运行周期里,EDVAC 被证明是一台可靠和可生产的计算机。EDVAC 使用了大约 6000 个电子管和 12000 个二极管,占地 45.5 平方米,重达 7850 千克,功率为 56 千瓦。EDVAC 是二进制串行计算机,使用延迟线存储器,具有 1000 个 44 位(bit)的字,具有硬件加、减、乘和软件除的功能,一条加法指令执行时间约为 864 微秒,乘法指令 2 900 微秒(或 2.9 毫秒)。



图 1-13 冯·诺依曼

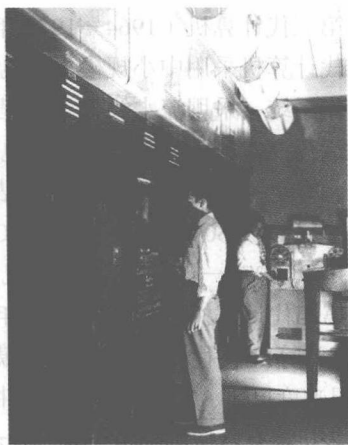


图 1-14 安装在弹道研究实验室的 EDVAC

需要强调的是, EDVAC 方案是集体智慧的结晶, 冯·诺依曼的伟大功绩在于他运用雄厚的数理知识和非凡的分析、综合能力, 在 EDVAC 的总体配置和逻辑设计中起到了关键的作用。可以说, 现代计算机的发明决不是仅凭杰出科学家的个人努力就能完成的事业, 研制电子计算机不仅需要巨大的资金, 还需要数学家、逻辑学家、电子工程师以及组织管理人员的密切合作, 需要团队的共同努力。

2. 电子计算机的发展

按电子计算机使用的主要电子元件, 其发展大致可划分成电子管时代、晶体管时代、中小规模集成电路时代、超大规模集成电路时代、超级规模集成电路时代 5 个阶段 (见图 1-15)。



图 1-15 电子计算机发展过程中使用的主要元件

(1) 第一代计算机 (1946—1959 年) ——电子管计算机

第一代计算机采用电子管 (又称真空管) 作为基本电子元件。主存储器采用延迟线、磁鼓, 数据表示方式为定点。电子管数字计算机主要特点是体积庞大、非常耗电、速度慢 (5 千~4 万次/秒)、价格昂贵、可靠性差。代表机器有冯·诺依曼的 IAS (1946 年)、UNIVAC 公司的 UNIVAC-I (1951 年)、IBM 公司的 IBM 701 (1953 年)、IBM 704 (1956 年)、我国的 103 机、104 机、119 机等。

(2) 第二代计算机 (1959—1964 年) ——晶体管计算机

第二代计算机采用晶体管作为基本电子原件。主存储器采用磁芯, 数据表示方式为浮点。主要特点是体积小、功耗低、速度快 (几十万至上百万次/秒)、可靠性高。第二代计算机另一个很重要的特点是存储器的革命, 1951 年, 当时尚在美国哈佛大学计算机实验室的华人留学生王安发明了磁芯存储器, 这项技术彻底改变了继电器存储器的工作方式和与处理器的连接方法, 也大大缩小了存储器的体积, 为第二代计算机的发展奠定了基础。代表机器有 IBM 公司的 IBM 7090 (1959 年)、IBM 7094 (1962 年)、我国的 DJS-5 (1965 年)、DJS-121、DJS-108 等。

(3) 第三代计算机(1964—1975 年)——中小规模集成电路计算机

第三代计算机采用中小规模集成电路作为基本电子元件。用半导体存储器代替磁芯存储器,使用了操作系统,采用流水线、多道程序和并行处理技术,使得计算机在中心程序的控制协调下可以同时运行许多不同的程序。集成电路计算机主要特点是体积更小、功能更强、计算机成本进一步下降,速度为几百万(次/秒)。代表机器有 IBM 公司的 IBM 360(1964 年,如图 1-16 所示)、CDC 公司的 CDC 6600(1964 年)、DEC 公司的 PDP-8、我国的 150 机(1973 年)、DJS-130(1974 年)、220J16(1973—1981 年)、182 机(1976 年)等。

(4) 第四代计算机(1975—1990 年)——超大规模集成电路计算机

第四代计算机采用大规模和超大规模集成电路作为基本电子元件。主存储器采用半导体存储器,主要特点是速度更快、集成度更高、软件丰富、有通信功能、软硬密切配合,速度达到几百万至几亿次/秒。代表机器有巨型机(如美国的 Cray-I,我国的银河-I、银河-II 等,图 1-17 所示为银河-I)、微型机(如 Intel 公司的 Intel 8080、Intel 8086,Apple 公司的 Apple II,IBM 公司的 IBM-PC/XT 等)、单片机(如 Fairchild 公司的 F8,Intel 公司的 MCS-4 系列、MCS-48 系列、MCS-51 系列、MCS-96 系列等)。

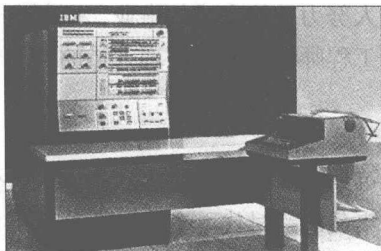


图 1-16 IBM 360

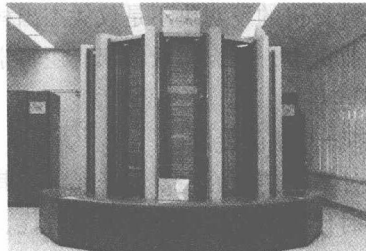


图 1-17 银河亿次巨型计算机

(5) 第五代计算机(1990 至今)——超级规模集成电路计算机

第五代计算机采用极大、甚大、超级规模集成电路作为基本电子元件。主存储器采用集成度更高的半导体存储器。代表机器有 IBM 公司的 RS/6000 SP2、我国的银河-III、银河-IV、曙光 4000A 等。2014 年 11 月 17 日,国际 TOP 500 组织公布了最新全球计算机 500 强排行榜榜单,国防科学技术大学研制的装备在中山大学广州超算中心的“天河 2 号”计算机蝉联第一,它共有 16,000 个运算结点,每结点配备两颗 Xeon E5 12 核心的中央处理器、三个 Xeon Phi 57 核心的协处理器(运算加速卡),累计 32,000 颗 Xeon E5 主处理器和 48,000 个 Xeon Phi 协处理器,共 312 万个计算核心,如图 1-18 所示,每秒最快可执行 5.49 亿亿次浮点运算指令。

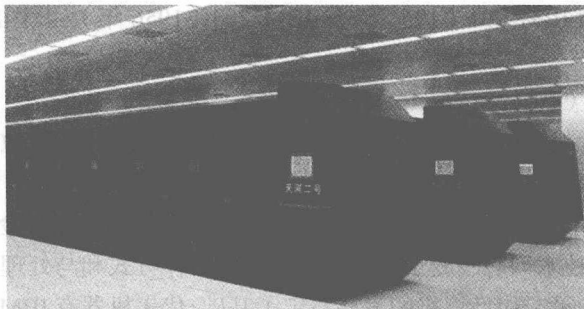


图 1-18 天河 2 号超级计算机