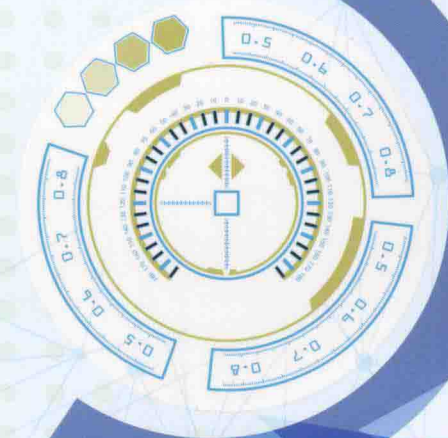


普通高等院校计算机基础教育系列教材

# 大学信息技术基础 (第2版)

主 编 唐建军



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等院校计算机基础教育系列教材

# 大学信息技术基础

(第2版)

主 编	唐建军		
副主编	彭 媛	涂传清	王兴宇
参 编	吴 燕	陈 琦	彭 芳
	黄青云	尤新华	郑 薇

## 内 容 简 介

本书以计算思维为导向,包括计算机基础知识、计算机硬件基础、操作系统与办公软件、程序设计基础、数据库技术基础、多媒体技术、计算机网络基础和网络与信息安全等内容。

本书可作为高等院校非计算机相关专业的大学信息技术基础课程教材,也可作为需要系统了解计算机软硬件工作原理的人员的入门书籍。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 ( C I P ) 数据

大学信息技术基础 / 唐建军主编. —2 版. --北京 :  
北京理工大学出版社, 2022. 1

ISBN 978-7-5763-0916-4

I. ①大… II. ①唐… 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 (2022) 第 016471 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 340 千字

版 次 / 2022 年 1 月第 2 版 2022 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 45.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

# 前 言

21 世纪是信息时代，“大学信息技术基础”课程的教学内容和教学目标已经发生重大改变，培养计算思维能力已经成为“大学信息技术基础”课程的核心任务。因此，本书在系统介绍计算机各方面的基础知识的同时，注重计算思维的实际操作和应用，使学生的计算机基础知识和应用能力得到全面培养与提高。

本书内容广泛，选材讲究，可适用于计算机公共基础课程的教学之需，对学生的学习和实践有很好的指导作用。编写过程中参照了教育部基础课程教学委员会提出的“计算机基础课程教学基本要求”的指导意见，并结合计算机公共基础课程的教学改革和发展要求，适应新形势下对计算机知识技能的要求。

本书内容充实，通俗易懂，结构科学合理，以侧重应用，突出实践，强化计算思维能力为目的，同时体现当前课程思政要求，既包括了计算机各个方面的基础知识与基本理论，又密切联系实际，每章还安排了大量的计算思维的实例和大量的习题。本书内容分为 8 章，包括计算机基础知识、计算机硬件基础、操作系统与办公软件、程序设计基础、数据库技术基础、多媒体技术、计算机网络基础以及网络与信息安全的相关知识。

全书由江西农业大学的唐建军、彭媛、涂传清、王兴宇、吴燕、陈琦、彭芳、黄青云，湖北大学尤新华和沈阳职业技术学院郑薇集体编写完成。其中第 1 章由涂传清编写，第 2 章由郑薇、黄青云编写，第 3 章由尤新华、彭芳编写，第 4 章由陈琦编写，第 5、6 章由吴燕、唐建军编写，第 7 章由王兴宇编写，第 8 章由彭媛编写，全书由唐建军统稿。

由于编者水平有限，书中不足及疏漏之处敬请读者批评指正。

编者

## 目 录

第 1 章 计算机基础知识 .....	1
1.1 计算机科学与计算科学 .....	2
1.2 计算机的产生与发展 .....	4
1.3 计算机基础知识 .....	12
1.4 计算机的新技术 .....	17
1.5 计算思维 .....	25
第 2 章 计算机硬件基础 .....	30
2.1 数制与数制之间的转换 .....	31
2.2 信息表示与编码 .....	34
2.3 计算机硬件系统 .....	38
2.4 计算机硬件概述 .....	41
2.5 计算机硬件系统中的计算思维 .....	56
第 3 章 操作系统与办公软件 .....	59
3.1 软件 .....	60
3.2 操作系统概述 .....	63
3.3 办公软件 .....	76
3.4 交互式使用方法 .....	89
3.5 计算思维 .....	92
第 4 章 程序设计基础 .....	94
4.1 问题求解与程序设计 .....	95
4.2 算法基础 .....	97
4.3 程序设计语言 .....	111
4.4 程序设计中的计算思维 .....	114
第 5 章 数据库技术基础 .....	117
5.1 数据库系统基础 .....	118
5.2 数据模型 .....	123

5.3	关系数据库 .....	129
5.4	关系数据库标准查询语言 .....	134
5.5	日常生活数据管理中的计算思维 .....	138
第6章	多媒体技术 .....	140
6.1	多媒体计算机技术概述 .....	141
6.2	音频信息的获取和处理 .....	144
6.3	图像信息的获取和处理 .....	155
6.4	动画与视频信息 .....	162
6.5	多媒体技术中的计算思维 .....	166
第7章	计算机网络基础 .....	167
7.1	计算机网络概述 .....	168
7.2	计算机网络通信协议 .....	173
7.3	网络通信组件 .....	178
7.4	互联网接入技术 .....	182
7.5	移动互联网 .....	185
7.6	IP 地址与域名 .....	190
7.7	互联网思维和大数据 .....	193
第8章	网络与信息安全 .....	201
8.1	网络安全与信息安全的内涵 .....	202
8.2	网络与信息安全防范技术 .....	208
8.3	计算机病毒 .....	220
8.4	信息安全技术中的计算思维 .....	225
参考文献	.....	227

# 第 1 章

## 计算机基础知识

计算机的发明是 20 世纪人类最伟大的创举之一。它的出现为人类社会进入信息时代奠定了坚实的基础，有力地推动了其他学科的发展，对人类社会的发展产生了极其深远的影响。作为新世纪的大学生，在信息化社会里生活、学习和工作，必须要了解和掌握获取信息、加工信息和再生信息的方法和能力。计算机是信息处理的必要工具，计算机技术是 21 世纪每个人都应该掌握的一种科学技术，而计算机基础课程是培养学生计算机基本操作技能和计算思维能力的必修基础课程之一。

## 1.1 计算机科学与计算科学

### 1.1.1 计算机科学

#### (1) 计算机科学

计算机科学(Computer Science)是研究计算机及其周围各种现象和规律的科学,亦即研究计算机系统结构、程序系统、人工智能以及计算本身的性质和问题的学科。

计算机科学研究包含各种与计算和信息处理相关主题的系统学科,从抽象的算法分析、形式化语法,到更具体的主题如编程语言、程序设计、软件和硬件等。作为一门学科,它与数学、计算机程序设计、软件工程和计算机工程有显著的不同,尽管这些学科之间存在不同程度的交叉和覆盖,却通常被混淆。

计算机科学研究包括软件、硬件等计算系统的设计和建造,发现并提出新的问题求解策略、新的问题求解算法,在硬件、软件、互联网方面发现并设计使用计算机的新方式和新方法等。简单而言,计算机科学围绕着“构造各种计算机器”和“应用各种计算机器”进行研究。

#### (2) 计算机科学的研究范畴

计算机科学的研究范畴主要包含以下12个方面。

##### ① 计算理论。

计算机科学最根本的问题是“什么能够被有效地自动化”。计算理论的研究就是专注于回答这个根本问题,研究关于什么能够被计算,去实施这些计算又需要用到多少资源。为了试图回答“什么能够被有效地自动化”这个问题,递归论检验在多种理论计算模型中哪些计算问题是可解的。而计算复杂性理论则被用于回答“实施计算需要用到多少资源”这个问题,研究解决一个不同目的计算问题的时间复杂度和空间复杂度。

##### ② 信息与编码理论。

信息论与信息量化相关,由美国数学家申农(Claude E. Shannon)创建,用于寻找信号处理操作的极限,比如压缩数据和可靠的数据存储与通信。编码理论是对编码以及它们适用的特定应用性质的研究。编码(Code)被用于数据压缩、密码学和前向纠错中,近期也被用于网络编码中。研究编码的目的在于设计更高效、可靠的数据传输方法。

##### ③ 算法。

算法指定义良好的计算过程,它取一个或一组值作为输入,经过一系列定义好的计算过程,得到一个或一组输出。算法是计算科学研究的一个重要领域,也是许多其他计算机科学技术的基础。算法主要包括数据结构、计算几何和图论等。除此之外,算法还包括许多杂项,如模式匹配和数论等。

##### ④ 程序设计语言理论。

程序设计语言理论是计算机科学的一个分支,主要处理程序设计语言的设计、实现、分析、描述和分类,以及它们的个体特性。它属于计算机科学学科,既受数学、软件工程和语言学影响,也影响着这些学科。它是公认的计算机科学分支,同时也是活跃的研究领域,研究成果被发表在众多学术期刊、计算机科学和工程出版物上。

### ⑤形式化方法。

形式化方法是一种基于数学的特别技术，用于软件和硬件系统的形式规范、开发，以及形式验证。在软件和硬件设计方面，形式化方法的使用动机如同其他工程学科，是通过适当的数学分析以助于设计的可靠性和健壮性。但是，使用形式化方法成本很高，这意味着它们通常只用于高可靠性系统，这种系统中安全或保密（Security）是最重要的。对于形式化方法的最佳形容是，它是各种理论计算机科学基础种类的应用，特别是计算机逻辑演算、形式语言、自动机理论和形式语义学，此外还有类型系统、代数数据类型、软硬件规范和验证中的一些问题。

### ⑥人工智能。

人工智能这个计算机科学分支旨在创造可以解决计算问题，像动物和人类一样思考与交流的人造系统。无论是在理论还是应用上，都要求研究者在多个学科领域具备细致的、综合的专长，比如应用数学、逻辑、符号学、电机工程学、精神哲学、神经生物学和社会智力，用于推动智能研究领域，或者被应用到其他需要计算理解与建模的学科领域，如金融、物理科学等。

### ⑦并发、并行和分布式系统。

并行性是系统的一种性质，这类系统可以同时执行多个可能相互交互的计算。一些数学模型，如 Petri 网、进程演算和 PRAM 模型被创建，以用于通用并发计算。分布式系统将并行性的思想扩展到了多台由网络连接的计算机。同一分布式系统中的计算机拥有自己的私有内存，它们之间经常交换信息以达到一个共同的目的。

### ⑧数据库和信息检索。

数据库是为了更容易地组织、存储和检索大量数据。数据库由数据库管理系统管理，通过数据库模型和查询语言来存储、创建、维护和搜索数据。

### ⑨计算机图像学。

计算机图像学是对于数字视觉内容的研究，涉及图像数据的合成和操作。它与计算机科学的许多其他领域密切相关，包括计算机视觉、图像处理和计算几何，同时也被大量运用在特效和电子游戏中。

### ⑩计算机安全和密码学。

计算机安全是计算机技术的一个分支，其目标包括保护信息免受未经授权的访问、中断和修改，同时为系统的预期用户保持系统的可访问性和可用性。密码学是对隐藏（加密）和破译（解密）信息的实践与研究。现代密码学主要与计算机科学相关，很多加密和解密算法都是基于它们的计算复杂性。

### ⑪计算机体系结构与工程。

计算机系统结构，或数字计算机组织，是一个计算机系统的概念设计和根本运作结构。它主要侧重于中央处理器（CPU）的内部执行和内存访问。这个领域经常涉及计算机工程和电子工程学科，选择和互连硬件组件以创造满足功能、性能和成本目标的计算机。

### ⑫软件工程。

软件工程是对设计、实现和修改软件的研究，以确保软件的高质量、适中的价格、可维护性，以及能够快速构建。软件工程是一个系统的软件设计方法，涉及工程实践到软件的应用。

## 1.1.2 计算科学

尽管计算机科学的名字里包含计算机这几个字,但实际上计算机科学相当数量的领域都不涉及计算机本身的研究。因此,一些新的名字被提出来。某些计算机专家倾向于用术语——计算科学(Computing Science),以精确强调两者之间的不同。

当前计算手段已发展为与理论手段和实验手段并存的科学研究的第三种手段。理论手段是指以数学学科为代表,以推理和演绎为特征的手段,科学家通过构建分析模型和理论推导进行规律预测和发现。实验手段是指以物理学科为代表,以实验、观察和总结为特征的手段,科学家通过直接的观察获取数据,进行规律的发现。计算手段则是以计算机学科为代表,以设计和构造为特征的手段,科学家通过建立仿真的分析模型和有效的算法,利用计算工具来进行规律预测和发现。

技术进步已经使得现实世界的各种事物都可感知、可度量,进而形成数量庞大的数据或数据群,使得基于庞大数据形成仿真系统成为可能,因此依靠计算手段发现和预测规律成为不同学科的科学家的研究的重要手段。例如,生物学家利用计算手段研究生命体特征,化学家利用计算手段研究化学反应的机理,经济学家和社会学家利用计算手段研究社会群体网络的特性等。由此,计算手段与各学科结合形成了所谓的计算科学。

## 1.2 计算机的产生与发展

### 1.2.1 计算机的发展历史

20世纪以来人类最大的科技发明当数电子计算机。计算机改变了人们传统的工作和生活方式。现在我们来回顾一下计算机的发展历史。

#### 1. 早期的计算工具

人类对计算的需要从远古时代就产生了。最早的计算方式便是使用自己的手,然而当数字超过十个手指时,人们便开始探索新的计数方法,比如借助石子、结绳等进行计数。早在2000多年前的春秋战国时代,古代中国人发明的算筹是世界上最早的计算工具,如图1-1所示。公元前5世纪,中国人发明了算盘,它靠一套珠算口诀来控制算盘操作,这种口诀相当于今天控制计算机运行的指令。真正会打算盘的人,都不是靠心算的,而只是根据背熟了的珠算口诀拨动算盘珠子而已,人所提供的不过是机械动能,而非运算能力。计算则是算盘在口诀指令的控制下完成的机械运动,和图灵机所描述的机械运动相一致。因此,中国算盘也被看作是最早的计算机,陈列在硅谷的计算机历史博物馆里,如图1-2所示。

由于算盘对计算非常大的数或者非常小而且还带有复杂小数的数无能为力,因此,人们又发明了新的计数工具,典型的有拉皮尔算筹、对数计算尺等手动计算工具。但这些工具对于当时的科学研究,特别是天文学和航海中大量的繁杂计算都已不堪重任,人们迫切需要能够自动计算的机器。得益于当时的钟表业,特别是齿轮传动装置技术的发展,机械式计算机应运而生了。

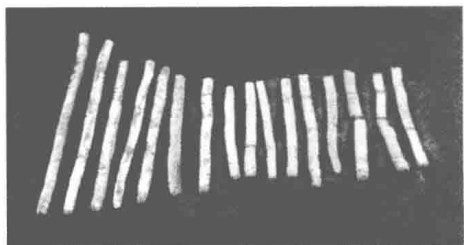


图 1-1 算筹

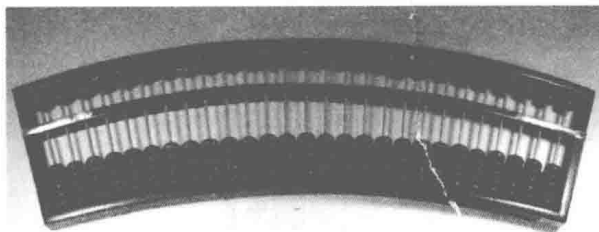


图 1-2 算盘

## 2. 机械式计算机

第一台机械式计算机是法国物理学家帕斯卡于 1642 年发明的,如图 1-3 所示。这台加法机利用齿轮传动原理实现加、减运算。机器中有一组轮子,分别刻着从 0 到 9 的 10 个数字。该加法机在两数相加时,先在加法机的轮子上拨出一个数,再按照第二个数在相应的轮子上转动对应的数字,然后得到这两个数的和。它采用棘轮装置实现“逢十进一”,当齿轮朝 9 转动时,棘轮逐渐升高;当齿轮转到 0 时,棘轮就“咔嚓”一声跌落下来,推动十位数的齿轮前进一档。该加法机的设计原理对其后的计算机机械产生了深远的影响。



图 1-3 第一台机械式计算机

然而,帕斯卡加法器还无法让机器“自动”进行运算。1801 年,法国纺织机械师杰卡德(J. Jacquard)发明了“自动提花编织机”,把图案事先制成穿孔卡片,编织机按照穿孔卡片的“指示”提起不同的经线编织图案。杰卡德编织机启发了计算机的程序设计思想。

1819 年,英国科学家巴贝奇设计了“差分机”,如图 1-4 所示,并于 1822 年制造出可动模型。这台机器能提高乘法速度和改进对数表等数字表的精确度。它有 3 个齿轮式的寄存器,可以保存 3 个 5 位数字,计算精度可以达到 6 位小数,能计算平方等多种函数表。受差分机的鼓舞,巴贝奇又设想制造出分析机,如图 1-5 所示。分析机是以蒸汽机为动力,由齿轮式存储仓库(可存储 1 000 个 50 位数)专门进行运算和根据穿孔卡片上的“0”和“1”对运算顺序进行控制的装置。另外,巴贝奇还设想出了输入和输出数据的装置。所以分析机实际上已具备了现代计算机逻辑结构的五大部件(存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备)的雏形。

与此同时,英国女数学家爱达·奥古斯塔为分析机编写了一系列计算不同函数的穿孔卡片,使分析机可以按照设计者的意图自动完成连续的运算,这就是最早的计算机程序设计。然而,由于当时的技术水平限制,巴贝奇和爱达·奥古斯塔最终没有完成分析机的制造,但巴贝奇仍然是现代计算机设计思想的奠基人。

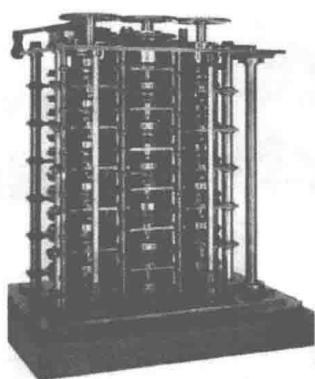


图 1-4 巴贝奇差分机

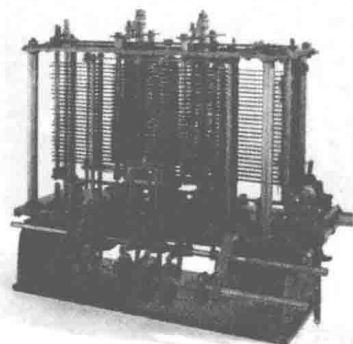


图 1-5 巴贝奇分析机

### 3. 机电式计算机

19 世纪末, 随着电学技术的发展, 人们开始设计电气控制的自动计算工具。典型的代表有 1888 年美国入赫尔曼·霍列瑞斯发明的制表机, 如图 1-6 所示。它采用穿孔卡片表示数据的是与非。该机器被成功应用于 1890 年的美国人口普查。此外, 还有 1944 年的马克 1 号 (MARK I) 计算机, 如图 1-7 所示, 它在哈佛大学投入运行。它是全机电式的计算机, 采用了数千枚继电器代替齿轮传动, 总长 15 米, 高 2.4 米, 重达 31.5 吨, 仍然采用十进制, 是世界上第一台通用程序控制计算机。1949 年, 艾肯研制出使用电子管和继电器的马克 3 号计算机, 如图 1-8 所示, 首次使用磁鼓作为数据和指令的存储器, 从此磁鼓成为第一代电子管计算机中广泛使用的存储器。

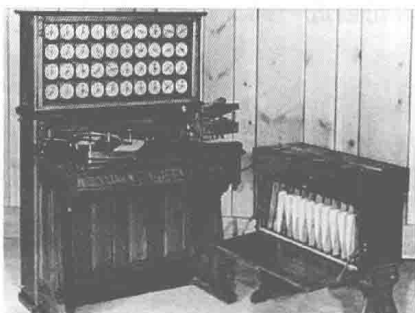


图 1-6 赫尔曼·霍列瑞斯发明的制表机

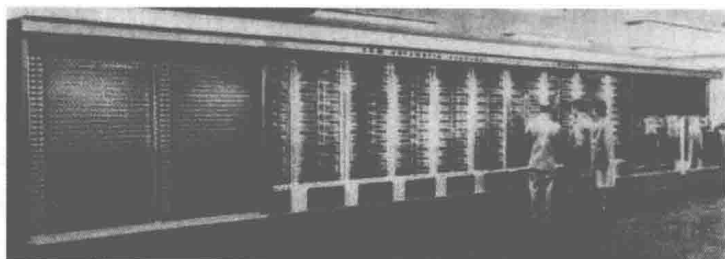


图 1-7 马克 1 号计算机



图 1-8 马克 3 号计算机

### 4. 电子计算机

在现代计算机的发展史上, 阿兰·麦席森·图灵 (A. M. Turing, 图 1-9) 和冯·诺依曼 (J. V. Neumann, 图 1-10) 是两位最具影响力的人物。

阿兰·麦席森·图灵在计算机科学方面的主要贡献有两个: 一是建立图灵机 (Turing Machine, TM) 模型, 奠定了可计算理论的基础; 二是提出图灵测试, 阐述了机器智能的概念。

图灵机的基本思想是用机器来模拟人们用纸笔进行数学运算的过程, 图灵把“计算”

这一过程分解成以下步骤：

- ①根据眼睛看到纸上的符号，脑中思考相应的法则；
- ②指示手中的笔在纸上写上或擦去一些符号；
- ③再改变眼中所看到的范围；
- ④如此继续，直到认为计算结束为止。



图 1-9 阿兰·麦席森·图灵



图 1-10 冯·诺依曼

用来模拟“计算”过程的图灵机模型由以下几个部分组成：一条两端可以无限延长的带子、一个读写头以及含有一组控制读写头工作命令的控制器（含计算功能），如图 1-11 所示。图灵机的带子被划分为一系列均匀的方格，读写头可以沿带子方向左右移动，并可以在每个方格上读写，一步一步地改变纸带上的 1 或 0，经过有限步后图灵机在停机控制指令的控制下停止移动，最后纸带上的内容就是预先设计的计算结果。

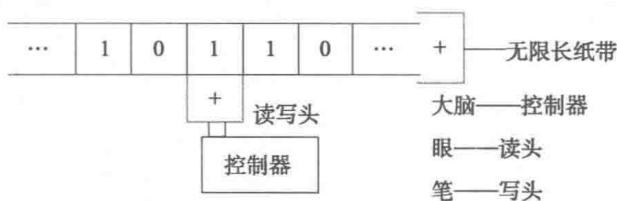


图 1-11 图灵机示意图

图灵机的概念是现代可计算性理论的基础。图灵证明，只有 TM 能解决的计算问题，实际计算机才能解决；如果 TM 不能解决的计算问题，则实际计算机也无法解决。TM 的能力概括了数字计算机的计算能力。因此，图灵机对计算机的一般结构、可实现性和局限性都产生了深远的影响。1950 年 10 月图灵在哲学期刊《Mind》上又发表了一篇著名论文“Computing Machinery and Intelligence”（计算机与智能）。他指出如果一台机器对质询的响应与人类做出的响应完全无法区别，那么这台机器就具有智能。今天人们把这个论断称为图灵测试（Turing Test），它奠定了人工智能的理论基础。

为纪念图灵对计算机的贡献，美国计算机学会（ACM）于 1966 年创立了“图灵奖”，每年颁发给在计算机科学领域的领先研究人员，被称为计算机产业界和学术界的诺贝尔奖。

冯·诺依曼的最大贡献则是提出一个全新的存储程序通用电子计算机方案，方案明确规定，新机器有五个组成部分：运算器、控制器、存储器、输出和输入。此外，新方案还

有两点重大改进,一是采用二进数制,简化了计算机结构;二是建立存储程序,将指令和数据放进存储器,加快了运算速度。新机器 EDVAC 于 1952 年研制成功。冯·诺依曼概念被认为是计算机发展史上的一个里程碑,它标志着电子计算机时代的真正开始。以此概念为基础的各类计算机统称为冯·诺依曼机。50 多年来,虽然计算机系统从性能指标、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,但基本结构没有变,都属于冯·诺依曼计算机。但是,冯·诺依曼自己也承认,他的关于计算机“存储程序”的想法都来自图灵。

### 1.2.2 电子计算机的发展

大家公认的第一台电子数字计算机是 1946 年 2 月在美国宾夕法尼亚大学莫尔电工学院研制成功的“埃尼阿克”(ENIAC),如图 1-12 所示。这台由美国陆军军械署资助完成的计算机共用了 18 800 个电子管、70 000 个电阻器、10 000 个电容器、1 500 个继电器,占地约 167 平方米,重约 30 吨,耗电 150 千瓦。这个庞大的计算机每秒能进行 5 000 次加法,或者 400 次乘法,比机械式的继电器计算机快 1 000 倍。至今人们公认,ENIAC 机的问世,表明了电子计算机时代的到来,具有划时代意义。

然而 ENIAC 最致命的缺陷是没有存储程序,指挥计算的程序指令被存放在外部接线板上,需要计算前,必须由人工花费几小时甚至几天的时间把数百条线路正确地接通,才能进行几分钟的运算。所以 ENIAC 并没有对以后的计算机结构和工作原理产生什么影响。1950 年,冯·诺依曼等人研制成功 EDVAC,如图 1-13 所示。它首次实现了冯·诺依曼的“存储程序”思想和采用了二进制,是真正意义上的现代电子数字计算机。

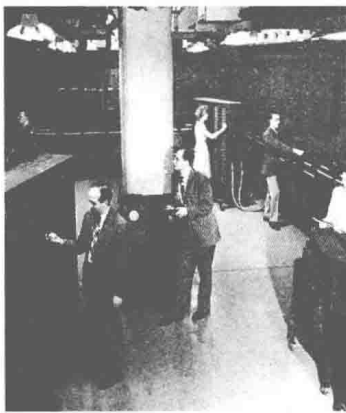


图 1-12 ENIAC

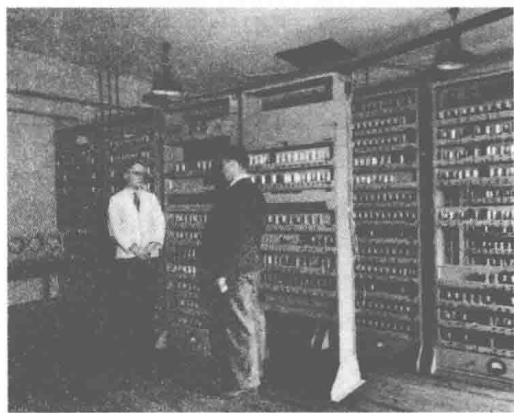


图 1-13 EDVAC

从第一台电子计算机 ENIAC 诞生到现在短短的近 70 多年中,计算机的发展日新月异,特别是电子元器件的发展有力地推动了计算机的发展。根据计算机采用的电子元器件的不同,将计算机的发展划分为四个阶段。

#### 1. 第一代计算机(1946—1957 年)

第一代计算机是电子管计算机。其基本元件是电子管,如图 1-14(a)所示。内存存储器采用水银延迟线,外存储器有纸带、卡片、磁带和磁鼓等。由于当时电子技术的限制,运算速度为每秒几千次到几万次,而且内存存储器容量也非常小,只有 1 000~4 000 字节。

此时的计算机已经用二进制代替了十进制，所有的数据和指令都用若干个0和1表示，这很容易对应于电子元件的“导通”和“截止”。计算机程序设计语言还处于最低阶段，要用二进制代码表示的机器语言进行编程，工作十分烦琐。直到20世纪50年代末才出现了稍微方便一点的汇编语言。

UNIVAC (Universal Automatic Computer) 是第一代计算机的典型代表，1951年，第一台产品交付美国人口统计局使用。它的交付使用标志着计算机从实验室进入了市场，从军事应用领域转入数据处理领域。其他代表性的新机型有IBM 650、IBM 709。

第一代计算机体积庞大，造价昂贵，因此基本上还是局限于军事研究领域应用的狭小天地。

## 2. 第二代计算机 (1958—1964年)

1948年，贝尔实验室发明了晶体管，如图1-14(b)所示。晶体管是一种开关元件，具有体积小、重量轻、开关速度快、工作温度低、稳定性好等特点，所以第二代计算机以晶体管为主要元件。此时，内存储器大量使用磁性材料制成的磁芯，每个小米粒大小的磁芯可存一位二进制代码；外存储器有磁盘、磁带。随着外部设备种类的增加，运算速度从每秒几万次提高到几十万次，内存储器容量扩大到几十万字节。

计算机软件方面也有了较大的发展，出现了监控程序并发展成为后来的操作系统；另外，BASIC、FORTRAN和COBOL等高级程序设计语言相继推出，使编写程序的工作变得更为方便并实现了程序兼容。这样，计算机工作的效率大大提高。

第二代计算机与第一代计算机相比较，第二代计算机体积小、成本低、重量轻、功耗小、速度快、功能强且可靠性高。使用范围也由单一的科学计算扩展到数据处理和事务管理等其他领域中。IBM 7000系列机是第二代计算机的典型代表。

## 3. 第三代计算机 (1965—1970年)

1958年第一块集成电路(图1-14(c))诞生以后，集成电路技术的发展日臻成熟。集成电路的问世催生了微电子产业，第三代计算机的主要元件采用小规模集成电路(Small Scale Integrated Circuits, SSI)和中规模集成电路(Medium Scale Integrated Circuits, MSI)。集成电路是用特殊的工艺将大量完整的电子线路做在一个硅片上，与晶体管电路相比，集成电路计算机的体积、重量、功耗都进一步减小，运算速度、逻辑运算功能和可靠性都进一步提高。

软件在这个时期形成了产业，操作系统在种类、规模和功能上发展很快。通过分时操作系统，用户可以共享计算机的资源。结构化、模块化的程序设计思想被提出，而且出现了结构化的程序设计语言PASCAL。第三代计算机广泛应用于数据处理、过程控制和教育等各方面。

IBM 360系列是最早采用集成电路的通用计算机，也是影响最大的第三代计算机。

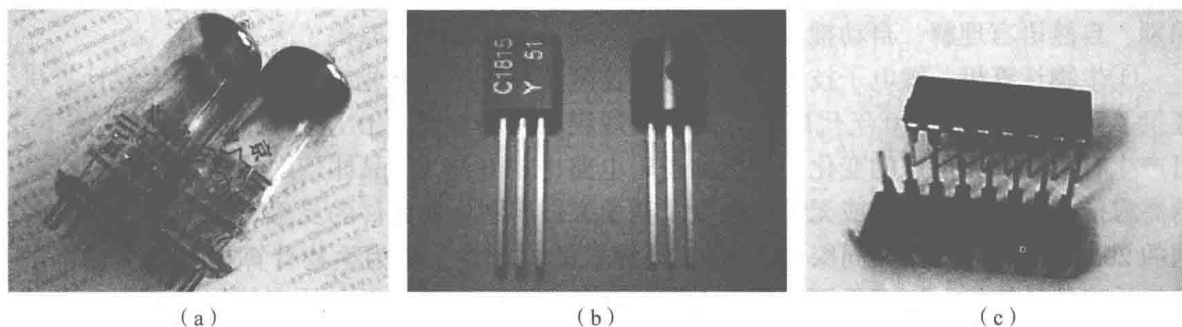


图 1-14 基本电子元器件

(a) 电子管；(b) 晶体管；(c) 集成电路

#### 4. 第四代计算机 (1971 年—至今)

随着集成电路技术的不断发展, 单个硅片可容纳电子线路的数目也在迅速增加。20 世纪 70 年代初期出现了可容纳数千个至数万个晶体管的大规模集成电路 (Large Scale Integrated Circuits, LSI), 70 年代末又出现了一个芯片上可容纳几万个到几十万个晶体管的超大规模集成电路 (Vary Large Scale Integrated Circuits, VLSI)。VLSI 能把计算机的核心部件甚至整个计算机都做一个硅片上。

第四代计算机的主要元件是大规模集成电路 (LSI) 和超大规模集成电路 (VLSI)。集成度很高的半导体存储器完全代替了使用达 20 年之久的磁芯存储器, 外存磁盘的存取速度和存储容量大幅度上升。第四代计算机的速度可达每秒几百万至上亿次, 体积、重量和耗电量进一步减少, 计算机的性价比基本上以每 18 个月翻一番的速度上升 (即著名的 More 定律)。

软件工程的观念开始提出, 操作系统向虚拟操作系统发展, 各种应用软件丰富多彩, 在各行业中都有应用, 大大扩展了计算机的应用领域。IBM 4300 系列、3080 系列、3090 系列和 9000 系列是这一时期的主流产品。

综上所述, 计算机的发展历程见表 1-1。

表 1-1 计算机的发展历程

	基本元件	运算速度	内存储器	外存储器	相应软件	应用领域
第一代计算机	电子管	几千~几万次/秒	水银延迟线	卡片、磁带、磁鼓等	机器语言程序	主要用于军事领域
第二代计算机	晶体管	几十万次/秒	磁芯	磁盘、磁带	监控程序、高级语言	科学计算、数据处理、事务处理
第三代计算机	中、小规模集成电路	几十万~几百万次/秒	磁芯	磁盘、磁带	分时操作系统、结构化程序设计	各种领域
第四代计算机	大规模、超大规模集成电路	几百万次~上亿次/秒	半导体存储器	磁盘、光盘等	多种多样	各种领域

#### 5. 新一代计算机

为了争夺世界范围内信息技术的制高点, 20 世纪 80 年代初期, 各国展开了研制第五代计算机的激烈竞争。第五代计算机的研制推动了专家系统、知识工程、语言合成与语音识别、自然语言理解、自动推理和智能机器人等方面的研究, 取得了大批成果。

①生物计算机。微电子技术和生物工程这两项高科技的互相渗透, 为研制生物计算机提供了可能。20 世纪 70 年代以来, 人们发现脱氧核糖核酸 (DNA) 处在不同的状态下, 可产生有信息和无信息的变化。联想到逻辑电路中的 0 与 1、晶体管的导通或截止、电压的高或低、脉冲信号的有或无等, 激发了科学家们研制生物元件的灵感。1995 年, 来自各国的 200 多位有关专家共同探讨了 DNA 计算机的可行性, 认为生物计算机是以生物电子元件构建的计算机, 而不是模仿生物大脑和神经系统中信息传递、处理等相关原理来设计的计算机。生物电子元件是利用蛋白质具有的开关特性, 用蛋白质分子制作成集成电路, 形成蛋白质芯片、红血素芯片等。利用 DNA 化学反应, 通过和酶的相互作用可以将某基

因代码通过生物化学的反应转变为另一种基因代码，转变前的基因代码可以作为输入数据，反应后的基因代码可以作为运算结果。利用这一过程可以制成新型的生物计算机。但科学家们认为生物计算机的发展可能还要经历一个较长的过程。

②光子计算机。光子计算机是一种用光信号进行数字运算、信息存储和处理的新型计算机。运用集成光路技术，把光开关、光存储器等集成在一块芯片上，再用光导纤维连接成计算机。1990年1月底，贝尔实验室研制成第一台光计算机，尽管它的装置很粗糙，由激光器、透镜、棱镜等组成，只能用来计算。但是，它毕竟是光计算机领域中的一大突破。正像电子计算机的发展依赖于电子器件，尤其是集成电路一样，光计算机的发展也主要取决于光逻辑元件和光存储元件，即集成光路的突破。近年来CD-ROM光盘、VCD光盘和DVD光盘的接踵出现，是光存储研究的巨大进展。网络技术中的光纤信道和光转接器技术也已相当成熟。光计算机的关键技术，即光存储技术、光互联技术、光集成器件等方面的研究都已取得突破性的进展，为光计算机的研制、开发和应用奠定了基础。现在，全世界除贝尔实验室外，日本和德国的其他公司也都投入巨资研制光子计算机，预计在21世纪将出现更加先进的光子计算机。

③超导计算机。1911年昂尼斯发现纯汞在4.2 K低温下电阻变为零的超导现象。超导线圈中的电流可以无损耗地流动。在计算机诞生之后，超导技术的发展使科学家们想到用超导材料来替代半导体制造计算机。早期的工作主要是延续传统的半导体计算机的设计思路，只不过是将半导体材料的逻辑门电路改为用超导体材料的逻辑门电路。从本质上讲并没有突破传统计算机的设计构架，而且，在20世纪80年代中期以前，超导材料的超导临界温度仅在液氮温区，实施超导计算机的计划费用昂贵。然而，在1986年左右出现重大转机，高温超导体的发现使人们可以在液氮温区获得新型超导材料，于是超导计算机的研究又获得了各方面的广泛重视。超导计算机具有超导逻辑电路和超导存储器，运算速度是传统计算机无法比拟的。所以，世界各国科学家都在研究超导计算机，但还有许多技术难关有待突破。

④量子计算机。现在放在我们面前的高速现代化的计算机与计算机的祖先“ENIAC”相比并没有什么本质的区别，尽管计算机体积已经变得更加小巧，而且执行速度也非常快，但是计算机的任务却并没有改变，即对二进制位0和1的编码进行处理并解释为计算结果。每个位的物理实现是通过一个肉眼可见的物理系统完成的，例如从数字和字母到我们所用的鼠标或调制解调器的状态等都可以用一系列0和1的组合来代表。传统计算机与量子计算机之间的区别是传统计算机遵循着众所周知的经典物理规律，而量子计算机则是遵循着独一无二的量子动力学规律，是一种信息处理的新模式。在量子计算机中，用“量子位”来代替传统电子计算机的二进制位。二进制位只能用“0”和“1”两个状态表示信息，而量子位用粒子的量子力学状态来表示信息，两个状态可以在一个“量子位”中并存。量子位既可以使用与二进制位类似的“0”和“1”，也可以使用这两个状态的组合来表示信息。正因如此，量子计算机被认为可以进行传统电子计算机无法完成的复杂计算，其运算速度将是传统电子计算机无法比拟的。



我国计算机的发展