

# 普通測量學講義

下 册

儲 鍾 瑞 編  
刘 呈 祥

清 华 大 学 出 版 科 印

1 9 5 7

## 下 册 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 路綫元素和路綫主點 .....	15-2
15-4 路綫經斷面水准測量 .....	15-4

15-5	橫斷面水準測量	15-6
15-6	在陡坡上的水準測量，X 點法和水平尺法	15-7
15-7	越過河流或山谷的水準測量	15-8
15-8	縱斷面圖和橫斷面圖的繪制	15-8
15-9	面水準測量的概念	15-10
15-10	用干錢法作面水準測量	15-10
15-11	用方格法作面水準測量	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	豎盤游標和游標水準管的檢驗和校正	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，水準儀的配合應用	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 地形圖的應用

第二十章	地形圖的應用	20-1
20-1	讀圖和用圖	20-1
20-2	藉地形解決的某些問題	20-1

## 第九編 工程建築物的橇定工作

第二十一章	橇定的一般工作，圓曲綫的橇定，房屋，管道， 土壩及小橋的橇定	21-1
21-1	概念	21-1
21-2	橇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	21-8
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	小上壩的樁定工作	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 $\Phi$ . 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	用日晷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

<b>第二十五章 全國性的控制測量和小三角測量</b> .....	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

<b>第二十六章 河道測量</b> .....	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

<b>第二十七章 攝影測量</b> .....	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

## 第二十二章 樁定工作中的特殊問題

### 22-1 用捲尺設置直角

當樁定臨時性的房屋或精度要求不高的房屋時，我們就不必用經緯儀而可以用布捲尺或鋼捲尺設置直角了。

假設要在 AB 綫上的 A 點設置直角（圖 22-1）。先在 AB 綫上量出 6m 的一段距離，得 C 點。以 A 點為圓心，把尺子端點放在 A 點，以尺上 8m 的一段距離為半徑，在地上作圓弧。同樣，以 C 點為圓心，10m 一段距離為半徑，在地上再作一段圓弧。兩段圓弧的相交點 D 和 A 點的連線就垂直于 AB 綫了。直角三角形 CAD 的三邊各等於 6，8，10 公尺。

我們可以把布捲尺的零點放在 A 點，尺上 18m 的分劃綫放在 C 點，然後手指捏着尺上 8m 的地方，把尺上 0 到 8m 一段和 8m 到 18m 拉直，這樣就得圖 22-2 中 CAD 直角三角形了。如果用的是鋼捲尺，爲了避免折斷鋼尺，可以把尺上零點和 19m 的地方各放在 A C 點（圖 22-3），然後把尺上 8m 和 9m 的地方捏在一起，拉直鋼尺，這樣也就得到直角 CAD 了。

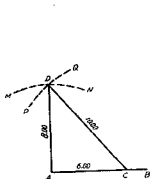


圖 22-1

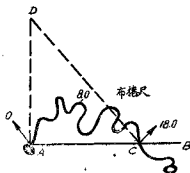


圖 22-2

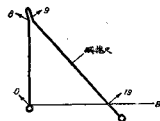


圖 22-3

### 22-2 用捲尺从直綫外面一點作垂直綫

假設我們要從 P 點作一條綫，使它垂直于 MN 綫（圖 22-4）。把捲尺的一端放在 P 點，用另一端作弧，相交 MN 綫于 m, n 點。量出 mn 的長度，並平分之，得 D 點，PD 就垂直于 MN 了。

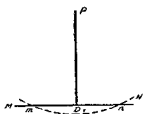


圖 22-4

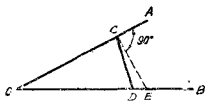


圖 22-5

### 22-3 用捲尺求出角度

假設我們要求出地面上 OA, OB 兩邊的夾角 (圖 22-5)。在 OA, OB 邊上丈量兩段長度相等的綫段, 得 C, D 點。再量 CD 的長度。在三角形 OCD 中三邊的長度都知道了, 我們就可以根據需要的精度, 用圖解法或解析法求出  $\angle AOB$  的角值。

我們還可以在 C 點設置直角, 得直角邊和 OB 綫的交點 E, 然後丈量 OC 和 CE 的長度, 以便計算  $\angle AOB$ 。

### 22-4 解析法測定建築物的高度

#### 1. 精度較差的方法

將經緯儀安置于一點, 用盤左和盤右兩個位置量建築物的頂和底的豎直角  $\varphi$  和  $\psi$  (圖 22-6), 並用鋼尺丈量儀器到建築物中心的距離  $d$ 。從圖可知:

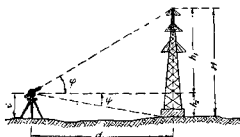


圖 22-6

$$h_1 = d \operatorname{tg} \varphi, \quad h_2 = d \operatorname{tg} \psi$$

$$H = h_1 + h_2 = d (\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \psi)$$

如果地面較平坦, 可以認為儀器高  $i = h_2$ , 那末,  $H = h_1 + i$ 。

例題:  $d = 60.00 \text{ m}$ ,  $\varphi = 21^\circ 48' 10''$ ,  $\psi = 1^\circ 50' 00''$ ; 求  $H$ 。

$$d \operatorname{tg} \varphi = 60.00 \times 0.40003$$

$$= 24.00 \text{ m}$$

$$d \operatorname{tg} \psi = 60.00 \times 0.03201$$

$$= 1.92 \text{ m}$$

$$H = 24.00 + 1.92 = 25.92 \text{ m}$$

#### 2. 較精確的方法

在建築物附近選基綫 AB, 並丈量之, 以  $b$  表示它的長度 (圖 22-7)。用經緯儀量水平角  $\alpha, \beta$  和豎直角  $\varphi, \psi$ 。量水平角時, 望遠鏡不能瞄準 C 點而是瞄準和 C 點具有相同水平位置的頂點 E。

在三角形 ABC 中,



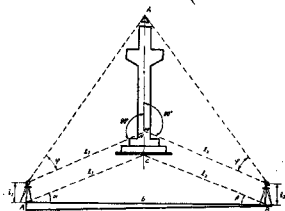


圖 22-7

$$\frac{l_1}{\sin \beta} = \frac{b}{\sin (\alpha + \beta)}, \quad \text{即} \quad l_1 = b \frac{\sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)};$$

$$\frac{l_2}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin (\alpha + \beta)}, \quad \text{即} \quad l_2 = b \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}。$$

以  $H_A$ ,  $H_B$  各代表已知的或用水准儀測出的 A, B 點的高程, 我們就可以求得 E 點的高程的兩個數值  $H_E'$  和  $H_E''$ 。

$$H_E' = H_A + l_1 \operatorname{tg} \varphi + i_1, \quad H_E'' = H_B + l_2 \operatorname{tg} \varphi + i_2。$$

平均數  $H_E = \frac{1}{2} (H_E' + H_E'')。$

用水准儀可以測出建築物底部的高程  $H_{底}$ 。

建築物的高度  $= H_E - H_{底}。$

例題：

已知：

$$\alpha = 38^{\circ} 27' 20'';$$

$$\sin \alpha = 0.62420;$$

$$\beta = 40^{\circ} 25' 30'';$$

$$\sin \beta = 0.64845;$$

$$\alpha + \beta = 76^{\circ} 52' 50'';$$

$$\sin (\alpha + \beta) = 0.97390;$$

$$b = 85.00 \text{公尺};$$

$$i = 1.44; \quad i_2 = 1.49;$$

$$\varphi = 230^{\circ} 15' 50'';$$

$$\operatorname{tg} \varphi = 0.42995;$$

$$\varphi = 24^{\circ} 50' 00'';$$

$$\operatorname{tg} \varphi = 0.46277;$$

$$H_A = 125.03 \text{ m};$$

$$H_B = 125.37;$$

$$H_{底} = 125.21 \text{ m}。$$

先求出  $l_1$  和  $l_2$  的數值：

$$l_1 = b \frac{\sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)} = 85.00 \times \frac{0.61845}{0.97390} = 56.59 \text{ m},$$

$$l_2 = b \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)} = 85.00 \times \frac{0.59420}{0.97390} = 51.86 \text{ m} \circ$$

再求出  $l_1 \text{ tg } \varphi$  和  $l_2 \text{ tg } \varphi$  :

$$l_1 \text{ tg } \varphi = 56.59 \times 0.42995 = 24.33 \text{ m},$$

$$l_2 \text{ tg } \varphi = 51.86 \times 0.46277 = 24.00 \text{ m} \circ$$

最後求出建築物頂端的高程 :

$$H_A' = H_A + l_1 \text{ tg } \varphi + i_1 = 125.03 + 24.33 + 1.44 = 150.80,$$

$$H_B' = H_B + l_2 \text{ tg } \varphi + i_2 = 125.37 + 24.00 + 1.49 = 150.86;$$

$$H_E = \frac{1}{2} (150.80 + 150.86) = 150.83 \text{ m} \circ$$

建築物的高度等于

$$H_E - H_{地} = 150.83 - 125.21 = 25.62 \text{ m} \circ$$

## 22-5 高程的傳遞

在穩定工作中，我們常常要測出兩點間的高差，而高差總是較大的。這時我們就不能用水准尺，而要下端掛着重錘的輕便鋼捲尺。

1. 從地面傳遞高程到深坑內 假設我們要根據地面的永久水准點 A 測出坑內臨時水准點 B 的高程 (圖 22-8)。在坑邊緣地一吊桿，從桿端掛下輕便鋼尺和重錘。在地面和坑內各安一水准儀，由兩個觀測員分別在地面和坑內進行工作。先驗立在水准點上的兩根水准尺的讀數 a 和 d，然後同時驗出鋼尺上的讀數 b 和 c。用  $H_A$  代表永久水准點 A 的高程。臨時水准點 B 的高程  $H_B$  可按下式求出：

$$H_B = H_A + a - (c - b) - d \circ$$

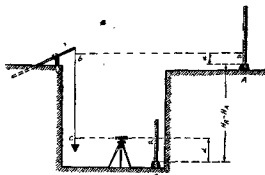


圖 22-8

如果需要的精度較高，必須改變儀器高，再重複觀測一次，並要考慮尺長改正數和溫度改正數。

2. 把高程傳遞到牆上 假設要根據水準點A測出牆上一點B的高程(圖22-9)。用a, d表示水準尺上的讀數; b, c表示鋼尺上的讀數。求B點的高程  $H_B$  的式子是

$$H_B = H_A + a - (c - b) - d$$

例題：設  $H_A = 185.425 \text{ m}$ ,  $a = 1.225 \text{ m}$ ;  $b = 17.884 \text{ m}$ ,  $c = 1.023 \text{ m}$ ,  $d = 1.182 \text{ m}$ , 求坑底水準點的高程  $H_B$ 。

$$H_B = 185.425 + 1.225 - (17.884 - 1.023) - 1.182 = 169.107 \text{ m}$$

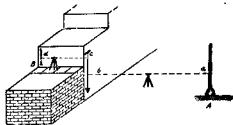


圖 22-9

### 22-6 把一塊地面劃成水平面

設要把一塊地面劃為平面而使土方差額接近零，就是使挖土和填土的數量大致相等。

首先把這塊面積分成若干方塊(圖22-10)，然後用水准儀測出各方格頂點的高程  $H_1^0, H_2^0, H_3^0, H_4^0, H_5^0, H_6^0, H_7^0, \dots$ 。每一方格各頂點高程的平均值  $H_1, H_2, \dots$  是：

$$H_1 = \frac{H_1^0 + H_1^0 + H_1^0 + H_1^0}{4}$$

$$H_2 = \frac{H_1^0 + H_1^0 + H_1^0 + H_1^0}{4}$$

.....

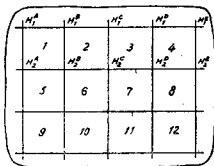


圖 22-10

取  $H_1, H_2, \dots$  的平均高程作為設計高程  $H_0$ ，就是

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n}$$

最後求出實際地面高程和設計高程的差數  $\Delta h$ ：

$$\Delta h_1^0 = H_1^0 - H_0, \quad \Delta h_2^0 = H_2^0 - H_0, \quad \Delta h_3^0 = H_3^0 - H_0, \dots$$

$\Delta h$  稱為工作高程，寫在各頂點的木樁上；正數表示挖土，負數表示填土。

### 22-7 把一塊地面劃成傾斜的平面

修建廣場、飛機場、體育場時，需要把地面劃成傾斜的平面；使平面有一定的坡度是為了便於排水。此外，當房屋修成後，房屋的四周也要劃成具有一定坡度的平面，使地面的水容易流出房屋的區域。

假設要把  $50\text{ m} \times 60\text{ m}$  的地面劃成平面，而使  $MQ$  邊到  $NP$  邊的坡度為  $0.05$  (圖 22—11)。

首先把這塊地分成每邊等於  $10\text{ m}$  的方格網。我們要在方格頂點用木樁標明設計的高程。假定  $M$  點的設計高程是  $81.25\text{ m}$ ，並已樁定出來。在  $M$  點安置水準儀，量出儀器高  $i_0$ 。在  $MQ$  線上  $a, b, c, d, Q$  點打木樁使立在這些樁上的尺子讀數等於儀器高，這樣，這些木樁頂端就都位於需要的高程  $81.25\text{ m}$  了。再樁定出  $N$  點，使它的高程等於  $81.25 - (0.05 \times 60) = 78.25\text{ m}$ ，就是使立在  $N$  點的尺子讀數等於  $i + 0.05 \times 60 = (i + 3)\text{ m}$ 。同法樁定出  $a', b', c', d', P$  各點。

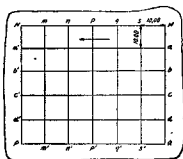


圖 22—11

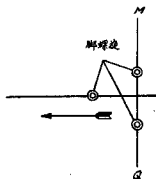


圖 22—12

如果傾斜面的坡度不大，就可以用水準儀樁定其他各點。將水準儀安置在  $b$  點 (圖 22—12)，使一個腳螺旋位於  $bb'$  方向上而其他兩個腳螺旋在  $MQ$  方向上。量出儀器高，並在水準尺上標明。立尺在  $b'$  點。使望遠鏡水平，然後轉動在  $bb'$  方向上的腳螺旋，使十字絲橫絲對着立在  $b'$  點的尺上儀器高的標誌。這時水準儀的豎軸就垂直於要樁定的傾斜面了。當望遠鏡繞豎軸旋轉時，視準軸將描出一個平面，它平行於要樁定的平面。為了檢查儀器的位置是否正確，可以把望遠鏡轉向  $M, a, c, d, Q$  各點，檢查立在各點水準尺上的讀數是否等於儀器高。檢查無錯誤後，就可樁定還沒有定出的點子。在要樁定的方格頂點打木樁，使立在樁頂的水準尺上的讀數，等於儀器高。

如果傾斜面的坡度太大，就需要用經緯儀來樁定中間的點子。安置經緯儀在  $M$  點，量出儀器高。把望遠鏡轉向立在  $N$  點的水準尺，並使十字絲橫絲對着尺上儀器高的地方。在  $m, n, p, q, s$  各點打木樁，使立在各樁上的水準尺的讀數等於儀器高。依次搬儀器到  $a, b, c, d, Q$  各點，同法樁定  $bb', cc', dd', QP$  各線上的中間點。