計算尺用法

李　　儼編著

正　中　書　局　印　行

中華民國三十四年四月初版
中華民國三十六年七月滬四版

計算尺用法

全一册　定價國幣九角
（外埠酌加運費匯費）

編著者	李	儼
發行人	吳 秉	常
印刷所	正中書局	
發行所	正中書局	

(1973)

奎(奎)(義)

2 2

目 次

一. 計算尺說明

計算尺(slide rule)爲一種簡便之計算工具,係應用對數原理製成. 國內外工程師、工商業家、學者,幾無不人手一具. 但各國製造廠家甚多,說明書又多不一致, 茲就計算尺應用原則,加以簡單說明,以備參考

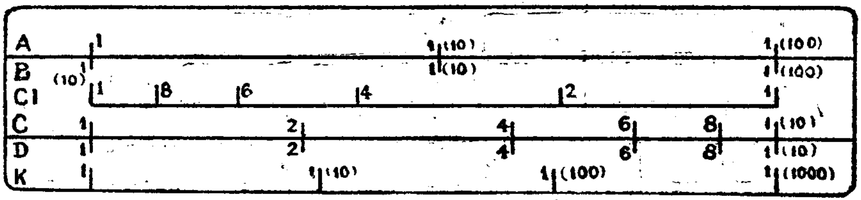
查計算尺,又稱滑尺,以其有一滑動小尺,套入固定大尺中間,可以左右滑動,因而取名. 計算尺既係應用對數原理製成,故每格並非如平常尺度之例,平均分畫. 如第一圖:

第一圖

1至10之刻度分畫,卻係從大而小. 又爲指示精確尺度起見,另於大尺之外,套一小玻璃蓋,

亦可左右滑動.此項玻璃蓋,正中畫一直線,有時畫成三直線,用作照準.

普通計算尺,正面多分爲四層,計:上面二層,下面二層,如第二圖所示.稱爲 A,B,C,D。



第二圖

其中 A 及 B 之尺度,C 及 D 之尺度,普通相同;而 B,C 在小尺上,A,D 在大尺上.此外另加之尺度,爲數甚多,如第二圖中間之 CI(或作 Cr),及下面之 K(或作 Cu),卽其一例.就中:

A　稱爲上層固定尺度(upper rule scale);

B　稱爲上層滑動尺度(upper slide scale);

C　稱爲下層滑動尺度(lower slide scale);

D　稱爲下層固定尺度(lower rule scale);

CI 稱爲倒數尺度(reciprocal scale);

K 稱爲立方尺度(cube scale).

上文所述下層分畫相同之 *C* 及 *D* 尺度，大體由 1 至 10; 而上層分畫相同之 *A* 及 *B* 尺度,則由 1 至 100. 上下層互相對照,則上層 *A* 及 *B* 爲下層 *C* 及 *D* 之平方數. 至中間之 *CI* (或 *Cr*)則由 10 至 1,爲 *C* 及 *D* 之倒數. 又最下層之 *K* (或 *Cu*) 亦上下對照由 1 至 1000,爲 *C* 及 *D* 之立方數. 如 *C* 及 *D* 認爲 0.01 至 0.10 或認爲 10 至 100,則上下對照之平方及立方値隨之而變,餘類推. 此外尙有 *CF*, *DF*, *CIF*, *L*, *S*, *T*, 及 *LL*, *LU* 或 *Log-Log* 等尺度; 就中:

CF 稱爲上層某數與 π 相乘之滑動尺度;

DF 稱爲上層某數與 π 相乘之固定尺度;

CIF 稱爲上層某數與 π 相乘之倒數尺度;

L 稱爲對數尺度(logarithm scale);

S 稱爲正弦尺度(sine scale);

T 稱爲正切尺度(tangent scale);

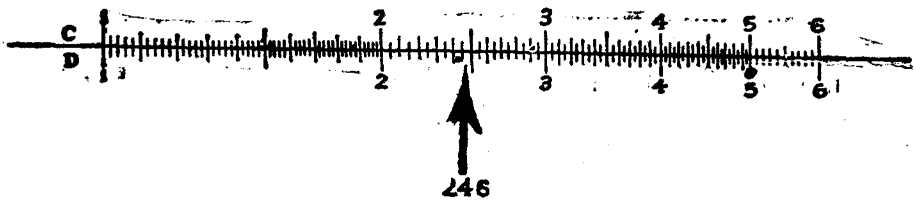
S–T 稱爲正弦切線尺度;

LU 稱爲上層複對數尺度(upper log-log scale);

LL 稱爲下層複對數尺度(lower log-log scale).

就中對數尺度(*L*)有時置於最下層,而將 *K*(或 *Cu*)移置於最上層.但普通計算尺多將 *L*, *S*, *T*, 及 *S-T* 尺度置於滑動小尺之後面,另於固定大尺之左或右,畫以直格,而於大尺之正面 *B* 下讀正弦(*S*)之數值,於大尺之正面 *B* 下,或 *C* 上讀正切(*T*)之數值.又於大尺之正面 *C* 上,或於大尺之正面 *L* 上讀(*L*)之數值.

計算尺 *C*, *D* 內之尺度,係從 1 至 10,而實際則爲絕對值. 例如第三圖上矢形所指之絕



第 三 圖

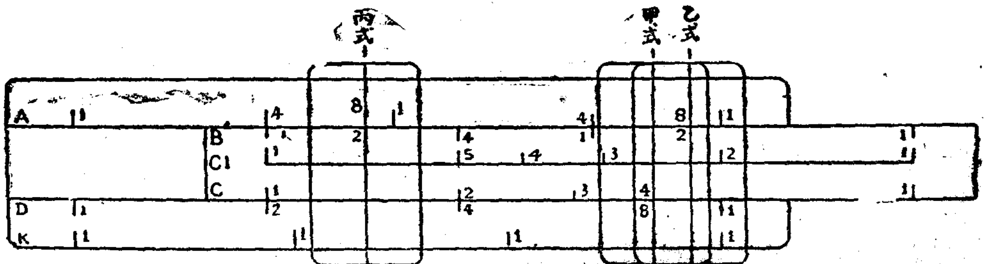
對值爲 246,此 246 亦可看作 2.46, 24.6, 246; 或 0.246, 0.0246, 0.00246.此項單位決定後,其平方值、立方值,即隨之而變.計算尺之最大作用,則爲連續乘除.此項連續乘除,亦可粗計

其單位.例如 $6.25\times1.2\times5.2$,可預知其得數大於 $6\times1\times5$ 或 30;又 $\frac{44}{4.85\times3.66}$,可預知其得數約為 $\frac{45}{5\times3}$ 或 3 是也.

二. 計算尺普通算法

計算尺普通算法之最重要者:為乘、除,及平方、開平方,立方、開立方.今先舉乘法以明之,例如 $2\times4=8$ 在計算尺上對此有三項算法:甲式(第四圖)、先將小尺 C 上之 1 移至與大尺 D 上之 2 相對照,而沿大尺 D 尋與小尺 C 上之 4 相對之數值.今於 D 上尋得 8.即為 $2\times4=8$

第四圖



之得數．同樣，亦可如乙式、丙式(第四圖)，將小尺 B 上之 1 移至與大尺 A 上之 4 相對照，而沿大尺 A 尋與小尺 B 上之 2 相對之數值．今於 A 上尋得 8，卽爲 $4\times2=8$ 之得數．反之，$8\div4=2$，或 $8\div2=4$ 之除法，亦可以相反之方法，求其得數．又在計算尺上求 $\frac{a\times b}{c}$，應先除後乘，卽 $\frac{a}{c}\times b$，使小尺祇移動一次．

至求某數之平方值、平方根值，立方值、立方根值，則不必移動小尺，祇移動玻璃蓋，求其對照數值可也．例如 D 上之 3，與 A 上之 9 對照，而 9 卽爲 3 之平方值．反之，3 爲 9 之平方根值．又如 D 上之 3，與 K 上之 27 相對照，則 27 爲 3 之立方值．反之，3 爲 27 之立方根值．又如計算尺上未有 K 之尺度，而欲直接一次求得某數之立方根值，或立方值，法將小尺取下，倒插於大尺內，使 A，C 相對，B，D 相對．例如求 $\sqrt[3]{16}$，法將倒插小尺 C 上之 1 (10) 移與大尺 A 上之 16 相對照，而沿 B 向左，沿 D 向右，求其相等數值，今求得 2.52，卽 $\sqrt[3]{16}=2.52$．反之，某數之立方值，亦可以相反之方法，求其得數．

至 $X^{\frac{3}{2}}$，$Y^{\frac{2}{3}}$，亦可於倒置小尺時，一次求其得數．例如：求 $7.5^{\frac{3}{2}}=20.5$，法先於 B 及 D

上使7.5之值相對照，次於B倒尺1下，在D上求其數值．又例如：求 $132^{\frac{2}{3}}=25.9$ 爲上例之反，法於B倒尺1下對D上132之值，次沿B及D，如求立方根之例，求其最後數值．

至$\frac{1}{a}$，$\frac{1}{a^2}$，$\frac{1}{\sqrt{a}}$，$\frac{1}{a^3}$，$\frac{1}{\sqrt[3]{a}}$各值，亦可於倒置小尺時，一次求其得數

$\frac{1}{a}$：法置a於D，而於C倒尺上；或置a於C倒尺，而於D上求其得數．

$\frac{1}{a^2}$：法置a於C倒尺，而於A上求其得數．

$\frac{1}{\sqrt{a}}$：法置a於A，而於C倒尺上求其得數．

$\frac{1}{a^3}$：法置a於C倒尺，而於K上求其得數．

$\frac{1}{\sqrt[3]{a}}$：法置a於K，而於C倒尺上求其得數．

三. 計算尺數位之核定

【一】普通乘除

計算尺之最大用途,厥爲乘、除.如數值較少,則其小數點地位,自易確定.例如 2.47×34.2 可一望而知其得數在 100 以下,60 以上. 如求得絕對値爲 845,則必爲 84.5,而非 845 或 8.45,卽 $2.47\times34.2=84.5$.

惟查 C,D 之尺度,通常擬定爲由 1 至 10,則凡兩單位值相乘積之得數在 10 以下者,如 $2\times4=8$, $3\times3.2=9.6$ 等,小尺須向右移動;得數在 10 以上者,如 $3\times4=12$, $4\times8=32$ 等,小尺須向左移動.設相乘兩數 M,N 之數位各爲 m 及 n,如小尺向左移動一次,則其得數數位爲 $(m+n)$; 向右移動一次,則其得數數位爲 $(m+n-1)$.設兩數 M,N 相除時,則小尺向左移動一次,其得數數位爲 $(m-n)$; 向右移動一次,其得數數位爲 $(m-n+1)$. 換言之,凡兩數相乘,如小尺伸向左方,祇將兩數數位相加,便得積之數位;如小尺伸向右方,則須將兩數數位相加後減去 1,方得積之數位.又兩數相除時,小尺向右,其商之數位爲兩數數位相減後加 1;小

尺向左，則商之數位祇爲兩數數位相減之結果．故普通計算尺，有時在右角下標明（$P\,od-1$）或（$P-1$），又於左角下標明（$Quot+1$）或（$Q+1$），以記此義．

今舉例以明兩數相乘後所得得數數位之定法：

例		得數數位之定法			
兩數相乘 $M\times N$	$=P$	$m+n$	小尺向左或向右	應否減1	得數數位
1.12×1.1	$=1.232$	$1+1=2$	右	-1	1
5.43×1.47	$=7.98$	$1+1=2$	右	-1	1
0.27×57.6	$=15.55$	$0+2=2$	左	不變	2
0.42×0.161	$=0.0676$	$0+\ =0$	右	-1	-1
0.038×57.6	$=2.18$	$-1+2=1$	左	不變	1
5430×0.000141	$=0.766$	$4+(-3)=1$	右	-1	0
0.00062×0.0000054	$=0.00000000335$	$-3+(-\ )=-8$	左	不變	-8

再舉例以明兩數相除後所得得數數位之定法:

例		得數數位之定法			
兩數相除 $M \div N$	$= Q$	$m-n$	小尺向左或向右	應否加1	得數數位
$1.232 \div 1.1$	$= 1.12$	$1-1=0$	右	$+1$	1
$7.62 \div 1.45$	$= 5.26$	$1-1=0$	右	$+1$	1
$2.8 \div 9.02$	$= 0.316$	$1-1=0$	左	不變	0
$584 \div 33.7$	$= 17.33$	$3-2=1$	右	$+1$	2
$79.2 \div 0.033$	$= 2400$	$2-(-1)=3$	右	$+1$	4
$0.846 \div 0.411$	$= 2.06$	$0-0=0$	右	$+1$	1
$0.027 \div 0.081$	$= 0.333$	$-1-(-1)=0$	左	不變	0
$0.0091 \div 0.000032$	$= 284.5$	$-2-(-4)=2$	右	$+1$	3
$0.000163 \div 0.0702$	$= 0.00232$	$-3-(-1)=-2$	左	不變	-2

【二】比例式乘除

比例式乘、除之算式如下: $a:b=c:d$.

求 $a=\frac{bc}{d}$, $b=\frac{ad}{c}$, $c=\frac{ad}{b}$, $d=\frac{bc}{a}$.

如用計算尺求 $a=\frac{bc}{d}$ 等之值,應先除後乘,並以小尺移動次數愈少愈妙.舉例如次:

(A) $\frac{31\times21}{28}=23.25$,在筆算時,先乘後除,即先求 $31\times21=651$,次令 $651\div28=23.25$.

用計算尺時,如按筆算次序計算,則小尺須移動二次,不易正確,法先令 $31\div28$,次移玻璃蓋使線條對準 21,即得 23.25. 此時小尺僅移動一次,比較正確.但亦有必須移動小尺二次者,如:

(B) $\frac{42}{32}\times88=115.5$, 或 $\frac{9}{13}\times32=22.15$;

(C) $\frac{22}{7}\times21=66$, 或 $\frac{32}{42}\times11=8.38$ 是也.

上述(B)二式,移動小尺二次,最後一次,小尺向左;(C)二式,移動小尺二次,最後一次,小尺向右.歸納言之,「比例式乘除」,如$\frac{M}{N}\times R$,用計算尺計算時,計有(A),(B),(C)三例,其數位亦可由此算得,即:

(A)小尺移動一次,最後一次,小尺向左或向右,得數數位爲【$(m-n+r)$】;

(B)小尺移動二次,最後一次,小尺向左,得數數位爲【$(m-n+r)+1$】;

(C)小尺移動二次,最後一次,小尺向右,得數數位爲【$(m-n+r)-1$】.

由於上述方法,核定(A),(B),(C)三例之得數數位如次:

(A) $\frac{31\times21}{28}$,得數數位 $2-2+2=2$, 故 $\frac{31\times21}{28}=23.25$;

(B) $\frac{42\times88}{32}$,得數數位 $(2-2+2)+1=3$, 故 $\frac{42\times88}{32}=115.5$;

(C) $\frac{22\times21}{7}$,得數數位 $(2-1+2)-1=2$, 故 $\frac{22\times21}{7}=66$.

【三】連續式乘除

「連續式乘除」之算例如下:

$$(A)\quad \frac{35.6\times1021\times0.000483\times0.754}{7580\times0.0905\times1.725}=0.01119;$$

$$(B)\quad \frac{0.00376\times0.853\times11270\times53.2\times0.987}{0.0165\times0.422\times955000\times18.33}=0.01556.$$

以上算例中各數之次序最好加以調動，使每次行「比例式乘除」時，小尺不至時常移動二次．如(A)例不加調動，則小尺須有兩次「移動二次」，即第一次向右，第二次向左；其數位之變動爲(－1＋1)．得數數位如次所示：

$$(2+4-3+0)-(4-1+1)+(-1+1)=3-4+0=-1.$$

又如(B)例，不加調動，則小尺須有三次「移動二次」，即第一次向左，第二次向右，第三次向左；其數位之變動爲(1－1＋1)．得數數位如次所示：

$$(-2+0+5+2+0)-(-1+0+6+2)+(1-1+1)=5-7+1=-1.$$

試將(A)及(B)二例中各數之次序加以調動，如下式：

$$(A)_1\ \frac{35.6\times 0.000483\times 0.754\times 1021}{7580\times 0.0905\times 1.725};$$

$$(B)_1\ \frac{0.0376\times 11270\times 0.853\times 53.2\times 0.987}{0.0165\times 0.422\times 95000\times 18.33}.$$

則$(A)_1$例小尺僅移動一次，其數位不變.得數數位如次所示：

$$(2-3+0+4)-(4-1+1)+0-\text{[illegible]}-4+0=-1.$$

又$(B)_1$例小尺僅有一次「移動二次」，卽最後小尺向左，其數位之變動爲$(+1)$。得數數位如次所示：

$$(-2+5+0+2+0)-(-1+0+6+2)+1=5-7+1=-1.$$

【四】平方立方

普通計算尺平方數、立方數多上下對照，可以直接求出，例如（參看第二圖）：在求平方數時，則 1 對 1，$\sqrt{10}=3.16$ 對 10，10 對 100；在求立方數時，則 1 對 1，$\sqrt[3]{10}=2.16$ 對 10，$\sqrt[3]{100}$