

561653
2LB

036569

全國中型水利水电工程經驗交流會議叢書

無標尺測距儀

長江流域規劃辦公室 著



叢書道刊

水利電力出版社

五分寸和减少观测員疲勞；

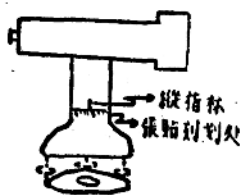
(5) 为搞好中午同志們的休息和进行核算，炊事員保証十一點半鐘准時將飯送到工地；

(6) 縮短观测時間，他們創用了“兩步掉頭观测法”、“快速平氣泡法”和“儀器上安裝度盤法”。

“兩步掉頭观测法”是讀完一尺（前或后），观测員靠近單腳架的那只腳不動，以另足微斜伸向前方，越过儀器約5~6公分，腳尖先著地，在地面將身子轉向后讀尺子，那只腳也跟着先動的那只腳協同動作，以達到快而穩的轉至讀另一尺（后或前）的位置。

“快速平氣泡法”是安平儀器前，由司鏡同志事先將鏡筒轉到平行一個腳螺或兩個腳螺的地方，司鏡員在外調整水泡，观测員看長氣泡，指揮他轉移螺旋，互相協作，直到使長氣泡兩半边差到很小（不超过6格），即由观测員對平，再轉鏡向首尺子，調平讀數。

“儀器上安裝度盤法”是在儀器軸上划上度盤，如图，度盤是用三、四公厘寬的白紙，裁成長約三、四公分的紙條，在紙條上以一個半米厚寬的間隔划上刻划，每“5”格腳端寫上5、10、15等字樣，用蛋清將此紙條貼附在轉動軸與基座相連的基座上面，再在轉動軸上圍水泡的兩側和測微螺旋的下面，各貼上縱



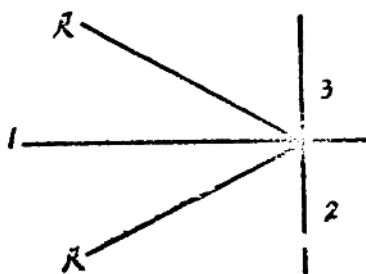
劃作指標。

當观测員讀完首尺后，再向回頭讀首尺時，观测員只松固定螺旋，司鏡員將鏡筒轉到首尺時刻划位置，待观测者轉

好位置，水泡已近穩定，即可調平讀數；

(7) 縮短司鏡時間，創造了“量距與司鏡簡易符号”、“司鏡記好觀測首讀尺子法”和“石子定點法”。

“量距與司鏡簡易符号”是在斜坡上工作，有時鏡尺不可能在一直線上，往往鏡尺各在一邊。這時，司鏡員如果知道尺台位置，將儀器擺得使觀測者方便，最好不移足或側身觀測，則對工作進度是有利的，為此，量距者宜用原來指示鏡子中心的“+”中間添劃兩條線，表示兩尺所在的方向如右圖：



司鏡員即可根據這兩條線，把單腳(1)放在圖中1指示位置，其餘兩足就放在2、3位置，觀測者立於2與3腳之間讀數。

“司鏡記好觀測首讀尺子法”是記好對水泡居中的傾斜刻划，等掉尖再讀，告訴觀測員還原到原來的位置，或者干脆給調回原來的位置，可減少重新調平時間。

“石子定點法”是在短距離施測時，司鏡員不用掛垂球，可用石子從儀器中心丟下，定準點位，減少時間，提高工效；

(8) 避免讀錯、記錯，他們創用了“慢讀快記法”，觀測員讀數快慢有節奏、清晰，記錄員邊回報邊記錄，回完記完；

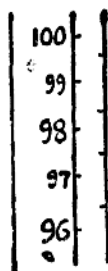
(9) 為了免除讀錯單數，他們把水準尺上各雙數號碼

間，用黑油漆將單號碼添写上，如右圖。

这样一来，既可减少讀錯；同时也可使觀測員少花腦筋，間接增加进度；

(10) 採用三人二班核算手簿，由一人报数工人核算，午、晚兩班輪流，保證工完帳清，觀測員又得适当休息；

(11) 此外，还为了降低成本，减少人力，採用七人操作，减少打、守尺垫一人，改由量后視距和扶后視尺的共同打，守尺垫全年可节省工資456元。



(三) 具体措施：

(1) 搞好作业计划：计划是指导生产的，由於生产大跃进，指标不断提高，计划变更頻繁，做到了月月有计划，段段有计划，句句有计划，天天有安排。根据任务和測区情况結合每个同志的擅長，分配适当的工作，再由各人訂出个人跃进计划，提出保証，并在小組上通过，互相提意見，互相促进，使个人跃进计划能完全实现；

(2) 开始战地会：每天出工在瞭儀器时，組長公布当天任务及注意事項，收工整理工具时，总结当天完成任务情况，有何經驗、缺点，使人人心中有数；

(3) 开生产会：每次开生产会时都是充分研討生产技术上的关键問題，作好准备，例如在日測406站(9.2公里)的头一天晚上召集小組生产會議，檢查上次創造高指标时还有什么缺点，当时大家認為还有两个問題：①工作中心情太緊張，容易讀錯記錯；②觀測員与記錄員配合还不够好。针对上述問題，大家提出保証和措施：A. 觀測員保

証讀錯的次數不超過 1%，并保證讀數干脆利落連續而有節奏，使記錄員好安排記錄和計算的時間；B. 量距員保證每站前后視距離量得相等，不使因量距不等而重設站、划站；C. 扶尺員保證赶上不使觀測員等候，而且保證扶得穩直；D. 每小時由記錄員宣佈一次測設站數，使大家心中有数，沉着應戰；

(4) 互相促進，互相推動：在施測過程中，如果觀測員已平好儀器，準備觀測，而這站的前尺員或記錄員還未趕到時，觀測員即叫“前尺”；如果前尺員已先到尺台點扶好尺子，而觀測員還未平好儀器觀讀時，前尺員就叫“前尺”做到互不等候。

二、無標尺測距儀

花杆跑點，是地形測量中最艱苦的體力勞動，我處創制了一種“無標尺測距儀”，可以不用跑點，直接讀出任何一個散點目標的距離和高差。簡單情形如下：

(一) 構造

取下經緯儀（或平台儀）的照準部，下面固以平板，使能滑動於固結在儀器基座的水平尺上。如圖：

為了滑動能保持在一直線上，試制時，於水平尺上固以鋼絲作為滑軌，而固結於儀器照準部份下之平板的底面，創有圓



槽，使儀器能在鋼絲上保持一直綫滑動。

測距方法，系利用望遠鏡中的橫視距絲，如望遠鏡中僅有上下的縱視距絲時，則需將其旋轉 90° ，轉成左右的橫視距絲。

此法改裝甚為簡便，無論應用經緯儀（或平台儀），均可不改變其固有結構，改裝成“無標尺測距儀”，如果不作為“無標尺視距儀”使用時，仍可完全復原，毫不損傷原有儀器的任何裝置。

（二）用 法

決定某一散點的距離。首先，將望遠鏡置於尺的中部，照准需要測定的散點，固定水平尺。其次，將望遠鏡向左移動，以左視距絲照准散點目標，讀出其在水平尺上的讀數。再將望遠鏡向右移動，以右視距絲照准目標後，又讀出其在水平尺上的讀數。左、右兩次在尺上讀數之差的100倍（當視距係數為100時），即為該點的斜距，同時根據該點之立角，算出其平距和高差。

（三）試 驗

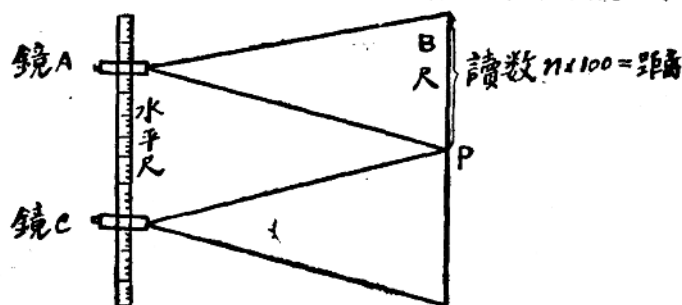
使用國慶前日試制成功的“無標尺測距儀”加以試驗，試測結果比較如下：

實 量	無標尺測距	絕對誤差	相對誤差	平 均
18.95	19.0	-0.05	1:380	1:194
51.8	51.5	+0.3	1:173	
68.0	68.7	-0.7	1:97	
100.1	99.8	+0.8	1:125	

試制時，因在國慶節前日，各製造車間均極繁忙，其中平板刨磨部分，得我辦水文大隊車間擠出時間加工，其餘設備由我辦技工組用手工裝配，一般還不夠嚴密，水平尺也還不稳定，固定與微動裝置不靈活。從表中試測結果，可以看出有：距離愈遠，誤差愈大趨勢，故正式作業的“無標尺測距儀”，還有待進一步精製，其他如上述所存在的問題以及水平尺之縮短，均有待於進一步研究，以期更適於應用。

(四) 理 原

如圖，A為鏡位，設B為一假想的縱視距尺，則鏡中的



左、右鏡所夾得假想尺讀數的100倍，應即為B尺（假想尺）距A鏡的距離。

此時，我們如橫向移動鏡位，則鏡位A時，原以右絲照准之P點，移動後，當望遠鏡之左絲通過P點時之鏡位為C，此兩鏡位在水平尺上讀數之差，適等於B尺（假想尺）之讀數（A鏡時），亦即為P點至水平基座尺之距離。

因其毋須視距尺（B尺），而代以望遠鏡在水平基座尺上之活動距離讀數，即可以測出距離，故定名為“無標尺測距儀”。

(五) 精 度 探 討

散点測定，在图上的位置誤差，根据細則要求，应在1mm以內，此一仪器之是否能付诸实用，首在於是否能滿足此一要求而定。

考誤差来源，可概分为三方面。

1. 仪器本身构造的誤差；
2. 外界环境影响的誤差；
3. 观测中的誤差。

其中1.項，是我們根据2.3兩項来要求於仪器的，而环境影响是不定的，暫估其与观测誤差同大小（即环境誤差与观测差各为实际誤差的一半），故可仅討論3項的观测中的誤差。

观测中的誤差，主要关系於下列三种动作，即：①照准目标；②活动鏡位；③讀数。

關於①照准目标，在进一步精制“无标尺測距仪”时，不但須固定与微动裝置灵活，为了不使水平基座尺傾斜亦須添裝平衡錘，除左右摆动屬於外界影响，尙无法估計外，其照准精度，可比視距尺高，或不弱於視距尺之照准精度。

其次關於③活动在水平基座尺上的讀数，其最小讀数可达公分（相当於水平尺上1/10公厘寬度），而实际应用至公寸已足，大大地超过了要求。

主要关键，为鏡位在水平基座尺上的橫向活动，应严格在一直綫上（包括左右的摆动）。由於視距絲与中絲間的固定角（亦即視距絲与垂直方向間之差）仅17分，故活动在水平基座尺之鏡位，若摆动31分（即兩端延綫，不在一直綫上），概言之，其於距离的影响，將达 $1/34$ （左、右兩視距絲夾

角的倒裝)。當我們要求距離精度為 $1/100$ 時(500公尺時, $1/10,000$ 圖上為0.5公厘),則觀測誤差應限在 $1/200$ 以內,則鏡位水平尺上的擺動,不應過10秒。

由於“無標尺測距儀”的望遠鏡,在水平基座尺上的活動,要求嚴格在一直線上,並須相當穩定,不發生左右擺動,故正式製造不免存在着若干困難,但以其能取消花杆,廢除跑點,解放測量戰線上最艱苦的體力勞動,意義重大,而在黨的正確領導下,發揮群眾智慧,我們有信心能於短時期內獲得圓滿的成功,克服前進道路中的困難。

(六) 試 制 經 過

“無標尺測距儀”是在黨的正確領導下,發揮了群眾的智慧製成的。當長辦第二次政工會議時,黨組織及時的指出,我們要向取消花杆跑點的堅苦體力勞動作鬥爭。同志們在黨的號召下,開動了腦筋,從生產出發,結合實踐,提出了大量的合理化建議,經過綜合、分析、研究,試制成功此種“無標尺測距儀”。

首先提出的,為鮑潤生所創議的以固定高度的上下鏡兩立角計算出其距離與高差。陸續提出者有蔣漢根、陳少祥、鄒鳴盛等十數位同志,各人所提,目標雖同,而內容互異,其共同點為採用前方交会——即以兩角和一基綫以決定散點之距離與高差。從其裝置方法,可分兩類——即垂直置與水平裝置,而每一種裝置,又可從其固定角或固定基綫(兩角一邊,可固定其一或其中之二)或完全測定而各有不同,可見下表。

类别	建議人	望远镜	度盤	固定条件	运用方法
垂直裝置	鮑潤生	1	1	固定基綫	上下鏡測定兩立角計算
	蔣漢根 陈少祥	2	1	固定基綫及一直角	同时对点, 測定一立角計算
	鄒鳴盛	1	1	固定角	以上下視距絲、活动对点讀出距离
	第三地形队	1	1		以不同高度、測定兩立角計算
	石之英	1	1	固定基綫	加折光鏡測出立角計算
水平裝置	第二地形队	2		固定角	橫向平移讀数
	黃世文	2	2	固定基綫	測定兩水平角計算
	楊安富 牛俊茂 严必茂	2	1	固定基綫及一角	測定一水平角計算

考虑到改装全部仪器的重量, 即有平台仪测板已不能胜任其负荷, 以及人上下两次照准的不便, 放弃了垂直装置, 以採用水平装置为稳定。

考虑到充分利用旧有仪器装置, 以採用視距照的夾角为固定角, 而以活动基綫求距离, 较为简便, 以此进行試制, 制成了現在的一种“无标尺测距仪”。

“无标尺测距仪”基本上是成功了, 它的优点是: 改装方便, 能充分利用原有平台仪(或經緯仪)设备, 不破坏原有仪器結構。尙待进一步精制的, 如水平基座尺之稳定与仪器活动在水平尺上的維持一直綫, 有待我們於制造上更大的努力, 为胜利完成此一試制任务, 彻底廢除花杆跑点而奋斗。

三、物理平差法

(一) 物理平差法：所謂平差，是正確的处理觀測之誤差。但是，在几何图形中的測量來說，由於已給定的几何条件多，其平差工作就格外繁重，因而，在三角測量与水准測量的計算中，平差可說是个重要的关口。

从前的平差法，主要分四类：一次答解法、扩展法、分組法、逐次接近法，前人对这几类平差法，都作了許多宝贵的論証及貢獻，但这些方法的工作量，仍随条件方程式之增多而成曲綫增多，且当方程式甚多（上了一百）时，其計算的收捨誤差对有效数字的影响很大，因而平差工作多年来都是一个疑難的問題。今提出物理平差法，是利用物理学的能量与容量的关系来解决这个繁杂的平差計算工作，即不用計算而用物理試驗的方法来获得我們所需要的平差改正数 V_1 V_2 ……，且 $K_1 K_2$ ……与 $[ff.n]$ 也能一一求出，物理平差的方法又有許多种可能，我們所提出來的是浮力平差法，因它簡單，容易实现。

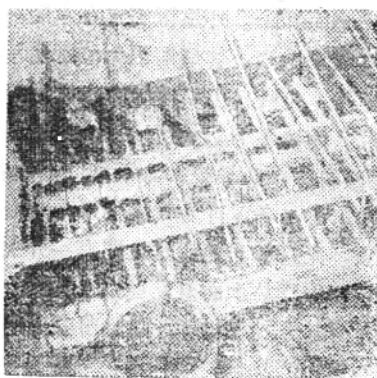
浮力平差，須待一定容量之流体的流动，力的接触而平衡后，全部平差就告完毕，工作所需之時間，不因条件方程式增多而增多。不論多少点，当天就会平差完，不需作很多方程式，比如准备工作所需为六小时，平差所需十分鐘就行了。从前一百个点子要五六人計算两个月的工作，对物理平差來講，却是迎刃而解。这个理想，在党的領導和支持下，积极装配成功了。

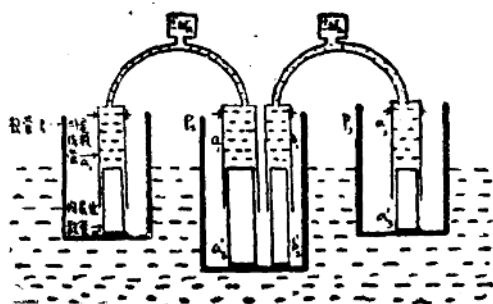
浮力平差，我們已作了初步試驗，其結果数的傾向，說

明了原理是对的，今將其結果列表於下：

初次試驗所得數與其計算數之比較

試驗次數	平 差 元 素	V ₁	V ₂	V ₃
第一次	一个方程式两个V	計算數 + 3.7	+ 3.4	
		試驗數 + 3.3	+ 3.9	
第二次	两个方程式三个V	計算數 + 1.92	+ 4.07	+ 0.50
		試驗數 + 1.9	+ 4.1	+ 0.3
第三次	一个方程式两个V	計算數	+ 3.94	+ 0.81
		試驗數	+ 3.9	+ 0.5
第四次	"	計算數 + 0.681	+ 0.273	
		試驗數 + 0.68	+ 0.28	
第五次	"	計算數	+ 3.86	+ 1.21
		試驗數	+ 3.9	+ 0.8





(二) 物理平差在水压力上的关系：如图为一个物理试验，其客观条件为：

(1) 有三个权管浮於水面，当它受外力后能够在铅直的方向上升或下降，其切面积为 P ；

(2) 系数管，有内外两层，内层固定在权管上，当权管升降时，也随之而升降。外层恒固定在空间不动，内层与外层之间不漏空气不漏水，其切面积为 a 或 b 等等；

(3) 连通器，也叫自由项传导管，它把各系数管 a 或 b 之外层连通（註：连接各个 a 之系数管的导管不能连任一个 b 或 c ……之系数管），此导管本身不能伸缩，各个导管上连通一个容 W 的箱子，各 W 可为气体也可为水有绝对的流动性，且有正有负，此箱子与连通器之间有一开关。

(4) 设各权管浮於水面且成稳定状态时，各传导管内之压力与管外之当时大气压相等，这时将各正的 W 从开关压入导管内，将各负的 W 从导管内抽出，各导管内之压力遂於变化，各权管也因之而在铅直方向上发生了变动。设 $P_1 P_2 P_3$

之变动为 $\Delta h_1 \Delta h_2 \Delta h_3$ 各 Δh 可正可负。

其所求的是：

在物理学的领域内来求 $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3$ ，为何？

解：由题意告诉我们在同一连通器内之相对大气压处处相等，且设导管a内之相对气压为 K_a ，导管b内之相对气压为 K_b ，由阿基米德原理之意排开水之体积乘其比重应等于外力之和，即得下式：

$$\left(\text{又水之比重为 } 1 \quad \therefore \Delta h_1 P_1 = K_a A_1 \quad \Delta h_2 P_2 = K_a A_2 + K_b b_2 \right)$$

$$\Delta h_3 P_3 = K_b b_3 \dots\dots\dots ①$$

$$\left. \begin{aligned} \text{可写为: } \Delta h_1 &= \frac{1}{P_1} (K_a A_1) \\ \Delta h_2 &= \frac{1}{P_2} (K_a A_2 + K_b b_2) \\ \Delta h_3 &= \frac{1}{P_3} (K_b b_3) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ②$$

第②式是一个物理关系，由上式看来求各 Δh 之条件尚不够。我们再由另一个物理关系：由题意各导管本身是不能伸缩的，其该W箱子内空气或水流动到哪里去了呢？ W_a 流到各系数管a之伸缩的容量里去了。 W_b 流到各系数管b之伸缩部分的容量里去了。各a或各b伸缩之容量的代数总和等于 W_a 或 W_b 。

$$\begin{aligned} \text{即} [\Delta h_a] &= W_a & [\Delta h_b] &= W_b \\ \Delta h_1 A_1 + \Delta h_2 A_2 & & & = W_a \dots\dots\dots ③ \end{aligned}$$

$$\Delta h_2 b_2 + \Delta h_3 b_3 = W_b \dots\dots\dots ④$$

以②式代入③式：

$$\frac{1}{P_1} (K_a A_1) A_1 + \frac{1}{P_2} (K_a A_2 + K_b b_2) A_2 = W$$

以K集項:

$$\left(\frac{A_1 A_1}{P_1}\right) K_a + \left(\frac{A_2 A_2}{P_2}\right) K_a + \left(\frac{A_2 b_2}{P_2}\right) K_b = W_a$$

$$\left(\frac{a a}{P}\right) K_a + \left(\frac{a b}{P}\right) K_b - W_a = 0 \dots\dots\dots ⑤$$

此式有两个未知数KaKb 同理將②式入④得:

$$\left(\frac{a b}{P}\right) K_a + \left(\frac{b b}{P}\right) K_b - W_b = 0 \dots\dots\dots ⑥$$

⑤式也有相同的两个未知数, 故需將⑤⑥二式联系解之:

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{a a}{P}\right) K_a + \left(\frac{a b}{P}\right) K_b - W_a &= 0 \\ \left(\frac{a b}{P}\right) K_a + \left(\frac{b b}{P}\right) K_b - W_b &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑦$$

現在我們回顧最小二乘法中条件平差之三組方程式为:

$$\left. \begin{aligned} A_1 V_1 + A_2 V_2 + \dots\dots\dots + W_1 &= 0 \\ b_1 V_1 + b_2 V_2 + \dots\dots\dots + W_2 &= 0 \\ \dots\dots\dots &= 0 \end{aligned} \right\} \text{第一組}$$

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{P_1} (A_1 K_a + b_1 K_b \dots\dots\dots) \\ V_2 &= \frac{1}{P_2} (A_2 K_a + b_2 K_b \dots\dots\dots) \\ \dots\dots &= \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \text{第二組}$$

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{a a}{P}\right) K_a + \left(\frac{a b}{P}\right) K_b + \dots\dots\dots + W_a &= 0 \\ \left(\frac{a b}{P}\right) K_a + \left(\frac{b b}{P}\right) K_b + \dots\dots\dots + W_b &= 0 \\ \dots\dots\dots &= 0 \end{aligned} \right\} \text{第三組}$$

我們令 $\Delta h_i = V_i$ 相对大气压 K_i = 位格闊乘数 $K_i \dots\dots\dots$

之變動？是可以的，再將第一組中之各係數a、b……同平方公寸，各V同乘以1公寸，各W同乘以1立方公寸，這個物理題平差問題的共同性就明顯了。由上可以看出：浮力的能量滿足[V.V.] = 最小，而容量則滿足於條件方程式。

註：連通管之連接問題，系數管之安裝問題也係上之物理原則來解決。空氣的收縮（壓縮）係數大，必須用水來表示W，而水僅能在同一水準面之壓力才相等，這點須要在具體操作中採用正負抵消的辦法解決。

四、歸心計算圖的繪制和使用方法

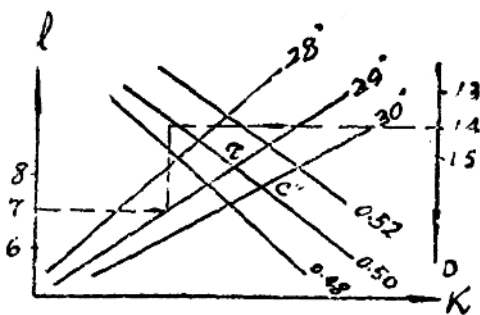
測站点及照准点歸心改正數計算（為敘述方便，以下統稱為歸心計算，並以C代其改正數）一般的都是採用計算機配合三角函數真數（或對數）表，或是採用特制的測量計算尺（如MTM式計算尺）進行計算，因此，計算工作較為繁重，我們現在介紹一種不用上述工具而且精度又可滿足要求的歸心計算圖，（如展出的歸心計算圖）

本圖系根據歸心計算公式 $C'' = \frac{1. \varphi \sin (M+Q)}{D}$ 制

成，故命為歸心計算圖，圖的左邊縱座標為歸心計算之長度元素l（繪圖時以公分為單位自下而上遞增）右邊縱座標為歸心計算時所採用的近似距離D（繪圖時以公里為單位，自上而下遞增）橫座標為乘常數 $K = 1. \varphi \sin (M+Q) = 1. \tau$ （繪圖時以公分秒為單位，自左而右遞增），圖中北東方向線為 $\tau = \varphi \sin (M+Q)$ 式中M為計算歸心改正數方向之觀測N值，D為歸心計算之角度元素， $\varphi = N 0 6 2 6 5''$ （常數），南東方向線為歸心改正數C''（以秒為單位）把它簡

述之，可以用
下列图示表
示：

因此，在
已知 l ， $M+Q$
及 D 之后，就
可以直接地讀
出归心改正数
 C''



例如：当 $l = 0.070M$ ， $M+Q = 29^{\circ}00'$ ，及 $D = 14KM$ 时，则由图上直接讀得其归心改正数 $C'' = 0.500$

不难理解，如果 l 的計算單位增大或縮小10倍时，則由图查出来的归心改正数 C 的小数点就应当相应地向后或向前移动一位，即如：

当 $l = 0.700M$ ， $M+Q = 29^{\circ}00'$ 及 $D = 14^{KM}$ 时則查得 $C'' = 5.000$

当 $l = 0.007M$ ， $M+Q = 29^{\circ}00'$ 及 $D = 14^{KM}$ 时則查得 $C'' = 0.500$

由上所述，归心計算图，具有下列优点：

(1) 它代替了过去用計算机計算时查函数，搖計算机的繁重計算工作，可以減輕劳动提高工效。

(2) 它克服了过去攜帶計算机，函数表不方便的缺点。

(3) 它的成本費很低，可为國家節約購買上述工具的資金，(I II III等三角归心計算，有两張图就够)

(4) 掌握与使用比計算机計算时更容易。

(5) 長約70CM寬約50CM的归心計算图，可达到下列精度要求：

l ——精確到1公厘； $N+Q$ ——精確到度估計到半度；