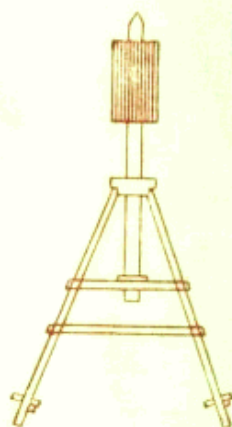


城市測量技術先進經驗

建筑工程部綜合勘察院 編



建筑工程出版社

前 言

1958年我国測繪事业在总路綫的光輝照耀下，在全民整风运动取得偉大胜利的基础上，随着工农业史无前例的生产高潮的出現，一浪推一浪地飞跃发展着，使生产指标与技术革新取得了輝煌成就；国家測繪总局为了檢閱1958年測繪战綫上所取得的偉大战果，掀起1959年更大更好更全面的跃进，特于本年2月12日在武汉召开了全国測繪、科学技术經驗交流會議，并举办了技术革新展覽会。通过會議与展覽交流的先进經驗約6,000条。我們为了認真地貫徹會議的精神，大力推广先进經驗，促进更大的跃进，特将适用于建筑工程系統的先进經驗汇编成冊，印发实行。但由于我們的水平有限，時間匆促，有些先进經驗缺乏彻底的鑑定工作，故对已編入的先进經驗可能尙有不完全成熟之处，也可能有所遺漏。因此希望各單位在实行中，除对遺漏的和新創造的先进經驗及时加以总结推广外，对不完全成熟的部分通过生产实际試行和改进，以臻完善。

建筑工程部綜合勘察院

1959年4月

目 录

第一編 城市控制測量	(1)
第一章 設計、總結和布網	(1)
第二章 天文測量与基綫測量	(10)
第三章 三角选点、造标、埋石	(21)
第四章 三角观测	(30)
第五章 三角平差計算	(32)
第六章 导綫測量	(52)
第七章 高程測量	(55)
第二編 城市地形測量	(73)
第一章 地形測量設計时可以考虑采用的几种快速 成图的办法	(73)
第二章 快速作业方法	(73)
第三章 图根測量	(77)
第四章 图紙和图板的代用品	(87)
第五章 仪器的改进	(90)
第三編 航空攝影測量	(99)
第一章 航測的优越性	(99)
第二章 可以运用、推广的先进經驗	(100)
第四編 市政工程測量	(103)
第一章 建筑紅綫放样	(103)
第二章 圓曲綫的簡易測設方法	(105)
第三章 施工方格網的測設	(109)
第五編 繪图与制印	(112)
第一章 繪图的革新	(112)
第二章 繪图工具的革新	(115)
第三章 照相制印的革新	(126)
第四章 晒图方法的革新	(144)

附录一	技术設計書填表說明	(148)
附录二	×××市城市控制測量技术总结	(162)
附录三	近似边長图解图	(169)
附录四	归心改正图解图	(170)
附录五	縱橫距图解图	(171)
附录六	方向改化图解图	(172)
附录七	方向系数a、b图解图	(173)
附录八	分区分組平差(按角度观测)	(175)
附录九	水准網电流平差操作步骤实例	(187)
附录十	水准观测允許限差图	(190)
附录十一	××测区三角高程平差图	(191)
附录十二	經緯仪高程导綫的设计示例	(193)

第一編 城市控制測量

第一章 設計、總結和布網

§1 執行技術設計書與技術總結報告表格化，做到內容準確、簡明、全面、及時提出、滿足需要

技術設計書與技術總結報告的工作，由於過去編寫得過於複雜，往往化的時間較長，不能及時提出，影響下一步工作的開展。在1958年的生產大躍進中，通過大鬧技術革新，創用了技術設計書和技術總結報告表格化。這樣提高編寫效率四倍，使能迅速提交應用，而且內容簡練、全面，規格大体一致，滿足了需要。因此這一經驗值得推廣，要求在附錄表格的基礎上，進一步研究改進編寫的方法，不斷地提高設計書和總結報告內容的質量。

表格化的式樣，見附錄一、二。

§2 幾種效果較好的城市三角網布網方法的介紹

城市三角控制網的布設，要根據城市的特点、自然地理條件和人力、設備以及舊有資料等情況而有所不同。

在1958年的生產大躍進中，涌現出不少符合多快好省精神的布網方法，其中效果較好值得推廣運用的，有下述几項：

I. 在國家網內直接加密的方法：當城市位於國家已測算完的三角網內，而國家三角網又能滿足城市三角控制網的精度要求時，即可採用在國家網上直接加密的方法。

在國家網上直接加密，可採用插點（交會點）、插網（全面網）、插鎖（邊到邊間的三角鎖）等方法。

某城市的控制面積約為1,260平方公里，位於國家一等三角鎖

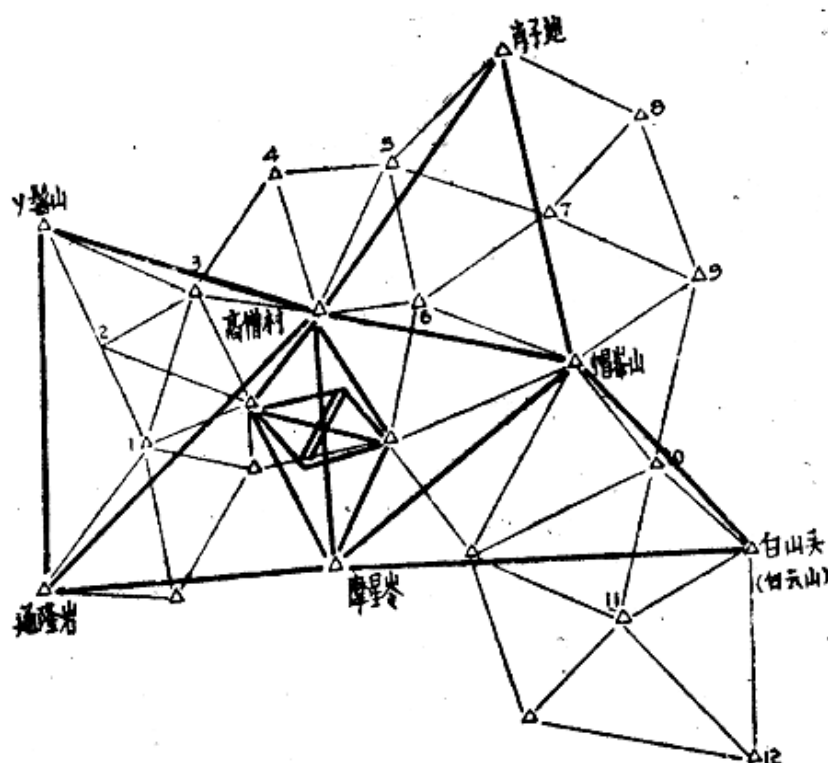


图 1

內。国家一等鎮在該市測区範圍內較弱的一边为白云山—磨星岭，其相对誤差为1:260,000。如果用平均边長为8公里的連續三角網来加密，并規定測角中誤差为 $\pm 1.0''$ ，估算得二等網的边長中誤差为 ± 8.8 公分

$$\left(\pm \sqrt{\left(\frac{800000}{260000} \right)^2 + \left(\frac{1.0 \times 8 \times 10^5}{206265} \right)^2 + \left(\frac{800000}{110000} \right)^2} \right)$$

± 8.8 公分)，小于新“城市測量规范（草案）”^①中关于二等網边長中誤差为 ± 9.0 公分的規定，能滿足城市測量的要求，因而采用了在国家網上直接加密的方案（如图1）。

直接加密的結果，16个二等加密点的座标中誤差，只有位于边沿上的12号点超过5公分。65个三等加密点的座标中誤差，只有5%的点子在5—10公分之間，这5%的点子都位于測区边沿的非建筑区12号点附近。

① 該書建筑工程出版社1959年出版。

由此可知，在国家網上直接加密，是能够滿足城市測量建筑区小于5—10公分、非建筑区小于20公分的要求的。

这个布網方法的优点：

①把城市三角点座标系統与国家三角点的座标系統紧密地結合了起来，成了国家三角網的一部分，便于城市与国家互相利用成果。

②因为可以不測設首級控制網，充分利用了国家已有資料，根据建設需要适当布設三角点的密度，这样就能省掉不少的工作量。

但是如果在国家一等三角鎖上加密需要有高精度的經緯仪，如威尔特（Wild）T₃級的仪器等，才执行得通。因为国家一等三角網的边較長，无T₃級仪器，观测是有困难的。

如果测区内边長的投影变形过大或者国家三角網是概略平差的，建議改算后再作为起算数据。

Ⅱ. 逐級布網方法：这个方法的特点在于能按照建設的先后需要，分期分区逐步布設三角点。

布設方法是先用較長的边長（二等9公里左右，三等5公里左右，四等2.5公里左右）組成一个乃至若干个中心系，把整个测区包括在三角網內，而后再在此基础上，根据建設需要的时间，并考虑到力量与設備的情况，分別用插網、插点等方法分期分批地进行加密。它們的首級網形和繁簡的程度，得視城市的大小和地勢而定，有所謂單中心系（图2）、双中心系（图3）与多中心系（图4、5）等。

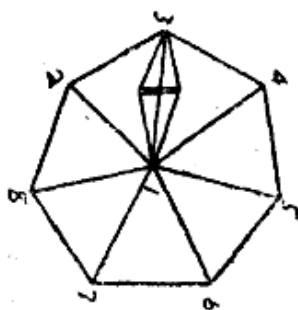


图 2

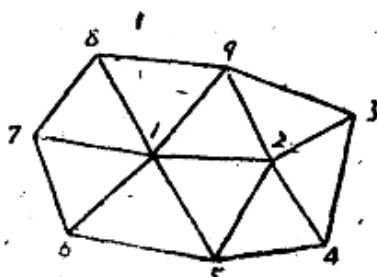


图 3

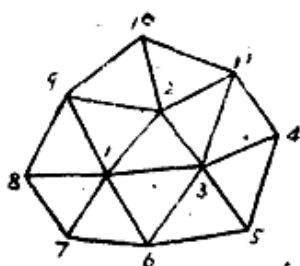


图 4

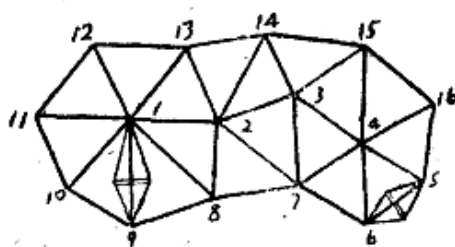


图 5

这种布網方法的优点:

①除首級網需要一气呵成外, 加密点可以根据建設要求, 分期分批地进行測設。

②城市的建筑区是有疏有密的, 逐級布網法便于适当安排加密点的密度。

它的主要的缺陷:

①主網点的利用率較小, 因为主網点大多設在測区周边, 中心地区点子不多。

②主網的边較長, 一般說来城市附近树木和村落較多, 視線不够开闊, 三角点不容易选設。

Ⅲ. 运用全面布網法, 可以簡化布網层次, 节约材料, 充分发挥 T_2 級仪器的使用率, 而所得精度仍可获得完全滿意的結果。

布網方法: 全面布網法亦称單級布網法, 就是取較短的边長, 用較多的三角形在整个測区内作整体布置(如图6), 它是相对于逐級布網的一种新的布網方法。它的設計思想与苏联連續布網的先进理論相似。

优点: 可以簡化三角網的层次, 选点容易, 减少觀測等的重复劳动, 降低觇标高度, 节约工程費用, 提高工作效率。

①經濟上的比較:

全面布網与逐級布網在測区面积和三角点的密度相等时, 根据經驗, 使用生产工日之比为3:5, 即采取前一布網方法可以节

××市全面網的佈置

*—標点

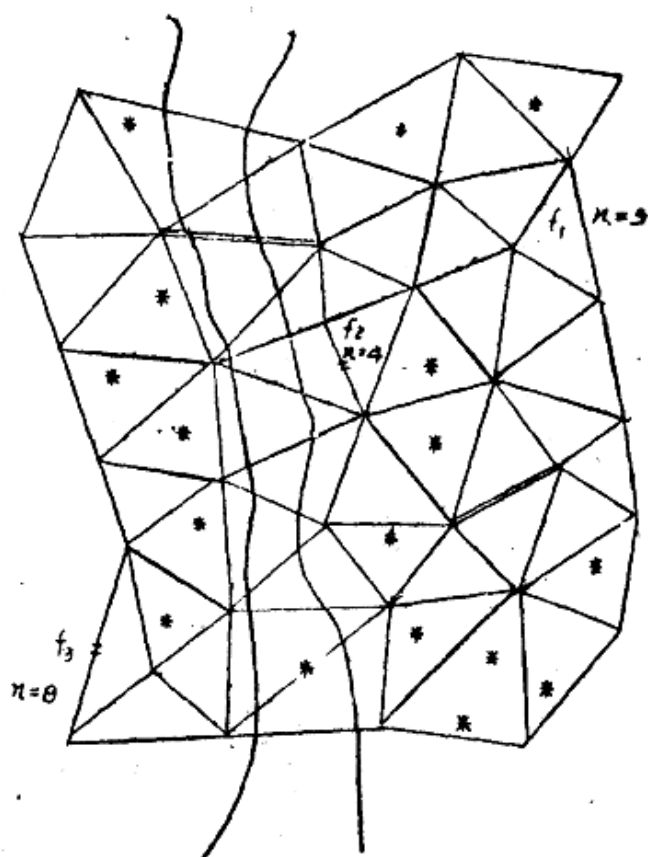


图 6

約生产工日 $\frac{2}{5}$ 。其所以能获得这样的效果，是由于边短，图形结构自由，季节气候的影响较小，能充分利用时间和充分发挥 T_2 级仪器的使用率，使选点和观测的工作加快。

在上述相等的情况下，全面布網与逐級布網的材料費用之比为100:750，这是一个較大的节约。因为三角边較短，一般可以不造高标或少造高标，在多數的情况下，建造寻常标就可以滿足通視的要求，因而造标的材料費用降低很多。

②精度上的比較：

在两种布網的图形强度估算中,根据經驗,自起算边至所求边在通过相同的三角形个数所得权倒数 $\frac{1}{P}$ 之比为7:10,全面布網

的权較大,說明全面網可保持較高的精度。

平差計算:全面布網,由于三角形个数增多,按方向平差是一項复杂的工作,但采用克呂格角度分組平差可相当簡化。

精度估算:全面網的精度估算沒有十分完善的公式,从实际工作中的經驗,可取任意三角形連續網的估算公式乘以網重系数和图形强度比率,即

$$m \log s_n = 0.69 \times \text{網重系数} \times \text{图形强度比率} \times m'' \sqrt{n-1+10t_{(n)}}, \quad (1)$$

式中: m'' ——測角中誤差;

n ——起算边至所求边所通过三角形的个数;

$$t_{(n)} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{n}{2}} - \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1}.$$

$t_{(n)}$ 值可以預先計算編制成表,应用时一查即得。

n	2	3	4	5	6	7	8	9
$10t_{(n)}$	3.75	2.91	2.19	1.61	1.17	0.84	0.60	0.43

两条基綫間的中間边的精度估算,按下式进行:

$$m \log s_n = 0.69 \times \text{網重系数} \times \text{图形强度比率} \times m'' \sqrt{n-2+12t_{(n)}-R}, \quad (2)$$

$$\text{式中: } R = \frac{(n-0.7+6t_{(n)}-6t_{(N-n)}+5t_{(N)})^2}{N-1+10t_{(N)}};$$

N ——两基綫間的三角形个数。

網重系数及强度比率的推求,可参看“第四屆勘察測量會議技术革新資料汇编(測量專輯)”第17—19頁(建筑工程出版社

1958年出版)。

以上(1)、(2)两估算公式可供参考試用。

網重图形：所謂網重，就是指單三角鎖几重的意义，例如两条單三角鎖的三角形共同頂点相重合所构成双三角鎖，網重为2；四条單三角鎖相重合所构成的網形，網重为4。網重的計算，系按整个图形的寬度計算其橫向重数，在图形突出处，应作例外的特殊估算。根据經驗，一般近于正方形或近于長方形的地区，網重在4—5重左右最适宜。

100—300平方公里近于正方形的地区，平均边長取2—4公里，可以构成4—5重網形。基綫或起算边以布設在網的中部最为理想，稍偏亦能滿足要求。三角点的密度可分別对待，即建筑区的边長取短些，非建筑区边長取長些。

在狹長或面积較大的地区，可考虑布設两条基綫，两基綫的間隔以8—10个三角形較好，但亦可以放寬些。

在100平方公里以下的地区，可按实际地形布成單級網。

注意問題：可以分期分区进行的地区，不一定一次布成全面網（可以考虑采用兩級布網等），以免在近期中增加过多的工作量，造成后来工序的窩工現象。

IV. 分別对待的三角網的布設方法：当城市的功能分区因地勢而不同，对控制測量有不同的精度要求时，可采用分別对待的布網方法。

布網时，一方面在建筑区和工业备用地附近布設足够面积的基本網，一方面在对精度要求不高的地区布設附合網，依附在基本網上与基本網一起构成統一的三角網。

例如某城市向以名胜著称，現計劃建立一些小型的輕工业厂，因此，需要将名胜范围规划为风景疗养区域，另于城郊附近比較平坦的地区规划修建一些小型工厂。近期和远景规划面积的总和約計130平方公里。建筑区要測1/500比例尺的地形图，建筑区外圍要測1/1000比例尺的地形图，山地疗养区要測1/2000比例尺的地形图。

根据上述不同要求在建筑区及其外围布設了80平方公里的基本網，在山地疗养区布設了50平方公里的附合網，依附在基本網上构成統一的三角網，如图7。

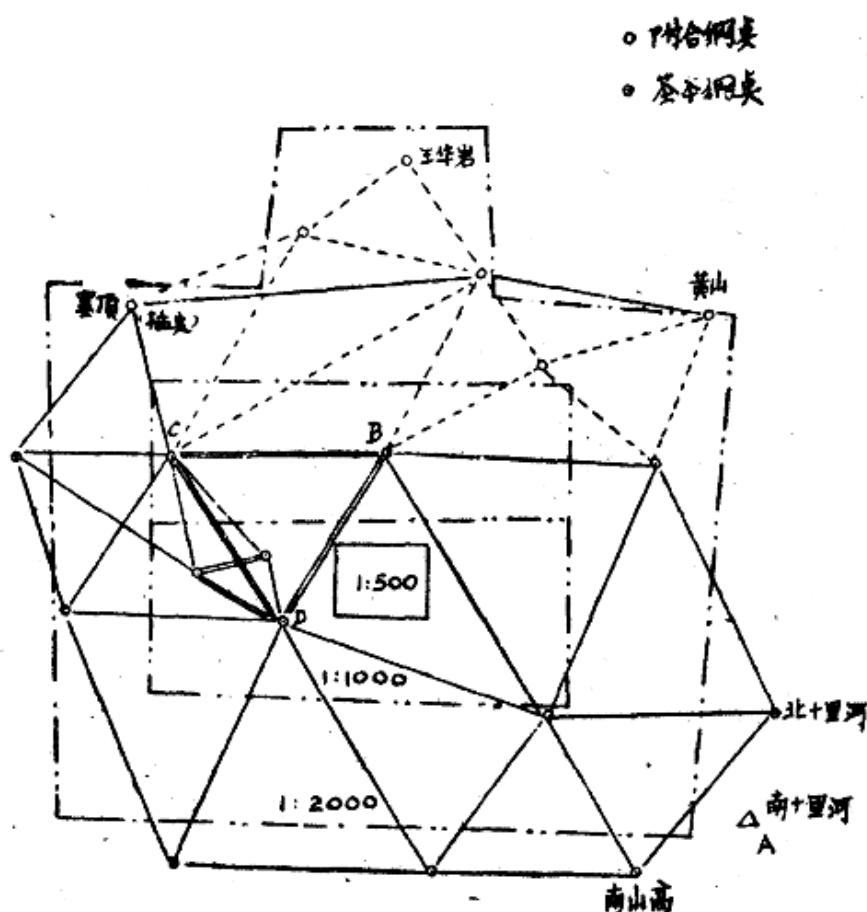


图 7

由于正确地掌握了切合实际、因地制宜、分別对待、妥善設計的原則，使三角網的边長縮短了，这样三角点易于选設，測回数可以減少，低級仪器可以充分地發揮作用，因而业务費降低，施工速度提高了。

V. 交会網：当測区内郊区多制高点，建成区多高建筑物，

視綫開朗，利于組織較強的图形時，可以試用交會網布網方法。

交會網布設的方法：

①將城市三角網分成三等，首級網（Ⅱ等網）仍採用一般的多邊中心系的图形，各点位（特別是中心點）应尽量選設在制高点或高建築物上。

②由主網點用前方交會法布設Ⅲ等插點，要求各點具有十分良好的交會图形；在一般的Ⅲ等點（前方交會點）上可以不必設置測站，因此可以充分利用測區內一切高建築物（寨、堡、塔、寺廟、亭閣、鐘、鼓樓等）的固定目標作為点位；如果少數Ⅲ等點不得不選設在地面上，則僅須建造較高的外架作為覘標，可以不造供觀測使用的內架。交會图形較差時，需要考慮增加內方向。

③由Ⅲ等點用後方交會法布設Ⅳ等插點，在建成區內一般用Ⅳ等點控制多角導綫或直接将導綫連接在Ⅳ等點上，因此Ⅳ等點最好設置在主干邊路的交叉路口處和建成區通向市郊邊路的主要出口處。

設有一城市的地形地物如圖8，則Ⅳ等點 IV_1 、 IV_2 、 IV_3 、 IV_4 可分別設置在較高的城牆頂上（也是建成區的干邊出口處），由此促成用前方交會法測定的Ⅲ等插點可以選設在郊區地面上，至于首級主網點則分布在測區周圍由七個Ⅱ等點組成一個六邊形的中心系。

交會網的特點是除主網點外，由于絕大部分的Ⅲ、Ⅳ等點都是打破常規，採用了前方交會點和後方交會點，只需單向通視，或少數雙向通視，因此選點十分容易，可以提高工效至少30%以上；覘標高度和覘標式樣都可降低和簡化（多數前方交會點可以不造內架），加以Ⅳ等點充分利用了城樓等高建築物，造標費用無疑將大大減少；同樣，Ⅲ、Ⅳ等點的觀測工作量也節約了至少三分之一，根據內業計算的實踐經驗，每一個图形良好的前方或後方交會點的計算工作較之前後方混合交會點可以提高效率50%，而成果質量無何影響。

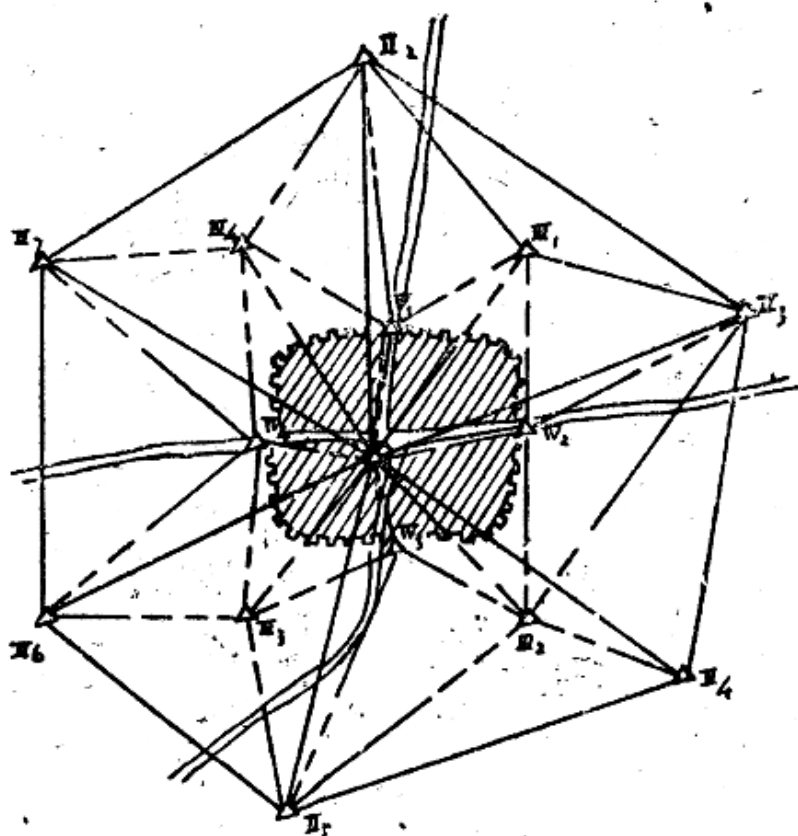


图 8

第二章 天文測量与基綫測量

§ 3 推广同时测定方位与緯度的新方法，以便在缺乏

天文仪器设备的单位，能利用一般仪器进行天文观测

1. 基本原理：观测分别处于东西离角时的两颗恒星之间的水平夹角，以推求所在地的緯度及预定经过照准的标志方位。

2. 仪器设备：

- ① T_2 級經緯仪一架；
- ② 普通手表（或怀表）一只；

③观测方位时的避光设备一套。

3. 选星：

①编制星表，以便按星表进行观测。恒星经过离角时的恒星时 S ，方位 A ，天顶距 z ，可按下列公式推算：

$$\left. \begin{aligned} \cos t &= \tan \varphi \cot \delta, & s &= \alpha \pm t, \\ \sin A &= \cos \delta \sec \varphi, \\ \sec z &= \sin \delta / \sin \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中： t ——时角；

φ ——概略纬度；

δ ——赤纬；

α ——赤经。

选星时应注意事项：

(1) 星的赤纬，应比测站纬度稍大；

(2) 每对星的赤纬差数越小，两星之方位 A_1 及 A_2 接近 $\pm 90^\circ$ 越好；

(3) 星的赤经，可依地方恒星时 $S \pm 3^h - 4^h 30^m$ （根据近似纬度）而定；

(4) 星对数应较规定观测的星对数为多，以备补测之需；

(5) 如应用仪器未备有接目镜，应注意恒星经过离角时的天顶距不得小于 40° 。

②方位与纬度，可按下列公式计算：

$$\left. \begin{aligned} \cot\left(\frac{\delta_1 + \delta_2}{2}\right) \cot\left(\frac{\delta_2 - \delta_1}{2}\right) &= \tan\left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \cot\left(\frac{A_1 - A_2}{2}\right), \\ \cos \varphi &= \cos \delta \csc A. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中： $A_1 + A_2$ 取用实际观测两星分别处于离角时的水平夹角之值。

4. 观测精度：

①避免大气差的影响，利用观测水平夹角以推求纬度，比采用经纬仪观测天体之高度角测定纬度的精度为高；

②测定方位的误差，比水平方向误差为小。

5. 效果和工作注意事項:

- ①应用較簡單的儀器，能得滿意觀測的結果；
- ②觀測和計算的方法簡單，一般同志都能掌握；
- ③觀測星對數，至少一對半，要求較高時，可適當增測星對數，以確保精度；
- ④在天文儀器設備不足時，採用此法頗為適宜。

§4 試行白天觀測北极星測定方位角

試驗情況：1958年冬長辦作了在白天觀測北极星以定方位角的試驗。使用T₄（目鏡V=60）萬能儀在兩個白天施測12個測回，最後結果之中誤差為±0."42，同樣在兩個夜晚以T₄施測12個測回，最後結果之中誤差為±0."25，兩次平均值相差為0."98。

操作方法：操作方法基本與夜間同，但需注意以下事項：

1. 度盤讀數仍應採用電光照明。

2. 中午前後一、二小時，因地面目標晃動很大，不適宜於進行觀測。

3. 觀測前應算出北极星的仰角及方位角的概值至分，以便觀測時找星方便。

4. 最好在觀測幕內觀測，以減少四周的日光撓射現象，另外，也可以在特制的大傘下在東、西、南三個方向掛上黑布帘以代替觀測幕。

5. 物鏡上要加設太陽罩。

優點：

1. 克服了某些地區夜晚多雲霧不便于進行天文觀測的缺點，可以加速觀測進度。

2. 如果將觀測測回数分布在白天和夜晚進行，可以克服因折光所引起的系統誤差，由此提高了成果精度。

3. 減少了作業人員的疲勞，並保障了作業安全。

存在問題：

1. 以放大率倍數較小的經緯儀，能否在白天觀測北极星，尚

待結合地区气候条件进行試驗。

2. 白天找星較為困难，尤其在緯度較低的地区。

建議：在緯度較高的地区可以采用放大率为30以上的經緯仪进行試測，以便取得更多經驗。

§ 5 紧縮基綫丈量的劳动組合，进行各等基綫丈量

装备：分节进行丈量时，应具备一节長度所需的軸杆架数个，定綫用經緯仪一架、測軸杆头高差水准仪一架（附水准尺一支）、基綫尺一套。

劳动組合和分工：

配架組：定綫員一名；

量距員二名。

水准組：觀測兼記錄一名；

扶尺員一名。

量綫組：讀數二名；

拉尺二名；

扶尺架及重錘二名；

溫度一名；

記簿一名。

操作方法：

1. 往測时依配架、水准、与量綫的順序同时进行（此时軸杆架应事先放置在大概的位置上）。

2. 返測时依量綫与水准的順序同时进行。此时配架組人員可进行手簿檢查或帮助量綫工作。

3. 配架組仅二名量距員，前端概量員可将概量尺掛在身上，自己拉尺，自己配架。

4. 扶尺架及重錘仅一人，轉移尺段时的操作方法是：在尺架右边距下段1/3处，綁个繩套，并用小釘固定之；扶尺員用右手的二指鉤住重錘，再用大姆指及余二指抓住繩套，左手抓住滑輪即可。