



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5版)

赵英良 主编

仇国巍 夏 秦 贾应智 编著

1+X

清华大学出版社





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5版)

赵英良 主编

仇国巍 夏 秦 贾应智 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是“大学计算机基础”课程教材。全书以计算机信息处理为主线,分为7章:第1章是计算机系统概述,介绍计算工具的发展、计算机硬件组成和计算机操作系统;第2章是Python语言编程入门,学习一门优秀的计算机编程语言;第3章是信息的表示与存储,学习信息是如何在计算机中表示和存储的、计算机是如何进行计算的,还包括数据压缩的内容;第4章是数据的组织,学习数据结构的基本内容;第5章是查找、排序和算法策略,学习求解问题的基本思路,包括递归、回溯和分治等内容;第6章是数据库技术基础,介绍数据如何管理;第7章是信息的传输,介绍计算机网络的基本知识以及信息传输中的基本技术。

本书以培养计算思维能力和基本计算能力为目标,内容精练,技术实用,讲解细致,习题丰富,可作为大学第一门计算机课程的教材和教学参考书。

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/赵英良主编. —5版. —北京:清华大学出版社,2017

(大学计算机基础教育规划教材)

ISBN 978-7-302-48132-4

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(2017)第201851号

责任编辑:张 民

封面设计:何凤霞

责任校对:李建庄

责任印制:李红英

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

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.75

字 数:455千字

版 次:2004年8月第1版 2017年9月第5版

印 次:2017年9月第1次印刷

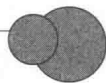
印 数:1~2000

定 价:39.00元

产品编号:076818-01

序

大学计算机基础教育规划教材



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的指导思想;按照分类、分层次组织教学思路,《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”。

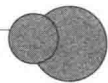
本套教材的特点如下:

- (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



本书第4版于2011年出版。当时计算思维正在引入教学,编写第4版的目标是基于计算机信息处理的基本技能,培养计算思维能力,应用6年,收到了较好的效果。从对“大学计算机基础”课程做的调查看,学完本课,95%的同学认为本课程的收获很大或较大,90%以上的同学认为计算机科学是有趣的,80%的同学认为本课程对思考问题的能力有较大启发和很大启发,50%以上的同学认为对绑定、效率、记忆、递归、纠错、学习、按时间排序、计算、分解、冗余等计算思维的基本概念理解较好。本书第4版获2014年西安交通大学第十三届优秀教材一等奖暨全国高校出版社优秀畅销书奖,也是“国家精品课程”主讲教材。当然,本书也有很多不足,比如原来的组织结构不尽合理,内容偏多,部分内容讲得不够细致,例题、习题还不够丰富等。

在多年教学实践基础上,参考教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会编制的《大学计算机基础课程教学基本要求》(2016版),本书主要作了如下修改:

(1) 调整了内容的顺序。将计算机系统的讲解放到了第1章,这样先让同学们了解计算机系统是什么样的;将数据的组织和数据管理分开,也调整了顺序,这样逻辑上更合理些。

(2) 增加了部分内容。如Python语言编程基础,这样就容易实现以后的基于Python的编程实验;增加了加法器的介绍,便于理解庞大的计算机系统是由基本电路组成的。

(3) 删除和精简了部分内容。如信息传输部分删除了同步技术、复用技术;信息表示部分删除了图像和音视频的压缩等。精简了算法策略和信息传输的大部分内容。

(4) 增加了例题和习题。大部分要求掌握的内容,都增补了例题,同时增补了类型丰富的习题,这使学生更容易把握教学的目的和目标,便于练习掌握。

(5) 增加了计算机科学家的简介。对本书中出现的计算机科学家,出于敬仰和敬意,大部分列出了简短介绍,同时也方便同学们了解知识、技术的背景,更好地掌握学习内容。

(6) 增加了课堂提问。这样方便学生进行阶段性思考,而不总是低头学习。

本书第5版组织更合理,内容更精练,讲解更细致,逻辑更紧密,习题更丰富,目标更明确,教学内容涵盖《大学计算机基础课程教学基本要求》列出的8类42个计算思维核心概念。

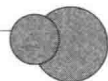
本书第1~3章由赵英良编写和修订,第5章由仇国巍编写和修订,第1、7章由夏秦编写和修订,第4、6章由贾应智编写和修订,全书由赵英良统稿。本书获西安交通大学本科“十三五”规划教材建设项目支持。在修订过程中卫颜俊、乔亚男等老师也提出了许多

宝贵意见,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足甚至是错误,恳请专家、同行和同学们批评指正,更希望提出意见和建议,谢谢。

编 者

2017 年 6 月于西安



第1章 计算机系统概述	1
1.1 计算和计算工具	1
1.1.1 计算	1
1.1.2 早期计算工具	2
1.1.3 机械式计算机	7
1.1.4 电子计算机	11
1.2 计算机系统的组成	13
1.2.1 硬件系统	14
1.2.2 软件系统	22
1.3 本章小结	28
习题1	28
第2章 Python 语言编程入门	31
2.1 算法的描述和评价	31
2.1.1 算法的特征	31
2.1.2 算法的描述	32
2.1.3 算法的评价	38
2.2 计算机语言及其发展	40
2.3 Python 语言编程入门	42
2.3.1 Python 语言环境的安装和使用	42
2.3.2 Python 语法初步	45
2.3.3 运算符	50
2.3.4 控制结构	55
2.3.5 列表和字符串	61
2.3.6 函数	66
2.4 本章小结	69
习题2	70
第3章 信息的表示与存储	72
3.1 信息和信息的表示	72
3.1.1 计算机中的信息和信息的表示形式	72
3.1.2 数的表示	73

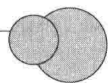
3.1.3 非数值信息的表示	86
3.2 信息的存储	99
3.2.1 布尔运算	99
3.2.2 门电路	104
3.2.3 存储器的结构	108
3.2.4 简单的加法器	110
3.3 数据压缩	112
3.3.1 信息量和信息熵	112
3.3.2 基本压缩方法	115
3.4 本章小结	121
习题 3	121
第 4 章 数据的组织	125
4.1 数据结构概述	125
4.1.1 数据、数据元素和数据项	125
4.1.2 数据元素之间的联系	126
4.1.3 数据的逻辑结构	127
4.1.4 数据的存储结构	129
4.1.5 数据的运算	130
4.2 线性表	131
4.2.1 顺序表	132
4.2.2 线性链表	138
4.2.3 栈	142
4.2.4 队列	144
4.3 树型结构	146
4.3.1 树	146
4.3.2 二叉树	147
4.3.3 树转化为二叉树	151
4.4 图结构	151
4.4.1 图的定义和基本术语	152
4.4.2 图的存储	153
4.4.3 图的遍历	155
习题 4	155
第 5 章 查找、排序和算法策略	161
5.1 查找算法	161
5.1.1 查找的基本概念	161
5.1.2 顺序查找	162
5.1.3 二分查找	164
5.1.4 哈希表及哈希查找	165

5.1.5	二叉排序树查找	169
5.2	排序算法	171
5.2.1	直接插入排序	172
5.2.2	简单选择排序	173
5.2.3	冒泡排序	174
5.3	算法策略	176
5.3.1	枚举法	176
5.3.2	递归法	178
5.3.3	分治法	182
5.3.4	回溯法	188
5.3.5	贪心算法	193
习题 5		197
第 6 章	数据库技术基础	202
6.1	数据库技术的概念	202
6.1.1	数据管理技术的发展	202
6.1.2	数据库系统	204
6.2	关系数据库	205
6.2.1	数据模型	205
6.2.2	关系模型	207
6.3	结构化查询语言 SQL	210
6.3.1	什么是结构化查询语言	210
6.3.2	数据表的操作	211
6.3.3	数据更新	212
6.3.4	数据查询	214
6.4	在 Python 中操作 SQLite 数据库	218
6.4.1	SQLite 和 PySQLite 简介	218
6.4.2	打开和关闭数据库	218
6.4.3	执行 SQL 语句	219
习题 6		221
第 7 章	信息的传输	225
7.1	计算机网络基础	225
7.1.1	计算机网络的组成	225
7.1.2	网络拓扑	226
7.1.3	网络体系结构	228
7.1.4	传输介质	233
7.1.5	常见网络设备	238
7.1.6	编址方法	243
7.1.7	网络服务	247

7.2	数据通信	252
7.2.1	基本概念	252
7.2.2	信号编码	255
7.2.3	检错和纠错	257
7.3	网络安全	263
7.3.1	基本概念	263
7.3.2	加密解密	265
7.3.3	用户认证	275
7.3.4	数字签名	277
	习题 7	280
附录	ASCII 字符表	283
	参考文献	286

第1章

计算机系统概述



1946年,电子数值积分和计算机(ENIAC)的问世,标志着计算机时代的到来。七十多年来,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等4个时代,已经进入网络化和智能化时代。计算机的应用从科学计算发展到信息处理、媒体制作、产品设计制造、智能控制和休闲娱乐。计算模式从单主机发展到客户机/服务器、浏览器/服务器、网络计算和云计算模式。计算机是如何实现这些神奇功能的呢?我们还是从计算说起吧。

1.1 计算和计算工具

计算由来已久,从远古人的结绳计数就开始使用计算。天文学家通过计算分析天体的运行规律和物质组成,生物学家通过计算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。

1.1.1 计算

计算(computation)是算法的执行过程,即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,直至达到最终的目标状态的过程。

算法(algorithm)是由若干条指令组成的有穷序列。

指令(instruction)是表示某种动作的符号。

【例 1-1】一元二次方程的一般形式是 $ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0$,请写出求一元二次方程的根的算法(含复根)。

问题分析:一元二次方程的根可以通过求根公式计算出来。实根、复根可以通过根的判别式判断,不过应先计算根的判别式,再计算根。

解:设一元二次方程为 $ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0$,则求一元二次方程根的算法如下:

① 计算 $\Delta = b^2 - 4ac$ 。

② 如果 $\Delta = 0$,则方程有两个相同的实根。

$$x_1 = x_2 = -b/(2a)$$

转⑤。

③ 如果 $\Delta > 0$, 则方程有两个不同的实根。

计算 $d = \sqrt{\Delta}$

$$x_1 = (-b + d)/(2a), \quad x_2 = (-b - d)/(2a)$$

转⑤。

④ 如果 $\Delta < 0$, 则方程有两个不同的复根。

计算 $d = \sqrt{-\Delta}$

$$x_1 = -b/(2a) + d/(2a)i, \quad x_2 = -b/(2a) - d/(2a)i$$

⑤ 结束。

其中, i 是虚单位, $i^2 = -1$, “/”表示除法运算。

【例 1-2】 分析下列算法的功能。

① $n = 10$ 。

② $mul = 1, i = 1$ 。

③ 如果 $i \leq n$, 计算 $mul = mul * i$, 转④;
否则, 转⑤。

④ $i = i + 1$, 转③。

⑤ 输出 mul 。

⑥ 结束。

解: 按照算法描述的步骤去做, 第①步, n 表示 10, 第②步, mul 表示 1, i 表示 1。第③步, i 小于等于 10 成立, 所以执行 $mul = mul * i$, 刚才 mul 表示 1, i 表示 1, 结果是 mul 的值是 1; 转④, 执行 $i = i + 1$, 刚才 i 表示 1, 加 1 之后变成 2, 注意这时 i 就表示 2 了。然后转③。 i 仍小于 10, 再执行 $mul = mul * i$, 注意, 这时 mul 是 1, i 是 2, 结果是 $mul = 1 * 2$ 。又转④, i 又加 1, 变成 3, 3 小于 10, 再乘以 $mul \dots$

大家注意, 只要 i 小于等于 10, 就会在当前 mul 基础上乘以 i , 然后 i 加 1, 这样, mul 就是最先乘以 1, 再乘以 2, 再乘以 3, 再乘以 4, $\dots$, 直到乘以 10, 这就是 $10!$ 。当 i 加到 11 的时候, 不小于等于 10 了, 这时转⑤, 输出 mul , 就是 $10!$, 值是 3628800。所以, 这是一个求 $10!$ 的值的算法, 改变 n 就可以求任意数的阶乘。

【思路扩展 1-1】 算法描述了做事情的步骤和过程, 按照算法的说明, 一步一步去做, 就能完成任务, 从这个意义上说, 算法不仅可以描述数学计算, 还可以描述任何任务的完成过程。事实上, 常见的菜谱、乐谱、导航和各种使用说明等, 都是算法。

为了方便计算, 加快计算过程, 人们设计出辅助计算的装置, 这就是计算工具。有了计算工具, 人们就可以完成更复杂的计算, 计算和计算工具相互促进地发展着。

1.1.2 早期计算工具

中国古代最早的记数方法是结绳记数。所谓结绳记数, 就是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。

在中国历史长河中, 结绳记数和契刻记数的方法大约使用了几千年的时间, 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(见图1-1和图1-2),就可以记录十万以内的任何自然数。

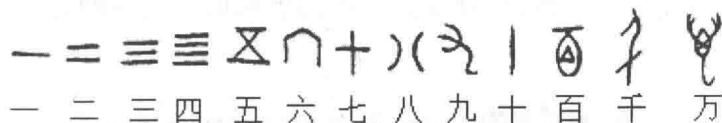


图 1-1 甲骨文中的数字

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(见图1-3),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,就把它取出来,放在桌上、炕上或地上都能摆弄。



图 1-2 甲骨文

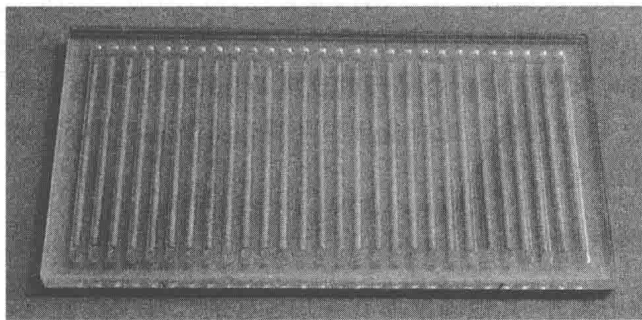


图 1-3 象牙算筹(西汉,陕西历史博物馆)

在算筹计数法中,以纵横两种排列方式来表示单位数字,其中,1~5 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(1个算筹代表5)再加下面相应的算筹来表示,如图1-4所示。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,依此类推,遇零则置空。这种计数法遵循十进制的进位计数制。而用算筹表示数的不同方法,就是数的编码。

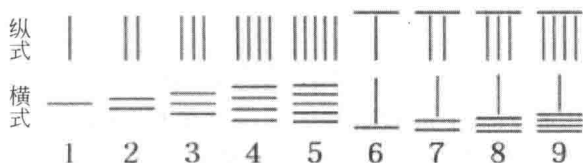


图 1-4 古代算筹计数法

2. 算盘

算盘一类的计算工具很多文明古国都出现过,例如古罗马算盘没有位值概念,被淘汰了。俄罗斯算盘每柱十个算珠,计算麻烦。现在很多国家流行的是中国式的算盘(见图 1-5)。

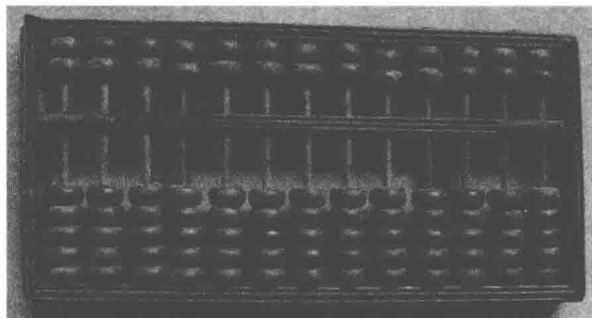


图 1-5 算盘(江苏南通,中国珠算博物馆)

中国算盘是从算筹发展而来的。汉末三国时期,徐岳撰的《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,中间一部分是作定位用的。每位各有五颗珠,上面一颗珠与下面四颗珠用颜色来区别。上面一珠当五,下面四颗,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,珠算有对应四则运算的相应法则,统称珠算法则。

3. 纳皮尔筹

除中国外,其他国家亦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”,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,同样是通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^①筹(也叫纳皮尔骨头)是一种用来计算乘法与除法,类似算盘的工具。由一个底盘及九根圆柱(或方柱)组成(见图 1-6),可以把乘法运算转换为加法运算,也可以把除法运算转为减法,甚至可以开平方根。

下面举例说明如何用纳皮尔筹进行乘法运算。

【例 1-3】 用纳皮尔筹计算 46785399 乘以 7。

解:

- ① 把编号 4,6,7,8,5,3,9,9 的圆柱依序放入底盘(见图 1-7)。
 - ② 在 7 对应的行中将斜线中的数字相加即得到乘积(要进位)。
- 实际上,上述的计算步骤,相当于现在的计算机程序了。

^① 约翰·纳皮尔(John Napier),1550—1617,英国数学家、物理学家、天文学家,发现对数,发明纳皮尔筹。

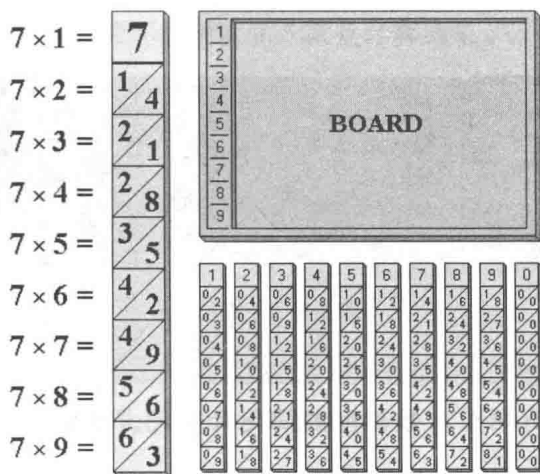


图 1-6 纳皮尔筹

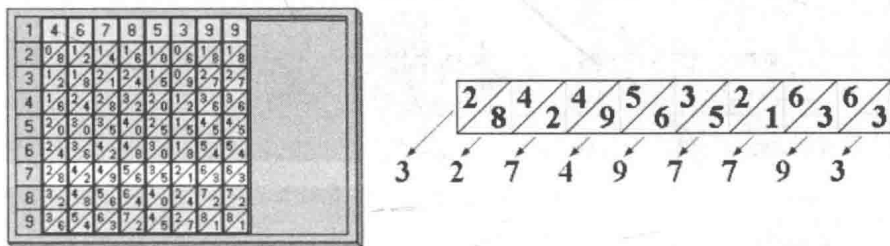


图 1-7 纳皮尔筹 46785399 乘以 7

4. 计算尺

1614年,对数发现以后,乘除运算可以转化为加减运算。对数计算尺便是依据这一原理来设计的。1620年,E·冈特^①最先利用对数计算尺来计算乘除。1632年,奥特雷德^②发明了有滑尺的计算尺,并制成了圆形计算尺。

在计算尺的最基本形式中,用两组对数刻度来做乘除法这些在纸上进行时既费时又易出错的常见运算。在包含加减乘除的计算中,加减法在纸上进行。

所谓对数刻度,就是直尺上标“2”的位置距起点的距离是 $\log(2)$ 而不是 2。实际上,即使是最基本的学生用计算尺也远远不止两组标度。多数计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(见图 1-8)。有些计算尺(“双面”型)的两面都有刻度,有些在外条的单面和游标的两面有刻度,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、对数和三角函数等。下面看一下如何用计算尺做

^① 埃德蒙·冈特(Edmund Gunter),1581—1626,英国牧师、数学家、几何学家、天文学家,发明冈特链(Gunter Chain)、冈特四分仪(Gunter quadrant)和冈特计算尺(Gunter scale)。

^② 威廉·奥特雷德(William Oughtred),1574—1660,英国数学家,发明有滑尺的计算尺,引入乘号“ $\times$ ”和正弦、余弦函数的缩写 $\sin$ 、 $\cos$ 。

乘除运算。

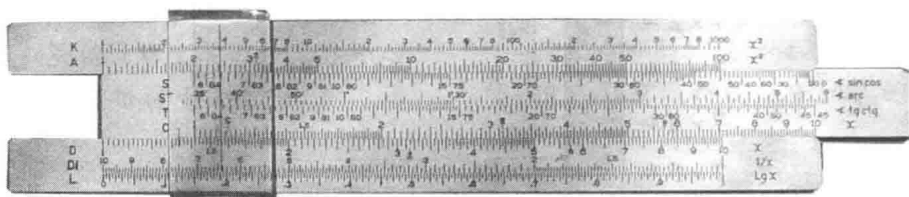


图 1-8 计算尺

(1) 计算尺的乘法运算

图 1-9 显示了一把有两组对数刻度的简化计算尺。也就是说, 数字 x 印在长度为 $\log(x)$ 个单位的位置。

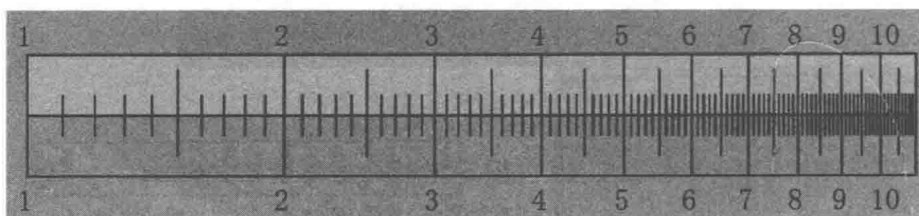


图 1-9 有两组对数刻度的简化计算尺

根据对数的基本运算公式, $\log(xy) = \log(x) + \log(y)$ 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, 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 1-10 显示了 2 乘以其他任何数字。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 $2 \times 4 = 8$ 。

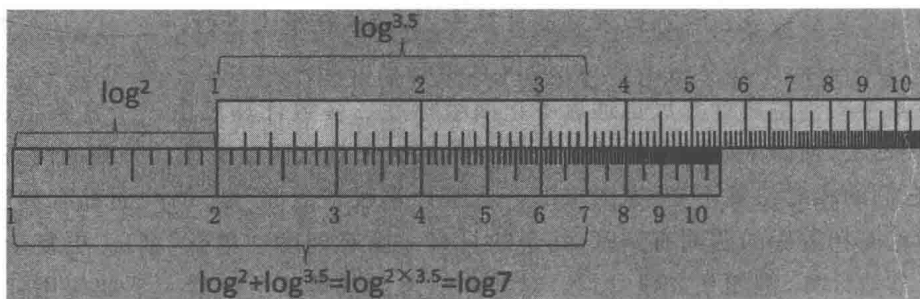


图 1-10 $2 * y$

(2) 计算尺的除法运算

图 1-11 显示了 $7/2$ 的计算。上面的刻度尺向右移动, 上面刻度的 2 放在下面刻度 7