



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

# 大学计算机基础

周克兰 吴瑾 编著



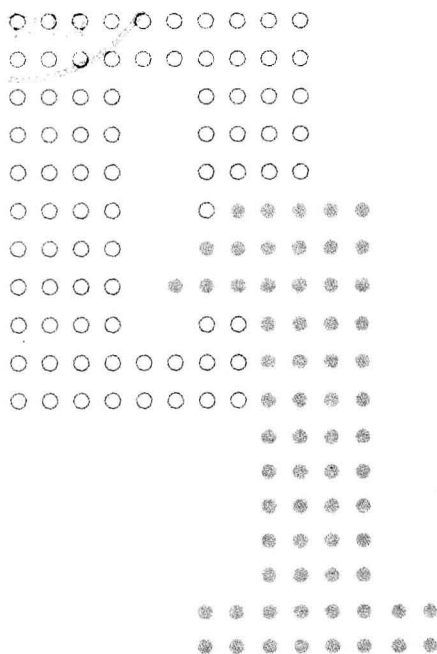
清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机

李海燕 周克兰 吴瑾 编著

# 大学计算机基础



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书参照教育部计算机基础教学指导委员会制定的《大学计算机教学基本要求》编写。主要内容包括计算机概述、计算机硬件系统、计算机软件系统、程序设计基础、数据结构、计算机网络与通信、多媒体及应用、数据库设计基础和信息系统基础。本书体系完整、由浅入深、层次分明、内容全面,可以适应多层次分级教学,以满足不同学时教学和适应不同基础的学生学习。

本书适用于高等院校非计算机专业的本科生使用,也可作为等级考试一级、二级基础理论的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础/李海燕,周克兰,吴瑾编著. —北京:清华大学出版社,2013

计算机系列教材

ISBN 978-7-302-32483-6

I. ①计… II. ①李… ②周… ③吴… 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(2013)第 105142 号

责任编辑:高买花 刘向威

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23.5 字 数:572 千字

版 次:2013 年 7 月第 1 版 印 次:2013 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~9000

定 价:39.50 元

---

产品编号:048800-01

目前,高校计算机基础教育进入了一个新的阶段,其主要原因有:随着计算机技术和网络技术的快速发展,计算机的应用领域越来越广,人们的生活、工作、学习甚至娱乐都离不开计算机,熟悉和掌握计算机的基本知识和基本操作已经成为现代社会必备的技能;另外,随着计算机应用的快速普及,大学新生不再是零起点,大都具有一定的计算机基础知识和操作能力。新形势下如何对大学计算机基础教育进行正确定位?大学计算机基础教育的教学目标是什么?如何合理、科学地组织教学?这些都是高校一直研究和探索的课题。

为了进一步推动高校计算机基础教育的发展,教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会发布了《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》(简称白皮书)。白皮书建议各校在课程设置中采用“1+X”的方案,即大学计算机基础+若干必修/选修课程。计算机基础课程作为大学第一门计算机课程,其目的是拓展学生的视野,为后续课程的学习做好必要的知识准备,使他们在各自的专业中能够有意识地借鉴、引入计算机科学中的一些理念、技术和方法,期望他们能在一个较高的层次上利用计算机,认识并处理计算机应用中可能出现的问题。教材是实现教学要求和教学目标的重要保证,本书就是在白皮书的指导下,组织多位具有多年高校计算机基础教育的教师编写的计算机基础教材。本书具有以下特点:

(1) 侧重于对计算机基础知识及基本原理的讲解,而计算机的操作和常用软件的使用另配教材,本书不再提及。建议配套使用蒋银珍主编的《计算机信息技术案例教程》(清华大学出版社2012年版)。

(2) 全书共分为9章,分别为计算机概述、计算机硬件系统、计算机软件系统、程序设计基础、数据结构、计算机网络与通信、多媒体及应用、数据库设计基础、信息系统基础。内容覆盖了全国计算机等级考试一级、二级公共基础以及江苏省计算机等级考试一级、二级基础知识等考试大纲的要求。加“\*”的章节为全国计算机等级考试二级公共基础的内容。

(3) 体系完整、由浅入深、层次分明、内容全面,可以适应多层次分级教学,以满足不同学时的教学和适应不同基础的学生学习。本书可作为大学计算机基础教材、等级考试一级、二级基础理论的参考书。在教学中,可以根据实际教学时数和学生的程度选择教学内容。

(4) 2010年,我国首届《九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明》提出:要旗帜鲜明地把“计算机能力的培养”作为计算机基础教育的核心任务,加强以计算思维能力培养为核心的计算机基础教学课程体系和教学内容研究。本书在内容上也加强了计算的相关内容,如信息的表示和存储、程序设计语言、算法和数据结构等,希望在潜移默化中培养和

提高学生的计算思维能力。

参与本书编写的有李海燕、周克兰、吴瑾,全书由李海燕统稿。本书在构思与编写过程中得到了苏州大学计算机科学与技术学院大学计算机教学部全体教师的关心和支持,在此表示感谢。本书在编写过程中参考了大量文献资料,对相关文献的作者,在此一并表示感谢。最后还要感谢清华大学出版社计算机与信息分社的魏江江主任和刘向威编辑对本教材的精心策划、组织和编辑。

由于时间紧迫及编者的水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评和指正!

编者

2013年5月于苏州

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>第 1 章 计算机概述</b>    | 1  |
| 1.1 概述                | 1  |
| 1.1.1 计算机的产生与发展       | 1  |
| 1.1.2 计算机的分类          | 5  |
| *1.1.3 计算机的特点         | 9  |
| *1.1.4 计算机的应用         | 10 |
| *1.1.5 计算机的发展趋势       | 13 |
| 思考题                   | 14 |
| 1.2 计算机中数的表示          | 14 |
| 1.2.1 信息的基本单位——比特     | 14 |
| 1.2.2 各种进位计数制         | 16 |
| 1.2.3 不同进制数之间的转换      | 17 |
| 1.2.4 二进制数的运算         | 21 |
| 1.2.5 数据在计算机中的表示      | 22 |
| 思考题                   | 25 |
| 1.3 计算机系统概述           | 25 |
| 思考题                   | 27 |
| 自测题 1                 | 27 |
| <b>第 2 章 计算机硬件系统</b>  | 29 |
| 2.1 微电子技术简介           | 29 |
| 2.1.1 微电子技术 with 集成电路 | 29 |
| *2.1.2 集成电路的制造        | 30 |
| *2.1.3 集成电路的发展趋势      | 31 |
| 2.1.4 IC 卡            | 32 |
| 思考题                   | 34 |
| 2.2 计算机的组成和工作原理       | 34 |
| 2.2.1 计算机的逻辑组成        | 34 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 2.2.2 计算机的基本工作原理 .....     | 37        |
| 2.2.3 微型计算机硬件组成 .....      | 39        |
| 思考题 .....                  | 40        |
| 2.3 主机 .....               | 40        |
| 2.3.1 主板 .....             | 40        |
| 2.3.2 CPU .....            | 43        |
| 2.3.3 内存储器 .....           | 47        |
| 2.3.4 I/O 总线与 I/O 接口 ..... | 49        |
| 思考题 .....                  | 53        |
| 2.4 输入/输出设备 .....          | 53        |
| 2.4.1 输入设备 .....           | 53        |
| 2.4.2 输出设备 .....           | 59        |
| 思考题 .....                  | 64        |
| 2.5 外存储器 .....             | 64        |
| 2.5.1 硬盘存储器 .....          | 64        |
| 2.5.2 光盘存储器 .....          | 66        |
| 2.5.3 移动存储器 .....          | 70        |
| 思考题 .....                  | 71        |
| *2.6 微型计算机选配与维护 .....      | 71        |
| 2.6.1 微型计算机选配 .....        | 71        |
| 2.6.2 微型计算机日常维护 .....      | 75        |
| 2.6.3 微型计算机常见硬件故障及排除 ..... | 78        |
| 思考题 .....                  | 80        |
| 自测题 2 .....                | 80        |
| <b>第3章 计算机软件系统 .....</b>   | <b>83</b> |
| 3.1 计算机软件概述 .....          | 83        |
| 3.1.1 计算机软件的概念及特性 .....    | 83        |
| 3.1.2 计算机软件分类 .....        | 84        |
| 3.1.3 计算机软件的保护 .....       | 86        |
| 思考题 .....                  | 87        |
| 3.2 操作系统 .....             | 88        |
| 3.2.1 操作系统概述 .....         | 88        |
| 3.2.2 处理机管理 .....          | 89        |
| 3.2.3 存储管理 .....           | 92        |
| 3.2.4 文件管理 .....           | 94        |
| 3.2.5 设备管理 .....           | 98        |
| 3.2.6 常用操作系统简介 .....       | 100       |
| 思考题 .....                  | 104       |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 3.3 算法 .....                 | 104        |
| 3.3.1 算法的定义 .....            | 104        |
| *3.3.2 算法的基本要素 .....         | 105        |
| *3.3.3 算法设计基本方法 .....        | 106        |
| *3.3.4 算法的复杂度 .....          | 107        |
| 思考题 .....                    | 109        |
| 3.4 程序设计语言 .....             | 109        |
| 3.4.1 程序设计语言分类 .....         | 109        |
| 3.4.2 常用程序设计语言简介 .....       | 110        |
| 3.4.3 程序设计语言的基本成分 .....      | 113        |
| *3.4.4 程序设计语言处理系统 .....      | 115        |
| 思考题 .....                    | 116        |
| 自测题 3 .....                  | 116        |
| <b>*第4章 程序设计基础 .....</b>     | <b>119</b> |
| 4.1 程序设计风格与方法 .....          | 119        |
| 思考题 .....                    | 120        |
| 4.2 结构化程序设计 .....            | 121        |
| 4.2.1 结构化程序设计的原则 .....       | 121        |
| 4.2.2 结构化程序的基本结构与特点 .....    | 121        |
| 4.2.3 结构化程序的设计原则和方法的应用 ..... | 123        |
| 思考题 .....                    | 123        |
| 4.3 面向对象的程序设计 .....          | 123        |
| 4.3.1 关于面向对象方法 .....         | 123        |
| 4.3.2 面向对象方法的基本概念 .....      | 125        |
| 思考题 .....                    | 129        |
| 自测题 4 .....                  | 129        |
| <b>*第5章 数据结构 .....</b>       | <b>131</b> |
| 5.1 数据结构的基本概念 .....          | 131        |
| 5.1.1 什么是数据结构 .....          | 131        |
| 5.1.2 数据的逻辑结构 .....          | 131        |
| 5.1.3 数据的存储结构 .....          | 132        |
| 5.1.4 数据的运算 .....            | 133        |
| 思考题 .....                    | 133        |
| 5.2 线性表及其顺序存储结构 .....        | 133        |
| 5.2.1 线性表的基本概念 .....         | 133        |
| 5.2.2 线性表的顺序存储结构 .....       | 134        |
| 5.2.3 顺序表的基本运算 .....         | 135        |

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| 思考题                   | 137        |
| 5.3 栈和队列              | 137        |
| 5.3.1 栈及其基本运算         | 137        |
| 5.3.2 队列及其基本运算        | 138        |
| 思考题                   | 140        |
| 5.4 线性链表              | 141        |
| 5.4.1 线性链表的基本概念       | 141        |
| 5.4.2 线性链表的基本运算       | 144        |
| 5.4.3 循环链表及其基本运算      | 146        |
| 思考题                   | 147        |
| 5.5 树与二叉树             | 147        |
| 5.5.1 树的基本概念          | 147        |
| 5.5.2 二叉树及其基本性质       | 148        |
| 5.5.3 二叉树的存储结构        | 150        |
| 5.5.4 二叉树的遍历          | 151        |
| 思考题                   | 152        |
| 5.6 查找技术              | 152        |
| 5.6.1 顺序查找            | 152        |
| 5.6.2 二分法查找           | 153        |
| 思考题                   | 154        |
| 5.7 排序                | 154        |
| 5.7.1 交换类排序           | 154        |
| 5.7.2 插入类排序           | 155        |
| 5.7.3 选择类排序           | 156        |
| 思考题                   | 159        |
| 自测题 5                 | 159        |
| <b>第 6 章 计算机网络与通信</b> | <b>162</b> |
| 6.1 通信技术基础            | 162        |
| 6.1.1 概述              | 162        |
| *6.1.2 数据通信方式         | 164        |
| 6.1.3 数据编码技术          | 165        |
| 6.1.4 数据交换技术          | 167        |
| 6.1.5 多路复用技术          | 170        |
| 思考题                   | 171        |
| 6.2 计算机网络概述           | 171        |
| 6.2.1 计算机网络的定义、组成和功能  | 171        |
| *6.2.2 计算机网络的发展       | 173        |
| 6.2.3 计算机网络的分类        | 175        |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 6.2.4 计算机网络的工作模式·····    | 178        |
| 思考题·····                 | 178        |
| 6.3 计算机网络体系结构·····       | 178        |
| 6.3.1 网络体系结构概述·····      | 178        |
| 6.3.2 TCP/IP 体系结构·····   | 180        |
| *6.3.3 OSI 参考模型·····     | 182        |
| 思考题·····                 | 183        |
| 6.4 计算机网络组成·····         | 184        |
| 6.4.1 传输介质·····          | 184        |
| 6.4.2 网络互连设备·····        | 187        |
| 6.4.3 网络操作系统·····        | 189        |
| 思考题·····                 | 190        |
| 6.5 计算机局域网·····          | 190        |
| 6.5.1 局域网概述·····         | 190        |
| 6.5.2 局域网组成·····         | 190        |
| 6.5.3 常用局域网·····         | 192        |
| 思考题·····                 | 195        |
| 6.6 Internet 基础·····     | 196        |
| 6.6.1 Internet 简介·····   | 196        |
| 6.6.2 Internet 接入技术····· | 197        |
| 6.6.3 IP 地址·····         | 200        |
| 6.6.4 域名地址·····          | 202        |
| 思考题·····                 | 204        |
| 6.7 Internet 提供的服务·····  | 204        |
| 6.7.1 万维网·····           | 204        |
| 6.7.2 电子邮件·····          | 208        |
| 6.7.3 文件传输 FTP·····      | 210        |
| 6.7.4 即时通信·····          | 211        |
| 思考题·····                 | 211        |
| 6.8 网络信息安全·····          | 211        |
| 6.8.1 概述·····            | 211        |
| 6.8.2 网络信息安全技术·····      | 213        |
| 思考题·····                 | 226        |
| 自测题 6·····               | 226        |
| <b>第 7 章 多媒体及应用·····</b> | <b>230</b> |
| *7.1 多媒体技术概述·····        | 230        |
| 7.1.1 多媒体概念·····         | 230        |
| 7.1.2 多媒体技术的特点·····      | 230        |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 7.1.3 多媒体系统的组成                    | 231 |
| 思考题                               | 232 |
| 7.2 文本与文本处理                       | 232 |
| 7.2.1 西文字符的编码                     | 232 |
| 7.2.2 汉字的编码                       | 233 |
| 7.2.3 文本信息的输入与输出                  | 235 |
| 7.2.4 文本的常见格式                     | 237 |
| 7.2.5 文本编辑、排版与处理                  | 238 |
| 思考题                               | 240 |
| 7.3 图像与图形                         | 240 |
| 7.3.1 图像的获取与数字化                   | 241 |
| 7.3.2 图像的基本参数                     | 242 |
| 7.3.3 图像的压缩                       | 243 |
| 7.3.4 常用图像格式                      | 244 |
| 7.3.5 图像处理与应用                     | 246 |
| 7.3.6 计算机图形与应用                    | 247 |
| 思考题                               | 249 |
| 7.4 数字化音频及应用                      | 249 |
| 7.4.1 声音的数字化                      | 249 |
| 7.4.2 声音的获取设备与播放                  | 250 |
| 7.4.3 声音的技术指标和压缩标准                | 251 |
| 7.4.4 声音文件的常见格式                   | 253 |
| 7.4.5 计算机合成声音                     | 254 |
| 思考题                               | 254 |
| 7.5 数字化视频及应用                      | 255 |
| 7.5.1 视频基础                        | 255 |
| 7.5.2 视频压缩编码                      | 256 |
| 7.5.3 数字视频的常见格式                   | 257 |
| 7.5.4 数字视频的播放和编辑                  | 258 |
| 7.5.5 计算机动画                       | 259 |
| 7.5.6 数字视频的应用                     | 260 |
| 思考题                               | 261 |
| * 7.6 多媒体制作开发工具简介                 | 261 |
| 7.6.1 Windows 的声音录制软件             | 261 |
| 7.6.2 Windows 的画图工具               | 263 |
| 7.6.3 图像处理软件 Photoshop 概述         | 263 |
| 7.6.4 Windows 的影片制作工具 Movie Maker | 267 |
| 7.6.5 动画处理软件 Flash 概述             | 268 |
| 思考题                               | 271 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 自测题 7 .....                | 272        |
| <b>第 8 章 数据库设计基础</b> ..... | <b>274</b> |
| 8.1 数据库系统概述 .....          | 274        |
| * 8.1.1 数据库系统的发展 .....     | 274        |
| 8.1.2 数据库系统的组成 .....       | 275        |
| * 8.1.3 数据库系统的特点 .....     | 277        |
| * 8.1.4 数据库系统的内部体系结构 ..... | 278        |
| 思考题 .....                  | 280        |
| 8.2 数据模型 .....             | 280        |
| 8.2.1 数据模型的基本概念 .....      | 280        |
| * 8.2.2 E-R 模型 .....       | 282        |
| * 8.2.3 层次模型 .....         | 286        |
| * 8.2.4 网状模型 .....         | 286        |
| 8.2.5 关系模型 .....           | 287        |
| 思考题 .....                  | 290        |
| 8.3 关系代数 .....             | 290        |
| 思考题 .....                  | 296        |
| 8.4 关系数据库语言 SQL .....      | 296        |
| * 8.4.1 SQL 的特点 .....      | 296        |
| 8.4.2 SQL 语言的基本概念 .....    | 297        |
| * 8.4.3 SQL 数据定义 .....     | 299        |
| 8.4.4 SQL 数据查询 .....       | 299        |
| * 8.4.5 SQL 数据更新 .....     | 305        |
| * 8.4.6 SQL 视图 .....       | 307        |
| 思考题 .....                  | 307        |
| * 8.5 数据库设计与管理 .....       | 307        |
| 8.5.1 数据库设计概述 .....        | 308        |
| 8.5.2 数据库设计的需求分析 .....     | 308        |
| 8.5.3 数据库概念设计 .....        | 309        |
| 8.5.4 数据库的逻辑设计 .....       | 311        |
| 8.5.5 数据库的物理设计 .....       | 312        |
| 8.5.6 数据库管理 .....          | 312        |
| 思考题 .....                  | 314        |
| * 8.6 数据库安全技术 .....        | 314        |
| 8.6.1 数据库安全概述 .....        | 314        |
| 8.6.2 数据库的安全策略 .....       | 314        |
| 思考题 .....                  | 316        |
| 自测题 8 .....                | 317        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第 9 章 信息系统基础                   | 319 |
| 9.1 信息与信息技术                    | 319 |
| 9.1.1 信息与信息处理                  | 319 |
| 9.1.2 信息技术                     | 320 |
| 9.1.3 信息处理系统                   | 321 |
| 9.1.4 信息化与信息社会                 | 321 |
| 思考题                            | 325 |
| 9.2 信息系统                       | 325 |
| 9.2.1 信息系统的概念                  | 325 |
| 9.2.2 信息系统的分类                  | 326 |
| *9.2.3 信息系统的功能                 | 327 |
| 思考题                            | 328 |
| *9.3 信息系统开发                    | 329 |
| 9.3.1 软件工程基础                   | 329 |
| 9.3.2 信息系统开发方法                 | 335 |
| 思考题                            | 338 |
| *9.4 典型信息系统介绍                  | 338 |
| 9.4.1 制造业信息系统                  | 338 |
| 9.4.2 电子商务                     | 340 |
| 9.4.3 电子政务                     | 340 |
| 9.4.4 地理信息系统                   | 341 |
| 9.4.5 远程教育系统                   | 342 |
| 9.4.6 远程医疗系统                   | 342 |
| 9.4.7 数字图书馆                    | 343 |
| 思考题                            | 344 |
| 自测题 9                          | 344 |
| 自测题答案                          | 347 |
| 附录 1 江苏省计算机等级考试一级大纲            | 350 |
| 附录 2 全国计算机等级考试一级 MSOffice 考试大纲 | 354 |
| 附录 3 全国计算机等级考试一级 B 考试大纲        | 356 |
| 附录 4 全国计算机等级考试二级公共基础知识考试大纲     | 358 |
| 附录 5 江苏省计算机等级考试二级基础知识考试大纲      | 360 |
| 参考文献                           | 362 |

# 第 1 章 计算机概述

现代计算机的产生是 20 世纪最重要的、影响最深远的科技成就之一,是人类科学发展史上的重要里程碑。计算机的发明和发展有力地推动了社会生产和科学技术的进步。经过半个多世纪的发展,计算机已进入到各行各业,并且具有举足轻重的地位。在当今的信息时代,计算机更是成为使用最广泛的现代化工具。因此,学习计算机基础知识,掌握计算机基础应用是现代社会人们必备的基本工作技能。本章主要介绍计算机的产生与发展以及计算机中数的表示,最后概要地介绍计算机系统的组成。

## 1.1 概述

### 1.1.1 计算机的产生与发展

#### 1. 从原始的计数法到机械计算机

电子计算机最初是作为计算工具研制的,而从最原始的计算工具发展到现代电子计算机经历了漫长的数千年。

在原始社会,人类首先从自身找到了最原始的计算工具——手,用手指来计数(计数是最简单的一种计算),这一古老的计数方法直到今天仍启蒙着幼儿园的孩子们对数的概念。为了能表达比 10 个手指更多的数目,古代人想出了其他的计数工具,如石子、贝壳、绳结、木棒、算盘等,它们不但能计数,还能保留统计的结果,这可以看成是现代计算机原理中存储思想的萌芽。后来人们又发明了计算对数的计算尺、利用齿轮旋转进位方式执行运算的加法器、能进行加、减、乘、除和开方运算的计算器等计算工具。

上面提到的这些早期的计算工具都是手动式的或机械式的。现代电子计算机的直系祖先是 19 世纪由英国剑桥大学的查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)教授设计的差分机和解析机。巴贝奇设计的分析机有 3 个主要部分:第一部分是由许多齿轮组成的保存数据的存储库;第二部分是进行运算的运算装置;第三部分是对操作顺序进行控制,并能选择所需处理数据以及输出结果的装置。巴贝奇还把程序控制的思想引入到分析机中,他的设想是采用穿孔卡片把指令存到存储库中,机器根据穿孔卡片上的图形确定该执行何种指令,并自动运算。分析机的结构及设计思想初步体现了现代计算机的结构和设计思想,可以说是现代通用计算机的雏形。可惜的是,由于缺乏资金,巴贝奇直到逝世都未能最终实现他的设计。

1944 年,美国哈佛大学的霍华德·艾肯(Howard Aiken)博士在 IBM 公司的支持下,研制成功了自动程控计算机并全面投入运行。这是一种继电器式的计算机,在电力控制下由机械部件来进行基本运算。它的出现预示着计算机由手工操作向电动控制的转变。

## 2. 电子计算机的问世

第一台电子计算机是在 1946 年 2 月由宾夕法尼亚大学物理学家约翰·莫克利(John Mauchly)和工程师普雷斯伯·埃克特(J. Presper Eckert)研制成功的 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator),如图 1-1 所示。它是在第二次世界大战期间,为了加快马里兰州阿伯丁实验基地的火力射程表的编制工作而研制的。ENIAC 从 1946 年 2 月 15 日正式交付使用,到 1955 年 10 月最后切断电源,服役长达 9 年。

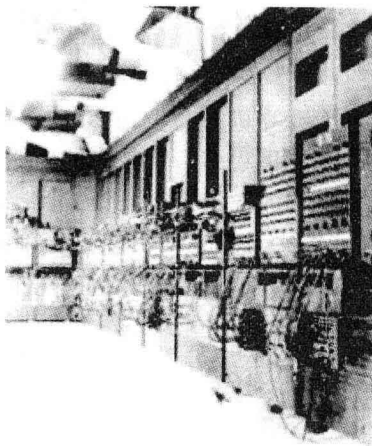


图 1-1 世界上第一台电子计算机 ENIAC

ENIAC 每秒可以进行 5000 次加减运算,使用了 18800 个电子管,占地 170 平方米,重达 30 吨,用电功率 140 千瓦,耗资 45 万美元。尽管它的计算速度和计算能力不能与现在的计算机相提并论,但是它的计算速度是手工计算的 20 万倍,只需要 3 秒钟就可以完成此前需要 20 多分钟才能计算出来的一条弹道。至今人们仍公认,ENIAC 的问世表明了电子数字计算机时代的到来,具有划时代的伟大意义,是科学技术发展史上的重大里程碑。

第一款商用计算机是 1951 年研制成功的 UNIVAC(UNIVersal Automataic Computer,通用自动计算机)。UNIVAC 与 ENIAC 不同,它生产了近 50 台并且都作为商品出售,用于公众领域的数据处理,而 ENIAC 只有一台且只用于军事目的。UNIVAC 的第一个客户是政府机构——美国人口普查局。1952 年,又有另外两家政府机构——美国陆军和美国空军购买了 UNIVAC。1953 年,通用电气公司成为第一家购买 UNIVAC 的企业,目的是处理工资表。

UNIVAC 是计算机从实验室走向社会的标志。由于它显示出巨大的社会效益和经济效益,许多人认为计算机时代是从 1951 年开始的。

## 3. 电子计算机的发展

从 1946 年第一台电子计算机诞生以来,计算机已经走过了半个多世纪的发展历程。计算机的体积不断变小,但性能、速度却在不断提高,其发展速度之快大大超出人们的预料。早期的计算机大约每隔 8~10 年运算速度就提高 10 倍,而成本和体积却只是原来的 1/10。从 20 世纪 80 年代开始,更进一步发展到几乎每隔 3 年性能就提高近 4 倍,成本却下降一半。

计算机的发展主要由其所使用的物理元器件决定,因此人们按照计算机主机所使用的元器件为计算机划分年代。一般将计算机的发展划分为四代,即四个阶段:

### (1) 第一代计算机(20 世纪 40 年代中期—50 年代末期)

第一代计算机的基本电子元件是电子管。主存储器采用汞延迟线存储器,内存为几 KB,外存储器主要使用磁带。软件方面,计算机程序设计语言还处于最低阶段,使用机器语言和汇编语言编程,数据表示主要是定点数,运算速度为每秒几千次。这一时期的计算机造

价高、可靠性差、使用与维护困难,主要用于军事和科学研究,进行科学计算工作。

#### (2) 第二代计算机(20世纪50年代中后期—60年代中期)

第二代计算机的基本电子元件是晶体管。主存储器大多为采用铁淦氧磁性材料制成的磁芯存储器,内存容量为几十KB,外存储器开始使用更先进的磁盘,外设种类也有所增加。运算速度明显提高,可达每秒几十万次。软件方面有了较大发展,程序设计使用了接近人类自然语言的高级语言编程,操作系统开始出现。与第一代计算机相比,晶体管计算机体积小、重量轻、成本低、可靠性高、价格便宜。这个时期的计算机不仅用在军事和尖端技术上,还广泛应用在工程设计、数据处理、事务管理等方面。

#### (3) 第三代计算机(20世纪60年代中期—70年代初期)

第三代计算机的基本电子元件是中小规模集成电路。半导体存储器逐步取代了磁芯存储器的主存储器地位,内存容量大幅度提高,并且普遍开始采用虚拟存储技术,运算速度可以达到每秒几百万次。软件方面,操作系统被普遍采用,并且技术更加成熟。高级程序设计语言也有了很大的发展,软件开始形成产业,出现了大量面向用户的应用程序,计算机开始广泛应用在各个领域。由于采用了集成电路,计算机体积变小,功耗也随之降低,可靠性进一步提高。

世界上最大的计算机制造商IBM公司考虑到用户和产品的继承性,率先推出了系列机。系列机是一个计算机的家族,同一家族中的各种计算机虽然在性能、价格上有差异,但它们的指令是兼容的,从而保证了低档机上编写的程序,在同一系列的高档机上仍然可以运行。系列机的出现标志着计算机设计进入了标准化、模块化、系列化的时期。

#### (4) 第四代计算机(20世纪70年代初期以来)

第四代计算机的基本电子元件是大规模或超大规模集成电路。1971年,Intel公司研制成功第一批微处理器4004。这一芯片集成了由2250个晶体管组成的电路,从此个人计算机应运而生,并得到迅速发展。集成电路的集成度从中、小规模发展到大规模、超大规模的水平,微处理器和微型计算机随之产生,各类计算机的性能迅速提高。金属氧化物半导体电路(Metal Oxide Silicon, MOS)的出现,使计算机的主存储器由半导体存储器完全替代了服役达20年之久的磁芯存储器,主存储器的功能和可靠性进一步提高,存储容量向百兆、千兆字节发展。外存储器有软盘、硬盘、光盘等。计算机的运算速度可达每秒百万亿次。软件方面,操作系统不断完善,应用软件种类繁多,软件成为现代工业中的一个重要产业。

自20世纪90年代开始,计算机在提高性能、降低成本、普及和深化应用等方面的发展趋势不仅仍在继续,且节奏进一步加快,市场竞争大大加剧。学术界和工业界大多已不再采用“第x代计算机”的说法,而是统一称为“新一代计算机”(New Generation Computer)。这种计算机的特点是:采用超大规模集成电路或其他新的物理器件作为主要元件;系统结构超过或突破原有的概念,不但能进行数值计算,而且还能处理声音、文字、图像和其他非数值数据;更主要的是,它能以知识处理为核心,具备推理、学习、智能会话、使用知识库等人工智能方面的功能,可以模拟或部分代替人的智能活动。人们普遍认为新一代计算机是一种“智能计算机”。

### \* 4. 计算机发展新技术

#### (1) 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。

光子计算机的基本组成部件是集成光路,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。

采用光子作为传输介质的好处有:

① 传输速度快

光子既可以在真空中传播,又可以在介质中传播,传播速度是电子在导线中传播速度的1000倍。另外,由于光子不带电荷,千万条光束可以同时穿过一只光学元件而互不影响,这就使得光信号传输具有很高的并行性。

② 超大规模信息存储容量

光子采用无导线的并行通道传输信息,理论上密度是无限的。

③ 能量消耗小

光在传输、转换时能量消耗和散发热量极低,非常节能环保。

另外,光子在光介质中传输所造成的信息畸变和失真极小,对环境条件的要求比电子计算机低得多。

1990年初,美国贝尔实验室宣布研制出世界上第一台光学计算机。它采用砷化镓光学开关,运算速度达10亿次/s。尽管这台光学计算机与理论上的光学计算机还有一定距离,但已显示出强大的生命力。不过,由于技术原因,目前光子计算机仍难进入真正的使用阶段。

## (2) 量子计算机

量子计算机是一种全新的基于量子理论的计算机。它不像传统计算机那样只能记录0或1的二进制状态,它应用的是量子比特,可以同时处在多个状态。这种遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置就是量子计算机。

量子计算机的概念源于对可逆计算机的研究,目的是为了了解决计算机中的能耗问题。20世纪60年代至70年代,人们发现能耗会导致计算机中的芯片发热,极大地影响了芯片的集成度,从而限制了计算机的运行速度,而能耗产生的原因是计算过程中的不可逆操作。如果能把所有不可逆操作变成可逆操作,在理论上就可以实现无能耗的计算。这种可逆计算机的设想就是后来的量子计算机。量子计算机的理论基础是:所有经典计算机都可以找到一种对应的可逆计算机,而且不影响运算能力。

量子理论认为,非相互作用下,原子在任一时刻都处于两种状态,称为量子超态。原子会旋转,即同时沿上、下两个方向自旋,这正好与电子计算机0与1完全吻合。如果把一群原子聚在一起,它们不会像电子计算机那样进行线性运算,而是同时进行所有可能的运算,在量子计算机里,一个量子位可以存储两个数据, $n$ 个量子位可以同时存储 $2^n$ 个数据,从而大大提高了存储能力。另外,量子计算机还可以在同一时间内执行各种操作,这些操作是目前电子计算机根本无法完成的。

2011年5月,加拿大D-Wave公司推出了全球第一款商用型量子计算机“D-Wave One”,它采用了128量子比特的量子处理器,理论运算速度远远超越现在所有的超级计算机。但是,“D-Wave One”实际上并不是一台真正的量子计算机,主要原因是:①目前它只能处理部分经过优化的特定任务,通用任务方面远不如传统硅处理器;②在散热方面要求非常苛刻,必须由液氮全程保护;③价格十分昂贵,它目前的售价高达1千万美元。