

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



# 计算机导论

## ——计算思维和应用技术

唐良荣 唐建湘 范丰仙 易建勋 编著

清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算

---



# 计算机导论

## ——计算思维和应用技术

唐良荣 唐建湘 范丰仙 易建勋 编著

## 内 容 简 介

本书分为三部分,第一部分主要讨论计算机技术发展历程和程序语言结构;第二部分主要介绍计算思维的基本概念和计算机算法思想、图灵机原理等;第三部分讨论计算机主要技术和工作原理,以及计算机使用中的卫生保健知识等。

本书是高等学校计算机入门课程教材,主要面向计算机专业和其他理工科专业的学生。教材在保持学科广度的同时,兼顾不同专业领域的计算机应用技术的讨论。本书力图使学生对计算机科学有一个总体了解,并希望在这个基础上了解和掌握计算思维的方法,并与专业课程结合,努力理解和解决各自专业领域的问题。

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

计算机导论:计算思维和应用技术/唐良荣,唐建湘,范丰仙,易建勋编著.--北京:清华大学出版社,2015

21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术

ISBN 978-7-302-39024-4

I. ①计… II. ①唐… ②唐… ③范… ④易… 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(2015)第017192号

责任编辑:闫红梅 王冰飞

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

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 装 者:三河市中晟雅豪印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24 字 数:583千字

版 次:2015年6月第1版 印 次:2015年6月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00元

# 出版说明

---

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: [weijj@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:weijj@tup.tsinghua.edu.cn)

“计算机导论”是计算机专业和理工科专业学生的第一门计算机基础课程,课程通过全面介绍计算机科学技术基础知识,揭示计算机学科的专业特色,概述性介绍该学科各分支的主要专业知识,展示计算机领域能够做什么,计算机专业领域解决实际问题的思路。“计算机导论”课程是一座桥梁,它从整体上介绍计算机专业基本知识,试图帮助读者尽早建立一个完整的计算机专业知识体系框架,为深入学习相关课程打下一个良好的基础。

## 写作目标

本书有以下几条贯穿始终的主线。

(1) 体现计算的无所不在。本书尽量从商业领域、社会科学领域、日常生活中选取不同的案例来讨论计算的普遍性。例如,囚徒困境问题、书号检错问题、平均工资计算问题等,都从不同侧面讨论了计算的普遍性。本书还体现了计算机科学不断发展变化的历程,讨论当前的应用状态,并指出发展方向。

(2) 利用计算思维解决问题的方法。计算思维是从解决问题的角度出发,强调解决问题的方法和思路。本书利用计算思维的方法,讨论和分析问题的求解方法。例如在数学建模讨论中,本书着重讲解利用计算思维进行建模的方法,而不是数学模型的理论推导和技术实现细节。本书尽量通过大量的图表和案例讲解计算机科学的基础知识。利用计算思维分析问题的主线在程序设计、信息编码、体系结构、操作系统、网络通信等内容中反复体现。

(3) 建立广度优先的计算机框架知识。不同专业的学生,如果想融入目前的信息化社会,需要具备宽泛的计算机背景知识和利用计算思维解决问题的能力。本教材提供了对计算机科学领域的全面技术剖析,介绍了在社会各领域利用计算思维解决问题的不同案例。本书在力求保持学科广度的同时,兼顾到学科深度,并对所涉及的主题给出中肯的评价。

## 主要内容

全书包含三大部分,主要内容如下:

第一部分(第1~2章)主要讨论计算机技术发展历程和程序语言结构,这一部分介绍了计算技术的历史发展阶段、计算机的基本类型和技术特征、计算机新技术的发展方向以及程序的基本结构、常用编程语言等。

第二部分(第3~4章)主要介绍计算思维的基本概念和计算机算法思想,从不同角度介绍了计算建模的案例、计算机解题的主要方法、图灵机与可计算性、人工智能以及常用算法、递归与迭代、排序与搜索、常用数据结构等。

第三部分(第5~8章)讨论计算机主要技术和工作原理,介绍信息编码的基本方法、计算机硬件基本结构、操作系统主要功能和结构、网络通信基本原理、信息安全防护和加密技术等,以及数据库技术、图形处理技术、常用应用软件、计算机故障处理方法、计算机使用中

的卫生保健知识等。

## 几点说明

(1) 内容编排。尽管本书有自己的结构体系,但各个主题在很大程度上是相对独立的,而且各个章节内容的多少也刻意保持了大致相同。教师完全可以根据不同专业教学的要求,重新调整讲授内容和讲授顺序。在教材编写中,本书大致遵循每章讨论 1~2 个专业领域,4~5 个技术主题。在内容编排中,教材对一些理论性问题尽量用图、表、案例的形式加以说明,试图帮助读者加深对所述内容的理解。

(2) 一家之言。在教材编写中,作者力图以严肃认真的态度进行分析与讨论,但是不免会掺杂一些作者不成熟的看法与意见。例如,计算机类型的划分、第一台现代计算机的发明、对冯·诺依曼(van Neumann)计算机结构的阐述等内容,可能与目前的主流技术观点有所不同。这都是作者一些不成熟的看法,是一家之言,期望专家学者们批评指正。

(3) 教学建议。在“计算机导论”课程教学时,建议对讨论的问题不要拘泥于计算机专业领域,而是需要更多地加入与计算思维相关的经济学、生物学、医学、物理学等内容和案例,让学生在感受到计算思维无处不在的同时,领悟计算机求解各类问题的方法。课程应该站在所有学科之上,从更高的角度审视各个学科当前的最新发展,而不总是停留在介绍计算机学科本身。

(4) 英文缩写。书中涉及的英文缩写名词较多,为了避免烦琐,便于阅读,本书对大部分容易理解的英语缩写名词只注释中文词义,如 CPU(中央处理单元);对于容易引起误解的外国人名以及英文缩写等,一般随书注释英文全称和中文说明,如 ABC(Atanasoff-Berry Computer,阿塔纳索夫-贝瑞计算机)等。

(5) 教学资源。本教材提供了大量课程教学资源、PPT 教学课件、习题参考答案等,可在清华大学出版社网站(<http://www.tup.tsinghua.edu.cn/>)下载。如果教师需要实验教学视频、技术资料、教学参考文档等,请通过 E-mail 与作者联系,或登录内部教学网站获取。

## 致谢

本教材由唐良荣老师主编,副主编为唐建湘、范丰仙老师;参加编写工作的还有易建勋、邓江沙、甘文、李鹰、王静、刘青、陈湘鲁等老师。Internet 技术资料给作者提供了极大帮助,非常感谢这些作者。

本书涉及的知识面广,技术内容又很新,这给编写工作带来了挑战。尽管我们非常努力地工作,但水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请各位同仁和广大读者给予批评指正。您可以通过电子邮件地址(E-mail: [yjxcs@163.com](mailto:yjxcs@163.com))与作者进行联系。

易建勋

2015 年 4 月

# 目 录

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第 1 章 计算工具      | 1  |
| 1.1 计算机的发展      | 1  |
| 1.1.1 早期的计算工具   | 1  |
| 1.1.2 中世纪的计算机   | 3  |
| 1.1.3 现代计算机发展   | 7  |
| 1.1.4 微型计算机发展   | 10 |
| 1.2 计算机的类型      | 12 |
| 1.2.1 类型与特点     | 13 |
| 1.2.2 大型计算机     | 14 |
| 1.2.3 微型计算机     | 15 |
| 1.2.4 嵌入式计算机    | 17 |
| 1.3 计算机的特征      | 21 |
| 1.3.1 计算机技术基本特征 | 21 |
| 1.3.2 摩尔定律与产业发展 | 23 |
| 1.3.3 计算机主要人机界面 | 25 |
| 1.3.4 计算机主要技术指标 | 28 |
| 1.4 计算机新技术      | 30 |
| 1.4.1 物联网技术发展   | 30 |
| 1.4.2 云计算技术发展   | 31 |
| 1.4.3 大数据技术发展   | 32 |
| 1.4.4 计算社会学发展   | 34 |
| 1.4.5 志愿者计算项目   | 37 |
| 习题 1            | 39 |
| 第 2 章 程序语言      | 40 |
| 2.1 程序特征        | 40 |
| 2.1.1 程序语言的发展   | 40 |
| 2.1.2 程序语言的类型   | 42 |
| 2.1.3 C 语言程序结构  | 44 |
| 2.1.4 程序解释与编译   | 46 |
| 2.1.5 程序编辑与运行   | 49 |
| 2.2 程序结构        | 51 |



|              |                          |           |
|--------------|--------------------------|-----------|
| 2.2.1        | 数据类型 .....               | 51        |
| 2.2.2        | 标识符 .....                | 52        |
| 2.2.3        | 表达式 .....                | 53        |
| 2.2.4        | 程序控制 .....               | 56        |
| 2.2.5        | 函数调用 .....               | 59        |
| 2.3          | 程序语言介绍 .....             | 61        |
| 2.3.1        | 入门程序语言介绍 .....           | 61        |
| 2.3.2        | 用流程图进行编程的工具 RAPTOR ..... | 64        |
| 2.3.3        | 面向对象编程语言 Java .....      | 66        |
| 2.3.4        | 数据统计编程语言 R .....         | 70        |
| 2.3.5        | 逻辑推理编程语言 Prolog .....    | 73        |
| 2.4          | 软件开发方法 .....             | 75        |
| 2.4.1        | 程序语言评估 .....             | 75        |
| 2.4.2        | 语言编程范型 .....             | 77        |
| 2.4.3        | 并行程序设计 .....             | 80        |
| 2.4.4        | 软件设计方法 .....             | 82        |
| 2.4.5        | 软件开发模型 .....             | 85        |
|              | 习题 2 .....               | 87        |
| <b>第 3 章</b> | <b>计算思维 .....</b>        | <b>88</b> |
| 3.1          | 基本特征 .....               | 88        |
| 3.1.1        | 科学思维的形式 .....            | 88        |
| 3.1.2        | 计算思维的特征 .....            | 89        |
| 3.1.3        | 问题抽象与分解 .....            | 90        |
| 3.1.4        | 计算机解题方法 .....            | 91        |
| 3.1.5        | 解题模型的构建 .....            | 94        |
| 3.2          | 建模案例 .....               | 96        |
| 3.2.1        | 囚徒困境——博弈策略建模 .....       | 96        |
| 3.2.2        | 机器翻译——统计语言建模 .....       | 100       |
| 3.2.3        | 平均收入——安全计算建模 .....       | 104       |
| 3.2.4        | 网页搜索——布尔检索建模 .....       | 105       |
| 3.2.5        | 生命游戏——细胞自动机建模 .....      | 107       |
| 3.3          | 解题方法 .....               | 112       |
| 3.3.1        | 分治法 .....                | 112       |
| 3.3.2        | 逐步求精 .....               | 113       |
| 3.3.3        | 枚举法 .....                | 114       |
| 3.3.4        | 贪心法 .....                | 116       |
| 3.3.5        | 动态规划 .....               | 117       |
| 3.4          | 图灵机与可计算性 .....           | 120       |

|              |             |            |
|--------------|-------------|------------|
| 3.4.1        | 图灵机的结构与原理   | 120        |
| 3.4.2        | 不完备性与可计算性   | 123        |
| 3.4.3        | 停机问题与 NP 问题 | 125        |
| 3.4.4        | 图灵测试与人工智能   | 129        |
| 3.4.5        | 人工智能研究与应用   | 131        |
| 习题 3         |             | 135        |
| <b>第 4 章</b> | <b>算法基础</b> | <b>136</b> |
| 4.1          | 算法的特征       | 136        |
| 4.1.1        | 算法的定义       | 136        |
| 4.1.2        | 算法的表示       | 137        |
| 4.1.3        | 算法的评估       | 139        |
| 4.1.4        | 算法复杂度       | 140        |
| 4.2          | 递归与迭代       | 143        |
| 4.2.1        | 递归算法思想      | 143        |
| 4.2.2        | 迭代算法思想      | 146        |
| 4.2.3        | 递归与迭代的区别    | 147        |
| 4.2.4        | 递归与迭代的应用    | 149        |
| 4.3          | 排序与搜索       | 150        |
| 4.3.1        | 冒泡排序        | 150        |
| 4.3.2        | 插入排序        | 151        |
| 4.3.3        | 快速排序        | 153        |
| 4.3.4        | 顺序搜索        | 156        |
| 4.3.5        | 二分查找        | 157        |
| 4.4          | 数据结构        | 158        |
| 4.4.1        | 基本概念        | 158        |
| 4.4.2        | 数组结构        | 163        |
| 4.4.3        | 线性结构        | 165        |
| 4.4.4        | 树形结构        | 167        |
| 4.4.5        | 图形结构        | 170        |
| 习题 4         |             | 175        |
| <b>第 5 章</b> | <b>信息编码</b> | <b>176</b> |
| 5.1          | 数值信息编码      | 176        |
| 5.1.1        | 常用数制的特征     | 176        |
| 5.1.2        | 不同数制的转换     | 178        |
| 5.1.3        | 二进制整数编码     | 181        |
| 5.1.4        | 二进制小数编码     | 183        |
| 5.1.5        | 二进制补码运算     | 186        |

|                         |                      |            |
|-------------------------|----------------------|------------|
| 5.2                     | 非数值信息编码 .....        | 188        |
| 5.2.1                   | 英文字符编码 .....         | 188        |
| 5.2.2                   | 汉字字符编码 .....         | 191        |
| 5.2.3                   | 统一字符编码 .....         | 194        |
| 5.2.4                   | 声音数字化处理 .....        | 197        |
| 5.2.5                   | 图像数字化处理 .....        | 198        |
| 5.3                     | 逻辑运算与应用 .....        | 202        |
| 5.3.1                   | 基本逻辑运算 .....         | 202        |
| 5.3.2                   | 数理逻辑命题 .....         | 204        |
| 5.3.3                   | 逻辑命题演算 .....         | 204        |
| 5.3.4                   | 逻辑运算应用 .....         | 206        |
| 5.4                     | 压缩与纠错编码 .....        | 208        |
| 5.4.1                   | 信息量的度量 .....         | 208        |
| 5.4.2                   | 无损压缩编码 .....         | 211        |
| 5.4.3                   | 有损压缩技术 .....         | 214        |
| 5.4.4                   | 信号纠错编码 .....         | 217        |
|                         | 习题 5 .....           | 221        |
| <b>第 6 章 系统结构</b> ..... |                      | <b>222</b> |
| 6.1                     | 计算机系统结构 .....        | 222        |
| 6.1.1                   | 冯·诺依曼计算机结构 .....     | 222        |
| 6.1.2                   | 大型计算机集群结构 .....      | 225        |
| 6.1.3                   | 集群分布式计算 Hadoop ..... | 228        |
| 6.1.4                   | 网格分布式计算 BOINC .....  | 231        |
| 6.1.5                   | 新型计算机系统研究 .....      | 233        |
| 6.2                     | 计算机工作原理 .....        | 234        |
| 6.2.1                   | 信息编码 .....           | 235        |
| 6.2.2                   | 数据存储 .....           | 236        |
| 6.2.3                   | 数据传输 .....           | 239        |
| 6.2.4                   | 数据计算 .....           | 241        |
| 6.2.5                   | 指令系统 .....           | 243        |
| 6.3                     | 计算机硬件系统 .....        | 244        |
| 6.3.1                   | 系统组成 .....           | 244        |
| 6.3.2                   | CPU 性能 .....         | 247        |
| 6.3.3                   | 主板组成 .....           | 248        |
| 6.3.4                   | 存储设备 .....           | 250        |
| 6.3.5                   | 集成电路 .....           | 253        |
| 6.4                     | 计算机操作系统 .....        | 255        |
| 6.4.1                   | 软件特征与类型 .....        | 255        |

|              |                  |            |
|--------------|------------------|------------|
| 6.4.2        | 操作系统的类型          | 257        |
| 6.4.3        | 微机操作系统 Windows   | 258        |
| 6.4.4        | 服务器操作系统 Linux    | 262        |
| 6.4.5        | 智能手机操作系统 Android | 266        |
| 6.5          | 计算机引导过程          | 269        |
| 6.5.1        | 开机上电过程           | 269        |
| 6.5.2        | POST 自检过程        | 271        |
| 6.5.3        | MBR 引导过程         | 272        |
| 6.5.4        | 操作系统引导过程         | 272        |
|              | 习题 6             | 274        |
| <b>第 7 章</b> | <b>网络通信</b>      | <b>275</b> |
| 7.1          | 网络原理             | 275        |
| 7.1.1        | 网络基本类型           | 275        |
| 7.1.2        | 网络通信协议           | 277        |
| 7.1.3        | 网络体系结构           | 279        |
| 7.1.4        | 分组交换技术           | 282        |
| 7.1.5        | 网络路由技术           | 284        |
| 7.2          | 网络组成             | 285        |
| 7.2.1        | 拓扑结构             | 285        |
| 7.2.2        | 传输介质             | 286        |
| 7.2.3        | 网络设备             | 288        |
| 7.2.4        | 网络构建             | 290        |
| 7.2.5        | 无线网络             | 291        |
| 7.3          | 网络服务             | 294        |
| 7.3.1        | 服务模型             | 295        |
| 7.3.2        | 网络地址             | 296        |
| 7.3.3        | 域名系统             | 297        |
| 7.3.4        | 因特网服务            | 299        |
| 7.3.5        | HTML 语言          | 301        |
| 7.4          | 安全防护             | 302        |
| 7.4.1        | 安全问题             | 303        |
| 7.4.2        | 黑客攻击             | 304        |
| 7.4.3        | 安全体系             | 306        |
| 7.4.4        | 隔离技术             | 308        |
| 7.4.5        | 防火墙技术            | 309        |
| 7.5          | 信息加密             | 310        |
| 7.5.1        | 加密原理             | 310        |
| 7.5.2        | 非对称加密            | 312        |

|              |                    |            |
|--------------|--------------------|------------|
| 7.5.3        | 密码破解               | 314        |
| 7.5.4        | 数字认证               | 316        |
| 7.5.5        | 安全计算               | 319        |
|              | 习题 7               | 321        |
| <b>第 8 章</b> | <b>应用技术</b>        | <b>322</b> |
| 8.1          | 数据库技术应用            | 322        |
| 8.1.1        | 数据库的组成             | 322        |
| 8.1.2        | 数据库的操作             | 324        |
| 8.1.3        | SQL 语言特征           | 326        |
| 8.1.4        | 数据挖掘技术             | 328        |
| 8.2          | 图形处理技术             | 331        |
| 8.2.1        | 三维图形技术             | 331        |
| 8.2.2        | 动画工作原理             | 333        |
| 8.2.3        | 数字图像处理             | 337        |
| 8.2.4        | 可视化计算              | 340        |
| 8.3          | 常用应用软件             | 342        |
| 8.3.1        | 办公软件 Office        | 342        |
| 8.3.2        | 图像处理软件 Photoshop   | 345        |
| 8.3.3        | 网站设计软件 Dreamweaver | 347        |
| 8.3.4        | 系统仿真软件 MATLAB      | 350        |
| 8.4          | 计算机故障处理            | 353        |
| 8.4.1        | 故障处理方法             | 353        |
| 8.4.2        | 硬件故障处理             | 355        |
| 8.4.3        | 软件故障处理             | 356        |
| 8.4.4        | 网络故障处理             | 357        |
| 8.5          | 职业卫生与健康            | 359        |
| 8.5.1        | 常见职业疾病             | 360        |
| 8.5.2        | 眼睛疾病防护             | 361        |
| 8.5.3        | 职业疾病防护             | 363        |
| 8.5.4        | 辐射危害防护             | 367        |
|              | 习题 8               | 368        |
|              | 参考文献               | 369        |

从 18 世纪开始,人类就开始追求实现自动计算的梦想,并进行着不懈努力,但关于自动计算的理论直到 20 世纪才取得突破性成果,并为现代计算机的发展奠定了理论基础。

## 1.1 计算机的发展

计算技术的发展历史是人类文明史的一个缩影。计算机的产生和发展经历了漫长的历史过程,在这个过程中,科学家们经过艰难探索,发明了各种各样的计算机,推动了计算机技术的发展。从总体来看,计算机的发展经历了计算工具、计算机器、现代计算机、微型计算机 4 个历史阶段。

### 1.1.1 早期的计算工具

人类最早的计算工具也许是手指和脚趾,因为这些计算工具与生俱来,无须任何辅助设施,具有天然优势。但是手指和脚趾只能实现计算,不能存储,而且局限于 0~20 以内的计算。人类目前发现最早使用的记数工具是捷克斯诺伐克出土的两万年前狼的颞骨,颞骨上“逢五一组”,共有 55 条刻痕。

#### 1. 十进制记数法

在古代世界记数体系中,除了巴比伦文明的楔形数字为六十进制,玛雅文明为二十进制外,几乎全部为十进制。公元前 3400 年左右,古埃及已有十进制记数法,只不过这些十进制记数体系并没有“位值”(数的位置不同,表示的值也不同)的概念。

中国在商朝(公元前 1600—公元前 1046 年)时已经有了比较完备的文字记数系统,如图 1-1 所示,在商代甲骨文中,已经有了一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、百、千、万这 13 个记数单字,有了这 13 个记数单字,就可以记录和计算十万以内的任何自然数。在商代一片甲骨文上可以看到将“547 天”记为“五百四旬又七日”,这是最早表明中国人使用十进制记数法的典型案例。

一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 百 千 万  
一 二 三 四 五 六 七 八 九 十 百 千 万

图 1-1 中国商代甲骨文上的数字(约公元前 1500 年)

中国周代(公元前 1100—公元前 256 年)的十进制已经有了明显的位值概念。如西周金文有“伐鬼方……俘万三千八十一人”，“武王遂征四方……俘人三亿万有二百三十”，“俘牛三百五十五”等记载，这里的“三”和“五”都具有位值记数功能。春秋战国时代，出现了严格的十进制算筹记数。

## 2. 算筹

算筹是中国古代最早的计算工具之一，成语“运筹帷幄”中的“筹”就是指算筹。南北朝科学家祖冲之(429—500 年)借助算筹作为计算工具，成功地将圆周率计算到了小数点后第 7 位。算筹可能起源于周朝，在春秋战国时已经非常普遍了。根据史书记载和考古材料发现，古代算筹实际上是一些差不多长短和粗细的小棍子，多用竹子制成，也有木头、兽骨、象牙、金属等材料。

## 3. 九九乘法口诀

中国使用“九九乘法口诀”时间较早，在《荀子》、《管子》、《战国策》等古书中，能找到“三九二十七”、“六八四十八”、“四八三十二”、“六六三十六”等语句。可见早在春秋战国时，九九乘法口诀就已经开始流行了。九九乘法口诀广泛用于筹算中进行乘法、除法、开方等运算，到明代则改良并用算盘上。如图 1-2 所示，中国目前发现最早的九九乘法口诀表(简称“九九表”)实物是 2002 年在湖南湘西里耶古城出土的秦简木牍，上面详细记录了九九乘法口诀。与今天乘法口诀不同，秦简上的九九表不是从“一一得一”开始，而是从“九九八十一”开始，到“二半而一”结束。

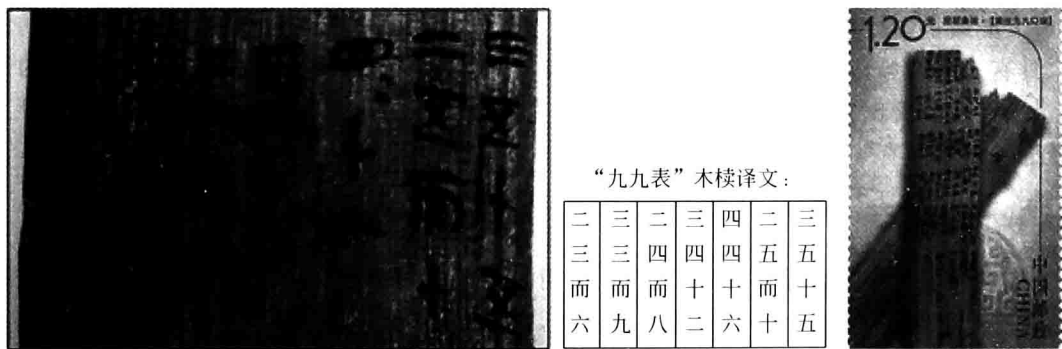


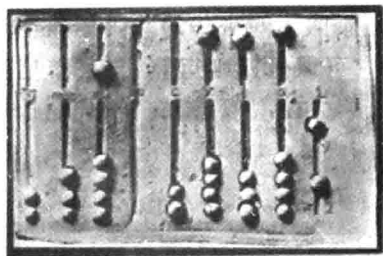
图 1-2 现存最古老的乘法口诀“九九表”秦代木牍(公元前 221—公元前 206 年)

位值概念和九九表后来传入高丽、日本等东方国家。经过丝绸之路传到印度、波斯，继而流行全世界。十进制位值的概念和九九表是古代中国对世界文化的一项重要贡献。

九九表的算法特点是：只用一到十这 10 个数字；九九表包含了乘法的可交换性，因此只需要“八九七十二”，不需要“九八七十二”；九九表只有 45 项口诀，而古代玛雅人采用二十进制，理论上乘法表有  $\frac{1}{2}(19 \times 20) = 190$  项(目前无文物佐证)。在十三世纪之前，欧洲人计算乘法、除法时十分辛苦，能够除一个大数的人，会被人视为数学家。十三世纪之初，中国的计算方法通过阿拉伯人传入欧洲，欧洲人才学习到这种先进的计算技术。

#### 4. 算盘

算盘一词并不专指中国算盘。从文献资料看,许多文明古国都有过各种算盘。古今中外的各式算盘大致可以分为三类:沙盘类,算板类,穿珠类算盘。如图 1-3 所示为古希腊算板和中国穿珠算盘。



古希腊算板(公元前800年—公元前146年)



《清明上河图》中的算盘(1101年)

图 1-3 古希腊算板和中国穿珠算盘

穿珠算盘是中国古代的重要计算工具,在世界计算工具发展中具有非常重要的地位,美国加州计算机历史博物馆展厅入口处就是一个大算盘。从计算角度来看,算盘的进步主要体现在两点上,一是有一套完整算法规则,如“三下五去二”;二是具有存储功能,能连续进行运算。2013年,中国穿珠算盘被联合国列为人类非物质文化遗产。

中国穿珠算盘起源于何时,至今未有定论。“珠算”一词最早见于东汉三国时代徐岳(?—220年)的《数术纪遗》,书中所述“珠算控带四时,经纬三才”。后来北周数学家甄鸾(535—566年)对这段文字作了注释,称:“刻板为三分,其上下二分以停游珠,中间一分以定算位。位各五珠,上一珠与下四珠色别,其上别色之珠当五,其下四珠,珠各当一。至下四珠所领,故云控带四时”。如图 1-3 的右图所示,北宋画家张择端《清明上河图》长卷中,在“赵太丞家”药铺柜台上,有一个十五档的算盘。经中日两国珠算专家将画面摄影放大,确认画中之物是与现代使用算盘形制类似的穿珠算盘。

### 1.1.2 中世纪的计算机

算盘作为主要计算工具流行了相当长一段时间,直到 17 世纪,欧洲科学家兴起了计算机研究热潮。当时,数学家笛卡儿(Rene Descartes, 1596—1650)曾经预言:“总有一天,人类会造出一些举止与人一样‘没有灵魂的机械’来”。

#### 1. 机器计算的萌芽

1614年,苏格兰数学家约翰·纳皮尔(John Napier)提出了对数,对数能够将乘法和指数运算分别转换为加法和乘法运算。他还发明了简化乘法运算的纳皮尔算筹。

1623年,德国谢克卡德(Wilhelm Schickard, 1592—1635)教授在给天文学家开普勒(Kepler)的一封信中,设计了一种能做四则运算的机器,但这种机器没有其他资料佐证。



## 2. 帕斯卡加法器

1642年,法国数学家帕斯卡(Blaise Pascal,1623—1662)制造了第一台能进行6位十进制加法运算的机器,如图1-4所示,机器在巴黎博览会展出期间引起了轰动。加法器发明的意义远远超出了机器本身的使用价值,它证明了以前认为需要人类思维的计算过程完全能够由机器自动化实现,从此欧洲兴起了制造“思维工具”的热潮。帕斯卡在著作《静思录》中写到:“算术机器提供了关于哪种方法比动物行为更接近思维的一些印象。”

故宫博物院藏有6台帕斯卡型计算机,估计是康熙年间来华的法国传教士与我国数学家共同研制的。清代的计算机有很大改进,首先它可以做四则运算(与莱布尼茨计算机相似);其次,它将帕斯卡加法器的6位数计算扩展到了12位数计算。清代的计算机深藏在故宫里,成了皇家的专属玩具,其作用和影响可想而知。

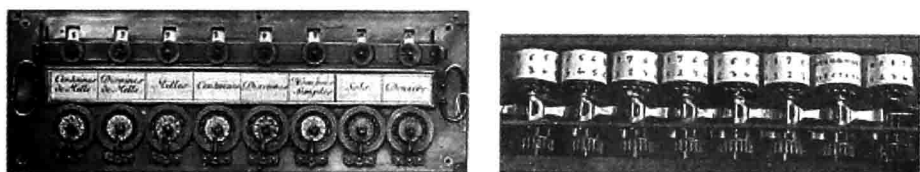


图1-4 帕斯卡发明的加法器和它的内部齿轮结构(1642年)

## 3. 莱布尼茨的二进制思想

莱布尼兹(Gottfried Wilhelm Leibniz,1646—1716,德国人)在1694年研制成了一台机器,这台机器能够驱动轮子和滚筒执行更复杂的加减乘除运算,如图1-5所示。莱布尼兹还迷上了定理证明的自动逻辑推理。莱布尼兹假想了一台能够进行计算并生成逻辑上正确结论的机器,他还预想用这台机器可以使科学知识的产生变成全自动的过程。这反映了现代数理逻辑演绎和证明的思想,是一种推理演算。

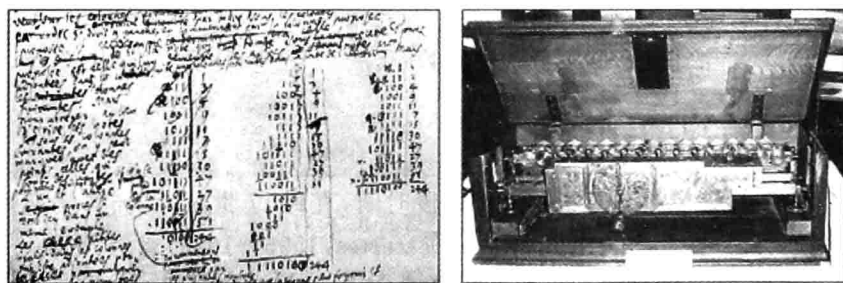


图1-5 莱布尼茨二进制运算手稿和能进行加减乘除运算的计算机(1679年)

1679年莱布尼兹发明了二进制记数系统,他断言:“二进制是具有世界普遍性的、最完美的逻辑语言”。1701年他写信给在北京的神父闵明我(Domingo Fernández Navarrete, 1610—1689,西班牙人)和白晋(Joachim Bouvet,1662—1732,法国人),告知自己的新发明,希望能引起他心目中“算术爱好者”康熙皇帝的兴趣。但是,这个神奇的数字系统只有几页纸张异常精炼的描述,没有建立一个完整的二进制数计算理论体系。