

面向 21 世纪高等院校计算机规划教材

大学计算机 基础教程

张仁龙 刘 飒 主编

李晓华 兰 彬 潘 娟 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

面向 21 世纪高等院校计算机规划教材

大学计算机基础教程

张仁龙 刘 飒 主 编

李晓华 兰 彬 潘 娟 副主编

张 燕 刘莹莹 廉世彬 杨 焱 参 编

内 容 简 介

本书根据教育部提出的计算机基础教学的改革精神,为适应计算机发展带来的新的社会需求和内容而编写。本书在编写过程中,注意吸收国内外教材的优点,系统地讲解计算机的概念和应用,使学生能较全面、系统地掌握计算机硬件、软件与网络技术的基本概念,了解信息处理的基本过程。

全书分为6章,分别介绍计算机基础知识、计算机硬件、计算机软件、计算机网络、数据库基础、多媒体技术。本书重点突出,内容丰富,图文并茂,深入浅出,每章前面有学习目标,后面有小结和练习题,有助于读者掌握和学习知识要点。

本书适合作为高等院校非计算机专业的计算机基础教材,也可作为计算机爱好者的计算机基础入门自学读物。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础教程 / 张仁龙, 刘飒主编. —北京:
中国铁道出版社, 2011. 7
面向 21 世纪高等院校计算机规划教材
ISBN 978-7-113-12969-9

I. ①大… II. ①张… ②刘… 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 (2011) 第 123251 号

书 名: 大学计算机基础教程
作 者: 张仁龙 刘 飒 主编

策划编辑: 岑源清

责任编辑: 赵 鑫

特邀编辑: 赵树刚

封面设计: 付 巍

版式设计: 刘 颖

读者热线: 400-668-0820

编辑助理: 尚世博

封面制作: 白 雪

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市华业印装厂

版 次: 2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13 字数: 309 千

书 号: ISBN 978-7-113-12969-9

定 价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材研发中心批销部联系调换。

前 言

大学计算机基础课程是学习计算机相关课程的基础课,教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会发布的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求”(以下简称“白皮书”)明确规定“大学计算机基础”是所有高等院校非计算机专业学生必修的第一门计算机基础课程。本教材是根据白皮书的要求编写的,全面、概括性地讲述计算机科学与技术学科中的一些基础性知识和重要概念,并配合必要的实践教学,使学生能够达到以下教学目标:(1)了解计算机的硬件结构与组成原理;(2)了解操作系统的功能与其中一些重要概念;(3)了解计算机网络、数据库、多媒体等技术的应用、基本概念和相关技术;(4)掌握计算机基本应用技能。

本教材是为非计算机专业的本科生编写,在内容选择、教材编排等方面具有以下特色:(1)教材内容突出基础性,为学生学习后续计算机课程打下基础;(2)结合应用讲概念,强调概念的理解及在实际中的应用,适合非计算机专业学生学习;(3)在注重理论知识传授的同时,加强对学生文化素质的培养;(4)基于计算机的体系结构介绍计算机科学的发展与相关知识,让学生对计算机科学有整体的认识;(5)将与实践相关的内容独立成书,包括相关技术、操作方法及实验内容等,方便开展实践教学。

全书分为6章,主要内容如下:

第1章:计算机基础知识,从计算模型入手,介绍计算机系统的概念和组成,讲述了计算机的历史与发展、特点、分类和应用,阐述了信息在计算机中的表示方法。

第2章:计算机硬件,从冯·诺依曼体系结构出发,介绍了计算机硬件的五大组成部分和微型计算机的结构及常见的硬件设备。

第3章:计算机软件,主要介绍了计算机的软件系统。重点阐述了操作系统、办公软件,此外还介绍了其他一些常用的应用软件。

第4章:计算机网络,涵盖了计算机网络概述、因特网基础、网络互连和网络安全等方面的内容,介绍了计算机网络的基本概念和几种主流的因特网接入技术,重点介绍了因特网主要的应用服务,对常见的传输介质和网络互连设备进行了介绍,阐释了网络安全相关概念和几种常用且有效的网络安全技术。

第5章:数据库基础,主要介绍数据库相关理论知识、数据库技术的主要特点、数据库的演变过程、数据库在各领域中的应用,同时在介绍数据库的基本概念和原理上简单讲解了SQL的使用方法,简要叙述了数据库系统的设计开发步骤。

第6章：多媒体技术，主要介绍多媒体的基本概念、发展过程以及多媒体计算机系统的概要，详细介绍了音频、图形图像、视频的基本概念、获取与处理方法、压缩标准及常用软件，最后介绍了多媒体的应用。

全书由北京农学院计算机与信息工程学院的9位长期从事计算机教育且具有丰富的教学经验的教师集体编写完成。其中，第1章由张仁龙编写，第2章由廉世彬编写，第3章由潘娟、刘莹莹编写，第4章由李晓华、张燕编写，第5章由兰彬、杨焱编写，第6章由刘飒编写。全书由张仁龙、刘飒统稿。

本书的编写得到北京农学院计算机与信息工程学院领导和许多教师的支持，编者在此表示衷心感谢。中国铁道出版社十分重视本书的出版工作，对本书的编写提出了许多建设性建议，编者同时表示感谢。本书在编写过程中参考了大量技术资料，编者在此对参考资料的作者一并感谢。

由于编写时间仓促，作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正，我们会在再版时及时修订。

编者

2011年5月

目 录

第 1 章 计算机基础知识	1
1.1 计算模型与计算机系统组成	1
1.1.1 计算模型	1
1.1.2 计算机系统组成	2
1.2 电子计算机的产生	3
1.2.1 早期的计算工具	3
1.2.2 机械计算机	4
1.2.3 电子计算机的诞生	5
1.3 电子计算机的发展	7
1.3.1 电子计算机的时代划分	7
1.3.2 计算机的发展趋势	9
1.4 电子计算机的特点与分类	11
1.4.1 电子计算机的特点	11
1.4.2 电子计算机的分类	12
1.5 计算机的应用	13
1.6 计算机中的信息表示	15
1.6.1 数制及其转换	15
1.6.2 计算机中数值数据的表示	17
1.6.3 计算机中字符信息的表示	19
1.6.4 计算机中音频信息的表示	22
1.6.5 计算机中图像和图形的表示	23
1.6.6 计算机中视频的表示	23
本章小结	24
练习	24
第 2 章 计算机硬件	25
2.1 计算机硬件组成与冯·诺依曼原理	25
2.2 微型计算机硬件设备	27
本章小结	47
练习	47

第3章 计算机软件	48
3.1 操作系统	48
3.1.1 什么是操作系统	48
3.1.2 操作系统的演化	50
3.1.3 操作系统的组成	51
3.1.4 主流操作系统	63
3.1.5 Windows 7 操作系统简介	64
3.2 办公软件	66
3.2.1 办公软件简介	66
3.2.2 Office 2007 概述	67
3.2.3 文字处理软件 Word 2007	71
3.2.4 表格处理软件 Excel 2007	73
3.2.5 演示文稿软件 PowerPoint 2007	74
3.3 其他常用软件	75
本章小结	77
练习	77
第4章 计算机网络	78
4.1 网络概述	78
4.1.1 计算机网络的定义	78
4.1.2 计算机网络的发展历程	79
4.1.3 计算机网络的功能	80
4.1.4 计算机网络的组成	80
4.1.5 计算机网络分类	81
4.1.6 网络体系结构与协议	82
4.2 因特网基础	84
4.2.1 因特网简介	84
4.2.2 因特网接入方式	85
4.2.3 IP 地址及域名	86
4.2.4 因特网服务与应用	88
4.3 网络互连技术	99
4.3.1 网络传输介质	99
4.3.2 常见的网络互连设备	104
4.3.3 网络组建实例	109
4.4 网络安全	113
4.4.1 网络安全概述	113
4.4.2 常用网络安全技术简介	115

本章小结.....	123
练习	124
第 5 章 数据库基础	125
5.1 数据库概述	125
5.1.1 数据与数据管理	125
5.1.2 数据库系统的组成	129
5.1.3 数据模型	132
5.1.4 数据库系统结构	138
5.2 关系数据库	140
5.2.1 关系数据库概述	140
5.2.2 关系模型的完整性规则	141
5.2.3 关系数据库操作语言	142
5.2.4 关系数据库的设计过程	145
5.3 数据库技术的应用及发展	147
5.3.1 数据库技术的应用	147
5.3.2 数据库技术的发展	149
本章小结	150
练习	151
第 6 章 多媒体技术	152
6.1 多媒体技术概述.....	152
6.1.1 多媒体技术概念	152
6.1.2 多媒体技术发展	154
6.1.3 多媒体计算机系统	155
6.2 音频处理	157
6.2.1 音频处理基础	157
6.2.2 音频压缩标准	161
6.2.3 电子音乐合成	161
6.2.4 常用音频处理软件	163
6.3 图形图像处理	166
6.3.1 图形图像处理基础	166
6.3.2 图像获取与处理	171
6.3.3 图像压缩标准	177
6.3.4 常用图形图像处理软件	179
6.4 视频处理	179
6.4.1 视频处理基础	179

6.4.2	视频获取与处理	182
6.4.3	视频压缩标准	183
6.4.4	常用视频处理软件	186
6.5	多媒体技术应用	188
6.5.1	工业领域应用	188
6.5.2	农业领域应用	189
6.5.3	商业领域应用	193
6.5.4	教育领域应用	194
6.5.5	医疗领域应用	195
	本章小结	196
	练习	196
	参考文献	197

第 1 章 | 计算机基础知识

随着科学技术的进步与人类社会的发展，信息技术（Information Technology, IT）已经广泛地应用于社会生活和经济的各个领域。电子计算机是信息时代的标志，也是信息技术的基础设备，信息业之所以有今天这样大的发展局面，在很大程度上是与计算机的飞速发展密切相关的。计算机的迅速发展，推动了人类智力的解放，使科技、生产、社会和人类活动发生了重大变化。本章首先阐述计算机系统的组成，然后介绍计算机的历史和应用，最后说明信息是如何在计算机中存储的。

【学习目标】

- 理解计算模型和计算机系统的组成。
- 了解计算机的产生和发展。
- 了解计算机的特点和分类。
- 掌握计算机的应用领域。
- 理解数制及其转换。
- 理解各种信息在计算机中的表示。

1.1 计算模型与计算机系统组成

1.1.1 计算模型

计算的概念分为狭义的和广义的两种。狭义的计算即传统的计算，是指数的计算，即通过掌握的数学知识对数进行的一些运算，如加、减、乘、除、三角函数和微积分等。这也是我们日常生活中所说的计算的概念。广义的计算，则是指“一个问题有没有方法来解决”。即什么能有效地自动进行？什么不能有效地自动进行？这就是“可行性”的问题。

计算机是基于广义计算概念的计算设备。可以认为计算机是一个接收数据、处理数据并产生输出的黑盒，如图 1-1 所示。尽管这种定义能够体现现代计算机的功能，但是它的定义太广泛，按照这种定义，计算器也是计算机。

图灵模型对以上定义进行了改进，添加了一个额外的元素，即程序。程序是用来告诉计算机对数据进行处理指令的集合，图 1-2 显示了基于图灵模型的计算机。在图灵模型中，输出数据依赖两方面的因素结合作用：输入数据和程序。对于相同的输入，如果改变程序，则可以产生不同的输出。同样，对于同样的程序，如果改变输入的数据，输出结果也将不同。图灵机是对现代计

算机的首次描述,该机器只要提供了合适的程序,就能做任何运算。

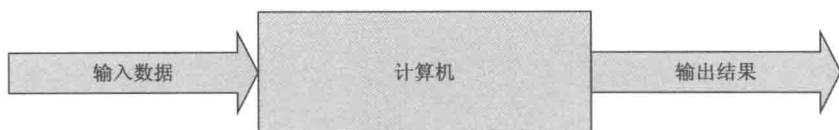


图 1-1 简单的计算模型

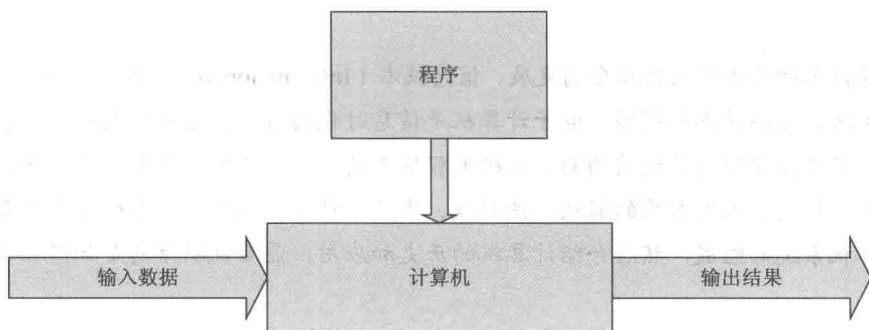


图 1-2 基于图灵模型的计算机

基于图灵模型建造的计算机都是使用存储器存储数据,冯·诺依曼认为程序和数据在逻辑上是相同的,提出了将程序也存储到存储器中的冯·诺依曼模型。现代计算机基本上都是基于冯·诺依曼模型的,它分为 5 个子系统:输入设备、存储器、运算器、控制器和输出设备,如图 1-3 所示。

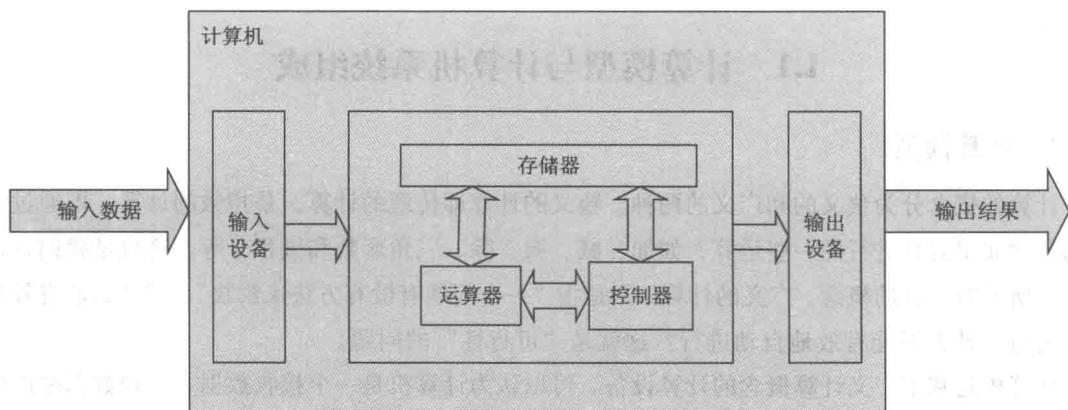


图 1-3 冯·诺依曼模型

1.1.2 计算机系统组成

计算机系统由计算机硬件、计算机软件和数据三大部分组成。

1. 计算机硬件

计算机硬件是计算机系统的物理装置,即由电子电路、电子元器件和机械部件等构成的具体

装置,是实实在在能看得见、摸得着的实体。当今计算机硬件系统尽管形式多样,种类繁多,但都基于冯·诺依曼模型,且包含五大组成部分。本书第2章将详细讨论计算机硬件系统。

2. 计算机软件

计算机软件就是运行在计算机硬件上的程序,不论是图灵模型还是冯·诺依曼模型,程序都是主要特征。当今计算机的软件系统可以分为系统软件和应用软件两大类。本书第3章讨论计算机软件系统。

3. 数据

数据是计算机管理的信息,它是计算机系统的核心,如果没有数据,计算机硬件和计算机软件都毫无用处。计算机被定义为一台数据处理机,它接收数据、处理数据并输出相应结果。按照冯·诺依曼模型的规定,计算机中的所有数据都以二进制形式存储,因此计算机处理的各种信息,包括数值、文本、声音、图形图像、视频等,都必须表示成二进制形式,本章第1.6节将介绍信息是如何在计算机中表示的。

1.2 电子计算机的产生

虽然计算机的应用涉及社会的各个领域,但归根结底,计算机是以辅助人类计算为目的的设备,它自古就有,而且还在不断进化。

1.2.1 早期的计算工具

人类在改造自然、改造社会的过程中,制造了各种各样的工具。随着社会的进步和文明的普及,人类要求在更高层次上进一步认识自然,掌握客观规律,如制定天文历书、确定行星位置、计算潮汐时间、绘制航海图等,这就需要大量的数值计算工作。

在远古,人类的祖先用石子、绳结来作为计算工具,拉丁文中“计算”这个词的原意,就是计算用的石子。随着计算的问题越来越多,石子、绳结已不能适应社会的需要,于是人们发明了新的计算工具,其中比较著名的是算盘和计算尺。

算盘(abacus)是早期的计算工具,主要帮助人们在计算时记住结果(包括中间结果和最后结果)。在2000多年前,算盘已经在古代中国出现了,其结构是一木框中嵌有细杆,杆上串有算盘珠,分为上下两挡,上挡每个圆珠表示5,下挡每个圆珠表示1。算盘珠可沿细杆上下拨动,通过用手拨动算盘珠来完成算术运算。使用算盘进行计算的技术,人们称其为珠算,目前仍有珠算的应用。无独有偶,公元前300年,在古巴比伦也出现了一种算盘。

计算尺是基于对数的计算工具。苏格兰的 Merchiston 男爵约翰·纳皮尔(John Napier, 1550—1617年)1614年在其书 *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* 中首次公开提出对数方法。这个方法可以将复杂的乘除运算转化为加法来完成。后来,纳皮尔根据对数值的大小,将其刻在一根象牙尺上,用它来代替纸质的对数表,这根象牙尺被称为纳皮尔骨牌(Napier's Bones)。纳皮尔的发明直接导致了计算尺的诞生。1632年,英国剑桥的数学家威廉·奥特雷德(William Oughtred)

制作了第一把计算尺。直到 20 世纪, 计算尺仍然广泛使用, 20 世纪五六十年代, 计算尺是工程师身份的象征, 如同显微镜代表了医学行业一样。

1.2.2 机械计算机

西欧由中世纪进入文艺复兴时期以后, 极大地促进了自然科学技术的发展, 人们长期被神权压抑的创造力得到了空前的释放。机械计算机的发明便是其中著名的成果之一。

文艺复兴时代的意大利多才多艺的科学家列奥纳多·达·芬奇 (Leonardo Di Ser Piero Da Vinci) 曾设计了利用齿轮制作的计算机的图纸, 但是这种计算机显然没有制造出来。

人类历史上第一台齿轮计算机是在 1623 年, 由德国教授威廉·席卡得 (Wilhelm Schickard) 制成的, 它能进行 6 位以内数的加、减法, 并能通过铃声输出答案, 实际上它更像一台计算钟。遗憾的是, 这台设备并未公开。

1642—1643 年, 布雷兹·帕斯卡 (Blaise Pascal) 为了帮助做收税员的父亲, 他发明了一个用齿轮运作的加法器——帕斯卡机 (Pascalene), 这是公认的第一部能计算加、减法的计算机。为了纪念这位先驱, 1971 年, 瑞士联邦技术学院尼克劳斯·沃尔斯 (N. Wirth) 教授将发明的第一个系统地体现结构化程序设计概念的语言命名为 PASCAL 语言。

1674 年, 戈特弗里德·威廉·凡·莱布尼茨 (Gottfried Wilhelm von Leibniz) 设计制造了一个能进行加、减、乘、除及开方运算的计算机, 叫“乘法器”。它是莱布尼茨依据帕斯卡撰写的“加法器”论文设计的, 除了体积较大之外, 基本原理继承于帕斯卡。莱布尼茨对计算机的贡献不仅仅在于乘法器, 公元 1700 年左右, 他系统提出了二进制的运算法则, 为计算机的现代发展奠定了坚实的基础。

1801 年, 生于法国里昂的织布工兼发明家约瑟夫·玛丽·雅卡尔 (Joseph Marie Jacquard) 创造性地制成了一台可设计动力织布机, 用一连串打孔卡编织一种纺线图案, 这项发明被命名为雅卡尔织布机。它不仅给纺织工业带来革命, 也为现代数据计算奠定了基础。打孔卡片控制技术被用到了早期的电子计算机的输入/输出设备上。

1822 年, 英国剑桥大学数学教授巴贝奇在前人设计的基础上, 制成了他称为“差分机”的计算机, 这种机器已经能够进行开平方运算。接着, 在 1832 年, 他又设计制造了“分析机”, 这次因为当时加工技术还达不到设计要求的精度, 没有成功。1847 年, 他开始设计第二台差分机。总体设计耗时两年, 这台机器可以完成 31 位精度的运算并将结果打印到纸上, 但由于设计过于复杂且改动过于频繁, 查尔斯·巴贝奇直到去世也没有把自己的设计变成现实。但其设计思想却非常接近现代计算机的设计原理, 甚至从结构来看已大致与现代电子计算机相同。以致 100 多年以后, 当人们重新发现巴贝奇的天才设计时, 不禁惊呼: “如果巴贝奇现在还活着, 我们就要失业了。”查尔斯·巴贝奇也被公认为是可编程计算机的发明者, 计算机的先驱。

巴贝奇在分析机的设计上采用了雅卡尔的打孔卡片技术来对各种计算进行编程, 这是巴贝奇对计算机发展的一个重要贡献。巴贝奇的分析机主要有“存储库”和“运算室”两个主要部件。此外, 巴贝奇也构思了送入和取出数据的机构以及在“存储库”和“运算室”之间运输数据的

部件。他甚至还考虑到如何使这台机器处理依条件转移的动作,即现在计算机控制中的条件语句,使得计算机与计算器从此分道扬镳,这又是巴贝奇对计算机发展的一大贡献。一个多世纪过去后,现代计算机的结构几乎就是巴贝奇分析机的翻版,只不过它的主要部件被换成了大规模集成电路而已。

在研制计算机的过程中,巴贝奇遇到了一个志同道合的合作者,她就是著名诗人洛德·拜伦的女儿爱达·拜伦(Ada Byron)。爱达为巴贝奇的创意着迷,负责为尚未建成的分析机编制程序。尽管分析机最终也未建成,巴贝奇也拒绝将自己的知识成果出版,但爱达还是将自己为分析机准备的详细指令清单以及注释写了出来。爱达是最早为计算机编出程序的人,她创造了子程序,并首次认识到了循环的重要意义。爱达被公认是计算机发展史上的第一位程序员。1975年,美国国防部开始开发一种通用高级计算机语言,1979年,新设计的语言诞生,并正式命名为ADA,以纪念爱达。

1.2.3 电子计算机的诞生

进入20世纪,随着电子技术的飞速发展,计算机开始了由机械向电子时代的过渡,电子越来越成为计算机的主体,机械越来越成为从属,二者的地位发生了变化,计算机也开始了质的转变,直到第一台电子计算机诞生。在这个过程中,许多著名的科学家分别做出了重要贡献,成为现代电子计算机的先驱,其中包括阿兰·麦席森·图灵、康拉德·楚泽、霍华德·艾肯、约翰·阿坦那索夫、约翰·莫奇利、约翰·冯·诺依曼等。

1. 图灵与图灵机

阿兰·麦席森·图灵(Alan Mathison Turing, 1912.6.23—1954.6.7),英国数学家、逻辑学家,被称为计算机科学之父、人工智能之父。

1936年,图灵向伦敦权威的数学杂志投了一篇论文,题为“论数字计算在决断难题中的应用”。在这篇开创性的论文中,图灵给“可计算性”下了一个严格的数学定义,并提出著名的“图灵机”(Turing Machine)的设想。“图灵机”不是一种具体的机器,而是一种思想模型,可制造一种十分简单但运算能力极强的计算装置,用来计算所有能想象到的可计算函数。“图灵机”与“冯·诺依曼机”齐名,被永远载入计算机的发展史中。1950年10月,图灵又发表了另一篇题为“机器能思考吗”的论文,成为划时代之作。也正是这篇文章,为图灵赢得了“人工智能之父”的桂冠。

为纪念图灵,美国计算机协会以他的名字命名了计算机界的最高奖“图灵奖”。“图灵奖”是美国计算机协会(Association for Computer Machinery, ACM)于1966年设立的,专门奖励那些对计算机科学研究与推动计算机技术发展有卓越贡献的杰出科学家,它被公认为计算机界的“诺贝尔”奖。

2. 楚泽与Z3机电计算机

康拉德·楚泽(Konrad Zuse)是一位德国工程师。他提出了计算机程序控制的基础概念,于1941年楚泽首次设计完成了使用继电器的程序控制计算机,程序控制思想虽然过去也有人提倡,

但楚泽是把它付诸实施的第一人。楚泽认为,计算机最重要的部分不一定是计算本身,而是过程和计算结果的传送和存储。1938年,楚泽完成了一台可编程数字计算机 Z-1;第二年,楚泽组装了第二台电磁式计算机 Z-2;1941年,第三台电磁式计算机 Z-3 完成,使用了 2600 个继电器,用穿孔纸带输入,实现了二进制数程序控制。Z3 被认为是世界上第一台可编程计算机,但它是机械与电子混合的,应该属于机电计算机,还不是电子计算机。

3. 哈佛大学的 Mark-1

20 世纪 30 年代,曾出现了一批与当年巴贝奇方案相似的新型计算机——机电式计算机,而其中较为著名的就是美国应用数学家霍华德·艾肯的 Mark-1 (马克-1) 机电式计算机。机电式计算机是计算机发展史上短暂的一页,但它是计算机发展道路上的一次必要的科学尝试,对于现代高速电子计算机的发展起了开路作用,因此,许多文献都认为 Mark-1 标志着现代计算机的开始。艾肯在 1937 年提出题为《自动计算机建议》的备忘录。

4. 约翰·阿坦那索夫与 ABC 计算机

美国爱荷华大学的物理系副教授约翰·阿坦那索夫和其研究生助手克利夫·贝瑞于 1939 年 10 月制造出来了一台电子计算机的样机,人们把这台样机称为 ABC,代表的是包含他们两人名字的计算机 (Atanasoff-Berry Computer)。这台计算机是电子与电器的结合,电路系统中装有 300 个电子真空管执行数字计算与逻辑运算,机器使用电容器来进行数值存储,数据输入采用打孔读卡方法,还采用了二进制制。因此,ABC 的设计中已经包含了现代计算机中 4 个最重要的基本概念,从这个角度来说它是一台真正现代意义上的电子计算机,因此学术界认为 ABC 是第一台电子计算机。但是 ABC 计算机不是可编程计算机。为了表彰和纪念约翰·阿坦那索夫在计算机领域内作出的伟大贡献,1990 年美国前总统布什授予约翰·阿坦那索夫全美最高科技奖项——“国家科技奖”。

5. 莫奇利和埃克特与 ENIAC

第二次世界大战期间,美国宾夕法尼亚大学同阿伯丁试炮场协作,为陆军计算火力表,为了解决计算速度难题,成立了由莫奇利和埃克特领导的研究小组,设计以真空管取代继电器的电子数字积分器与计算器 (Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC),经过 3 年紧张的工作,终于在 1946 年 2 月 14 日问世。ENIAC 比当时已有的计算装置要快 1000 倍,而且还有按事先编好的程序自动执行算术运算、逻辑运算和存储数据的功能。莫奇利为 ENIAC 申请了专利,ENIAC 也一直被认为是第一台数字电子计算机。由于 ENIAC 的设计借鉴了阿塔那索夫的研究思路,1973 年,美国联邦州立法院撤销了 ENIAC 的专利,对这个判决,学术界和舆论界分歧很大,这也导致了第一台电子计算机之争,学术界支持 ABC,而舆论界支持 ENIAC。IEEE-CS 对这三人授予了计算机先驱奖是比较客观和公正的,三人各有其功劳。

6. 约翰·冯·诺依曼与冯·诺依曼体系结构

约翰·冯·诺依曼 (John von Neumann, 1903—1957 年),美籍匈牙利人,1903 年 12 月 28 日生于匈牙利的布达佩斯。他是 20 世纪最伟大的全才之一,鉴于冯·诺依曼在发明电子计算机中所起到的关键性作用,他被西方人誉为“计算机之父”,尽管他自己将这个头衔送给了图灵;而在经济学方面,他也有突破性成就,被誉为“博弈论之父”;在物理领域,冯·诺依曼在 20 世纪 30

年代撰写的《量子力学的数学基础》，已经被证明对原子物理学的发展有极其重要的价值；在化学方面也有相当的造诣，曾获苏黎世高等技术学院化学系大学学位。

冯·诺依曼对于计算机的精髓贡献有两点：二进制思想与存储程序思想。

1944年冯·诺依曼由ENIAC计算机研制组的戈尔德斯廷中尉介绍参加ENIAC的研制小组后，便带领这批富有创新精神的年轻科技人员，向着更高的目标进军。1945年，他们在共同讨论的基础上，发表了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”——EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer)。在这个过程中，冯·诺依曼显示出他雄厚的数理基础知识，充分发挥了他的顾问作用及探索问题和综合分析的能力。冯·诺依曼以“关于EDVAC的报告草案”为题，起草了长达101页的总结报告。报告广泛而具体地介绍了制造电子计算机和程序设计的新思想。这份报告是计算机发展史上一个划时代的文献，它向世界宣告：电子计算机的时代开始了。EDVAC方案明确奠定了新机器由5个部分组成，包括运算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出设备，并描述了这5部分的职能和相互关系。报告中，冯·诺依曼对EDVAC中的两大设计思想做了进一步的论证，为计算机的设计树立了一座里程碑。设计思想之一是“存储程序原理”，程序也被当做数据存进了机器内部，以便计算机能自动一条接一条地依次执行指令。其次是二进制思想，他根据电子元件双稳工作的特点，建议在电子计算机中采用二进制。报告提到了二进制的优点，并预言，二进制的采用将大大简化机器的逻辑线路。人们后来把按这一方案思想设计的机器统称为“冯·诺依曼机”。

1.3 电子计算机的发展

1950年以后出现的电子计算机差不多都基于冯·诺依曼模型。虽然它们变得速度更快、体积更小、价格更便宜，但原理几乎是相同的。

1.3.1 电子计算机的时代划分

一般将电子计算机的发展过程划分为几个时代，每一代计算机的改进主要体现在硬件或软件方面。

1. 第一代电子计算机

第一代电子计算机(大约1950—1959年)以商用计算机的出现为主要特征。其主要特点是：采用电子管作为基础元件；使用汞延迟线作为存储设备，后来逐渐过渡到用磁心存储器；输入、输出设备主要是用穿孔卡片，用户使用起来很不方便；系统软件还非常原始，用户必须掌握用类似于二进制机器语言进行编程的方法。这一时期基本形成了计算机工业体系，计算机由科研样机转变为工业产品，所有计算机都属于大型计算机，主要应用是科学计算，代表机器是IBM701计算机和UNIVAC I计算机。

UNIVAC I(UNIVersal Automatic Computer I)计算机是第一台批量生产的通用数字电子计算机，是埃克特-莫奇利公司(ENIAC的主要研制者埃克特和莫奇利离开宾夕法尼亚大学后成立的)在冯·诺依曼等人提出的EDVAC方案基础上研制的，1951年3月研制成功，并且被应用在美国联

邦人口调查局、美国原子能委员会等部门，其中安装在美国原子能委员会的那台计算机在 1952 年的美国总统选举中准确地预测了选举结果。UNIVAC I 计算机质量十分可靠，绝大多数使用了 10 年。最长的使用到 1970 年。IBM701 是 IBM 公司进军计算机行业的第一台批量生产的商业计算机，共生产了 18 台，分别安装在原子能研究实验室、飞机制造公司、政府和其他研究机构。

2. 第二代电子计算机

第二代电子计算机（大约 1959—1965 年）的标志是晶体管代替电子管。1947 年，Bell 实验室的 William B. Shockley、John Bardeen 和 Walter H. Brattain 发明了晶体管，晶体管不仅能实现电子管的功能，又具有尺寸小、重量轻、寿命长、效率高、发热少、功耗低等优点。1959—1965 年设计的计算机大量采用了晶体管和印刷电路。计算机体积不断缩小，功能不断增强，可以运行 FORTRAN 和 COBOL，接收英文字符命令，出现大量应用软件。第二代计算机中使用磁心代替磁鼓作为存储器，能够及时访问信息。磁盘这种主要的辅助存储设备也是在第二代计算机中开始出现的，它能够随机存取，比只能顺序存取的磁带要快。这一时期的计算机仍然属于大型计算机，主要应用是科学计算和信息处理，计算机辅助设计也有了应用，代表机器是 IBM 7000 系列计算机。

1958 年底到 1959 年初，第一批批量生产的民用晶体管计算机投入运行，这就是 IBM 1403 机。它们标志着晶体管计算机时代的到来。1959 年，IBM 公司又生产出全部晶体管化的电子计算机 IBM 7090。随后的 IBM 7074、IBM 7080 等通用晶体管计算机被开发并应用于不同的领域，满足不同用户需求。

3. 第三代电子计算机

第三代电子计算机（大约 1965—1971 年）的主要特征是集成电路取代了晶体管。1958 年得州仪器的工程师 Jack Kilby 发明了集成电路（IC），将 3 种电子元件结合到一片小小的硅片上。后来，更多的元件集成到单一的半导体芯片上，计算机变得更小，功耗更低，速度更快。1965 年，英特尔（Intel）公司创始人之一戈登·摩尔（Gordon Moore）提出了摩尔定律，其内容为：集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔 18 个月便会增加一倍，当价格不变时，性能也将提升一倍；或者说，每一美元所能买到的计算机性能，将每隔 18 个月翻一番。这一时期，半导体存储器代替了磁心存储器，输出设备采用键盘和 CRT 显示器。软件方面，操作系统的使用，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，数据库也在这一时期出现。这一时期出现了小型计算机，使得中小型企业也可以使用。这一时期的代表机型是 IBM 公司的 IBM 360 系列大型计算机和数据设备公司（Digital Equipment Corporation, DEC）的 PDP11 系列小型计算机。

4. 第四代电子计算机

第四代电子计算机（大约 1971 年至今）的特征是大规模集成电路取代了普通基础电路。这一代现在还没有结束，经历了长达近 40 年的时间，计算机的软、硬件技术和产品取得了突飞猛进的发展。这一时期出现了微型计算机，1971 年，第一台微处理器 4004 由英特尔公司研制成功，它将运算器和控制器集成在一个芯片上，称为中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）。以