

# 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 單獨水准路線的調整 .....	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 路線水准測量和面水准測量 .....	15-1
15-1 路線水准測量的概念 .....	15-1
15-2 路線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 路線經斷面水准測量 .....	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 工程建築物的橈定工作

第二十一章	橈定的一般工作，圓曲綫的橈定，房屋，管道， 土壩及小橋的橈定	21-1
21-1	概念	21-1
21-2	橈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

## 第十五章 路線水准測量和面水准測量

### 15-1 路線水准測量的概念

爲了設計和修建鐵路、公路、渠道、管道等工程建築物，需要在長而狹的地帶上進行勘測工作，以便沿着選定的方向測得路線中綫的地面起伏的情況，就是要進行水准測量，以便把路線的起伏情況表示在縱斷面圖上。此外爲了得到路線兩側的地面起伏情況以及爲了計算挖土和填土的數量，還要進行與路線方向垂直的橫斷面水准測量。路線的縱斷面和橫斷面測量是水准測量在工程上的一種應用。

### 15-2 路線水准測量的準備工作

在進行路線水准測量之前，首先要實地上定出路綫中綫的平面位置。這就要求選定路線的起點，終點和轉折點，並採用經緯儀導綫測量方法測定各點的轉折角，並沿路線量距打樁。所有這些都是路線水准測量的準備工作。

路線中綫位置的選擇是非常重要的，要由熟悉路線設計的技術要求和路線測量的技術人員來擔任。先在已有圖上作規劃，然後到實地上進行踏勘，選定路線的起點，終點和各個轉角點，並用大木樁標明。

用經緯儀一測回量出路綫轉折點的折角，用 20 m 鋼尺丈量轉角點間的距離並打樁。一般自路線始點起每隔 100 m 打一小木樁，稱爲里程樁。此外也要在路線上地面坡度改變的地方，路線和河流、溝渠、公路等交叉的地方打小木樁，稱爲加樁。這些小木樁打得和地面大致相平；爲了便于尋找里程樁和加樁，在它們附近，離開 10 至 20 cm 處，再打一個板樁，稱爲護樁（圖 15—1—1）。里程樁從起點開始編號，加樁編號是根據後面一個里程樁的號碼和它們

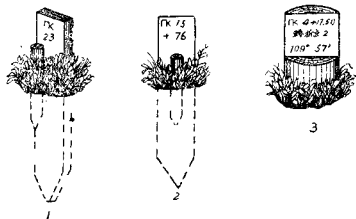


圖 15—1

之間的距離，例如  $\text{PK } 15+76$  (圖 15-1-2)，這些號碼都寫在護樁上。在路線的轉折點打的大樁如圖 15-1-3。

作為以後施工時高程的依據，在路線上每隔 1.5 至 2 km 要設立一個臨時水準點，圖 15-2 表示用木樁標定的臨時水準點。

在設置里程樁和加樁的同時，要記載里程樁手簿。這種手簿是公分方格紙的長本子，圖 15-3，是手簿的一頁。在每一頁的中間畫一條直線，在直線上標明里程樁，加樁和路線轉折點的位置，在轉折點還要用箭頭指出轉折的方向，並註明轉折的角度。水準點的位置也應註在手簿里。

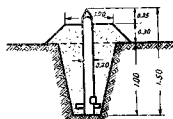


圖 15-2

在路線兩旁各 50 m 地帶要進行地物測量。一般在 25 m 內用直角器和鋼尺按支距法測定，其餘用目測，畫在手簿里。

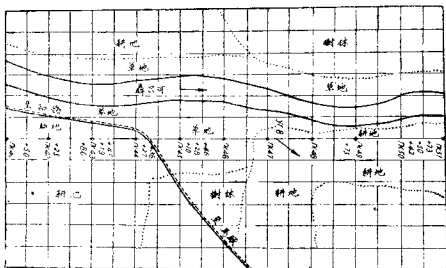


圖 15-3

經緯儀測角記錄，路線邊的方向角，以及設置曲綫的各元素(下邊將講到)，可以記在專用手簿里，也可以記在里程樁手簿里。

### 15-3 曲綫元素和曲綫主點

當路綫從一條直綫方向改變到另一條直綫方向時(圖 15-4)，一定要用曲綫連接，使路綫方向逐漸改變。用在路綫上的曲綫有好幾種，我們祇介紹最簡單的一種，稱為圓曲綫，就是一段圓弧。設定圓曲綫需要知道後列各元素：1. 轉折角  $\alpha$ ；2. 圓曲綫半徑  $R$ ；3. 切綫長



AC=BC=T; 4. 曲綫長 AEB=K; 5. 外矢距 CE=M; 6. 切曲差 D=2T-K。這些元素中最基本的是  $\alpha$  和 R,  $\alpha$  是實地量出的, R 是設計確定的。顯然, 其他元素可以根據這兩個元素算出。

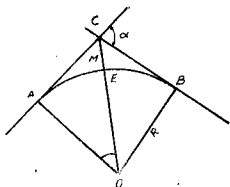


圖 15-4

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

$$K = \frac{\alpha}{180^\circ} \pi R,$$

$$M = OC - OE = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R$$

$$= \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} \left( 1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{2R \sin^2 \frac{\alpha}{4}}{\cos \frac{\alpha}{2}},$$

$$D = 2T - K.$$

下面是根據 R 和  $\alpha$  求其他曲綫元素的一種表。\* R=1000

轉折角	切綫長 T	曲綫長 K	切曲差 D=2T-K	外矢距 B
40° 20'	367.268	703.949	30.587	65.310
22'	367.598	704.531	30.665	65.424
24'	367.928	705.113	30.743	65.588

曲綫的起點, 終點和中點稱為曲綫的主點。在樁定整個曲綫之前, 要把它們定出來。從轉折點 C 在兩條直綫方向, 向後、向前各量出一段距離 T, 就可定出曲綫起點 A 和終點 B; 再在外矢距方向量出一段距離 B, 就可定出曲綫中點 E。

曲綫確定後, 路線上的樁號要沿着曲綫計算。

設  $\alpha = 40^\circ 20'$ , R=200 m, 從表中查得:

切綫長 T=73.45, 曲綫長 K=140.79, 切曲差 D=2T-K=6.12。假設轉折點 C 的樁號是 6+62.80, 就是離起點 662.80 公尺。我們可接後列步驟計算曲綫起點和終點的樁號: 6+62.80 減切綫長 T, 得曲綫起點 A 的樁號; 再加 K, 得曲綫終點 B 的樁號。

\* 在毛澗泉及楊文瀾編的“鐵路公路實用曲綫表”中列有每隔 1' 轉折角的曲綫元素表。

轉折點 C	6+62.80
切綫長 T	73.45
曲綫起點 A	5+89.35
曲綫長 K	1+40.79
曲綫終點 B	7+30.14

我們也可以把 C 點的樁號加切綫長 T，再減切曲差 D，求得曲綫終點的樁號，以資校核。

轉折點 C	6+62.80
切綫長 T	73.45
	7+36.25
切曲差 D	6.12
曲綫終點 B	7+30.13

#### 15-4 路綫縱斷面水準測量

路綫縱斷面水準測量的目的是測出各個里程樁，加樁和轉角點樁的高程，以便繪制路綫的縱斷面圖。進行水準測量的方法，仍舊是水準儀設在中間的複合水準測量法。至於水準儀到水準尺的距離，根據儀器的性能，要求的精度和天氣條件來決定，但一般不要超過 100 公尺。水準測量的測站校核，一般採用雙面尺或用單面尺改變儀器高法。當水準路綫經過或臨近國家水準點時，要進行連接，以便得出絕對高程，否則就採用假定高程。爲了進行路綫校核，可用兩架水準儀自臨時水準點向前施測到另一個水準點，也可用一架水準儀進行往返施測。當水準點的高程爲已知時。（例如連接到國家水準點），也可以用一架水準儀單程施測。

現在我們解釋一下改變儀器高的觀測和計算方法。

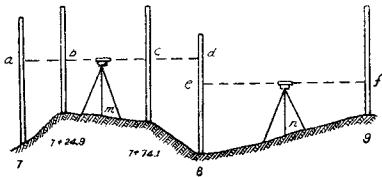


圖 15-5

儀器放在離里程樁等距離的地方（圖 15-5），除後視讀數 a 和前視讀數 d，讀數除到 mm。改變儀器高約 5 至 10 cm，再觀測一次，得  $a_1, d_1$ ；並除出加樁的中間前視讀數 b 和  $c$ 。  $a-d$  應等於  $a_1-d_1$ ，不符值不得超過 3 至 5 公厘。儀器在這一測站的工作做完後繼續前進。每天或中午工作中斷時，如果附近沒有臨時水準點可以連接，就必須測到兩三個固定的校

普通測量學

核點上。校核點可選在岩石上，建築物的基礎上，橋墩上，樹根上等等；如果附近這些固定點都沒有，可以用 30 至 40 cm 長，6 至 8 cm 粗的木樁，並在頂上釘圓頭鐵釘，作為放尺子的點子。

下面是手簿的格式，里程格的後視讀數和前視讀數列在第三、第四欄內。加格的中間前視讀數列在第五欄內。兩次儀器高測得的高差按正，負號分別列在第六、第七欄內。例如， $634 - 675 = -41$ ， $584 - 625 = -41$ 。平均高差也按正，負號分別列在第八、第九欄內。第十一欄內列着假定高程，就是根據局部測區內某一水准點的假定高程測出的高程。如果高程是以大地水准面為零推算得出的絕對高程，就列在第十三欄內。加格高程一般是用儀器高程計算的，（見 13—2 節），當加格多於一個時，這種計算法，比先算高差，再算高程，要少一些運算步驟。因為加格的中間前視讀數是在第二次儀器位置驗出的，所以加格的高程應該用第二次儀器高程計算。在表格最下面的橫行內列着每頁的校核計算。

路線水准測量手簿

測站	點號	水准尺讀數			高差		平均高差		儀器高程	假定高程	改正數	絕對高程	備註
		後視	前視	中間前視	+	-	+	-					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	水 1 (7)	634 584								22.471			水准點水 1 的假定高程 是 22.471
			675 625		041 041		041			22.430			
2	(7) (8)	1475 1405							23.835				中間點按第 二次儀器高 計算
			1000 932		475 473		474			22.904			
	(7)+24.9 (7)+74.1			633 823						23.202 23.013			
3	(8) (9)	1032 1090											
			082 1042		050 048		049			22.953			
校核	計算	6220	5256		1046	082	523	041		22.963 22.471			
			+9.64		+9.64		+4.82			+0.482			

作路線水準測量時，要遵守第 13 章內提到的注意事項。  
 路線水準測量的容許閉合差的計算和調整同四等水準測量一樣。

### 15-5 橫斷面水準測量\*

前面講的水準測量祇給出路線縱斷面的地面起伏情況。爲了得出路線兩側的地面起伏情況，以及爲了計算挖土和填土的數量，還要在路線的里程樁和加樁的地方進行與路線方向垂直的橫斷面水準測量。

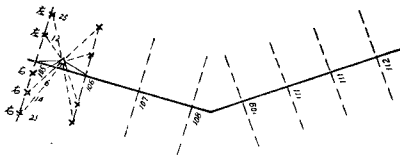


圖 15-6

圖 15-6 表示縱向水準路線（也稱干綫）和橫斷面的方向。在圖 15-6 的例子裏，橫斷面向左向右各伸出 25 公尺。橫斷面方向是根據干綫方向用直角器定出的。橫斷面上要測的點子是地面上坡度改變的地方，它們離水準路線的距離用尺子量出，這樣就可確定它們對於水準路線的位置。

測站	點號	水 准 尺			高 差		平 均 差		儀器 高程	假定 高程	絕對 高程	備 註
		讀 數			+	-	+	-				
		後 視	前 視	中 間 視								
106	(105)	2147							83.599	81.412		
	(106)	2187			1469		1470			82.882		
	右 (105)		678							81.124		
	+6		716							80.051		
	右+14			-2475						79.777		
	右+25			3548						81.697		
	左 (105)			2002						82.367		
	+12											
左+25			1232									

\* 一般說來，橫斷面水準測量的精度要求較低，所以在某些情況下，可以用手水準來代替水準儀，或者應用以後將要講到的視距儀來進行橫斷面測量。

橫斷面水準測量可以和縱斷面水準測量同時進行或單獨進行。同時進行時，儀器放在兩個里程樁之間。觀測里程樁後，就觀測橫斷面上的點子。橫斷面上各點的高程是根據第二次儀器高計算的。上面是這種手續記錄和高程計算的例子。手續中左，右是指里程樁增加方向的左面和右面。

在縱斷面水準測量以後再進行橫斷面水準測量時，必須從靠近的水准點或里程樁開始施測。

### 15-6 在陡坡上的水準測量，X 點法和水平尺法

在水准路線上有時會碰到一段陡坡，在陡坡上祇安置一次儀器不能測出和鄰兩個里程樁的高差。在這種情況下，我們要在路線上多選轉點，以便傳遞高程。這些點子對於測地形是沒有用的，它們的平面位置不要定出，就是不要量出它們離里程樁的距離，因而稱為 x 點。x 點可臨時用尺墊或小木樁標誌。當然，從 x 點的作用來看，它們不一定要選在路線上。圖 15-7 表示在陡坡上做水準測量的情況。把里程樁 7 和 8 當作中間點子而不是當作轉點來測出它們的高程是爲了減少安置儀器的次數。

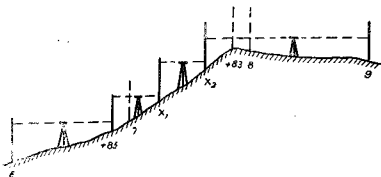


圖 15-7

當坡度很陡，不能安置儀器時，我們可以用水平尺法進行水準測量（圖 15-8）。藉助於水准器把木尺放平。木尺的一端靠在地面上，木尺的另一端所指的直立水准尺的讀數就是高差

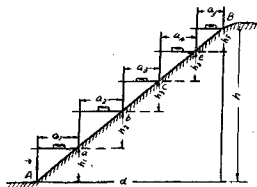


圖 15-8

。A, B 間的高差  $h = h_1 + h_2 + \dots$ 。但此法不精確，只能用在橫斷面測量，否則最好用水準儀以迂迴路線測出 AB 間的高差為校核。

### 15-7 越過河流或山谷的水準測量

當水準路線越過河流或山谷時，對於 150 m 以下的寬度，可用普通方法施測。當寬度超過 150 m 時，要採用特殊方法施測。例如我們要從河流一岸 A 點測高程到對岸 B 點（圖 15-9），這時在離 A, B 點約 10 至 20 m 的地點選定  $I_1$  和  $I_2$  作為安置水準儀的地方，並使  $I_1 A = I_2 B$ ,  $I_1 B = I_2 A$ 。儀器在  $I_1$  時，先看 A 點的尺子，後看 B 點的尺子，每次讀雙面尺讀數（可能時按三絲讀數）。此後迅速搬儀器到  $I_2$  點，不改變望遠鏡的對光，先看 A 點的尺子，變動望遠鏡對光後再看 B 點尺。取兩次所測高差的平均值作為最後觀測的結果。

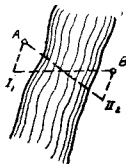


圖 15-9

這個方法是假定：(1) 由於觀測的時間較短且  $I_1 A = I_2 B$ ,  $I_1 B = I_2 A$ ，因此儀器校正殘存的誤差以及地球曲率和折光的影響對於高差的影響是數量相等而符號相反，這樣，在最後的平均值中就消除了它們的影響。(2) 由於看遠尺時不改變望遠鏡的對光，因此假若改變望遠鏡對光能改變視準軸傾斜率的話，那末，對於遠尺的讀數將不發生影響，對於近尺的讀數影響極微。

觀測前儀器要校正好，觀測時水準氣泡要居中，同時要用傘擋住太陽。適宜的觀測時間是上午日出後一小時至九時和下午四時至日落前一小時。最好在一天內不同時間進行兩次過河測量。

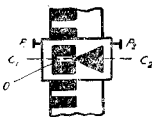


圖 15-10

當河寬超過 300 m 時，我們就不能直接讀出尺上的讀數，這時可用附有標牌的水準尺（圖 15-10）。標牌有長方孔 O，以便由扶尺人驗讀數。觀測員指揮扶尺人把標牌沿尺子上下移動，直到十字絲橫絲  $C_1$   $C_2$  和三角形角頂重合時為止；扶尺人擰緊螺旋  $P_1$ ,  $P_2$ ，並根據三角形尖頂讀數。

### 15-8 縱斷面圖和橫斷面圖的繪制

根據路線水準測量的調整後的成果就可以繪制縱斷面圖。縱斷面圖一般是畫在公厘方格紙上的。為了更明顯的表示路線上高程的情況，畫高程的比例尺比畫水平距離的比例尺大到 10 倍或更多些。

首先在圖的下部畫很多橫綫，並標明各橫綫內所註的東西（圖 15-11）。在最下面的一條橫綫，從左向右，按比例尺註明里程格和加格，並在水平距離欄內畫短豎綫和註明它們之間的距離。

在直綫，曲綫欄內註明路線直綫段的長度和方向。如果有曲綫，要註明曲綫起點和終點

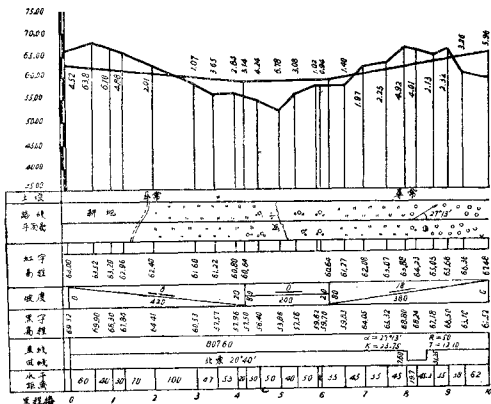


圖 15-11

的樞點以及曲線元素  $a$ ,  $R$ ,  $K$  和  $T$ 。曲線轉彎的方向可用直角折線表示；在曲線起點向上（終點向下）的折線表示曲線向右轉彎，向下的折線表示曲線向左轉彎。

在黑字高程欄內，對着相當的豎綫，註明各地面點的測量高程（湊整到公分），並按這些高程繪出路綫的縱斷面圖，一般地面的高程較大，縱斷面圖上最低高程不是零，在圖 15-9 里是 35 公尺。

坡度欄內註明設計綫的坡度，用綫條表示坡度的方向。決定設計綫是考慮到以最少的建築費用而得到建築物的最高使用效能。坡度是以千分比表示，寫在直綫的上面。直綫下面註着該綫段的長度。在不同坡度的連接處畫着豎直綫，在這些綫的兩旁註着到鄰近里程樁的距離。

根據設計綫一端的高程和它的坡度，就可標出路綫上在里程樁和加樁各點設計綫的高程。因為設計綫是用紅顏色畫出的，這些高程列在紅字高程欄內。

黑字高程減去紅字高程就是挖土的深度或填土的高度。正數表示挖土，寫在設計綫下面；負數表示填土，寫在設計綫上面。從挖方到填方或從填方到挖方，一定有一點既不挖，也不填，就是設計綫和地面綫交叉的地方，稱為零點（圖 15-12）。計算土方時，需要知道零點離里程樁的距離。設  $a = b$  各代表在相鄰里程樁挖土的深度和填土的高度。用  $x$  代表零點離里程樁的距離。從圖 15-12 可以看出，

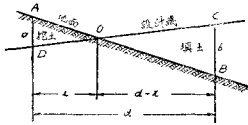


圖 15-12

$$\frac{x}{d-x} = \frac{a}{b}$$

即

$$x = \frac{a}{a+b} d$$

畫橫斷面圖的水平距離和高程一般都用一樣的比例尺，這樣就能較簡便地用方格紙法或求積儀量出橫斷面的面積。圖 15-13 是一個橫斷面的圖。

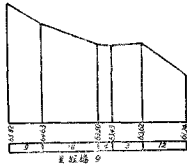


圖 15-13

### 15-9 面水準測量的概念

水準測量在工程上的另一種應用是面水準測量。面水準測量的目的是要在一定場地上測出很多地面點子的高程。爲了工業建築，民用建築，機場建築，和爲了沼澤的排水，旱地的灌溉，以及爲了其他工程的設計，需要知道有關地區的地形詳圖，同時也爲了土方計算的目的，在這個面積上進行的水準測量，稱爲面水準測量。

面水準測量需要在地形較平坦，障礙物很少的地區上進行。根據設計上的要求和地區條件可分爲兩種方法：

(1) 沿地形特徵綫佈置必需數量的水準干綫，然後根據干綫上面的點子，施測必要的縱橫斷面點，以求得有規則的地形點及必要的地形特徵點的高程。這種方法一般用在地形有些起伏，地形綫比較明顯的地區。

(2) 在規定地區佈置規則的幾何圖形網，如正方形，矩形，平行四邊形等，然後在網的每個交點上進行水準測量，並加測地形特徵點，以求得有規則的地形點及必要的地形特徵點的高程。這種方法一般用在地形起伏很少，並且地形綫不明顯的平坦地區。

不論用任何一種方法，首先要用經緯儀測量的方法定出需測點子的平面位置，然後用水準儀進行高程測量。

### 15-10 用干綫法作面水準測量

在用于綫法作面水準測量之前，也要作好施測前的準備工作；那就是首先選定水準干綫的平面位置，用經緯儀導綫測量方法測定各轉折點的水平角，並沿綫每隔 100 m, 50 m 或 20 m



打里程樁（依測圖比例尺和設計上的要求而定），將來沿這些里程樁作縱斷面水準測量。在敷設緯儀導線的同時，應進行地物測量，並繪草圖。所有這些工作和路線水準測量工作基本上相同。所以路線的縱橫斷面水準測量是在狹長地帶作面水準測量的一個簡單的例子。根據測量結果，可按測圖比例尺畫出水准干線和橫斷面綫的平面位置，並註出各里程樁和橫斷面綫上各測點的高程，最後畫出具有等高綫的地形圖。（圖15—14）（可利用橫斷面確定橫斷面上這些等高綫通過的點子）。

在較大的面積內用干綫法作面水準測量時，首先沿着地形特徵綫，例如分水綫，集水綫山坡底部（或者沿着工程設計干綫，例如排水，灌溉渠道綫，假設經過勘查已經決定的話），來敷設水准干綫。這些水准干綫要用經緯儀導線測量方法測定，並與高級控制網相連結。根據敷設的水准干綫可敷設次一般的水准干綫或橫斷面綫，使將來插繪等高綫時，整個測區為這些縱橫斷面點子均勻地佈滿，而不致有空隙。沿干綫定里程樁，進行地物測量並繪制草圖。沿干綫及橫斷面作水準測量的方法同路線水準測量。假如地形特徵點位於橫斷面之間時，應在特徵點處測取補充高程點。

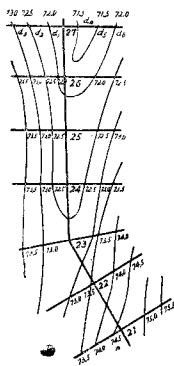


圖 15—14

### 15-11 用方格法作面水準測量

在平坦地區佈置規則的幾何圖形網，並在網點上進行水準測量是最常用的面水準測量方法。方格法最常用在工業建築工程中。

用方格法作面水準測量時，首先用經緯儀和鋼尺定出網點的位置。根據由整體到局部的原則，先用經緯儀定出兩根相互垂直的主軸綫，其方向為東西南北或依設計的意圖來決定，將測區大致分成四個部分。再根據這兩條主軸綫，按設計的要求定出大方格網點，再根據大方格網定出小方格網點。方格網的邊長自 10 到 200 公尺。方格網點用永久樁或木樁固定，假如可能，將大方格網點連系到高級控制點上。

方格網的縱行以 A, B, C, ……編號，橫行以 1, 2, 3, ……編號（圖 15—15），頂點以相交於該點的縱橫綫的編號，如 1A, 2A, 1B, 2B, ……等。

水準測量可按照下述兩種方式進行：

1. 如果只測大方格網頂點的高程（方格網邊 100 至 200 公尺），我們把水准儀放在方格網的中央（圖 15—15），驗出水准尺在四個頂點的讀數，依次沿外邊方格由 1 至 16 方格內進行觀測；然後到里面 17, 18, 19 方格觀測。空白方格頂點已在其他方格內觀測過，所以不必再在這些方格內安置儀器進行觀測。

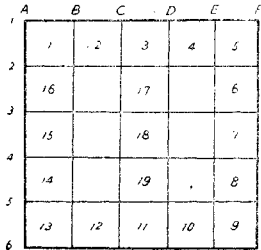


圖 15-15

按方格進行水準測量時，可把尺子讀數記在各方格內的角點旁，並按下述規則檢查尺子的讀數：在每方格的邊上交叉位置的讀數相加應該相等。實際上，設在 1 站觀測 1B, 2B 點的讀數為  $a_1, b_1$ ；在 2 站觀測的讀數為  $a_2, b_2$ 。兩次測得高差  $h_1 = a_1 - b_1$  和  $h_2 = a_2 - b_2$ 。若  $a_1 - b_1 = a_2 - b_2$ ，或  $a_1 + b_2 = a_2 + b_1$ 。兩個和數的不符值不得超過 3 至 5 公厘，否則重測。

在計算高程時，我們根據 1 到 16 站的觀測讀數，先計算外面四邊形各角點 1A, 1F, 6F, 6A 的高差閉合差，並調整之；其次計算並調整里面四邊形各角點 2B, 2E, 5E, 5B 的高差閉合差。根據 1A 的高程和調整後的高差，計算外邊四邊形各角點的高程。根據 1B 與 2A 的高程和相應的高差求出 2B 的高程的兩個數值，並取其平均數作為它的高程。這時就可以計算里面四邊形各角點的高程。17, 18, 19 等方格頂點的高程，像在兩已知高程點間的水準綫路一樣，可由方格 3 和 11 的相應高程來計算。

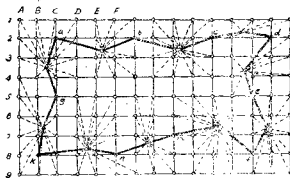


圖 15-16

2. 如果方格較小，在每一個測站上可以測出面積不超出  $200 \times 200$  公尺的小方格頂點的高程。

其中一種方法，是按照上述大方格測法首先觀測四個角點的讀數，隨後按中視觀測小方格頂點和其他地形特徵點的讀數。小方格頂點的高程，根據大方格網頂點高程按儀器高程法計算，湊整到公分。

另一種方法，是在方格網內選定一條閉合水準路線。在圖 15—16 中，△代表測站位置，方格頂點 a, b, c, ... 選為轉點，實線表示閉合水準路線。虛線所指的頂點作為中視點觀測。對於閉合水準線上的轉點，可用雙面尺或兩次儀器高觀測，其他頂點及地形特徵點用黑面尺及一次儀器高觀測。

在計算高程時，首先計算並調整閉合水準路線的高差閉合差，然後計算各轉點的高程。中視點的高程根據轉點高程按儀器高程法計算。

根據方格法面水準測量的結果，按測圖比例尺畫出方格網頂點，並註明湊整到公分的高程。然後根據草圖及這些點子的高程，用內插法繪出具有等高線的地形圖（圖 15—17）。

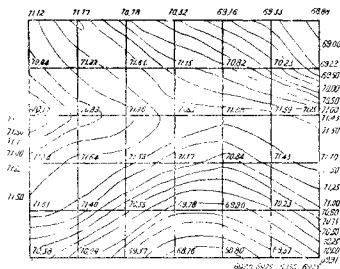


圖 15—17