

55
全国测绘科学技术经验交流会

資料选編

水利測量

測繪出版社

全國測繪科學技術經驗交流會議資料選編

水 利 測 量

編 者	全國測繪科學技術經驗交流會議 資料選編編輯委員會
出版者	測 繪 出 版 社 北京宣武門外永光寺西街3號 北京市書刊出版業營業許可證出字第081號
發行者	新華書店科技發行所
經售者	各地新華書店
印刷者	地質出版社印刷廠 北京安定門外六鋪炕40號

印數(京)1—2,150冊

開本 $33^{\circ} \times 46^{\circ} \frac{1}{32}$

字數95,000

定價(8) 0.43元

1959年9月北京第1版

1959年9月第1次印刷

印張 $3^{\circ} \frac{9}{16}$ 插頁2

統一書號: 15039·352

出 版 說 明

一九五九年二月在武汉召开的全国測繪科学技术經驗交流會議广泛地交流了各方面的先进經驗和技术革新成就。为供全国測繪工作者学习先进經驗的参考，今由大会秘書处組成編輯委员会，按专业編选汇集，予以分册出版。

本册介紹了水利建設工程中的各項測量經驗。其中包括閘址、潮汐电站、水庫淹沒綫以及新开河道定綫等測量經驗；同时还介紹了水利樞紐的控制測量和施工測量經驗。对各种情况下的水下地形測量和水深測量，本書也作了詳細介紹。書末还介紹了橫断面測量方面有关工具改进和作业經驗。

本書是水利測繪工作者的一本良好參考讀物。

为加快出版時間，本資料选編由測繪、建筑工程、水利电力、煤炭工业等四个出版社协作出版。

目 录

一、開址地形測量的方格圖根網·····	江蘇省水利廳勘測設計院 (3)
二、中小型潮汐電站地形測量經驗總結·····	遼寧省水利電力建設局勘測設計院 (6)
三、水庫淹沒綫測量經驗介紹·····	水利電力部東北勘測設計院 (16)
四、新開河道定綫測量·····	江蘇省水利廳勘測設計院 (25)
五、圖解渠綫長度方法·····	陝西省水利廳勘測設計院 (27)
六、施測 T 江水利樞紐施工控制網的一些體會·····	長江流域規劃辦公室 (28)
七、乙号水庫拱壩等幾個中型水利樞紐施工中的測量放樣·····	水利電力部長沙勘測設計院 (36)
八、甲壩的圍壩定點工作·····	長江流域規劃辦公室 (64)
九、水壩變形觀測的前方交会方法·····	武漢測繪學院工程測量教研組 (70)
十、土壩施工測量測定边坡樁的新方法·····	大連工學院測量教研室 (77)
十一、流速大河面窄時水下地形測量方法的介紹·····	長江流域規劃辦公室 (80)
十二、撫仙湖水下地形測量經驗·····	水利電力部雲南省水利電力局設計院 (82)
十三、錢塘江河口的水下地形測量·····	浙江省水利廳水利科學研究所錢塘江海潮測驗隊 (84)
十四、水深測量船上扶尺工具的改進·····	水利電力部上海勘測設計院 (99)
十五、施測河流断面兩站高差法·····	貴州省水利電力廳勘測設計院 (100)
十六、小水塘測深經驗二則·····	安徽省水利電力廳勘測設計院 (102)
十七、平板横断面測繪儀·····	鐵道部第二設計院 (104)
十八、坡度尺和坡度錶·····	河南省登封縣農民科學家 張光義 (107)
十九、断面制圖器·····	水利電力部長春電力設計院 (108)
二十、繪制横断面圖的經驗·····	安徽省水利電力廳勘測設計院 (111)

水 利 測 量

一、開址地形測量的方格圖根網

江苏省水利厅勘测设计院

(一) 小型開址測量，方格圖根法

小型開址的大比例尺地形測量，其圖根網的布置通常多采用多角導綫法，內業計算甚为費時，若按照跃进前的規定，尚需联于國家控制網，引測工作几数倍于測圖時間，而此項大比例尺成圖一俟开始施工，地物地貌均有极大变动，并无长期使用价值，除联測工作完全无此必要外，施測多角導綫的方法也有改进簡化的必要，因一般小型開址測區范围多呈方形或长方形，边长约在2公里左右，通視容易，故我們試用了直接以方格網作圖根的方法，省掉計算手續，提高速度，且方形容易发现錯誤，精度极为可靠，通过实践确屬切实可行。茲將施測方法介紹如下：

測法：如图1虛綫为開址范围。（1）在平行于一边处設A、B两点豎立高标；（2）由A点設站照准B点，在方向綫中部設立M点，然后依直綫方向100~500公尺量一点釘木桩（視測圖比例尺而定），移測站正反鏡測180°，延長直綫至M点校核，同法进行到B点再校核；（3）用經緯仪自A、B各作直角，同法量直綫至C、D，要求 $AC=CD=BD=AB$ ，长方形要求对边相等，并检查 $\angle C$ 和 $\angle D$ 是否等于90°。距离差数在主导綫閉塞限度以內（1/5000）即将C、D位置稍加修正，同时检查C、D角的誤差，如在主导綫角度閉塞差限度以內，亦認為可用，否則应行检测。

$ABCD$ 为主方格綫，再依相对中間点依同法量定中間輔助方格，每条輔助綫閉塞到主方格誤差不得超过支导綫限差 $1/2000$ ，在限差內可将各点图上位置稍加改正，超过限差应重量边长。

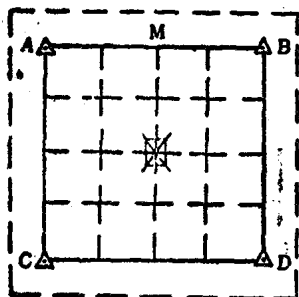


图 1

展图：先以 40×50 公分爲图廓划方里网，依主方格距离应测范围之长度平行于万里网量繪主方格及支綫，即可进行测图。

水准：支綫可用面水准方法在一点测定四周各点，重复点只作校核，不必統一平差。

方格法記錄：（1）測角記載，如导綫測量到 C 、 D 点，註明閉合情况。

（2）量距簿，記錄实量边长，并繪草图註明閉塞情况。

我队在1958年共进行小型開址 $1/2000$ 以下地形測量46处，总面积为96.65平方公里（其中最大面积为5.9平方公里，最小为0.15平方公里），均系按上法布置方格图根来进行測图的。实践证明，此法用于地势平坦或起伏不大通視良好的地区极为有利，并經設計部門使用，对精度頗称滿意，經過施工考驗也完全符合要求，而且省事省时，节省內业計算時間，使測量工作能够赶上設計需要，在大跃进的年代里尤能显示其优越性。

（二）按图廓边测定方格图根的测图法

按图廓边（包括公共图廓边）测定方格图根的方法，是淮阴专区水利局測量队对上項方格图根法的发展。其測法如下：

如图2，設有 A 、 B 、 C 、 D 、 E 五幅图，此項图幅假定系根据設計部門所提交的水工建築物大比例尺地形測图的范围大小和形状而計劃安排的。

測法：

（1）根据图幅公共图廓边“1—3”和“17—15”的交点

二、中小型潮汐电站地形測量經驗总结

辽宁省水利电力建設局勘测設計院

我院測量队虽在东北地区作了不少測量工作，积累了一定的經驗；但是，对我们來說，“測海”究竟还是一件非常生疏的事，有許多同志从来没有見到过海洋，更談不上对海洋有什么認識。因此，在工作之初，不可避免地有些顧慮，信心不足。另外一些同志一听说測海，就觉得非得汽船、回声測深仪等新式設備不可，否則就无法进行工作。但是我們在党的正确领导下，以整風为綱，发揚了群众的敢想敢干的共产主义风格，在当地政府与人民公社和群众的大力支持与协助下，终于完成了任务，积累了一些經驗，为今后大規模地开展此項工作，打下了有力的基础。

現仅就我們所采取的方法与工作中的体会，总结如下：

（一）在潮汐电站設計中对測量的要求

設計人員在潮汐电站設計中，对測量的要求，在一般情况下，有以下几項（其他如筑坝材料場及施工場地也有可能进行一些測量工作）。

1. 庫区地形图：視庫区大小，測图比例尺可以为1:10 000或1:25 000。由于潮汐电站系利用海水涨落来发电，如无淤积或淤积問題不严重时，只需測出潮差部地形图即可，亦即在最低潮位以下部分可以不測。因此每一潮汐电站的庫区地形图只需測出海岸浅及其最低潮位之間的地形图，也即是一条带状的測图。但由于潮差不大（通常3—4公尺），故要求測图的等高綫密度較大（一般要求0.5公尺的曲綫），才能滿足作庫容計算，供繪制庫容曲綫时使用。

2. 坝区地形图：在預定筑坝地段，需要施測1:5000或1:2000比例尺地形图，作为設計水坝时的依据，及地質勘探人員工作之用。

3. 坝綫断面測量：即沿坝綫上測出縱断面图，供設計需要。

1958年我們測过的五个电站,其中有两个是河口式电站,三个是港湾式电站,其中最大的,坝綫长4公里,最大水深15公尺。

(二) 潮汐电站地形测量的特点

潮汐电站测量的对象是海洋,由于海洋有許多特性,使测量工作不能与陆地完全一样。现仅就我們的初步观察与体会,認為有以下六个主要特点:

1.在施测河流的水下地形时,河流水位在短時間內(比如一天)是比較稳定的,因此在一天內可以仅测出几次水位,用以推求水下地形点的高程即可;而海洋受潮汐影响,一天內水位变化多端,因此必須作水位观测,以推求水下地形点的高程。同时,由于海洋水深較大,因此与河流不同,必須以特殊的工具与方法来量取水深。

2.在陆地测量时,可以布置相当数量的平面控制点,同时利用地形測繪时的測站点进行測繪工作,故在一般規定的視距长度內,均可进行測繪。而海洋面积大,特別在施测坝区时,虽然在坝址两岸可以布設控制点,但仍因条件限制,鞭长莫及,因此,除了一部分地方仍可以用視距法来求取碎部点位置外,很多地方必須以視距法以外的特殊方法求取位置。

3.陆地测量时,每一碎部点的高程、位置,均可直接由測站测出并繪于图上,而海洋测量时,由于測站本身不能直接求取高程,且在距离較远时,亦不能直接确定位置,故必須有所分工,各司所职。这样在几个工作之間,必須有良好的連系,以免发生錯誤,致使不能获得正确的高程与位置。

4.陆地测量时,图幅的分幅可以按照正規的規定;但海洋測量时,由于面积过大,若按正常分幅,会有可能使某一个或几个图幅完全落于水中,展不上图根点,无法进行工作,因此必須根据具体情况,以特殊措施,进行分幅。

5.陆地测量时,地面目标多,司尺員可以借以确定自己的行动方向,測取所需的地形点;但海洋测量时,因面积大,目标少

且远，測量員在船上常会迷失方向，致使所求的碎部点稀密不均，故必須采取特殊設施，来补充目标的不足，以利工作进行。

6. 海洋气候与陆地有所不同，如多雾多风等自然現象，对工作影响很大，其他如日光在水面的强烈反射，也对工作造成一定困难，故必須针对这种情况，細致地安排計劃，尽量避开这种影响。

(三) 工作中所采取的方法以及获得的經驗与体会

1. 水下地形点平面位置的确定

由于海洋面积大，故在布置平面控制点时，应充分考虑地形測繪方便。为了使測繪中視距法能發揮最大作用，在布設控制点时，应毫不遺漏地把測区内的小島，海礁（不論漲潮时被淹沒与否）包括在內，設置图根点。在某种情况下，三角形角度将不大理想，但若与平板仪施測比較，还是好得多。

在施測庫区地形时，因潮差不大，在离岸不远处就到达所需最低高程，故在一般情况下，完全可用視距法求取碎部点的平面位置（标尺立于船上）。

在施測坝区时，在靠近海岸的部分，仍然可用視距法来确定平面位置，較远地区應該以二台經緯仪或一台平板仪与一台經緯仪作交会确定其位置。在具体工作中，視距长度放寬到4公尺标尺长不够了，接上2公尺，望远鏡半夹距也不够了，又改用国产101型大平板仪（因上面有1/4夹距），这样，測区大部分就都用了視距法。但是視距愈长，誤差愈大，故單純延长視距长度并不是一项好办法，我們的意見是視距长度不能大于800~1000公尺（此时实地点位誤差可达10公尺），再远的点子，应用交会法来解决。

由于時間較紧，我們未曾使用六分仪进行工作。

2. 水下地形点高程測量

在施測庫区地形时，由于水深不大，离岸也近，我們是以測深杆直接插入水中，望远鏡在讀完視距长度后，立即以中絲照准測深杆頂端，讀出垂直角，直接計算地形点高程。这样，高程的

推算就完全与水位变化无关。此时的高差计算，我們是用视距计算表进行的，亦即略去视距长度读数 d 时的垂直角 α_1 ，直接以 d 及照准测深杆顶时的垂直角 α_2 来计算高差，故其间应有一定的不符，但在实际工作中 α_1 与 α_2 都不大，故相差不大，如图1：

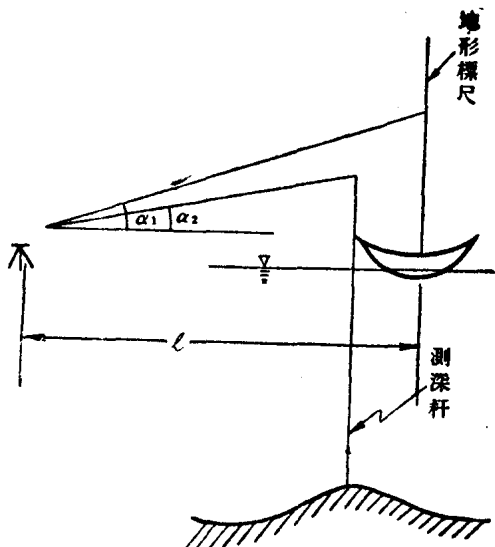


图 1

正确的计算方法：

$$l = d \cos^2 \alpha_1$$

$$h_1 = l \operatorname{tg} \alpha_2 = d \cos^2 \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2$$

近似的计算方法

$$h_2 = \frac{1}{2} d \sin 2 \alpha_2$$

$$h_1/h_2 = \frac{d \cos^2 \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2}{\frac{1}{2} d \sin 2 \alpha_2} = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} \approx 1$$

当 $d=800$ 公尺， $\alpha_1=2^\circ$ ， $\alpha_2=1^\circ$ 时， h_1 与 h_2 之差仅1公分左右。

在施測坝区地形时，我們共采用了两种方法来求取水下地形点的高程：一种是設立水尺，观测水位，并进行水深測量，从而推算地形点高程；另一种系与庫区測量相似，仍避开水位变化的影响，直接推算高程。

在利用第一种方法推求高程时，必須首先設立水尺，由于沿海多岩石，木質水尺設立困难，我們就利用沿海礁石，在其上刻以公寸分划（利用水准仪測出每一公寸高差），成为临时水尺，为了計算方便，我們系直接引測真高，并予以分划。若一个礁石尚不够应用，亦可以用两个以上礁石，主要使高程銜接沒有脫漏即可。

临时水尺如图 2 所示：

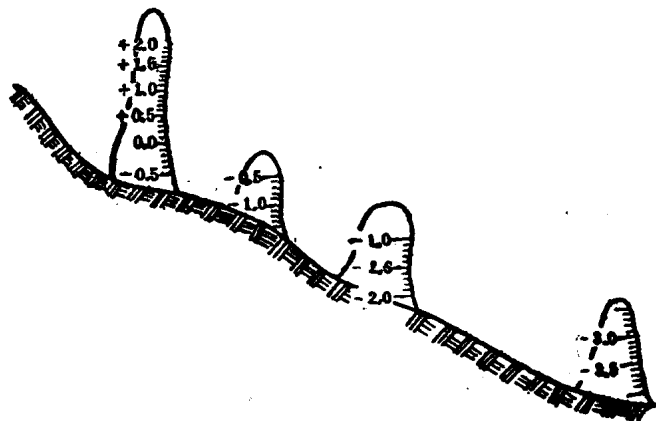


图 2

以重錘系于鋼絲繩上，沉入海底，以測定水深，为了进行讀数，鋼絲繩上每一整公尺长度处，系以各种顏色的布条，或以白鉄片包于繩上，上面打出公尺数字，至于公尺以下小数，可以木析尺或小鋼尺量出。由于水較深，重錘及鋼繩很重（25公斤），上下升降如純以手来操作，很不方便，經研究，制作了重錘絞架后，比較适用，其构造如图 3。

重錘沉入水中时，常会歪斜，此时应使船只略为移动，直至鋼絲繩豎直即可。由于海洋在低潮位以下，流速很小，故鋼繩在

此段水中，近似豎直，至于低潮位以上部分，因潮流影响，流速較大，会有歪斜，但因潮差不大，相差无几，亦可略去不計。

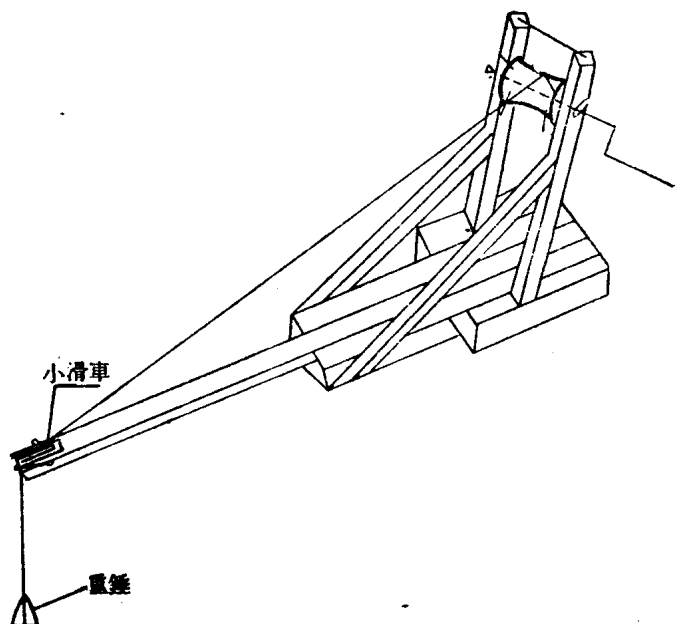


图 3

另一种决定高程的方法是在重錘測深时，以視距中絲照准絞架的小滑車，讀出垂直角，并在小滑車处讀出鋼繩上讀数，直接計算高差，这样可以避开水位变化的影响，免去水尺，减少一个人工作，同时在滑車处讀数，不受水面波浪影响，精度高一些，但是在計算方面，比較繁雜。用这种方法計算高差，仍可用視距表进行，但相差太大。如碎部点位置系以視距决定，精度問題已如上述。若系交会法决定时，因垂直角不大，不符值亦不太大。如图 4 所示。



图 4

依正确方法計算： $h = l \operatorname{tg} \alpha$

依近似方法計算： $h_2 = \frac{1}{2} l \sin 2\alpha$

$$h_1/h_2 = \frac{l \operatorname{tg} \alpha}{\frac{1}{2} l \sin 2\alpha} = \sec^2 \alpha \approx 1$$

当 $l=2000$ 公尺， $\alpha=1^\circ$ 时 h_1 与 h_2 之差仅 1 公分。

3. 海面临时目标物的設置

若测区面积很大，坝綫很长，为了在工作进行中船只行动有較多目标可以參照，不致迷失方向。从而使碎部点稀密适度，可以在海面上适当地方設置若干临时浮标，可用竹管套成环形，或用洋鉄箱等物，上面涂紅白二色，連以繩索，下垂重物，使之浮于水面，繩索随重物沉至海底，但最高潮时，使浮标仍能浮于水面为度。临时浮标如图 5 所示。

4. 各个工作之間的連系与配合

若以观测水位来决定点子的高程时，水位观测者，应每十分鐘看一次水

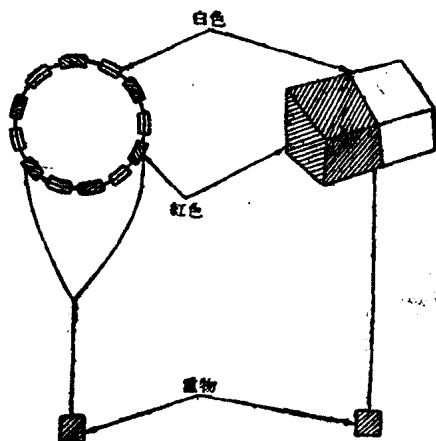


图 5

位，并将時間記入手簿。船上测深者每测一次水深亦应記下時間、深度及碎部点編号。而碎部点位置以視距确定时，則图上每一点均应記下編号（此編号与测深者相同），待工作告一段落，三者会合，按時間計算高程并按編号註記于图上各相应点子上（在水位观测数列中，以插入法求出每一测深点的水位）。若碎部点位置系用交会法求得时，岸上二测站每交会一点，均应将交会角度及編号記入手簿（若用平板时，則將編号註于方向綫上）。

若以望遠鏡中絲照准絞架滑車来决定点子高程时，其他方面

均与上述相同，仅取消水位观测，而测站应记下每一点子的垂直角。

当测取较远处的碎部点时，必须注意测站、测深船与水尺的联系，最好一切工作均听从一个地方指挥，有明确的信号，测深者每测一个点，测站必须予可观测，记录并编号，不论该点是否必需，否则二者之间将出现不一致编号，致使整个阶段的工作成为无效。但在内业工作中，可根据点的分布情况，决定舍去一些不必要的重复的点子。

5. 水下地形的勾繪

庫区地形測繪时，虽然有一部分处于水下，工作时看不见，但是因海岸的潮差部分經年累月受着海潮冲击故等高綫的走向，仍甚明显和有規律不会出現奇形怪状。在工作中常由于正好測在礁石上。致使某一点高程突然隆起，形成等高綫走向混乱，此时应将此点舍去，或作为地物符号繪出，不能因此点而影响地形的变化。

在勾繪等高綫时，亦可参考各种潮位，水边綫的形状，来勾出等高綫。同时，亦可根据涨潮时，海滩被淹沒的速度或退潮时海滩露出的速度的快慢，决定等高綫的稀散与密集的程度。

在坝区測繪时，虽然完全处于水下，但一般的情况下，仍有規律可找，亦即等高綫几乎平行于海岸，但其中也有个别变化之处。

6. 图幅的分幅問題

根据上述第四个特点，我們提出的解决方法如下：

(1) 用挪移图幅的方法，使每一图幅都能展上图根点，但会使图幅分得混乱，大小不一，形状也各有不同，而仅能在内业描图时，才能恢复到原来分幅（正规的）面貌，且此法只能适用一部分情况，特大测区，仍难适应。

(2) 扩大图幅，即使用特制的大图板进行工作，但仍有一定限制。

(3) 計算法：即每一碎部点，根据其水平角，計算其坐标，展于图上，但此法計算工作量很大。

(4) 挪移图根点，依其几何条件，求出关系，然后在外业

直接測圖，此時又分二法，見圖 6 所示。

(a) 矩形法：有二個圖幅，上面一個完全在水中無法測繪，而僅在下面一個圖幅有 A, B 二圖根點，以二台經緯儀在該二點上交會，欲求 P 點位置，測得交會角 α, β 。則我們可以在 A, B 二點上作 AA', BB' 垂直於 AB ，並令 AA' 與 BB' 等於定長 l ，令 $AA'B'B$ 構成矩形，此時 A', B' 二點均可以計算其坐標，並展於上面的一個圖幅內。

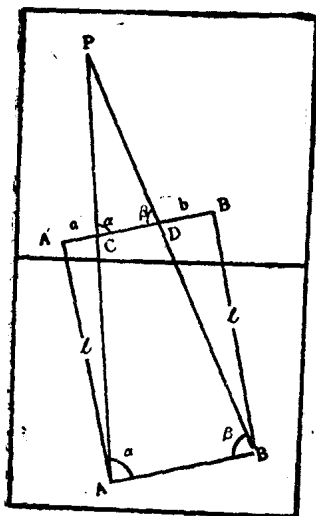


圖 6

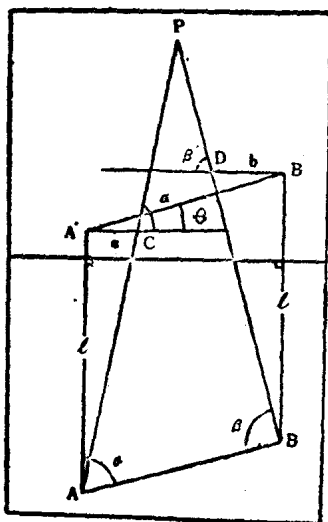


圖 7

因為 $a = l \operatorname{ctg} \alpha$, $b = l \operatorname{ctg} \beta$ 放在 $A'B'$ 綫長可以找出 C, D 二點，令 $A'C = a, B'D = b$ ，此時我們可以在 C, D 二點作交會角 α, β ，相交得 P 點。

由於 l 是定長，故可事先作出一表，因不同角度得不同 a, b 值，故外業可以查表得 a, b 長度。

(b) 平行四邊形法：通過 A, B 二點作 AA', BB' 垂直於圖廓，並令 AA', BB' 等於定長 l ，得平行四邊形 $AA'B'B$ ，通過 $A'B'$ 各作垂綫垂直於 AA', BB' 與交會綫相交得新交會角 α', β' 。

則 $\alpha' = \alpha + \theta$, $\beta' = \beta - \theta$

式中 θ 为定角。

$\theta = 90^\circ - \alpha_{AB}$ (当 $\alpha_{AB} < 90^\circ$ 时)

$\theta = \alpha_{AB} - 90^\circ$ (当 $\alpha_{AB} > 90^\circ$ 时)

此时可計算 a, b 二长度即:

$a = l \operatorname{ctg} \alpha'$, $b = l \operatorname{ctg} \beta'$, 以后方法与矩形法同。

7. 气候影响与工作计划的安排

在布置平面控制时, 按照需要, 只要沿海岸綫的一排点即可, 但这样得布置跨海的大三角形; 由于多雾, 对观测影响很大。我們认为可以布置沿海岸的小三角鎖, 只是在海口处, 以四边形两岸閉合, 作为校核。这样当然在地形測繪时, 有一排点将沒有作用, 但由于短边受雾的影响較輕, 一个測区的平面控制測量可以很快完成, 其次也可以考虑以杜尔涅夫測量交会法来布置控制点。

由于海边多风天, 一起风, 在海中进行工作很危险, 而且精度也有影响, 若在海岸边不远处工作, 則影响不大。因此, 在可能的条件下, 最好是填与庫区測量同时进行, 这样, 好天測填, 风天測庫, 多利用些时间, 不能单打一。同时日光在水面的强烈反射, 一片金光夺目, 使工作无法进行, 因此小組的每日进測計劃也应好好安排, 以避开其影响。

再則, 每天工作完毕后, 应注意船只的停放地点, 以防船只擱浅或冲走。

8. 必須紧紧地依靠当地群众

工作之初, 我們信心不足, 当地人民群众, 对我們帮助很大, 因而才使工作順利进行, 也使我們再一次体会走群众路綫的重要性。比如我們所使用的重錘絞架, 就是經過当地木工的研究, 才制成的。另外如我們开始覺得在海上使船停住, 非得拋錨不可, 这样就很費时, 但一經与漁民研究, 他們說有办法, 可以不下錨, 于是問題又解决了。特別是漁民們长期生活在海洋, 对海洋很熟悉, 只要我們把工作目的告訴他們, 他們就会告訴我們这