普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学计算机基础教育规划教材

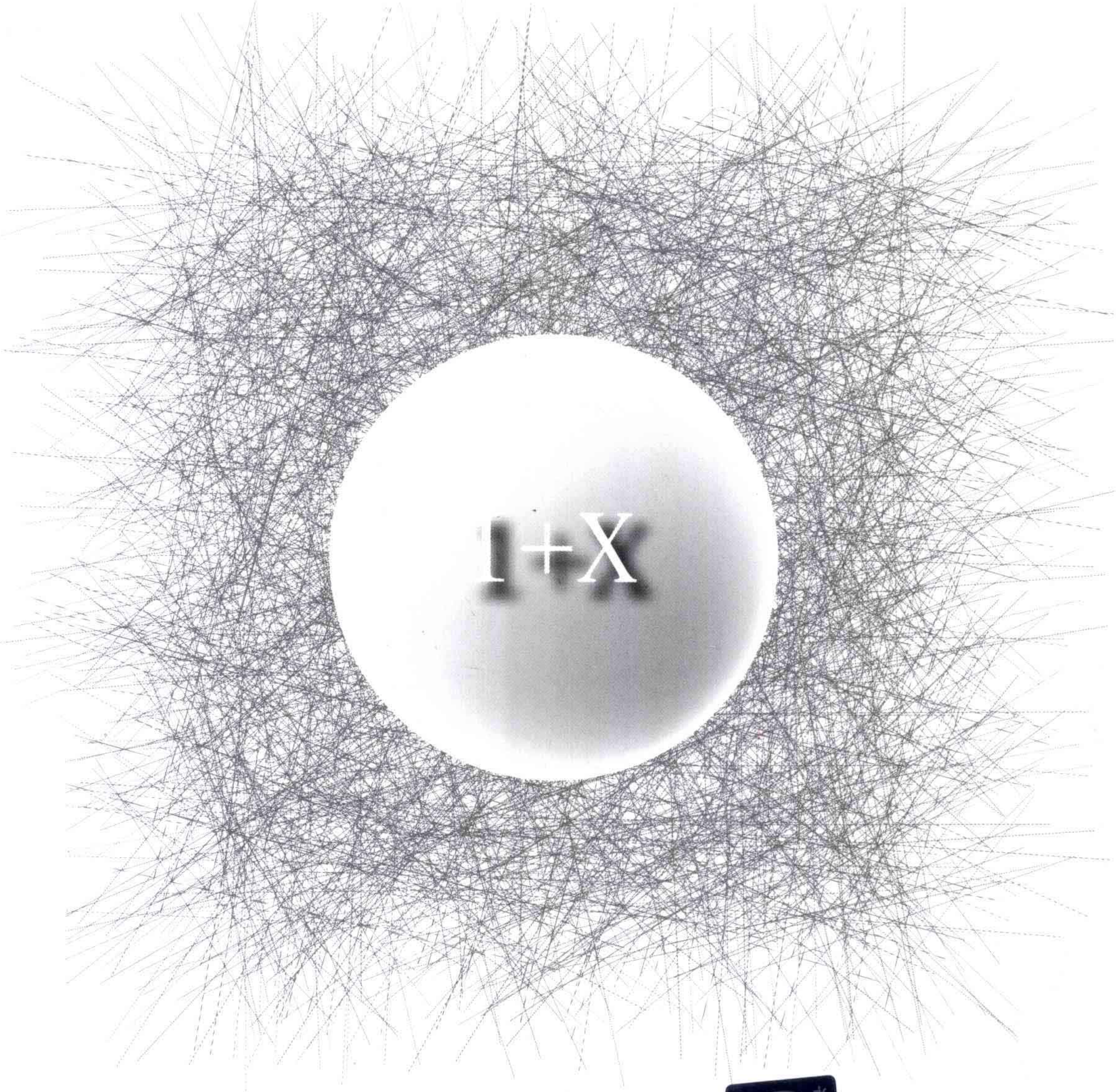
“国家精品课程”主讲教材、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材

全国高校出版社优秀畅销书奖

大学计算机基础（第4版）

赵英良　主编　　　冯博琴　审

夏秦　仇国巍　陈文革　贾应智　编著



清华大学出版社

大学计算机基础教育规划教材

“国家精品课程”主讲教材、“高等教育国家级教学成果奖”配套教材
全国高校出版社优秀畅销书奖

大学计算机基础（第4版）

赵英良　主编
夏秦　仇国巍　陈文革　贾应智　编著
冯博琴　审

清华大学出版社
北京

内容简介

本书是一本内容全新的“大学计算机基础”课程教材。全书分为6章，第1章是绪论，介绍什么是计算、可计算性、计算工具的发展和计算科学的基本概念等；第2章是信息的表示与存储，介绍信息的二进制表示、运算、硬件实现和数据压缩的基本方法等内容；第3章是数据的组织与管理，介绍数据的基本结构和数据库技术；第4章是程序设计语言和算法，主要介绍数据处理中的各种基本运算和算法策略、算法的描述方法以及计算机语言的组成；第5章是信息的传输，介绍计算机网络中的协议、通信技术、应用模型、网络安全等基本问题；第6章是计算机系统，介绍图灵机、冯·诺依曼计算机，以及计算机系统的硬件组成和软件。

本书以培养“计算思维”能力为目标，以信息的表示、存储、处理、传输技术和方法为主线，以生活实例为导引，设计了丰富的“课堂练习”题，深入浅出，富于启发性。可作为高等学校理工科专业第一门计算机课程的教材和教学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

大学计算机基础/赵英良主编．—4版．—北京：清华大学出版社，2011.6
（大学计算机基础教育规划教材）
ISBN 978-7-302-26563-4

Ⅰ．①大…　Ⅱ．①赵…　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174680号

责任编辑：张　民　薛　阳
责任校对：梁　毅
责任印制：李红英

出版发行：清华大学出版社　　**地　址**：北京清华大学学研大厦A座
http://www.tup.com.cn　　**邮　编**：100084
社　总　机：010-62770175　　**邮　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62795954，jsjjc@tup.tsinghua.edu.cn
质　量　反　馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 装 者：北京国马印刷厂
经　销：全国新华书店
开　本：185×260　　**印　张**：20　　**字　数**：476千字
版　次：2011年6月第4版　　**印　次**：2011年6月第1次印刷
印　数：1～4000
定　价：29.50元

产品编号：042219-01

序

进入21世纪,社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速。我国的高等教育也进入了一个新的历史发展时期,尤其是高校的计算机基础教育,正在步入更加科学,更加合理,更加符合21世纪高校人才培养目标的新阶段。

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近期发布了《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》(以下简称《教学基本要求》)。《教学基本要求》针对计算机基础教学的现状与发展,提出了计算机基础教学改革的指导思想;按照分类、分层次组织教学的思路,《教学基本要求》提出了计算机基础课程教学内容的知识结构与课程设置。《教学基本要求》认为,计算机基础教学的典型核心课程包括大学计算机基础、计算机程序设计基础、计算机硬件技术基础(微机原理与接口、单片机原理与应用)、数据库技术及应用、多媒体技术及应用、计算机网络技术及应用。《教学基本要求》中介绍了上述六门核心课程的主要内容,这为今后的课程建设及教材编写提供了重要的依据。在下一步计算机课程规划工作中,建议各校采用"1+X"的方案,即"大学计算机基础"+ 若干必修或选修课程。

教材是实现教学要求的重要保证。为了更好地促进高校计算机基础教育的改革,我们组织了国内部分高校教师进行了深入的讨论和研究,根据《教学基本要求》中的相关课程教学基本要求组织编写了这套"大学计算机基础教育规划教材"。

本套教材的特点如下:

(1) 体系完整,内容先进,符合大学非计算机专业学生的特点,注重应用,强调实践。

(2) 教材的作者来自全国各个高校,都是教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会推荐的专家、教授和教学骨干。

(3) 注重立体化教材的建设,除主教材外,还配有多媒体电子教案、习题与实验指导,以及教学网站和教学资源库等。

(4) 注重案例教材和实验教材的建设,适应教师指导下的学生自主学习的教学模式。

(5) 及时更新版本,力图反映计算机技术的新发展。

本套教材将随着高校计算机基础教育的发展不断调整，希望各位专家、教师和读者不吝提出宝贵的意见和建议，我们将根据大家的意见不断改进本套教材的组织、编写工作，为我国的计算机基础教育的教材建设和人才培养做出更大的贡献。

“大学计算机基础教育规划教材”丛书主编

教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会副主任委员

冯博琴

前言

2010 年 7 月 19 日至 20 日，我国 C9 高校联盟在西安召开首届“九校联盟（C9）计算机基础课程研讨会”，在讨论中，“计算思维”引起与会代表的共鸣。在会后发表的三页的“九校联盟（C9）计算机基础教学发展战略联合声明”（见《中国大学教学》2010.9）中，共使用“计算思维”一词 13 次，表示要“旗帜鲜明地把‘计算思维能力的培养’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的研究”。

2010 年 10 月，西安交通大学计算机教学实验中心在国家级教学名师冯博琴教授的带领下，组织全体教师对“计算思维”进行了学习和研究，讨论什么是计算思维，如何在教学中体现计算思维。2010 年 12 月，讨论组提出关于大学计算机基础课程改革的 6 个方案，后经进一步讨论，合并为三个，本教材方案是其中之一。

美国卡耐基梅隆大学周以真（Jeannette Wing）教授认为，“计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类的行为”，“计算思维是每个人的基本技能，不仅仅属于计算机科学家。”“这种思维将成为每一个人的技能组合成分。”我们认为，对于学生来说，重要的是培养他们的计算思维能力，所以，本教材不论述什么是计算思维，而是希望在潜移默化中培养学生的计算思维能力。

本书内容与原来的大学计算机基础有很大区别，不再以计算机系统的组成为主线，而是以信息处理的过程为主线，以信息的处理方法为重点，本书共分为 6 章，包括绪论、信息的表示与存储、数据的组织与管理、程序设计语言和算法、信息的传输和计算机系统。

在内容的讲述上，尽量减少直接告诉学生“是什么”，而是引导学生分析“为什么”。本书以问题为导向，通过启发、类比的方法引导学生分析问题并求解，并鼓励学生给出其他的求解方法。这种教学方法在 2011 年春天的少年班“计算概论”课程中进行了实践，效果较好。

本书中引入了“课堂练习”这一教学形式。“课堂练习”的问题多是生活中的问题，同学们有能力回答，而且可能会给出多种不同的解决方案，在老师的引导下，可以将生活中的问题及解决方案与在计算机中的表示及求解方法联系起来，运用计算机科学的基础概念理解人类的行为。例如生活中的地图与图论中的图，自然语言与计算机语言，缓存与物资仓库等，让学生知道可以自己设计出更好的方法，而在特殊的环境下，又有它的特殊性，逐步学会从计算思维的角度解决问题。

本书由冯博琴、罗建军、赵英良等策划，赵英良主编。第 1 章和第 4 章的 4.1 节由赵英良编写，第 2 章由陈文革编写，第 3 章由贾应智编写，第 4 章的 4.2、4.3 节由仇国巍编

写，第5、6章由夏秦编写。本书由冯博琴教授主审。

“计算思维”已经成为近期计算机基础教学各种会议的热点论题，但怎样做？教材怎样改？选哪些内容？采用什么样的形式？均无定论。本书的愿望之一虽然是培养学生的计算思维能力，但由于水平有限，也许会变成一种奢望；另一个愿望是抛砖引玉，作为教学改革的试验靶，引起老师们的思考，得到读者和专家更多、更好的意见和建议，今后编写出更好的教材，望此愿望能实现。

本书在编写过程中得到首届国家级教学名师冯博琴教授、西安交通大学电信学院副院长邓建国教授、同事李波、罗建军、顾刚、吴宁等，以及清华大学出版社的支持和帮助，在此表示感谢。也向参考文献的作者及遗漏的参考文献的作者表示感谢。

作　者

2011.6.3

目录

第1章 绪论

1946年,电子数字式差分机(ENIAC)的问世,标志着计算机时代的到来。六十多年来,计算机的发展经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路4个时代,正在进入网络化、智能化时代。计算机的应用从科学计算发展到信息处理、智能控制、媒体制作、设计制造、休闲娱乐。计算模式从单主机到客户机/服务器、浏览器/服务器、网络计算、云计算模式。然而,计算机科学仍然有它难以解决和无法解决的问题。让我们从计算机的基础开始吧。

【课堂练习1-1】 请大家说一说,计算机除了日常看到的娱乐、办公和上网,还有哪些鲜为人知的应用?有计算机解决不了的问题吗?

1.1 什么是计算

计算由来已久,从远古人的结绳记数就开始使用计算。天文学家通过计算机分析天体的运行规律和物质组成,生物学家通过计算机解释人类遗传的规律,经济学家通过计算规划国家发展方向,工程师通过计算进行建筑、产品的设计,社会学家通过计算揭示社会发展规律,考古学家和历史学家通过计算揭示人类和宇宙的起源。

【课堂练习1-2】 请同学们说一说,什么是计算?

1.1.1 计算

计算(computation)是算法的执行,是从包含算法和输入数据的初始状态开始,经过一系列的中间状态,直到达到最终的目标状态的过程。而算法(algorithm)是由若干条指令组成的有穷序列。

一组可能的输入值和一组可能的输出值之间的映射关系称为函数(function),它使每个可能的输入被赋予单一的输出。对于一个给定的输入,确定其具体输出的值,这一过程称为函数的计算。对函数进行计算的能力非常重要,这是因为正是通过对函数的计算,问题才能得到解决。计算机科学的一个基本问题就是找到一种技术,并用其来计算用于求解问题的函数。

【课堂练习1-3】 实现下列函数的计算,分析它们的特点和局限性。

(1) 去年每天的平均气温。

(2) 投资额为P,利率为r,投资n年后的金额$P(1+r)^n$。

(3) 计算 sin(x)的值。

可以看出，当考虑的函数越来越复杂时，就需要更为强大的技术来计算。然而，不管函数如何复杂，是不是总能找到一个系统来计算它们呢？如果一个函数，可以依据输入值和一定的计算步骤，来确定其输出值，则称其为可计算的(computable)；而如果根据其输入找不到定义好的、一步一步的过程来确定其输出值，这样的函数称为不可计算的(incomputable)。如果一个问题是可计算的，不管它有多复杂，总能制造出一种机器对其进行求解。而如果问题是不可计算的，则意味着它超出了机器的能力范围。

在考察机器的计算能力的研究中，许多研究人员提出了各种不同的计算设备，其中之一就是图灵机。它是由图灵在 1936 年提出的，至今仍然是研究算法处理能力的工具之一。

图灵的基本思想是用计算机来模拟人们用纸笔进行数学运算的过程，他把这样的过程看做下列两种简单的动作：

① 在纸上写上或擦除某个符号；

② 把注意力从纸的一个位置移动到另一个位置。

而在每个阶段，要决定下一步的动作，都要依赖于当前所关注的纸上某个位置的符号和此人当前思维的状态。

图灵机是由一个控制单元组成的，能够通过一个读/写磁头对两端可以无限延伸的磁带上的符号进行读和写的装置。

在图灵机计算的任何一个时刻，计算机一定处在有限个条件中的一个，这些条件称为状态。图灵机的计算开始于一个特定的状态，称为初始状态，而停止于另一个特定状态，称为停止状态。图灵机的计算由计算机的控制单元执行一系列步骤所组成。每一步都包括：观察当前磁带单元中的符号，然后将符号写进这个单元，期间可能要将读/写磁头左移或右移一个单元，接下来再改变状态。要执行的确切活动是由程序所决定的，程序通过计算机的状态和磁带当前单元的内容来告诉控制单元做什么。

图灵机的形式化的描述是：图灵机(TM)是一个七元组($Q, \sum, \Gamma, \delta, q_0, B, F$)，其中：

① Q 是有穷个状态的集合；

② Γ 是所允许的带符号的有穷集合；

③ $B \in \Gamma$ 是空白符；

④ $\sum$ 是 Γ 的一个不包含空白符的子集，即输入符号集合；

⑤ $q_0 \in Q$ 是初始状态；

⑥ $F \subseteq Q$ 是停机状态的集合，当控制器内部状态为停机状态时图灵机结束计算；

⑦ δ 是转移函数，即控制器的规则集合。

开始时，TM 以最左边的 n 个带方格接收输入，带的其余部分是空白。读写头从最左边的带方格开始运行，根据转移函数所描述的规则进行，直到状态为 F 中的状态之一，停机。

图灵机的核心是转移函数，它说明了机器从一步怎样走到下一步。δ 的形式为：

$Q\times\Gamma\to Q\times\Gamma\times\{L,R\}$。若机器处于 q 状态，读写头在带方格内包含符号 a，则当 $\delta(q,a)=(r,b,L)$ 时，机器写下符号 b 以取代 a，并进入状态 r，第三个分量表示读写头是向左(L)还是向右(R)。

如果把二进制形式表示的输入值放在计算机的磁带上，运行计算机，直至停止，然后就可以从磁带上读取输出值。这种由图灵机以这种方式计算的函数称为**图灵可计算的**(Turing computable)。图灵猜想，图灵可计算函数与可计算函数是一样的，或者说，图灵机的计算能力囊括了任何算法系统的能力。还可以说，图灵机概念提供了一个环境，在此环境下，所有可计算函数的解都能被表示。今天，这个猜想被称为**丘奇-图灵论题**(Church-Turing thesis)。它的意义在于可以把图灵机的能力作为一种标准，其他计算系统能够以此进行比较。如果一个计算系统能够计算所有的图灵可计算函数，那么就可以认为它的能力与任何计算系统的能力相当。

1.1.2 可计算性

是不是所有的函数在图灵机模型下都是可计算的呢？看下面的函数：

这个函数的输入是一个程序，如果输入的程序是自终止的，则结果为 1，如果输入的程序不是自终止的，则结果为 0。这个函数称为**停机函数**(halting function)。

如果程序中所有的变量都用程序自身的编码形式来进行初始化，且这个程序的执行能够导致一个终止的过程，那么这个程序就是**自终止的**(self-terminating)。例如：

```
x=0;
while x not 0 do
    x=x+1;
endwhile
```

这个程序开始令 x 为 0，while 一行表示，如果 x 不等于 0，则执行 x＝x＋1(x 的值增加 1)，然后再判断 x 是不是 0，如果不是 0，x 还会再加 1，如此循环往复，直到 x 等于 0 时结束。do 与 endwhile 之间的内容是要重复执行的内容。事实上，不管这个程序的输入是什么，x 都等于 0，在 while 行，如果 x 等于 0，则程序结束。所以，这个程序是自终止的。

现在假设停机函数是可计算的，这意味着可以找到一个程序，其输入是程序，如果输入的程序是终止的，则结果为 1，如果输入的程序不是自终止的，则结果为 0。设这个程序为“**停机函数判定程序**”。

现在构造另一个新程序，称为“**停机函数判定扩展程序**”：

```
"停机函数判定程序"
while x not 0 do
    x=x+1;
endwhile
```

也就是说，这个新程序的前一部分是刚才的“停机函数判定程序”，后面是一个循环，并且“停机函数判定程序”的结果是 x。

现在，以新程序作为新程序自身的输入，假设新程序是自终止的，那么“停机函数判定程序”的结果是 x=1，由于 x 不等于 0，导致 x 不停地加 1，而且永远不会为 0，从而程序不终止，矛盾；假设新程序不是自终止的，那么“停机函数判定程序”的结果是 x=0，由于 x=0，while 的循环不会执行使程序停止，还是矛盾。这就证明了停机函数在图灵机模型下是不可计算的。那么，不使用图灵机模型，停机问题是不是可计算的呢？或者对图灵不可计算的问题还有没有其他可计算的办法？这是计算学科的科学家研究的问题之一。

1.1.3 问题的复杂性

对于可解的问题，又有难易之分。比如，排序问题，人们就觉得是容易解决的问题，而学校中课表的编排，就觉得是复杂的问题。因为要考虑到教室、实验室、课程、学生等资源均不能产生冲突，而且课程越多，资源越少，冲突的可能性就越大，越觉得复杂。那么到底什么样的问题是复杂的问题，什么样的问题是难的问题呢？

【课堂练习 1-4】 请同学们想一想，还有哪些问题较复杂，哪些问题较容易？从哪个角度说它复杂还是容易？

在计算机科学领域中，问题的求解都表示为算法，所以，问题的复杂性取决于解决问题的算法的特性。难于理解的算法在计算机中反而可能很容易求解，而容易理解的算法却可能花不少的时间。对问题的求解关键是看在计算机上求解所花的时间，从这个角度上考察的复杂性称为**时间复杂性**(time complexity)。而同一个算法，对不同规模的问题、在不同的机器上求解的绝对的时间是不同的，这显然不是因为算法的不同带来的，所以，算法的时间复杂度常是看算法中需要的主要运算的次数和规模的关系。例如，两个 $N\times N$ 矩阵的乘法，每个元素需要 N 个乘法和 $N-1$ 次的加法，而要计算 $N\times N$ 个元素，在计算机运算中，乘法的计算比加法更复杂，所以主要考察乘法的次数，大约是 N^3 次乘法，所以说矩阵相乘的时间复杂性是 $O(N^3)$，即和 N^3 是同一个数量级的。同一个问题可以有不同的算法，通常用其中时间复杂度最小的作为**问题的时间复杂性**。

计算机中的内存资源是有限的，因此节省内存的算法对较大的问题就很重要。通过度量程序所需的存储空间来衡量复杂性称为**空间复杂性**(space complexity)。空间复杂性也是用问题规模的数量级来表示的。空间复杂性和时间复杂性可能常常是矛盾的，在设计算法时需要做出折中。

如果算法在最坏情况下的时间复杂度是 $O(n^k)$，其中 n 表示问题的规模，k 是一个确定的常数，则称该算法的时间复杂性是**多项式时间**。一般地，将可由多项式时间算法求解的问题看做易处理的问题，称为 **P 问题**。而将需要超出多项式时间才能求解的问题看做难处理的问题。例如，从 n 个人的群体中列出所有可能的不同的小组的组合是 2^n-1，它的时间复杂度至少是 $O(2^n-1)$，是指数时间复杂性的问题。有许多问题，表面上看似乎并不比排序等问题复杂，但却至今没有找到求解这些问题的多项式时间算法，也没能够证明这些问题需要超出多项式时间的下界。

1.2 计算工具的发展和电子计算机的诞生

计算工具(Calculating Devices)是计算时所用的器具或辅助计算的实物。从数学产生之日起，人们便不断寻求能方便进行和加速计算的工具。因此，计算和计算工具是息息相关的。

1.2.1 手工计算工具

中国古代最早的记数方法是结绳。所谓结绳记数，就是通过在一根绳子上打结来表示事物的多少。比结绳记数稍晚一些，古代的先民又发明了契刻记数的方法，即在骨片、木片或竹片上用刀刻上口子，以此来表示数目的多少。

在中国历史上，结绳记数和契刻记数的方法大约使用了几千年，直到新石器时代的晚期，才逐渐地被数字符号和文字记数所代替。最晚到商朝时，我国古代已经有了比较完备的文字系统，同时也有了比较完备的文字记数系统。在商代的甲骨文中，已经有了一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、百、千、万这 13 个记数单字，而有了这 13 个记数单字，就可以记录十万以内的任何自然数。

1. 算筹

中国春秋时代就出现了“算筹”。根据史书的记载和考古材料的发现，古代的算筹实际上是一根根同样长短和粗细的小棍子，一般长为 13～14cm，径粗 0.2～0.3cm，多用竹子制成，也有用木头、兽骨、象牙、金属等材料制成的，大约二百七十几枚为一束，放在一个布袋里，系在腰部随身携带。需要记数和计算的时候，就把它们取出来，放在桌上、炕上或地上进行摆弄。

在算筹记数法中，以纵、横两种排列方式来表示单位数目，其中 1～5 均分别以纵、横方式排列相应数目的算筹来表示，6～9 则以上面的算筹再加下面相应的算筹来表示。表示多位数时，个位用纵式，十位用横式，百位用纵式，千位用横式，以此类推，遇零则置空。这种记数法遵循十进位制。那么为什么又要有纵式和横式两种不同的摆法呢？这就是因为十进位制的需要了。由于位与位之间的纵、横变换，且每一位都有固定的摆法，所以既不会混淆，也不会错位。如图 1-1 所示。

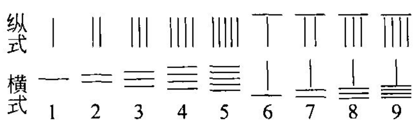


图 1-1 古代算筹记数法

而用算筹表示数的不同方法，就是数的编码。

2. 算盘

算盘一类的计算工具在很多文明古国都出现过，例如古罗马算盘，因为没有位值概念，被淘汰了；俄罗斯算盘，每柱有 10 个算珠，计算麻烦，也被淘汰了。现在很多国家流行的是中国式的算盘。

中国算盘是从算筹发展而来的。汉末三国时期徐岳撰写的《数术记遗》中有述：“珠算，控带四时，经纬三才”，这是对珠算的最早的文字记载。北周甄鸾为此作注，大意是：

把木板刻为三部分，上下两部分是停游珠用的，中间一部分是定位用的。每位各有 5 颗珠，上面一颗珠与下面 4 颗珠用颜色来区别。上面一珠当 5 ，下面 4 颗，每珠当一。可见当时“珠算”与现今通行的珠算有所不同。算盘比算筹更加方便实用，同时还把算法口诀化，从而加快了计算速度。用算盘计算称珠算。珠算有相应的法则，统称珠算法则。

【思考题】 古代计算工具与现代计算机有哪些共性？

3. 纳皮尔筹

除中国外，其他的国家也有各式各样的计算工具发明，例如罗马人的“算盘”，古希腊人的“算板”，印度人的“沙盘”，及英国人的“刻齿本片”等。这些计算工具的原理基本上是相同的，都是透过某种具体的物体来代表数，并利用对物件的机械操作来进行运算。

纳皮尔的骨头（图 1-2）是一种用来计算乘法与除法，类似算盘的工具。由一个底座及 10 根圆柱（方柱）组成，可以把乘法运算转为加法，也可以把除法运算转为减法，甚至可以开平方根。

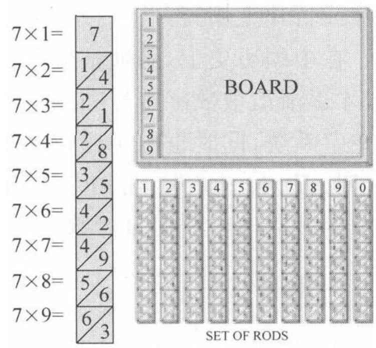


图 1-2 纳皮尔筹

下面举例说明如何用纳皮尔的骨头（纳皮尔筹）进行乘除法运算。

【例 1-1】 用纳皮尔筹计算 46785399 乘以 7。

解：

① 把编号 4，6，7，8，5，3，9，9 的圆柱依序放入底座；

② 如图 1-3 所示将结果相加即得到乘积（记得要进位）。

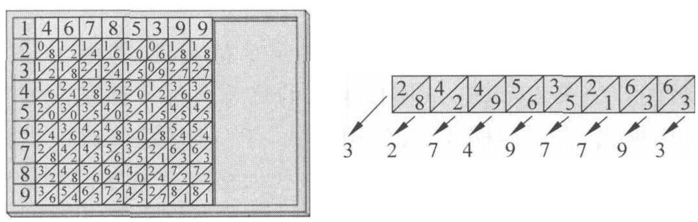


图 1-3 纳皮尔筹 46785399 乘以 7

实际上，上述的计算步骤，已经相当于现在的计算机程序了。

4. 计算尺

1614 年，对数被发明以后，乘除运算可以化为加减运算，对数计算尺便是依据这一特点来设计的。1620 年，E. 冈特最先利用对数计算尺来计算乘除。1632 年，奥特雷德发明了有滑尺的计算尺，并制成了圆形计算尺。1652 年，R. 比萨克制成了有固定尺身和滑尺的计算尺。1850 年，V. 曼南在计算尺上装上游标，因此被当时科学工作者，特别是工程技术人员所广泛采用。

在其最基本的形式中，计算尺用两个对数标度来做像乘法除法这些在纸上进行时既

费时又易出错的常见运算，用户通过估计来决定小数点在结果中的位置。在包含加减乘除的计算中，加减在纸上进行，而非算尺上。

实际上，就是最基本的学生用算尺也远远不止两个标度。多数算尺由三个直条组成，平行对齐，互相锁定，使得中间的条能够沿长度方向相对于其他两条滑动。外侧的两条是固定的，使得它们的相对位置不变。有些算尺（“双面”型）在尺和滑杆的两面都有刻度，有些在外条的单面和滑杆的两面有刻度，其余的只有一面有刻度（“单面”型）。更复杂的算尺可以进行其他计算，例如平方根、指数、对数和三角函数。

(1) 乘法。

图 1-4 显示了一把有两个对数刻度的简化计算尺。也就是说，一个数字 x 印在每把尺的离“索引”（用数字 1 标记）的距离和 $\log x$ 成正比的地方。

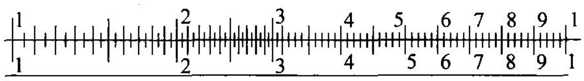


图 1-4 有两个对数刻度的简化计算尺

法则 $\log(xy)=\log(x)+\log(y)$ 和 $\log(x/y)=\log(x)-\log(y)$ 把乘法和除法运算变为加法和减法运算。把顶部刻度向右滑动 $\log(x)$ 的距离，则每个数字 y（位于顶部刻度 $\log(y)$ 的位置）对应的底部刻度就是 $\log(x)+\log(y)$。因为 $\log(x)+\log(y)=\log(xy)$，底部刻度的这个位置标记为 xy，也就是 x 和 y 的积。

图 1-5 显示了 2 乘其他任何数字。上面刻度的索引（1）和下面刻度的 2 对齐了。这就把整个上刻度右移了 $\log(2)$ 的距离。上刻度的数字（乘数 y）对应的下刻度就是 $2\times y$ 的结果。例如，上刻度的 3.5 对应的下刻度 7 就是 2×3.5 的结果。而上面的 4 和下面的 8 对齐，就是 $2\times 4=8$。

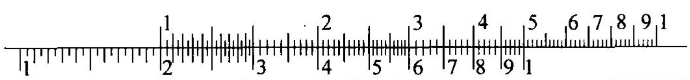


图 1-5 用计算尺计算 $2\times y$

有时操作可能会“超出范围”。例如图 1-5 显示上刻度的 7 没有和任何下刻度的数字对齐，所以它没有给出 2×7 的结果。在这种情况下，可以把上刻度往左移，乘以 0.2 而不是 2，如图 1-6 所示。

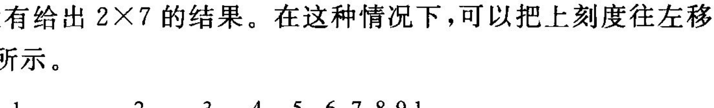


图 1-6 用计算尺计算 $0.2\times y$

这里，算尺的使用者必须记得调整小数点以得到最后的答案。例如欲得到 2×7 的结果，实际上计算了 $0.2\times 7=1.4$，但是真正的答案是 14 而不是 1.4。

(2) 除法。

图 1-7 显示了 5.5/2 的计算。顶部刻度的 2 放在底部刻度 5.5 的上面，顶部的 1 就在商 2.75 的上面。