

高等学校计算机基础教育
改革与实践系列教材

大学计算机基础

主 编 段 富
副主编 李灯熬 郝晓丽



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

大学计算机基础

Daxue Jisuanji Jichu

主 编 段 富
副主编 李灯熬 郝晓丽



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

内容提要

本书根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会制定的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》而编写。

本书以“面向应用、强化基础、注重融合”为原则,从面向应用计算机去解决日常事务问题和面向专业融合解决专业领域问题两个层面,系统地介绍了计算机系统平台的基本概念、组成配置的基础知识和信息表示、存储与检索的基本方法,以及面向专业应用所需的信息处理技术及软件设计基本理论。全书共分为9章,主要内容有概述、计算机硬件系统、计算机的信息转换与表示、操作系统基础、软件设计基础、数据库技术基础、计算机网络及应用基础、多媒体技术基础和信息安全基础。

本书既可作为高等学校“大学计算机基础”课程教材,也可作为高等职业院校、成人院校、各种社会培训机构、个人自学的计算机教材。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 段富主编. —北京: 高等教育出版社, 2010.8 (2011.5重印)

(高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材 / 陈立潮主编)

ISBN 978-7-04-030146-5

I. ①大… II. ①段… 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 (2010) 第 144381 号

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 北京嘉实印刷有限公司
开 本 787×1092 1/16
印 张 15.25
字 数 360 000
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.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版 次 2010年8月第1版
印 次 2011年5月第3次印刷
定 价 22.70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 30146-00

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

编审委员会

主 任：陈立潮

副主任：段 富

委 员：

亢临生 赵山林 贾 伟 李祥生

王建国 朱红康 张 淼 张英俊

序 言

教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会在《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)中指出,党的十七大提出了我国要从改造传统工业入手,走工业与信息技术相融合的新型工业化道路。为此,需要培养大批新一代“专业+信息”的工程技术人才。作为信息技术的核心,计算机基础教育的重要性被提到了空前的高度,计算机基础课程在高校确立了公共基础课的地位。在实施高等学校本科教学质量与教学改革的过程中,计算机基础的教学改革朝着高水平、应用化、规范化方向推进。

在完成教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会课题的过程中,我们组织了十余所高校计算机基础教学的负责人和一线教师,对这些高校中几千名本科生以问卷的形式对计算机基础教育现状进行了抽样调查,内容涉及了大学生起始计算机技能基本情况、目前课程安排和课程效果评价三个方面,着重了解了当代大学生对计算机基础教育的新需求及对计算机基础课程的意见与建议等。通过对这些调查问卷进行科学的分析,我们得到一些计算机基础教学课程体系改革的启示。在此基础上,按照《基本要求》的精神,结合计算机技术发展和应用的实际,以“知识-技能-能力”培养为目标,对计算机基础课程体系进行了重新的设计和调整,构建了“大学计算机基础+X 门计算机应用课程”和“程序设计基础+X 门计算机应用课程”两种“1+X”课程体系模式,形成了新型的计算机基础课程教学方案。

在以上课题研究的基础上,我们成立了“高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材”编审委员会,希望能编写出一套适合于此教学方案的教材并建设相应的课程教学资源。

该系列教材以“面向应用、强化基础、注重融合”为原则,从面向应用的计算机硬件基础和软件基础两个角度入手,从融合专业技术的发展、社会对现代人才知识结构的要求出发,按照两种“1+X”的课程设置方案,选择了 5 门比较基础且通用的计算机基础课程来组织编写。该系列教材具有以下特点。

1. 从实践中来,到实践中去。所有教学内容均从应用问题出发,以引例、实例和案例作为背景,提出每章的教学内容与教学目的,使学生对学习什么知识、为什么要学这些知识有一个概括的认识,并通过解决问题使所学基础知识得到强化。所有引例、实例和案例都具有代表性,能激发学习的积极性,达到学以致用目的。

2. 内容新颖,知识结构更加合理。所有教学内容进一步体现了新版《基本要求》的精神,并在此基础上,结合多年来教学改革与实践经验及地方经济结构和行业的需要,并融合相关专业知识,适当地增加了部分内容。同时突破了传统的知识与教学模式,对相关内容的知识结构顺序做了调整,更利于学生对计算机基础知识的理解和掌握。

3. 进一步体现了计算机基础教学的目的和意义。计算机基础课程到底应该学哪些知识?计算机技术的发展水平和社会对计算机知识的需求是什么?计算机基础课程教学的内容怎样适应这种要求?所有这些是衡量计算机基础课程教学成败的关键。要使我们的教学紧跟时代的步

伐，就要在不同的时期调整我们的教学内容。本丛书在这方面做了大量的调研，对教学内容进行了适当的选择，进一步体现了“大学计算机文化基础”之后的新的知识结构与内容，进一步满足了社会对现代人才面向应用的计算机技能的基本要求。

为了保证教材的编写质量，编委会对本系列教材的编写过程进行了全程把关，各书的主编和编委由来自各个高校的计算机基础教学负责人或骨干教师担任，他们都有丰富的教学实践和教材编写经验。可以说本系列教材综合了各高校计算机基础教学改革与实践的经验和成果，是集体智慧的结晶。

希望各高校在使用该系列教材的过程中能够提供有益的帮助和意见，促进相关课题研究工作的不断深入。

高等学校计算机基础教育改革与实践系列教材

编审委员会

2010年5月

前 言

随着社会信息化不断向纵深发展,人们越来越强烈地感受到计算机和信息技术对社会及个人的深刻影响。人们的生活、工作、学习、思维方式和价值观及物质载体正在发生着深刻的变化。教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会发布的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》),对普通高校计算机基础课程教学和大学生的计算机应用能力提出了更高的要求。为此,我们组织山西省普通高校计算机基础课程教学的负责人和一线教师,积极开展教学改革与实践的研究,在完成教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会“地方院校计算机基础课程教学体系的改革与实践”课题的基础上,遵照《基本要求》的精神,结合地方高校多年来的教学改革与实践经验,突破传统的大学计算机基础课程教学模式,以“面向应用、强化基础、注重融合”为原则,从计算机硬件基础和软件基础两个角度入手,以社会对现代人才应用计算机解决专业领域问题能力的要求出发,面对大学生毕业后应该掌握的计算机技术与工具的需要,进行了《大学计算机基础》的编写工作。为了强化大学生计算机工程实践能力的培养和训练,我们同时编写了与本教材配套的《大学计算机基础实践教程》。

本书突出了面向应用和专业融合的基础性和实用性,系统地介绍了计算机系统的基本概念、组成配置的基础知识和信息表示、存储与检索的基本方法,以及面向专业应用所需的信息处理技术及软件设计基本理论。全书共9章,主要内容有概述、计算机硬件系统、计算机的信息转换与表示、操作系统基础、软件设计基础、数据库技术基础、计算机网络及应用基础、多媒体技术基础和信息安全基础。

本书第1章由段富编写,第2章由关利芳编写,第3章由王彩霞编写,第4章由郝晓丽编写,第5章由付禾芳编写,第6章由朱红康编写,第7章由路景贵编写,第8章由李灯熬编写,第9章由赵秋勇编写。全书由段富、郝晓丽统稿。本书在编写的过程中参考了一些相关资料和教材,研究生尹雪梅、周洋宇、武亚昆和刘超帮助查找了部分资料,绘制了部分图表,在此向他们及相关资料和教材的作者表示感谢。

由于计算机学科知识和技术更新快,新技术和新软件不断涌现,加之作者水平有限,时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年4月

目 录

第1章 概述	1	3.1.3 数据与信息的关系	52
1.1 计算机系统	1	3.2 进位计数制及相互转换	52
1.2 计算机的发展与展望	4	3.2.1 进制的基本概念	52
1.2.1 原始计算	4	3.2.2 进制转换	53
1.2.2 机械式计算	5	3.2.3 二进制数的运算	55
1.2.3 电子计算机	6	3.3 信息在计算机中的表示	56
1.2.4 未来计算机的发展趋势	9	3.3.1 数值数据的表示	57
1.3 计算机的分类	12	3.3.2 字符数据的表示	59
1.4 计算机的应用领域	13	3.3.3 多媒体信息的表示	63
1.5 小结	14	3.4 小结	64
习题	14	习题	65
第2章 计算机硬件系统	16	第4章 操作系统基础	66
2.1 计算机的基本组成和工作原理	16	4.1 操作系统概述	66
2.1.1 计算机的基本组成	16	4.1.1 操作系统定义	66
2.1.2 计算机的基本工作原理	19	4.1.2 操作系统的功能	67
2.1.3 存储器	21	4.1.3 操作系统的分类	69
2.1.4 输入/输出接口	26	4.2 进程管理	71
2.2 微型计算机硬件系统	29	4.2.1 程序与进程	71
2.2.1 微型计算机的系统结构	29	4.2.2 进程管理的功能	74
2.2.2 主板	31	4.3 存储管理	75
2.2.3 CPU	34	4.3.1 存储管理概述	75
2.2.4 内存储器	36	4.3.2 存储管理方法	76
2.2.5 外存储器	36	4.3.3 虚拟存储器	77
2.2.6 基本输入/输出设备	38	4.4 文件管理	79
2.2.7 多媒体设备	41	4.4.1 文件管理的概述	80
2.2.8 网络设备	48	4.4.2 文件目录结构	81
2.3 小结	49	4.4.3 文件的共享与保护	82
习题	50	4.5 设备管理	83
第3章 计算机的信息转换与表示	51	4.5.1 设备管理概述	83
3.1 数据与信息	51	4.5.2 I/O系统	84
3.1.1 数据	51	4.5.3 设备管理程序	86
3.1.2 信息	51	4.6 Windows XP操作系统	86

4.6.1 Windows XP的任务管理器	87	6.3 关系数据库	132
4.6.2 Windows XP的文件管理	89	6.3.1 关系数据模型	132
4.6.3 Windows XP的磁盘管理	91	6.3.2 关系数据库标准语言: SQL语言简介	136
4.6.4 Windows XP的设备管理器	93	6.4 数据库设计	137
4.7 小结	95	6.4.1 数据库系统设计的基本步骤	137
习题	95	6.4.2 需求分析	137
第5章 软件设计基础	97	6.4.3 数据库的概念设计	139
5.1 软件发展历程	97	6.4.4 数据库的逻辑设计	139
5.1.1 软件发展历程	97	6.4.5 数据库的物理设计	142
5.1.2 软件工程基础	98	6.4.6 数据库的实施与维护	142
5.2 软件设计	100	6.5 数据库系统的安全	144
5.2.1 软件设计的任务	100	6.5.1 数据库系统的安全性要求	144
5.2.2 软件设计的基本概念	101	6.5.2 数据库系统的安全机制	144
5.2.3 模块化设计	102	6.6 小结	145
5.3 结构化设计	103	习题	145
5.3.1 概要设计	103	第7章 计算机网络及应用基础	147
5.3.2 详细设计	105	7.1 计算机网络概述	147
5.3.3 人机界面设计	109	7.1.1 网络的基本概念	147
5.4 面向对象设计	110	7.1.2 计算机网络的发展历程	148
5.4.1 面向对象设计概述	111	7.1.3 网络的分类	150
5.4.2 系统设计	113	7.1.4 计算机网络体系结构	150
5.4.3 对象设计	113	7.2 局域网组网	154
5.5 编码	115	7.2.1 局域网的组成	154
5.5.1 编辑源程序	115	7.2.2 局域网技术	157
5.5.2 程序的编译与链接	118	7.2.3 典型局域网	161
5.5.3 程序的测试与调试	118	7.3 因特网基础	163
5.6 小结	120	7.3.1 因特网概况	163
习题	120	7.3.2 IP地址和域名	165
第6章 数据库技术基础	122	7.3.3 因特网接入	169
6.1 数据库管理系统的发展历程	122	7.4 下一代因特网	171
6.1.1 人工管理阶段	122	7.4.1 下一代网际协议IPv6	171
6.1.2 文件系统阶段	123	7.4.2 IPv4过渡到IPv6	171
6.1.3 数据库系统管理阶段	123	7.4.3 IPv6地址	172
6.2 数据库系统概述	125	7.5 因特网的基本服务	173
6.2.1 数据库技术的基本概念	125	7.5.1 环球信息网	173
6.2.2 数据模型	126	7.5.2 电子邮件	174
6.2.3 数据库系统的体系结构	128	7.5.3 信息搜索	175
6.2.4 数据库管理系统简介	131		

7.5.4 远程登录	175	8.6 多媒体安全	199
7.5.5 文件传输	176	8.7 多媒体创作	200
7.6 计算机网络的安全	177	8.7.1 多媒体创作过程	200
7.6.1 网络安全基本概念	177	8.7.2 多媒体制作工具	201
7.6.2 网络安全技术	179	8.7.3 Authorware多媒体创作 工具介绍	201
7.7 小结	181	8.8 小结	206
习题	181	习题	206
第8章 多媒体技术基础	183	第9章 信息安全基础	209
8.1 多媒体技术概述	183	9.1 信息安全概述	209
8.1.1 媒体和多媒体技术	183	9.1.1 信息安全的定义	209
8.1.2 多媒体的元素及特性	186	9.1.2 信息安全威胁	210
8.1.3 多媒体技术的应用	186	9.1.3 信息安全评价标准	211
8.1.4 多媒体技术的发展趋势	187	9.2 计算机病毒及其防治	212
8.2 多媒体计算机系统	188	9.2.1 计算机病毒的定义	212
8.2.1 多媒体计算机硬件系统	188	9.2.2 计算机病毒的特征	213
8.2.2 多媒体计算机软件系统	189	9.2.3 计算机病毒的种类	214
8.3 数字音频基础	190	9.2.4 计算机病毒的防治	216
8.3.1 模拟音频和数字音频	190	9.3 信息安全技术	218
8.3.2 音频的数字化	191	9.3.1 数据加密技术	219
8.3.3 数字音频的编辑	192	9.3.2 数字签名	220
8.3.4 数字音频的文件格式	192	9.3.3 数字证书	220
8.4 数字图像处理基础	193	9.4 职业道德与社会规范	221
8.4.1 图形与图像	193	9.4.1 计算机行业道德准则	221
8.4.2 图像色彩模型	194	9.4.2 计算机相关法规	222
8.4.3 图像信号的数字化	195	9.4.3 网络用户的责任与社会 行为规范	224
8.4.4 数字图像的编辑	196	9.5 小结	225
8.4.5 图像文件格式	196	习题	226
8.5 数字视频基础	197	附录	227
8.5.1 视频	197	参考文献	228
8.5.2 视频的数字化	198		
8.5.3 数字视频的编辑	198		
8.5.4 数字视频文件格式	198		

第 1 章

概 述

从人类社会开始形成的时候起，人就不可避免地要和数打交道。在茹毛饮血的原始社会，狩猎、采集野果是人类赖以生存的手段，由此自然而然地产生了“多与少”、“有与无”的数学萌芽，数的概念就此应运而生。然而，人们对数的认识是和计数的方法分不开的。计数，应该有计数工具的帮助才不容易出错。那么计数工具是什么时候出现的呢？随着社会的发展，落后的计数工具已远远不能满足运算的需要，由此人们又不得不考虑创造出更为先进的计数和运算工具，这些工具又是如何经过演变，逐步发展为如今普遍使用的计算机系统呢？

1.1 计算机系统

随着计算机技术的发展，计算机的应用已经得到了极大的普及。然而，无论是具有最强处理能力的高性能计算机，还是已渗入生活各个领域的微型计算机，它们的系统构成都是一样的，如图 1-1 所示。

计算机系统由硬件、软件及其管理的数据构成。计算机硬件是计算机装置，即物理设备。硬件系统是组成计算机系统的各种物理设备的总称，计算机的性能，如运算速度、存储容量、计算精度、可靠性等，很大程度上取决于硬件的配置。通常，计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大功能部件组成。这些部件通过总线有机地连接在一起，相互配合，协同工作，是计算机能够运行的物质基础。

计算机软件是指用某种计算机语言编写的程序、数据和相关文档的集合，软件系统则是在计算机上运行的所有软件的总称。通常，将计算机软件系统分为系统软件和应用软件。系统软件是控制计算机运行，并为应用软件提供支持和服务的软件。在系统软件的支持下，用户才能

运行各种应用程序。

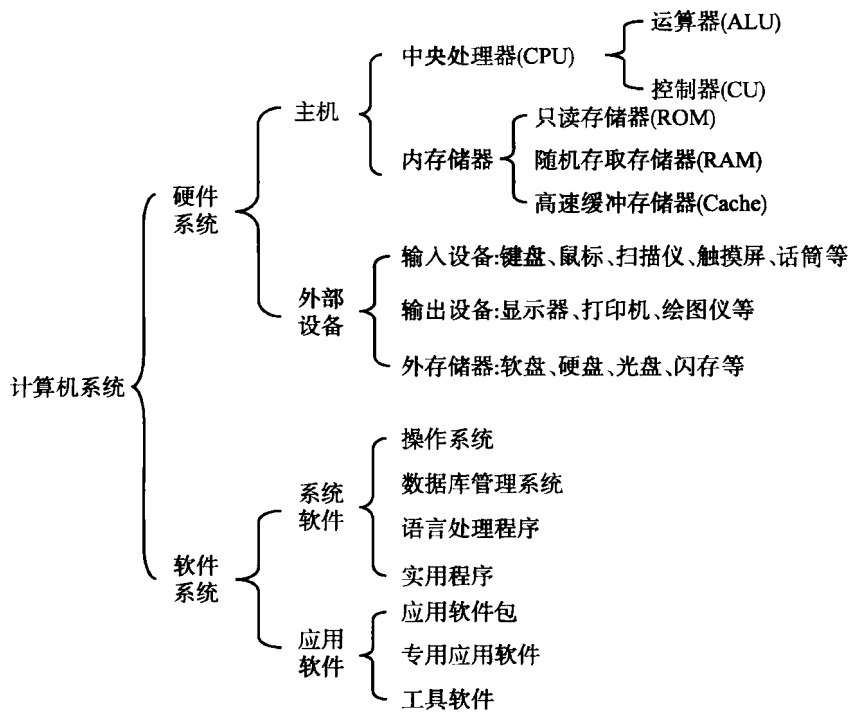


图 1-1 计算机的系统组成

系统软件通常包括操作系统、数据库管理系统、计算机语言处理程序以及实用程序等。

1. 操作系统

操作系统是位于计算机硬件之上的第一层软件，实现了对计算机硬件的首次扩充。同时，它也是应用软件依附的基础，为其他软件的运行提供了环境和平台。操作系统管理着计算机上各种软硬件资源，对中央处理器、内存、磁盘等硬件设备进行分配管理，使得不同程序可以安全有序地共享硬件资源。

目前，在微型计算机上广泛使用的操作系统有 Windows XP、Linux 等。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统是管理数据库的一组程序，也可以将其看作是对数据进行管理的一个复杂的系统软件。数据库管理系统建立在操作系统的基础上，支持用户对数据的组织、管理和存取。用户不必知道这些数据存放的物理细节，就可以逻辑地、抽象地处理数据。此外，数据库管理系统还负责维护数据库，保证数据库的完整性和安全性。任何一个程序要使用数据时必须首先通过数据库管理系统。

通常使用的关系型数据库有 FoxPro、Access、Oracle 及 SQL Server 等。

3. 计算机语言与语言处理程序

计算机语言是程序设计的工具，因此也称为程序设计语言，一般分为机器语言、汇编语言和高级语言 3 类。

机器语言是计算机唯一能直接识别并执行的语言。用机器语言编写的程序是二进制形式的指令代码，无须计算机翻译即可直接识别运行，但该程序不易阅读和修改。汇编语言是一种面向机器的程序设计语言，用一些简洁的英文字母或助记符代替机器语言作为指令代码，人们可以更方便、有效地编写程序。然而，最为接近于自然语言的计算机语言是高级语言，它采用接近自然语言的字符和表达形式来编写程序。

在所有的程序设计语言中，除了用机器语言编写的程序能够被计算机直接理解和执行外，使用其他程序设计语言编写的程序计算机都不能直接执行，它们必须通过相应的编译程序翻译成机器语言程序后才能执行，或者通过解释程序边解释边执行。实现这个翻译过程的工具就是语言处理程序。

4. 实用程序

实用程序完成一些与管理计算机系统资源及文件有关的任务。计算机有时会发生各种问题，如硬盘的损坏、病毒的感染、运行速度下降等。面对这些问题，可以用实用程序来解决它们。当今的操作系统包含一些实用程序，如 Windows XP 中的备份、磁盘清理、磁盘碎片整理程序等，当然也有软件开发商提供的一些独立的实用程序，如反病毒程序、文件压缩程序等。

应用软件是为解决某一应用领域的实际问题而开发的软件。随着微型计算机的性能提高和 Internet 网络的迅速发展，应用软件的种类不断推陈出新，如人口普查软件、飞机订票软件、财务管理软件等。

对于一个完整的计算机系统来说，硬件系统和软件系统是按照一定层次组织起来的，如图 1-2 所示。在计算机的层次结构中，最内层是硬件系统，只有硬件而没有任何软件支持的计算机称为“裸机”，只能识别由 0 和 1 组成的机器代码，很难发挥其应有的作用。与硬件系统直接接触的是操作系统，它把硬件和其他软件分割开来，向下直接控制计算机硬件系统，向上支持各种语言处理程序、实用程序和数据库管理程序等系统软件。最外层则是用户使用的应用软件。

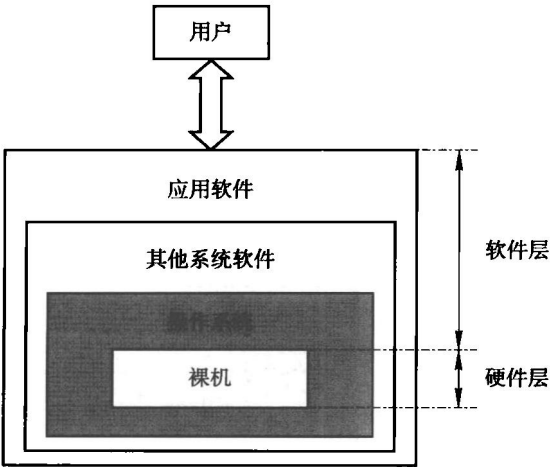


图 1-2 计算机系统的层次结构

1.2 计算机的发展与展望

“计算”是一个历史悠久的数学概念，它一直伴随着人类文明的发展。在原始社会时期生产力低下、生产技术落后，所以人们采用最简单和最形象化的方式进行计算，如指算、结绳计算等。然而随着文明的进步，出现了越来越多、越来越复杂的计算工具，比如今天我们要经常使用的计算机。可以看出，计算工具的不断改进发展反映了人类思维不断寻求突破和创新的过程。

1.2.1 原始计算

在漫长的人类进化和文明发展过程中，人类的大脑逐渐具有了一种特殊的本领，这就是把直观的形象变成抽象的数字，进行抽象思维活动。正是由于能够在“象”和“数”之间互相转换，人类才真正具备了认识世界的能力。

在数的概念出现之后，就开始了数的计算。计算需要借助一定的工具来进行，人类最初的计算机工具就是人类的双手，掰指头数数就是最早的计算方法。一个人天生有十根指头，因此十进制是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、石子等身外物作为计算工具。直至 2 000 多年前的春秋战国时代，古代中国人发明了世界上最早的计算工具——算筹，如图 1-3 所示。它可以进行加、减、乘、除、开方以及其他的代数计算。这种运算工具和运算方法，在当时世界上是独一无二的。据记载：算筹是圆形竹棍，它长约 23.86 厘米、横截面直径是 0.23 厘米。到公元 6、7 世纪的隋朝，算筹长度缩短，圆棍改成方的或扁的。算筹除竹筹外，还有木筹、铁筹、玉筹和牙筹。算筹为人类文明作出过巨大贡献，我国古代著名的数学家祖冲之，就是借助算筹计算出圆周率的值介于 3.1415926 和 3.1415927 之间。中国古代的天文学家也运用算筹，总结出了精密的天文历法。

随着计算技术的发展，在求解一些更复杂的数学问题时，算筹显得越来越不方便了，大约六、七百年前，中国人又发明了算盘，如图 1-4 所示。它结合了十进制计数法和一整套计算口诀。算盘一直沿用至今，被许多人看作是最早的数字计算机，而珠算口诀则是最早的体系化算法。

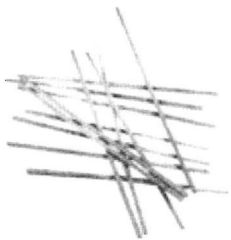


图 1-3 算筹

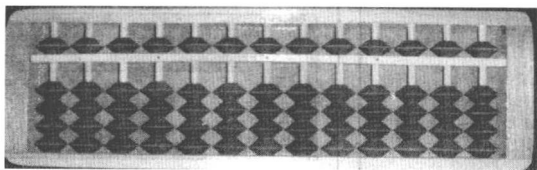


图 1-4 算盘

1.2.2 机械式计算

16 世纪至 17 世纪早期的西方，计算尺的出现，开创了模拟计算的先河。1621 年，英国人冈特发明了计算尺，这是世界上最早的模拟计算工具。在它的基础上，人们又发明了多种类型的计算尺。到了 17 世纪中叶，随着工业革命的开始，各种机械设备被发明出来。在这种背景下，科学家尝试机械式计算机的研制，并取得丰硕成果。1642 年，法国数学家帕斯卡发明了齿轮式加法机，它采用齿轮旋转进位方式执行计算，虽然它只能做整数的加法和减法运算，但它作为人类历史上第一台机械式计算机，对后来的计算机机械产生了持久的影响。帕斯卡和加法器如图 1-5 所示。1673 年，德国数学家莱布尼兹设计了机械乘除器，从而使得机械式设备能够完成基本的四则运算，他还提出了“可以用机械代替人进行繁琐重复的计算工作”的伟大思想，这一思想至今仍鼓舞着人们探求新的计算机。这一时期的计算机构造和性能还非常简单，虽然其中体现的许多原理和思想已经开始接近现代计算，但它们或人工、或机械，无一例外地都没有突破手工操作的局限。莱布尼兹和乘法机如图 1-6 所示。

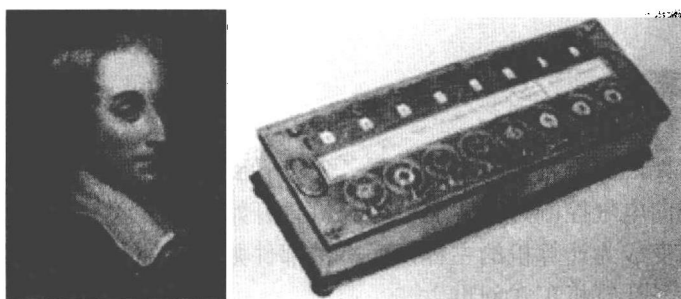


图 1-5 帕斯卡和加法器

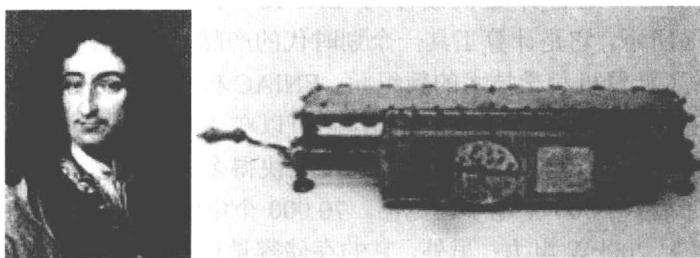


图 1-6 莱布尼兹和乘法机

直至 19 世纪 20 年代，英国数学家巴贝奇取得突破，从手动机械跃入自动机械时代。1822 年，巴贝奇发明了差分机，它可以处理 3 个 5 位数，计算精度达到 6 位小数，专门用于航海和天文计算。在研制差分机的过程中，他看到了设计一种功能远远超过差分机的计算机的可能性，他称之为分析机。巴贝奇设计的分析机具有了自动计算机的概念：可以在许多轮子组成的存储库进行原始数据的存储；当取出这些数据时，可以在运算装置中完成计算；根据穿孔卡片上孔的图形确定执行的指令，对操作顺序进行控制，选择所需数据以及输出结果。由于技术限制，

企图采用机械方法实现如此复杂的计算过程几乎是不可能的，巴贝奇的计算机器最终没有真正取得成功。然而他提出的分析机的结构和设计思想体现了现代计算机的构想，具有输入、处理、存储、输出及控制 5 个基本装置，可以说是现代通用计算机的雏形，从而奠定了现代数字计算机的基础，因此巴贝奇是国际计算机界公认的、当之无愧的计算机之父。巴贝奇和差分机如图 1-7 所示。

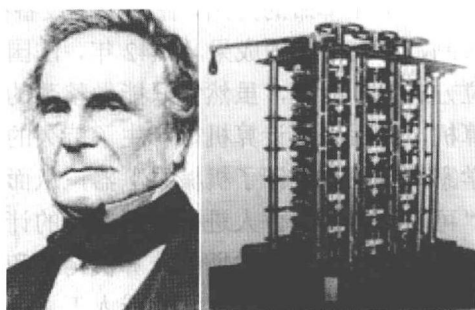


图 1-7 巴贝奇和差分机

1.2.3 电子计算机

到了 19 世纪后期，随着科学技术的发展，人们看到了另一条实现自动计算过程的途径，计算装置开始从机械向电气控制方向发展，计算机也开始了真正意义上由机械向电子时代的过渡，电子器件逐渐演变成为计算机的主体，而机械部件则渐渐处于从属位置，二者地位发生了转化，由此导致了电子计算机正式问世。

1946 年，世界上第一台通用的电子计算机是由美国宾夕法尼亚大学“莫尔小组”的 4 位科学家和工程师研制出的，这台计算机被称为 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer)，如图 1-8 所示，它是计算工具一个划时代的产品，标志着科学技术的发展进入了电子计算机时代，开辟了计算机科学技术的新纪元。ENIAC 机采用了高速的电子器件（电子管），使计算机的运算速度得到了极大的提高。例如，它可以在 1 秒内进行 5 000 次加法运算，用 3 毫秒便可进行一次乘法运算，与手工计算相比速度要快得多。然而它占地 160m^2 ，体积庞大，使用了 18 000 个电子管，1 500 个电子继电器，70 000 个电阻，18 000 个电容器，每当这个庞然大物工作时至少需要 200kW 电力；另外，它的存储容量很小，只能存储 20 个字长为 10 位的十进位数。同时，它是用线路连接方法来编程序，为了指示计算，它用了 6 000 多个开关和配线盘，每当进行不同的计算时，科学家要切换开关和改变配线，看上去像在干体力活，准备时间远远超过实际计算时间。

随后，数学家冯·诺依曼提出了“程序存储”的解决方案。通俗地讲，就是把原来通过切换开关和改变配线来控制的运算步骤，改为将程序方式预先存放在计算机中，然后让其自动计算，这台计算机就是 EDVCA。在以后的日子中，计算机的发展正是沿着“程序存储”这一道路前进。虽然计算机发展至今，在性能指标、运算速度、工作方式、应用领域等方面与当时的计算机有很大差别，但其基本结构都没有改变，都属于冯·诺依曼模型。

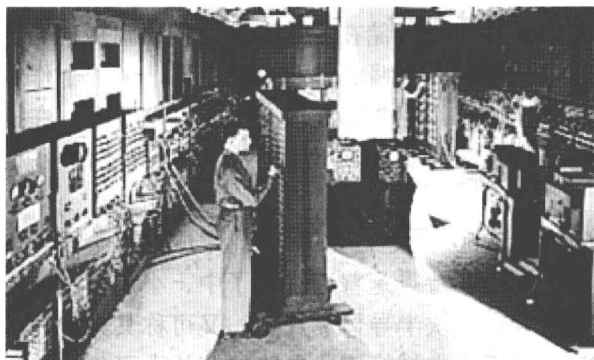


图 1-8 世界上第一台电子数字计算机 ENIAC

纵观计算机的发展历程，计算机的性能是随着电子元器件的发展得到了快速的提高。下面以计算机的主要电子元器件来划分计算机系统的发展阶段。

1. 第一代计算机（20 世纪 40 年代—50 年代）：电子管阶段

第一代计算机系统是电子管计算机，主要特点是采用电子管（又称为真空管）作为主要电子器件，主存储器采用磁鼓，外存储器开始使用磁带，并用绝缘导线将它们互连起来。由于当时电子技术的限制，运算速度仅有每秒几千次，内存容量仅为几KB。虽然电子管计算机较之前的机电式计算机来讲，无论是运算能力、运算速度还是体积都有很大的进步，但电子管器件在运行时产生的热量较大、可靠性较差、工作速度低、价格昂贵，使得计算机的发展受到限制。

这一时期，用户在计算机上的操作和编程完全由手工完成，以绝对的机器语言形式（二进制代码）编程，采用开并板来控制计算机操作，没有显示设备，仅运用数码显示。直至卡片穿孔成为程序编制和记录的方法后才形成可阅读的程序，而此时使用的都是机器语言。程序员相当于操作员，他将卡片装入输入机，以输入程序和数据。当程序运行完毕，由用户取走卡片和计算结果后，才能让下一个用户上机操作。可以看出，在第一代计算机上没有操作系统，对计算机的操作完全是人工操作方式，它使得一台计算机的全部资源只能为一个用户独占，CPU 的利用率非常低。

2. 第二代计算机（20 世纪 50 年代—60 年代）：晶体管阶段

第二代晶体管电子计算机的主要特点是用晶体管器件代替了电子管器件而成为主要的电子器件，主存储器采用磁芯，外存储器不仅使用磁带，而且磁盘作为一种存取速度比磁带快的辅助存储设备，也出现在第二代计算机中，因此计算机运算速度提高到每秒几十万次，内存容量也扩大到几十KB。与第一代计算机相比，晶体管计算机体积小、成本低、功能强、可靠性大大提高，计算机的应用领域从科学计算扩展到了数据处理、事务处理。

这一时期出现了算法语言，即各种高级语言及其编译程序，如 Fortran 和 Cobol，这时可以用类似于英语的语句编写指令。每种高级语言都配套有相应的翻译程序，可以将高级语言编写的语句翻译成等价的机器代码。此时，系统程序员的角色更加明显，他们编写各种编译器或翻译程序，而使用这些工具编写程序的人，则被称为应用程序设计员，可以看出包围硬件的软件变得越来越复杂，应用程序设计员离计算机的硬件越来越远了。

同时期，为了提高 CPU 等资源的利用率，出现了以单道批处理为主的操作系统，突出的特