

二、三、四等
三角測量細則

測繪出版社

二、三、四等三角測量細則

編 者	A. B. 樓 道 夫 B. B. 福 洛 林 契 夫
譯 者	王 兆 彬
出版者	測 繪 出 版 社
	北京宣武門外永光寺西街3号
	北京市書刊出版業營業許可証出字第081号
發行者	新 華 書 店
印刷者	五 三 六 印 刷 厂

編輯：韓会林

印数(京)1—12,200册

1957年2月北京第1版

开本 $31^{\circ} \times 43^{\circ} \frac{1}{27}$

1957年2月第1次印刷

字数110,000字

印張 $6\frac{4}{27}$

定价(10)0.80元

二、三、四等三角測量細則

A.B. 樓 道 夫 主 編
B.B. 福洛林契夫

王 兆 彬 譯

胡 明 城 校

測 繪 出 版 社

1957. 北 京

前 言

本書譯自苏联1943年出版之二、三、四等三角測量細則，原書由A.B. 樓道夫及B.B. 福洛林契夫主編。其中對二、三、四等三角點的各种觀測法及儀器的檢定問題不僅有明確的規定，而且在附錄中有實例可資參考。本書曾于1953年出版應用。本年又由我局進行重校，并將“原有二、三、四等三角測量細則（總一43）的增補和修正”的內容一併加入。

國家測繪總局

1956年12月 北京

目 次

一、总 則	7
二等三角基本鎖	7
二等三角补充網	9
三等三角網	10
四等三角点	10
在不同地区內布設三角补充網的方案	11
三角測量觇标	12
仪器	13
点的高程測定	13
独立三角網	14
二、計劃之制定	15
概則	15
二等基本鎖之計劃	16
补充網之計劃	17
三、选 点	18
一般指示	18
二、三、四等三角点的选定	19
选点結束后所提供的資料	22
四、仪器的檢定与檢驗	24
实驗室內的檢驗	24

外業出發前儀器的檢視與檢驗.....	24
附有顯微鏡測微器的經緯儀之檢定.....	26
威特型經緯儀的檢定.....	28
附有10"游標的經緯儀之檢定.....	29
附有刻划顯微鏡的經緯儀之檢定.....	29
30"經緯儀之檢定.....	30
觀測中經緯儀之檢定，校正及經緯儀經過修理後之 檢定.....	30
五、水平方向與水平角的觀測	31
觀測前的準備.....	31
概則.....	33
按全周方向觀測法之觀測.....	35
按史賴伯法之觀測.....	38
按復測法之觀測.....	39
觀測結果的記錄及整理.....	40
觀測結果的限差.....	42
歸心原素之測定.....	45
外業手簿的整理及外業計算.....	47
六、方位點	48
七、點的高程測定	49
天頂距觀測.....	49
天頂距的計算.....	50
八、外業文件的整飾與分類，技術總結	52
對外業文件之一般要求.....	52
外業手簿的記錄和整飾.....	54

附 录

1. 二等基綫網最后扩大边权数的計算.....	57
2. 二等基本鎖圖形强度之估計.....	60
3. 选点手簿.....	64
4. 山区及山林区选点之补充規定.....	68
5. 三角測量觚标高度之計算.....	69
6. 选点組裝各示范表.....	73
7. 选定点一覽表.....	74
8. 網中包括地面目标时，其中心点坐标化至地面上 之引算.....	74
9. 显微鏡測微器的正确性之試驗.....	79
10. 按一对蛛絲測定显微鏡測微器行差.....	81
11. 主望远鏡目鏡測微器周值之測定.....	84
12. 偏扭观察鏡目鏡測微器周值之測定.....	87
13. 威特型經緯仪測微器作業精度之測定.....	87
14. 威特型經緯仪測微器行差之測定.....	88
15. 游标真分划值之測定.....	89
16. 照准部繞垂直軸旋轉之正确性的試驗.....	91
17. 水平度盤偏心差之檢驗.....	95
18. 測角仪器的使用規則及其保管.....	98
19. 用威特型經緯仪在二等基本鎖上觀測水平方向的 規則.....	104
20. 用史賴伯法測角时之仪器度盤位置表.....	107
21. 史賴伯法水平角觀測手簿.....	111
22. 全周方向觀測法水平方向觀測手簿.....	116
23. 橡树三角点上觀測情况与觚标的說明.....	124
24. 觀測員日記.....	125
25. 用全周方向觀測法以10"經緯仪觀測方向之手簿.....	125

26. 复测法水平角觀測.....	126
27. 測站归心計算用紙.....	128
28. 紅村点上史賴伯法水平角觀測結果記簿.....	130
29. 橡樹三角点上全周方向觀測法水平方向觀測結果 記簿.....	133
30. 方向归算至标石中心之計算.....	138
31. 三角形概略解算，三角形球面角超及閉合差之 計算.....	140
32. 極条件方程式自由項之計算.....	141
33. 垂直角觀測手簿.....	142
34. 觇标高度之解析法測定.....	144
35. 說明觀測及外業計算資料所在处的点之索引表.....	146
36. 三角系略圖圖式.....	147
37. 觀測員之技术总结.....	148
38. 执行二等三角測量觀測工作之觀測組的裝备 示范表.....	150
39. 1:1000000比例尺地圖之圖幅编号及1:100000 与1:200000比例尺地圖分幅表	152

一、总 則

§1. 二、三、四等三角測量乃是國家的三角測量，除特殊用途外，主要用來作為測量基礎，以便根據國民經濟和國防的需要進行地形考查工作。

§2. 二、三、四等三角系之分布與精度，應保證以後能將三角網加密，以便作為1:10000及小於這種比例尺的測圖的基礎。

§3. 三角點的位置以中心標石確定之，中心標石的結構在均須遵照執行的『蘇聯國家測量控制網埋石細則』（莫斯科測繪書籍出版社1941年出版）內有所規定。

注：以前方交會法所決定的，作為四等點的地面目標（鐘樓、寺院之圓頂，塔之尖端、工廠煙筒等等），除了供應測圖必需的點數以外，可以不用中心標石來標定。

§4. 一等三角鎖為擴展二等三角系的基礎，一等鎖之間以連續的二等三角網填補之。

二等三角基本鎖

§5. 二等三角系分為基本鎖與補充網。

二等基本鎖通常沿經緯綫方向布設於一等多邊鎖形內，並將每一多邊鎖形分為大致相等的四個部分。二等三角基本鎖的作用，在於便利二等三角補充網的擴展與計算。

若一等三角鎖所形成的多邊鎖形的鎖長不足200公里時，則其中不必插入二等三角基本鎖。

§6. 二等三角基本鎖可布成三角形鎖，亦可用四邊形，中点多邊形或二者的組合以代替三角形。

基本鎖各個三角形之邊長，通常應為15—20公里。

在平原地帶，三角形的邊長可以縮短至10—15公里。在山地允許有邊長達35公里之三角形。

§7. 三角形之形狀應接近於等邊三角形，其傳距角不得小於30°。

在完全四邊形與中點多邊形中，保證推算距離最佳之三角形，其最小的傳距角不得小於20°。

在長約100公里的三角鎖中，具有這樣限值的傳距角的三角形，完全四邊形和中點多邊形的個數，不得多於兩個。

用下列方法之一，可由一等三角系的邊推算基本鎖的邊：

a) 用一個完全四邊形，b) 用一個中點多邊形，b) 利用通常連接於一等三角系兩條邊上的單三角形系。

§8. 在二等三角基本鎖的交叉處應測定起算邊之長，其中誤差不得超過 $\frac{1}{200000}$ ；在起算邊的端點須測定天文經緯度與方位角，其精度應使由測站觀測結果之不符值所計算的中誤差，在下列限度以內： $M\varphi = \pm 0''.4$ ， $M\lambda = \pm 0.5''$ ， $M\alpha = \pm 1''$ 。

§9. 起算邊的長度可用下列方法求得之：

1. 由基綫網計算之。
2. 直接測量。
3. 計算折綫形導綫的閉合邊。

基綫長度不得短於三公里。

選擇基綫或供直接測量的起算邊，決定其測量方法及實施測量，均應按『一、二等基綫測量細則』之規定進行。

§10. 基綫網以採用單菱形或雙菱形為原則，菱形的長對角綫每端兩角之和不得小於36°。計算所得的起算邊權倒數之值，以第六位對數為單位，不得大於12。計算權倒數的規則見附錄1。計算時所必須的角度，可由選定基綫網之資料中取得，其精度須至1°。

§11. 基綫網點上及二等三角基本鎖點上觀測時，應照准規

标的照准圓筒。觀測通視不良之方向時，則可照准回照器與回光燈。在後一情況下，也可觀測回照器或回光燈與覘標照准圓筒之間的角度。

§12. 二等三角基本鎖上依菲萊羅公式算得之測角中誤差，不得大於 $\pm 1''$.5。

§13. 在蘇聯北部與東北部，中亞細亞聯邦共和國及卡查赫社會主義聯邦共和國的沙漠地區，一等三角鎖均構成邊長在400—800公里以上的閉合多邊鎖形，在這些地方，二等基本鎖須按一等三角系所擬定之方案布設。在這些鎖上的角度測量，長度測量及天文測定的精度，須符合本細則對二等基本鎖之要求。應每隔約200公里于所計劃的三角鎖交叉處測定起算邊的長度。

二等三角補充網

§14. 二等三角補充網依雙向三角形的連續網形式布設于一、二等三角鎖之間，當與一等三角鎖及二等基本鎖毗連時，二等補充網的三角形必須接在一、二等鎖的邊上（例外情況下及一等鎖的邊長在35公里以上時，可以不按此規則）。

§15. 二等三角補充網三角形的邊長，規定平均為13公里。根據測區條件、地形測圖之比例尺與以後擴展大地基礎的方法，二等三角補充網的邊長，可在6—25公里範圍內變通之。

§16. 二等三角補充網三角形的形狀，必須接近於等邊三角形。這些三角形的任何一個角度均不得小於 20° （對角綫不計）。

§17. 依菲萊羅公式算得之二等三角補充網之測角中誤差，不得超過 $\pm 2''$.5。

§18. 由於地理自然條件的影響，難于布設二等三角基本鎖與補充網，而適宜布設多角導綫時，在得到特別允許後，即可用二等多角導綫以代替鎖或補充網中的部分三角形。

在此種情況下，應根據二等多角導綫測量細則進行工作。

三等三角網

§19. 二等三角補充網用擴展三等三角網及插入三、四等三角點的方法加密之。

§20. 三等三角測量必須符合下列要求：

1. 三角形的邊長必須平均約為 8 公里，其變通範圍為 4—15 公里。
2. 三角形的各角不得小於 15° （對角綫不計）。
3. 依菲萊羅公式由不少於 15 個三角形算得的測角中誤差，不得超過 $\pm 5''$ 。

4. 三等三角網每個點的測定，應使產生邊條件，即不可由單三角形以決定一點。

5. 用三等三角網的所有三角形須用對向觀測之方向構成之。如個別方向需建造特別的加高標方能通視時，則可用單向觀測之方向構成之。

6. 三等補充網通常需接於二等三角形的邊上，僅在個別情況下，當與邊連接需要建造高標時，方可連至二等點。

7. 若由三等點之間或由三等點至高等點之距離不足 5 公里，且兩點之間又能通視時，則至少須用單向觀測連接之。

§21. 二等三角系可用多角導綫加密之（尤其在起伏不大之隱蔽與半隱蔽地帶）。在個別情況下也可將三角系與多角導綫之組合以加密二等三角系。測定多角導綫控制點之精度，其布設的均勻度與密度，必須符合對三、四等三角點之要求。

四等三角點

§22. 四等點可利用高等點按前方後方或側方交会插入，亦可借助對向觀測的方向所構成之三角形插入。不論測圖比例尺的大小如何，四等三角點對於其起始高等點之測定誤差，不得超過 ± 1 公尺。

每一四等三角点通常均系以一个或几个相鄰三角形之頂点測定。

其中：

1. 用前方或側方交会时，四等点从3—4个鄰近的高等点測定之。

2. 用前方或側方測定四等点时，四等点上兩相鄰方向之間的夾角不得小于 20° 及大于 160° 。使用 $30''$ 經緯仪时，此值則不得小于 30° 及大于 150° 。

3. 采用后方交会时，須根据四个以上的点进行測定，且其中三个点应为高等点。

4. 由單三角形測定四等点，即使三角形各边均为对向觀測方向，也仅能作为例外，在此种情况下，于待定点上構成之角度不得小于 30° 及大于 150° 。

§23. 包括四等点在內的各等大地控制点的数目，应根据三角測量的用途与所需測圖之比例尺而決定之。

三角点需沿測区均匀布置，并使每一圖幅內不少于3—4个点。

注：1. 除了这些点以外，还要尽可能的由三等和高等点起用前方交会法測定所有显著的地面目标（如寺院之圓頂和鐘樓，工厂的烟筒等等），这些目标以后可以适当地利用作为測圖基础。

2. 在用前方交会法所決定的四等点上，如果从地面看不到任何一个三角点，則按太陽或北極星測定眞方位角。

在不同地区內布設三角补充網的方案

§24. 当扩展三角补充網是为了控制1:100000比例尺之地形測圖时：

1. 在平原及草原地区（例如：苏联欧洲部分的南部，伏尔加河右岸地区，卡查赫斯坦的北部等），需依能保証在普通錐形标上或活动觇标上进行觀測的边長来扩展二等补充網。

2. 在林原地区，仅可扩展边長为15—18公里的二等补充

網，以便减少加高觇标的数目。

3. 在頂峰無森林遮蔽之開闊山区及丘陵地区，則布設边長为15—25公里的二等三角补充網。在这些地区里应使用普通錐形标及石墩觇标作为点之标志。

4. 在人烟稀少地区及荒漠地区（苏联北部与东北部，中亚細亞沙漠地区等），应布設断續之补充網或縱橫交叉的二等三角鎖，并以四等多角导綫点或三角点加密之。

在此种情况下，二等三角鎖应符合于本細則对二等三角連續網之要求。

5. 在通行特別困难的地区，1:100000比例尺測圖之控制，应根据决定执行該項工作的組織之特別指示扩展之。

§25. 为了控制1:50000比例尺之測圖，須扩展連續的二等补充網。根据測区自然地理条件的不同，二等網可按下述方法加密之：

1. 在§24第1，2，3，节所述之地区中，用三等点加密。在森林地区可用四等点代替三等点的一部份。

2. 在§24第4节中所述之地区，則用必須数目的四等点以加密二等網。

§26. 为了控制1:10000及1:25000比例尺的測圖，而需加密原来为控制1:100000及1:50000比例尺的測圖而布設在§24第1，2，3节中所述地区的补充網时，应插入三、四等三角点，并使每一1:25000圖幅中不少于一个三等点或三等以上的点。

§27. 測区中原有之三角系与新布設之三角系需进行連測，以使其成为一个整体。原先布設的三角系必須根据其性質列入某一等級，其中心标石并应加以勘查，必要时更需重新埋設之。

三角測量觇标

§28. 在二、三、四等三角点上可建造下列类型的觇标：錐形标（普通錐形标和双錐标），高标（普通高标及复杂高标），

石墩觇标及其它。造标的方法与要求阐述于专门细则与规范中。

布设二等三角系时，造标地点及标高必须保证视线高出障碍物之高度不低于4公尺。在流沙及草原地区所布设的二等三角锁上，视线高出障碍物之高度不应低于6公尺。

仪 器

§29. 在二等基本锁点上，采用2"和5"万能经纬仪以及带光学测微器的大型精密经纬仪（威特型）进行测角。

观测二等补充网时，除上述仪器外，还可采用带有光学测微器的小型经纬仪（Th-40，威特或蔡司）。如果没有这样的仪器，则允许使用10"万能经纬仪。

在三、四等点上测角时，除了高等三角测量所采用的仪器外，还允许使用具有刻划显微镜的经纬仪和30"复测经纬仪。

注：不得使用30"经纬仪观测边长超过7公里的四等点和边长超过5公里的三等点。

点的高程测定

§30. 所有国家三角点必须用几何水准测量、经纬仪导线高程测量或三角高程测量以测定其高程。国家水准网为高程测量之基础，根据『三、四等水准测量及经纬仪导线高程测量规范』扩展之。

§31. 为了控制1:100000比例尺之测图，而布设三角系时，网内的方向通常都需进行天顶距观测；当供给1:50000及1:25000比例尺的测图时，则按预先拟定之计划沿最短的边观测天顶距。

在草原及平原地区，测定高程的基本方法应该是布设几何水准测量路线及经纬仪导线高程测量路线。

§32. 当供给1:100000，1:50000及1:25000比例尺之地形测图时，在相应比例尺的每个图幅中，至少有一个三角点必

須用几何水准測定之。

注一：如果地形条件使布設水准路綫發生困难时，則可采用經緯仪导綫高程測量的方法由最近的水准点推算三角点的高程。

注二：在山地若几何水准点的布設，能使每一个用三角高程測量測定高程的点与最近水准点的距离不超过三角系的三条边时，則可不按本条的要求。

§33. 当供給 1 : 10000 比例尺地形測圖时，三角網所有各点之高程，必須用几何水准測量測得之。

注：在山地亦可用三角高程測量來測定三角点的高程，但水准点的必要数目及位置必須經過決定執行該項工作的組織之批准。

§34. 距国家水准網的水准标志或水准标石不足三公里的三角点，必須用四等水准測量路綫或經緯高仪程导綫与这些水准标志或水准标石进行連測。

独立三角網

§35. 如果布設二，三，四等补充網的地区与国家一，二等網之距离超过 200 公里，則前者可以不与后者連結而独立扩展。在这种情况下，網中需要測量基綫，以及按測定二等天文点的程序測定經緯度及方位角。

§36. 如果需控制的測圖面积小于 500 平方公里，則可布設独立的連續三等三角網，其边長，三角形的形狀及測角精度均按照本細則的要求，并估計到以后將其包括于国家三角網內之可能性。此种三等網与国家三角系的連接，按照決定執行該項工作的組織之指示进行之。

§37. 在三等独立網中，需要測量基綫及天文方位角。基綫需用殷鋼基綫尺或鋼質基綫尺以及有分划的鈹鋼帶狀尺測量之。基綫長不得短于二公里。單菱形基綫網的長對角綫每端兩角之和不得小于 30° 。

基綫網起算边長度之誤差不得超过 1 : 35000。

观测天文方位角之中誤差不得大于 $\pm 10''$ 。

二、計劃之制定

概 則

§38. 二、三、四等三角系只能根据上級机关所批准的計劃布設。

§39. 拟定計劃所必需之資料如下：

1. 測区之最大比例尺地圖及小比例尺地圖（1：200000，1：500000等）。
2. 該区已經进行之大地測量工作的資料（三角測量資料、多角導綫資料、水准測量資料），这些工作的总结，略圖，埋石資料，三角点和水准点的成果表及略圖等。
3. 測区自然地理条件的資料——地貌、水系、森林、气象等資料。
4. 經濟情况的資料——劳动力、运输、經濟价值等。

施測区域的制圖，測圖及大地測量資料，可按規定手續从軍区參謀部軍事測繪科、苏联人民委员会測繪总局測量監察局及其地方机关（共和国人民委员会、边区及省执行委员会測繪总局办事处）以及执行測圖，勘察、气象观测等等工作的各部門获得之。

§40. 以往缺少考查的地区，可在制定計劃以前事先对測区进行專門的調查，以便弄清拟訂計劃时所必須顧及的自然地理、經濟及其它条件。

§41. 無論在技术方面或經濟方面，計劃均应給布設大地基础提供最有利的方案。

§42. 制定計劃时必须：

1. 在拟定点的位置时，避免建造高标，为此須將点布設在主要分水嶺及制高点上。
2. 預先考虑到新計劃的三角点与已有三角点的連接或合