

普通測量學講義

下 冊

儲 鍾 瑞 編
刘 呈 祥

清 華 大 學 出 版 科 印

1 9 5 7

下 冊 目 录

第四編 水準測量

第十三章 水準測量的基本知識	13—1
13-1 高程測量的目的和種類	13—1
13-2 幾何水準測量的原理	13—2
13-3 地球曲率和折光的影响	13—2
13-4 水准儀的構造和類型	13—3
13-5 水准尺和尺墊	13—5
13-6 定鏡水准儀的檢驗和校正	13—6
13-7 活鏡水准儀的檢驗和校正	13—8
13-8 水准點	13—10
13-9 水准測量的方法	13—11
13-10 水准測量的測站校核	13—13
13-11 水准測量的成果校核和調整	13—13
13-12 做水准測量時應注意的事項	13—14
13-13 水准測量的精度	13—14
第十四章 三四等水准測量	14—1
14-1 三四等水准測量的用途和精度	14—1
14-2 三等水准測量所用的儀器和水准尺	14—1
14-3 三等水准測量的外業	14—1
14-4 四等水准測量所用的儀器和水准尺	14—4
14-5 四等水准測量的外業	14—4
14-6 水准測量外業成果的初步整理和三四等水准測量的容許閉合差	14—6
14-7 單獨水准路綫的調整	14—7
14-8 具有一個結點的水准網的調整	14—8
14-9 巴波夫法水准網的調整	14—9
第十五章 路綫水准測量和面水准測量	15—1
15-1 路綫水准測量的概念	15—1
15-2 路綫水准測量的準備工作	15—1
15-3 曲綫元素和曲綫主點	15—2
15-4 路綫縱斷面水准測量	15—4

15-5 橫斷面水准測量	15-6
15-6 在陡坡上的水准測量，X 點法和水平尺法	15-7
15-7 越過河流或山谷的水准測量	15-8
15-8 縱斷面圖和橫斷面圖的繪制	15-8
15-9 面水准測量的概念	15-10
15-10 用干錢法作面水准測量	15-10
15-11 用方格法作面水准測量	15-11

第五編 視距測量

第十六章 視距測量	16-1
16-1 一般概念	16-1
16-2 視距測量的原理	16-1
16-3 視距經緯儀及視距尺	16-4
16-4 視距常數的測定	16-4
16-5 量豎直角	16-6
16-6 豎盤游標和游標水准管的檢驗和校正	16-9
16-7 視距測量的精度	16-10
16-8 自計視距儀	16-11
16-9 視距測量的外業	16-13
16-10 視距表，視距圖，視距計算尺	16-15
16-11 視距測量的成果整理	16-18
16-12 地形圖的繪制	16-19

第六編 平板儀測量

第十七章 平板儀測量	17-1
17-1 一般概念	17-1
17-2 平板儀的構成部份和附件	17-2
17-3 平板和附件的檢驗和校正	17-4
17-4 照准儀的檢驗和校正	17-4
17-5 平板儀的安置	17-5
17-6 平板儀的前方交會和測方交會	17-7
17-7 交會法的精度和交角的限度	17-8
17-8 圖解三角網	17-9
17-9 圖解三角網各點高程的確定	17-10
17-10 圖解三角網各點差的調整	17-12
17-11 補點（傳遞點）	17-13
17-12 碎部測量	17-15

17-13 平板儀測量的精度	17—16
17-14 平板儀測量的優缺點和它的應用	17—16
17-15 平板儀同經緯儀，水准儀的配合應用	17—16
17-16 小平板儀同經緯儀的配合應用	17—16

第七編 低精度的平面和高程測量

第十八章 气压高程測量 18—1

18-1 一般概念	18—1
18-2 氣壓高程測量的公式	18—1
18-3 氣壓高程測量所用的儀器	18—2
18-4 空盒氣壓計的讀數的改正數	18—2
18-5 氣壓高程測量的外業	18—3
18-6 氣壓高程測量的成果整理工作	18—4
18-7 用一個氣壓計觀測的成果整理實例	18—5
18-8 氣壓高程測量的精度	18—8

第十九章 草 測 19—1

19-1 草測的意義和應用	19—1
19-2 距離的測定	19—1
19-3 直綫定向和角度的測定	19—2
19-4 高差和高程的測定	19—2
19-5 草測的作業	19—3

第八編 地形圖的应用

第二十章 地形圖的应用 20—1

20-1 讀圖和用圖	20—1
20-2 籍地形解決的某些問題	20—1

第九編 工程建築物的樁定工作

第二十一章 樁定的一般工作，圓曲綫的樁定，房屋，管道，

土壩及小橋的樁定 21—1

21-1 概念	21—1
21-2 樁定點子的方法和基本測量工作	21—1
21-3 極坐標法	21—1
21-4 直角坐標法	21—2
21-5 角度交會法	21—3
21-6 距離交會法	21—3

21-7 在地面上設置已知長度的直綫	21—3
21-8 在地面上設置已知角值的水平角	21—4
21-9 根據地面上已有的地物樁定新建築物	21—5
21-10 樁定圓曲綫	21—6
21-11 視線爲地物所阻時的樁定方法	21—10
21-12 樁定高程等于一定數值的點子	21—13
21-13 設出已給坡度的直綫	21—13
21-14 龍門板在樁定房屋時的應用及其設置	21—14
21-15 地下管道的樁定工作	21—14
21-16 小土壩的樁定工作	21—15
21-17 小型橋樑的樁定工作	21—16

第二十二章 樁定工作中的特殊問題 22—1

22-1 用捲尺設置直角	22—1
22-2 用捲尺從直綫外面一點作垂直綫	22—1
22-3 用捲尺求出角度	22—2
22-4 解析法測定建築物的高度	22—2
22-5 高程的傳遞	22—4
22-6 把一塊地面劃成水平面	22—5
22-7 把一塊地面劃成傾斜的平面	22—5

第十編 在水利技術方面用到的測量工作

第二十三章 方位角的測定 23—1

23-1 天球概念	23—1
23-2 定位三角形	23—1
23-3 天體的方位角和地面目標的方位角之間的關係	23—2
23-4 觀測太陽確定地面目標的真方位角	23—2
23-5 用 Φ . H. 克拉索夫斯基教授的方法測定方位角	23—5
23-6 同高觀測天體來測定方位角	23—6
23-7 用日圭法測定真子午綫方向	23—6

第二十四章 測定個別點子的坐標 (導綫和三角點或較高級導綫點的連結) 24—1

24-1 一般概念	24—1
24-2 間接法傳遞坐標	24—1
24-3 前方交會法	24—2
24-4 側方交會法	24—7
24-5 三點後方交會法 (三點問題)	24—7
24-6 兩點後方交會法 (兩點問題)	24—13

第二十五章 全國性的控制測量和小三角測量25—1

- 25-1 一般概念25—1
- 25-2 三角測量的選點，造標和埋石25—2
- 25-3 小三角測量控制機構25—3
- 25-4 邊長的精度25—4
- 25-5 小三角測量的基綫丈量25—6
- 25-6 小三角測量的測角工作25—7
- 25-7 小三角鎖的平差25—8

第二十六章 河道測量26—1

- 26-1 一般概念26—1
- 26-2 河流縱向水准測量26—1
- 26-3 水深測量26—1
- 26-4 河底地形及縱斷面的繪制26—3

第十一編 攝影測量

第二十七章 攝影測量27—1

- 27-1 概念27—1
- 27-2 航空攝影測量的一般過程27—1
- 27-3 像片的比例尺及像點的位移27—2
- 27-4 像片的判讀27—3
- 27-5 像片畧圖的編制27—4
- 27-6 像片平面圖的編制27—4
- 27-7 測繪地形圖的不同航測方法27—5
- 27-8 地面立體攝影測量27—7

設視距尺豎直，當視准軸水平時，它們就彼此垂直。調節望遠鏡，使尺子的實像落在十字絲面內。這時，視距絲上 a, b 兩點就和尺上 A, B 兩點的實像重合。

作 aa' 和 bb' 平行于物鏡的光軸（圖 16—2），它們和物鏡相交于 a' 和 b' 。連這兩點到物鏡的焦點 F ，並延長之和水准尺相交在 A, B 兩點。根據光學成像原理，我們知道 A, B 點的實像各落在視距絲上 a, b 點。用 l 代表尺上 A, B 兩點之間的距離，稱為尺間隔。

由相似三角形 $a'Fb'$ 和 AFB 中，可得

$$\frac{A}{a'} \frac{B}{b'} = \frac{F}{F} \frac{C}{O}。$$

因為 $a'b' = ab =$ 兩視距絲之間的固定距離 p ， $FO =$ 物鏡的焦距 f ， $AB = l$ ，則

$$FC = AB \cdot \frac{F}{a'b'} = \frac{f}{p} l，$$

用 c 代表 $\frac{f}{p}$ ，則

$$FC = cl。$$

為了求得由儀器中心到尺子的距離 D ，必須加上由物鏡光心到儀器中心的距離 δ 和物鏡的焦距 f 。

令 $\delta + f = q$ ，則上式變成

$$D = cl + q。 \quad (16-1)$$

這是視准軸水平時，用外對光望遠鏡的視距儀，求水平距離的公式。

對於內對光望遠鏡的視距儀，可以推出不同形式的求水平距離 D 的公式，但現代的這種儀器都設計得可以把 q 看成等于零。

圖 16—3 中的 i 代表儀器高， L 代表視准軸水平時，十字絲橫絲對着的尺上讀數。從圖可以看出，

$$h = i - L。$$

如果測區較平坦，兩點間的高差不會超過 1.2 m，就可以把視准軸放在水平位置來測定兩點間的水平距離和高差。

2. 視准軸傾斜

在高低不平的地區進行視距測量時，必須把視准軸放在傾斜位置，才能看到尺子。我們現在來推導，當視准軸傾斜時，求水平距離和高差的公式。

在傾斜地面上進行視距測量時，尺子普通仍舊是直立的（圖 16—4），用 l 代表在豎直尺上的尺間隔， l' 代表如果尺子垂直于視准軸時的尺間隔。應用公式（16—1），我們就得傾斜距離 D_1 的公式：

$$D_1 = cl' + q。$$

因為 φ 角較小，大約等于 $34'$ ，所以 $LBB'G$ 和 $LAA'G$ 可以當作 90° ，那末

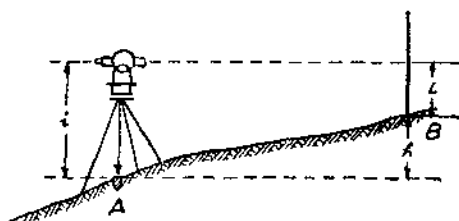


圖 16—3

$$\begin{aligned} l' &= A'G + GB' \\ &= AG \cos \alpha + GB' \cos \alpha \\ &= (AG + GB) \cos \alpha \\ &= l \cos \alpha \end{aligned}$$

代入 D_1 的式子，得

$$D_1 = c l \cos \alpha + q \quad (16-2)$$

由此得到水平距離 D 的式子，

$$D = D_1 \cos \alpha = c l \cos^2 \alpha + q \cos \alpha \quad (16-3)$$

現在讓我們來利用這個式子推導高差的公式。用 h 代表 A, B 兩點的高差（圖 16-5）， i 代表儀器高， L 代表尺上中絲所對的讀數。

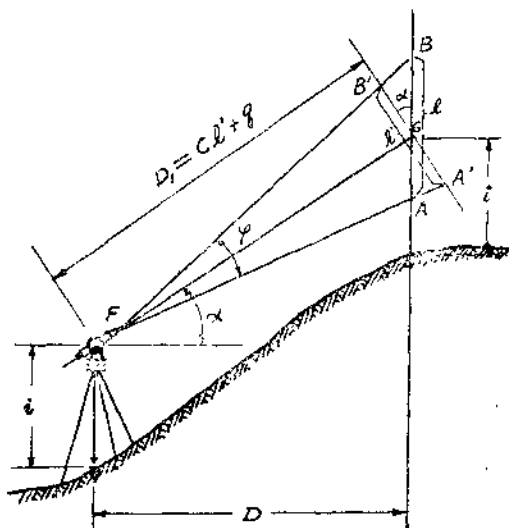


圖 16-4

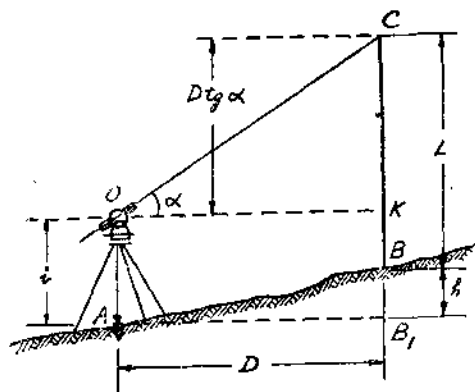


圖 16-5

$$\begin{aligned} h &= i + KC - L \\ &= i + D \tan \alpha - L \\ &= D \tan \alpha + i - L \end{aligned} \quad (16-4)$$

把 (16-17) 代入上式，我們得

$$\begin{aligned} h &= c l \sin \alpha \cos \alpha + q \sin \alpha + i - L \\ &= \frac{1}{2} c l \sin 2\alpha + q \sin \alpha + i - L \end{aligned} \quad (16-5)$$

當 $l=i$ ，

$$h = \frac{1}{2} c l \sin 2\alpha + q \sin \alpha \quad (16-6)$$

當兩點間的距離較遠時，就要加上地球曲率和折光的改正數 $0.43 \frac{D^2}{R}$ ，寫成：

$$h + \frac{1}{2} c / \sin 2\alpha + q \sin \alpha + 0.43 \frac{D^2}{R} \circ \quad (16-7)$$

16-3 視距經緯儀及視距尺

在經緯儀的望遠鏡內加了兩條彼此平行的視距絲就成為視距經緯儀。實際上，經緯儀上都有這種視距裝置，因而可以當作視距經緯儀來應用。水平角是利用經緯儀上原有的水平度盤測定的。視距測量中還要測出豎直角，為此，在水平軸上裝有一個垂直于水平軸的豎直度盤。

(圖 16-6) 所示的是常用的一種視距尺，長 4m，寬約 10cm，原約 2cm。

(圖 16-7) 是可以用于三等和四等水准測量及經緯視距導線測量的蘇聯尺子。它的長度為 3m，祇一面有分割，從底端起 2m 的一段再分為長 0.5m 的四段。在第二、第三和第四個 0.5m 上註有離底端 0.753, 1.245 和 1.738m 的特別符號 A, B 和 C。這些符號是用來校核測定距離時唸出的尺間隔的。用法如下：

第一次測定距離時用一根視距絲瞄準一個整 0.5m 的刻畫綫，而第二次觀測時，瞄準三個符號中的任何一個，但應注意這時使另一根視距絲落在第三公尺一段中，以便唸出讀數。

16-4 視距常數的測定

在工作前，一定要把視距公式中的兩個常數 c 和 q 精確地測出來。常數 q 是由兩個數值所組成的，一個是物鏡的焦距。另一個是由物鏡光心 O 到儀器中心 N (見圖 16-2) 距離。對於放大率等于 20 的望遠鏡， q 大約是 0.3 公尺。

在求視距常數 q 時， δ 的數值是直接在望遠鏡上量得的，而在求 f 時必須把望遠鏡瞄準遠處的目標，再量出由物鏡到十字絲面的距離，因為根據光學公式，這時這段距離是很接近 f 的。

視距常數 c 在視距公式中是一個乘數，因而我們要特別小心地測定。為此，在平坦地區選擇一段直綫，沿着這條直綫定出 $A, B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ 等點 (圖 16-8)，用鋼尺把各點間的距離丈量幾次。在 O 點安置經緯儀， O 點在 AB_n 直綫上，它離開 A 點的距離是 q 。在 $B_1, B_2, B_3, \dots$



圖 16-6



圖 16-7

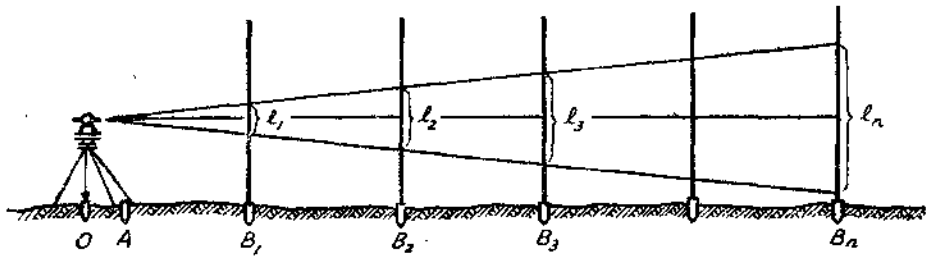


圖 16—8

B_n 循序直立視距尺，當望遠鏡視線水平時，每次唸出尺間隔 l ，把所得結果列表如下：

距 離	用鋼尺實際量 得的距離	尺 間 隔				
		I	II	III	IV	平均值
O B_1	$D_1 + q$	l_1^I	l_1^{II}	l_1^{III}	l_1^{IV}	l_1
O B_2	$D_2 + q$	l_2^I	l_2^{II}	l_2^{III}	l_2^{IV}	l_2
O B_3	$D_3 + q$	l_3^I	l_3^{II}	l_3^{III}	l_3^{IV}	l_3
~	~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~	~
O B_n	$D_n + q$	l_n^I	l_n^{II}	l_n^{III}	l_n^{IV}	l_n

必須在所有點子上放幾次尺子。上表是表示在每個點子上放了四次，每次均用視距絲唸出尺間隔，分別用 $l_1^I, l_1^{II}, \dots, l_1^{IV}$ ， $l_2^I, l_2^{II}, \dots$ 表示尺子在 $B_1, B_2, \dots$ 各點的尺間隔，最後取其平均數。

按視距公尺得

$$D_1 + q = c_1 l_1 + q, \quad c_1 = \frac{D_1}{l_1};$$

$$D_2 + q = c_2 l_2 + q, \quad c_2 = \frac{D_2}{l_2};$$

$$\dots \dots \dots ; \quad \dots \dots \dots ;$$

$$D_n + q = c_n l_n + q, \quad c_n = \frac{D_n}{l_n}.$$

取 $c_1, c_2, \dots$ 等值的平均數，

$$c = \frac{1}{n} (c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_n).$$

16-5 量豎直角

豎直角是在豎直面內的角。一條傾斜綫的豎直角是在包括這條斜綫的豎直面內，斜綫和水平綫所成的角。向上傾斜的角稱正豎直角，（仰角）向下傾斜的，稱為負豎直角（俯角）。豎直角是用三角測高法測定高差所必需的，是利用豎直度盤量出的。我們知道，量水平角時，我們把望遠鏡瞄着水平角的兩條邊，並唸出兩個讀數，這兩個讀數之差就給出水平角的角值。我們按同樣道理，在豎直度盤上量豎直角，不過任何一個豎直角的一條邊總是水平綫，而望遠鏡瞄着水平綫，也就是視准軸水平時的讀數有時是事先求出的。

儀器上的豎盤是固定在水平軸上的。當望遠鏡繞水平軸轉動時，豎盤也跟着轉動。支架上附有一個游標，游標不跟着望遠鏡轉動。現代的經緯儀上有一個游標水准管和游標連在一起。每次唸讀數時，要轉動游標水准管的微動螺旋使氣泡居中，這樣就使游標，在唸讀時，處于空間一定的位置。祇有這樣，才能保證不同斜綫的豎盤讀數是根據游標同一位置唸出的。

豎盤註記的方式有好幾種，有從 0° 連續到 360° 的，有從 0° 到 90° 的，還有其他種。

在校正好的儀器上，當視准軸水平時，兩個游標唸出的讀數應該是整數，例如 0° ， 180° ， 90° ， 270° 等，根據視准軸瞄准目標時唸出的豎盤讀數和剛才視准軸水平時的讀數，就很容易算出豎直角。否則，我們用 MO （圖 16—9）代表這時游標 I 唸出的讀數，當然，唸讀時，游標水准管的氣泡應居中，我們稱 MO 為零位讀數。

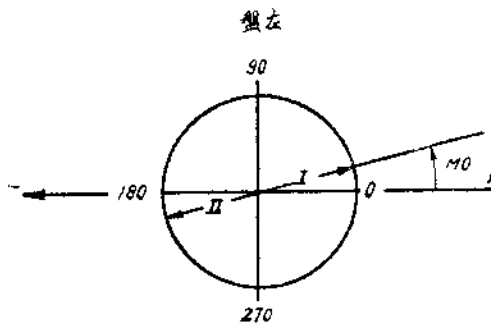


圖 16—9

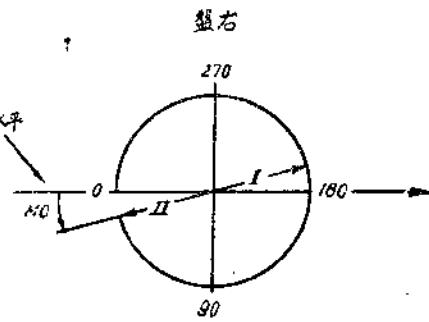


圖 16—10

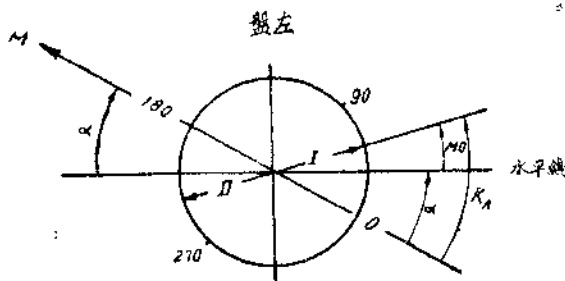


圖 16—11

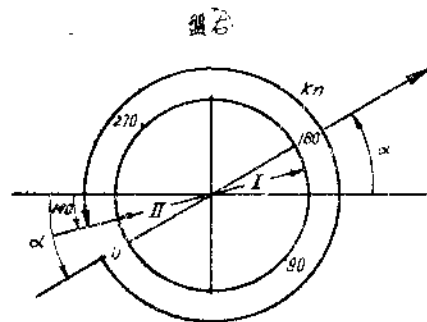


圖 16—12

圖 16—9 表示視准軸水平時豎盤的位置。抬高望遠鏡瞄一個目標，它的豎直角是正，等於 α (圖 16—11)。這時用 $K\Gamma$ 代表游標 I 的讀數，從圖可以看出正角愈大，讀數愈大，並考慮了角的正、負號。我們有：

$$\alpha = K\Gamma - MO。 \quad (16-8)$$

爲了使讀數在 0° 左右連續起見，在應用上列公式之前，當讀數在 0° 和 90° 之間，應先把唸出的讀數加 360° 。顯然，當 MO 在 90° ， 270° 附近時，量豎直所用的讀數部份，註記本身是連續的就不必加 360° 了。

倒轉望遠鏡，在盤右的位置，圖 16—10 表示當視准軸水平時的情況。請注意，游標的位置沒有變動，度盤跟着望遠鏡從圖 16—9 的位置轉了 180° 。爲了說明簡單起見，假定游標 I, II 的指標還在同一條直線上。這時可以看出，游標 II 的讀數就是 MO 。用 $K\Gamma$ 表示在盤右的位置，瞄準傾斜角等於 α 的目標時，用游標 II 唸出的讀數 (圖 16—12)。同樣考慮了讀數的增減和 α 的符號，我們有：

$$\alpha = MO - K\Gamma。 \quad (16-9)$$

從盤左和盤右兩種情況的 α 的式子可以得出。

$$\alpha = \frac{1}{2} (K\Gamma - K\Gamma)， \quad (16-10)$$

$$MO = \frac{1}{2} (K\Gamma + K\Gamma)。 \quad (16-11)$$

應用這兩個式子時要注意下列兩點：

1. 有時當讀數在 0° 和 90° 之間時，要加 360° ；
2. 推導公式時假定盤左盤右時交換用游標 I, II 唸讀數，就是兩次用靠近望遠鏡目鏡一端的游標唸讀數，或用靠近物鏡一端的游標唸讀數。實際上和唸水平度盤的讀數一樣，豎盤上的度數是根據一個游標唸出，分數是根據兩個游標唸出，並取平均值。

對於這種註記的其他類型的豎盤，我們可以採用同樣步驟，推出 α 和 MO 的公式，祇要根據儀器，決定 α 角是讀數減 MO ，還是 MO 減讀數。如果仰角 (正角) 增加時，讀數增加，那末 α 角等於讀數減 MO ；否則， α 角等於 MO 減讀數。

例如，盤左時，當望遠鏡逐漸抬高，就是仰角逐漸增加時，讀數 $K\Gamma$ 逐漸減少，那末

$$\alpha = MO - K\Gamma。 \quad (16-12)$$

盤右時，當望遠鏡逐漸抬高而讀數 $K\Gamma$ 逐漸增加，那末，

$$\alpha = K\Gamma - MO。 \quad (16-13)$$

從 (16—12) 和 (16—13) 得出，

$$\alpha = \frac{1}{2} (K\Gamma - K\Gamma)， \quad (16-14)$$

$$MO = \frac{1}{2} (K\Gamma + K\Gamma)。 \quad (16-15)$$

例題：用剛才講的第二種類型的儀器得下列讀數，試求 α 和 MO 。

$K\Gamma = 357^\circ 29'$ (以游標 I 爲主游標唸出的)，

$KП = 2^{\circ} 01'$ (以游標 II 為主游標驗出的)。

因為觀察儀器就可知道，MO 在 0° ， 180° 附近而 $KП$ 在 0° 和 90° 之間，所以應用上列公式計算時，小讀數 ($0^{\circ} - 90^{\circ}$) 要加上 360° 。

從公式 (16-14) 和 (16-15)，

$$\alpha = \frac{1}{2} [357^{\circ} 29' - (2^{\circ} 01' + 360^{\circ})] = -2^{\circ} 16'。$$

$$MO = \frac{1}{2} [357^{\circ} 29' + (2^{\circ} 01' + 360^{\circ})] = 359^{\circ} 45'。$$

我們還可以應用公式 (16-12) 和 (16-13) 計算 α 。

$$\alpha = 359^{\circ} 45' - (2^{\circ} 01' + 360^{\circ}) = -2^{\circ} 16'，$$

$$\alpha = 357^{\circ} 29' - 359^{\circ} 45' = -2^{\circ} 16'。$$

在日、美式的經緯儀上，沒有游標水准管，而游標固定在支架上，不能有微小的移動。豎盤上的註記是從 0° 到 90° 。用這種儀器量豎角時，從盤上讀數不能區別是仰角還是俯角。在校正好的儀器上，當視准軸水平時，游標讀數應等于零。

也用 MO 代表零位讀數，讓我們在下列兩種情況下，推出 α 和 MO 的公式。

1. 設盤左時，當視准軸在水平位置，游標的指標綫在盤上 0° 綫的左方 (圖 16-13)。從圖 16-15 可以看出，

$$\alpha = KП - MO。 \quad (16-16)$$

倒轉望遠鏡後，從圖 16-14 和圖 16-16 可以看出，

$$\alpha = KП + MO。 \quad (16-17)$$

從公式 (16-16) 和 (16-17)，我們得

$$\alpha = \frac{1}{2} (KП + KП)， \quad (16-18)$$

$$MO = \frac{1}{2} (KП - KП)。 \quad (16-19)$$

如果要使公式 (16-16) 適用於所有的盤左觀測，同時又能分辨正角還是負角，我們可以把觀測正角所用的 0° 到 90° 的讀數看成是正，觀測負角所用的 0° 到 90° 的讀數看成是

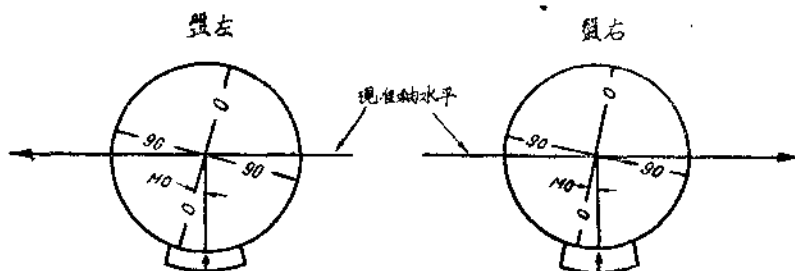


圖 16-13

圖 16-14

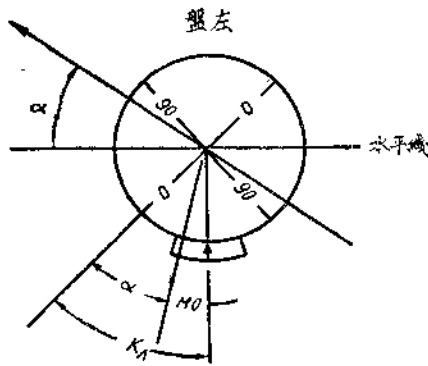


圖 16-15

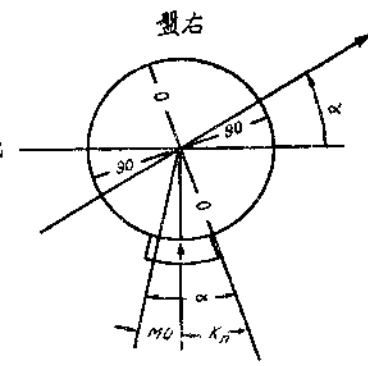


圖 16-16

負。採用了同樣的唸讀數方法，公式 (16-17) 就適用於所有的盤右觀測。

公式 (16-16)，(16-17) 是根據圖 16-13，圖 16-15，圖 16-14，圖 16-16 的情況寫出的。當然，這樣求出的 MO 一定是正數。工作開始時我們不知道實際情況，同時也不必知道實際情況。我們可以寫出下列兩個相應的式子：

$$\alpha = KЛ + MO, \quad (16-20)$$

$$\alpha = KП - MO. \quad (16-21)$$

由此得出，

$$\alpha = \frac{1}{2}(KЛ + KП), \quad (16-22)$$

$$MO = \frac{1}{2}(KП - KЛ). \quad (16-23)$$

比較 (16-19) 和 (16-23) 可以看出，對於同一儀器，用這兩個式子求出 MO 的是大小相等，符號相反。同時，(16-16)，(16-17) 中 MO 前面的符號也是和相應公式 (16-20)，(16-21) 中的符號相反，因而得出的 α 值還是一樣的。從公式 (16-18) 和 (16-22) 也可以看出，求得的 α 值是相同的。

16-6 豎盤游標和游標水準管的檢驗和校正

當視準軸水平而游標盤水準管的氣泡居中時，游標的讀數應等於整數 0° ， 180° 或 90° ， 270° ，要看豎盤的註記如何。如果 MO 比應有的讀數差得較多，就需要校正。

首先用盤左，盤右兩個位置瞄準同一目標，並唸出豎盤讀數。根據這些讀數求 MO 的數值。用望遠鏡的制動、微動螺旋轉動豎直度盤，使讀數等於 MO（請不要忘記使游標水準管的氣泡居中），這時視準軸就水平了。轉動游標的微動螺旋使豎盤上的讀數等於應有的整數。由於這個微動螺旋的轉動，氣泡不再居中了，我們就應校正水準管一端的校正螺旋使氣泡居中。這種檢驗和校正需要做幾次。

此外，我們還可以先用盤左，盤右位置測出某一目標的正確豎直角 α ，然後根據 α 值和

視准軸水平時應有的讀數，計算瞄准這一目標時豎盤應有的讀數。轉動游標微動螺旋使豎盤讀數等于這個數值，再校正游標水准管使氣泡居中。

對於日、美式儀器的這種校正，一般是先使望遠鏡上的水准管軸平行于視准軸。這種檢驗和校正同水准儀相仿，不過校正時是把橫絲對着視准軸水平時應有的讀數，校正望遠鏡上的水准管使氣泡居中。經過這步校正後，只要望遠鏡上的水准管中的氣泡居中，視准軸就水平了。這時如果豎盤讀數不等于零，就需要校正。先鬆固定游標的螺旋，稍稍移動游標使豎盤讀數等于零，然後再擰緊螺旋。

16-7 視距測量的精度

1. 裝絲視距儀測定水平距離的精度

視線水平時，水平距離 D 的公式是：

$$D = cl + q。$$

我們假定式中常數 c 和 q 是正確的，我們要問陰尺間隔的誤差 Δl 將引起多少水平距離的誤差，以 ΔD 代表。

$$D + \Delta D = c(l + \Delta l) + q。$$

從上面兩個式子可得

$$\Delta D = c\Delta l。$$

因為 q 是較小的數值，在推導 ΔD 的過程中可以認為

$$c = \frac{D}{l}，$$

那末，

$$\Delta D = \frac{D}{l} \Delta l，$$

即

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{\Delta l}{l}。 \quad (16-24)$$

用 m 代表根據一條視距絲陰讀數的誤差。尺間隔 l 等于兩條視距絲的讀數之差，所以

$$\Delta l = \sqrt{2} m。$$

在尺上陰讀數的誤差決定于眼睛的分辨能力。一般，當兩點在眼睛所張的角小于 $1'$ 時，眼睛就分辨不出兩點而看成一點。用了放大率等于 U 的望遠鏡陰尺上讀數時，小于 $\frac{1'}{U}$ 的角就分辨不出來。尺上相當這個角的一段距離就是讀數誤差 m 。

$$m = \pm \frac{1}{U} \frac{D}{3438}。$$

$$\Delta = \sqrt{2} m = \pm \frac{\sqrt{2} D}{3438 U}。$$

一般，視距常數 $c=100$ ，從公式 $D=cl+q$ ，得

$$l = \frac{D-q}{100} \approx \frac{D}{100}。$$

最後得到

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\frac{\sqrt{2} D}{3438 U}}{\frac{D}{100}} = \frac{100\sqrt{2}}{3438 U}。 \quad (16-25)$$

以 $U=20$ 代入上式，

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{100\sqrt{2}}{3438 \times 20} = \frac{5\sqrt{2}}{3438} = \frac{1}{488}。 \quad (16-26)$$

實際上還有其他因素影響測定水平距的精度，一般祇能在 $\frac{1}{300}$ 至 $\frac{1}{400}$ 之間。

2. 視距法測定高差的精度

高差 $h=D \operatorname{tg} \alpha$ 受 D 和 α 的誤差的影响。把這個式子微分，我們得到：

$$dh = D \sec^2 \alpha d\alpha + \operatorname{tg} \alpha dD。 \quad (16-27)$$

以 Δh ， $\Delta \alpha$ ， ΔD 代表微小的改變，代入上式，那末，

$$\Delta h = D \sec^2 \alpha \Delta \alpha + \operatorname{tg} \alpha \Delta D。 \quad (16-28)$$

當 α 較小時， $\operatorname{tg} \alpha \Delta D$ 一項可以忽視，

$$\Delta h \approx D \sec^2 \alpha \Delta \alpha。$$

用 m_h ， m_α 各代表高差的均方誤差和豎直角的均方誤差，我們可寫出

$$m_h = D \sec^2 \alpha m_\alpha。$$

在一般情況下， α 很少超過 6° ，以 $m_\alpha = \pm 1'$ ， $D=100 \text{ m}$ 為例，

$$\begin{aligned} m_h &= \pm 100 \sec^2 6^\circ \frac{1}{3438} = \pm 0.03 \text{ m} \\ &= \pm 3 \text{ cm}。 \end{aligned}$$

16-8 自計視距儀

自計視距儀（圖 16-19）是直接驗出水平距離和高差的視距儀。在這種儀器上沒有豎圈，而在望遠鏡旁的金屬盒內裝有刻着曲線的玻璃片。藉助于透鏡和稜鏡，在望遠鏡內可以看到這些曲線（圖 16-18），其中有零曲線，距離曲線和正、負高差曲線。如果望遠鏡的傾斜角不同，在望遠鏡內看到的曲線部分也不相同。

使用這種儀器時，把零曲線對着尺上儀器高的地方，並驗出距離曲線和高差曲線的讀數。