

普通測量學講義

上 册

儲 鐘 瑞 編
刘 呈 祥

清 华 大 学 出 版 科 印

1 9 5 7

上册目录

第一編 測量学的初步知識

第一章 緒論	1—1
1-1 測量學的任务	1—1
1-2 測量學在社會主義建設及國防上的意義	1—1
1-3 測量學課程在有關專業中的地位	1—2
1-4 測量學和其他科學的關係	1—2
1-5 測量學發展簡史	1—2
1-6 蘇聯測量學的發展	1—3
1-7 我們古代人民對測繪學術的貢獻	1—4
1-8 近代中國測量學的情況	1—4
1-9 測量用的度量單位	1—4
第二章 以地球总的形狀為根據的地面點的位置	2—1
2-1 地球的總形和大小	2—1
2-2 地面點投影在地球總形上的位置、地面點的高程	2—2
2-3 地理坐標	2—3
2-4 地球曲率對水平距離和高程的影响	2—4
第三章 平面圖、地圖、地形圖	3—1
3-1 地球表面在球面上和平面上的描繪	3—1
3-2 比例尺	3—1
3-3 平面圖	3—2
3-4 地圖	3—3
3-5 地形圖	3—3
3-6 地形圖的慣用符號	3—3
3-7 用等高綫表示地形的概念	3—6
3-8 地形的主要類型及等高表示法	3—7
3-9 等高綫的特性	3—8
3-10 地形圖的編號	3—9
3-11 高斯投影及高斯平面直角坐標	3—12
第四章 測量工作的概念	4—1
4-1 測量工作的外業和內業	4—1

4-2 平面测量和高程测量	4—1
4-3 使用儀器來劃分测量的種類	4—1
4-4 控制测量和碎部测量	4—3
4-5 测量控制網的概念	4—3

第五章 誤差的概念 5—1

5-1 前言	5—1
5-2 誤差的種類	5—1
5-3 偶然誤差的特性	5—2
5-4 算術平均值	5—2
5-5 平均誤差，均方誤差（中誤差）	5—3
5-6 算術平均值的均方誤差	5—4
5-7 用似真誤差表示均方誤差	5—6
5-8 直接觀測值函數的均方誤差	5—8
5-9 觀測結果的權，權平均值	5—11
5-10 權平均值的均方誤差	5—12
5-11 容許誤差	5—14
5-12 相對誤差	5—15

第二編 基本測量工作

第六章 直綫丈量 6—1

6-1 地面上點的標誌	6—1
6-2 直綫定綫	6—2
6-3 直綫丈量的工具	6—4
6-4 鋼尺的檢驗	6—6
6-5 直綫丈量	6—6
6-6 在傾斜地面上丈量	6—7
6-7 直綫丈量的誤差及改正	6—9
6-8 直綫丈量精度的判定，容許誤差	6—11
6-9 測斜器	6—12
6-10 視距法量距離	6—14

第七章 直綫定向 7—1

7-1 定向概念	7—1
7-2 真方位角與磁方位角的關係	7—2
7-3 方位角和象限角的關係	7—3
7-4 根據兩個方向的方位角或象限角求它們之間的夾角	7—4
7-5 正、反方位角和正、反象限角	7—4
7-6 坐標方位角（方向角）	7—6

7-7 根據夾角計算坐標方位角(方向角)	7-7
第八章 羅盤儀	8-1
8-1 羅盤儀的構造	8-1
8-2 用羅盤儀測定磁方位角或磁象限角	8-2
8-3 羅盤儀的檢驗	8-3
第九章 水平角測量	9-1
9-1 量水平角的原理	9-1
9-2 經緯儀的構造	9-1
9-3 度盤和游標盤	9-4
9-4 游標原理和使用	9-4
9-5 度盤及游標的檢查	9-6
9-6 光學的讀角設備	9-8
9-7 管水准器, 水准管軸	9-8
9-8 水准管的分劃值和靈敏度	9-9
9-9 圓水准器	9-11
9-10 望遠鏡的構造及成象	9-11
9-11 十字絲、望遠鏡的對光、視差	9-13
9-12 望遠鏡的光學性能	9-14
9-13 內對光望遠鏡	9-17
9-14 經緯儀的檢驗和校正	9-18
9-15 儀器誤差對水平角觀測的影響	9-21
9-16 經緯儀的保養	9-24
9-17 光學經緯儀	9-24
9-18 經緯儀的安置和望遠鏡的使用	9-26
9-19 量水平角的方法	9-28
9-20 量角的精度	9-31
9-21 設角器	9-34

第三編 經緯儀測量

第十章 經緯儀測量的外業	10-1
10-1 經緯儀測量的概念	10-1
10-2 導線的種類和經緯儀導線測量的外業	10-1
10-3 間接測定距離的方法	10-3
10-4 導線和高級控制點的連接	10-3
10-5 測定碎部的方法	10-4
10-6 羅盤儀的應用場合	10-6

10-7 經緯儀測量的手簿和草圖	10-6
10-8 修建地區經緯儀測量的特點	10-7
第十一章 經緯儀測量的內業	11-1
11-1 經緯儀測量內業概念	11-1
11-2 閉合導線角度閉合差的計算和調整	11-1
11-3 閉合導線各邊方向角和象限角的計算	11-2
11-4 附合導線的角閉合差和方向角的計算	11-4
11-5 點子的直角坐標和兩點間的坐標增量	11-6
11-6 坐標增量的計算	11-7
11-7 直角坐標的正算和反算問題	11-8
11-8 閉合導線坐標增量閉合差的計算和調整	11-9
11-9 坐標的計算	11-11
11-10 附合導線坐標增量閉合差的計算和調整	11-13
11-11 結點導線的計算	11-13
11-12 導線錯誤的發現	11-15
11-13 根據導線點的坐標畫導線	11-16
11-14 根據邊長和象限角繪出導線(圖解法)	11-18
11-15 綫閉合差及其調整(平行綫法)	11-19
11-16 將地物畫在平面圖上	11-21
11-17 平面圖的整飾	11-22
11-18 平面圖的保管,圖紙變形	11-22
11-19 平面圖的縮放和描繪	11-22
第十二章 面積計算	12-1
12-1 一般概念	12-1
12-2 圖解法求面積	12-1
12-3 解析法求面積	12-2
12-4 定極求積儀	12-3
12-5 定極求積儀的原理	12-5
12-6 定極求積儀的檢驗	12-7
12-7 定極求積儀的使用	12-7
12-8 使用定極求積儀時應注意事項	12-8
12-9 薩維奇法	12-8
12-10 不同方法量面積的精度	12-9

第二編 基本測量工作

第六章 直綫丈量

6-1 地面上點的標誌

前面已經講過，做測量工作必須先在地上設立一些控制點。控制點子選定後，一定要標誌出來，以便在這些點子進行控制測量及保留供給以後做測量工作時應用。丈量直綫的距離，也要把直綫的起點和終點標誌下來。

標誌的種類及形式，隨野外地面情況和測量的具體要求而定。對於平面位置測量的點子，一般用長約 30 公分，粗約 4~6 公分的木椿打入地下作為標誌。為了長久保存，也有用石椿，金屬細桿，或一段鋼軌埋在水泥座內（圖 6-1）。

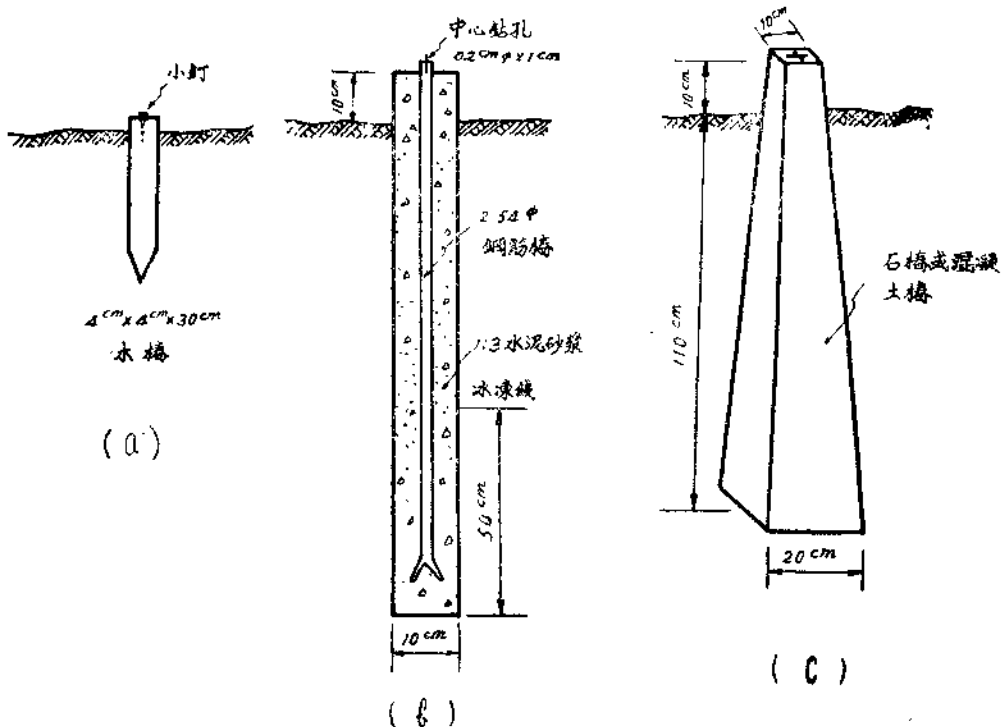


圖 6-1

重要的點子要和附近的地物，例如牆角，水井中心，大樹等聯系起來，並畫草圖（圖 6-2）表示它們之間的關係。為了容易找到這些點子，並很好地保護這些點子，有時在點子周圍挖一個圓形邊溝。

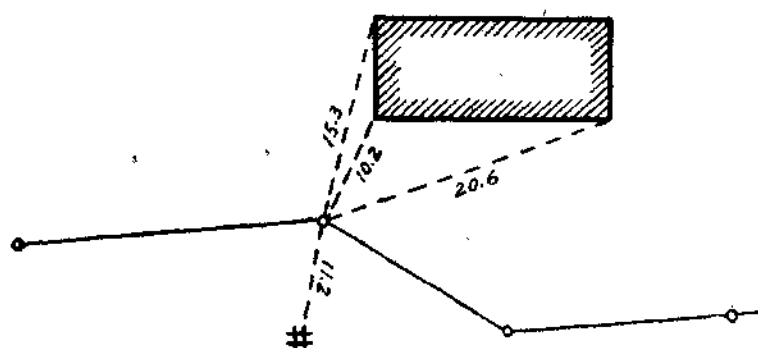


圖 6—2

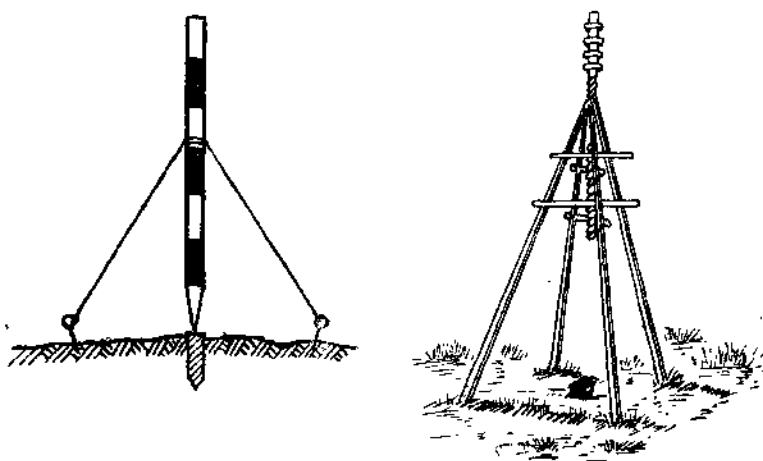


圖 6—3

爲了從其他點子能看到或瞄準這些點子，在測量時，在點子上面豎立花桿，用花桿架子或繩子將花桿豎立起來。距離較遠時，就應用特制的觚標架子（圖 6—3）。

6-2 直綫定綫

在直綫丈量開始之前，不但要在兩個端點上豎立花桿，當直綫之長超過 100~150 m 時，還要在直綫端點之間，豎立若干花桿來標誌出直綫的方向；也就是把若干花桿豎立在通過直綫端點的豎面內。這種工作叫直綫定綫。

定綫可只用眼睛，可用望遠鏡或帶望遠鏡的儀器來做。

1. 兩點間定綫（圖 6—4）

設直綫端點 A，B 可以互相看見，A，B 點上立有花桿。如用目估定綫，一人（甲）站在 A 點花桿後幾步，瞄向 B 點。另一人（乙）帶着足夠的花桿，從 B 點開始，按照甲的指揮，順序地在 AB 方向綫上豎立花桿 1，2，3。這時如果沿着方向綫瞄視，花桿都應重合在一起。定綫時，要注意將花桿扶直或插直。

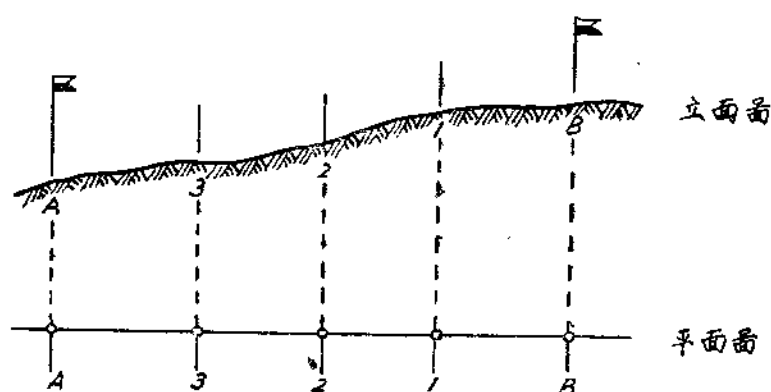


圖 6—4

由直綫遠處一端逐漸走向近處一端豎立中間花桿時，稱為走近定綫。反之，由近處一端走向遠處一端定綫，稱為走遠定綫。走近定綫較走遠定綫准些。

2. 直綫的延長 (圖 6—5)

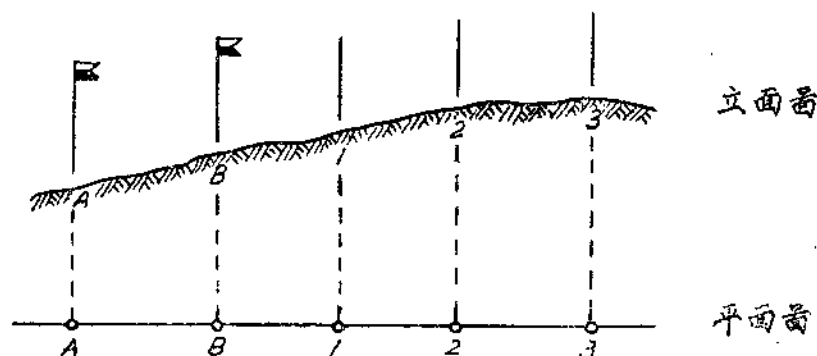


圖 6—5

在實際定綫工作中，有時需要延長一段直綫。

假定要延長直綫 AB，定綫人在圖 6—4 中 1 點用目估在方向綫上豎立花桿 1，這時面向 BA，檢查花桿是否直立並與 BA 花桿重合。同法順序豎立花桿 2，3。

這個方法不如上法準確，距離愈遠，誤差愈大。但一人可以迅速定綫。

3. 端點不能達到或經過山頭定綫

當 A，B 兩端點不能到達或在 AB 之間有一高地，不能互相通視，可採用下面的定綫方法。

首先二個定綫人員甲乙儘可能用眼睛估計靠近 AB 直綫上 (圖 6—6)。假如甲在 C_1 點，他指揮乙走到 C_1B 直綫上的 D_1 點。此後乙又指揮甲由 C_1 走到 D_1A 直綫上的 C_2 點。同法彼此移動，直到從 C 點看到 D 點的花桿遮住 B，並且從 D 點看到 C 點的花桿遮住 A。這樣，所有的花桿都在同一個豎直面內了。

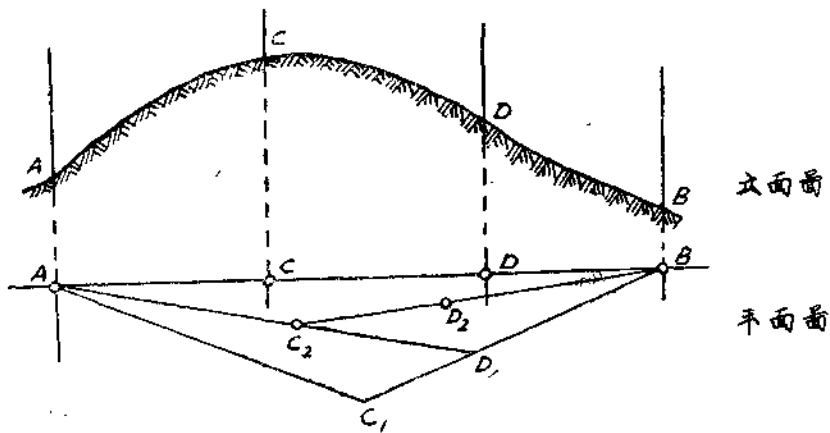


圖 6-6

4. 經過山谷定綫

經過山谷定綫的原則，是由谷頂逐漸下移定綫。根據地區情況，可用兩點間定綫法或延長直綫法。例如圖 6—7 中，先由 A 看 B 定 1 點，次由 1 看 A 定 2 點，再用延長直綫法定 3 點。

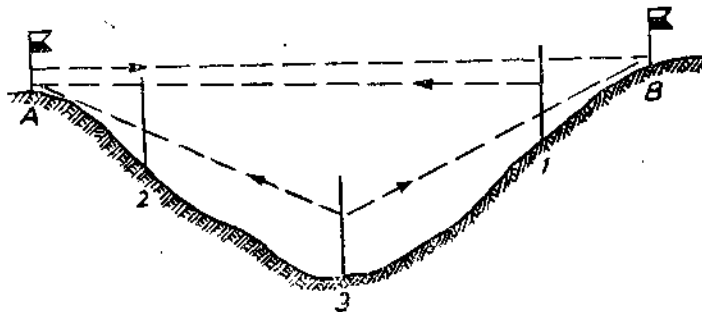


圖 6-7

6-3 直綫丈量的工具

根據測量工作的要求，可採用不同的工具，不同的方法，以及不同的精度進行直綫長度的丈量。常用的丈量工具有：鋼捲尺，布捲尺，竹捲尺，繩尺。精確丈量用殷鋼尺。

鋼捲尺是最常用的丈量工具，長 20，30，50 公尺不等，一般成帶狀，帶寬 10—20mm。鋼捲尺備有拉柄，尺的起點和終點，有的在尺的端點，稱端點尺（圖 6—8）；有的在尺端附近有刻綫標記，稱刻綫尺（圖 6—9）。尺內刻劃有的到公寸，有的到公分，有的到公厘。端點尺只用來量一端從牆邊開始的距離，刻綫尺應用最廣。捲尺不用時多捲在尺架上或皮盒內。

布捲尺用蘇布夾細金屬絲做成。起端在銅環的里面或外面，長約 10—30 公尺，用來量建築物。因布捲尺伸縮較大，所以精度不高（圖 6—10）。

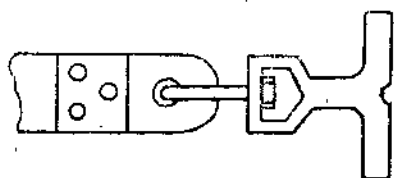


圖 6—8

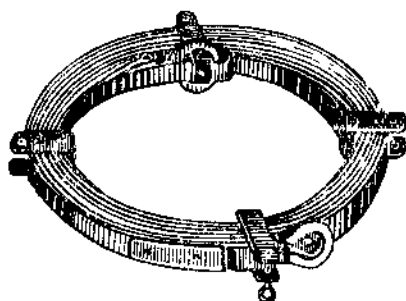


圖 6—9

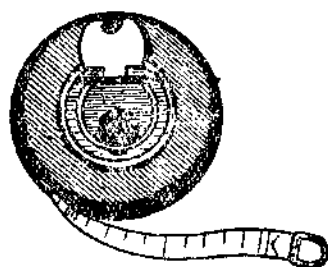


圖 6—10

竹捲尺用竹片接成，可自制，價錢便宜。受拉力及溫度的影响很小，受濕度影响較大，可用來代替鋼捲尺。

繩尺是用包着金屬絲的繩子做成，長約 50~100 公尺。一般用于次要的丈量工作，如經改良，可代替鋼捲尺。

殷鋼尺是鋼和鎳的合金制成，它的特點是膨脹系數很小（在 4×10^{-7} 左右），常用在精密丈量工作。殷鋼尺分帶狀尺（圖 6—11）和綫狀尺（圖 6—12）兩種，它需要特殊的附屬工具，測法也和普通測法不同。



圖 6—11

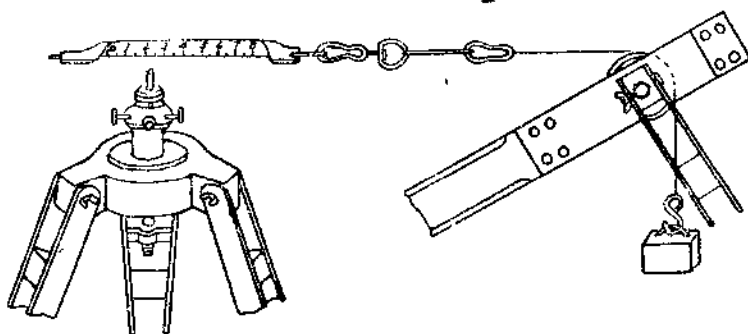


圖 6—12



圖 6—13

測釘是丈量長度所必需的附件。測釘用粗鐵絲做成，長約 30—40 cm。它是用來標定尺子的端點及計算已量過的整尺數的。爲了攜帶和計數的方便，一般把 6 根或 11 根測釘套在一個鐵環上（圖 6—13）。

6-4 鋼尺的檢驗

在丈量工作的前後，必須檢驗尺子的實際長度。把丈量用的尺子和長度已知的標準尺比較一下，就能確定丈量用的尺子的實際長度。標準尺只是用來檢驗丈量用的尺子，絕不應用來丈量長度。

檢驗鋼尺的工作，最好在地板上進行。應當注意兩尺要用相同的拉力（和野外丈量時的拉力相同），使兩根尺的起始綫比齊，在另一端用刻到公厘的小尺量出兩根尺終點刻綫的距離，要注意丈量的尺子是太長或太短。此外還應當記錄鋼尺的溫度。這樣，我能在丈量結果中，加上尺長改正及溫度改正。

標準尺本身每隔一定時期也要經過檢驗，這種工作是用比長器在有特殊設備的檢驗室內進行的。過去比長器的長度還是用檢定過的標準公尺確定的。最新式的比長器是利用光波按光波干涉原理製造的，這種比長器稱為光波干涉比長器。

6-5 直綫丈量

丈量直綫長度時有兩種情況：（1）地面水平，（2）地面傾斜。本節先談一下地面水平時的丈量方法，它也是直綫丈量的基本方法。

當要量的直綫在地面上定出後，在兩個端點及中間豎立定綫花桿，並且清除直綫上的障礙物，然後開始丈量。

1. 一人甲拿着尺子的起始一端，立在直綫的起點 A，手拿一根測針；另一人乙拿着尺子另一端，拿着十根（或五根）測針，沿 AB 方向前進，至一整尺長為止。
2. 乙的尺端，聽候甲的指揮，放在直綫的方向上，此後抖動尺子使成直綫，甲將尺子零點對准 A 點，拉緊尺子後，乙用一根測針標出尺子的端點，這樣就量得一整尺的長度。



圖 6-14

3. 此後，甲拿着第一根測針，隨乙携尺前進，到乙在地上插測針的位置停止，再用同法量出第二整尺。再繼續前進，在每次量完後，甲都把測針拔起拿在手里。

4. 量到最末一段時，已不足一整尺長，此時甲手里的測針數（插在地上的一根不算在內），表示已量過的整尺數。這時二人數一數手中的針數，看是否共為十根（或五根）。最末一段長度，也要細心量出，讀到公分。

5. 在丈量過程中，如乙手中測針已經用完，甲就把十根（或五根）測針遞交給乙，然後繼續丈量。

6. 所測得的直綫總長等于：

$$L = n \cdot l + q$$

式中：L——直綫總長；

n——量過的整尺數；

q ——最後一段不到一整尺的長度；

l ——尺子的長度。

爲了校核，並提高丈量結果的精度，一般要往返丈量各一次。

使用鋼尺時，往往由于不小心而折斷，有時由于生鏽而損壞了尺子。因此，當鋼尺從皮盒中拉出時，切不可扭成許多圈子。靠近馬路或在馬路上丈量時，如果有車輛（自行車，馬車，汽車，載重車等）經過時，必須將鋼尺收走，切不可讓車輛壓過而使尺子變形，甚至折斷。尺子擡走時，兩人應該用手抓緊尺端，使尺子懸空，切不可着地拖動。尺子用畢後，必須用布擦干淨，再上些機器油或凡士林。

6-6 在傾斜地面上丈量

畫在圖里的長度是直綫的水平長度。所以在傾斜起伏的地面上進行丈量時，應當把尺子拉平來量，或者沿着傾斜地面來量，然後改算成水平距離。

(1) 拉平尺子丈量法

圖 6—15 表示地面起伏不大的情況，量時尺的兩端用目估抬平，用測針綫錘或花桿垂直的標出尺子的端點。

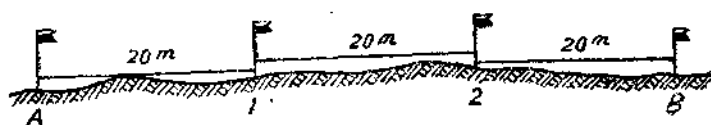


圖 6—15

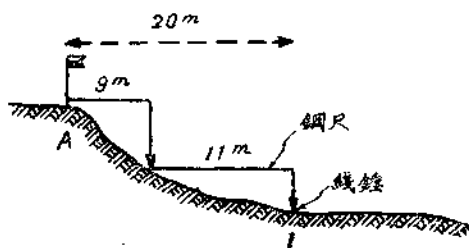


圖 6—16

圖 6—16 表示坡度較陡時，不能把全尺拉平，必須把一整尺分成幾段，分段平量。沿下坡量比較容易。

(2) 沿斜坡丈量，改算成水平距離

如斜坡比較均勻，沿坡丈量比較精確迅速。此時應當用測斜器或經緯儀測出傾斜角，以便改算成水平距離。

圖 6—17 中 L 代表量得的傾斜長度， α 代表量出的傾斜角，由圖可知，

$$\text{水平距離 } D = L \cos \alpha。$$

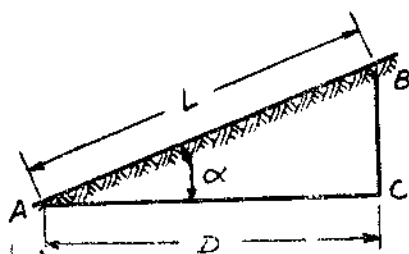


圖 6-17

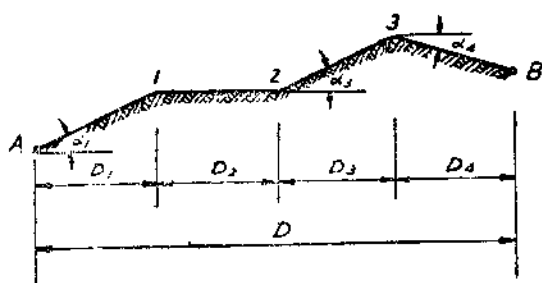


圖 6-18

直接應用上式計算比較費事，實際上往往先算出 L 和 D 的差數 ΔL ，然後由 $L - \Delta L$ 得出水平距離。

$$\Delta L = L - D = L - L \cos \alpha = 2L \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

利用上式已經做出現成的表格（表 1），在表里可以直接查出傾斜改正數 ΔL 。

如果直綫上有不同的傾斜角 α （圖 6-18），那末整個直綫的水平長度，將是個別綫長經過傾斜改正後的總和。圖 6-18 中，

$$AB = D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

例題： $L = 135.70\text{m}$ ， $\alpha = 5^\circ 30'$ ，用表求水平長度。

100 m	差數 460 mm
30	差數 138
5	差數 23
0.70	差數 3
135.70	差數 624 mm

水平長度 $D = L - \Delta L = 135.70 - 0.62 = 135.08\text{m}$ 。

請注意，加尺長改正和傾斜改正的次序對於最後結果是沒有影響的。用 $L_1, L_2, \dots, L_n$ （圖 6-18）代表量得的各綫段的傾斜長度， $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ 代表相應的傾斜角， $D_1, D_2, \dots, D_n$ 代表各段正確的水平長度。如果 20 公尺的實際長度是 l ，那末正確的水平長度 D 是，

$$\begin{aligned} D &= D_1 + D_2 + \dots + D_n \\ &= L_1 \frac{l}{20} \cos \alpha_1 + L_2 \frac{l}{20} \cos \alpha_2 + \dots + L_n \frac{l}{20} \cos \alpha_n \\ &= (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \cos \alpha_2 + \dots + L_n \cos \alpha_n) \frac{l}{20} \end{aligned}$$

這個式子說明改正次序對最後結果沒有影響。不過先把 $L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \cos \alpha_2 + \dots + L_n \cos \alpha_n$ 算出，然後加尺長改正，計算起來簡單些。當然，在實際工作中，尺長改正是根據尺長誤差 Δl 改正，並不是乘以 $\frac{l}{20}$ 。

表 1

距離 m) \ 傾斜角	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1° 00'	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
1° 30'	3	7	10	14	17	20	24	27	30	34
2° 00'	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
2° 30'	10	19	29	38	48	57	67	76	86	95
3° 00'	14	27	41	55	69	82	96	110	124	137
3° 30'	19	37	56	75	94	112	131	149	168	187
4° 00'	24	49	73	98	122	146	171	195	220	244
4° 30'	31	62	92	123	154	185	216	246	277	308
5° 00'	38	76	114	152	190	229	267	305	343	381
5° 30'	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
6° 00'	55	110	164	219	274	329	384	438	493	548
6° 30'	64	129	193	257	322	386	450	514	579	643
7° 00'	75	149	224	298	373	447	522	596	671	745
7° 30'	86	171	257	342	428	514	599	685	770	856
8° 00'	97	195	292	389	487	584	681	778	876	973
8° 30'	110	220	329	439	549	659	769	878	988	1098
9° 00'	123	246	369	492	616	739	862	985	1108	1231
9° 30'	137	274	411	548	686	823	960	1097	1234	1371
10° 00'	152	304	456	608	760	912	1063	1215	1367	1519

改正數的單位是 mm。

6-7 直綫丈量的誤差及改正。

用鋼尺沿地面丈量直綫的主要誤差來源是：

- (1) 尺長誤差；
- (2) 定綫的誤差；
- (3) 尺子不直，有彎曲、垂曲、反曲；
- (4) 地面的傾斜；
- (5) 溫度的變化；
- (6) 拉力的變化；
- (7) 尺子和地面的摩擦；
- (8) 丈量本身。

下面分別來研究一下各種誤差的影響及普通鋼尺量距應加的改正數。

(1) 尺長誤差及尺長改正 量距用的鋼尺應當經過檢驗，求出每一整尺長度的改正數，用它來計算直綫總長的改正數。例如鋼尺的名義長度為 l (例如是 20 公尺)，每尺要改正 Δl ，量得直綫總長為 L ，它的總改正數是，

$$\Delta L = -\frac{\Delta l}{l} \times L \quad (6-1)$$

必須注意 Δl 的符號，當所用鋼尺太長時，即鋼尺和標準尺比較後所得的鋼尺實際長度大於名義長度時， Δl 是正，太短時， Δl 是負。

例題： $l=20\text{m}$ ， $\Delta l=-5\text{mm}$ ， $L=504.42\text{m}$ 。

$$\Delta L = \frac{504.42}{20} \times (-5) = -0.13\text{m}$$

改正後總長 $= 504.42 - 0.13 = 504.29\text{m}$ 。

普通量距工作，20m 鋼尺誤差小於 2mm 時可不加尺長改正數。

不加入尺長改正數，對於丈量結果有系統性質的誤差影響。即便加入尺長改正，檢驗不准的殘餘誤差仍有系統誤差的影響。

(2) 定綫的誤差 由於尺子安置不正確，尺子的一端或兩端不在 AB 直綫方向內 (圖 6-19)

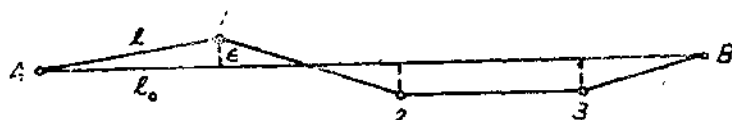


圖 6-19

19)，量得的距離永遠太大，具有系統誤差性質。設尺子一端離開方向綫的大小為 ϵ ，那末，定綫誤差影響 $\Delta l = (l - l_0)$ ，由圖知：

$$l^2 - l_0^2 = \epsilon^2, \quad (l - l_0)(l + l_0) \approx \epsilon^2,$$

$$\Delta l = (l - l_0) = \frac{\epsilon^2}{l + l_0} \approx \frac{\epsilon^2}{2l} \quad (6-2)$$

例題：當 $l=20\text{m}$ ， $\epsilon=0.1\text{m}$ ，則 $\Delta l=0.00025\text{m}$ 。

所以定綫誤差不超過 10cm，其影響不大。

(3) 尺子不伸直，有彎曲、垂曲、反曲 這些誤差和定綫誤差一樣，具有系統誤差性質，使丈量結果太大。如尺子中間彎曲不超過 10cm，其影響不大。

(4) 地面傾斜及傾斜改正 沿傾斜地面量距應改正成水平距離，如果在測量過程中測出地面的傾斜角 α ，就應用下式計算改正數：

$$\Delta L = 2L \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (6-3)$$

如果能測出尺子兩端點的高差 h ，那末可用下式計算改正數：

$$\Delta l = -\frac{h^2}{2l} \circ \dots\dots\dots (6-4)$$

加入傾斜改正之後，由于測量傾斜角 α 或高差 h 不精確引起的誤差，主要是偶然誤差性質。根據規範，傾斜角大于 1° 時，應加改正數。

(5) 溫度的變化及溫度改正 測量時鋼尺溫度與檢驗時鋼尺溫度不同，尺長即有變化，因之直線總長應加以改正數，

$$\Delta L = k \cdot L (t_{\text{測量}} - t_{\text{檢驗}}) , \dots\dots\dots (6-5)$$

式中 L 是直線總長， k 是鋼尺膨脹系數，一般是每 1°C 0.0000125 。當溫度改變 4° 時， 20m 鋼尺尺長改變 1mm 。根據規範，如果溫度改變 10°C 時，應加溫度改正。加了溫度改正之後，溫度誤差影響可大致認為是偶然性質。

(6) 拉力變化 野外丈量時使用的拉力應等于檢驗鋼尺時的拉力，否則尺長有變化。對於 20m 鋼尺，拉力改變 $5-8$ 公斤，尺長才改變 1mm 。所以一般量距可以用手拉尺子，不需要彈簧秤。使用彈簧秤時，這種誤差影響可大致認為是偶然性質。

(7) 尺子和地面的摩擦 這種誤差無法估計和改正，大致屬於偶然誤差性質。

(8) 丈量本身 標誌尺子端點的誤差和讀數的誤差主要是偶然性質。應注意把測釘垂直地以足夠深度插入土中，以免被鋼尺移動或碰倒。還應當注意，不要唸錯讀數，把 6 當作 9 ，或者算錯整尺數，也就是要校核兩個丈量人員手中的測釘數。要看清尺子端點的位置。

6-8 直線丈量精度的判定，容許誤差

在直線丈量的結果中，除了應加各種改正數以外，還有很多誤差無法消除，它們有的是系統誤差性質，有的是偶然誤差性質。假如以 α 代表每公尺長度的全部偶然誤差影響的容許值，那末，直線全長 L 公尺容許的偶然誤差影響與 $\sqrt{L}$ 成正比，它等于 $\pm \alpha \sqrt{L}$ 。假如以 β 代表每公尺長度的全部系統誤差影響的容許值，那末，直線全長 L 公尺容許的系統誤差影響與 L 成正比，它等于 $\pm \beta L$ 。合在一起，直線全長 L 公尺容許的全部誤差影響是，

$$\text{容}\Delta L = \sqrt{(\pm \alpha \sqrt{L})^2 + (\pm \beta L)^2} = \pm \sqrt{\alpha^2 L + \beta^2 L^2} , \dots\dots\dots (6-6)$$

式中 α 和 β 的數值決定于所用的儀器，測量方法和地面的情況等一系列因素。一般由試驗方法來確定。

有的測量規範把測量地區情況分成 I II III 級，對於每一地區情況，用鋼尺往測和返測的差數不能超過 (6-6) 式的 $\sqrt{2}$ 倍，這些差數是根據下式計算的：

$$\text{對於 I 級良好地區，} \quad \Delta L_1 = 0.005 \sqrt{2L} + 0.002 L^{\frac{1}{2}} ,$$

$$\text{對於 II 級中等地區，} \quad \Delta L_2 = 0.005 \sqrt{3L} + 0.003 L^{\frac{1}{2}} ,$$

對於 III 級不利地區， $\Delta L_3 = 0.005\sqrt{4L + 0.004L^2}$ 。

表 2

直綫長度 (m)	容 許 不 符 值 (cm)		
	良好地區	中等地區	不良好地區
100	7	9	10
200	11	13	15
300	14	17	19
400	17	20	23
500	19	23	27
600	22	27	31
700	24	30	34
800	27	33	38
900	29	36	41
1000	32	39	45

現時多數測量規範在評定丈量精度時，不按上面的方法，而按相對誤差來計算，相對誤差是往測和返測的差數和直綫長度的比值，以分子為 1 的分數表示。例如：

對於 I 級便利丈量地區， $\frac{1}{3000}$ ，

對於 II 級中等地區， $\frac{1}{2000}$ ，

對於 III 級不利地區， $\frac{1}{1000}$ 。

• 城市測量規範要求精度較高，為 $\frac{1}{4000}$ 。

6-9 測斜器

將地面丈量所得的傾斜距離歸算到水平距離時，需要知道傾斜角 α 。這個角通常用測斜器測定之。我們這裡只講一種最簡單的測斜器（圖 6—20）。這種測斜器上有一個半圓刻度盤，和直尺 H 連結在一起。直尺用螺旋 g 固定在豎桿 K 上。掛在半圓盤中心的垂綫是用來唸讀數的。

量傾斜角時，先把豎桿 K 插在直綫的一端 A。在另一端 B（圖 6—21）豎立花桿，並在花桿上綁一紅布條，使紅布條離開 B 點地面的距離等于桿上螺旋 g 離開 A 點地面的距離。工作時，先鬆開螺旋 g，轉動直尺 H，直到沿着直尺上邊緣瞄准花桿上的紅布條為止，然後擰