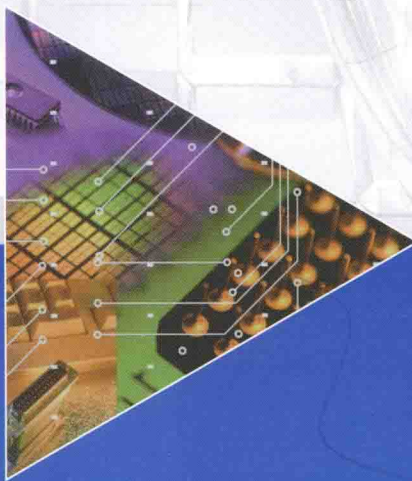


手边的计算机入门·索引·资源书

# 大学计算机

## ——信息，媒体与设计

杨 亮 邹丽娜 刘 哲 编著



科学出版社

手边的计算机入门·索引·资源书

# 大学计算机

——信息，媒体与设计

杨 亮 邹丽娜 刘 哲 编著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会将计算思维能力的培养,作为大学计算机基础课程培养的重点。本书在此基础上,充分考虑学生对于计算机知识的实际需求,提出培养学生在计算机设计领域学有所长。

本书深度挖掘计算机文化的源头,加强内容的知识性。在讲解基本原理的同时,注重学生基本素养的浸润。全书内容既强调实用性又兼顾前瞻性,在提高计算机应用能力的同时拓展学生的知识面,帮助学生探索学科未来的发展方向。

本书可作为普通高等院校开设“大学计算机基础”课程的教材,也可以作为计算机初学者的资源类工具书。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机:信息,媒体与设计/杨亮,邹丽娜,刘哲编著. —北京:科学出版社, 2016. 9

ISBN 978-7-03-049895-3

I. ①大… II. ①杨… ②邹… ③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 (2016) 第 218080 号

责任编辑:杨慧芳/责任校对:郑金红  
责任印制:肖 兴/封面设计:耕者设计

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

**新科印业有限公司** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 9 月第一次印刷 印张:13

字数:295 000

定价:39.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前 言

21 世纪的第二个十年已经过半，随着移动互联技术的成熟，信息技术和互联网正以其特有的方式，无处不在地改变着人们的学习、工作和生活。在时代的巨变面前，人们仿佛置身浓雾之中，虽然周围的变革日新月异，但只能透过迷雾的缝隙窥测未来。云计算、大数据、虚拟现实、人工智能，这些让人眼花缭乱的新技术，到底哪一个代表着信息技术的未来？

作为大学本科非计算机专业的计算机入门课程，大学计算机基础这门课一直在不断的改革，可以说是更新速度最快的课程之一。教材是教学活动中不可或缺的资源，教材的建设历来是与教学改革相辅相成的。本书的定位不仅仅是教师完成教学的工具，也是学生在自学过程的一本资源书。基于这个目的，书中用了较多的二维码，使学生可以更便捷地找到需要的资源。关于课程教学改革的探索从未停止，这一次我们把计算机设计的教学作为改革的着力点，期望学生在掌握计算机基本技能的基础上，在计算机设计领域能够找到自己的方向，学有所长。

本书总体框架由杨亮提出，并负责统稿。其中，第 1 章由邹丽娜编写，第 2 章由刘哲编写，第 3 章由杨亮编写，第 4 章由周颖、丁茜编写，第 5 章由编者集体编写，第 6 章由裴若鹏编写。所有作者都是长期坚持在计算机基础教学的一线教师，他们把教学中的宝贵经验融入到教材的内容之中。

由于时间紧，编者能力有限，错误和疏漏在所难免。不足之处恳请各位同仁及读者不吝赐教。

编 者

2016 年 6 月

# 目 录

## 前 言

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第1章 计算机概述 .....                  | 1  |
| 1.1 计算机概念及发展 .....               | 1  |
| 1.1.1 计算与计算工具 .....              | 1  |
| 1.1.2 计算机发展 .....                | 5  |
| 1.2 计算机的基本工作原理 .....             | 9  |
| 1.2.1 计算机原理的雏形——图灵机 .....        | 9  |
| 1.2.2 现代计算机体系结构——冯·诺依曼体系结构 ..... | 9  |
| 1.2.3 计算机的运算及控制 .....            | 10 |
| 1.2.4 计算机的工作过程 .....             | 11 |
| 1.2.5 计算机体系结构 .....              | 11 |
| 1.3 计算机硬件系统 .....                | 11 |
| 1.3.1 智能硬件风暴来袭 .....             | 11 |
| 1.3.2 计算机硬件系统的基本工作原理 .....       | 13 |
| 1.3.3 微型计算机硬件系统 .....            | 14 |
| 1.4 计算机领域新技术 .....               | 16 |
| 1.4.1 云计算 .....                  | 16 |
| 1.4.2 大数据 .....                  | 17 |
| 1.4.3 虚拟现实与增强现实 .....            | 19 |
| 1.4.4 人工智能 .....                 | 24 |
| 第2章 操作系统 .....                   | 27 |
| 2.1 操作系统概述 .....                 | 27 |
| 2.1.1 操作系统的基本概念 .....            | 27 |
| 2.1.2 操作系统的分类 .....              | 28 |
| 2.1.3 操作系统的基本功能与特性 .....         | 29 |
| 2.2 Windows 操作系统及应用软件 .....      | 31 |
| 2.2.1 操作系统介绍 .....               | 31 |
| 2.2.2 Windows 7 的桌面 .....        | 33 |
| 2.2.3 Windows 7 的文件管理 .....      | 34 |
| 2.2.4 Windows 7 的设备管理 .....      | 37 |
| 2.3 手机操作系统及应用软件 .....            | 39 |
| 2.3.1 手机操作系统 .....               | 39 |
| 2.3.2 应用软件 .....                 | 40 |
| 2.4 系统安全及常用安全软件 .....            | 42 |
| 2.4.1 计算机系统安全 .....              | 42 |
| 2.4.2 Windows 7 系统的安全与维护 .....   | 43 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 2.4.3 常用安全软件 .....         | 46        |
| <b>第3章 数字媒体信息基础</b> .....  | <b>49</b> |
| 3.1 为什么是二进制 .....          | 49        |
| 3.1.1 莱布尼茨与易经 .....        | 49        |
| 3.1.2 计算机与二进制 .....        | 50        |
| 3.1.3 什么是二进制 .....         | 51        |
| 3.1.4 存储单位 .....           | 52        |
| 3.2 模拟信息与数字信息 .....        | 54        |
| 3.2.1 模拟信息 .....           | 54        |
| 3.2.2 数字信息 .....           | 54        |
| 3.2.3 模数转换 .....           | 54        |
| 3.3 字符信息的数字化 .....         | 55        |
| 3.3.1 数值数据的表示 .....        | 55        |
| 3.3.2 英文字符编码 .....         | 55        |
| 3.3.3 汉字编码 .....           | 56        |
| 3.3.4 输入法 .....            | 57        |
| 3.4 图像的数字化 .....           | 58        |
| 3.4.1 位图图像 .....           | 58        |
| 3.4.2 矢量图形 .....           | 58        |
| 3.4.3 图像的色彩模式 .....        | 59        |
| 3.4.4 图像的文件类型 .....        | 60        |
| 3.4.5 图像的显示和打印 .....       | 60        |
| 3.5 声音的数字化 .....           | 61        |
| 3.5.1 声音的基本概念 .....        | 61        |
| 3.5.2 声波的采样和量化 .....       | 61        |
| 3.5.3 声音文件的类型和压缩方法 .....   | 62        |
| 3.6 数字视频 .....             | 63        |
| 3.6.1 逐行扫描和隔行扫描 .....      | 63        |
| 3.6.2 视频的分辨率 .....         | 63        |
| 3.6.3 视频的时间码 .....         | 64        |
| 3.6.4 数字视频的文件类型和压缩方法 ..... | 64        |
| 3.7 数字媒体领域的新技术和学习资源 .....  | 65        |
| 3.7.1 数据可视化 .....          | 65        |
| 3.7.2 数字互动电影 .....         | 67        |
| 3.7.3 学习资源 .....           | 67        |
| <b>第4章 计算机网络与互联网</b> ..... | <b>69</b> |
| 4.1 计算机网络概述 .....          | 69        |
| 4.1.1 计算机网络的发展 .....       | 69        |
| 4.1.2 计算机网络的概念 .....       | 71        |
| 4.1.3 计算机网络的功能 .....       | 71        |
| 4.1.4 计算机网络的分类 .....       | 72        |
| 4.1.5 计算机网络的体系结构 .....     | 74        |
| 4.2 局域网基本原理 .....          | 79        |

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 4.2.1 | 局域网概述 .....               | 79  |
| 4.2.2 | 传输介质 .....                | 80  |
| 4.2.3 | 介质访问控制技术 .....            | 81  |
| 4.2.4 | 局域网的标准 .....              | 84  |
| 4.2.5 | 以太网 .....                 | 85  |
| 4.2.6 | 无线局域网 .....               | 90  |
| 4.3   | 网络数据的下载 .....             | 101 |
| 4.3.1 | 文件下载软件迅雷 .....            | 101 |
| 4.3.2 | 云盘 .....                  | 102 |
| 4.3.3 | 微盘 .....                  | 104 |
| 4.4   | 网络新工具与浏览器 .....           | 105 |
| 4.4.1 | 浏览器 .....                 | 105 |
| 4.4.2 | 翻译软件有道词典 .....            | 107 |
| 4.4.3 | 中国知网 .....                | 111 |
| 4.4.4 | PDF 阅读工具 .....            | 112 |
| 4.4.5 | 文字云 Tagul .....           | 115 |
| 第 5 章 | 计算机实用软件 .....             | 117 |
| 5.1   | 文字处理软件 Word .....         | 117 |
| 5.1.1 | Word 的发展历程 .....          | 117 |
| 5.1.2 | Word 的基本功能 .....          | 117 |
| 5.1.3 | 经典案例 .....                | 123 |
| 5.1.4 | Word 的学习资源 .....          | 126 |
| 5.2   | 电子表格处理软件 Excel .....      | 126 |
| 5.2.1 | Excel 的发展历程 .....         | 126 |
| 5.2.2 | Excel 的基本功能 .....         | 127 |
| 5.2.3 | 设计样例 .....                | 128 |
| 5.2.4 | Excel 的学习资源 .....         | 129 |
| 5.3   | 演示文稿制作工具 PowerPoint ..... | 130 |
| 5.3.1 | PPT 的发展历程 .....           | 130 |
| 5.3.2 | PPT 的主要功能 .....           | 130 |
| 5.3.3 | PPT 的主要应用 .....           | 133 |
| 5.3.4 | PPT 的制作过程 .....           | 134 |
| 5.3.5 | 资源链接 .....                | 134 |
| 5.4   | 图像处理软件 Photoshop .....    | 135 |
| 5.4.1 | Photoshop 的历史版本 .....     | 135 |
| 5.4.2 | Photoshop 的基本功能 .....     | 136 |
| 5.4.3 | 经典案例 .....                | 136 |
| 5.4.4 | Photoshop 的学习资源 .....     | 137 |
| 5.5   | 交互式矢量图象动画软件 Flash .....   | 138 |
| 5.5.1 | Flash 的前世今生 .....         | 138 |
| 5.5.2 | Flash 的基本功能 .....         | 138 |
| 5.5.3 | 经典案例 .....                | 138 |
| 5.5.4 | Flash 的学习资源 .....         | 140 |

|        |                                 |     |
|--------|---------------------------------|-----|
| 5.6    | 图形视频处理软件.....                   | 141 |
| 5.6.1  | 专业音频编辑软件 Adobe Audition.....    | 141 |
| 5.6.2  | 视频编辑软件会声会影.....                 | 142 |
| 5.6.3  | 录屏软件 Camtasia Studio.....       | 144 |
| 5.6.4  | 影视制作软件 Adobe After Effects..... | 145 |
| 第 6 章  | 计算机软件技术基础.....                  | 147 |
| 6.1    | 算法与数据结构.....                    | 147 |
| 6.1.1  | 算法的基本概念.....                    | 147 |
| 6.1.2  | 数据结构的基本概念.....                  | 149 |
| 6.1.3  | 线性表.....                        | 151 |
| 6.1.4  | 线性链表.....                       | 157 |
| 6.1.5  | 树与二叉树.....                      | 160 |
| 6.1.6  | 查找与排序技术.....                    | 164 |
| 6.2    | 程序设计.....                       | 170 |
| 6.2.1  | 程序设计方法与风格.....                  | 170 |
| 6.2.2  | 结构化程序设计.....                    | 171 |
| 6.2.3  | 面向对象的程序设计.....                  | 173 |
| 6.3    | 软件工程.....                       | 174 |
| 6.3.1  | 软件与软件工程.....                    | 174 |
| 6.3.2  | 结构化分析方法.....                    | 175 |
| 6.3.3  | 结构化设计方法.....                    | 178 |
| 6.3.4  | 软件测试和调试.....                    | 183 |
| 6.4    | 数据库系统.....                      | 187 |
| 6.4.1  | 数据库系统发展.....                    | 187 |
| 6.4.2  | 数据库系统的基本概念.....                 | 187 |
| 6.4.3  | 数据模型.....                       | 191 |
| 6.4.4  | 关系代数.....                       | 195 |
| 6.4.5  | 数据库设计.....                      | 197 |
| 主要参考文献 | .....                           | 200 |
| 引用图片索引 | .....                           | 200 |

# 第 1 章 计算机概述

当价格不变时，集成电路上可容纳的元器件的数目，约每隔 18~24 个月便会增加一倍，而集成电路的性能也将提升一倍。

——戈登·摩尔

## 1.1 计算机概念及发展

计算机是现代社会不可缺少的工具，它的应用已经渗透到各行各业，而这样的一个无所不能的“机器”真正出现才几十年的时间。计算机经历了怎样的发展过程？我们将从人类最初的计算方式来比较一下。

### 1.1.1 计算与计算工具

计算是人类一直在研究的问题，在不同的时期使用不同的计算工具来帮助计算，人类也从未停止过对计算工具的开发。

#### 1. 古代文明——早期的计算工具

人类最初的计算工具是手指，人有十个手指，这也许是我们习惯于使用十进制计数的原因。手指只能简单计算，但不能存储结果，于是人们用其它物品延长自己的记忆能力。远在商代，古人就创造了十进制记数方法，领先于世界千余年。

中国古代用阳、阴两爻构成八卦，也对计算技术的发展有过直接的影响，被认为是世界上最早的二进制表示法。

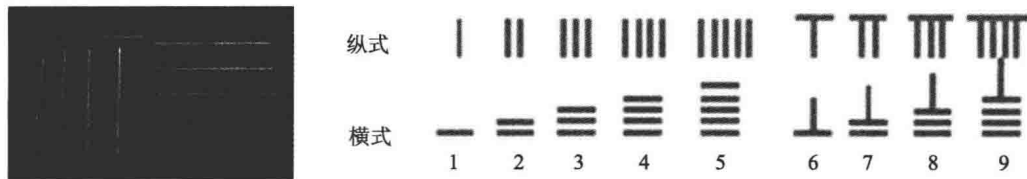


图 1.1 周代，中国发明了当时最先进的计算工具——算筹，利用摆放方法进行数值的计算

算筹（如图 1.1）是一种用竹、木或骨制成的颜色不同的小棍。计算每一个数学问题时，通常编出一套歌诀形式的算法，一边计算，一边不断地重新布棍。中国古代数学家祖冲之，就是用算筹计算出圆周率在 3.1415926 和 3.1415927 之间，这一结果比西方的早了一千年。

珠算盘（如图 1.2）是中国的又一独创，也是计算工具发展史上的一项重大发明。这种轻巧灵活、携带方便、与人民生活关系密切的计算工具，最初大约出现于汉朝，到元朝时渐趋成熟。珠算盘不仅对中国经济的发展起过有益的作用，而且传到日本、朝鲜、东南亚等地区，经受了历史的考验，至今仍在使用的。

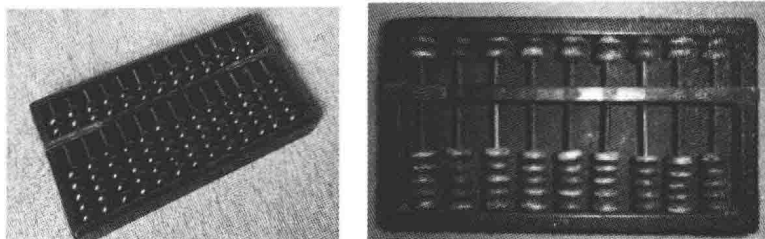


图 1.2 算盘是我国计算工具发展史上的一项重大发明

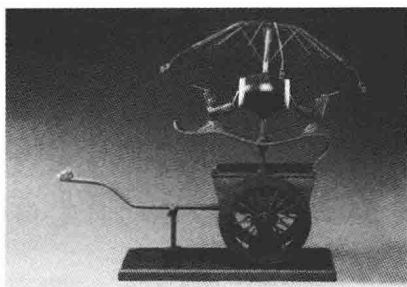


图 1.3 记里鼓车是世界上最早的自动计数装置

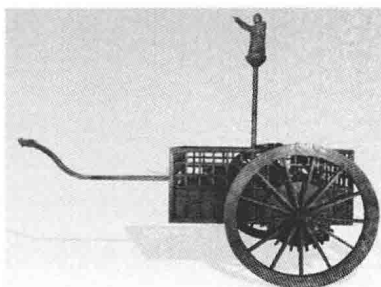


图 1.4 指南车是利用机械传动系统指明方向的一种机械装置

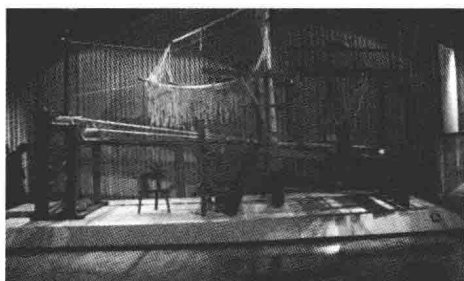


图 1.5 提花机对计算机程序控制的发展有过间接的影响



图 1.6 水运浑象仪，可以自动地与地球运转同步

中国人发明创造了记里鼓车、指南车、提花机、水运浑象仪（如图 1.3 ~ 图 1.6）等，不仅对自动控制机械的发展有卓越的贡献，而且对计算工具的演进产生了直接或间接的影响。例如，张衡制作的水运浑象仪，可以自动地与地球运转同步，后经唐、宋两代的改进，遂成为世界上最早的天文钟。

## 2. 机器工具——机械式计算工具

随着科学技术的发展，商业、航海和天文学都提出了许多复杂的计算问题，很多人都关心计算工具的发展。

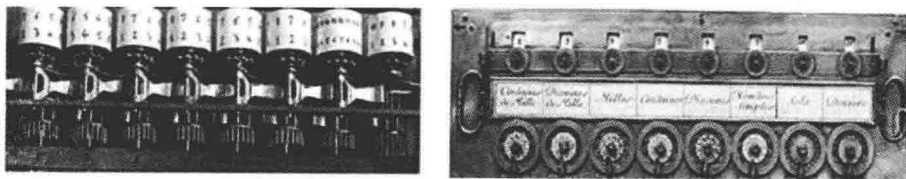


图 1.7 1642 年，法国数学家和物理学家帕斯卡发明了第一台机械式加法器，解决了自动进位这一关键问题

### • 第一台机械式加法器——帕斯卡

少年帕斯卡每天都看着年迈的父亲费力地计算税率税款，十分心疼，很想帮助做点事，可又怕父亲不放心。于是，这位未来的科学家想到了为父亲制作一台可以计算税款的机器。19 岁那年，他发明了人类有史以来第一台机械计算机。帕斯卡的计算机是一种系列齿轮组成的装置，外形像一个长方盒子，用儿童玩具那种钥匙旋紧发条后才能转动，只能够做加法和减法。然而，即使只做加法，也有个“逢十进一”的进位问题。聪明的帕斯卡采用了一种小爪子式的棘轮装置。当定位齿轮朝 9 转动时，棘爪便逐渐升高；一旦齿轮转到 0，棘爪就“咔嚓”一声跌落下来，推动十位数的齿轮前进一档。

### • 乘法自动计算机——莱布尼茨

1674 年，德国数学家和哲学家莱布尼茨设计完成了乘法自动计算机（如图 1.8）。莱布尼茨发明的新型计算机约有 1 米长，内部安装了一系列齿轮机构，除了体积较大之外，基本原理继承于帕斯卡。不过，莱布尼茨技高一筹，他为计算机增添了一种名叫“步进轮”的装置。步进轮是一个有 9 个齿的长圆柱体，9 个齿依次分布于圆柱表面；旁边另有个小齿轮可以沿着轴向移动，以便逐次与步进轮啮合。每当小齿轮转动一圈，步进轮可根据它与小齿轮啮合的齿数，分别转动  $1/10$ 、 $2/10$  圈……，直到  $9/10$  圈，这样一来，它能够连续重复地做加法。

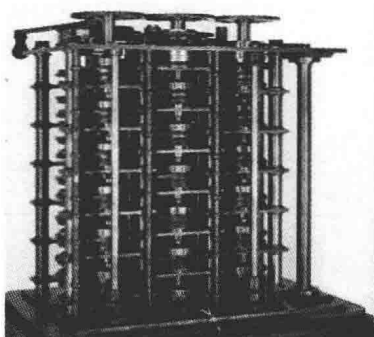


图 1.8 乘法自动计算机，这是一台可进行完整四则运算的通用计算机

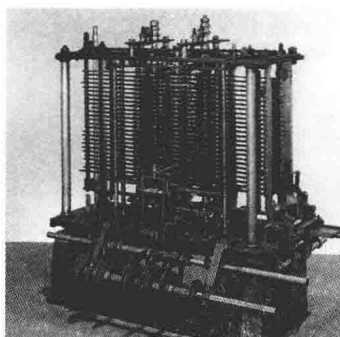


图 1.9 差分机是利用机器代替人来编制数表，经过长达十年的努力将其变成现实

### • 差分机——巴贝奇

1822 年，英国数学家巴贝奇设计了一台差分机（如图 1.9）。巴贝奇的想法很简单，他想要造一台机器，从计算一直到最后印结果全部自动化，在减少人工的同时，全面地消除可能出错的一切问题点。他开始设计的第一台机器称为差分机引擎一号(Difference Engine No.1)，由英国政府补助出资，工匠 Joseph Clement 打造，预计完工后将有 25000 个零件，重 15 吨。可惜，一方面是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  $1/7$  的部份来示范。但即使如此，差分机引擎运转中的精密仍然令当时的人叹为观止。

1834 年他又完成了分析机的设计方案，它是在差分机的基础上做了较大的改进，不仅可以作数字运算，还可以作逻辑运算。分析机的设计思想已具有现代计算机的概念，但以当时的技术水准是不可能制造完成的。

## 3. 重要的经验——机电式计算机

### • Z 系列计算机——朱斯

1938 年，德国科学家朱斯成功制造了第一台二进制 Z-1 型计算机（如图 1.10），此后他

又研制了 Z 系列计算机。其中, Z-3 型计算机是世界第一台通用程序控制机电式计算机, 它不仅全部采用继电器, 同时采用了浮点记数法、带数字存储地址的指令形式等。

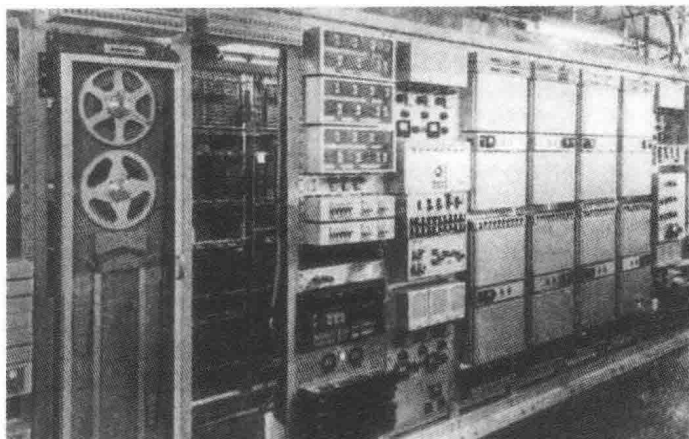


图 1.10 德国科学家朱斯成功制造了第一台二进制 Z-1 型计算机

#### • 通用程序控制计算机——艾肯

1944 年, 美国麻省理工学院科学家艾肯研制成功了一台机电式计算机, 它被命名为自动顺序控制计算机 MARK-I。1947 年, 艾肯又研制出运算速度更快的机电式计算机 MARK-II。到 1949 年, 由于当时电子管技术已取得重大进步, 于是艾肯研制出采用电子管的计算机 MARK-III。

由于这两台计算机都采用了继电器作为部件, 运算速度受到极大限制。就当时物理学电子技术的发展水平来看, 机电式的计算机必将要被使用电子线路的计算机所淘汰。尽管如此, 这些机电式计算机的研制还是为后来电子计算机的诞生积累了重要的经验。

至此, 在计算机技术上存在着两条发展道路。一条是各种台式机械和较大机械式计算机的发展道路; 另一条是采用继电器作为计算机电路元件的发展道路。后来建立在电子管和晶体管之类电子元件基础上的计算机正是受益于这两条发展道路。

### 4. 真正的计算机——数字电子计算机

#### • 第一台计算机 ENIAC

公认的世界上第一台数字式电子计算机诞生于 1946 年 2 月, 它是美国宾夕法尼亚大学物理学家莫克利(J.Mauchly)和工程师埃克特(J.P.Eckert)等人共同开发的电子数值积分计算机, 简称 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) (如图 1.11)。

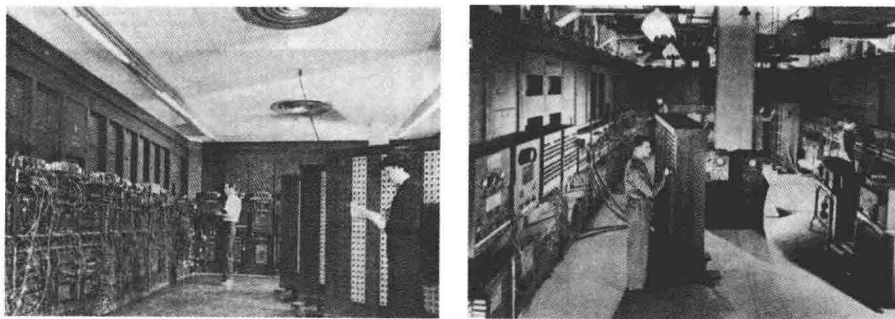


图 1.11 第一台数字式电子计算机 ENIAC

ENIAC 是一个庞然大物,其占地面积为 170 平方米,总重量达 30 吨。机器中约有 18800 只电子管、1500 个继电器、70000 只电阻以及其它各种电气元件,功率约为 140 千瓦。这样一台“巨大”的计算机每秒钟可以进行 5000 次加减运算,相当于手工计算的 20 万倍、机电式计算机的 1000 倍,利用它计算炮弹从发射到进入轨道的 40 个节点仅用了 3 秒,而当时手工操作的台式计算机则需要七八个小时。

ENIAC 宣告了电子计算机时代的到来。虽然它的功能还比不上今天最普通的一台微型计算机,但在当时它已是运算速度的绝对冠军,并且其运算的精确度和准确度也是史无前例的。这台机器后来被运往阿伯丁弹道实验室,为美国军方所使用。

ENIAC 的制造采用了当时最先进的电子技术,但是,在基本结构上它与机电式计算机没有本质的差别。它的缺点就是存储容量太小、程序不能存储等,这些缺陷都极大地限制了机器的运算速度,它的先天不足预示了计算机的研制急需更合理的结构设计。事实上,从技术的角度看,当时已具备了制造现代通用电子数字计算机的技术条件,但在计算机的结构设计方面还缺乏原理指导。

#### • 全新的结构设计——EDVAC

1944 年夏天,一个偶然的的机会,当时已经成名、正在阿伯丁弹道实验室任顾问的大数学家冯·诺依曼(von Neumann)参加到新型计算机的研制工作中来,并参与了 ENIAC 完成前的改进工作。在冯·诺依曼到来后不久,经过对 ENIAC 不足之处的认真分析和讨论,研究小组很快又考虑并承担了新型计算机 EDVAC 的研究任务。1945 年 3 月,冯·诺依曼参加新型计算机的研制工作之后,在他的主持下,根据图灵提出的存储程序式计算机的思想,研究小组完成了 EDVAC 设计方案报告的初稿,1945 年 6 月,一个全新的存储程序式通用电子计算机的设计方案——EDVAC 诞生了,EDVAC 于 1949 年 8 月交付给弹道研究实验室。在发现和解决许多问题之后,直到 1951 年 EDVAC 才开始运行(如图 1.12)。

从此以后,计算机进入飞速发展的时期,并且一直延续着冯·诺依曼体系结构,直到现在仍遵循这一思想。

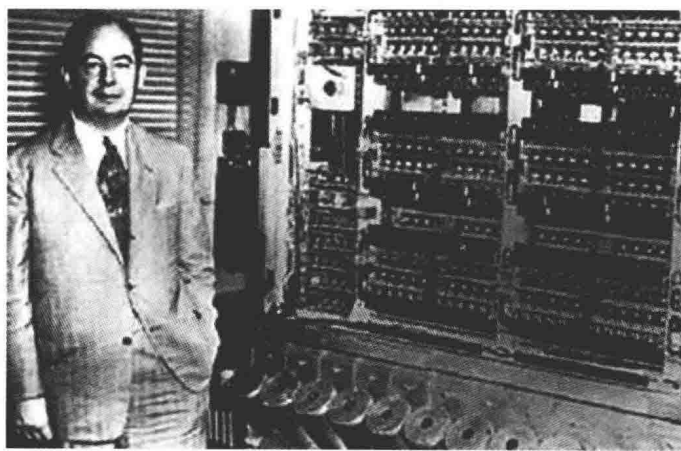


图 1.12 冯·诺依曼设计研制的存储程序式通用电子计算机 EDVAC

### 1.1.2 计算机发展

ENIAC 诞生后短短的几十年间,计算机的发展突飞猛进。主要电子器件相继使用了电

子管、晶体管、集成电路和大规模、超大规模集成电路，引起计算机的几次更新换代。每一次更新换代都使计算机的体积和耗电量大大减小，性能大大增强，应用领域进一步扩展。特别是体积小、价格低、功能强的微型计算机的出现，使得计算机迅速普及，进入了办公室和家庭，在办公自动化和多媒体应用方面发挥了很大的作用。这个发展过程被公认划分为四个阶段。

## 1. 计算机发展的四个阶段

### (1) 第一代：电子管计算机（1946—1964）

这一阶段，计算机的主要特征是采用电子管元件（如图 1.13）作基本器件，用光屏管或汞延时电路作存储器，输入与输出主要采用穿孔卡片或纸带，体积大、耗电量大、速度慢、存储容量小、可靠性差、维护困难且价格昂贵。

在软件上，通常使用机器语言或者汇编语言来编写应用程序，因此这一时代的计算机主要用于科学计算。

这时的计算机的基本线路是采用电子管结构，从人工手动编写的机器指令程序，过渡到符号语言。第一代电子计算机是计算工具革命性发展的开始，它所采用的二进位制与程序存储等基本技术思想，奠定了现代电子计算机技术基础。



图 1.13 电子管

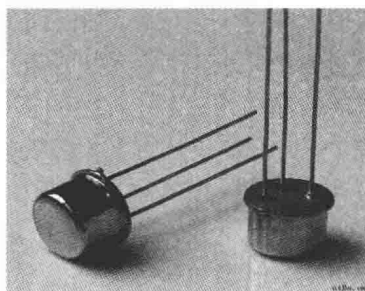


图 1.14 晶体管

### (2) 第二代：晶体管计算机（1958—1964）

20 世纪 50 年代中期，晶体管（如图 1.14）的出现使计算机生产技术得到了根本性的发展，由晶体管代替电子管作为计算机的基础器件，用磁芯或磁鼓作存储器，整体性能比第一代计算机有了很大的提高。同时程序语言也相应的出现了，如 Fortran、Cobol、Algol60 等计算机高级语言。晶体管计算机被用于科学计算的同时，也开始在数据处理、过程控制方面得到应用。

在 20 世纪 50 年代之前，计算机都采用电子管作元件。电子管元件在运行时产生的热量太多，可靠性较差，运算速度不快，价格昂贵，体积庞大，这些都使计算机发展受到限制。于是，晶体管开始被用来作计算机的元件。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。使用晶体管后，电子线路的结构大大改观，制造高速电子计算机就更容易实现了。

### (3) 第三代：集成电路计算机（1965—1971）

20 世纪 60 年代中期，随着半导体工艺的发展，成功制造了集成电路（如图 1.15）。中小规模集成电路成为计算机的主要部件，主存储器也渐渐过渡到半导体存储器，使计算机的体积更小，大大降低了计算时的功耗；由于减少了焊点和接插件，进一步提高了计算机的可靠性。在软件方面，有了标准化的程序设计语言和人机会话式的 Basic 语言，计算机的应用领

域也进一步扩大。

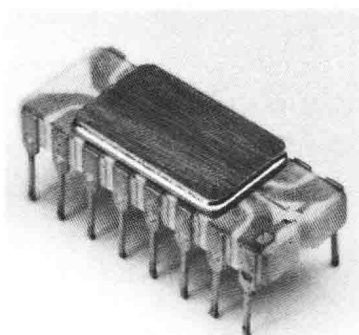


图 1.15 集成电路

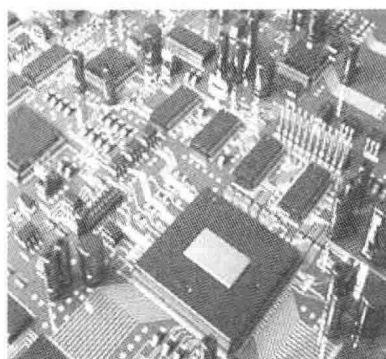


图 1.16 大规模集成电路

#### (4)第四代：大规模集成电路计算机（1971—）

随着大规模集成电路（如图 1.16）的成功制作，并用于计算机硬件的生产过程，计算机的体积进一步缩小，性能进一步提高。集成度更高的大容量半导体存储器作为内存储器，发展了并行技术和多机系统，出现了精简指令集计算机(RISC)，软件系统工程化、理论化，程序设计自动化。微型计算机在社会上的应用范围进一步扩大，几乎所有领域都能看到计算机的“身影”。

## 2. 摩尔定律

在第四代计算机的发展过程中，集成电路的制造技术不断提升，制造工艺不断提高，晶体管越来越小，单位面积内集成晶体管数量越来越多，这个发展速度在计算机领域遵循着一个神奇的定律——摩尔定律。

早在 1959 年，美国著名半导体厂商仙童公司首先推出了平面型晶体管，紧接着于 1961 年又推出了平面型集成电路。这种平面型制造工艺是在研磨得很平的硅片上，采用一种所谓“光刻”技术来形成半导体电路的元器件，如二极管、三极管、电阻和电容等。

只要“光刻”的精度不断提高，元器件的密度也会相应提高，从而具有极大的发展潜力。因此，平面工艺被认为是“整个半导体的工业键”，也是摩尔定律问世的技术基础。

1965 年，时任仙童半导体公司研究开发实验室主任的摩尔应邀为《电子学》杂志 35 周年专刊写了一篇观察评论报告，题目是：“让集成电路填满更多的元件”。在摩尔开始绘制数据时，发现了一个惊人的趋势：每代新芯片大体上包含其前代两倍的容量，每代芯片的问世都是在前一代芯片问世后的 18~24 个月内。

如果这个趋势继续的话，计算能力相对于时间周期将呈指数式的上升。摩尔的观察资料，就是后来的摩尔定律，其所阐述的趋势一直延续至今，且仍不同寻常地准确。

人们还发现这不光适用于对存储器芯片的描述，也精确地说明了处理机能力和磁盘驱动器存储容量的发展。该定律成为许多工业对于性能预测的基础。在几十年的时间里，芯片上的晶体管数量增加了 60 多万倍，从 1971 年推出的第一款 4004 的 2300 个增加到酷睿 i7 处理器的 14 亿个。

摩尔定律还能撑多久？

当晶体管小到如今的程度，遵守摩尔定律就越来越困难了。10 年之前，晶体管尺寸的

缩小带来了过热的问题,连接晶体管的导线越来越细,以至于它们的电阻过大,无法承载足够的电流。这些物理器件终究会发展到极限,导致每一代新芯片出现时性能不再有显著的提升。很多人也开始在硅芯片上寻找其他新方法来提高性能,以延续摩尔定律的预言,例如设计多核处理器以提高计算机的处理性能。

随着新技术的产生,摩尔定律势必被打破,但是在微电子技术发展的过程中,摩尔定律不仅是客观规律的描述,也对计算机的发展起到了重要的指导作用,实际上很大程度也是人类有意控制的结果,计算机相关产业都在尽全力开发研制新产品以适应摩尔定律的规律,同时也促进了计算机行业的总体发展。

### 3. 新型计算机涌现

近年来计算机发展速度飞快,但是直到现在,我们使用的计算机仍然被认为是第四代计算机。那么第五代计算机会是什么样呢?计算机发展的趋势如何?

新型计算机系统不断涌现,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,为此,研究人员们正在寻找其它替代的材料,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飞跃。新型的量子计算机、光子计算机、生物计算机、纳米计算机将会走进我们的生活,遍布各个领域。

#### (1)量子计算机

量子计算机是在量子效应基础上开发的,它利用一种链状分子聚合物的特性表示开与关的状态,利用激光脉冲改变分子的状态,使信息沿着聚合物移动,从而进行运算。

迄今为止,世界上还没有真正意义上的量子计算机。但是,世界各地的许多实验室正在以巨大的热情追寻着这个梦想。如何实现量子计算,方案并不少,问题是在实验上实现对微观量子态的操纵确实太困难了。研究量子计算机的目的不是要用它来取代现有的计算机,而是使计算的概念焕然一新,可以解决一些不能解决的问题,这是量子计算机与其他计算机的不同之处。

#### (2)光子计算机

光子计算机是一种由光信号进行数字运算、逻辑操作、信息存储和处理的新型计算机。它由激光器、光学反射镜、透镜、滤波器等光学元件和设备构成,靠激光束进入反射镜和透镜组成的阵列进行信息处理,以光子代替电子,光运算代替电运算。光的并行、高速,天然地决定了光子计算机的并行处理能力很强,具有超高运算速度。随着现代光学与计算机技术、微电子技术的结合,在不久的将来,光子计算机有可能成为人类普遍使用的工具。

#### (3)生物计算机

生物计算机,即脱氧核糖核酸(DNA)分子计算机,主要由生物工程技术产生的蛋白质分子组成的生物芯片构成,通过控制DNA分子间的生化反应来完成运算。运算过程就是蛋白质分子与周围物理化学介质相互作用的过程。其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明显表示出来。上世纪70年代,人们发现DNA处于不同状态时可以代表信息的有或无。DNA分子中的遗传密码相当于存储的数据,DNA分子间通过生化反应,从一种基因代码转变为另一种基因代码。反应前的基因代码相当于输入数据,反应后的基因代码相当于输出数据。只要能控制这一反应过程,就可以制成DNA计算机。

DNA计算机的外形像个普通小盒子。有非常薄的玻璃外壳,里面装着肉眼看不见的多层蛋白质,蛋白质间由复杂的晶格连结。这种精巧的蛋白质晶格里是一些生物分子,也就是生物计算机的“集成电路”。专家普遍认为,DNA分子计算机是未来计算机的发展方向之一。

## 1.2 计算机的基本工作原理

计算机的基本原理是存储程序和程序控制。预先要把指挥计算机如何进行操作的指令序列(称为程序)和原始数据通过输入设备输送到计算机内存贮器中。每一条指令中明确规定了计算机从哪个地址取数,进行什么操作,然后送到什么地址去等步骤。

### 1.2.1 计算机原理的雏形——图灵机

图灵机,又称图灵计算、图灵计算机,是由数学家阿兰·麦席森·图灵(1912—1954)(图 1.17)提出的一种抽象计算模型,即将人们使用纸笔进行数学运算的过程进行抽象,由一个虚拟的机器替代人们进行数学运算。

图灵机(如图 1.18)有一条无限长的纸带,纸带分成了一个一个小方格,每个方格有不同的颜色。有一个机器头在纸带上移来移去。机器头有一组内部状态,还有一些固定的程序。在每个时刻,机器头都要从当前纸带上读入一个方格信息,然后结合自己的内部状态查找程序表,根据程序输出信息到纸带方格上,并转换自己的内部状态,然后进行移动。



图 1.17 阿兰·麦席森·图灵

图灵机工作时,首先从开始状态启动,每次动作都由控制器根据图灵机所处的当前状态和读写头所对准的符号决定下一步的动作(或操作)。其中,每一步操作包含三项细节操作:

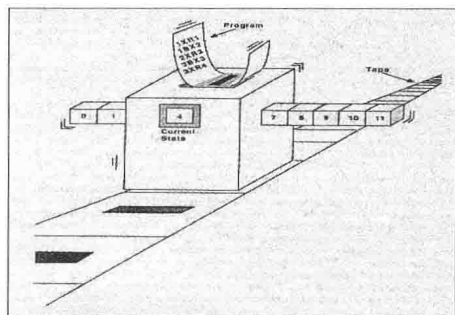


图 1.18 图灵机

第一把某个符号写到读写头当前对准的那个小格内,取代原来的那个符号(注意,这里隐含了可擦、可写的功能);

第二读写头向左或向右移动一格,或者不移动;

第三根据控制器的命令用某个状态(可以是原状态)取代当前的状态,使图灵机进入一个新状态。

在图灵所做工作的影响下,后人针对各种应用背景,提出了许多数学自动机器模型和理论,但都没能超过图灵机的计算能力。尽管如此,它们丰富了计算科学的内容,构成了计算科学理论部分最重要的基础。

由于阿兰·图灵对计算科学的杰出贡献,美国计算机协会(ACM)于 1966 年设立了以图灵名字命名的计算机科学大奖——图灵奖,以纪念这位杰出的科学巨匠。同时,在每一年的 ACM 年会上表彰对计算机领域作出卓越贡献的科学家并颁发此奖。到目前为止,已有几十位学者荣获了图灵奖。这些获奖人所做的工作,极大地影响了计算科学的发展方向,基本上反映了计算科学在各个时期主流方向上最重要的成果。

### 1.2.2 现代计算机体系结构——冯·诺依曼体系结构

20 世纪 40 年代,在图灵机提出后不到十年,世界上第一台存储程序式通用电子数字计算机就诞生了。随着 70 年代英国政府对第二次世界大战时期一些档案的解密,从科