



CHANGYONGJISUANCHEYUANLIYUYONGFA

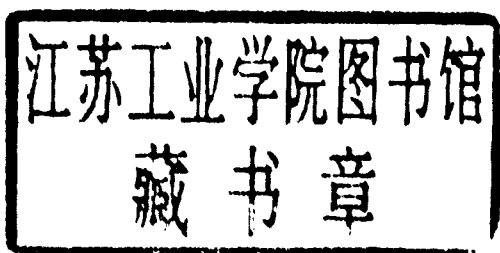
常用计算机 原理与用法



江苏科学技术出版社

常用计算尺原理与用法

金 奏 凯 编 著



江 苏 科 学 技 术 出 版 社

常用计算尺原理与用法

金奏凯编著

*

江苏科学技术出版社出版

江苏省新华书店发行

靖江县印刷厂印刷

1980年2月第1版

1980年2月第1次印刷

印数：1—10,000册

书号：15196·023 定价：0.41元

前 言

诚如读者所知，计算尺是一种简便实用的计算器具，目前电子计算机虽已在我国有所应用，但计算尺仍然不失其实用价值而被人们广为使用。

本书按算法分类，深入浅出地对各种型号常用计算尺上的每条尺度以至专用刻线的实用算法及其原理，作了比较详细的介绍。本书内容适于选为教学参考书，可供大、中院校师生和工程技术人员参阅。

本书原稿幸蒙南京工学院梁治明教授审阅和指教，谨致谢忱。此外，江苏省无锡机械制造学校的领导及老同事们对笔者的编写工作给予了支持和关怀，在此一并表示感谢。由于水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

笔 者

1979年5月于无锡

目 录

几点说明

- 一、精确度问题..... (1)
- 二、部件和名称..... (2)
- 三、尺度的分类..... (3)
- 四、定数、读数和定位法..... (5)
- 五、记号及运算术语的约定..... (7)

第一章 乘法、除法、解比例、求倒数、乘除混合运算的算法..... (8)

第一节 主尺度的构造原理及用法..... (8)

- 一、 C 、 D 尺的刻度..... (8)
- 二、用 C 、 D 尺作乘法和除法..... (10)
- 三、用 C 、 D 尺作乘除混合运算——“锯齿”形算序..... (12)
- 四、用 C 、 D 尺解比例..... (14)

第二节 倒数尺度的构造原理及用法..... (16)

- 一、红 CI (DI) 尺的刻度..... (16)
- 二、倒数计算法..... (17)
- 三、用 D 尺和 CI 尺作乘法、除法——乘除换算法..... (18)
- 四、用 C 、 D 、 CI 尺作乘除混合运算——配“锯齿”法..... (18)

第三节 折迭尺度的构造及用法..... (20)

一、 $CF(DF)$ 尺、红 CIF 尺的构造——两种折

迭法..... (20)

二、运算性能..... (21)

三、按“锯齿”形算序作乘除混合运算——六尺联算
..... (23)

四、解比例..... (25)

五、圆周长和直径的简捷算法..... (26)

第二章 平方、平方根和立方、立方根的算法..... (28)

第一节 平方尺度和立方尺度的构造及用法..... (28)

一、 A 、 B 尺和 K 尺的构造..... (28)

二、平方和平方根的算法..... (29)

三、立方和立方根的算法..... (32)

四、混合运算..... (34)

五、 sq_1 、 sq_2 尺和 cu_1 、 cu_2 、 cu_3 尺的构造及用法
..... (36)

第二节 几种专用算法..... (43)

一、钢材重量和锻件备料——“403”法..... (43)

二、千瓦和马力换算——“KW”线、“HP”线
的用法..... (48)

三、球体积——“V”线的用法..... (49)

四、圆面积——“s”线的用法..... (50)

五、球面积——“ π ”线的用法..... (51)

六、直径的计算——“1128”线的用法..... (51)

第三章 对数、正数的任意次幂和方根的算法..... (53)

第一节 常用对数尺度的构造及用法..... (53)

第二节 重对数尺度的构造及用法..... (55)

一、六支成对偶的重对数尺度的刻度..... (55)

二、函数 e^x 值和自然对数的算法..... (58)

三、倒数计算法..... (58)

四、正数的任意次乘幂和方根、以及对数的算法..... (59)

五、越出数值界限时的算法..... (65)

六、八支成对偶的重对数尺度的刻度..... (66)

第三节 旧式重对数尺度 LL_0 、 LL_{00} 尺的构造及
用法..... (67)

第四章 关于三角函数和解三角形的算法..... (72)

第一节 三角函数尺度的构造原理及用法..... (72)

一、 S 尺、 T 尺的刻度及用法..... (72)

二、 $ST(SRT)$ 尺的刻度及用法..... (75)

三、度、分、秒和弧度(径)的换算..... (77)

四、含三角函数的乘除混合运算..... (79)

五、解三角形..... (81)

六、五支三角函数尺度的构造原理及用法..... (88)

第二节 矢量尺度的构造原理及用法..... (89)

一、红 H'_0 (红 P) 尺的构造及用法..... (90)

二、 H_0 尺、 H_1 尺的构造及用法..... (93)

三、提高正弦、余弦准确度的算法..... (99)

第五章 实数、复数的双曲线函数和复数的三角函数的

算法..... (103)

第一节 双曲线函数尺度的构造及基本用法..... (103)

一、双曲线函数定义及性质..... (103)

二、双曲线函数尺度的刻度..... (106)

三、实数的双曲线函数、反双曲线函数的算法	… (107)
第二节 复数的双曲线函数	… (109)
一、复数的双曲线函数值的算法	… (111)
二、复数的反双曲线函数值的算法	… (115)
第三节 复数的三角函数	… (120)
一、复数的三角函数值的算法	… (121)
二、复数的反三角函数值的算法	… (124)
第六章 解一元二次方程	… (131)
第一节 实数根的算法	… (132)
第二节 用矢量尺度求实数根或复数根的算法	… (133)
一、 $\Delta \geq 0$ 的情形	… (133)
二、 $\Delta < 0$ 的情形	… (139)
附记	
关于主尺度刻制的唯一性原理	… (143)

几点说明

自《对数规范》(Canon of Logarithms)一书于1614年面世后，始为制作计算尺奠定了理论依据。历经了三百多年的历史发展过程，至今计算尺尺度的设置已经相当完美。

由于计算尺具有携带方便，用法简易且计算结果足以满足一般工程技术所要求的精确度等优点，因此现时它仍为理工院校师生、科研工作者和工程技术人员所广为使用。计算尺作为一种实用的计算工具，为在本世纪内实现我国四个现代化仍将发挥重要作用。

一、精确度问题

计算尺的规格一般分有尺长为125毫米和250毫米两种。常用的250毫米长计算尺可确保答案具有3~4个数目字，这样的精确度已足能合乎一般工程技术的要求。为消除初学者常有的认为计算尺不如笔算准确的偏见或误解，现举例说明如下：

已知钢材比重为7.85克/立方厘米，试求一根直径为90毫米，长度为1200毫米圆钢的重量。若取 π 值为3.1416，则这根

圆钢的重量 $W = \frac{1}{4} \times 3.1416 \times 9^2 \times 120 \times 7.85 = 1000$ 公斤重。如

用笔算约需花五分钟的时间始能算得重量 W 等于59.9275908公斤重的结果。显然，有如此多位数字的答案，在实际应用上已无意义。但常有人认为，在计算时，计算结果中保留数字的位数越多，答案就越精确，其实这是不对的。我们若从近似数计

算的理论来分析，原始数据7.85、90以及1200皆是经用仪器直接测量而得到的有效数字（即同单位和小数点的位置无关，且除最末一位数是欠准确或可疑的以外，其余各位数字都应是准确可靠的数。例如钢的比重为7.85克/立方厘米，在有效数7—8—5中头两个数7和8是从实验仪器的刻度上读出的准确数字，而最末一个数字5则是由观测者凭目测估计读出的欠准确数字）。根据近似数的运算法则，我们应该将数59.9275908中的十分位上数字9按“四舍五入”法取舍后，得出 $W = 60$ 公斤重的答案。但在学会计算尺用法后，我们用计算尺进行计算，只要用3~5秒钟的时间便可获得 $W = 59.9$ 公斤重的答案。这个数据既不失实用意义；再则即便它和“真值”相差了0.1公斤的话，相对误差尚不足0.2%。这是完全合乎一般工程技术计算所允许的近似数误差不大于0.5%的要求的。更何况用250毫米长计算尺进行计算可获得具有3~4个有效数字的答案，这便确保了误差远小于0.5%。所以，对计算尺的实用价值和精确度问题我们是不必怀疑的。

二、部件和名称

计算尺是由尺身、滑尺和游标等三部分组成（图1）。刻于游标的前后两侧透面片正中间的红线叫做发线或标线。发线

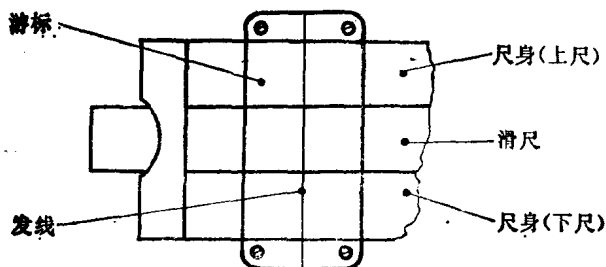


图 1

的正确位置应该是当前面的发线盖住 D 尺的左端 1 或右端 10 时, 背后面的发线也要盖住该面的 D 尺上的左端 1 或右端 10.

三、尺度的分类

刻于上、下尺身和滑尺上的各条横向并列的刻度叫做尺度。为区别起见，在每支尺度的左端都分别刻有C、D、CI……等字样，我们就把这些尺度分别简称为C尺、D尺、CI尺等等。

根据对数原理设计的计算尺除有各类理工科专业适用的常用计算尺外,尚有为方便专业性计算需要而设计的专用计算尺,如化工、电工、测绘、通风管道等专用计算尺。对于各种专用计算尺,若就其原理及用法都和常用计算尺无甚根本区别。因此本书对各类专用尺就不予细述。但单就常用计算尺而言,型

正面	反面	正面	反面
紅LL01	Sh1	紅Ln-2	Sh0
紅LL02	Sh2	紅Ln-1	Sh1
紅LL03	K	紅Ln0	cu1
DF	A	紅Ln1	cu2
CF	B	DF	cu3
紅CIF	T	CF	lg1 ⁻¹
L	ST	紅 CIF	tg0 ctg0
紅 CI	S	H0	tg1 ctg1
C	C	H1	tg2 ctg2
D	D	紅H0/	sin0 cos0
LL3	紅DI	紅CI	srt-1 cos-1, ctg-1
LL2	紅P	C	C
LL1	Th	D	D
		Ln1	Sq2
		Ln0	Sq1
		Ln-1	th0
		Ln-2	ch1

 2

〈1003〉型

号就有很多种,且在尺的两面一般都还刻有二、三十余支尺度。如·上海1009型尺计刻有26支尺度,而上海1003型尺则刻有34支尺度(图2)。但我们若按主要运算性能来划分,则可把各种型号常用计算尺的尺度归分成五大类:

第一类 是用于进行乘法、除法、乘除混合运算以及关于求倒数、解比例式等计算的尺度。此类中包括主尺度 $C(D)$ 尺、倒数尺度红 CI 尺、折迭尺度 $CF(DF)$ 尺和折迭倒数尺度红 CIF 尺。

第二类 是主要用来进行求平方数、平方根数和立方数、立方根数的尺度。其中计有平方尺度 $A(B)$ 尺或 sq_1 、 sq_2 尺,立方尺度 K 尺或 cu_1 、 cu_2 、 cu_3 尺。用这些尺度还能十分方便地进行如求圆面积、球体积、千瓦和马力的换算、钢材重量和锻件备料等多种专用计算。

第三类 是进行关于对数计算和求正数的任意次幂和方根的尺度。其中包括常用对数尺度 $L(lg_1^{-1})$ 尺,六支成对偶的重对数尺度 $LL1$ 、 $LL2$ 、 $LL3$ 尺和红 $LL01$ 尺、红 $LL02$ 尺、红 $LL03$ 尺,或八支成对偶的重对数尺度 $ln-2$ 、 $ln-1$ 、 $ln0$ 、 $ln1$ 尺和红 $ln-2$ 、红 $ln-1$ 、红 $ln0$ 、红 $ln1$ 尺。此外,在某些旧式计算尺上所刻的非对偶的重对数尺度红 LLO 尺和红 $LLOO$ 尺(图3),它们也属于本类。

第四类 是把用于进行三角函数和解三角形计算的尺度划属本类。其中包括三支三角函数尺度 S 尺、 T 尺、 ST

正面	反面
L	LL ₀
LL ₁	LL ₀₀
DF	A
CF	B
CIF	T
CI	ST
C	S
D	D
LL ₃	Th
LL ₂	Sh ₂
	Sh ₁

四达(1083)型

图 3

• “上海”指上海计算尺厂,下同。

(SRT) 尺或五支三角函数尺度 $\sin_0 \cos_0$ 尺、 $\text{tg}_0 \text{ctg}_0$ 尺、 $\text{tg}_1 \text{ctg}_1$ 尺、 $\text{tg}_2 \text{ctg}_2$ 尺、 $\text{srt}_{-1} \cos_{-1} \text{ctg}_{-1}$ 尺。另外还应将主要用于解直角三角形的矢量尺度 H_0 尺、 H_1 尺、红 H_0' (即红 P) 尺也划归本类。

第五类 是双曲线函数尺度 $Sh_1 (sh_0)$ 、 $Sh_2 (sh_1)$ 尺、 $Th (th_0)$ 尺、 $Ch (ch_1)$ 尺。用这类尺度不仅可求实数或复数的双曲线函数和反双曲线函数值，而且还能用来求复数的三角函数和反三角函数值。

四、定数、读数 and 定位法

把已知的数字用发线标出它在某支尺度上所对应的刻度的位置称为定数；反之，正确的读出在发线下某支尺度上的刻度所表示的数叫做读数。在诸尺度中仅 $C(D)$ 尺及由其派生的第一类和第二类尺度上的刻线是只用来表示有效数字，而其余各类尺度上的刻线都是表示已确定了小数点位置的数。学会正确地定数和读数是掌握计算尺用法的关键。现以 $D(C)$ 尺为例来介绍定数和读数法。

在250毫米长的 $D(C)$ 尺上自左至右刻有标以数码 1、2、……、10 的十条刻线，把全尺分成呈前松后紧状的九个大格，这十条刻线是一级刻度，它们相当于数的第一个有效数字；把一级刻度间的各个大格又用较短的线划分成十个中格，这些刻线叫做二级刻度，它们和数的第二个有效数字相对应；最后用更短的线把第一个大格 (1~2) 里的每个中格划分成十个小格，把 2~3 和 3~4 这两个大格里各个中格划成五个小格，而把 4~5、5~6、……、9~10 这六个大格中的各个中格划成两个小格，这些刻线称做三级刻度，它们相当于数的第三个有效数字。在图 4 中标明了箭头 (a)、(b)、……所对着的 $D(C)$ 尺上

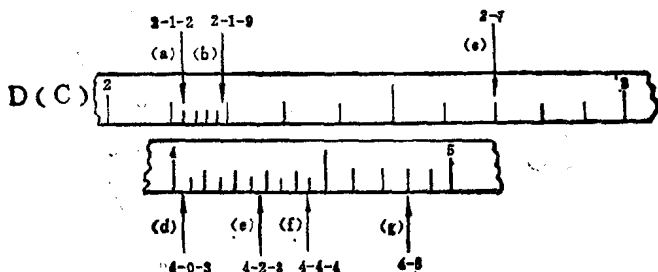


图 4

的各个位置所对应的有效数字。反之在定数时，凡有效数字相同的数显然是该用发线把它们定于尺度的同一位置。此外尚应引起注意的是在诸尺度中有如CI尺、CIF尺、LL01尺、LL02尺、LL03尺等以红色字体刻出的尺度，它们的刻度都是依自右至左的顺序排列。因此，在这种以红色字体刻出的尺度上进行定数或读数时也必须按自右至左的顺序进行，不可混淆颠倒。在图5中标出了箭头(a)、(b)、……所指红CI尺上的各个位置时应读出的有效数字。

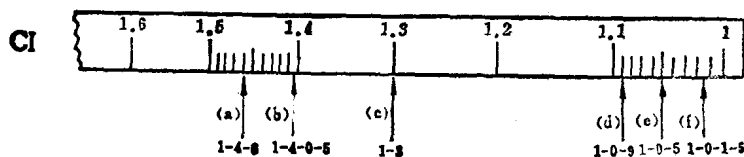


图 5

定位法 由于在250毫米长的计算尺上只能读出3~4个有效数字，因此若所知数据的有效数字过多时，要先按“四舍五入”取舍成3~4个有效数字后再行计算。

因为用计算尺进行乘、除或乘除混合运算，最后我们只能读得答案的有效数字，所以还需我们进一步断定答案的小数点

位置所在。本书对所有需要定位的计算是自始至终只采用一种定位法——估值法。此种定位法的优点是不用背记任何规则或口诀，容易领会掌握且有校核计算结果的作用。

例如：求 $\frac{260 \sin 70^\circ}{0.2}$ 的值。当我们用尺算得答案的有效

数字为1—2—2后，因估计原式 $\approx \frac{260 \times 1}{0.2} = 1300$ ，所以即可断

定 $\frac{260 \sin 70^\circ}{0.2} = 1220$ 。

五、记号及运算术语的约定

本书各插图中的箭头“↓”或“↑”是表示发线。现在我们通过具体算例：求 $(2.7 \times 326 \times 0.52)^2$ 的值，来说明计算过程和术语的约定。解此算题的拉尺过程是：①先要使 *CI* 尺刻度326(读做3—2—6，不能读为三百二十六。下同)和 *D* 尺刻度27对齐。完成这一步的操作过程可先移游标使发线盖住 *D* 尺刻度27，然后移动滑尺使 *CI* 尺刻度326恰被发线覆盖为止；②再移动游标使发线恰好和 *C* 尺刻度52对齐，这时可读出在 *A* 尺上被发线盖住的刻线所表示的数21，这便是答案的有效数字。我们约定把上述计算过程的操作动作并至最终读出答案的有效数字的整个过程简称为：置 [*CI* : 326] 于 [*D* : 27] 对 [*C* : 52] 读 [*A* : 21]。或者列表表示：

<i>A</i>		读 21
<i>CI</i>	置 326	
<i>C</i>		对 52
<i>D</i>	于 27	

最后指明凡本书所举算例的计算过程的说明是皆以上海1009型尺或上海1003型尺为模式，对特殊情形必另有注明。

第一章 乘法、除法、解比例、求倒数、乘除混合运算的算法

本章集中介绍第一类尺度—— $C(D)$ 尺、红 $CI(DI)$ 尺、 $CF(DF)$ 尺、红 CIF 尺的构造原理及算法，其中尤以主尺度 C 、 D 尺最为重要，透彻搞懂 C 、 D 尺的刻制过程和作乘除法的原理，是学会计算尺上每支尺度算法的基础。

第一节 主尺度的构造原理及用法

一、 C 、 D 尺的刻度

如果我们把长250毫米的线段定为1个单位长度，并对它按十进制进行等分刻划，便得在所有尺度中唯一的一支等分尺度 L 尺（常用对数尺度）。现在将另一支1个单位长的空白尺置放于和 L 尺并列，并且两端对齐的位置上。根据常用对数函数 $y = \lg x$ ($1 \leq x \leq 10$)可查表得： $\lg 1 = 0$ ， $\lg 2 = 0.301$ ， $\lg 3 = 0.477$ ，…… $\lg 9 = 0.954$ ， $\lg 10 = 1$ 。当我们沿着 L 尺上刻度0，0.301，0.477，……0.954、1分别在空白尺上刻下标以数码1，2，3，……9，10的刻线，这样便刻出了 C （ D ）尺的一级刻度（图1—1）；至于 C （ D ）尺上的二级和三级刻度也是依此方法刻出，我们就不再复述其刻划过程。

从 C 、 D 尺的刻制过程易知：

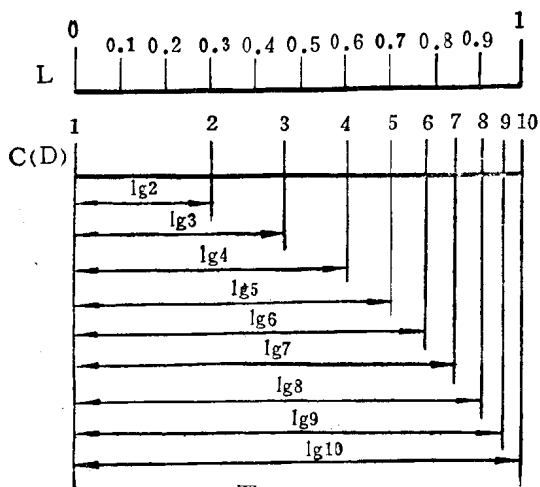


图 1-1

(1) 因为 $\lg 2 - \lg 1 > \lg 3 - \lg 2 > \lg 4 - \lg 3 > \dots > \lg 10 - \lg 9$, 所以 $C(D)$ 尺上的刻线是呈前松后紧的不均匀状态。

(2) 根据常用对数的性质知道数 a 和 $a \times 10^{\pm n}$ ($1 < a < 10$, $n = 1, 2, \dots$) 的对数尾数一样, 仅只首数不同, 也即常用对数具有循环性规律。所以 $C(D)$ 尺上的刻度可用来表示有效数字相同的任何正数。例如 $C(D)$ 尺的左端刻线 1 和右端刻线 10 便都可表示有效数字为 1 的一切正数。

(3) 如果数 $1 < m < 10$, 则从 $C(D)$ 尺上表示数 m 的刻线至左端 1 的距离等于 $\lg m$, 而至右端 10 的距离则等于 $1 - \lg m$ (图 1-2)。由于对数的首数仅决定真数的小数点位置, 所以

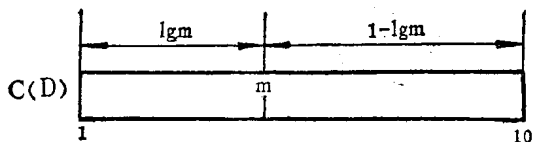


图 1-2