

普通高等教育“十三五”规划教材



# 大学计算机基础

◎ 刘欣亮 高艳平 主 编  
◎ 赵海霞 俞卫华 裴亚辉 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

河南科技大学教材出版基金资助  
普通高等教育“十三五”规划教材

# 大学计算机基础

刘欣亮 高艳平 主 编  
赵海霞 俞卫华 裴亚辉 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书根据教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会最新制定的白皮书和课程指南,依据大学生对计算机知识的实际需要精心策划并编写。内容包括计算机概述、计算机数字化基础、Windows 操作系统、办公软件应用基础、软件技术基础、计算机网络和信息安全等内容,覆盖了全国大学计算机一级考试和二级 Office 考试的知识体系。

本书注重计算机技术的实用性,重视理论与操作相结合。本书配套教学课件、案例素材、微视频,读者可登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)注册后免费下载,还可登录教学网站(<http://e100soft.com/jsjcc>)进行在线练习、考试。《大学计算机基础实验教程》(ISBN 978-7-121-31458-2)是本书配套实验教程,可用于课程的实验环节。全书结构清晰、内容详实、通俗易懂,既适合作为各类高等学校大学计算机基础课程的教材,也可作为各类计算机培训班或计算机应用方面的培训教程。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础/刘欣亮,高艳平主编. —北京:电子工业出版社,2017.8  
ISBN 978-7-121-31459-9

I. ①大… II. ①刘… ②高… 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(2017)第096017号

策划编辑:戴晨辰

责任编辑:戴晨辰

印 刷:三河市良远印务有限公司

装 订:三河市良远印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18 字数:535千字

版 次:2017年8月第1版

印 次:2017年8月第1次印刷

定 价:42.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式: [dcc@phei.com.cn](mailto:dcc@phei.com.cn)。



# Preface

随着人类社会进入信息时代,计算机已不再是科研人员专用的计算工具,而是人们工作、生活、学习和娱乐不可或缺的组成部分。计算机信息技术和网络技术在经济社会中的地位愈重要,高校“大学计算机基础”课程的教学内容更应与时俱进,适时调整。本书根据教育部大学计算机课程教学指导委员会发布的最新版《大学计算机教学基本要求》和全国计算机等级考试大纲编写。

“大学计算机基础”是面向大学非计算机专业开设的公共必修课程,是大学计算机基础教学的关键和重点。通过本课程的学习,学生应理解计算机的基本工作原理、常用操作技术和方法,了解计算机的新技术和发展趋势,拓宽计算机基础知识面;掌握计算机的基本使用技能,以及网络、数据库等技术的基本知识和应用;理解信息安全方面的基本知识,提高计算机的综合应用能力;通过实践培养创新意识和动手能力,为后续课程的学习夯实基础;培养学生在各自专业领域中应用计算机解决问题的意识和能力。

本书定位准确、概念清晰、实例丰富,突出了教材内容的针对性、系统性和实用性,注重学生基本技能、创新能力和综合应用能力的培养,体现出大学计算机基础教育的特点和要求。

全书共8章。第1章是计算机概述,主要内容包括计算机的发展、特点和应用,计算机系统的组成。第2章介绍计算机中信息的表示与存储等。第3章介绍操作系统基础知识及其应用,主要内容包括操作系统的概念、功能及分类,Windows 7的文件和文件夹操作,系统的设置及附件等。第4章介绍文字处理软件 Word 2010 的使用。第5章介绍电子表格处理软件 Excel 2010 的使用。第6章介绍演示文稿制作软件 PowerPoint 2010 的使用。第7章介绍软件工程、程序设计、算法、数据结构、数据库系统的基础知识。第8章介绍计算机网络的基础知识、Internet 的应用及计算机信息安全基础。

本书配套教学课件、案例素材、微视频,读者可登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)注册后免费下载,还可登录教学网站(<http://e100soft.com/jsjc>)进行在线练习、考试。《大学计算机基础实验教程》(ISBN 978-7-121-31458-2)是本书配套实验教程,可用于课程的实验环节。

本书由长期从事一线教学的教师编写。刘欣亮、高艳平任主编,赵海霞、俞卫华、裴亚辉任副主编。刘欣亮编写第1、2章,张兵利编写第3章,高艳平编写第4章,孙素环编写第5章,张倩茜编写第6章,俞卫华编写第7章,裴亚辉编写第8章。赵海霞、石静及韩同跃参加了本书配套微课

及在线课堂的制作工作。洛阳职业技术学院的李春雷、陈亚莉参加了第1、2、3章的编写和在线课堂的制作工作。洛阳百分软件科技有限公司 (<http://www.e100soft.com>) 参加了本教材配套教学网站的制作。本书在编写过程中,参考了大量的文献资料,在此向这些资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请专家及读者批评指正,在此表示由衷的感谢。

编者  
2017年6月

# 目 录

# Contents

第1章 计算机概述 .....	1	2.2.5 视频的数字化处理 .....	43
1.1 认识计算机 .....	1	2.3 计算机中二维码的应用 .....	44
1.1.1 计算机的定义 .....	1	习题 .....	46
1.1.2 早期的计算工具 .....	1	第3章 Windows 操作系统 .....	48
1.1.3 现代的计算机 .....	3	3.1 操作系统概述 .....	48
1.1.4 现代计算机发展史 .....	5	3.1.1 操作系统的基本概念 .....	48
1.1.5 计算机的发展方向 .....	8	3.1.2 操作系统的作用与功能 .....	49
1.1.6 计算机在中国的发展 .....	10	3.1.3 操作系统的分类 .....	50
1.1.7 计算机软件的发展 .....	11	3.2 Windows 操作系统概述 .....	51
1.2 计算机的特点和应用 .....	12	3.2.1 Windows 操作系统的特点 .....	51
1.2.1 计算机的特点 .....	12	3.2.2 Windows 7 基本介绍 .....	52
1.2.2 计算机的应用 .....	13	3.3 Windows 操作系统的用户界面 .....	52
1.2.3 大数据、云计算和物联网 .....	15	3.3.1 桌面 .....	52
1.3 计算机系统组成 .....	15	3.3.2 图标 .....	53
1.3.1 硬件系统 .....	16	3.3.3 任务栏 .....	53
1.3.2 微型计算机硬件 .....	17	3.3.4 “开始”菜单 .....	53
1.3.3 软件系统 .....	21	3.3.5 窗口 .....	54
1.4 计算机文化 .....	23	3.3.6 菜单 .....	56
习题 .....	24	3.3.7 对话框 .....	56
第2章 计算机数字化基础 .....	26	3.4 Windows 操作系统的管理功能 .....	57
2.1 信息数字化基础 .....	26	3.4.1 用户管理 .....	57
2.1.1 数制系统 .....	26	3.4.2 磁盘管理 .....	59
2.1.2 计算机采用二进制 .....	27	3.4.3 文件管理 .....	62
2.1.3 二进制与其他进制之间的转换 .....	27	3.4.4 软硬件管理 .....	69
2.2 计算机中信息的二进制编码 .....	30	3.5 控制面板 .....	71
2.2.1 数值在计算机中的编码 .....	30	3.6 Windows 常用快捷键 .....	75
2.2.2 字符在计算机中的编码 .....	32	习题 .....	77
2.2.3 图像的数字化处理 .....	37	第4章 Word 2010 字处理软件 .....	79
2.2.4 声音的数字化处理 .....	41	4.1 Word 2010 简介 .....	79



4.1.1	Word 2010 新增功能	79	5.5.1	页面设置	139
4.1.2	Word 2010 启动与退出	80	5.5.2	打印预览与打印	139
4.1.3	Word 2010 窗口界面	80	5.6	VBA 编程	139
4.1.4	Word 2010 文档管理	81	5.6.1	进入 VBA	139
4.2	Word 2010 基础排版	87	5.6.2	VBA 编程	140
4.2.1	文档编辑与格式设置	87	习题		140
4.2.2	文档分节	94	第 6 章	PowerPoint 2010 演示文稿软件	142
4.2.3	页眉和页脚	95	6.1	PowerPoint 2010 简介	142
4.2.4	图文混排	96	6.1.1	PowerPoint 2010 新增功能	142
4.2.5	表格制作	100	6.1.2	PowerPoint 2010 窗口界面	142
4.3	Word 2010 高级排版	103	6.1.3	PowerPoint 2010 视图	145
4.3.1	样式的创建及使用	103	6.2	PowerPoint 2010 演示文稿的制作	147
4.3.2	交叉引用	106	6.2.1	演示文稿的制作流程	147
4.3.3	邮件合并	107	6.2.2	演示文稿的创建	148
4.3.4	文档审阅	108	6.2.3	幻灯片的操作	151
习题		110	6.2.4	对象的添加与编辑	152
第 5 章	Excel 2010 电子表格处理软件	112	6.2.5	设置超链接	164
5.1	Excel 2010 简介	112	6.2.6	幻灯片外观设置	166
5.1.1	Excel 2010 新增功能	112	6.3	演示文稿的动画设置	169
5.1.2	窗口界面	113	6.3.1	自定义对象动画	169
5.1.3	基本概念	114	6.3.2	幻灯片切换动画	172
5.1.4	工作簿和文件管理	115	6.3.3	演示文稿的放映	173
5.1.5	使用帮助信息	117	6.3.4	演示文稿的打印和打包	177
5.2	Excel 2010 的基本操作	117	6.3.5	演示文稿的制作原则	179
5.2.1	工作表操作	117	习题		179
5.2.2	工作表的行、列操作	118	第 7 章	软件技术基础	181
5.2.3	单元格操作	120	7.1	软件工程基础	181
5.2.4	输入数据	122	7.1.1	软件工程的基本概念	181
5.2.5	输入公式	124	7.1.2	软件开发方法	185
5.2.6	输入函数	127	7.1.3	软件测试	195
5.3	Excel 2010 的数据管理	131	7.1.4	程序的调试	196
5.3.1	数据清单	131	7.1.5	软件维护	197
5.3.2	条件格式	132	7.2	程序设计基础	197
5.3.3	数据排序	132	7.2.1	程序设计语言	198
5.3.4	数据筛选	133	7.2.2	程序设计过程	201
5.3.5	分类汇总	135	7.2.3	程序设计风格	202
5.3.6	数据透视表与数据透视图	136	7.2.4	程序设计方法	203
5.3.7	导入和导出数据	137	7.3	算法与数据结构	207
5.4	Excel 2010 图表	138	7.3.1	算法	208
5.4.1	创建图表	138	7.3.2	数据结构的基本概念	209
5.4.2	编辑图表	138	7.3.3	线性表	211
5.5	数据打印	139			

7.3.4	栈	214	8.2.2	以太网	244
7.3.5	队列	214	8.3	因特网	246
7.3.6	树与二叉树	215	8.3.1	因特网的关键技术	247
7.3.7	查找	217	8.3.2	因特网的接入方式	251
7.3.8	排序	218	8.3.3	在 Windows 中创建因特网连接	252
7.4	数据库技术基础	220	8.3.4	Windows 系统的几个常用网络命令	255
7.4.1	数据库系统概述	220	8.3.5	因特网的应用	256
7.4.2	数据模型	225	8.4	信息安全	261
7.4.3	关系数据库	229	8.4.1	安全威胁	261
7.4.4	关系数据库标准语言	231	8.4.2	安全服务	262
7.4.5	数据库设计	233	8.4.3	计算机病毒和木马	264
习题		234	8.4.4	安全技术	265
第 8 章	计算机网络和信息安全	237	8.4.5	网络安全策略	270
8.1	计算机网络概述	237	习题		271
8.1.1	计算机网络的发展	237	附录 A	大学计算机二级 Office 考试	
8.1.2	计算机网络的组成	239	选择题		273
8.1.3	计算机网络的分类	239	附录 B	习题部分参考答案	278
8.1.4	计算机网络的协议和体系结构	241	参考文献		279
8.2	局域网	244			
8.2.1	局域网技术	244			

# 第1章 计算机概述

本章主要通过介绍计算机的产生历程与发展趋势,计算机的特点与具体应用,以及计算机硬件和软件系统的组成,初步了解并正确认识计算机。

## 1.1 认识计算机

自从人类具备了认识世界的能力,计算就存在了。在人类漫长的文明史上,对计算的追求从没有停止过,从算筹到算盘,从机械计算器到电子计算机。为了提高计算速度、计算精度,人们不断发明、改进各种计算辅助工具。每一次计算工具的革命,不仅提高了人类的计算能力,还深刻地改变着人类认识世界和改造世界的方法与途径,并广泛而深入地影响着人类社会生活的方方面面。现在,计算机已深入到生活的各个角落,几乎每个人都知道计算机能做很多事,特别是近几年随着智能手机的出现,很多人都感觉离不开计算机,计算机似乎什么事都能做。计算机真的什么都能做吗?是否真的会出现影视剧中的地球被机器人统治的那一天,答案肯定是否定的。为什么不会出现这种情况?现代计算机的特点及其工作原理解答了这个问题。为了更深入地了解计算机,首先要了解计算机的定义。

### 1.1.1 计算机的定义

计算机(Computer)的定义从字面上理解是一种可以计算的机器设备,这一定义使我们想到算盘、计算器等设备,这些算不算计算机呢?这些也都是可以计算的设备,这些设备和现代的计算机有什么区别呢?现代计算机的定义是:计算机是一种能够存储程序和数据,按照程序自动、高速处理海量数据的现代化智能电子机器设备。因此,现代计算机也称电子数字计算机。计算机可以模仿人的一部分思维活动,代替人的部分脑力劳动,按照人们的意愿自动地工作,所以人们也把计算机称为“电脑”。在这个定义中可以看到计算机除了能够高速地计算外,同时还要具有存储功能,并且还要按照人们事先编写好的程序来工作。

### 1.1.2 早期的计算工具

人类最早的有实物为证的计算工具诞生在中国。据史料记载,在春秋晚期(公元前722年~公元前221年),中国已经普遍采用“算筹”作为计算工具,如图1-1所示。

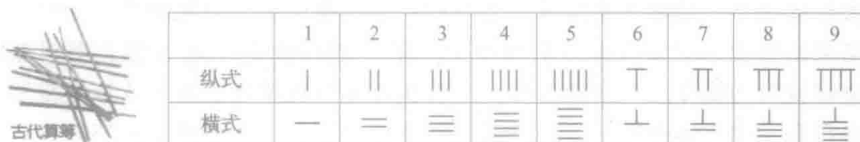


图1-1 算筹及其数据表示

算筹又称筹策,它由一根根同样长短和粗细的小棍子制成,不仅可以替代手指利用规则来帮助计数,而且还能完成加、减、乘、除等常用的数学运算。中国古代数学家正是以它为工具,运筹帷幄,殚精竭虑,写下了人类数学史上光辉的一页。早在公元500年,中国南北朝时期的数学家祖冲之,就是借用算筹成功地将圆周率计算到小数点后的第七位,得到了当时世界上最精确的 $\pi$ 值,这比法国数学家韦达相同的成就早了1100多年。



中国古代在计算工具领域的另一项重要发明是算盘。现在，算盘仍然是许多人钟爱的计算辅助工具。算盘最早记录在汉朝的徐岳撰写的《数术记遗》一书里，大约在宋元时期开始流行，到了明代，算盘彻底淘汰了算筹。明代的算盘与现代算盘非常类似，通常具有13挡，每挡上部有2颗珠而下挡有5颗珠，中间由“栋梁”隔开，通过“口诀”即“算法”进行快速运算。由于算盘具有“随手拨珠便成答数”的优点，当时风靡于海内外，后传入日本、朝鲜、越南、泰国等地，又经商人和旅行家带到欧洲，并逐渐在西方传播开来，可以说算盘对世界数学的发展产生了重要的影响。

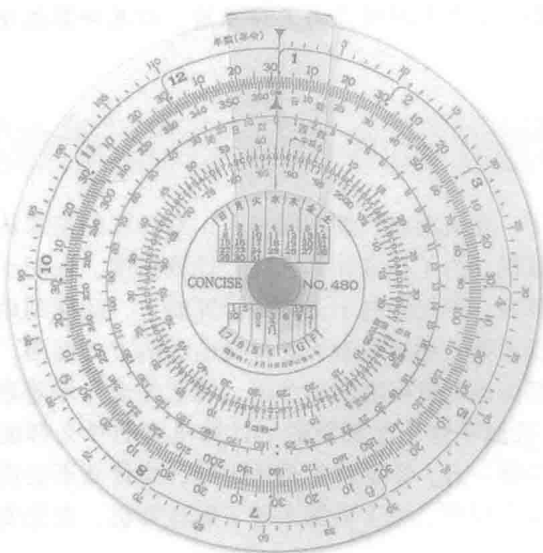


图 1-2 圆盘型对数计算尺

17世纪初，计算工具在西方有了较快的发展。以创立“对数”概念而闻名于世的英国数学家纳皮尔（J. Napier），在其所著书中介绍了一种工具，它后来被称为“纳皮尔筹”，也就是计算尺原型。纳皮尔筹由十根木条组成，每根木条上都刻有数码，右边第一根木条是固定的，其余的都可根据计算的需要进行拼合或调换位置。纳皮尔只不过是把格子乘法里填格子的工作事先做好而已，需要哪几个数字，就将刻有这些数字的木条按格子乘法的形式拼合在一起。纳皮尔筹的原理与中国算筹大相径庭，它已经显露出对数计算方法的特征。英国数学家威廉·奥特雷德（William Oughtred）发明了圆盘型对数计算尺，如图1-2所示。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，还可以计算

三角函数、指数和对数，即使在20世纪60年代~70年代，熟练使用计算尺依然是工程师身份的象征。同一时期，法国的帕斯卡（B. Pascal）发明出一种机械加法器。这种机器是由一系列齿轮组成，并利用发条作为动力工作的，能够完成6位数的加法和减法。针对加法中“逢十进一”的进位问题，帕斯卡采用了一种类似小爪子式的棘轮装置。当定位齿轮从9向0转动时，棘爪便逐渐升高，一旦齿轮转到0，棘爪就落下，推动前一位数的齿轮前进一档。这台加法器被称为“人类有史以来第一台计算机”，后来人们为了纪念他的伟大成就将一种计算机高级语言命名为“Pascal”。

19世纪初期，英国剑桥大学的科学家巴贝奇（C. Babbage）根据计算数学中有限差分法原理，即任何连续函数都可用多项式严格地逼近，表明仅用加减法是可以计算函数的。巴贝奇在攻读博士学位期间需要求解大量的复杂公式，他无法在合理的时间内手工完成这些问题，为了求解方程，巴贝奇于1822年研制了一种用蒸汽驱动的机器——差分机；1834年左右，巴贝奇又设计了一种与差分机不同的新机器，称之为分析机。分析机由三部分组成：第一部分是由许多轮子组成的能够保存数据的“存储库”；第二部分是能够从存储库中取出数据进行各种基本运算的运算装置，运算是通过各种齿轮与齿轮的咬合、旋转和平移等来实现的；第三部分是一个能够控制顺序、选择所需处理的数据和输出结果的装置。巴贝奇在分析机中引入了“程序控制”的思想，根据存储在穿孔卡上的指令来确定应该执行的操作，并自动运算。分析机比差分机精度更高，计算速度更快，而且具有通用性，可以进行数字或逻辑运算，是现代通用计算机的雏形。由于得不到资助，巴贝奇最终未能实现他所设计的分析机，但分析机的构想与计算机的最后实现已经十分接近。诗人拜伦的女儿奥古斯塔·阿达·拜伦与巴贝奇一起进行了多年的设计工作。阿达是一位出色的数学家，她为巴贝奇的设计工作做出了巨大的贡献，为分析机编制了一些函数计算程序，被公认为世界上第一位程序员，Ada编程语言就是以她的名字命名的。

1936年，美国哈佛大学的教授霍华德·艾肯（Howard Hathaway Aiken）在读完巴贝奇和阿达的笔记后，产生了用机电方法而非纯机械方法来实现分析机的想法。他起草了一份建议，向IBM公司

寻求资助，当时的 IBM 专门生产打孔机、制表机等商用机器，拥有雄厚的财力，艾肯教授的建议对 IBM 转向发展计算机起了助推作用。IBM 决定投资 100 万美元作为艾肯教授的研究经费。到了 1944 年，世界上第一台被称为 Mark I 的机电计算机在哈佛大学投入运行。这台机器使用了大量的继电器作为开关元件，长 15m、高 2.5m，看上去像一节列车，有 750 000 个零部件，里面的各种导线加起来总长超过 800km。它采用穿孔纸带进行程序控制，工作时加法速度是 300ms，乘法速度是 6s，除法速度是 11.4s。尽管它的计算速度很慢，可靠性也不高，但仍然使用了 15 年，从此 IBM 的研发重点也转向了计算机。1947 年在进行 Mark I 的后继产品 Mark II 的开发过程中，研究人员发现在一个失效的继电器中夹着一只压扁的飞蛾，他们小心地把它取出并贴在工作记录上，并在标本下面写有“First actual case of bug being found.”。从此，“bug”就成为计算机故障的代名词，而“debug”则成为排除故障的专业术语。

### 1.1.3 现代的计算机

早期计算工具的速度和计算能力都有限，仅仅局限于执行一系列数学操作，而现在大家所熟知的计算机的功能已远远超越了这些。

计算机是一种能够按照事先存储的程序，自动、高速地对数据进行输入、处理、输出和存储的系统。这里的数据不仅是数值型数据，还可以是文字、符号甚至是图形、图像、声音和视频信息等非数值型数据。现代计算机诞生于美国，所谓“现代”是指利用先进的电子技术代替机械或机电技术，因此现代计算机也称电子计算机。随着笨重的齿轮、继电器等元器件依次被电子管、晶体管、集成电路等取代，计算机的发展速度也越来越快。

在现代计算机 70 多年的发展历程中，最重要的代表人物是英国科学家艾伦·图灵和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼，他们为现代计算机科学奠定了基础。

#### 1. 图灵与图灵机

艾伦·图灵（如图 1-3 所示）对现代计算机的主要贡献是建立了图灵机（Turing Machine）理论模型，并提出了定义机器智能的图灵测试（Turing Test）。

1936 年，图灵发表了论文《论数字计算在决断难题中的应用》，首次提出逻辑机的通用模型，也称图灵机，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 1-4 所示）。其中，M 是一条无限长的带，被分成一个个单元，从最左边的单元开始，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，图灵机是怎样进行运算的呢？以做加法  $3 + 2$  为例，开始先在最左边的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 1 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 2 个 B 之间的“1”读出就得到了  $3 + 2 = 5$ 。因此，计算的过程可以看成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。



图 1-3 艾伦·图灵

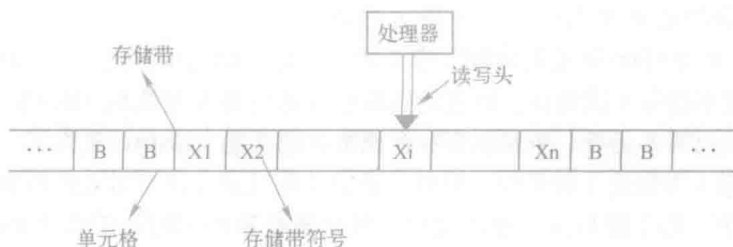


图 1-4 图灵机



显然，TM 仅仅是理论模型，这个理论模型的实际意义在于已经证明，如果 TM 不能解决的计算问题，那么实际计算机也不可能解决，当然，还有些问题是 TM 可以解决而实际计算机还不能实现的。因此，在这个基础上发展了可计算性理论。理论指出，图灵机的计算能力概括了数字计算机的计算能力，它能识别的语言属于递归可枚举集合，它能计算的问题称为部分递归函数的整数函数。因此，图灵机对数字计算机的一般结构、可实现性和局限性产生了意义深远的影响。直到今天，人们还在研究各种形式的图灵机，以便解决理论计算机科学中的许多所谓基本极限问题。

1950 年，图灵发表了题为《计算机与智能》的文章，奠定了人工智能的理论基础。图灵在该文中提出了一种假想：一个人在不接触对方的情况下，通过一种特殊的方式与对方进行一系列的问答，如果在相当长的时间内，无法根据这些问题判断对方是人还是计算机，那么就可以认为这台计算机具有同人相当的智力，即这台计算机是有思维的。这就是著名的“图灵测试”（Turing Testing）。



图 1-5 图灵奖奖杯

图灵对计算机的贡献极大，因此被称为“计算机之父”和“人工智能之父”。为了表示对他的纪念，美国计算机协会（Association Computer Machinery, ACM）于 1966 年设立了图灵奖，奖杯如图 1-5 所示，奖励那些对计算机事业做出重要贡献的个人。图灵奖是计算机界的最高奖项，要求极高，评奖程序极严，被认为是计算机界的“诺贝尔奖”。

## 2. 第一台电子数字计算机 ENIAC

现在所提到的计算机的全称是“通用电子数字计算机”，它主要是由电子线路和电子元件构成的。世界公认的第一台通用数字电子计算机称为 ENIAC（Electronic Numerical Integrator and Computer，电子数值积分计算机），如图 1-6 所示。它是在第二次世界大战中由美国宾夕法尼亚大学莫尔学院电工系莫奇利（John Mauchly）和埃克特（J. Presper Eckert）领导的科研小组研制成功的。在研制中期，著名数学家冯·诺依曼也加入研究并对最终的成功起到了决定性的作用。

ENIAC 主要设计用来为美国军方计算弹道表。当时，一名熟练的操作员利用机械计算机计算一条飞行时间 60s 的弹道要花 20h，而 ENIAC 计算一条炮弹的弹道时间大约是 20s，比炮弹本身的飞行速度还快。英国无线电工程师协会的蒙巴顿将军把 ENIAC 的出现誉为“诞生了一个电子的大脑”，“电脑”的名称也由此而来。

ENIAC 由 18000 个电子管和 1500 个继电器构成，重 30t，占地 170m<sup>2</sup>，功率为 150kW，组成 ENIAC 的电子管平均每隔 7min 就要被烧坏一只，因此工程师们必须不停地更换。计算机本身的功率再加上为机器通风降温用的排气扇的功率在当时是一个巨大的数字。

曾有报道形容，当 ENIAC 开动的时候，整个城市的灯光都暗淡下来了。虽然 ENIAC 体积庞大，耗电惊人，运算速度不过几千次每秒，但它比当时已有的计算装置要快 1000 倍，而且还具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。ENIAC 宣告了一个新时代的开始。

ENIAC 仅仅表明人类创造了计算机，但对后来的计算机研究没有多大的影响。因为其不具备现代计算机“存储程序”的主要特点，难以使用，每次解决新问题时，工作人员必须重新接线才能输入新的指令。

1947 年，莫奇利和埃克特创建了一家生产商用计算机的公司，第一台作为商品售出的计算机



图 1-6 世界上第一台电子计算机 ENIAC

是1951年生产出的 UNIVAC 计算机，它开启了计算机工业的新时代。

### 3. 冯·诺依曼计算机

世界上的第二台计算机是美籍匈牙利科学家冯·诺依曼设计并参与研制的 EDVAC 计算机（如图1-7所示），它是第一台“存储程序”式计算机。冯·诺依曼是20世纪最伟大的科学家之一。他从小就对数学很感兴趣，并表现出极高的数学天赋。6岁时，他就能心算8位数乘法，8岁时学会了微积分，17岁就发表了第一篇数学论文。23岁时，冯·诺依曼发表了群论定理的论文，并因此获得数学博士学位。1933年，他与爱因斯坦等一起被聘为美国普林斯顿大学的终身教授。冯·诺依曼参与了第一台计算机 ENIAC 中后期的研制工作，通过对 ENIAC 设计结构的分析与总结，EDVAC 与 ENIAC 相比有了重大改进，具有以下特点：①采用二进制数0、1直接模拟开关电路的通、断两种状态，用于表示计算机内的数据或计算机指令；②把机器指令存储在计算机内部，计算机能依次执行指令；③硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件组成。

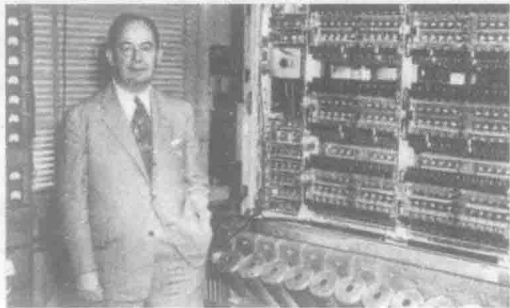


图1-7 冯·诺依曼和 EDVAC

1946年6月，冯·诺依曼发表了《电子计算机装置逻辑结构初探》一文，这篇论文具有划时代的意义，标志着计算机时代的到来。文中广泛而具体地介绍了电子计算机制造和程序设计的新思想，明确规定计算机由计算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出设备五大部分组成，并阐述了这五部分的职能和相互关系。凡是以此概念构造的各类计算机都被称为冯·诺依曼计算机。

现在，虽然计算机系统在运算速度、工作方式、应用领域和性能指标等方面都与当时的计算机有了较大区别，但其基本结构仍然属于冯·诺依曼计算机结构。冯·诺依曼也因对计算机的卓越贡献而被称为“计算机之父”。

## 1.1.4 现代计算机发展史

构成计算机的物理元器件在不断地更新换代，从 ENIAC 诞生至今，计算机所采用的基本电子元器件已经经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路四个发展阶段。因此根据构成计算机的物理元器件的不同将现代计算机的发展分为四个阶段。

### 1. 第一代计算机（1946—1958年）

第一代计算机又称电子管计算机，这个阶段的电子计算机主要使用电子管作为基本的逻辑元件。计算机主要用来进行科学计算，用机器语言或汇编语言编写程序，没有操作系统，每秒运算速度仅为几千次，体积庞大，造价很高。主要特点如下。

①采用电子管代替机械齿轮或电磁继电器作为开关元件，但它仍然很笨重，而且运行时产生了很多热量。既容易损坏，又给空调带来了很大负担。

②采用二进制代替十进制，即所有指令与数据都用“1”和“0”表示，分别对应于电子器件的“接通”与“关断”。

③程序可以存储，这使通用计算机成为可能。但存储设备还比较落后，最初使用水银延迟线或静电存储管，容量很小。后来使用了磁鼓、磁芯，有了一定的改进。磁鼓是利用表面涂有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。

④输入/输出装置主要用穿孔卡片，速度很慢。

IBM 公司在1948年开发了 SSEC（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,又推出了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,IBM公司在纽约举行盛大招待会向社会发布它的新产品,著名原子核科学家奥本海默致开幕词。会上展示了IBM 701,其字长36位,使用了4000个电子管和12000个锗晶体管,运算速度为2万次每秒。它采用静电存储管作主存,容量为2048字,并用磁鼓作辅存。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。这就使第一代商品计算机有了完整的系统。

1954年IBM又推出了701与702的后续产品704与705。1956年推出了第一台随机存储系统RAMAC 305,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,存储容量为5MB,随机存取文件的时间小于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,它由美国麻省理工学院(MIT)研制成功。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。磁芯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,当磁电流方向不同(+I,-I)时会产生两种剩磁状态,它们正好对应于二进制的两个不同状态,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 $4096 \times 48 = 196608$ 个磁芯。如此大量的磁芯要细心地组装在若干平面网形结构的磁芯板上。磁芯很快就用在了UNIVAC-II上,并成为20世纪50年代和20世纪60年代存储器的工业标准。

## 2. 第二代计算机(1959—1964年)

第二代计算机又称晶体管计算机,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)、肖克莱(W. Shockley)发明的。晶体管体积小、重量轻、发热少、耗电省、速度快、功能强、价格低、寿命长,用它作开关元件使计算机性能发生了飞跃,其主要特点如下。

① 采用磁芯存储器作主存,并且采用磁盘与磁带作辅存。存储容量增大,可靠性提高,为系统软件的发展创造了条件,出现了操作系统(Operating System)。

② 作为现代计算机体系结构的许多意义深远的特性相继出现。例如,变址寄存器、浮点数据表示、间接寻址、中断、I/O处理机等。

③ 应用范围进一步扩大。除了以批处理方式进行科学计算外,开始进入实时的过程控制和数据处理阶段。批处理的目的是使CPU尽可能繁忙,以使昂贵的处理资源充分利用。输入/输出设备也在不断改进,并采用脱机(off-line)方式工作,以免浪费CPU的宝贵时间。

1954年,贝尔实验室制成了第一台晶体管计算机TRADIC(如图1-8所示),它使用了800个晶体管。1955年,全晶体管计算机UNIVAC-II问世。

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。IBM 7000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,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、IBM 7044大型数据处理机。IBM 7094-I的主频比IBM 7090高,增加了双精度运算指令和变址寄存器个数,并

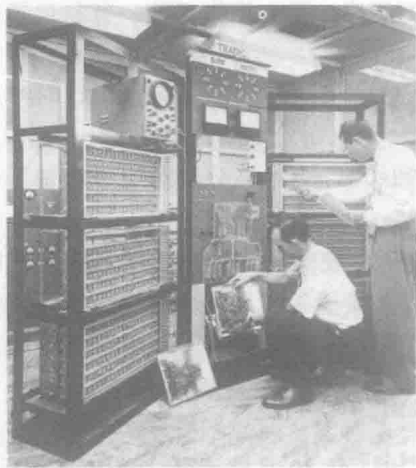


图1-8 晶体管计算机TRADIC

采用了交叉存取技术。1963年又推出 IBM 7094 - II 型计算机。

1960年,美国贝思勒荷姆钢厂成为第一家利用计算机进行订货处理、库存管理、实时生产过程控制的公司。1963年,俄克拉荷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展开。

### 3. 第三代计算机 (1965—1970年)

第三代计算机又称中小规模集成电路计算机,这个阶段计算机的主要特点如下。

① 用集成电路 (IC) 取代了晶体管。最初是小规模集成电路 (SSI), 后来是大规模集成电路 (LSI)。IC 的体积更小, 耗电更省, 功能更强, 寿命更长。

② 用半导体存储器淘汰了磁芯存储器。存储器集成化, 它与处理器具有良好的相容性。存储容量大幅度提高, 为建立存储体系与存储管理创造了条件。

③ 为了满足中小企业与机构日益增多的计算机应用需求, 在第三代计算机期间, 开始出现了第一代小型计算机。

第三代计算机的主流产品是 IBM 360。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。

在此期间, 许多小公司也在开发计算机, 其中, 成功开拓了小型机市场的是数据设备公司 (DEC)。DEC 于 1959 年展示了它的第一台计算机 PDP-1, 于 1963 年生产了 PDP-5, 于 1965 年生产了 PDP-8, 成为商用小型机的成功版本, 它是 16 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。

### 4. 第四代计算机 (1971年至今)

从 1971 年至今发展的计算机都被称为第四代计算机, 又称超大规模计算机, 主要特点如下。

① 用微处理器 (Microprocessor) 或超大规模集成电路 (VLSI) 取代了普通集成电路。

② 从计算机系统本身来看, 第四代机只是第三代机的扩展与延伸。在这期间存储容量进一步扩大, 输入采用了 OCR 与条形码, 输出采用了激光打印机, 存储设备引进了光盘, 新的编程语言 Pascal、Ada 开始使用。

③ 微型计算机 (Microcomputer), 如图 1-9 所示, 其出现触发了计算技术由集中化向分散化转化的大变革。许多大型机的技术进入微机领域, 出现了工作站、微主机、大微机、超级小型机等。在微机领域出现了 RISC 与 CISC、MCA 与 EISA、LAN 与 Mini、SAA 与 NAS 等的竞争, 使计算机世界出现一派生机勃勃的景象。

④ 数据通信、计算机网络、分布式处理有了很大的发展。计算机技术与通信技术相结合的计算机网络技术改变了世界的技术经济面貌。局域网 (LAN)、广域网 (WAN) 和因特网 (Internet) 正把世界各地紧密地联系在一起。

⑤ 由于特殊应用领域的需求, 在并行处理与多处理领域正积累着重要的经验, 为未来的技术突破创造着条件。例如, 图像处理领域、人工智能与机器人领域、函数编程领域、超级计算领域都是人们越来越感兴趣的领域。

Intel (英特尔) 公司于 1968 年成立, 1971 年第一代微处理器 4 位芯片 Intel 4004 问世, 在  $4.2 \times 3.2\text{mm}^2$  的硅片上集成了 2250 个晶体管组成的电路。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。

1977 年 IBM 公司推出 3030 系列, 包括 3031、3032、3033 等型号。除继承了 IBM 370 体系结构与操作系统外, 大幅提高了 MVS/SE (多虚拟与存储扩展的操作系统) 的效率。



图 1-9 微型计算机



第四代机的主流产品是1979年IBM推出的4300系列、3080系列及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,如虚拟存储、数据库管理、网络管理、图像识别、语言处理等。

现在由于集成电路技术的发展和微处理器的出现,计算机发展速度之快,大大超出了人们的预料,其性能不断提高、体积不断变小、功耗不断降低、价格越来越便宜、软件越来越丰富、使用越来越容易、应用领域越来越普遍。这些趋势不仅仍在继续,且节奏进一步加快,但主要电子元器件仍采用超大或极大规模集成电路,因此现代计算机还称为第四代计算机。

### 1.1.5 计算机的发展方向

在过去的几十年间,计算机的发展始终遵循着“摩尔定律”,摩尔定律由英特尔(Intel)的创始人之一戈登·摩尔(Gordon Moore)提出,即由于处理器的集成化程度的不断提高,集成电路上可容纳的元器件的数目,处理器的速度在18个月内就要提高一倍。集成电路的工作速度主要取决于组成逻辑门电路的晶体管尺寸,晶体管尺寸越小,其极限工作频率越高,门电路的开关速度就越快。芯片上电路元件的线条越细,相同面积的晶片可容纳的晶体管就越多,功能就越强,速度也就越快。提高集成度,关键在于缩小门电路面积。目前,集成电路的实验室工艺已达到26nm,并且有专家预测,在未来的十年时间里,集成电路的技术还将继续遵循摩尔定律,得到进一步的发展。尽管在短时间内,基于集成电路的计算机还不会退出历史舞台,但随着硅芯片技术的高速发展,同时也意味着硅技术越来越接近物理极限,因此,世界各国的研究人员正在加紧研究开发新型计算机。计算机从体系结构的变革到器件与技术革命都要产生一次由量到质的飞跃。

未来的计算机技术将向超高速、超小型、平行处理、智能化的方向发展。超高速计算机将采用并行处理技术,使计算机系统同时执行多条指令或同时对多个数据进行处理,这是改进计算机结构、提高计算机运行速度的关键技术。这种高密度、高功能的集成技术使得计算机的散热、冷却等技术问题日益突出。这是因为当元件和电路的尺寸小到一定程度时,电子的波动性较为突出,单个电子的位置变得难以确定,于是逻辑元件保存其数值0或1的可靠性降低,单电子的量子行为(量子效应)将干扰它们的功能,使计算机无法正常工作。这种状况已发展成为阻碍半导体芯片进一步微型化的潜在物理限制因素。目前,计算机电路的超大规模集成化已使电路单元的尺寸接近了这一极限,在现有的计算机设计模式下,要想进一步缩小计算机的体积和提高运算速度已经极为困难。而且,芯片尺寸每缩小到原来的一半,生产成本则要增加五倍。这些物理学及经济方面的制约因素将使现有芯片计算机的发展走向终结。因此,超导、量子、光子、生物和神经等一些全新概念的计算机应运而生。

#### 1. 超导计算机

所谓超导,是指在接近热力学零度的温度下,电流在某些介质中传输时所受阻为零的现象。1962年,英国物理学家约瑟夫逊(Josephson)提出了“超导隧道效应”,即由超导体—绝缘体—超导体组成的器件(约瑟夫逊元件)。当对其两端加电压时,电子就会像通过隧道一样无阻挡地从绝缘介质中穿过,形成微小电流,而该器件的两端电压为零。

与传统的半导体计算机相比,使用约瑟夫逊器件的超导计算机的耗电量仅为其几千分之一,而执行一条指令所需时间却要快上100倍。

#### 2. 量子计算机

量子计算机是利用量子力学特有的物理现象(特别是量子干涉)实现的一种全新信息处理方式的计算机,它利用一种链状分子聚合物的特性来表示开与关的状态,利用激光脉冲来改变分子的状态,使信息沿着聚合物移动,从而进行运算。

量子计算机主要由存储元件和逻辑门构成,但它们又与现在计算机上使用的这类元件不大一样。在现有计算机中,数据用二进制位存储,每位只能存储一个数据,非0即1。而量子计算机中

数据用量子位存储。由于量子的叠加效应，一个量子位可以是0或1，也可以既存储0又存储1。由于一个二进制位只能存储一个数据，而一个量子位可以存储两个数据，就是说同样数量的存储位，量子计算机的存储量比电子计算机大很多。

量子计算机有四个优点：一是能够实行量子并行计算，加快了解题速度；二是用量子位存储，大大提高了存储能力；三是可以对任意物理系统进行高效率的模拟；四是能实现发热量极小的计算机。缺点：一是受环境影响大；二是纠错较复杂。

### 3. 光子计算机

所谓光子计算机，即全光数字计算机，以光子代替电子、光互连代替导线互连、光硬件代替计算机中的电子硬件、光运算代替电运算。光子计算机的各级都能并行处理大量数据，其系统的互连数和每秒互连数，远远高于电子计算机，接近于人脑。

光子计算机的优点是，并行处理能力强，具有超高速运算速度；超高速电子计算机只能在低温下工作，而光子计算机在室温下即可开展工作；和电子计算机相比，光子计算机信息存储量大，抗干扰能力强。专家们指出，光子计算机具有与人脑相似的容错性。系统中某一元件损坏或出错时，并不会影响最终的计算结果。

目前，世界上第一台光子计算机已由英国、法国、比利时、德国、意大利的70多名科学家研制成功，其运算速度比计算机快1000倍。光子计算机的进一步研制将成为21世纪高科技课题之一，21世纪或将成为光子计算机时代。

### 4. 生物计算机

生物计算机的运算过程就是蛋白质分子与周围物理、化学介质的相互作用过程。计算机的转换开关由酶来充当，而程序则在酶合成系统本身和蛋白质的结构中极其明显地表示出来。生物计算机的信息存储量大，可模拟人脑思维。因此，有人预言，未来人类将获得智能的解放。

科学家正在利用蛋白质技术制造生物芯片，从而实现人脑和生物计算机的连接。随着微电子技术和蛋白质工程技术的相互渗透，生物计算机的时代即将到来。

在用蛋白质工程技术生产的生物芯片中，信息以波的形式沿蛋白质分子链中单键、双键结构顺序地改变，从而传递信息。蛋白质分子比硅晶片上的电子元件要小得多，彼此相距甚近，生物计算机完成一项运算，所需的时间仅为 $10^{-11}$ s，比人的思维速度还快100万倍。由于生物芯片的原材料是蛋白质分子，所以生物计算机既有自我修复的功能，又可直接与生物活体相连。

生物计算机登上21世纪的科技舞台，对未来世界将产生不可估量的深刻影响。

### 5. 神经计算机

神经计算机是模仿人的大脑判断能力和适应能力，并具有可并行处理多种数据功能的神经网络计算机。它本身可以判断对象的性质与状态，并能采取相应的行动，而且它可同时并行处理实时变化的大量数据，并引出结论。以往的信息处理系统只能处理条理清晰、经络分明的数据，而人的大脑却具有能处理支离破碎、含糊不清信息的灵活性，神经计算机将具有类似人脑的智慧和灵活性。

神经计算机的信息不是存在存储器中，而是存储在神经元之间的联络网中。若有节点断裂，计算机仍有重建资料的能力，它还具有联想记忆、视觉和声音识别能力。神经计算机将会广泛应用于各领域，它能识别文字、符号、图形、语言及声呐和雷达收到的信号，判读支票，对市场进行估计，分析新产品，进行医学诊断，控制智能机器人，实现汽车和飞行器的自动驾驶，能识别军事目标，进行智能决策和智能指挥等。

未来计算机技术将向超高速、超小型、并行处理、智能化的方向发展。21世纪初期，已出现每秒100万亿次的超级计算机，超高速计算机将采用并行处理技术，使计算机系统同时执行多条指令或同时对多个数据实行处理，这是改进计算机结构、提高计算机运行速度的关键技术。计算机必将进入人工智能时代，它将具有感知、思考、判断、学习及一定的自然语言能力。随着新的元器件及其技术的发展，新型的超导计算机、量子计算机、光子计算机、神经计算机和生物计算机等将会