

測 量 專 刊

第 一 號

中國科學院地理研究所編輯
科學出版社出版

測 量 專 刊

第 一 號

中國科學院地理研究所編輯
科學出版社出版

1955年4月

內 容 提 要

1) 淮河幹流二等三角測量的工作報告——本文扼要地介紹了二等三角測量工作的內容,如選點、造標與埋石、觀測角度、基綫測量及計算工作等,其中特別指出淮河二等三角測量的特點:(i)全部採用單三角鎖;(ii)採用克拉索夫斯基橢球面;(iii)採用高斯—克呂格投影。這都是與過去採用四邊形鎖、海福特橢球面、蘭勃脫投影完全不同的地方。最後總結了一些經驗,如基綫網的觀測問題,篇末並附有實例。

2) 1953年淮河經緯度測量工作報告——約略敘述這個測量工作的目的和經過等後,即着重討論二等天文測量精度問題,此外還提到一些圖解與平差計算及觀測時防止露水等問題。最後總結了一些天文測量的體會與經驗。

3) 天文測量報告——本文簡明提出二等天文測量所能適用範圍後,便敘述該所三年來二等測量所使用的儀器、方法和工作步驟。尤其着重介紹該所三年來在進行測量中所遇到的一系列的問題以及怎樣解決了這些問題等。最後特別介紹蘇聯的先進的收時方法。

測 量 專 刊 第 一 號

編 輯 者 中國科學院地理研究所

出 版 者 中國科學院編譯局
北京東皇城根甲42號

印 刷 者 北京新華印刷廠

發 行 者 科 學 出 版 社
北京東西城根兒胡同2號

書號: 0177 1955年4月第一版
(密)002 1955年4月第一次印刷
(京)0001—1,384 開本: 787×1092¹/₁₆
字數: 45,000 印張: 3[—]/₈

定價: 一元一角

卷 頭 語

這裏所發表的三篇報告是我組成立以後三年來，關於三角及天文方面的工作報導。由於當時成立伊始，文獻及設備未充，而蘇聯先進經驗也尚未完全結合我們的業務，即或有所學習亦多是零星片斷，就是說我們在學習蘇聯方面是不很深入的。另一方面由於生產單位迫切需要我組協助，因此我們的作業大部分是舊方法、舊規格，當然和蘇聯先進經驗頗有出入的。例如：

（1）三角鎖的佈置，蘇聯是由一等開始全盤地、逐級地控制下來，但是當時我國的一等三角測量尚未開始，也就是說：我們不能在一等三角網的基礎上來佈置二等三角，所以只能根據業務機關所提出的要求，沿淮河正幹進行了獨立的二等三角測量。

（2）基線當然是愈長愈佳，但它的長短是與測量基線的工具及方法息息相關的。由於舊方法十分費時，所以一般都規定二等在 2 公里以上，蘇聯改進了測量的方法，所以可以加長基線超過 4 公里。

（3）按照舊規定，在一個基線網上只需要測定一點的經緯度及方位角，而蘇聯規定必須在基線網的最後擴大邊的兩個端點上進行經緯度及方位角的觀測。

（4）蘇聯規定一、二、三等天文測量時，必須測定人差，而我們當時未曾接觸到是項先進經驗，且國內亦無天文基本點可資利用。

雖然我們的作業方法與規格和蘇聯先進經驗是有出入的，但當時我們是這樣做了，因此仍然按照當時實際作業情況報導出來，以供內部的參考及作有關部門利用是項測量成果時的判斷依據。

目前全國正謀求大地測量工作和規格的統一，所以報告中提到作業方法及規格是不能作為今後測量的指針。在全國大地測量規範未統一公佈以前，我們認為應盡量採用蘇聯的規範，但在我國實際情況不符之時，亦應斟酌加以修改。

中國科學院地理研究所大地測量組

1954 年 10 月 7 日

目 錄

卷頭語

關於淮河幹流二等三角測量的工作報告·····	張善言 張海根 林明儀	1
1953年淮河經緯度測量工作報告·····	韓天芭	16
三年來天文測量報告·····	何 鑫	24

關於淮河幹流二等三角測量的工作報告

張善言 張海根 林明儀

(中國科學院地理研究所大地測量組)

一. 總 論

爲了根治淮河發展長遠水利, 需要流域全面性的正確大比例尺地形圖, 以資統籌全局而利規劃設計。因此, 零星片斷的測圖結果必然是不能拼接, 也就不可能作全盤的規劃設計。淮河幹流域二等三角測量是沿淮河幹流每隔相當距離建立控制點以供三、四等三角測量及導線測量的依據, 而三、四等三角測量及導線測量的結果, 又是供地形測量的依據。通過這種控制, 使整個淮河流域所測得地形圖就有統一的系統, 能供全盤規劃設計之用。

二等三角測量包括選點、造標與埋石、觀測角度、基線量測、天文測量及計算等工作。天文測量另設獨立工作組, 已另有報告, 故不贅述。

1952年5月在淮委領導下成立二等三角測量隊, 開始籌備工作。本所先後參加工作的同志計有夏嘉貞等8人。¹⁾

二等三角測量隊於1952年5月間籌備成立, 至1953年6月止共完成蚌埠至長台關的二等三角測量, 全長約300餘公里, 控制點65點。其中共分三段: (i) 蚌埠至正陽關段 (1952年完成外業工作); (ii) 正陽關至長陵集段 (1953年3月完成); (iii) 長陵集至長台關段 (1953年5月完成)。

二. 工作內容

(一) 選點

1. 因受地形、地物的限制, 三角點的佈置必須經過實地考察選定, 選點的適宜與否不但直接影響到整個三角網的圖形強度, 而且對於保證觀測方向的通視、造標材料的浪費或節約上也有密切關係。所以選點工作的責任是比較繁重的, 一般負責這項工作者應該由熟練的技術人員擔任。

1) 本所先後參加工作的計有: 夏嘉貞、張善言、張海根、林明儀、張永昌、徐柏清、莊宏慶、仲麟祥諸同志。

2. 三角點的選定以構成等邊三角形的單三角鎖圖形為原則，邊長限制自8—16公里，每個三角形的圖形強度以 $R = \delta_A^2 + \delta_A \delta_B + \delta_B^2$ 式計算，應小於9，最大也不得超過15（式內 δ_A, δ_B 為距離 A, B 正弦對數每秒之差，以小數第六位為單位）。各圖形強度的總和 ΣR 超過130時，應增設校核基線一條。在蘇聯圖形強度總和以 $\Sigma R = \frac{4}{3}(\delta_A^2 + \delta_A \delta_B + \delta_B^2)$ 計算，其限制為80，故其對圖形強度之要求遠較嚴格。

3. 選點隊的人員組織一般是：技術幹部1人，測工4人，炊事員1人。如採用燈光（夜間）選點，在單三角鎖的情況下，測工人數應增為6—7人。

4. 選點的工作方法——第一段採取白天作業，用12倍的單筒望遠鏡一付，7公尺及8公尺長的竹梯各一架，如此可以接成14公尺長的梯子，梯子豎起後四面用繩拉緊，以作選點梯。目標處高豎紅、白旗各一面，以免與到處飄揚的國旗混雜。白天工作受氣候的影響較大。第二段以後改用夜間選點，在目標處以300支光的汽燈作信號，如此克服了氣候的限制，工作效率提高一倍以上。

（二）造標埋石

確定選點以後，觀測前應在三角點的位置上埋入柱石，以作為日後各種測量的控制及計算的根據。因為地球是一個曲面，並且點與點之間又常有障礙物，如樹木、村落等對視線的阻礙，故儀器必須高出地面若干公尺方能雙方通視。在觀測之前並須建築穩定而高出標點之上的標誌，作為觀測的目標，因此並須建築測量觇標。

標石採用石料，分為柱石及盤石兩部分，盤石須水平埋於地下，柱石則直立於盤石之上。盤石的下部及柱石的上部周圍均用混凝土膠着，以增牢固程度，山地如遇岩石則用銅點標（圖1）。

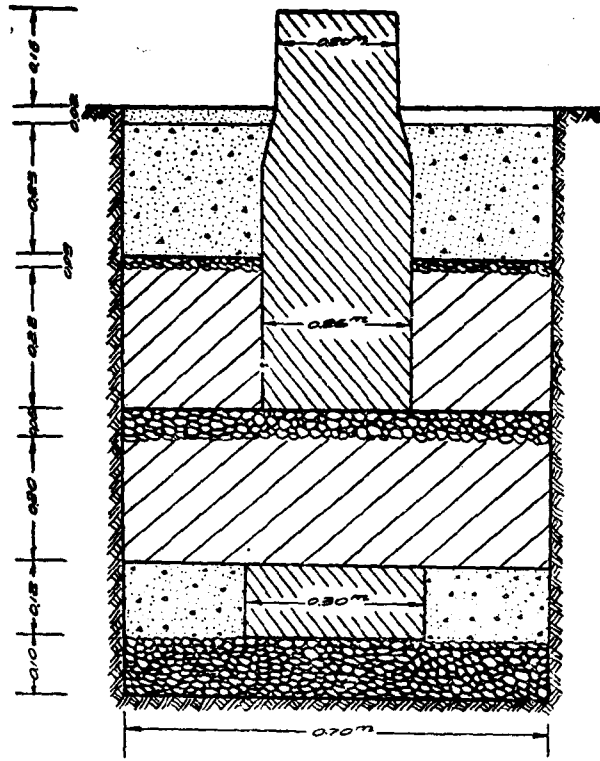
在第一段時，三角點的四周埋下三個參考標石，俾正標遺失時仍可根據參考標重行決定其位置。由三角點至各參考標的方向與距離，應用經緯儀及鋼尺精密測定。

自第二段開始時認為三角點已有鄉人民政府保護，損失之可能性極少。且第一段所埋的參考標均在地面以下，尋找頗為困難，因此決定參考點以利用附近建築物為主，由造標者測繪附近地形圖為輔，不再埋設參考點標誌。

與埋石同時進行的，尚須建造觇標。此項觇標一概用木料製成，依高度分為普通觇標與高觇標二種。

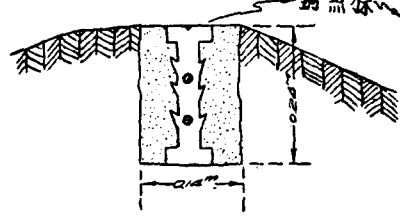
在第一階段時，普通觇標為方錐形，高觇標為方屋形，由內、外標架組成。外架標柱（簡稱櫓柱）為四根柱，內架標柱（簡稱支柱）為三根柱，梯子設於內外架之

(平地用)



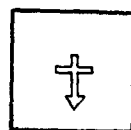
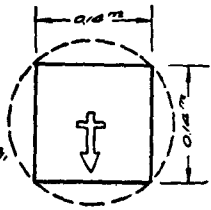
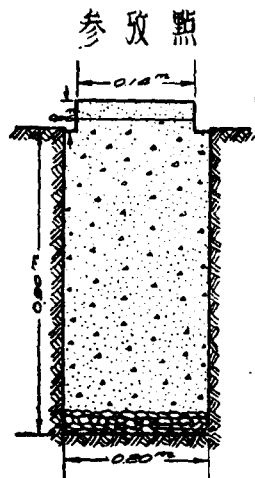
(山地用)

利用岩石



参考點

(利用岩石)



1:2 灰漿 1:3:6 混凝土 灰石 沙塊 漿基 緊泥土 石質

圖 1

間。這一段所用木料都較粗壯，因此所建高規標也頗穩固。平原地帶進行二等三角測量造標費用是一筆巨大的支出，例如此段高規標僅佔全部標架數的65%，而材料工具費用的支出却佔全隊經費支出的61%，材料搬運費佔全隊支出9%。

由於第二段業務是配合豫皖平原的地形測量進行的。雖在嚴寒期間工作條件困難情況下，但由於全體工作人員發揮了高度的積極性，終於勝利地提前完成了此項迫切任務，其中高規標設計的改變也起了重大的作用。在此段工作中，高標的外架採用三根櫓柱，如此可節省木料1/7以上。此外更採用接木辦法使櫓柱、支柱可採用較小材料，又梯子直接附於一根櫓柱上，增加了施工的便利與安全。因此，每個高標除節省許多材料與減少搬運困難外，造標速度也大為提高，平均在4—5天就可完成一座，這比第一段造標的平均速度提高一倍以上。

第三段造標是採用蘇聯複式規標圖樣，內架附接於外架上部之內，而外架則為四根櫓柱。首先依照式樣試建一座，施工時間是四天半，所用材料與第二段所造的內外架分離的三根櫓柱的式樣差不多。以後又改用內架附着外架的三根櫓柱的式樣，如此，材料又比第二段高標式樣節省。施工進度平均三天可造一座規標，比第二段提高50%。

(三) 觀測角度

角度觀測工作是整個測量成果計算的依據，控制野外觀測作業的精度是以測站中誤差和三角形閉塞差為根據的。二等三角點的水平角觀測以完全方向組觀測為主，若由於氣候影響不便施行完全方向組觀測時，得採用組合角觀測法，組合角觀測應保持測站平差後方向的權等於完全方向組觀測結果方向的權。

為慎重起見，在第一段觀測工作中，每點用威爾特 T_3 經緯儀觀測八組，各組間觀測方向結果的最大差異不超過5秒。採用組合角觀測時，各組合角的最大閉合差不超過3秒，此外三角形的閉合差不超過3秒，每組觀測方向的中誤差不超過1秒。這些都是依照以往一等三角測量的精度規定的，因此，此段精度是遠在以往二等三角測量的規定以上。

第二段以後，由於有了前一段的經驗，可以放手進行，所有觀測規定均照以往二等規定進行，如每點用 T_3 觀測六組，各組間觀測方向結果的最大差異不超過8秒，各組合角的最大閉合差不超過5秒，每組觀測方向的中誤差不超過1.5秒，三角形的閉合差不超過6秒等。

天頂距的觀測共須測四組，並須分兩天觀測，觀測時間規定在正午12時以後

至午後三時以前。在第一段係依照此項規定，至第二段則由於突擊任務且淮委會工程部要求採用直接水準來連接，故天頂距的觀測均未按規定執行（按蘇聯的規定：在晴朗天，觀測天頂距之時間，從 11 時到 14 時，陰天則從 10 時到 15 時）。

在第一階段中，高標的下覆板邊緣和簷樑的距離常在 10—20 厘米，因此在光線不佳目標不甚清晰之時，不能將下覆板和簷樑分辨清楚，致使天頂距觀測精度受到影響。在第二及第三階段中，則糾正了這種缺點（下覆板一定要蓋住簷樑）。

（四）基線量測

1. 基線為三角網長度計算的根據，它的長度用直接方法精密量測。選定基線址的主要條件為：地勢平坦及端點附近地基穩固，前者為便於量測並易保持規定精度，後者則為保持端點埋石的位置使不致變動。按規定：二等基線的相對誤差應小於 $1/500,000$ ，長度亦應在 2 公里以上。

2. 蘇聯的二等基本鎖的基線長度規定在 4 公里以上，誤差應小於 $1/700,000$ （包括尺長、檢定等誤差）。

3. 為了向外通視及量線時的便利起見，應在端點上建立高標，所建立的端點高標其外架沒有標頂，同時又無標心，觀測時須於儀器台上樹立臨時標桿。至於在基線量測的定線時，則須用高標上所加建的菱形規板為照準目標。

4. 端點埋石有如圖 2 所示。如地質較差者，必須在基層之下打進 1 公尺長 10 厘米直徑的木樁 2—5 根，以之支承三合土地基，地下標石係埋於三合土內。端點的精密位置係以端點銅標內的針尖為準。俟量線完畢後，將地面標石掩埋，在基線中間並須設中間節點，其數視基線的長短而定。在第一條基線上，並在端點標的四周埋下地下參考標，它們與端點的銅標同在一個水平面上，兩個沿着基線的方向，二個垂直於基線方向，各與端點相距 5 米。在參考點與端點之間，各挖壕溝一條，俾可用經緯儀及鋼捲尺精密地測定其位置。

5. 每隔 24 公尺打一木樁，木樁的直徑約 10 厘米，長約 1.5 米，打入地下與露出地面的部分大約相等。打樁時，樁上套以

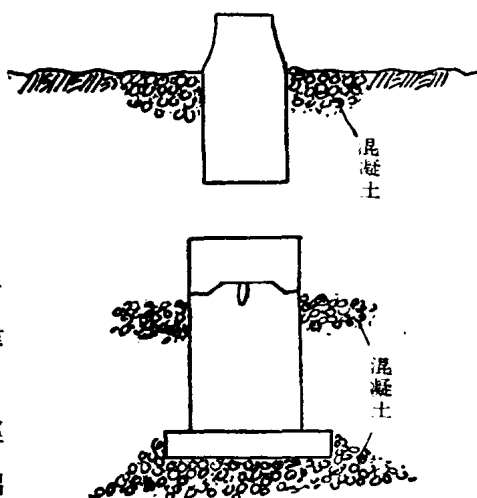


圖 2

鐵圈,以免樁頂受衝擊而碎裂。在量線之時,應於木樁上安放基線銅柱。

6. 用鋼基線尺進行量測。各基線尺的號碼及方程式如下所列:

基線尺 301: $L_t = 24 \text{ 米} + 0.06 \text{ 毫米} + 0.003 (t^\circ - 20) \text{ 毫米}$,

基線尺 302: $L_t = 24 \text{ 米} + 0.37 \text{ 毫米} + 0.003 (t^\circ - 20) \text{ 毫米}$,

基線尺 303: $L_t = 24 \text{ 米} + 0.49 \text{ 毫米} + 0.003 (t^\circ - 20) \text{ 毫米}$,

式中 L_t 為改正後尺長, t° 為量測時溫度。

上式的有效應用範圍在溫度 $10^\circ - 30^\circ$ 之間,而根據已知溫度所算得的尺長,約有 ± 0.03 毫米的誤差。

7. 基線的計算應顧及到溫度改正、垂準改正、讀數差、讀尺傾斜改正(包括由於高程差,由於懸鏈線變形,由於尺長改正及讀數,由於彈性伸長等)、定線改正、重力改正及歸算至海平面的改正等。

8. 定線用威爾特 T_2 或 T_3 經緯儀在 200—300 米距離內進行,樁高差的測定用威爾特 N_3 精密水準儀進行,基線端點、中點及節點的位置均須以地下標點為準。量線時須於端點、中點、節點處造一臨時支架,架上安裝基線銅柱,此架必須十分穩固。量線前後並須於垂直基線方向內用威爾特 T_3 經緯儀,分別量測地下標點與端點基線柱間的水平角度,並用鋼捲尺,測量儀器點至端點間的水平距離(我們採用固定距離 8.25 米,則水平角 $1''$ 相當於 0.04 毫米),以為計算改正之用。

9. 每尺段應讀 5 次,其前後端讀數差之差最大不得超過 0.3 毫米。

10. 在第一條基線場上並設置基線棚,於進行測量前將基線尺掛於棚內兩端所設的架鉤上。在正式量線時僅用 301 號與 302 號兩根基線尺,同時測前測後均與 303 號尺比較,計算時以 303 號尺長為根據。

11. 全三角鎖上量測基線三條,所量得的相對精度均在二百萬分之一以下(系統誤差在外)。

(五) 計算工作

觀測工作結束後,必須經過一番繁重的計算手續才能求得所需要的成果。茲將計算程序列後:

(1) 概算 從檢查手簿開始,以至觀測中誤差的計算,抄成記簿,邊長概算,歸心計算,列成方向表,經緯度概算,球面角超計算等。

(2) 平差計算 角條件、方位條件、長條件等條件方程式構成,法方程式的構成,法方程式的解算,改正數的計算。

(3) 精算 邊長精算, 大地位置精算。

(4) 坐標計算。

(5) 列成成果表。

此外還有基線長度計算、基線網的計算、三角高程的計算等。

此次計算工作一概以蘇聯克拉索夫斯基參考橢球面為標準, 大地位置計算則採用佈依桑和高斯中緯度兩種公式 (佈依桑公式用作概算, 中緯度公式則用作精算), 投影方法採用高斯-克呂格投影。因所有的計算用表與計算格式都須在計算前全部準備好, 因此在進行第一階段的計算時, 耗去了不少準備工作時間。

淮河幹流二等三角鎖是以塗山一等三角點為已知點來推算的, 塗山點係偽測量局京徐系的三角點, 此點的經緯度則自南京天文點推算而來。

第一段三角鎖當附合於偽測量局所測的商正系馬莊及何家崗兩個三角點時, 長度與方位均能閉合, 而經度則相差 $15' 2''$, 緯度差 $3''$ 。¹⁾ 因為我們並沒有抄到偽測量局馬莊點的原始成果, 它的經緯度是從偽測量局所出版的測量叢刊抄得, 因此很懷疑它的可靠性, 故在計算時也未將此點作為控制。

計算時還採用不同的計算方法以作比較, 例如:

(1) 基線網平差計算係採用有對角線觀測的四邊形平差計算, 所得的擴大邊邊長, 與捨去對角線成兩個單三角形平差計算, 所得的擴大邊長度完全一致。

(2) 解法方程式時同時採用博爾茲擴展法與高斯消去法以資比較, 在同一段中, 擴展法需 6 天左右可計算完, 而消去法則僅需 2—3 天。

三. 我們所參加的工作

二等三角測量中的工作是繁多的, 我們雖參加了測量中各部門的工作, 如選點、造標、觀測、基線測量及計算等, 但究竟參加人員不多, 所做的工作從整體來說還是少的。今概述如下:

1. 在二等三角測量的各環節中, 我們起了帶頭作用。1952 年 5 月, 我組協助淮委會籌備成立二等三角測量隊的工作。在開始時的基線網及三角點的選點工作以及以後的建造高標的工程、觀測工作、蚌埠基線的籌備工作等都是先由本組人員負責進行, 直到淮委會工作人員能獨立工作為止。此外第一段的計算工作乃係本組人員負責進行的。一年來的工作, 淮委會方面已出現了十餘位熟練二等三角測

1) 經度相差 $15'$ 可能是偽測量局為了保密而加上 $1^m(15')$ 整數。

量技術的技術人員，而我們通過實際工作的鍛鍊，對於三角測量的認識也提高了一步。

2. 原則性問題的決定

(1) 採用單三角鎖

解放前所用的三角鎖慣於採用四邊形鎖，今假定四邊形及單三角形鎖均為規律圖形，即正方形與等邊三角形，則四邊形鎖約較單三角形鎖強1.6倍，這就是四邊形鎖最大優點。但四邊形鎖在選點及觀測上每點均較單三角鎖多一個方向，增加選點與觀測上的工作量。同時四邊形鎖對角線的距離為外邊的1.4倍，因而產生通視上的困難，有時被迫使減短外邊的邊長，如此就必然增加一定鎖長內的圖形個數，或須增加規標高度，前者使全鎖的強度降低，後者增加造標費用，均為缺點。此外四邊形鎖的平差亦較單三角鎖為複雜，條件數目增加1倍，計算工作增加3—4倍。

因此在遼闊的祖國原野上，為了節省費用與增加控制測量的速度，在平原地區一般仍以採用單三角鎖為宜。

(2) 基線網擴大邊的兩個端點不互相觀測與互相觀測，其所得結果相差甚微，這點並在長陵集基線網用二種方法同時計算，證明所得結果完全相符。而基線網中如不觀測對角線，不但觀測工作可以減少，計算時亦較簡單¹⁾。

(3) 採用克拉索夫斯基參考橢球面

舊中國一慣採用美國海福特的參考橢球面，其計算主要是依據美國的大地測量結果所推算，而蘇聯克拉索夫斯基在1946年所發表為參考橢球面²⁾，則除應用全部蘇聯天文-大地測量成果及全部重力測量成果外，還應用了西歐及美國的大地測量的成果推算出來，所以它的準確性和普遍性遠較海福特的為高。

我國現正展開大地測量工作，應即採用先進的克拉索夫斯基參考橢球面作為標準。

(4) 採用高斯-克呂格投影

以前係採用蘭李投影（即圓錐正形投影，分帶方法係按緯度 $2^{\circ}\frac{1}{2}$ 一帶，全國南北共11帶），現在若採用高斯-克呂格投影，則須按經度分帶，亦為11帶。茲就兩種投影的優缺點比較如下。

高斯-克呂格投影南北分帶，二者比較為：

1) 基線網圖形之研究，陳永齡，前中國地理研究所測量專刊，第二號。

2) 關於國際參考橢球面問題（方 俊譯），地理學報，20卷1期，111頁。

(甲) 蘭亭投影的常數 n 與 A 每帶不同, 故每帶投影皆須準備一表, 高斯-克呂格投影則只須一個共同的表。

(乙) 蘭亭投影的平面坐標公式雖可展為級數, 而其既以緯圈分帶, 其經度差可能甚大, 故展開級數後收斂極慢, 必須顧及五次或五次以上的高次項, 對於計算頗為不便, 且常須用十位對數表, 計算自然不如高斯-克呂格投影之簡單。

(丙) 採用 $2^{\circ}\frac{1}{2}$ 分帶的蘭亭投影, 其量度差僅為 1:4000, 而六度分帶的高斯投影為 1:1000, 此為高斯投影的缺點。但 $2^{\circ}\frac{1}{2}$ 分帶不能與國際圖幅 ($6^{\circ}\times 4^{\circ}$) 配合, 若將蘭亭分帶改為四度分帶, 則量度差亦達 1:1000 左右。

(丁) 就距離方向改正而言, 高斯-克呂格投影遠較蘭亭投影為有利。

(戊) 蘭亭投影已有以上缺點, 而我國與蘇聯國境相接達數千公里, 蘇聯已採用高斯-克呂格投影, 中國當亦以採用此種投影為宜。

(5) 長台關基線長度僅用 1.5 公里, 依照初步規定, 二等基線長度應在 2 公里以上, 這點是與原則發生衝突。當時所以如此決定是根據下列理由:

(甲) 從理論上的根據考慮, 基線圖形強度決定於放大倍數與基線網圖形 (擴大邊偏出基線中點的比例) 二因素, 基線量測是十分費時的工作, 因此我們希望基線愈短愈佳; 但另一方面, 基線短了放大倍數增大, 即圖形愈弱, 兩者是互相矛盾的。根據一般研究的結果與應用範圍的規定, 放大倍數應在 3 倍左右為最適宜, 一般二等基線應以放大二次為宜。而 1.5 公里的長台關基線第一次放大 3.04 倍, 第二次放大 2.41 倍, 二次放大均在 3 倍左右或不到 3 倍, 二次共放大 7.33 倍, 因此在理論上仍在規定範圍之內。

(乙) 從實際情況考慮, 長台關基線選定長度為 2.2 公里, 毫無疑問比縮短至 1.5 公里為強, 但是基線南端一段必須穿過一直徑大於 24 米的水塘及一大片水田, 且地形高低相差較大, 因此必須填大量土方, 耗費很多經費和時間, 量線困難也增加很多。在這種情況下, 決定將基線縮短至 1.5 公里。

(丙) 基線縮短只是在特殊情況下才允許, 如果條件許可的話, 基線量測得愈長愈佳, 甚至量三角鎖的一邊。

(丁) 如果木樁以軸桿架代替, 規定量線三個測回減為兩個測回, 此兩個測回又用兩根尺子同時進行, 並配備補尺。在特殊情況下允許採用折基線, 則基線場的選定與準備工作可大大減少, 量線速度得以加快。採用這種工作方法可以縮短籌備時間, 減少籌備困難, 因而基線長度也就有條件盡量增長。蘇聯的基線測量就是

採用這種方法，故基線最短的也在4公里以上。在一般情況下不允許擴大二次。

3. 解決技術上的問題

(1) 本組負責高標與一切記錄表格及計算表格的設計工作。此外並擔任從第二段起外架改用三根櫓柱及採用蘇聯式內外架相連的複式標，並進而將蘇聯式內外架相連的複式標改用三根櫓柱的設計工作。

(2) 本組負責擬訂選點、造標及觀測工作實施細則。此外，改變參考橢球面地圖投影方法後所用各種用表的計算，亦由本組擔任。

四. 經驗教訓

(一) 選點方面

1. 目標原來是用大紅白旗一面，惟易與所飄揚的紅旗相混，故後來採用大小紅白旗各一面，大紅白旗長寬各1.2米，小紅白旗為0.6米，懸掛間隔約2米，這樣可以避免目標的混亂，且易決定標高。

2. 選標梯用竹梯，既經濟又輕便，可隨意依所要求的高度接高，這種梯子在以後的選點中仍值得採用。

3. 以後選點應避免將視線通過都市上空，如在第一段時，官路徐點和顧郢考點間的視線因為中間通過淮南市上空，視線被工廠煙霧所擋，觀測時發生了很大困難，前後共費去二十餘天才觀測完畢。以後如有必要非通過市區不可時，則可在市區內設置一點，以減少觀測困難。

4. 選點時應盡可能與已有三角點連接，如第一段的塗山點為偽測量局原有一等三角點，也是淮河幹流二等三角鎖推算的起點。照例塗山點應設於原偽測量局一等三角點之上的，而當時沒有這樣做，却在偏心十多米處設立二等點，塗山頂上所建造9米的高標已浪費一千多萬元，同時增加計算上麻煩，影響成果精度。

5. 第二段以後採用夜間選點，夜間選點可以克服霧天、霾天等不良氣候的困難，工作速度可提高1倍；但也有其嚴重缺點，即晚上燈光可從樹縫穿過，夜間看得清楚，白天反而找不到目標。如第三段晚上選點的結果，至觀測時先後發現竟有六個方向為樹枝所擋，臨時砍伐樹木造成浪費，同時延長了觀測時間影響了工作進度。通過這次經驗，二等選點仍應以白天為主。

6. 標高的決定必須保證視線超出障礙物一定的高度（蘇聯規定二等標為4—6米以上），如第三段有兩個方向僅顯示了標心，觀測人員尋找目標發生了很大困難，

同時觀測精度也受到影響。

7. 點之記應詳細填註, 尤須詳註地名, 以免日後工作應用到此點時增加找點的困難。

8. 選點業務應該提前做好, 尤其在建造木質高標時更應注意, 因為材料的及時供應與預算的正確編製是靠這個重要環節的。又如第三段業務時, 很多木材自蚌埠運去, 事實上就在信陽購買反而便利, 且可縮短運輸的路程與延誤。

(二) 造標與埋石方面

1. 由於參考標石埋於地下尋找有困難, 故三角點的參考標石不宜再埋設。又三角點所埋的標石本身極牢固, 且交村、鄉人民政府保護, 遺失可能性較少。根據蘇聯的經驗亦無埋設參考點, 他們為着避免標石的損害和遺失, 將地面上標石以泥土掩蓋形像墳墓, 將來如尋找標石時則專靠點之記及埋石草圖為依據, 這樣標石的保存性更為可靠。

2. 高規標設計的改進是二等三角測量中減少支出的重要環節, 如第一段統計, 佔 65% 的高規標, 搬運費與材料費竟佔全隊支出 70%, 按過去的慣例是內外架分離, 外架用四根櫓柱; 在第二段工作中, 由於淮委會測量工作的迫切, 加以木材運輸的困難, 所以在高標設計時不得不從節省木材及建築時間的經濟着想, 因此內外架皆改用三根櫓柱, 如此不但可節省 $1/7$ 以上的材料, 且保證了第二段突擊任務的勝利與提前完成。

第三階段時接受蘇聯的先進經驗, 採用內架附於外架的複式標, 在後期中, 也由於上述理由將它改為三條櫓柱的內架附着外架的式樣, 如此又節省了 $1/4$ 的材料。但由於我們學習蘇聯標的結構, 當時僅從圖樣上去理解, 尚未掌握結構理論, 因此後來感到改為三條櫓柱的內架附着外架的規標受風力的影響比一般高標為大, 稍有風則動搖不能觀測。按照蘇聯的規範, 外架必須用四根櫓柱, 原因是四腿架的斷面的轉動慣量較三腿的為大, 比較不易變形, 同時因為三角錐形不是一個對稱的圖形, 在照準時不及四角錐形來得準確。¹⁾ 由此可見, 接受先進經驗時必須了解它的理論根據, 不然則往往不能收到預期的效果。

3. 第二段以後, 高規標的櫓柱與支柱均採用接木辦法, 能用較小的木材來代替較粗木材, 除節省費用外, 又減少了運料的困難。

4. 施工人員往往單純地追求施工速度與節省木材, 有些高標未能完全按照設

¹⁾ В. И. Фурсов: Геодезические Сигналы и их Постройка, 1953, 85頁。

計標準，以致降低標的牢固性。如范廟三角點高標採用蘇聯式圖樣，利用接木辦法，其中有一根檣柱上半節接木比設計圖樣細，待標造好後，上半節接木從頭至尾發生裂縫。

5. 梯子直接附一根檣柱上既節省材料又增加施工的方便與安全。缺點是梯子向側傾斜，坡度很小，單身觀測人員上下已感困難，故如背着儀器上下時應加保險繩。

6. 標的好壞決定於木材的因素很大，如大別山木材梢徑收斂很快，且木質脆弱，遠不及杭木及山西木，設計及施工時也應注意此點。

(三) 觀測角度方面

1. 在淮河一帶初冬季節的顯標時間一般在午後四點半以後，但至五點半左右即已天黑，故能觀測時間一般不滿一小時，因此觀測者須掌握觀測時間，如方向較多時不能在一小時內觀測完畢，可使用組合角觀測進行。

2. 第一段觀測精度規定約依照一等，對工作進度大有影響，故二等三角仍應依照二等精度規定。

3. 天頂距觀測的規定是依照控制測量的基本要求出發的，為要急於完成平面控制任務，因此不重視天頂距的觀測，如不遵守規定的觀測時間等（天頂距的觀測對濃氣差的研究十分重要），對淮河本身業務來說是可以這樣做的。但將來利用它併入全國控制網中，使它成為全國測量的一部時是不恰當的。作為基本控制測量，而僅片面地照顧局部需要因而忽視整體的偏差，在以後工作中應極力避免。

4. 當視線如通過大的湖泊或沼澤地區時，則每當午後三時以後，陽光自水面反射，增加觀測上的很大困難。在塗山及白鶚山兩點上觀測時，都有這種情形發生，因此在選點時應考慮到這種因素。

5. 如在晚間觀測，燈光設備可利用立式 300 支光汽燈，尤其在邊長 10—13 公里時，此種燈的光度最為合宜，可以不必用遮光設備，但必須增加晚間觀測的測工人數。

6. 沒有很好利用回照方法，是因為測工技術不夠熟練，同時因為二等三角的距離凡能打回光的氣候中，一般都能顯示目標。

(四) 基線測量方面

1. 基線端點不必再埋設參考標石。端點標石埋入土中近 2 米深，地下盤石、柱石均與三合土膠連在一起，既笨重又牢固，且有鄉人民政府保護，不致遺失。