

计算尺的使用与原理

JISUANCHI DE SHIYONG YU YUANLI

上海人民出版

计算尺的使用与原理

钱 立 豪

上海人民出版社

计算尺的使用与原理

钱 立 编

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.625 字数 99,000

1976年3月第1版 1976年3月第1次印刷

统一书号: 13171·165 定价: 0.28 元

毛主席语录

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国社会主义革命和社会主义建设迅速发展，特别是无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来，工农业生产更是突飞猛进。因此各条战线的计算工作也越来越繁重，我们上海计算尺厂在毛主席关于“独立自主、自力更生”方针的指引下，近几年来在计算尺的品种、数量、质量等方面都有了很大的发展，以适应工农业生产日益增长的需要。

本书深入浅出地介绍了计算尺常用尺度的各种用途、计算方法和原理，对计算尺的读数、定位方法、尺度函数以及计算尺的运算技巧等阐述得较为详细。本书力图使初学计算尺的读者能够较快地学会使用计算尺；同时使初步掌握了计算尺的读者能够熟练各种运算方法，提高运算技巧，并进一步了解计算尺的原理，从而可以根据自己工作的需要，设计各种专用计算尺。

本书在编写过程中曾得到有关单位领导和同志们的热情支持和帮助，并提出了不少宝贵意见，在此表示感谢。

本书中如有错误或不足之处，请读者批评指正。

目 录

第一章 基本知识	1
一、计算尺的构造	1
二、读数方法	2
三、计算尺的操作和保养	7
第二章 基本原理	9
一、对数	9
二、基本尺度的刻制原理	11
三、常用对数尺度的用法	14
第三章 乘除	17
一、乘法	17
二、除法	23
三、倒数	27
四、乘除连续运算	33
五、折尺度的应用	39
六、比例	48
第四章 开方和乘方	52
一、平方根和平方	52
二、含有平方或平方根的乘除	57
三、立方根和立方	59
四、含有立方根或立方的乘除	64
五、指数是 $3/2$ 或 $2/3$ 的幂	66
六、连续运算	69

七、平方尺的用法	75
八、立方尺的用法	79
九、用 C 尺、 D 尺、 L 尺求任意次幂	84
十、有关圆和球的计算	86
第五章 三角函数	93
一、正弦、余弦	93
二、正切、余切	95
三、小角度的正弦和正切	96
四、小角度的余弦与大角度的正弦	100
五、含有三角函数的乘除	102
第六章 矢量与复数	108
一、矢量与复数的运算	108
二、用矢量尺度的矢量计算	112
第七章 自然对数	120
一、自然对数尺度	120
二、求以 e 为底的对数和幂	122
三、用自然对数尺度求任意正数的任意次幂	125
附 录	132
一、几种常用计算尺的介绍	132
二、几种专业计算尺的介绍	136
三、计算尺上的常用符号	139

第一章 基本知识

计算尺携带方便,使用简捷。对于包含乘方、开方以及三角函数等等的乘除多步运算,计算尤其显得简便。因此,它在工程技术、军事、数学等各方面应用很广。下面我们先介绍一下有关计算尺的基本知识。

一、计算尺的构造

计算尺由尺身、滑尺和滑标等三部分组成(图 1-1)。

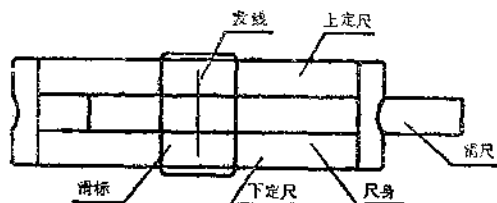


图 1-1

- (1) 尺身: 计算尺的固定部分, 包括上定尺和下定尺。
- (2) 滑尺: 在上定尺和下定尺之间可以滑动的部分。
- (3) 滑标: 由透明材料制成, 套在尺身外面, 可以左右移动。滑标中间有一条垂直于尺身的细长红线, 叫做发线。它是用来读数或对齐数字的。

计算尺尺面上有许多刻度, 这些刻度有规则地排列成长条形, 每一长条刻度叫做一条尺度, 尺度的名称都在左端用字

母标示。由于所选用的尺度和尺度的排列不同，计算尺就有各种型号。各种型号的计算尺上，常用的尺度如下：

基本尺度——用字母 C 、 D 标示，通常也称 C 尺、 D 尺。

倒尺度——用字母 I 标示。如 CI 尺是 C 尺的倒尺度， DI 尺是 D 尺的倒尺度。

折尺度——用字母 F 标示。如 CF 、 DF 、 CIF 分别为 C 尺、 D 尺、 CI 尺的折尺度。

平方根尺度——用字母 A 、 B 标示。

平方尺度——用字母 sq 标示。

立方根尺度——用字母 K 标示。

立方尺度——用字母 cu 标示。

三角函数尺度——用字母 S 、 T 、 SRT 标示。 S 为正弦尺度（余弦尺度）， T 为正切尺度（余切尺度）， SRT 为小角度的正弦、正切尺度。三角函数尺度也有标为 $\sin(\cos)$ 、 $\text{tg}(\text{ctg})$ 、 $\text{srt}(\cos \text{ctg})$ 的。

常用对数尺度——用字母 L 或 $\lg^{-1}$ 标示。

自然对数尺度——用字母 $\ln$ 或 LL 标示。

矢量尺度——用字母 H 、 H' 标示。

这些尺度一般分散安排在计算尺的两面。尺度的长通常为 12.5 厘米或 25 厘米。

二、读数方法

要掌握计算尺，必须先学会读数，就是读出尺上的刻度数。计算尺上的读数方法与一般厘米尺的读数方法基本上是相同的。但必须注意，计算尺除 L 尺外其余尺度的刻度都是不均匀的。在计算尺上 C 、 D 尺是基本尺度，只要学会了 C 、 D 尺的读数方法，其它尺度的刻度数就容易读出了。 C 、 D 尺的

刻度是相同的,所以只要研究 D 尺上的刻度就可以了。

在 25 厘米长的计算尺上,从 D 尺一般能读得 3~4 个有效数字* (D 尺的左边一段可读得 4 个有效数字,右边一段可读得 3 个有效数字),最后一个有效数字一般是凭目力估计的。在 12.5 厘米长的计算尺上,从 D 尺能读得 2~3 个有效数字,最后一个有效数字一般也是凭目力估计的。

我们先来看 25 厘米长的计算尺。移动滑标,使发线盖着 D 尺最左边的一条刻度线,这时就读 1 (D 尺上的 1,称为左指标)。将滑标顺次向右移,当发线盖着标有数字 2, 3, 4, …… , 10 的各条刻度线时,就读 2, 3, 4, …… , 10 (D 尺上的 10,称为右指标),见图 1-2。

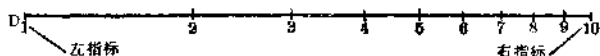


图 1-2

在每两个数字之间,即 1 和 2, 2 和 3, …… , 8 和 9 之间都有九条较长的刻度线,相邻两条刻度线所表示的数相差 0.1, 它们依次表示 1.1, 1.2, 1.3, …… , 1.9; …… , 9.1, 9.2, …… , 9.9 (图 1-3)。

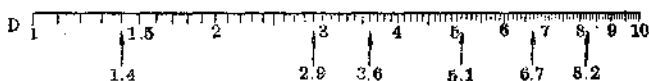


图 1-3

* 近似数里从第一个不是零的数字起到用近似方法获得的那个数字止,所有的数字都叫做有效数字。本书所说的有效数字一般不包括数尾的零。例如: 1405050, 1405, 14.05, 0.001405, 它们都具有相同的四个有效数字 1405。

在1与1.1, 1.1与1.2, …… , 1.9与2之间各有九条刻度线, 相邻两条刻度线所表示的数相差0.01, 它们依次表示1.01, 1.02, …… , 1.09; 1.11, 1.12, …… , 1.19; …… ; 1.91, 1.92, …… , 1.99(图1-4)。

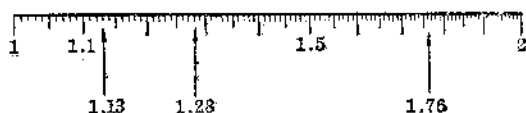


图 1-4

在2与2.1, 2.1与2.2, …… , 3.9与4之间各有四条刻度线, 相邻两条刻度线所表示的数相差0.02, 依次表示2.02, 2.04, 2.06, 2.08; …… ; 3.92, 3.94, 3.96, 3.98(图1-5)。



图 1-5

在4与4.1, 4.1与4.2, …… , 9.9与10之间各有一条刻度线, 依次表示4.05, 4.15, …… , 9.95(图1-6)。

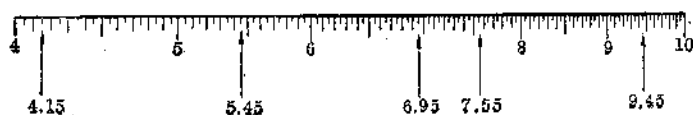


图 1-6

当发线在两条刻度线之间时,读数需凭目力估计。

例如,当发线在1与1.01之间,约向右五分之四小格时,就读1.008,当发线在1.81与1.82的中间时,就读1.815(图1-7);

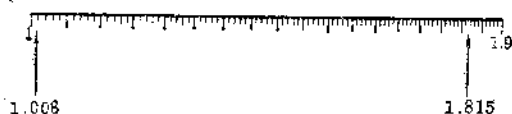


图 1-7

当发线在2与2.02之间,约向右四分之一小格时,就读2.005,当发线在4与4.05中间时,就读4.025(图1-8);

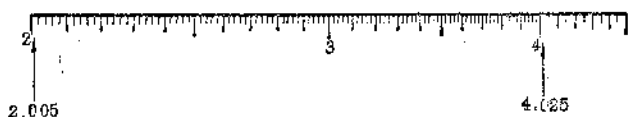


图 1-8

当发线在9与9.05之间,约向右五分之三小格时,就读9.03(图1-9)。

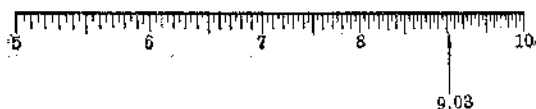


图 1-9

在12.5厘米长的计算尺上,C、D尺1与1.1之间,1.1与1.2之间,……,1.9与2之间各有四条刻度线,相邻两条刻度线所表示的数相差0.02;2与2.1之间,2.1与2.2之间,……,4.9与5之间各有一条刻度线,依次表示2.05,

2.15, …… , 4.95; 5 与 6 之间, 6 与 7 之间, …… , 9 与 10 之间各有九条刻度线, 依次表示 5.1, 5.2, …… , 5.9; 6.1, 6.2, …… , 6.9; …… , 9.1, 9.2, …… , 9.9.

当发线在两条刻度线之间时, 读数也要凭目力估计.

例如, 发线盖着 1.4, 然后向右移动 1 小格, 即读 1.42; 如果再将发线向右移动大约二分之一小格, 即读 1.43; 当发线在 2.05 约向右五分之三小格时, 即读 2.08; 当发线在 5.3 约向右五分之二小格时, 即读 5.34 (图 1-10).

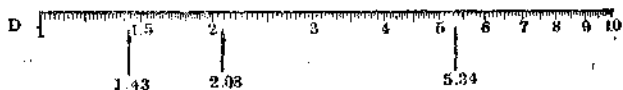


图 1-10

其它尺度的读数方法与此相仿, 读者可自己练习.

虽然计算尺读数的有效数字有限, 但是对于许多实际问题的计算, 3~4 个有效数字已经够用了. 下面我们举个例子来说明.

某化肥厂新建一个圆柱形氨水池, 量得底面直径是 3.52 米, 高是 5.62 米, 求氨水池的容积是多少立方米?

解: 设该圆柱形氨水池的容积为 V , 取 $\pi=3.14$, 则

$$V = \pi r^2 h = 3.14 \times \left(\frac{3.52}{2} \right)^2 \times 5.62.$$

用笔算, 得 $V=54.663$ 立方米 (取五个有效数字), 用计算尺计算, 得 $V=54.7$ 立方米. 相对误差

$$\Delta = \frac{54.7 - 54.663}{54.7} = 0.000675 < \frac{1}{1000}.$$

这样的精确度已经完全能够满足实际的需要.

三、计算尺的操作和保养

使用计算尺时，一般用左(右)手指轻持计算尺的上下两侧面，用右(左)手来回推送滑尺或滑标。移动滑标时，滑标无弹簧的一侧应紧靠尺身，以免发线倾斜。

基本操作方法如下：

(1) 使滑尺尺度甲上的数 c 对准尺身尺度乙上的数 d ，进行这种操作时，先把滑标发线对准乙尺上的 d ，再移动滑尺，使甲尺上的 c 也在发线下。以后在图上，这类操作我们用箭头标记为 $\swarrow$ ；

(2) 已知尺度甲上的数 c ，求在尺度乙上对应的数 d 。进行这种操作时，只需移动滑标，使发线盖着甲尺上的 c ，在乙尺上读得 d 。这类操作，在图上我们用箭头标记为 $\downarrow$ ，答案用记号 $\blacktriangle$ 标出。

例如，抽动滑尺，使 C 尺 1 (左指标) 对准 D 尺上 d ；移动滑标使发线盖着 C 尺上 c ，在滑标发线下读 D 尺得 y ，这样的运算过程可用图表示如下：

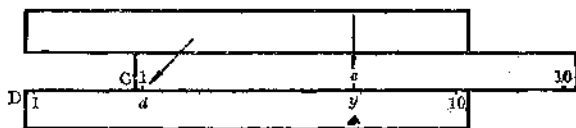


图 1-11

计算尺是一种比较精密的工具，必须注意维护和保养。

(1) 计算尺不用时，要放在匣子或套子里，不使受潮、受热，以防变形。

(2) 尺面如有污垢，可用软绒布蘸光蜡少许，轻轻揩拭，

即可抹去。也可用少许牙膏揩拭，但切不可用酒精、香蕉水或其它有机溶剂揩擦，以免漆色被溶解脱落。

(3) 计算尺使用前应用软布把尺面灰尘揩清，以免在移动滑标时，灰尘嵌进滑标玻璃下面而与尺面摩擦。如滑标玻璃下积有尘垢，可插进一张薄纸片，把纸或滑标来回移动数次，即可揩清。

(4) 使用时，手指尽量少和尺面接触，以免酸、碱、油等腐蚀。

在双面计算尺上，当正面 C 尺与 D 尺对齐时，反面的 C 尺与 D 尺也应对齐。滑标发线如盖着正面 C 、 D 尺的 1 或 10 时，那么在反面，滑标发线也应正好盖着 C 、 D 尺的 1 或 10，并且正反两面的发线都应 与尺身垂直。

计算尺在出厂前都经过校正，如无必要切勿自行拆卸，以免损坏。

第二章 基本原理

一、对数

计算尺上的大多数尺度都是根据对数原理刻制而成的。为此,我们先简单地谈一谈对数。

恩格斯指出:“一个数的几个幂的乘或除,可以变做它们的各个指数的相加或相减。任何一个数都可以理解为和表示为其他任何一个数的幂(对数, $y=a^x$)。而这种从一个形式到另一个相反的形式转变,并不是一种无聊的游戏,它是数学科学的最有力的杠杆之一,如果没有它,今天就几乎无法去进行一个比较困难的计算。”(《自然辩证法》)这段话深刻地揭示了对数和利用对数进行计算的本质。

设 $y=a^x (a>0, a\neq 1)$,

我们把 x 叫做以 a 为底的 y 的对数, a 叫做底数, y 叫做真数,记作 $x=\log_a y$ 。

例如: $2^4=16$, 则 $\log_2 16=4$;
 $10^2=100$, 则 $\log_{10} 100=2$;
 $10^{-1}=0.1$, 则 $\log_{10} 0.1=-1$ 。

这里, 4 是以 2 为底的 16 的对数; 2 是以 10 为底的 100 的对数; -1 是以 10 为底的 0.1 的对数。

以 10 为底的对数, 即 $\log_{10} N$, 通常叫做常用对数, 简写作 $\lg N$ 。

对数具有如下一些性质:

$$\log_a 1 = 0, \log_a a = 1,$$

$$\log_a MN = \log_a M + \log_a N,$$

$$\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N,$$

$$\log_a M^\alpha = \alpha \log_a M,$$

$$\log_a \sqrt[\alpha]{M} = \frac{1}{\alpha} \log_a M.$$

常用对数除了具有上述对数的一般性质外, 还具有下面一些特殊的性质:

(1) 10 的整数次幂的常用对数是一个整数, 它等于这个幂的指数. 设 $y = 10^n$, 其中 n 为正整数、零或负整数(本书中的 n 都作如此规定), 则

$$\lg y = \lg 10^n = n.$$

(2) 在 1 和 10 之间的数的常用对数是一个正的纯小数.

设 $1 < y < 10$, 则 $0 < \lg y < 1$.

(3) 任何一个正数 Y 都可以写成如下的形式:

$$Y = y \cdot 10^n (1 \leq y < 10).$$

根据对数的性质可得

$$\lg Y = \lg(y \cdot 10^n) = \lg 10^n + \lg y = n + \lg y.$$

这就是说, 任何一个正数的常用对数都可以用一个整数(正整数、零或负整数)和一个正的纯小数(或者零)的和来表示. 它的整数部分叫做这个对数的首数, 正的纯小数部分(或者零)叫做这个对数的尾数. 例如:

$$\lg 358 = \lg(3.58 \times 10^2) = \lg 10^2 + \lg 3.58 = 2 + \lg 3.58;$$

$$\lg(0.0358) = \lg(3.58 \times 10^{-2}) = -2 + \lg 3.58.$$

从这里可看出, 凡是有效数字相同的数, 它们常用对数的尾数都相同, 而仅仅首数不同.