

工測丈量長度 須知

Д.С.謝爾曼著

測繪出版社

長度丈量測工須知

Д. С. 謝尔曼 著

孙 起 貴 譯

朱 永 克 校

測繪出版社

1957·北京

Инж. Д. С. ШЕРМАН

ПОСОБИЕ ДЛЯ РАБОЧИХ НА ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ

Издательство геодезической литературы
МОСКВА • 1955

本書主要是作为長度丈量測工的讀物。書中敘述了关于各种精度丈量的組織和技術的一般知識，同时也談到了在長度丈量方面的最新的技術成就和先進經驗。

从事基綫和導綫測量的工程技術人員，亦可从本書中獲得許多有关組織高精度丈量的有益資料。

長度丈量測工須知

著者	Д. С. Шерман
譯者	孙起貴
出版者	地质出版社

北京宣武門外永光寺西街2号

北京市書刊出版業營業許可證出字第081号

發行者	新华书店
印刷者	地质印刷厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯：韓会林 技術編輯：張華元 校對：白权鈞

印數 (京) 1—11,200册 1957年2月北京第1版

開本 31"×43" $\frac{1}{32}$ 1957年2月第1次印刷

字數 40000字 印張 2 $\frac{1}{8}$

定價 (10) 0.32元

目 錄

原序.....	4
1. 緒論.....	5
2. 長度丈量精度的概念.....	11
3. 基綫丈量工作的組織和步驟.....	13
4. 基綫的定綫和三腳架的布置.....	14
5. 标柱的水准測量.....	25
6. 用基綫尺的基綫丈量.....	31
7. 低精度的長度丈量.....	49
8. 安全技術和劳动保护.....	63
9. 結語.....	66

原 序

長度丈量工作是測量工作之一種。為了完成各種測量工作，需要有固定的熟練測工。這種測量工作雖然簡單，但要求要有特別嚴密的組織，要求測工精通業務、細心地使用儀器。如測工稍微粗枝大葉或其工作不夠熟練，都會損毀儀器，使測量隊局部甚至全部停工，或者造成大量的反工，所以參加長度丈量工作的全體測工均應學習測量技術。本書所包括的材料是長度丈量測工起碼的技術知識。

本書中所敘述的材料，在技術人員的指導下，測工在工作中是不難掌握的。

在給測工講課時，應特別注意使測工能掌握在今後工作中所必須使用之儀器的技能。

測工的測量技術學習，是在長度丈量工作中展開先進工作者和先進生產者運動的主要和必要的條件之一，因為工作的成果是取決於嚴密的組織和生產技術知識的。

1. 結 論

測量學是歷史最悠久的科學之一。將測量學譯成俄文就是土地劃分之意。在遠古時代，主要是在進行土地工作，也就是丈量土地（劃分地段）的時候，才出現測量學。

隨着文化的發展，測量的任務加大了；改進了測量儀器；在工作中貫徹了新的工作方法，而且，測量學者像其他一切科學的學者一樣，尋找着解決新任務的方法。大地測量學是用來解決巨大的科學任務，即研究地球表面的形狀和大小。而這一任務，使大地測量學與天文學（研究天體運動的科學）發生了聯繫。

二十世紀時，在應用測量學來解決各種實際問題上有了不可估量的發展，特別是在蘇聯。規模巨大的社會主義農業要求在蘇聯很大一部分土地上進行測量。

在建築區進行任何土建工程時，首先均須以測量法完成測量工作。按既得的計劃設計建設項目，而後，同樣以測量法把設計結果移至現場，也就是把設計在平面圖上及擬定動工和興建的建築物的正確位置都標定于建築區上，也只有在這以後方能進行施工。

堤壩、鐵路和公路的修築，城市、礦井和工廠的設計、改建與新建，以及其他許多工程，首先就需要測量和大地勘測。像建築德聶伯河的攔河壩、開鑿白海運河、莫斯科運河和建設地下鐵道，以及建築古比雪夫、斯大林格勒、卡霍夫

卡和其他水力發電站、開鑿伏爾加—頓河 運河之類的巨大工程，都是在事先完成浩大的測量工作的基礎上來完工的，或者是正在這個基礎上建設着的。

繪制蘇維埃國家的地圖要求在廣大的疆土上進行測量。

在地下蘊藏着豐富的礦藏：石油、石炭、鐵礦、礦物肥料等等，開發這些富源要繪制許多專門的地質圖。

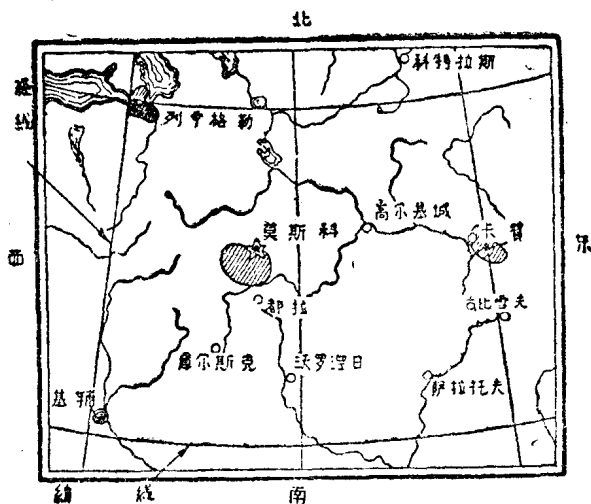


圖 1

對教學來說，地圖是必需的。而對於國防，更有特殊的意義，因為沒有地圖，進行軍事行動是不可能的。

蘇聯國土占地球面積的六分之一，像繪制這樣一個大國的地圖是十分困難的事，因為這種工作除了需要進行測量工作之外，還需要事先進行一系列複雜的測圖控制的大地測量

工作。什么叫做測圖控制的大地測量工作，它的用途又何在呢？

設想，我們整個國家被數條由北向南和由西向東的綫網复盖着。前者叫做經綫，后者叫做緯綫（圖 1）。

假設我們已測過了一些地區。這些測區的平面圖，僅僅表示出各測區的輪廓、個別附屬地的位置和其中的各種建築物。為了知道這些測區在地球上的位置，並將其描繪在地圖上，就必須知道測區的某些點在地球上的位置，也就是這些點的坐標（緯度和經度）。如果能知道測區內某些點的坐標，則根據經、緯綫網（圖 1）就能把求得測區的位置繪在地圖上。根據這張圖可以求出測區之間的距離，並可確定這些測區在位置上的相互關係，即某一測區在另一測區的北方還是南方，東方還是西方。如圖 1 所示：列寧格勒位於莫斯科的西北方，而卡贊位於莫斯科的東方。所以，為了繪制地圖和在地圖上標出各地區、城市、鐵道和其他地物，就需要確定它們的坐標。

用天文觀測法，就是用觀測星座位置的方法，能很精確地求出地面上任意一點的坐標（經度、緯度）。為將相當大的地區繪在地圖上，要用天文觀測法求出分布在這塊地區中不同位置的若干天文點的坐標。天文點愈多，就愈能精確地把這一地區繪到地圖上來。但用天文觀測法測定大量的天文點是極其複雜的，花錢極多，同時並不是任何時候都能辦得到。這時就得用大地測量了。用大地測量和天文測量共同來解決這個任務——測出坐標，就要簡單得多。現在都採用下列測定坐標的方法。

在彼此相距約为 200 公里的二个天文点上（圖 2，圖上天文点以五星标记）進行天文观测。用所謂三角測量法測出二天文点間各点的坐标。在地面上选定各中間点时，应使其構成三角鎖。量取三角形任一边和各角之后，按計算方法首

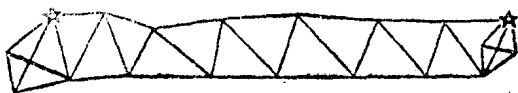


圖 2

先求出三角形各边的長度，而后再按三角形的边長和角度求出三角鎖上各点的坐标。为了求出測区中大量点的坐标，可在測区上敷設三角網。

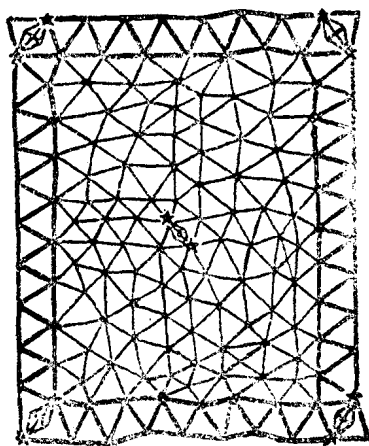


圖 3

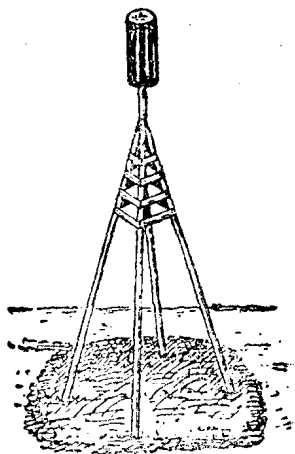


圖 4

目前在進行三角測量工作时，首先，沿着經綫、緯綫敷設一等三角網，網中各三角形的每一边長为15—40公里，構成

的三角鎖長為 200 公里。這些三角鎖形成許多四邊形（多邊鎖形）然後，此每一多邊鎖形，用二等、三等和四等三角網填充。圖 3 所示為三角網作法的示意圖。

這樣，就在整個地區中布滿了坐標為已知的控制點網，就是所謂大地點。用大地點保證測圖的工作，叫做大地控制工作。用具有鐵質水準標志的特種混凝土中心標石埋設在地中的辦法，將所有大地點固定於地面上。為了在測角時，能

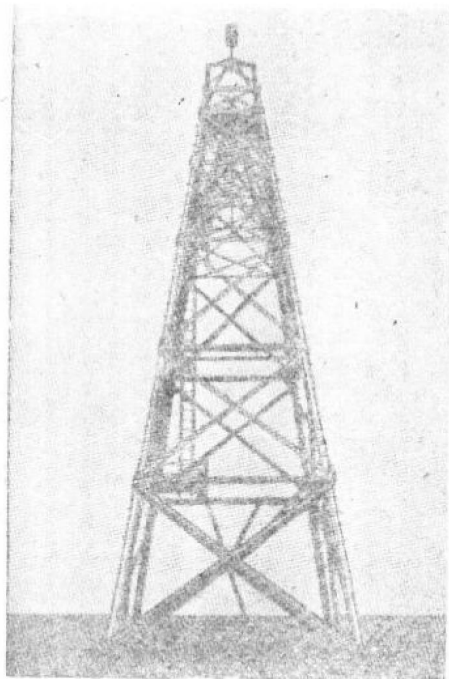


圖 5

從一點看到另一點，在中心標石上建造有不同高度的木製或金屬制的特種（圖 4 和圖 5）觇標。三角形實地量出的一

边，叫做基綫。

用三角測量法測量時，實地僅量三角形的一个边，而其他的边都是由計算求得，所以非常方便。假如各边都要實地量出的話，花錢既多，而又浪費時間和勞力，同时又不是任何时候都能做到的，因为实际上不可能橫跨群山、沼澤、河流、山谷和地区中其他障碍物來量边長。

为計算三角形的各边長度，除須知基綫長度外，还要知道三角形的三个內角。在这种情况下，地面障碍物是不能妨碍角度觀測的。

大地点还可用導綫測量法測出。此时，設在天文点之間的各中間点，应当形成折綫（導綫）；導綫的各角和边長都要測量。圖 6 所示为導綫示意圖。導綫往往敷設在适合長度丈量的地面上。



圖 6

導綫不僅可以敷設在天文点之間，而且，也可以敷設在三角点之間。时常將導綫敷設在一等、二等三角点之間，这样，導綫便代替了二等和二等三角網。任一大地控制方法的选择，都要根据實地条件出發。在測量城市和其他居民点时，大都用導綫法測量，因为这时沿街道敷設導綫是很方便的。

大地控制工作是由專門的測量隊進行，这个測量隊是由大地測量工程師、測量技術員和測工組成的。測量隊的工作各不相同：某几个人進行天文觀測，另外几个人埋設各种标

志。還有角度測量隊和長度(測量基綫和導綫邊)長丈量隊。在本書中，我們要討論的是長度丈量隊的工作。

2. 長度丈量精度的概念

由于測量任務、工作方法和所用儀器的不同，長度丈量的精度也就不同。假如，有一綫段，我們先用普通繩子丈量，隨後又用鋼卷尺丈量，則后者比前者的丈量要精確得多，這是因為繩子在丈量時容易伸長的緣故。即使就是用鋼卷尺丈量，也常產生一系列誤差，而且，這些誤差往往是不能保證規定的丈量精度的。因此，我們就不得不採用更精密的儀器和其他施測方法。

長度丈量按丈量精度可分為：一等、二等、三等、四等和五等。一等丈量精度是最高的，二等丈量的精度較高，以下各等丈量的精度就愈來愈低了。一等和二等的丈量屬於高精度的丈量，它們要求有特別精密的儀器和極正確的施測方法。在談一等和二等的長度丈量工作之前，我們先簡短地談一下在低等丈量時，即低精度丈量時使用的儀器。

在低精度丈量時，多半使用長為20公尺的鋼卷尺。用鋼卷尺丈量常產生誤差，這是由於丈量時放鋼卷尺的地面不平、鋼卷尺拉力不均和溫度計算不精確的原因。由於地面不平、拉力不均所產生量長誤差的原因大家都明白，就不再解釋了，而由於溫度計算不夠精確所產生的誤差，須要仔細地研究一下：

大家知道，一切物體遇熱就要膨脹，遇冷就要收縮。溫

度的改变常使物体千变万化。有些物体（如金屬）变化的很厉害，另外一些物体（如樹木）就变得很輕微。各种物体的变化值是可以求出的，这种变化值叫做膨胀系数。鋼的膨胀系数为0.000012。这就是說，每当温度上升或下降1度时，每1公尺的鋼卷尺就要伸長或縮短 $1/12000000$ 公尺。看来好像这种对肉眼很难看出的变化沒啥意义，但是，根据一般的計算証明：这种变化能造成很大的長度誤差。实际上，我們可以想像出：假設温度在10度时，鋼卷尺的長度为20公尺，在温度30度时，即温度升高20度时，進行了丈量。由于这样，每1公尺的鋼卷尺就伸長了 $20 \times 0.000012 = 0.00024$ 公尺。但是，鋼卷尺的全長为20公尺，所以，整个鋼卷尺共伸長 $20 \times 0.00024 = 0.0048$ 公尺，几乎伸長0.5公分。假如仍用該鋼卷尺在温度为10度时進行丈量，这样，鋼卷尺將縮短0.5公分。若用这样的鋼卷尺丈量1千公尺長的距离，总共需量50次，則造成的誤差共为 $50 \times 0.5 \text{ 公分} = 25 \text{ 公分}$ ①。在進行一等或二等長度丈量时，这么大的誤差当然是不容許的。为了避免產生各种誤差，应当采用更精密的仪器和其他測量方法。

远是在50多年以前，根据多年經驗証明：由64%的鋼和36%的鎳制成的合金，它的膨胀系数比其他金屬和合金都小得多。这就是說，用这种合金制成的鋼卷尺，受温度变化的影响不太大。这种合金叫做**鎳鋼**。在制造精密丈量用的鋼卷

①在某种情况下用鋼卷尺丈量时，須要計算温度，并将測得長度施加相应的温度改正数。但是，絕不能認為丈量时鋼卷尺的温度，就是地面的温度。

尺和基綫尺時，大都用鋼鋼。

在發明鋼鋼以前，為了使長度丈量的更精確，曾使用以不同金屬制成的兩條基綫尺，並且，把兩條基綫尺放在幾個特種的三腳架（這些三腳架是沿着施測綫安置的）上，利用彈簧秤（拉力計）將它們拉緊。現今，常用基綫丈量器械做一等和二等丈量，這種基綫丈量器械包括數條鋼鋼基綫尺、標柱三腳架、特種的拉尺架和拉緊基綫尺用的重錘。在未敘述這些器械之前，需要了解一下，精密的長度丈量工作一般是怎樣組織的，以及除丈量外，還需要做什么樣的輔助工作。只有搞清了這些後，才可以談談應該用哪一種儀器丈量，需要多少儀器，以及這種丈量工作需要多少人，什麼樣的熟練程度和他們之間的分工等問題。

3. 基綫丈量工作的組織和步驟

如上所述，三角形需要丈量的一邊叫做基綫。基綫彼此之間的距離為200—300公里。丈量基綫的測量隊叫做基綫丈量隊。

在基綫的兩端埋設有中心標石，在中心標石上建造有特種觇標。基綫的長度不一——由4公里到25公里。基綫丈量隊的任务就是精密丈量埋設在基綫兩端的中心標石之間的距離。

基綫丈量是由下列工作所組成：

- （1）基綫的定綫和三腳架的布置；
- （2）對所布置的三腳架的標柱作水准測量；

(3) 用基綫尺丈量基綫。

現在我們要对上述工作中的每一項工作加以分別研究。

4. 基綫的定綫和三腳架的布置

为了能精确地沿一直綫方向丈量兩測点間一条很長的

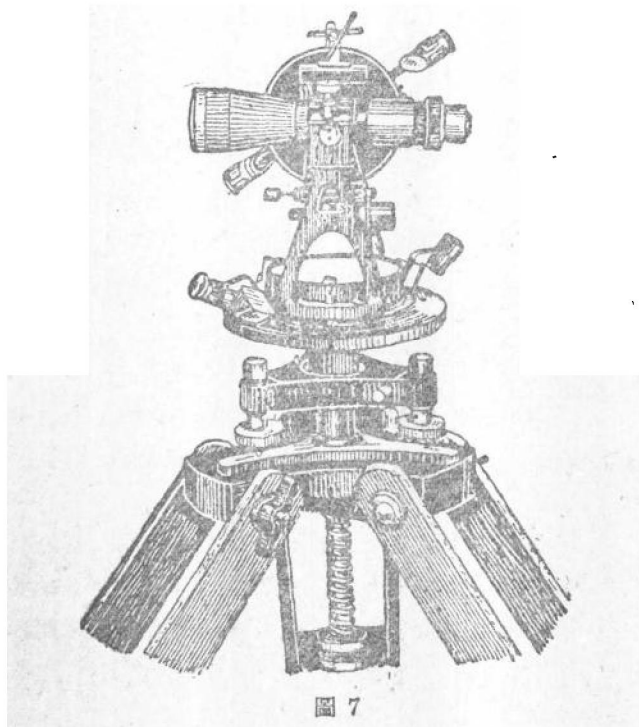


圖 7

綫段，需要預先進行定綫，也就是說，把該綫段精确地标定在这条直綫上，或者像一般所講的那樣，把直綫分成几个部

分的一些測點“置于方向綫”上。

定綫往往利用經緯儀來進行。經緯儀是一種裝有望遠鏡的測角儀器（圖 7）。它的構造和精度各有不同。當將經緯

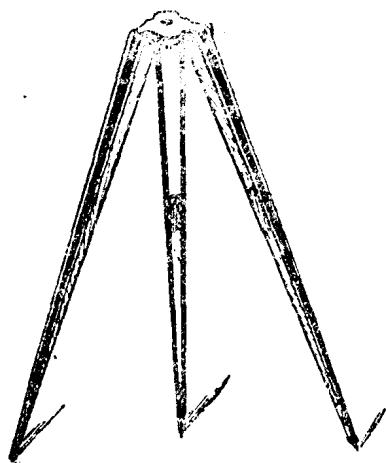


圖 8

儀裝在基綫端點中心標石①上的三腳架（圖 8）上后，使望遠鏡照准基綫的另一端；隨後將望遠鏡固定之。然後在距離經緯儀 300 公尺的地方立一標杆，同時以望遠鏡進行觀測，使標杆正好位於十字絲的交點上。移去標杆后，在立標杆的位置打上木樁，此木樁即精確地位於基

綫上。假如通視情況良好時，則下一步就在距第一根木樁約 300 公尺之處打第二根木樁，而第三根木樁則以此類推。由該測站所選擇的最後一根木樁的位置應選得能從該點通視遠方的基綫端點。

此後，將儀器由基綫端點的中心標石移至最後一根木樁上，整置好儀器后，使望遠鏡照准基綫的另一端點，仍用上

①在彼此之間需要丈量距離的各基綫端點的中心標石均低於地面 0.5 公尺，所以在丈量之前，應小心地揭露基綫端點的中心標石，即清除蓋在基綫端點中心標石上的泥土。但應揭露中心標石的最上部——標志，在標志的中心具有表示基綫端點的十字刻綫或小孔。

述方法打以下的木樁，其間距離大致在300公尺左右。如此一直進行到基綫的端点为止。这样，在实地上就会得出用木樁标定的一系列精确分布在基綫上的測点（圖9）。

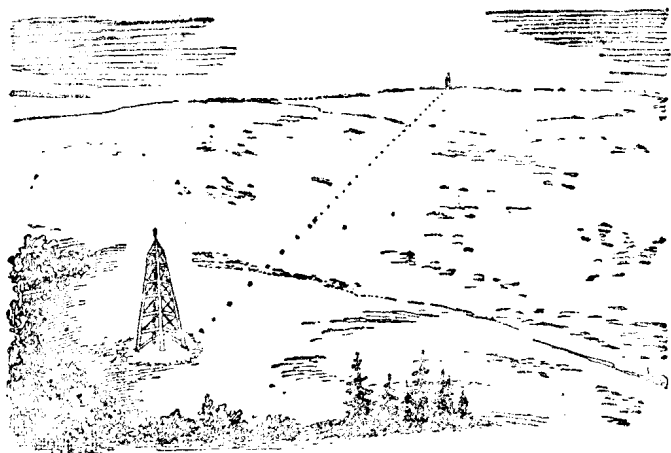


圖 9

定綫完畢后，就开始布置基綫三脚架。基綫三脚架是一种木制的三脚架，它的大小和構造几乎与經緯仪三脚架相同。三脚架的架头裝有特制的金屬标柱（圖10），并在此金屬标柱上刻有十字刻綫。每一基綫丈量隊要有30—40个这种标柱三脚架。

三脚架的布置方法如下：

在第一根木樁上安置經緯仪。在基綫点的中心标石上安置裝有光学对点器（光学投影器）的三脚架。光学投影器系附有垂直望远鏡的一种不大的仪器，此垂直望远鏡能精确地