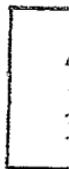


日本五藤鏡男著

陳 澧 譯

# 地形測量

中日文化協會發行



17784



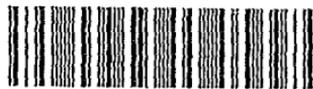
書 叢 術 學

# 地 形 測 量

著 男 饒 藤 五 本 日

譯 澹 陳

編 主 組 版 出 會 協 化 文 日 中



3 0609 1318 7

行 發 會 協 化 文 日 中

441.126  
160  
子

# 地形測量

## 第一章

地形測量.....(一)

## 第二章

地形測量上所用器械.....(二五)

## 第三章

圖解的三角法.....(四一)

## 第四章

圖解道線法.....(五五)

## 第五章

目錄

目 錄

二

地物測量.....(六一)

第六章

地貌測量.....(七三)

第七章

製圖.....(一一三)

## 第一章 地形測量

地形測量 (Topographical surveying)

以繪製地形圖爲目的，就於一地域，從測量起以至製圖爲止，其間一切工作是謂地形測量。將地球表面上的物體及地貌描繪於紙面上，是爲地形圖。至在地面所實測的長短則以一定的縮尺表示之。

所謂地球表面的物體，計有道路，鐵路，湖，海，川，河，建築物，耕地，樹林等。所謂地貌即土地固有的高低凹凸及人工的河溝等。

當舉行地形測量之先，須通覽該區域的全地勢，並須將其全部表示於圖面內。故關於縮尺大小有詳加考慮之必要。今試就製作五千分之一乃至五萬分之一的地形圖之例而加以說明。

地形圖縮尺 (Scale of map)

地形圖及地圖類的縮尺爲圖上長度與地上長度之比。今假定圖上長度爲「，地上長度爲「 $\Gamma$ 」則  $\frac{1}{\Gamma}$  或  $\frac{1}{\Gamma}$  卽縮尺也。例如：

五萬分之一的地圖縮尺以  $\frac{1}{50000}$  表示之。

十萬分之一的地圖縮尺以  $\frac{1}{100000}$  表示之。

地圖縮尺又稱地圖的梯尺，或地圖的尺度。

基點之決定

作測量基準的基點由簡單的三角測量 (Triangulation) 決定之。

基準點的間隔，一般在圖面上爲十厘米。卽若爲五千分之一的縮尺在地上的實長爲五百米。若爲一萬分之一的縮尺，在地上的實長爲一公里。

基線 (Base line)

欲計算三角形的各邊長度，必須先以尺度實測其一邊。基線卽爲三角形之邊若爲平坦的地

面，則在該地面所選擇的基線，其長度有能精密測至四五百米之長者。基線之選擇必須在平坦之地。但所謂平坦，並非必為完全的水平。若無急斜面，雖略有緩傾斜，亦為適於作基線的地面。例如普通道路，鐵路及田畝等，皆為適於選擇基線的場所。在基線兩端必須能互相望見。又在其兩端須設立木樁以標識之。在樁的中心再插入銅質之釘，在此兩釘間的直線距離之水平投影即為基線的長度。但在其兩端須預留可以安置經緯儀的餘地，並插旗幟（垂直的）以為目標。

測基線長度的尺度，一般使用伸縮性極小的鋼製卷尺（Steel tape），普通以長二十五米者為最便利。又因直接在地面使用卷尺，諸多不便，故按捲尺全長的距離即可。立於兩端牽曳卷尺之力須常有一定。又因氣溫不同，須訂正卷尺的膨脹率。若為傾斜地面則須改算為水平的長度。

第一圖之A及B表示卷尺之兩端，並假定其

長度為 $l$ ，傾斜角為 $\alpha$ ，水平長度為 $L$ ，則

$$l \cos \alpha = L, \quad 2l \sin \frac{\alpha}{2} = l - L$$

若假定補正數為 $e$ ，則



第一圖

$$\log c = \log 2l + 2 \log \sin \frac{\alpha}{2}$$

求出補正數後，從 1 減去  $\epsilon$  即可以求得  $L$ 。又若測得 A 點與 B 點的比高  $h$ ，則由  $L^2 = l^2 - h^2$  的關係，

$$L = l \left( 1 - \frac{h^2}{l^2} \right)^{\frac{1}{2}} = l \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{l} \right)^2 + \frac{\frac{1}{2} \left( \frac{h}{l} - 1 \right)}{1.2} \left( \frac{h}{l} \right)^4 - \dots \right\},$$

$$\text{故 } l - L = \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{l} + \frac{1}{8} \cdot \frac{h^4}{l^3} + \frac{1}{16} \cdot \frac{h^6}{l^5} + \dots$$

傾斜度若極小，則  $h$  較之  $l$  為小數。此時在上列算式中僅計其一項而既足。  
基線之擴大 (Connection of base-line with the triangulation)

若三角形僅有一邊的長度，不能加以直接的測定，則可藉三角測量以擴大基線。第二圖所示 AB 為直接測定的基線，然後在其兩邊擇定 C 點及 D 點，插定測旗。若以經緯儀觀測各角，則可以計算 CD 邊而加以擴大。

AB = c 是為基線長度，又假定

AO = b, BC = a 則

$$a = \frac{c \sin A_1}{\sin C} \cdot b = \frac{c \sin B_1}{\sin C}$$

又假定 CD = d 則

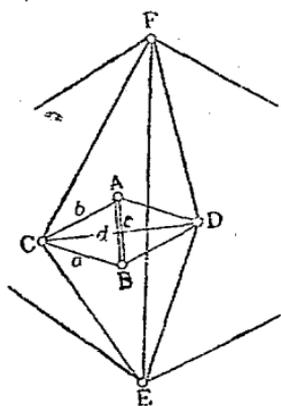
$$d = \frac{b \sin A}{\sin D_1} = \frac{c \sin B_1 \sin A}{\sin C \sin D_1}$$

$$d = \frac{a \sin B}{\sin D_2} = \frac{c \sin A_1 \sin B}{\sin C \sin D_2}$$

測算此兩個 d 數值而取其平均數，即可。若仍須繼續擴大，則按同樣的觀測及計算諸方法以求 CD 之長度即可。

### 三角網

將所欲測量的地面分割為多數之三角形，使互相連絡成一三角網形，是謂之三角網。如前節



第二圖

所述，擴大基線的方法即可以作成三角網。例如第三圖，在  $EF$  之周圍選定  $G, H, K, M, N$  等點作成六個三角形而觀測其各角，則如次式所示。

$$\frac{EF}{\sin \alpha_1} = \frac{EG}{\sin \beta_1}, \quad \frac{EG}{\sin \alpha_2} = \frac{EH}{\sin \beta_2},$$

$$\frac{EH}{\sin \alpha_3} = \frac{EK}{\sin \beta_3},$$

$$\frac{EK}{\sin \alpha_4} = \frac{EM}{\sin \beta_4}, \quad \frac{EM}{\sin \alpha_5} = \frac{EN}{\sin \beta_5},$$

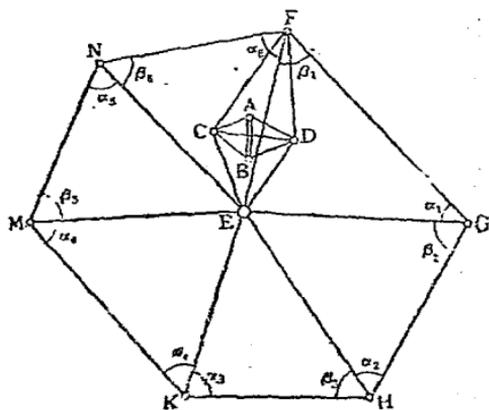
$$\frac{EN}{\sin \alpha_6} = \frac{EF}{\sin \beta_6}$$

$$\frac{EF}{(EF)^1} = \frac{\sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \sin \alpha_3 \sin \alpha_4 \sin \alpha_5 \sin \alpha_6}{\sin \beta_1 \sin \beta_2 \sin \beta_3 \sin \beta_4 \sin \beta_5 \sin \beta_6}$$

若以對數式表示其兩邊

$$\log EF - \log (EF)^1 = \log \sin \alpha_1 + \log \sin \alpha_2$$

第三圖



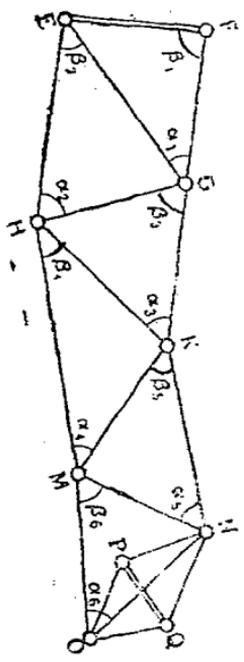
$$+ \dots - \log \sin \beta_1 - \log \sin \beta_2 - \dots = - \sum_{i=1}^{i=6} \log \sin \alpha_i - \sum_{i=6}^{i=1} \log \sin \beta_i$$

在理論上， $\sum_{i=1}^6 \log \sin \beta_i$  應與  $\sum_{i=6}^1 \log \sin \alpha_i$  相等。在實際的測量及計算上亦有微小之差。今若假定此微小之

差為  $\omega$ ，則

$$\sum_{i=1}^{i=1} \log \sin \alpha_i - \sum_{i=6}^{i=1} \log \sin \beta_i = \omega$$

又如第四圖所示，在  $\sum_{i=1}^6$  之一邊選擇各點作成以  $N$ 、 $O$  或  $P$ 、 $Q$  線為最後一邊的閉塞三角網，此時成立次式：



第四圖

$$\left( \log EF + \sum_{i=1}^{i=1} \log \sin \beta \right) - \left( \log PQ + \sum_{i=1}^{i=1} \log \sin \alpha_i \right) = w$$

無論第三圖或第四圖之例，將微小之閉塞差  $S$  改正爲零，即可。此時須增減  $\alpha$  及  $\beta$  之角度。但若欲令各三角形的內角等於一百八十度，則須行等量的增減。

既算出三角網的各邊之後，其次即可計算其位置。

#### 方位角之決定 (Azimuth)

方位角乃三角形之一邊與子午圈 (meridian) 所作的角度。通過基準點的子午線位置一經測定之後，即可以決定基線或其他三角形的一邊的方位。由是各邊的方位亦可決定。一般，各國的陸軍參謀部均編就有『三角及水準測量表』，可以查出三角點相互間之方位角。若必須重新求方位角，則一般藉觀測太陽或北極星的方法。若係觀測太陽，須選擇高度變化較大之上午十時前後或下午三時左右。若係觀測北極星，則普通選擇最大離隔時 (elongation) 爲最適宜。

當觀測太陽之時，先將經緯儀安置於測站，(基線之一端或某壹點) 然後調整其器械，將遠

鏡照準視點 (mark)——基線之他端或某一邊之他端——並藉水平環 (horizontal circle) 讀取其水平角。其次，將遠鏡向太陽觀測而讀取其時刻 (hour) 水平角 (horizontal angle) 及垂直角 (vertical angle)。又其次則縱轉遠鏡，再觀測太陽，同樣讀取其時刻、水平角及垂直角。最後又觀測視點，讀取其水平角。結果如第一表所示。

測 站 基 東 測 點 基 西

觀 測	遠鏡 位置	時 刻	水		平		垂		直	
			I 遊	標	I 遊	標	I 遊	標	I 遊	標
基 西	右		56° 55'	0"	55'	30"				
"	左		236	55 30	55	30				
太陽 ⊕	"	h p.m. 3 16 m 6 s	57	13 30	13	0	41° 2'	1'		
	"	18 59	57	39 0	39	0	40 27	26		

## 地 形 照 数

10

⊕	右	25 46	58 38 30	85 0	39 4	3
⊕	右	29 50	288 26 30	27 0	37 58	58
	右	34 36	239 7 30	7 30	37 0	59
	右	37 34	289 33 30	33 30	36 23	23
⊕	左	3 42 50	240 17 30	18 0	35 20	20
	左	45 14	240 37 30	38 0	34 50	50
	左	47 34	240 57 0	57 30	34 22	22
⊕	左	51 32	62 13 30	13 0	33 50	50
	左	55 18	62 43 30	44 0	33 5	4
	左	58 32	63 9 30	9 0	32 26	26
基	右		236 55 30	55 30		
西	右		56 55 0	55 30		

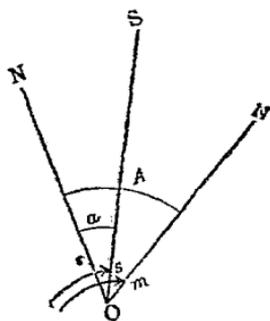
第一 表

如第五圖，以  $O$  爲測站，以  $ON$  爲子午線方向，以  $OS$  爲太陽或其他恆星，以  $OS$  爲其水平方向，以  $N$  爲覘點，以  $OM$  爲三角形之一邊， $m, s$  等爲觀測所得的角值平均數。假定所求的方位角爲  $A$ ，故須先求  $a$ ，既知  $a$ ，由  $A = a + m - s$ ，可得  $A$ 。求  $a$  之公式如次。

$$\tan \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{\cos \frac{1}{2}(Z + \varphi + S) \sin \frac{1}{2}(Z + \varphi - S)}{\cos \frac{1}{2}(Z - \varphi - S) \sin \frac{1}{2}(Z - \varphi + S)}}$$

式中之  $Z$  爲太陽或其他恆星之天頂距離 (Zenith distance)。  $\varphi$  爲觀測地點的緯度 (Latitude)。  $S$  爲恆星的赤緯 (declination)。

若所測目標爲北極星，則須預前三十分鐘將經緯儀安置于測站，照準覘點的燈火，而讀取其水平環上之數字。其次將遠鏡指向北極星，再讀取其水平角之數字。此觀測須演兩回。又其次，縱轉



第五圖

遠鏡及橫轉機械，再觀測北極星者兩回。最後再觀測視點而讀取其水平角。結果如第二表所示。

觀測	遠鏡位置	時	刻	水		中	角	備	考
				I游標	II游標				
B	右	P.M.	h 6 m 30	63°55'	56'	0'	時刻用標準時 西方最大潮能縮時 h. m. s. 為 6 35 20		
"	左		35	243 56	56				
北極星	左		49	127 43	43				
"	左		52	43	43				
"	右		7 2	307 43	42				
"	右		7	42	42				
B	右		17	63 55	56				
"	左		24	243 56	55				

第二表

求 $\phi$ 之公式爲

$$t \sin a = \frac{\cos S}{\cos \phi} = \frac{\sin(90^\circ - S)}{\cos \phi}$$

式中  $S$  爲北極星當日的赤緯。 $\phi$  爲觀測地點的緯度。正負號示北極星之最大距離，在東方之時用正號，在西方之時則用負號。其計算之例如次式所示。

$$m = 63^\circ 55' 30'' \quad \text{I} \cos S = 8.41820 \quad m = 63^\circ 55' 30''$$

$$s = 3074238 \quad \text{I} \cos \phi = 9.86254 \quad s = 3074238$$

$$\phi = 431325 \quad \text{I} \sin a = 8.55566m \quad m - s = 1161252$$

$$S = 882954.3 \quad \begin{array}{r} +a = -2336 \\ A = 114916 \end{array}$$

計算三角網各邊的方位角時，須先測知其一邊的方位角，然後按下列諸公式求其他各邊的方位角。例如第六圖既知  $\angle A, B$  之角度，以  $(AB)$  表示之。又三角形之內角  $A, B, C$  亦爲既知角度，則  $(BC)$  及  $(CA)$  之方位角之求法如次。

(AO) 與 (CA); (AB) 與 (BA) 等之間有一百八十度之差。故有

$$(AC) = (CA) + 180^\circ; (CA) = (AC) + 180^\circ \text{之關係}$$

$$\text{若 } (AB) + 180^\circ = \alpha \text{ 則 } \alpha - \beta = (BC)$$

$$(BC) + 180^\circ = \beta \text{ 則 } \beta - \gamma = (CA)$$

$$(CA) + 180^\circ = \gamma \text{ 則 } \gamma - \alpha = 360^\circ + (AB)$$

故方位角之計算式爲：

$$(AB) + 180^\circ - \beta = (BC)$$

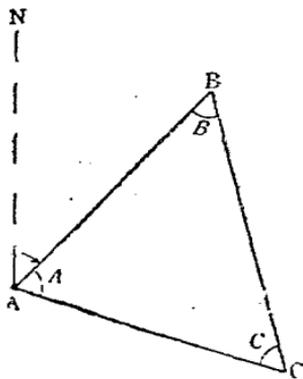
$$(BC) + 180^\circ - \gamma = (CA)$$

$$(CA) + 180^\circ - \alpha = (AB)$$

座標之計算

點之位置由座標決定之，所用座標爲直角座標，即以縱橫線決定點之平面的位置。

方位角 (azimuth) 以子午線 (meridian) 之北方爲零度，向右旋，以東方爲九十度，以南方爲



第六圖

一百八十度，以西方為二百七十度。但在解析幾何學上以東方為零度，向左旋，以北方為九十度，以西方為一百八十度，以南方為二百七十度。若以南北線即以子午圈為Y軸，以東西線即以卯酉圈(Prime vertical)為X軸，以之作九十度的右旋；若從背面觀察，則適與解析幾何或平面三角法之例相同，可以決定其由第一至第四象限之正弦及餘弦的符號而無誤。

第七圖以O為原點(origin)以 $X_a, Y_a$ 為A點之座標，以 $X_b, Y_b$ 為B點之座標。此時，

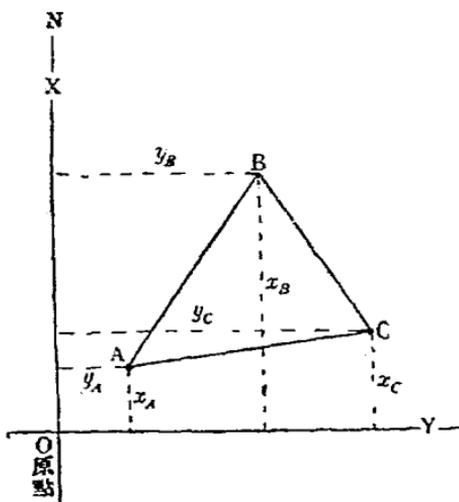
$$X_b = X_a + AB \cos(\angle AB)$$

$$Y_b = Y_a + AB \sin(\angle AB)$$

若C點之座標為 $X_c, Y_c$ ，則：

$$AC \cos(\angle CA) = X_a - X_c ;$$

$$AC \sin(\angle CA) = Y_a - Y_c$$



第七圖

$$BC \cos(BC) = X_c - X_b ;$$

$$BC \sin(BC) = Y_c - Y_b$$

$$\therefore AC \cos(CA) - X_a = -X_c$$

$$AC \sin(CA) - Y_a = -Y_c$$

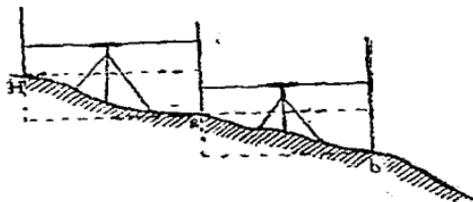
$$BC \cos(BC) + X_b = X_c$$

$$BC \sin(BC) + Y_b = Y_c$$

在三角形即應用此四式為計算而採其平均數。至於符號則以後二式決定之。

### 直接水平測量 (Precise leveling)

在測量地域，欲決定其基準點之實際的高度時，即施行精密水平測量。在測量地域內之道路上先作幹線而施行第一次水平測量之時，可以直接決定若干基準點之實際高度。此時所用機械為水準儀 (Level instrument)。其觀察法先選擇實際高度既明瞭的地點，例如政府陸地測量部所常利用之水準點。今假定此實際高度已經明瞭的地點為  $\square$  (第八圖) 在此處設立第一標尺 (rod) 將機械



第八圖

安置于此標尺之前面相距約四五十米之地點。第二標尺則設立於機械之更前方，距離約相等的點，用水準儀之遠鏡先觀測 $\odot$ 之標尺而記取其標尺上之數字。吾人稱此數字爲『後視』。其次右旋遠鏡以觀測 $\odot$ 點之第二標尺，亦讀取其數字，是爲『前視』。從後視減去前視，即 $\odot$ 與 $\odot$ 之間的水準差。又其次以相同距離，將機械移至較 $\odot$ 更遠之處，設立第三標尺，並施行精密水平測量，而讀取第二標尺之後視及第三標尺之前視，兩者之差即爲 $\odot$ 點之實際高度。按此種測量法，在必要的區域內，向前進至最後點，然後再逆行至於出發點，以檢討其觀測之有無差誤。若差誤極微小，則無大礙，可以記入圖幅中。在測量沿線中，必須以基準點爲標尺點，而計算其實際的高度。若基準點不能移於直接測量的路線之內，則另闢支線達到該基準點以決定其實際的高度。此種測法名曰支線水準測量。

### 間接水平測量 (Trigonometric leveling)

間接水平測量乃藉既測知其實際高度之基準點以決定未知的基準點之實際高度之測量方法。此時，先觀測垂直角，然後按其角度及兩點間的距離以決定之。如第九圖所示，以 $\odot$ 爲所求的

兩點間之高度差，以  $D$  為二點間的水平距離，以  $h$  為經緯儀的高度，以  $z$  為測旗的高度，以  $\alpha$  為觀測角。此時

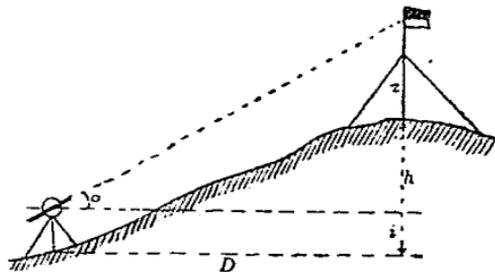
$$h = D \tan \alpha + (z - i) + 0.068 \left\{ \frac{D}{1000} \right\}^2$$

式中右邊末項所示數字為基於地球曲率 (Curvature) 及大氣的折射 (refraction) 的補正數。測站若為既知點，即正測之時，用上面之符號。若既知測點之高度，以求測站之高度，即反測之時，則依據下面之符號。此時在計算上須用對數表。

$$\log h = \log D + \log \tan \alpha$$

按此式末項補正數，可在對數表中查出之，無須一一為之計算。

由上述諸計算法求得基準點之位置及高度等結果後，可一併記入於一表中，作成一測量成果表。



第 九 圖

基準點	橫線 X	縱線 Y	實際高度	測標之實際高度
A 地	+ 2383.60 <sup>m</sup>	+ 3864.15	265.23	269.99
B 地	+ 2471.13	- 26.24	138.17	140.02
C 地	+ 2155.30	1625.73	78.56	83.54
.....	.....	.....	.....	.....

第三表 基準點成果表之例

多角道線測量法 (Traversing or method of progression)

不適於三角測量的地域，例如市街地方或又如須應用大尺度測量之平坦土地，其所設立基準點須互相接近，此時施行多角道線測量法，如第十圖所示。

多角道線法可以同時直接測量方向、距離及高度。以經緯儀測水平角，以視距標尺 Stadium 或普通尺度測距離。由垂直角或水平測量可以決定高度。例如由既知 A 點出發通過 1, 2, 3.....

諸點，或以其他既知點爲閉塞點結束測量，或仍回復至於同一之A點。當測水平角時，須先測外角記入於筆記簿中，是爲觀測角。當計算之際，以次之公式表示之。

$$(\text{觀測角之總和}) - 180^\circ$$

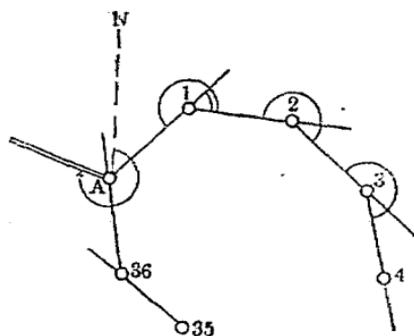
外角之總和當等於三百六十度。若有數差，則爲

$$360^\circ - (\text{外角之總和}) = \omega$$

此種數差乃由最後之閉塞點算出的結果，是謂閉塞誤差。若以其他既知點爲閉塞點，則有次舉之公式。

$$(\text{外角之總和}) = (\text{閉塞點之方位角}) - (\text{出發點之方位角})$$

$$\text{故} \{ (\text{閉塞點之方位角}) - (\text{出發點之方位角}) \} - (\text{外角之總和}) = \omega$$



第十圖

是爲閉塞誤差。此等誤差爲各點所共有，故須均等分配於各點。在第十圖之例，若由 A 點向右迴轉，逐次至 1, 2, 3 各點，故以外角爲觀測角。若按 3, 2, 1, A 向左迴轉，則可以觀測其內角。故

外角  $-180^\circ =$  觀測角之中間數

其次爲方位角之計算。在 A 點之既知方位角，再加上該點之外角，即得 A—1 邊之位角。其次加 1 點之外角則得 1—2 邊之方位角。同樣可以求出各邊之方向角。

各點之縱橫線，可按次式求之。

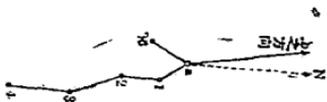
$$X = S \cos T, Y = S \sin T \quad (S \text{ 爲邊長, } T \text{ 爲該邊之方位角。)}$$

實際高度之計算在水平觀測與直接水平測量之例相同。至於觀測垂直角雖與三角水平測量相同，但因角度及邊長均甚微小，故可從垂直角與邊長的對照表求之，無庸一一加以計算也。多角道線測量所用筆記簿及計算簿之例如第四、五、六表所示。

點	遠鏡位置	角			距離		水準測量				
		I 遊標	II 遊標	中數	測程	減數	水平距離	傾斜	水準差	計算	改正量
35	右	0° 0' 0"	0' 0"	0° 0' 0"	105.00 105.10	0	105.05			6.48	6.48
	左	0 0	0	45							
1)	右	163 35 30	36 30	163 36 45	45.10 45.10	0	45.10	+0° 12' 7"	-0.12	6.60	
	左	328 22 0	22 0	21 45							
a (出發點)	右	193 27 0	27 0	193 26 45	94.90 94.90	0	94.90	-0° 11' 6"	-0.23	6.37	
	左	175 50 0	50 0	45							
2	右	175 50 0	50 0	175 49 45	93.80 93.70	0	93.75	+0° 8' 10"	+0.25	6.62	
	左	182 30 0	30 0	0							
3	右	182 30 0	30 0	182 30 0							
	左										

(第四表)

點	外		角		方位角
	計算值 中數-180°	改正數	改正值		
$b$ (既知方位)				$-15^{\circ}16'7''$ ( $\text{Dir}$ ) $142^{\circ}56'9''$	
$a$ (出發點)	$+148^{\circ}21'45''$	$-15'$	$+148^{\circ}21'30''$		
1	$+13^{\circ}26'15''$	$-15'$	$+13^{\circ}26'30''$	$127^{\circ}40'2''$	
2	$-4^{\circ}10'15''$	$-15'$	$-4^{\circ}10'30''$	$141^{\circ}6'32''$	
3	$+2^{\circ}30'0''$	$-15'$	$+2^{\circ}29'45''$	$136^{\circ}56'2''$	
4	$+12^{\circ}16'0''$	$-15'$	$+12^{\circ}15'45''$	$139^{\circ}25'47''$	
5	$-1^{\circ}53'45''$	$-15'$	$+1^{\circ}53'30''$	$151^{\circ}41'23''$	



(第 五 表)

點	方位角	距離 m	cosine 對數		sine 對數		橫線 計算	縱線		縱線 計算	差		縱線 m	
			距離 對數	距離 對數	距離 對數	距離 對數		改正值	改正值		改正值	改正值		
a	127.40, 2,	15.10	9.78610a	1.63418	9.89349	1.63418	m	0.00	m	0.00			m	0.00
1			1.44023a		1.55567		m	-27.56	m	-27.54	+35.70	-2	m	+35.68
			9.89118a	1.97797	9.79785	1.97797						-2	m	+35.68
			1.86345a		2.77612							-2	m	+35.68
2	136 56 2	33.75												
3														

(第 六 表)

如上所述。在地形測量上所必需的基準點途由是決定。

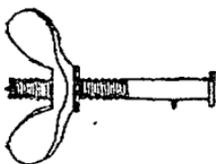
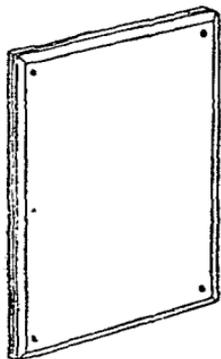
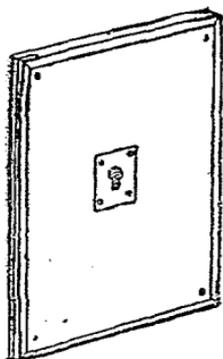
## 第二章 地形測量上所用器械

### 測繪板 (Plane table)

在測繪板表面粘貼圖紙，將測量結果圖示於此圖紙面上，而繪成圖形，並作照準儀 (Alidade) 的台面。故其表面以正平面爲必要條件。

測繪板構造不僅由一枚之板構成之。一般用精緻之柏木製成薄板，由此種薄板三枚疊裝而成，測繪板之中央層木板須與其纖維方向作直角。在此中央部木板周圍則另套以用檜木作成的框格，並施以黃銅的螺絲釘，釘結堅牢。測繪板有時有木脂流出，容易污損圖紙。又若受日光曝曬之後，常易變爲歪曲之木板。故所用材料以極乾燥者爲宜。(第十一圖)

在測繪板之四隅各穿鑿一圓孔，可以固插羅盤 (Compass)。在測繪板之背面附有蝶鉸，鉸之中央鑿有縫形之孔溝，因便於裝套三足架之頭部繫釘。(第十二圖)

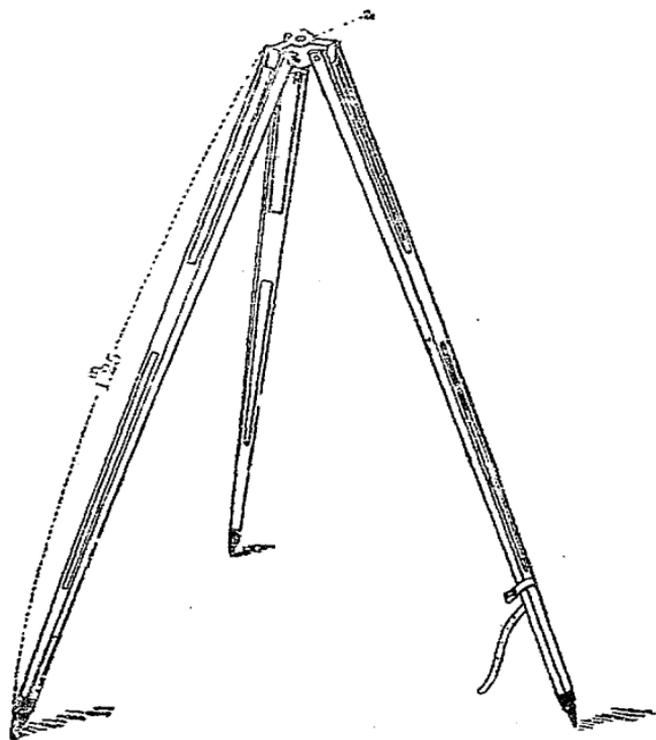


第十一圖

第十二圖

## 三足架 (Tripod)

三足架用以承測繪板。其上部有承板。承板中央之孔即為安插第十二圖所示繫釘的位置。由是測繪板遂固着於三足架之上。繫釘從承板下面突出上面，再插入於測繪板底面之鑿形孔中。然從承板下部用陰螺旋以牢結之。又螺釘中途尙有小銅栓，插入於圓孔壁的小溝內。當測繪板固定於承板上之時，可無迴轉之虞。三足架計有三足，每足長約一·二五米。當三足展開時實際高度約一米乃至一·二米。(第十三圖)



第十三圖

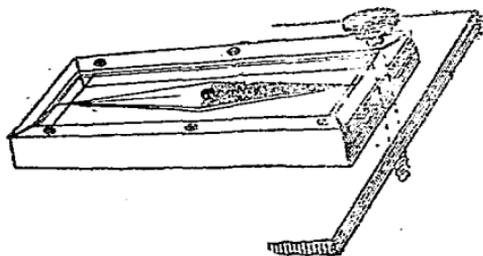
方筐羅盤

方筐羅盤即為測繪板上所用羅盤，固着於測繪板上以決定測繪板的方位之磁針也。

置磁針於長方形之筐內，補正其伏角 ( $\alpha$ )，使取得水平的位置。北半部塗藍色可以與南半部相區別。筐底中央部有一鋼心核，磁針即載於此心核尖點之上。

筐面覆有玻璃蓋。在其南北端則裝置有分刻方位度數的白板。

羅盤磁針所應具的條件：第一須磁力極強，感應力亦極銳敏，且在振動後須能常停止於同一的位置。觀察磁針之動向時，須使磁針取水平的置位，並指向北方，與指標一致；然後用小刀引磁針使之向左右迴轉。此時須注意其漸次靜止後是否回復至於原來的位置。同樣測驗施行數回之後，若仍能停止於一定的置位，則該磁針即屬準確。若不補正磁針的伏角而使保有水平的位置，則測繪板亦不能取得水平的位置，在測量上至不便。

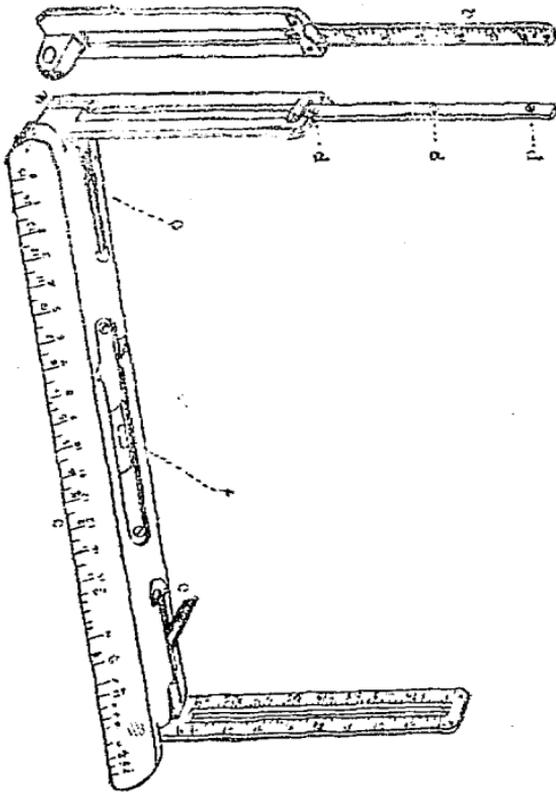


第十四圖

利。

照準儀 (Alidade)

第五十圖

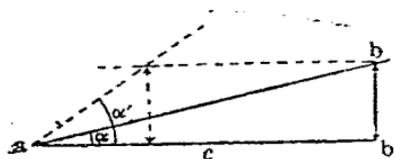


第二章 地形測量上所用器械

照準儀有兩種。其一裝備有眼鏡者，其二則不裝備眼鏡者。簡單測量一般使用後者的照準儀。但若能達到精密的測算，照準儀測得線之方向，直接繪於圖面上。又讀得方向線之傾斜後，亦能計算其高度。（第十五圖）

照準儀乃在標尺之兩端裝附有金屬板，其中中央部表面則嵌入氣泡水準器（Level）。標尺之一邊削成斜面，為描繪方向線之用。斜面之一方附記毫米度數，在另一方面則刻有餘切尺度（Cotangent Scale）。當描繪表示地形之等高曲線（Contours）時，即須應用此種餘切尺。普通刻有與每一毫米相對照的餘切長度。如第十六圖所示。

$\alpha$  為傾斜角， $bb^1 = h$ ，此時  $bb^1 = c = h \cot \alpha$ 。若  $h$  為一定的常數（constant）則  $c$  的數值因  $\alpha$  而有變化。今以  $ab$  為縮小為圖上尺度之  $a$  與  $b$  兩點間之斜距離，以  $bb^1 = c$  為其水平距離。若令  $h$  等於圖上等距離（Series of equal distant parallel Planes）一毫米， $\cot \alpha$  等於傾斜之逆數，（令傾斜等於  $\frac{1}{100}$  詳見後項） $\frac{100}{n}$ ，則上式變為：



第十六圖

$$C_{\text{mm}} = \frac{100}{r}$$

令  $r$  等於種種的數值，求得與  $C$  相當的  $r$  的數值即為餘切數值，刻於該標尺之上，是為餘切尺。若需用 0.5 毫米或 0.1 毫米等之圖上等距離之時，則距離之分割過於微細，可另用厚紙描繪之。

照準儀之豎板，當使用之時，須令其直立。若不使用則藉樞鉸，使偃臥於標尺之上。令標尺斜面偏向觀測者之右邊而置於既測準為水平的方位。此時在前方的豎板謂之前板，接近觀測者之豎板謂之後板，在此後板中央垂直方向有三個小圓孔。從第一孔覘測目標物體，使切近於前板之垂直線，然後觀測其數值的性質。此小圓孔一般稱為覘孔。在前板沿垂直方向開一長方形之窗，在其中央，張結馬尾，特稱之為垂直絲，作決定方向之準繩。窗之兩邊刻有單位度數，此單位適等於兩豎板內面間距離的百分之一，由是可以百分數表示傾斜度。所刻度數有 0.5, 1.0, 1.5, …, 80, 85, 40 等。上昇傾斜讀右邊的度數至  $\frac{40}{100}$  為止。下降傾斜讀左邊的度數至  $\frac{35}{100}$  為止。又每一單位更加以十分之一的細分，即可以實測至千分之一的小數。例如  $\frac{35.3}{100}$  等數值是也。又在傾斜急峻之地可以抽出後板而使用之（見圖）。此時若為下降傾斜，則從既抽出之後板上部覘孔，讀取前板右邊的

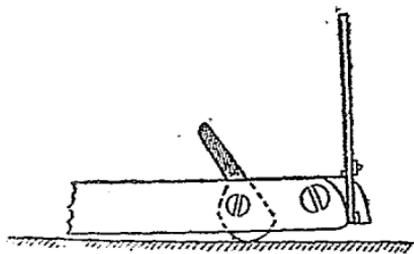
度數，可以讀得由  $\frac{35}{100}$  至  $\frac{70}{100}$  之數。若爲上昇傾斜，則變更照準儀的前後位置，從前板下部的覘孔照準抽出板之度數。可以讀得由  $\frac{40}{100}$  至  $\frac{75}{100}$  的數值。

氣泡水準器用螺釘固着於標尺的中央凹溝內。但藉扁鑽可以隨時取出加以修理。由此氣泡水準器可以決定標尺的水平位置，間接即決定測繪板的水平位置。

外心桿（第十七圖）有二，在標尺上面。一位於前板與氣泡水準器之間，一位於後板與氣泡水準器之間。用指頭按之，即可挺起。當標尺之一端被扛起，則繪板不能保持水平的位置之時，藉此外心桿，照準儀仍能保有嚴密的水平位置。當讀取傾斜之數值時，即使用此種補正器。

照準儀所必須具備之條件如次。

（1）標尺的邊須爲直線形。若欲檢查其是否成一直線，可沿標尺邊劃一直線，然後變更標尺之前後位置，再在相同的兩點間沿標



第十七圖

尺邊劃一直線，此兩直線若互相重合，即證明標尺邊爲直線形。

(2) 標尺及前後金屬豎板上所刻度數務須正確。標尺上之毫米度數及餘切尺固須極爲正確，即金屬豎板上之分劃單位亦須等於兩豎板間距離的百分之一。若欲檢查其是否精密，可用毫米尺檢測由 0 至 40, 20, 10, 5 等分劃度數。又須檢查其中間各分劃是否相等。因往往全長固極正確，但其間分段則參差不一也。

(3) 後板上三個覘孔須在一直線內。此時用細線貫穿覘孔檢查其是否平分中央覘孔的面積。若係平分中央覘孔，即三孔係在同一直線之上。又覘孔之直徑以約 0.5 毫米乃至 0.8 毫米爲適宜。

(4) 兩豎板前後之直立須與標尺成直角，此可由直角正確之三角規尺檢測之。當使用中亦須時時加以檢查，否則容易引起傾斜之誤讀。又標尺方向是否向左右傾，亦須加檢查。因此測繪板在三足架上須保有水平的位置，再在其上置照準儀。在前面約二十米之處吊一鉛球 (Plumb) 成一鉛直線。由覘孔觀測此鉛直線是否與照準儀之照準絲一致。若係一致，則照準絲之垂直更爲

正確。照準絲與覘孔三個直線若在同一垂直面內，即知豎板不作左右傾斜。

(5) 前項照準面 (Plane of collimation) 須與準尺的邊線平行。此在機械之構造上雖極必要，但在測量作業上則非必要條件。因縱令不相平行，對於所繪圖形及方位亦毫無影響也。

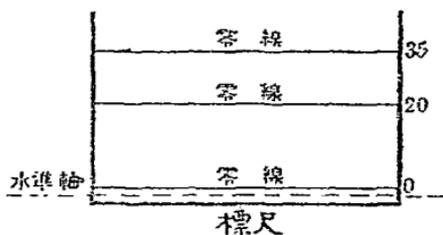
(6) 與後板三個覘孔高度相等，在前板上為 0, 20, 30 三點。連結此三覘孔與 0, 20, 30 三點之三根水平線（特稱為零線）互相平行，並且與標尺面相平行。至檢查此三水平線是否相平行之方法，可將標尺調整至水平的位置，照準遠距二三千米的物體之一點而讀取其傾斜的數值。若從三覘孔均測得同一的數值即可。又此三水平線是否與標尺平行，則可以直接測其高度以決定之。

(7) 附屬水準器之水準軸（水準器之切平面）與前項的零線須互相平行，即須將水準軸調整至與零線平行在距離約一百米之兩端等高之處安置測繪板，從一測繪板照準另一測繪板，而讀取其雙方之正反傾斜之數值。其一讀數為 + $\alpha$  其他讀數為 - $\alpha$  之絕對數為必要條件。若有差異，則讀取其『差』之中間數，以改正水準器軸。例如若一方為  $\alpha_1$ ，其他一方為  $\alpha_2$ ，則以達到  $\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$ 。

—(2)—之數值爲準，而改正水準器之固定螺旋釘。

(8) 附屬水準器之感覺必須正確。水準器內面上部須平滑。氣泡之移動必須正確。其檢查法先導氣泡至於筒之中央，照準某點而讀取前板之傾斜數值。其次按每 $0.1$ 一度數將標尺之一端或提起或降落，以驗其氣泡之變位量。若此變位量準確，即表示水準器感覺之正確。

(9) 附屬水準器之曲率，其半徑以一米乃至一米半爲適當，曲率若過大，則不能決定測繪板的水平位置，且亦有害於傾斜之測定，即不能達到精密的測定。曲率若過小，則感覺過於銳敏，欲求得其水平，需要極長的時間，在觀測上亦不便利。故用另一簡便方法以求曲率之半徑，即在傾斜較緩之處測定一百公尺之距離。在其兩端設立標點，在其一端安置測繪板，具有照準儀。在其他一端則豎立標桿 (rod)，藉外心桿作用，使水準器氣泡偏於筒之一邊。又由一規孔及與之等高



第十八圖

的某一分割度數，照準標桿，而附標識。同時墨示氣泡之頂點。其次，導氣泡至於筒之其他一邊，以同樣方法照準標桿，附加標識及墨示氣泡的頂點。若求得標識的間隔為 $y$ ，氣泡兩頂點間之長為 $bd$ ，因得次之近似的比例式

$$\frac{y}{D} = \frac{d}{N} \quad (D \text{ 為距離，} y \text{ 為水準器之曲率半徑})$$

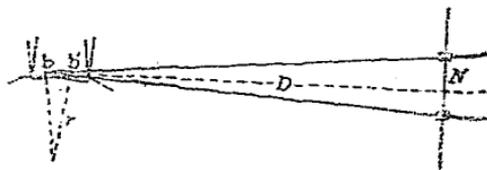
由此比例式可以求出 $y$ 之數值。例如

$$N = 0.5 \text{ m}, \quad D = 100 \text{ m} \quad e = 8 \text{ mm}$$

$$y = \frac{0.008}{0.5} \times 100 = 1.6, \text{ 即彎曲度半徑等於 } 1.6 \text{ 米。}$$

用照準儀之短距離測量

在地形測量上當測短距離時，常用卷尺 (Tape) 此外尚有步測、目測等方法。利用照準儀的分割度數之視距 (Stadia) 測量亦甚便利。既在某一地點安置測繪板，並備照準儀，在所欲測量的其他一點則豎立標尺 (Staff)。假定此標尺間隔為常數 $n$ ，所求距離為 $D$ ，所觀測之分割數差為 $n_1 - n_2 = n$ 。



第十九圖

故成立次舉之比例式：

$$N = \frac{D}{n} \times 100$$

即

$$D = N \frac{100}{n}$$

今假定準尺長二米而作成與 $N$ 數相當之種種距離則如次表所示。

分畫	距離	分畫	距離	分畫	距離
1.0	200.0	5.0	40.0	11.0	18.2
1.1	181.8	5.1	39.2	11.2	17.9
1.2	166.7	5.2	38.5	11.4	17.6
1.3	153.8	5.3	37.7	11.6	17.3
1.4	142.8	5.4	37.0	11.8	17.0
1.5	133.3	5.5	36.4	12.0	16.7
1.6	125.0	5.6	35.7	12.2	16.4
1.7	117.7	5.7	35.1	12.4	16.1
1.8	111.1	5.8	34.5	12.6	15.8
1.9	105.3	5.9	33.9	12.8	15.6
2.0	100.0	6.0	33.3	13.0	15.4
2.1	95.2	6.1	32.8	13.2	15.2
2.2	90.9	6.2	32.3	13.4	14.9
2.3	87.0	6.3	31.8	13.6	14.7
2.4	83.3	6.4	31.3	13.8	14.5
2.5	80.0	6.5	30.8	14.0	14.3
2.6	76.9	6.6	30.3	14.2	14.1
2.7	74.1	6.7	29.9	14.4	13.9
2.8	71.4	6.8	29.4	14.6	13.7
2.9	69.0	6.9	29.0	14.8	13.5
3.0	66.7	7.0	28.6	15.0	13.3
3.1	64.5	7.2	27.8	15.2	13.2
3.2	62.5	7.4	27.0	15.4	13.0
3.3	60.6	7.6	26.3	15.6	12.8
3.4	58.8	7.8	25.6	15.8	12.6
3.5	57.1	8.0	25.0	16.0	12.5
3.6	55.6	8.2	24.4	16.2	12.3
3.7	54.1	8.4	23.8	16.4	12.2
3.8	52.6	8.6	23.2	16.6	12.1
3.9	51.3	8.8	22.7	16.8	11.9
4.0	50.0	9.0	22.2	17.0	11.7
4.1	48.8	9.2	21.7	17.2	11.6
4.2	47.6	9.4	21.2	17.4	11.5
4.3	46.5	9.6	20.8	17.6	11.3
4.4	45.4	9.8	20.4	17.8	11.2
4.5	44.4	10.0	20.0	18.0	11.1
4.6	43.5	10.2	19.6	18.2	11.0
4.7	42.6	10.4	19.2	18.4	10.9
4.8	41.7	10.6	18.8	18.6	10.7
4.9	40.8	10.8	18.5	18.8	10.6
5.0	40.0	11.0	18.2	19.0	10.5

第七表

用此方法以求距離與利用經緯儀 (theodolite) 的遠鏡之方法不同。由此方法所求得者爲水平距離而非斜距離。故無須爲水平之改訂而減小其數字。即在傾斜地方，本表所示亦爲水平距離，故甚便利。

#### 在測繪板上圖紙之展貼

當展貼圖紙於測繪板上之時，須將圖紙裁截至稍小於測繪板之面積，並截去四隅之角，不令圖紙含有濕氣。在測繪板表面略塗稀蛋白液。（用雞卵白攪和約三四倍之水，濾過之後即可用。）此時須用精緻之毛刷，塗上蛋白質後，遂加貼圖紙，且須全部粘貼，無半點空隙，然後蓋上白布，並加以均等的壓力，約經過一時間之後，即去其白布，在圖紙四邊粘貼小布條或厚紙，置於室內令其自然陰乾。

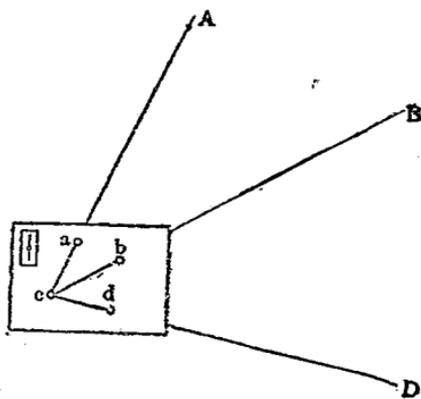
#### 在測繪板上基準點之展開 (Plotting of the station point)

欲將基準點表示於測繪板之上，必先在測繪板上描繪互成直角之縱橫線，以此等縱橫線爲基礎，利用其交點爲原點而改算基準點之座標。再應用解析幾何的方法，並使用三角規尺及毫米

尺，在測繪板上作成所需要之圖樣。

檢驗基準點展開跡是否正確

按前項方法而展開的基準點之位置是否正確須加以檢查。若其差誤過大，則在作業中殊多困難。故在實際作業之先，須詳加檢查。例如在便於展望的基準點，將測繪板調整至水平的位置，又沿照準儀的標尺邊作  $o-i$  線，迴轉測繪板以照準地面上之一點  $p$ 。既照準之後，即將測繪板固定於三足架之上，絕對不可移動。其次在  $o$  點之周圍迴轉照準儀，照準地面上之  $B$  及  $D$  點，同樣作  $o-b$ 、 $o-d$  兩線。若某一點的觀測線與其展開跡相乖離，即表示該點之展開為不正確。又若數點皆與觀測線相乖離，即表示  $o$  點或  $p$  點之展開有錯誤。又將測繪板位置移置於其他基準點，加以同樣的檢討，即可以發見有無錯誤。若各點之展開點皆屬正確，即將



第二十圖

羅盤固定 (Clamp) 於測繪板之上，並在圖紙上描繪羅盤方筐之位置，然後藉羅盤調整測繪板，使位於種種任意的位直。連結磁針南北兩尖端的線謂之磁針方位 (magnetic bearing)。此時方筐的長邊即等於磁針的方位。

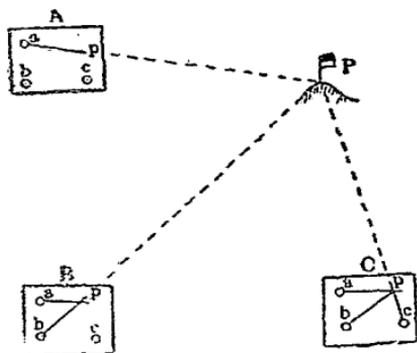
當檢討展開跡之有無錯誤，同時須檢查基準點之高度。此時按照準儀的分劃度數，讀取照準線之傾斜程度。其次在圖上用毫米尺測得兩點間之距離，兩者相乘即可以求出兩點間之比高（高度差），再加入測站之實際高度，其結果若得近似的數值，則可以安心進行測量。

## 第三章 圖解的三角法

### 圖解的三角法

僅測定有基準點，當實施地形測量時，仍諸多不便。故須在測繪板上用圖的方法作成第二次的基準點。求第二次的基準點計有兩法。第一爲交會法 (intersection)，第二爲道線法 (traversing or method of progression)。前者之交會法又細分爲三種：(1) 前方交會法，(2) 側方交會法，(3) 後方交會法。茲分述之如次。

(1) 前方交會法乃以既知點爲測站 (station)，以照準及觀測未知點 (所欲決定的點)，由是藉所繪方向線之交會，以決定未知點。如第二十一圖所示， $a, b, c$  爲既知點，(展開於測繪板上之點)  $P$  爲未知點。此時以  $\triangle$  爲測站而調整測繪板，藉其他既知點  $a$  及  $c$  以決定測繪板之方位。(稱之爲標定法) 在  $\triangle$  點豎立一針，以之爲中心而迴轉照準儀，照準  $P$  點作方向線  $aP$ 。其次移



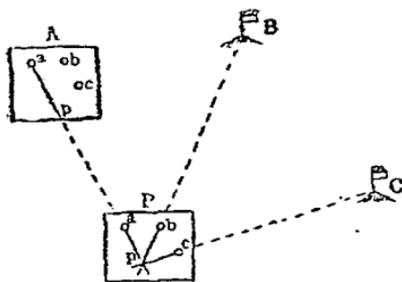
第二十一圖

至 $\gamma$ 點，藉 $\Delta$ 及 $\circ$ 標定測繪板，同樣在 $\gamma$ 點豎立一針，以之爲中心而迴轉照準儀照準 $\gamma$ 點，作方向線 $\gamma P$ ，與 $a\gamma$ 相交於 $\gamma$ 。最後移至 $\circ$ 點，以同樣方法作 $\circ\gamma$ 線，亦與 $a\gamma$ 相交於 $\gamma$ 。此 $\gamma$ 點卽爲 $\gamma$ 點之圖上位置。

(2) 側方

交會法亦以既知點爲測站，以前述方法藉其

他既知點以標定測繪板，照準未知點作方向線之後，先安置測繪板於未知點，藉所作方向線以標定測繪板，以同樣方法決定交會點卽可。如第二十二圖以 $\Delta$ 爲測站，藉 $B$ 或 $C$ 以標定測繪板，向未知點 $\gamma$ 作 $B\gamma$ 或 $C\gamma$ 線。其次移至 $\gamma$ ，調整測繪板，沿

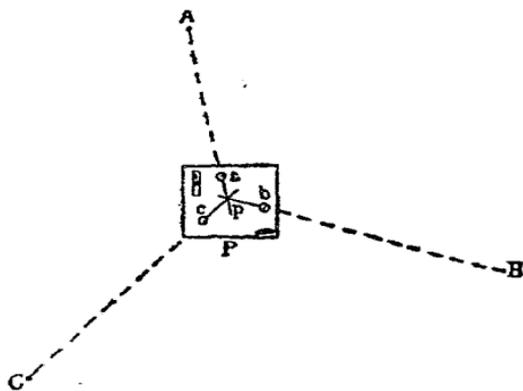


第二十二圖

ap 線置照準儀標尺，照準 A 點而迴轉測繪板後，在既知點 P 豎立一針照準 B 點，作方向線 bp。其次移針至 O 點，照準 O 點，作方向線 op。此三方向線相交於 P，是即所求 P 點之圖上位置。

(3) 後方交會法以未知點為測站，觀測既知點，由是導出方向線之交點以決定未知點。例如第二三圖在 P 點調整測繪板，藉方筐羅盤標定之，然後在 P 點豎立一針，並從此 P 點用照準儀照準 A 點作 Pa 線。其次同樣在 O 點及 C 點豎立一針，照準 B 及 O 點而在其後方作 Pp 及 op。由此等方向線之相交可以在測繪板上決定自己的位置 P 點（即 P 點）

藉上述三種交會法所作三條方向線（或三條以上之方向線）皆應相交於一點。但若因展開之不正確，機器之不精密，或技術之不熟練，則三條方向線



第二十三圖

不能相交於一點，而作成小三角形（或多角形）此須尋求其原因加以訂正。

示誤三角形 (error triangle)

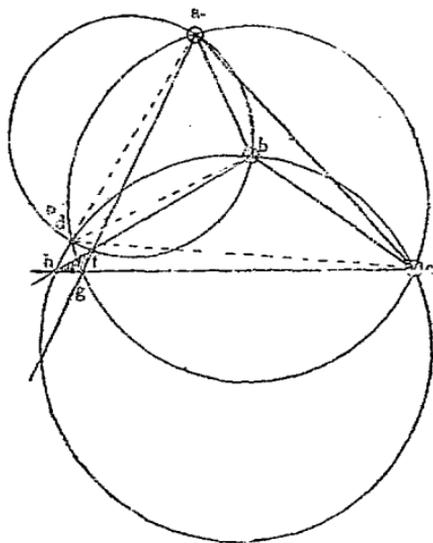
當施行後方交會法，利用羅盤以標定測繪板之時，常因土地之電磁氣，鉅礦等引起磁針之偏差，不能標定測繪板於真正的方位。此時三條方向線不能相交於一點，而作成三角形，因稱之爲示誤三角形。今試述消去此種示誤三角形而求其正確的位置之方法如下。

(1) 勒曼氏之方法 (Lehmann's three points problem)

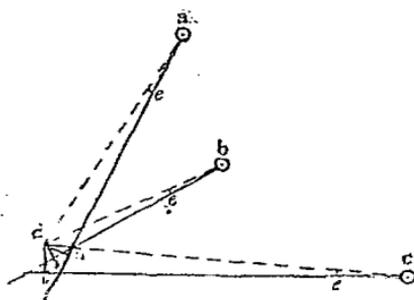
假定 A, B, C 爲三個基準點，D 爲所求之點。此四點在圖上的位置爲 a, b, c, d 諸點。以後方交會法而作成的示誤三角形爲  $\triangle abc$ 。若其原因爲標定測繪板之誤差，此時須消去此三角形  $\triangle abc$  以求其正確的位置 d 點。由 a 及 b 所作方向線相交於  $e$ 。今作圓通過 a, b, e 三點。同樣作通過 a, c, g 三點及 b, c, h 三點之兩圓。此三圓周必相交於一點 d。此 d 即爲所求測站 D 之位置。因由 a, b, c 三點向 d 作 ad, bd, cd 三直線，此時

$$\hat{\angle} dae = \hat{\angle} dbh = \hat{\angle} dcg$$

即與測繪板之標定偏倚量迥相等也。故根據此法改正測繪板之標定後，可以求得交會點  $\hat{c}$ （第二十四圖）。



第二十四圖



第二十五圖

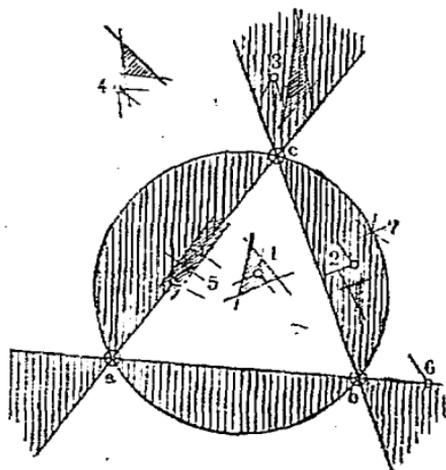
實際上，在野外實習時，上述作圖手續過於繁瑣，故可另用簡單的圖解法。例如第二十五圖所

示，今由 $\rho$ 向三方向線引垂線，其長度與對於等角 $\theta$ 之距離相比例，假定爲 $m, n, p$ 。按此分量，訂正測繪板，施行後方交會法，漸次縮小其示誤三角形。最後求得三條方向線之交點 $\rho$ 。此正確的位置 $\rho$ 點與示誤三角形間的距離及方向之關係有次之七例（第二十六圖）

(1) 未知點 $\rho$ 若在既知點 $a, b, c$ 所作三角形內部，則 $\rho$ 之真正位置在示誤三角形之內部。

(2) 未知點若在既知三點所作三角形之外部，但在通過 $a, b, c$ 三點之圓內部，則 $\rho$ 之真正位置在示誤三角形之外部，與中央方向線所示之一邊相對。（圖中由 $\rho$ 點所引之方向線）

(3) 未知點在既知三點所作三角形及圓周外，並且在三角形之角頂內時，與(2)之例同樣，



第二十六圖

亦與中央方向線所示誤三角形之一邊相對。(圖中由 $\circ$ 所引之方向線)

(4) 未知點在既知三點所作三角形及圓周外，並且與三角形之一頂角(圖中之 $\sigma$ 角)遙遙相對之時，則與(2)之例相反，適位於兩方向線所作之頂角內。(圖中由 $\sigma$ 及 $\circ$ 所引兩方向線所作之頂角內)

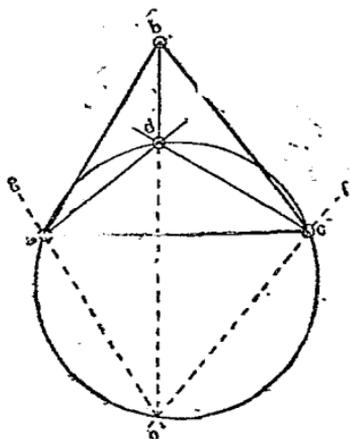
(5) 未知點若在既知點三角形之一邊上，則不生示誤三角形。此三角形之一邊必為與兩平行方向線相平行之中央線。此時 $\rho$ 之真正位置即為此項中央線(圖中之 $\sigma$ )與方向線(由 $\rho$ 點所引之線)之交點。

(6) 未知點若在既知兩點間的直線之延長上，則最容易求出其未知點。

(7) 未知點若在通過既知三點之圓周上，則不生示誤三角形，而常相交於一點，但位置不定。即第二十四圖所示三圓相重複不能決定 $\rho$ 之真正位置。

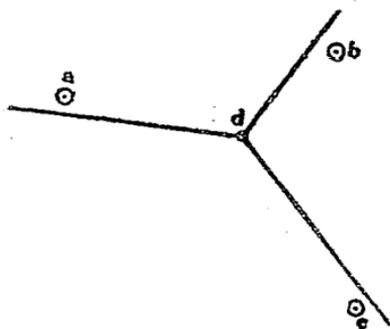
(II) 柏塞爾氏之方法 (Bessel's geometrical solution)

柏塞爾氏之方法完全不使用羅盤，純用幾何學的方法以決定測站之位置。例如第二十七圖



第二十七圖

B點作ce線，此項作業乃在測定 $\angle adb$ 而作成等角 $\angle acf$ 。其次移針至 $e$ ，令照準儀之標尺邊與ca線一致。（此時與前次之例相反，置前板於



第二十八圖

所示 $a, b, c$ 為既知點， $d$ 為未知點。先在 $a$ 點豎插一針，令照準儀標尺之邊與 $ab$ 線一致（前板位於 $a$ ，後板位於 $b$ ）而迴轉測繪板，令 $a$ 照準地面上之 $d$ 點，然後標定測繪板。其次照準中央

。之方向) 而迴轉測繪板，令 $\odot$ 點照準地面上之 $\odot$ 點，然後標定測繪板，再照準 $\odot$ 點作 $\odot\odot$ 線。此項作業乃在觀測 $\angle ocb$ 作等角 $\angle cas$ 之 $ao$ 線，即作 $os$ 線。此時 $so$ 與 $oo$ 兩直線相交於 $\odot$ 點。

最後令照準儀標尺之邊與 $bo$ 線相一致而迴轉測繪板，照準 $\odot$ 點之後，測繪板遂得完全標定。於是應用後方交會法作 $ad, bd, cd$ 三線，得交點 $d$ ，未知點遂由是決定。

### III 探求法

此為應用柏塞爾之方法，在測繪板上求出測站位置之簡法。取薄紙置於測繪板之上，在此薄紙上針標示任意之一點。其次藉照準儀照準 $A, B, C$ 三點而作三條方位線。又其次迴轉薄紙使三條方位線適通過圖上之 $a, b, c$ 三點。此時最初所選擇之任意點即為所求之 $\odot$ 點。用針刺薄紙，將此 $\odot$ 點移於圖紙之上，藉此刺痕再行標定測繪板，並應用後方交會法，遂決定 $\odot$ 點。

### 示以三四形消去後之檢定

或應用後方交會法消去示以三角形，應應用柏塞爾之方法以求未知點，雖可以求得多數方向線之交點。但該點未必完全正確，因既知三點內之一點或二點之位置，雖不正確，按前述諸方法

仍能求得三方向線之交點，試在圖面上任意選取三點，雖非在真正位置之三點，但仍可視作既知之三點，應用前述諸方法求此三方向線之交點。但所求得之一點為偽位置，可無俟言。故欲消去示誤三角形或求相交會之一點，必須在既知之三點以外再取一個既知點以檢驗其有無錯誤。即應用後方交會法以確定未知點之時，需要四個既知點，利用其中之三點既知點以求未知點。由其餘一個既知點作第四方向線以檢驗所求未知點是否正確。

#### 圖根點之高度測量

藉交會法所決定的圖根點高度，最初藉照準儀讀取其傾斜度。在圖上兩點間之距離則用毫米尺以測定之。距離與傾斜兩者相乘即得所求之高度。此時可無須顧慮及由空氣而起之折射及地球之曲率。

此時之計算式與第九圖之例同樣。

$$h = \text{diam } \alpha = d \frac{n}{100} \quad (\text{式中 } h = \text{比高}, d = \text{距離}, \frac{n}{100} = \tan \alpha)$$

假定所求高度為  $H$ ，既知點高度為  $H_0$ ，則

$$H = H_0 + h - (z - i) \quad [z = \text{測旗高度}, i = \text{測繪板高度}]$$

此時吾人須注意者，測站並非在任何時候皆限於既知點，有時可以既知點為測點，以既知點為測站，以未知點為測點之測量謂之正測。以未知點為測站，以既知點為測點之測量謂之反測。若屬反測，則計算公式改為

$$H = H_0 - h + (z - i)$$

因  $h$  之數值為正或負， $z$  之數值亦有變化。

當舉行普通之地形測量時，測繪板之高度常有一定。故從測旗之高度減去測繪板高度，即  $(z - i)$ 。若以  $l$  為測旗之高度，則無異假想測繪板之高度為地面之高度，即假定測繪板之高度與地面之高度一致。故一切計算極為便利。即前舉計算式可改為下列之公式：

$$\text{正測} \cdots \cdots H = H_0 + h - l$$

$$\text{反測} \cdots \cdots H = H_0 + l - h$$

若為反測， $z$  符號常須變更。

圖根點之高度測量及計算之例如第八表所示。

圖根點		距離	傾斜	視水準差		真高		
測站	測點	d	$\frac{n}{100}$	去測線 h	測點高 l	已知點 Ho	未知點 H	
10 <sub>c</sub>	a	m 2055	- 1.6	直	-32.9	- 4.0	325.3	287.8
a	10 <sub>c</sub>	2055	+ 2.1	反	-43.2		330.4	237.2
6 <sub>c</sub>	a	1520	+ 4.6	直	+69.9	- 4.0	221.3	336.6
a	6 <sub>c</sub>	1520	- 3.7	反	+56.2		230.9	287.1
計							4	$\frac{1148.7}{287.2} = a$
正測結果								
13 <sub>b</sub>	b	1623	+ 7.2	直	+116.8	-12.6	218.3	323.5
5 <sub>c</sub>	b	1525	+ 8.6	直	+31.2	-12.6	205.6	324.2
20 <sub>b</sub>	b	1813	-15.0	直	-272.0	-12.6	603.4	323.8
3)							$\frac{970.5}{323.5} = b$	
反測結果								
g	8	1755	+ 1.0	反	-17.6		110.1	92.5
g	11 <sub>c</sub>	1448	+ 1.8	反	-26.1		118.9	92.8
g	12 <sub>c</sub>	1425	+ 0.3	反	-43.3		96.3	92.0
3)							$\frac{277.3}{92.4} = g$	

第八表

圖根點之高度爲地形測量之基準，欲爲精密的決定，僅藉一方向之計算實不完備。一般須按照此例求出三個或四個之計算而求其平均。第一例乃從兩個基準點所作之正測及反測以求得四個數目之平均值。此項之正反測量可以消去由機械的缺點而發生之錯誤，故爲最精密之數值。第二例乃用前方交會法決定位置之例，可以不就未知點而能決定其數值，故爲極便利的方法。第三例則爲後方交會法之例。此三例在既知點之真正高度欄中皆記入。十二之數值，因反測計算未計入測旗之高度也。然則由二次、三次或四次之測算所求得未知點之真正高度之數差以若干米爲最大限？一般藉照準儀所測得的傾斜最小限度的千分之一。又正測及反測各有千分之一的微差，合計常有千分之二的數差。故若數差在距離二倍之千分之一以內，可稱爲精密之測量。但若距離愈遠或傾斜愈大，則此項數差當更擴大。又地形圖之縮尺愈小，則此項數差亦增大。一般以次舉之數差定限爲最適宜。

[縮 尺]

[標準距離]

[數 差]

五十分之一

500米

一米以內

地形測量

五

一萬分之一	1000米	二米以內
二萬分之一	1500米	三米以內
五萬分之一	2500米	五米以內

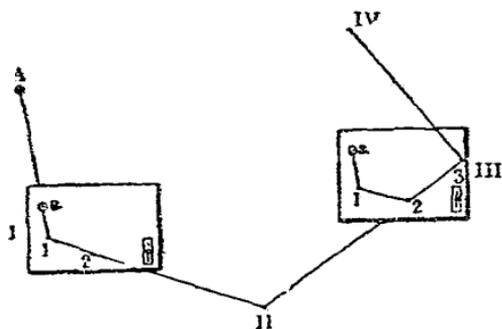
高度之計算並非位置之決定，故無須應用決定位置時所利用的基準點。總之從傾斜較小，距離較近之點為計算，最為便利，並須兼舉行正測與反測。

## 第四章 圖解道線法

圖解道線法 (Graphical traversing)

此方法乃藉測繪板上之既知點，測定連續諸線之方向，距離，傾斜，故可在測繪板上應用圖解法以決定多角線。此法適用於展望不自由之市街，森林地帶，或傾斜微弱之曠野。

道線法有複測法與單測法兩種。複測法乃在每一道線點設管測繪板舉行正測及反測。但此項複測法僅限於特殊之例。一般以單測法為便利。此單測法先用磁針標定測繪板，以相隔一點為測站。測量者在道線第一點一調整



測繪板，用羅盤標定其位置，在出發點（亦即基準點） $P$  插立測標，並在圖紙上 $e$  點插立一針，藉照準儀測定方向而作成方向線，並測定距離及傾斜。其次用毫米尺，按圖上尺度縮小其距離而決定第一點之位置 $1$  及實際高度。其次，在第二點 $2$  設置測標，在圖紙上作成方向線，測定其距離及傾斜，並藉毫米尺決定 $2$  之位置。第一點之作業遂告完畢。測量者將測繪板移置於道線第三點 $3$ ，而調整其位置，在 $3$  之位置插立一針，照準 $1$  點而測定其方向、距離及傾斜，由是決定 $3$  之位置。又其次，將測繪板移置於第四點 $4$ ，施行同樣的觀測以決定 $4, 5$  等點。最後達基準點或圖根點，是為閉塞點，全部測量遂告結束。但須檢討其所測結果有無錯誤，一及不能與閉塞點之位置及高度完全一致，難免有多少之差異也。

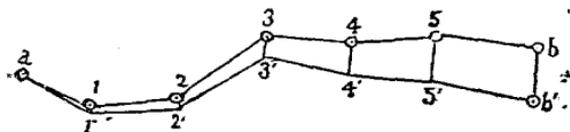
點	距離	測法		水準差		真		高		備考
		正規	仄測	加	減	計算	改正數	改正值		
a	148.7	+3.4	-2.5	3.7		84.9	+0.1	84.9	平面閉塞差 = 0.4 mm 高程閉塞差 = -0.8 m	
1	97.7		3.8		88.7		88.7			
2	11.6	+3.8	-0.2	0.3		91.9	+0.2	92.0		
3	112.1		4.3		92.2		92.4			
4	32.0	-3.1		0.0		93.5	+0.3	93.7		
5	100.5			3.1		93.4	+0.4	93.8		
6	77.9	+2.6		0.2		93.2		93.6		
7	114.7			3.0		93.2	+0.5	93.7		
8	122.7	+3.5	-0.5	0.6		93.8	+0.6	97.4		
9	134.3		4.7			101.5		102.1		
10	118.2	+2.7	+1.2	1.4		102.1	+0.7	103.8		
11	80.9		2.5			102.3		103.0		
12	82.8		2.5			104.8	+0.8	105.6		
b			-3.0			81.9		81.9		
		計		24.6	4.7					
				+19.9				+20.7		

第九表

常測量距離之時，若能直接用尺度測定之，則最為精確。但有利用視距尺 (Stadia) 者。為便於計算起見，常測量高度之時，常將測繪板固定於一定之高度，而令測標之高度適等於測繪板上照準儀測孔之高度。由是容易求出地點之實際高度。

平面位置之改正，如第三十圖所示，道線乃取 1, 2, 3, …, b 之方向。若其差誤為  $b'b$ ，可從 1, 2, 3 等點引與  $b'b$  平行之諸直線。在此等直線上，按  $\frac{b'b}{n}, 2\frac{b'b}{n}, 3\frac{b'b}{n}, 4\frac{b'b}{n}$  等之數值，決定 1', 2', 3', … 諸點之位置，然後連結 1, 2', 3', … 諸點是即改正道線 (E 為道線之邊數)

平面及高度發生誤差之原因，種種不一。例如距離之長短，測量之精確，測繪板位置之偏倚，高度之差異，標定之偏位等皆足以引起誤差。因此有決定限度 (Limit) 之必要。若超過此限度，必須重加測量，平面位置之誤差，普通與邊數之平方根成正比例。



第三十圖

平面閉塞誤差限度 (limit)  $\dots\dots 0.2 \sqrt{n}$

高度之閉塞限度因地形圖縮尺大小而有差異。一般以下列之限度為適宜。

高度閉塞誤差之限度

五十分之一	$\dots\dots 0.1 \sqrt{n}$
一萬分之一	$\dots\dots 0.2 \sqrt{n}$
二萬分之一	$\dots\dots 0.3 \sqrt{n}$
五萬分之一	$\dots\dots 0.5 \sqrt{n}$

### 補點 (Tertiary points)

前項既述決定第一次基準點第二次圖根點之方法，但在測繪板上須令第三點相接近，決定為約二厘米之間隔，而稱此第三點為補點，須與地物測量同時決定者。若以交會法決定補點，即以三方向線之交會決定其位置。再由兩方向之傾斜度數決定其高度。有時亦需要僅決定其位置而不計算其高度之補點。又當圖根測量中有利用預先決定之天然目標者。一般當地物測量或地貌測量之時，常應用後方交會法決定補點，以閉塞次項所述之單道線或截斷法，而檢討其測量，此乃

無須豎立測旗，比較精密之測點也。又應用道線法施行圖根測量之時，常用補道線（*tertiary line*）替代補點，設立道線相互間之支線，逐漸縮小其網眼。因測量常須預防種種誤差之侵入，在原則上其主要作業必須盡量應用最精密之方法，其次始及於精密度稍次者。

## 第五章 地物測量

### 地物測量

所謂地物乃地表之物體。例如道路、鐵路、川河、湖海、家屋、樹林、耕地等。舉凡在地球表面之建築物及存在物，統稱之爲地物。當測繪此等地物時，必須先決定其主點或主線。例如高聳之烟肉、樹木，或大廈屋頂等皆可利用之爲主點。又如道路、鐵道、電線等皆可利用之爲主線。以此等主點或主線爲標準，即容易測繪其附近或其周圍之其他地物位置及形狀，而繪成精密的地圖。至此等主點或主線則可應用交會法而精密決定之。

凡測繪皆從一方開始，逐漸擴張至於其他部分，達到圖根點，即結束爲閉塞點，然後檢討其結果是否正確。若有誤差，須加改正。其難于改正者則分配於各部分以減小其誤差之程度。又從一方面所測繪之地物必須從另一方面檢討其是否正確，然後能作最後之決定。若僅從一方面測繪即

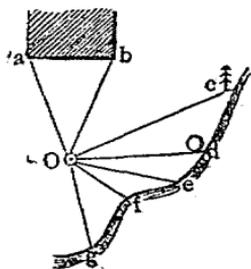
加決定，則其結果多不可靠。地物測繪之方法計有數種（第三十一圖）

(A) 射出法 (Radiation)

如第三十一圖所示，在既知點  $O$  調整並標定測繪板，然後照準其周圍之地物  $a, b, c, d, \dots$  諸點，作成方向線，並測其距離而決定各點。若僅一個既知點  $O$  之位置不足以決定測量時，則可在稍離  $O$  點之處再設測站，應用道線法測定各方向及其距離，然後移測繪板至該點，是為第二既知點，由是再適用射出法。吾人稱此第二既知點為分枝點 (Subsidiary Station)。若分枝點過多，則其測量之精密度因之遞減，故改用次述之單道線法。

(B) 單道線法 (Simple Traversing)

測繪市街及道路，以簡單道線法為便利。距離之測定可利用步測或照準儀之視距尺，由是即可以描繪地物。例如由既知點  $O$  出發進入市街，以  $a, b$  兩點為測站，描繪家屋及道路。至  $c$  點結束，



第三十一圖

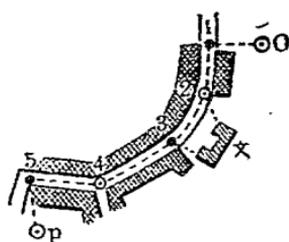
是爲閉塞點。若有誤差，卽加修正（第三十二圖）

(C) 單交會法 (Simple intersection)

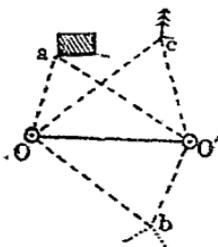
由相接近之兩個既知點  $O$  及  $Q$ ，應用兩方向之交會而決定  $a, b, c$  等點。若所決定之點距離過遠，則其交角尖銳，其位置卽不得其正確。（第三十三圖）

(D) 截斷法 (Method of resection)

此爲單交會法之別法，欲連續的決定多數山頂之時，以此截斷法爲最適當。例如  $a$  爲既知點， $b$  爲新決定之山頂補點，欲決定  $1, 2, 3, \dots$  等之位置時，先由  $b$  照準  $1$ ，然後至  $1$  作對  $a$  之方向線，由  $b_1$  與  $2$  之相交，決定  $1$  之位置，同樣可以決定  $1c$  之位置。最後達到  $o$  點，決定爲新補點，以測驗由截斷法所求出之  $o$  點是否正確。若有誤差卽加修正。（第三十四圖）



第三十二圖



第三十三圖

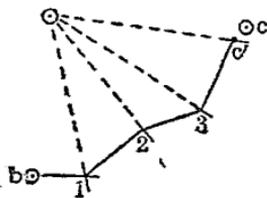
## (E) 縱橫法 (Offset)

此法乃適用於大縮尺。例如六分之一或一千二百分之一等尺度之測量，用繩連結基線之兩端，由該線左右之地物向該線作垂直線。因繪圖須測其  $x$  及  $y$ ，故需要直角儀 (Optical square) 等機械。但若係五分之一以下之小縮尺測量，則可藉目力作垂線，而決定  $x$  及  $y$  而描繪地物。

由上述各種方法可以決定地物之位置。至該物體之形狀、大小、方向等可藉目測而描繪之。所謂目測，驟聽之，似極不正確。究其實，目力有時較任何器械為正確。每遇有誤測時，常藉目測發見其誤差。

## (F) 目測

在測量上，目測極為必要。在測量及計算之先，須加目測，判定其距離約有若干米，然後計算即可以發見其有無誤差。又當描繪地形之時，若為半毫米或一毫米之近距離，則無須一一加以測量，



第三十四圖

藉目測描繪之即可。又測繪圖作成之後，本須由其他一方面加以檢討，然後能作最後的決定。但若地物位置僅爲二毫米或三毫米之距離，則藉目測而已足。

### (G) 步測

近距離之超過目測範圍者，如欲迅速測量，則可以步測替代卷尺。即以步行之步數測算距離之方法謂之步測。普通成年者之步長約 0.75 米。稱兩步爲複步。複步之長度爲一米半。平時須令測量者練習步測，使其複步等於一米半，至於極熟練爲止。先在平坦地面用卷尺量定一百米之距離，然後令練習測量者往返其間，驗其步數是否爲六七個複步。其不準確者，則糾正之。頻繁練習之後，自能成爲極準確的測量技術。今假定測量者所步行之複步數爲四十，再加其半數二十，卽六十，是爲所測距離之米數。若複步數爲 33.5，再加其半數 11.75，卽約爲三十五米。藉此步測及改算法容易求出所欲測量之距離。步測最初在平坦地面行之，其次則在稍示傾斜之地面練習之。能如是在日後實際應用之時，較爲便利。在平坦地與傾斜地之步測雖不免有多小之誤差，但最多僅二十分之一乃至三十分之一而已。若在技術之極熟練者，則其差誤不超出四十分之一。故當測量地物描

繪地物之時，若以轉位半毫米爲限界，則最少可以步測至  $\frac{X}{20} = 0.5 \text{ mm}$ ， $X = 10 \text{ mm}$ ，即一厘米爲止。此一厘米在五分之一之縮尺爲五十米，在五萬分之一之縮尺爲五百米。

今將轉述各種地物測量之順序如下。

(1) 交通路 道路，鐵路爲地形圖之主要目標，亦爲地物測量之骨格。若能決定此等路線之位置，由是可以決定其他多數之地物。

道路之種類不一，等級亦多，必須先決定其主要者，然後及其次要者。對於主要道路之曲點，會點，直線等重要部分須加以精密的決定。至於小彎曲則可應用目測步測等方法決定之。若進入地物輻輳之住居地村落等，則須施行單道線法，在所經過之道路上測繪道路家屋及圍構等。若道路過於狹小無法化爲縮尺之尺度，不能顯示其主要交通網之時，則就道路區分爲若干等級，例如區別爲公路，村路，山路等，預爲之決定一種圖式，不必盡與縮尺相符，稍擴大其路幅繪入圖中。蓋吾人之目的固在顯示交通網之狀態也。如上述，應用道線法記入道路之符號時，須注出路幅之記號，並示明貨車馬車汽車等能否通行。若有橋樑或渡船，亦須明示其構造及設備。又道路有堆堤 (bank)

及開鑿部 (cutting) 有路樹及電柱，或有電車等交通機關之通行，有必要時，都須描繪。就於主要地點則須詳測其實際高度及比高，記入於地圖中。

道路之最低級者謂之小徑，多存在於山地，森林，曠野等地形中，行人甚稀。在此等小徑，唯間有樵夫牧豎躑躅其間而已。但在地形圖上，有時亦必須描示此種小徑，因此等小徑非一定不變者。測量地物地貌之後，須隨地形明示其位置，以備日後之比較參考。

鐵路之直線部分甚長，加以精密的測定之後，則其附近諸地物皆可以鐵路為準據加以測繪。但鐵路與地貌亦有密切之關係，若不注意其路線之開鑿或堆築，而遽加以描繪，則將繪成不適於通行火車或電車之地形圖，不僅貽人誹笑，而且全功盡廢也。此外對於彎曲部之曲率亦須加以正確之測量。

鐵路類別甚多，因鐵軌之間隔及其重量不同而有種種之分類。例如廣軌與狹軌之區別是也，又有能運轉正式列車者，有僅運轉輕便車輛者，有複線，有單線等種類。鐵路之橋樑有時可利用之為辨別地形之標準。車站符號有時須加大，以為標識。其附近路線亦常分條繪出，以為概測距離之

準繩。

(2) 居住地 總稱市街、城邑、村落等家屋所密集及散點之地區爲居住地。市街爲家屋密集之地域，故難作詳細之家屋分布圖。唯就市街周圍、道路及市街內部之高聳建築物、煙筒等，加以精密的測繪即可。其次以單道線測繪街路，再藉此單道線決定家屋、空地及庭園等。又其次以街路一端爲閉塞點檢討及改正其誤差。然後作確定的描繪。若街中有主要政治、軍事機關、學校、寺院，或大公司、銀行、工廠等，亦須設定副符號，在圖上表示之，並記入其名稱。蓋關於此等記載，地形圖固不厭其詳也。

副號乃爲表示家屋種類而設定之符號，或繪入家屋內部，或附記於其外部。若爲家屋之一部，則描一小點以示其位置，然後附加副記號。

村落之家屋不總集一處，而散點於各方。當測繪此種居住地時，須從道路上應用單交會法或射出法等以決定各家屋，然後描繪之於圖上。若爲五萬分之一之地圖，因縮尺過小，不能將所有住宅一一表示之，惟決定村落之外圍輪廓及主要部分，而減少其住宅數目，以概示其狀況而已。

都市之街道錯綜，家屋密集，當測繪都市時，須區別繁華的街市，偏僻的近郊及住宅區等，分別爲之描繪。此時利用家屋內部所作之斜線疎密爲區別之標識。

居住地之測量竣事後，須調查其街道胡同等之名稱而記入於圖中。

(3) 河流 河流之測量以兩岸狀況及彎曲部，水涯線等爲重要之對象。合流部及分流部更須注意。所測繪之地形圖以能令人明辨其上下流爲主要條件。若河幅過寬，水量甚淺，必須描繪其砂礫地帶。

河床、河岸、河濱等形狀，其描繪必須無背地形學之原則。流水之位置方向完全依地勢爲決定。但常起汎濫之河流，每遇洪水而變更其流水之位置。故雖加以精密之測繪，其效果亦僅限於短期。同樣流入外海之河口，亦常因洪水及風浪而變更其位置。

若係不講求水利之川河，則其變化之大，最足驚人。中國之黃河卽其適例。又注入台灣西海岸之川河，每年之移動量頗大，有時淹沒全村落，有時則移左岸之村落於右岸。故當測繪川河之時，須留意於此等變化而隨機應付也。又有因水量之增減，其水涯線常起大變化者，則以測繪其與平時

水量相當之水涯線爲最適宜。關於此種河流之測繪，須多商之水利學者。例如在冬季測量有未能想像及夏季多雨期之川河地形者。

測量者對於河岸地質，例如岩基、崩堤等亦須加以測繪而表示之。欲知與水相接近之難易及兩岸之高度可由兩岸之高距符號等察知之。當比較兩岸高度之時，此種高距符號亦甚重要。欲知渡河之難易，橋梁之架設等則須先測量其水深爲參考，並在圖上隨處記入其深度。川河之水深以平時之水量數爲準標，並採取其與道路相交之交叉線內之最深點數字，記入於地形圖中。若爲可徒涉之川河，則在徒涉處示明水深記號。

若河幅過狹，例如細流，則不能化爲所定縮尺大小以描繪其兩岸。一般僅以一條蛇行狀之線表示之。否則將與其他線類混淆也。

**湖沼** 湖沼之測繪與川河之測繪相同，須從一年變化最小之點開始測量，較爲容易。但湖沼之水涯線有時變化，不能作明確的表示，故用點線表示之爲最適宜。又在淺水部，蘆葦繁茂，一般將水草符號描入於湖水內部。湖沼有築堤坊者，亦須分別繪描各種湖岸之形狀。岸高及水深等固須

測量，其水面實際高度亦必須記入。例如某某湖之湖水面爲海拔若干米之類是也。湖中若有沙洲，小島，則應用前方交會法以決定其位置。但若不實地踏查加以測量，仍難獲得正確之結果。關於海中之島嶼岩礁亦同。

海岸 海岸測量之對象爲海岸線（水涯）與海岸建築物。海岸建築物計有岸壁、棧橋、燈塔、船塢、水電標、警報標、航路標等。又海濱有沙濱、有泥濱、有岩基、有礫岩、有岩礁等。

若爲砂濱泥濱之海岸，水涯線因潮之漲落而大有變化，難決定其水陸界線。故須分別描繪漲潮界線及退潮界線。

漲潮界線以實線表示之，晝至最大漲潮所達到之境界，是爲海陸界線。退潮界線以點線表示之，以最大退潮所遺留之位置爲界線。漲潮界線及退潮界線間之砂地、泥土與陸上之砂地、泥土有區別，用較稀薄之符號表示之。至於最大漲潮之期日時刻，可查各地之潮汐表。

岩礁有因潮汐之漲落而或隱或顯者，有常發散浪花，作暗礁者，亦有一年四季均露出水面者。船舶所常寄船之港灣須描入港灣之符號，且附加港灣等級記號。例如國際貿易港，普通小商

港，能容五千噸汽船之港，僅能容二三千噸汽船之港，或僅容許小帆船漁船等出入之港，能加以區別，則地理情勢更爲明瞭。港灣不限於沿海地方，亦適用於巨大川河及湖水。

**植物地類** 就地表植物種類以區別地面，得大別之爲耕地與未耕地兩大類。耕地又細分爲乾田（或種地盤）、稻田、桑田、果園、苗圃等。未耕地則細別針葉樹林（松杉檜等）、闊葉樹林（檜楓等）、竹林及荒蕪地等。此外尚有草原、牧場，亦可入耕地類中。

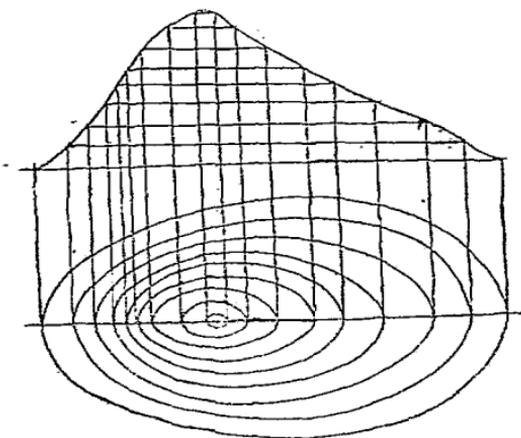
地類之測量先決定其境界，其次在其境界內決定其符號，最後始着手描繪。符號之排列，若係耕地，須按一定間隔描成秩序整然之符號；若爲未耕地，則無須按一定之間隔，令符號作不規則的排列亦無不可。地類境界線不宜過於明顯，一般用細點線表示之。若以道路、鐵道、川河、堤防等爲境界者，則無須另描境界線。其境界不明瞭者，或針葉樹與闊葉樹相混合作成複雜境界者，則或省略其境界線，或附加混合樹林之特別符號。

**行政區域境界** 例如縣界、村界、鎮界等皆在測量竣事之後，以地物地貌爲基礎，並參酌行政機關或地方自治團體之意見，然後描繪，庶可得正確的界線。

## 第六章 地貌測量

地貌之表現 (The representation of the configuration of the surface of the ground)

一般稱地表之起伏狀態爲地貌。在圖面上表示地貌之方法謂之地貌之表現，計有兩種：其一爲水平曲線法 (by contours)，其二爲暈滃法 (by hill shading)。後者乃測得水平曲線之後，在實習室中之製圖工作。故本書專就前者而詳述之。



七三

第三十五圖

地貌之表現乃測繪保有均等高度之水平面與地表面之相交線(曲線)之水平投影而表示之於圖面之方法也。一般稱此等相交線爲水平曲線或等高線(Contours)又稱均等高度之水平面(Series of equidistant parallel planes)爲水平曲線之均等間隔(Contour interval)。

水平曲線之均等間隔愈相接近，則地貌之表現亦愈詳細。但普通以縮尺分母數之二千分之一爲最適當。其有須特別詳細表現之局部地形，例如緩斜面，山頂或丘陵地等，則將均等間隔減小爲二分之一。若有必要仍可隨時縮小此種等距間隔而詳細表示其地貌。故稱具有一定均等間隔之水平曲線爲主曲線，用細長實線表示之。其均等隔間減半之水平曲線謂之間曲線，用細長破線表示之。其間隔再減半者謂之助曲線，用細點表示之。今將縮尺與各種水平曲線關係表示如次。

縮尺	主曲線	間曲線	助曲線
$\frac{1}{2000}$	1米	0.5米	0.25米
$\frac{1}{5000}$	2	1.0	0.50

$\frac{1}{10000}$	b	2.5	1.25
$\frac{1}{2000}$ 或 $\frac{1}{25000}$	10	5.0	2.50
$\frac{1}{50000}$	20	10.0	5.00

無論土地之傾斜如何峻急，皆必須描繪主曲線以表示其地貌。間曲線則適用於傾斜百分之二十五以下之緩傾斜地面。但亦有例外。若為不規則的傾斜地方則有急峻之斜面，亦有採用間曲線者。又如山嶺，傾斜度整齊之地面，其傾斜雖在百分之二十五以下，亦以省略間曲線為宜。助曲線多適用於局部的特殊地貌，例如傾斜變換處，山脊狀態，陷落地及凹形地等，多藉助曲線表現其詳細的



第三十六圖

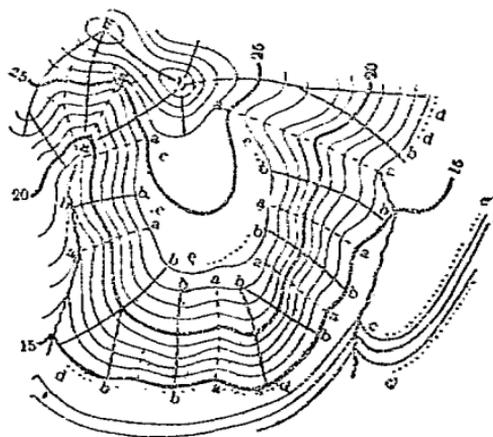
## 地貌(第三十六圖)

又爲便於地形圖之閱讀及高度之計算，每隔五條主曲線即置一粗曲線，特稱之爲計曲線。在此等計曲線上，記入高度標識。今將計曲線之高距與地圖縮尺之關係表示如下。

計曲線	
$\frac{1}{5000}$ ..... 每 10 米壹根	10    20    30.....
$\frac{1}{1000}$ ..... 每 25 米壹根	20    50    75.....
$\frac{1}{20000}$ 或 $\frac{1}{25000}$ ..... 每 50 米壹根	50    100    150.....
$\frac{1}{60000}$ ..... 每 100 米壹根	100    200    300.....

## 地勢線

地表之凹凸爲曲面之集合。今若假想其爲多數平面相叢合而成，則此等平面以鈍滑之稜而相交。一般稱此等稜爲地勢線。此種地勢線之決定爲表現地貌之第一步。地勢線大別之爲五種。(第三十七圖)



第三十七圖

(a) 凹線 (Thalweg) a—b 爲雨水通流之凹部。連結此等凹部之合水線，是謂凹線，例如山間之溪谷及其支流皆是也。

(b) 凸線 (Watershed lines) 此即 b—d 分水線亦即凸稜線。例如山脊及其支線皆是也。

(c) 斜面頂 例如 e—e 表示高原邊緣之曲線或山巔與山坡相交之線。

(d) 斜面脚 例如 d—d 表示山脚，即表示斜坡下端與谷底或平原相交之界線。若谷底狹隘，則斜面脚有時與凹線一致。

(e) 傾斜變換線 山坡傾斜變化多端，例如 e—e 爲連結此等傾斜變化部之線，謂之傾斜變換線。一般傾斜變化緩慢，故多不致引起閱讀者之特別注意。

地貌之表現卽以此等地勢線之決定爲初步工作。若爲急斜面之大地，其地勢線甚爲明瞭。至緩傾斜地或丘陵地，則其地勢線頗難判定。故必須從主要者開始測定，逐漸作成水平曲線，然後及其次要者。有時地勢線雖極明瞭，唯因縮尺過小，在五萬分之一之地圖，則不能描繪全部之地勢線，須省略其小者。例如本有五條者，僅摘要採用三條。若係大縮尺地圖，例如在五分之一之地圖，卽極微小之地勢線，及不容易引人注目之小凹凸，亦須加以描繪。若不表示此等小凹凸之地勢線，則不能作成完整之水平曲線。

吾人一方面測量地勢線，同時亦須測量其高度及傾斜，而在此等曲線中求尋水平曲線之通過點，然後連結所有同高度之通過點，遂得水平曲線。水平曲線通過點之決定方法有二：卽間接決定法與直接測定法是也。前者適用於傾斜急峻且極整齊之地。後者則用於傾斜徐緩而不整齊之地。在平原或平地及局部地勢之決定，亦利用直接測定法。

地勢線與水平曲線之關係

水平曲線本爲水平線，而地勢線則爲水平曲線之法線 (Normal line) 故互相直交。又兩條

水平曲線間之最短距離亦爲直交線，同時爲斜面之最大傾斜線。故雨水沿此方向流至下方。又此項直交線爲決定兩面角之線，故以其長度除二水平曲線間之高度差（卽等距離）所得商卽爲該部分之傾斜度。假定最大傾斜線長度爲 $l$ ，等距離爲 $d$ ，則 $\frac{d}{l}$ 表示傾斜， $l$ 本爲常數，故由 $l$ 之長短可以測知其傾斜。若 $l$ 之數值愈小則其傾斜亦愈峻急。當描繪地貌之時，此點實至重要。

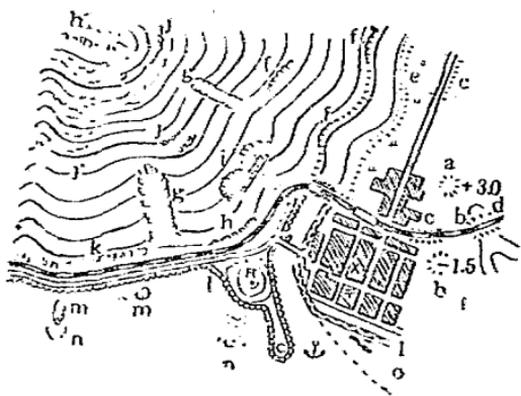
### 變地形

水平曲線所不能表示之小地貌謂之變地形，須以特種符號表示之。例如由小斜面所構成之起伏，斷崖等，如第三十八圖所示， $\ominus$ 爲堆土， $\cup$ 爲陷地， $\circ$ 爲道路或鐵路之堆築部， $\sphericalangle$ 爲其開鑿。爲河堤。此等小地貌皆以小暈滙表示之。暈滙之頭部表示高處，其尾部表示低處。又爲表示此等小地貌之高低時，附加正負號之高度標識以區別實際之高度。若爲河岸或路傍之崩土（ $\ominus$ ）及緩斜面之暴雨遺跡（ $\ominus$ ），其浸蝕度有達三十五度以上者，不易升降，故不能僅以暈滙表示之，而須描繪此等小地貌之頂部以爲區別。斷層面亦同。顏岩（ $\ominus$ ）爲硬質岩石之斷崖，與崩土有區別，故沿橫向描成縐紋。採石場（ $\ominus$ ）爲採掘石材或礦石之場所，須描繪其現狀。露岩（ $\ominus$ ）乃露裸於山岩斜面之石

塊，須用粗大斷續縐紋弧形描成岩石模樣以表示之。岩礁之表現法亦同。爲建築鐵道或公路而開鑿之岩石斜面，特稱爲鑿岩部（ $\sim$ ），卽爲人工的頽岩，故其量滲線對於頂點約作四十五度，其橫縐紋亦準此，則可以充分表現其開鑿模樣。又爲保護海岸或河堤常用石材築成石崖，或爲長方體石塊，或爲鐵筋混凝土，或爲圓石堆，皆須描繪其斜面以表示之，如圖中之（ $\ominus$ ）。隱顯岩礁（ $\omin�$ ）及隱顯砂洲（ $\omin�$ ）之表現則既如前章所述，用粗稀之線紋表示之。

## 地貌表現之作業

此項與前章測量地物項中所述略同。且地物與地貌之測量同時並行，唯須分別加以說明而



第三十八圖

已。所謂同時並行者乃在同一測站將地物測量完了之後，立即描成地貌圖之謂也。但在山地有預先作成地貌圖，然後加繪地物者。例如越過山嶺之山坡道，小徑，地類界及岩石等是也。

(a) 射出法 此與前章所述者同樣，但此時須測其傾斜，計其高度，並決定地勢線及水平曲線之通過點。

(b) 單交會法及單道線法 此等測法亦與前章所述者同樣，加註傾斜數值而決定交會點及道線點之高度。

(c) 水平覘測法 先導照準儀之水準器泡中中央，連結後板覘孔與前板零分度之零度照準線，是為水平面，其高度等於該地點之實際高度，再由地面至該零度之高度，若此高度與所求等距離之數值相等，則此覘測平面相交之處即為水平曲線之通過點。若傾斜過大之地點，則藉目測為加減，以求水平曲線之通過點，其結果雖有數厘米之差，亦無可如何也。此時須應用後項所述直接測定法。

湖水面常為水平面。故到處高度均等，海岸地方亦然。故為測繪地貌圖時最理想之基準。

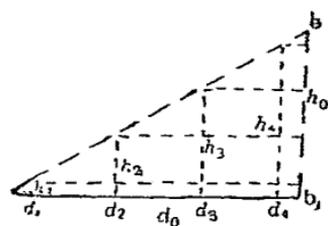
當測繪地貌時須先通觀地貌全勢，明瞭其地形的原則，然後着手測量。故須先精密決定主要之骨構，其次及其細貌。但如上述，地物與地貌之測繪須同時並進，故不能常以偏於一方面之順序而從事作業也。最理想之測量順序，以在山地從山脊開始，次及其支脈，最後始及其溪谷爲最適宜。因山脊位於高處，便於展望，容易決定測站（補點），且能精密決定其位置。又如高原地之頂部面積較廣，不易尋出凸線；而溪谷在浸蝕初期，多爲急斜面，幾全部由崩土堆積而成。故或先從溪谷開始，或先從高原邊端着手，然後及其頂部，則能明瞭其土地大勢而獲得精密的結果。

### 水平曲線之間接測定法

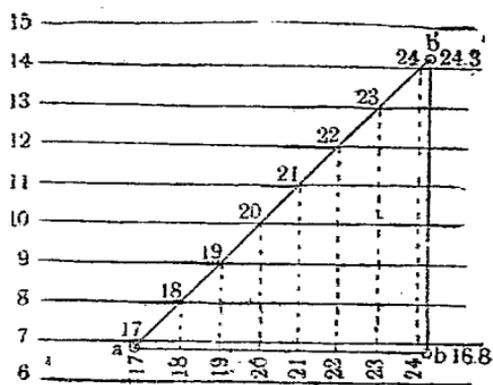
不論其爲凸線或凹線，若既測定地勢線兩端之位置及高度，如第三十九圖所示，以 $a$ 及 $c$ 爲地勢線兩端之點，以尺測定其距離爲 $o$ ，高度差爲 $h$ 。由 $o$ 求得至水平曲線之距離爲 $r$ ， $r \dots$ ；水準差爲 $h_1, h_2, \dots$ ，則可按下式求水平曲線之通過點。此即間接測定之原理。若圖省略計算之煩，則可改用次舉之圖解法。

在紙面，按圖之尺度，描繪水平曲線之等距離線，以 $ab$ 表示地勢線， $a = 16.8$ ， $b = 24.3$ 爲其兩

端之實際高度，在其間每隔一米畫一平行線，今在高度  $s$  與  $r$  之間  $s$  之處作  $bc$  線令其長短與地勢線相等。由  $b$  作垂線  $bd$  至  $r$  之高度而決定  $d$  點之位置後，連結  $a$  與  $d$ ，其與各平行線



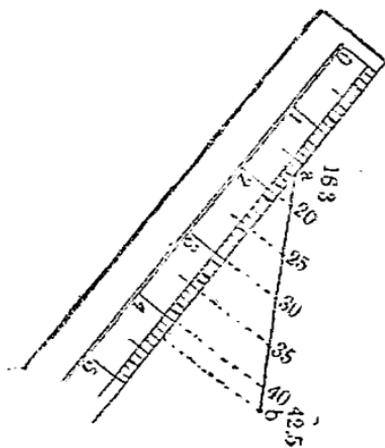
第三十九圖



第四十圖

之交點爲 17, 18, 19, ……今以 24 投影於  $ab$  線上，是即水平曲線之通過點。其更簡捷之方法乃用透明紙，每隔二毫米或三毫米作 6, 7, 8, ……等之平行線，以針刺紙面 6, 8 之點而移至於 a 點，令其互相重合，並移動透明紙而固定  $bc$  線之位置，但必與諸平行線相平行。其次在  $c$  之垂直位置（不必限於垂線）附近約略決定 21, 3 之點，假定爲  $b$  連結  $ab$  線與平行線相交於 17, 18, 19, ……諸點。由是引與  $bc$  平行之直線，各與  $ab$  相交，用針刺此等交點以識之，是即所求之水平曲線通過點。

除上述用紙片之方法外，亦有應用尺度之方法者。例如地勢線  $abc$  之兩端實際高度爲 21 15.3, 6 42.5。今將尺置於隨意之方向，但令其 15.3 之點與 a 點一致，然後在尺上求與  $c$  之實際高度相等之 42.5 是即  $b$  點。其次沿尺上之 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 各點引與尺直交之平行線



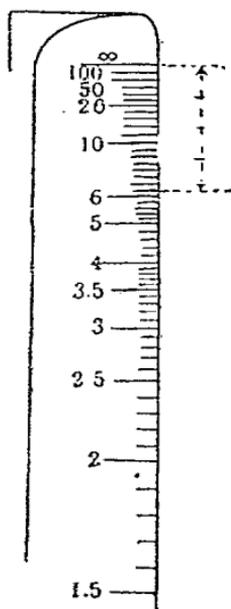
第四十一圖

且與  $ab$  相交其交點 20, 25, 30, 35, 40 等即為水平曲線之通過點。(第四十一圖)

### 既知測站實際高度及地勢線傾斜之間接測定法

前項所述乃既知地勢線長短及兩端之實際高度之水平曲線描畫法。今當述既知測站實際高度及與測站所作傾斜之間接測定法。

(a) 使用餘切尺之例 若傾斜整齊且為緩斜傾地之谷底等地勢，則用餘切尺測等高線間隔最為正確。因在緩傾斜而縱令其高度之誤差甚小，而所引起之等高線位置之差則甚大。故以兩點間之高度差為準據，遠不及以傾斜為準據之正確也。今試述餘切尺之使用法如下。



第四十二圖

假定測站 $a$ 點之實際高度爲 $12.5$ 向 $b$ 點作 $\frac{6.5}{100}$ 之傾斜。(此 $6.5$ 之數即既述之 $H$ )今以縮尺爲一萬分之一，則其等距離爲間曲線之 $2.5$ 米。從餘切尺末端之 $0$ 線起數，在 $0$ 與 $10$ 之間有七根線。在 $0$ 之上面有一小畫，表示 $6.5$ ，即與上述等距離相當，其長度約 $2.4$ 毫米，此乃比高一毫米之曲線間隔，與一萬分之一縮尺之十米相當。今間曲線等距離爲 $2.5$ 毫米，其四分之一即爲所求之圖上間隔。測站之實際高度爲 $12.5$ ，故由 $a$ 之位置本可立即採取 $1.50m$   $17.5m$   $20.0m$ 亦無大差誤。但若測站之實際高度爲 $13.0m$ ，則由 $a$ 至 $15.0m$ 之曲線間隔較所求長度爲短縮。此容易由比例分配決定之。

(b)應用餘切表之例 不用上述之餘切尺，而代之以餘切表，則更爲便利。今先述切餘表之作法。

第十表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\frac{p}{n}$
1.0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1.0
2.0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	2.0
3.0	33	67	100	133	167	200	233	267	300	333	3.0
4.0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	4.0
5.0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	5.0
6.0	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167	6.0
7.0	14	29	43	57	71	85	100	114	129	143	7.0
8.0	13	25	38	50	62	75	88	100	113	125	8.0
9.0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	111	9.0
10.0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	10.0
11.0	9	18	27	36	45	54	64	73	82	91	11.0
12.0	8	17	25	33	42	50	58	67	75	83	12.0
13.0	8	15	23	31	38	46	54	62	69	77	13.0
14.0	7	14	21	29	36	43	50	57	64	71	14.0
15.0	7	13	20	27	33	40	47	53	60	67	15.0
16.0	6	12	19	25	31	38	44	50	56	63	16.0
17.0	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	17.0
18.0	6	11	17	22	28	33	39	44	50	56	18.0
19.0	5	11	16	21	26	32	37	42	47	53	19.0
20.0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	20.0
21.0	5	9	14	19	24	28	33	38	43	47	21.0
22.0	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	22.0
23.1	4	9	13	17	22	26	30	35	39	43	23.0
24.0	4	8	12	17	21	25	29	33	37	42	24.0
25.0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	25.0
26.0	4	8	12	15	19	23	27	31	35	39	26.0
27.0	4	7	11	15	19	22	26	30	33	37	27.0
28.0	4	7	11	14	18	21	25	29	32	36	28.0
29.0	3	7	10	14	17	21	24	27	31	34	29.0
30.0	3	7	10	13	17	20	23	27	30	33	30.0
32.0	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	32.0
34.0	3	6	9	12	15	18	21	24	26	29	34.0
39.0	3	6	6	11	14	17	19	22	25	28	36.0
38.0	3	5	8	11	13	16	18	21	24	26	38.0
40.4	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25	40.0
45.9	2	4	7	9	11	13	16	18	20	22	45.0
50.0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	50.0
55.0	2	4	5	7	9	11	13	14	16	18	55.0
60.0	2	3	5	7	8	10	12	13	15	17	60.0
70.0	1	3	4	6	7	9	10	11	13	14	70.0

今假定水平距離爲 $D$ ，垂直距離爲 $H$ ，若其傾斜爲 $\frac{H}{D}$ ，則 $\frac{H}{D} = \frac{n}{100}$ ，即 $D = \frac{100}{n} H$ 。今以 $H$ 爲由測站至等高線之比高而代入 $1, 2, \dots, 10$ 等數值。又將 $H$ 代入於傾斜分畫由數 $1$ 至 $70$ 間之適當數值，則可以求得 $D$ 之種種數值。第十表即其一例。本表所示數字爲無名數，無論尺寸或米，均可適用。上段橫列之 $1, 2, \dots, 10$ 爲式中之 $H$ 。左右兩邊縱行之 $1.0, 2.0, \dots, 70.0$ 共四十段爲傾斜分畫數之引數。但小數以下數值則從省略。又 $n = 30.0$ 以上之傾斜，其 $D$ 之變化殊少，故可斟酌省略之。至數之計算，在小數以下採用四捨五入法，計至單位數爲止。

由上述餘切表之作法，略可明瞭其用法。今唯舉一例以說明之。

測站高度 $\dots\dots\dots 25.8$ <sup>m</sup>

距測站傾斜 $\dots\dots\dots \frac{9.6}{100}$

試求 $24, 22, 20, \dots$ 之等高位置。

最初等高線爲 $25.8 - 24 = 1.8$ ，但 $h = 1.8$ ， $n = 9.6$ 。查表中無此數字，故須按比例求之。 $H$ 之數在 $1$ 與 $2$ 之間，而 $n$ 則取其最相近之數值，求得

	h	h	d
10.0		1.2	約18
			10,20

其次從  $n=4.0$  查得  $d$  約等於  $10.5$  故  $n=118.5$  此數字可無大差誤。總而言之，因縮尺之大小不同，其距離亦有精粗之別。唯所求目的在表示之於圖上，固無需極度之精密，亦無能表示絕對之精密也。

以上所述之目的在標示等高線通過地勢線之根部，不限於全藉上舉之方法，有時亦可應用目測。若地勢線甚短，傾斜急峻，則或僅決定其兩端附近之曲線通過點而等分爲與通過點數相同之段數，或目測其全部而加適當之描繪。天然地形之傾斜無論如何整齊劃一，亦難免多少之緩急，唯據大量觀察稱爲整齊而已。故雖加以極精密之測繪，但以之與實際地貌相比較時，又覺其多出於人工的描繪，仍不免稍加訂正。故知縮尺較小之地圖，儘可擴大其目測描繪之範圍。

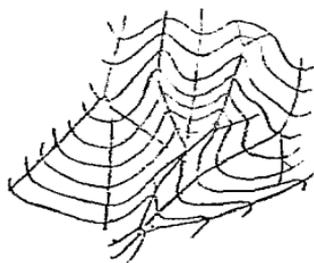
水平曲線之根部及其連結

若在地勢線上求得等高線之通過點，即可在該點描繪水平曲線之根部，如第四十三圖甲所

第四十三圖



甲



乙

示，先詳察地勢線稜角之銳鈍而測曲線之曲率，由是描成稍長之分畫線，是即「水平曲線之根部」。至連結諸凸部或諸凹部之根部可用與直線相近似之線。

又水平曲線根部之連結，則如同圖之乙圖所示，連結相鄰地勢線上之同數值的水平曲線即可。但當連結此等曲線時，必須與實際地貌相對照，決不能在技術室中任意偽造也。其方法先描上部（高處）之一二條，及下部（低處）之一條，而決定其大體容積。其次則連結主要的凸斜面及凹

部而作成地貌。最後修正其小凹凸，使與實際地形相符合即可。

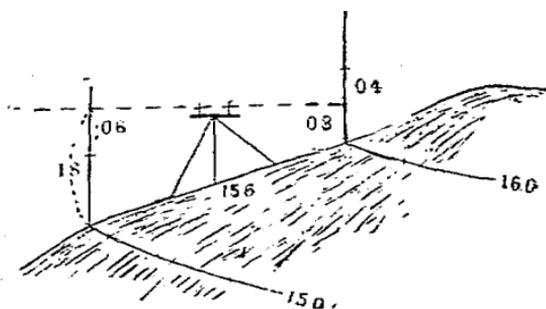
前述水平曲線之兩根部間可用類似直線之線段連結之。蓋地貌乃由多數平面相叢合而成，略可假定其間之稜爲鈍滑的線段。但此等稜之實際形狀爲類似圓筒或圓錐之曲面，並且略可認爲平面之斜坡面，究其實仍爲近似平面之曲面。又凹稜與凸稜交互排列，故凹稜爲一圓錐之內面，凸稜爲相鄰一圓錐之外面，而斜坡則爲兩者之接合部。故水平曲線呈波狀，而其中間有複曲點。此複曲點位置存在於斜坡最急峻之部分。連結此等複曲點之線下接凹線，上達山巔。因普通水平曲線之凹稜在其下部，曲率最大，漸達上部則漸小。凸稜之狀態適相反。故知水平曲線根部之連結並不能用直線，而應描繪複曲線。若不考究複曲點之位置加以熟巧的描繪，則不能表現實際之地貌。

#### 水平曲線之直接測定法

直接在地面測定等高線之路線而描繪成圖，謂之直接測定法。此時應用照準儀之水平視測法。

既知測站之高度可以決定水平視測面之高度，由是計算所求水平曲線數值距視測面上或

距覘測面下之高度。在標尺上附記目標，並令助手移動標尺，求出相連續之高度一致點，是即表現於地面之水平曲線位置。例如第四十四圖測點高度為 15.6，機械高度為 1.2，覘測面高度為 16.8。今假定所求水平曲線為 15.0 之高度，則在標尺  $16.8 - 15.0 = 1.8$  之處附誌目標而移動標尺，令目標達到與水平覘測面一致，然後應用射出法在圖上決定其位置。按此順序，可在圖上決定一系列之點而連結之。同樣，可以決定 16.0 之水平曲線，即由  $16.8 - 16.0 = 0.8$ ，在較前者低一米之下面附誌目標，再應用同樣之方法，遂決定 16.0 之水平曲線。但尙可作更簡易之計算法，即將機械常置於一定之高處，例如安置於之  $1.2$  高度，在標尺上亦假定此點為零而在其上部或下部附誌尺度。此時測板上機械覘孔之高度可視作地面之高度。若求 15.0 之水平曲線



第四十四圖

可按 $15.6 - 15.0 = 0.6$ 數值而覘測其上面若爲 $16.0$ 之水平曲線，則由 $15.6 - 16.0 = -0.4$ 之數值而覘測其下面，遂可決定 $16.0$ 之水平曲線。

若所測地點距測站過遠，則所測距離常有誤差，故須移測站位置就近測量之。若沿所測之水平曲線路徑，移動測站，則標尺目標之附記比較簡便，若分別測量相隣測站之高度，雖屬同一水平曲線，亦須檢查其是否與前測站所求得水平曲線末端之點相一致。縱令其高度計算與前測站有連絡，仍須加以檢查。若有差誤，有時可採取其平均數也。又持標尺之助手須注意安插標尺之地面有無小凹凸，其與綜合地貌不能一致之土穴或小丘，務須迴避，免致引起不正確之結果。

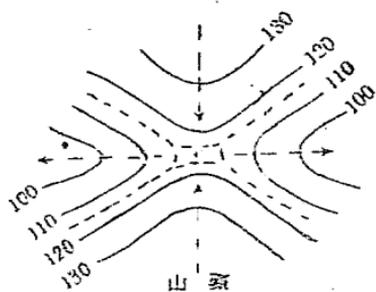
直接測定法最適於大尺度之地形測量，因其能精密決定地貌圖也。又在傾斜徐緩且極不規則而地勢線又不明瞭之地方，僅用餘切尺或餘切表實難完全描繪等高線之路線，尤須應用直接測定法，由是容易連絡凹線及決定凸線。又當決定山頂之閉塞曲線，測算山頂面積或表示鞍部形狀及谷會合點之浸蝕狀態，又或決定谷兩岸之高度差異及谷底面積等，均以直接測定法爲便利。

### 表現地貌之順序

測量地貌之順序既如上所述，須先審察該地方之一般地勢，即須詳察其地形及其所以構成地貌之自然地理的定律，然後着手測量。例如常測量山地時，須先通過山脊或溪谷，熟察山脊之連絡、分岐及溪谷之集合狀態，然後着手測量。若以高原、平原為對象，則事先須踏查凹地或丘陵脈以決定凹地之方向、形狀及凸稜之連絡等。

(a) 山脊 (ridge) 表現山脊地貌，須從最高之主要山脊開始，逐漸及其支脊及支脈。先在主脊之山巔 (top) 求一補點而計算其高度。若山頂面積寬廣，可用直接測定法或間接測定法，描成山頂之等高線，然後決定凸線之方向及凹線之起源。若山頂狹窄，可立即決定凸線及凹線，並藉間接測定法描繪曲線之根部。其次移至山頸 (或稱鞍部 Col or saddle) 用單道線或截斷法決定其位置、高度，而檢查既決定之凸線上等高線根部，然後決定第二凸線。同樣描繪等高線之根部，鞍部因其兩邊有凹線此等凹線，若既決定，即可描繪其等高線之根部。如上所述，雖係沿主脊進行測量，但所測繪範圍須盡量擴張，至於兩斜坡之下方，以備測繪河谷時可互相配合，而得詳檢其相接合之部分也。

山巔或山頂（第四十五圖之a）一般以傾斜較徐緩之斜面頂與斜坡相連接在圖上表現為略似環狀之曲線，其形狀則追隨主脊之方向及由是分岐之支脊方向。又山巔常直接分岐支脊，同時又為溪谷起源之凹線出發點。凡山巔愈高，則其所分岐之支脈亦愈大，且為大河流之起源。故



第四十五圖

當測繪山巔之工作完畢後，不可立即沿主脊方向前進，並須向各支脊測繪，以擴張其圖幅，俾日後

整理全部繪圖作業時有所參證而利進行也。非然者，則日後不免重登最高山頂從事複查，在時間與勞力上均極不經濟也。

當測繪山巔時，最須注意者即為山巔與山腹相交處之傾斜變換點也。此項傾斜變換點距離繞山巔之曲線間隔須稍擴大，而逐漸與間隔較小之山側曲線相接續。若水平曲線之等距離甚大，不能表示山巔之實況，則須加繪間曲線或助曲線以表示其形狀。

山頸(第四十五圖。)即山巔間之山隘(Saddle)，其規模大者古稱為山關，即山脊之凹部，形成稍廣平之地面或緩傾斜面。若以一邊之山巔為標準，則山頸之表現乃一方面為山脊之凸線，另一方面則為凹線，即以兩個相對向的凸部水平曲線表示之。山頸或稱鞍部，一般該地面有四個隅角，但有時且具六個或八個隅角。此等皆屬地貌之變態。

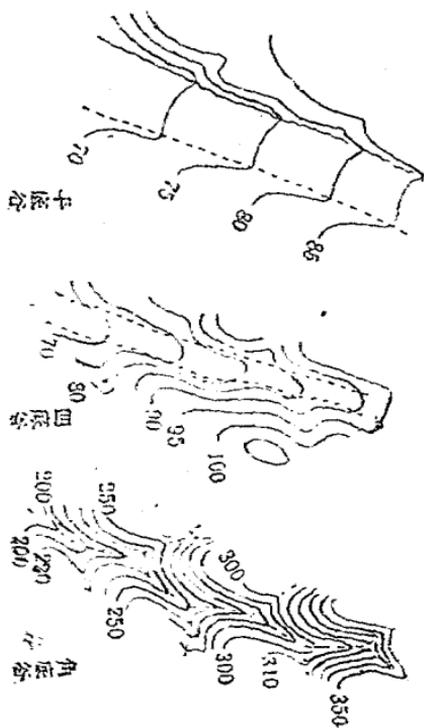
若為位於山脊傾斜處之山頸，以凹線相斜對為常態，連絡兩凹線之線或為彎線，或為複曲線。若為後者，其複曲點位於鞍部。

溪谷之起源本在最高處，表現為凹線之起源則作侵入鞍部之尖銳凹彎形。

山級 (Coupe) 如第四十五圖 所示，即所謂山頂之臀部，向山頂方面表示凹形之緩傾斜而與之相連接。向山麓方面則表示凸形之階段狀急斜面，乃山頸與山巔未分離之初期地形，故其水平曲線亦相類似，所差者唯兩凹線之凹陷程度不大耳。山級實為地形之主要部分，若在該處設置圖根點實為最優良之目標。在測量上至為便利。就中以突出海中之海岬頂部具有多數之山級，便於展望。位於海岸根部之小山級為表現地貌時絕對不可忽視之要點。若遺漏此小山級，則所作水平曲線將與實際之地貌不符也。

(b) 溪谷 (Valley) 山級及山端之測繪完成後，再以山級及山端為補點或圖根點，測量溪谷，故須從主谷稍寬廣之部分開始，例如在溪谷口稍寬闊之處設立測站，藉射出法以決定山脚，並繪山側之等高線，再按單道線法上溯谷部，以谷會為測站，測量支谷方面及傾斜，並描繪等高線。由是逐漸沿谷上升，以繪描谷底及谷側之地貌。達至上流則藉山級或其他斜面上之既知點施行後方交會法以檢驗單道線之閉塞點。若不能在溪谷內求閉塞點，則必須上升至山脊上以檢驗其作業。但有時山脊過高，傾斜峻急，無法在該處求出完全之閉塞點。故當測量山脊之時，即須顧慮及此。

預先講求容易結束測量之手段，以備檢查谷底之測量也。又常測量主谷時，須盡量決定支谷之尖端。若支谷尖端之地勢較低，可上升該處試求單道線之閉塞點。同樣，由河谷相會之補點出發向內進，以決定凹線並描繪山側形勢。



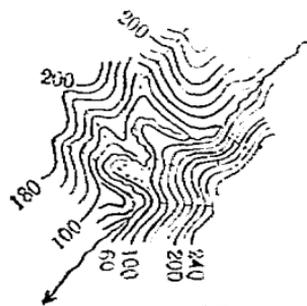
第四十六圖

谷底之形狀有三種如第四十六圖所示，兩面高山相逼，岩石裸露，作急傾斜者是爲「V」字形谷，

或稱角底谷。因其曲線略呈  $\angle$  字形，故描成間線而測其傾斜，即能作成地貌圖。其次為 C 字形谷，兩面山坡之傾斜稍緩，谷幅亦稍寬，是即常見之溪谷也。第三種為平底谷，兩岸傾斜極緩，谷幅亦甚廣。當測量河谷時須注意其谷底為屬於何種類也。

河谷相會之點簡稱之為谷會。一般兩條以上之河谷，其間夾有斜降之山脊，以銳角相會。在谷會以下之河流方向大都改變為合流線之方向。若主谷甚大，傾斜亦緩，且水量極多，但支谷較小，傾斜峻急，兩者略互作直角而相會者，則主谷流水並不變更其方向，谷會與山脊之山巔同樣，為最重要之地點，須利用之為測站以測繪地貌，縱令其為極小之谷會，亦須盡量應用前方交會法以求其位置而誌之於圖上。

山嘴 中間夾有溪谷之雙面山脊若略沿直線方向下奔，則其間之溪谷亦應以近似直線之方向下流，但有時此項溪谷有忽以極急之角度轉變其流向者。因在山脊高處不能明辨，故常不加注意，而誤繪河谷之方向。此乃忽略地形上所常見之山



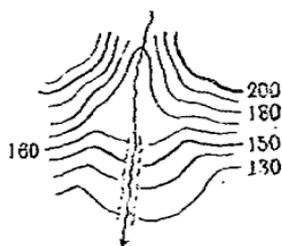
第四十七圖

嘴所引起之誤測也。若能正確決定谷會要部，則可預防此種錯誤。今若置測站於山嘴之尖端，則更能收效。（第四十七圖）

谷口 溪谷達到平原之處，或其與主谷相交會之處，又或其達到海岸之處，統稱谷口。河谷普通在谷口改變其傾斜。急傾斜之溪谷突然流入平原者常在谷口構成扇形地貌。扇形地形成一圓錐面。若谷口狹小，谷底傾斜峻急，則其圓錐面亦愈顯著。其流水或浸透地中，或侵蝕側面之山脚，又或開鑿扇形地之凸部而逐漸破壞其原形。當測繪此部分之地貌時，或在最高曲線上，或在其頂點，設置測站，應用射出法，即可。

谷底傾斜在上流部分最急，漸趨至下流則漸變和緩。但有局部

的地方其下流傾斜較上流為急者。例如兩面高山相迫，流水沖開岩石之處，是謂谷喉。在谷喉上流常見土地平曠廬舍儼然之部落，表示緩傾斜地勢。至在谷喉附近則有奔流激湍，河底之傾斜甚急。大都屬風景佳麗之境。有時支谷傾斜反較主谷為和緩者，又因硬岩質與斷層等之關係，其傾斜錯



第四十八圖

雜，緩急不一而呈階段狀，是即谷級。當描繪溪谷之等高線時，極必要之地形也。

山腹 此由山脊言之，即山側也。由溪谷言之，則谷壁也。若山脊與溪谷之比高不大，且傾斜整齊而無變化，則當表現山脊與溪谷時，山腹亦隨之表現。但一般山脊與溪谷之比高甚大，地勢線複雜多歧，傾斜又隨處變化不一，故須在山腹中間，或設置測站，或利用前方交會法以決定若干之主要部分，加以測繪，俾能連絡山脊及溪谷之地貌。更詳言之，若山腹之傾斜緩慢，且不規則，則須設測站，描製連絡山脊與溪谷之地形圖。反之，若山腹之傾斜峻急，其間森林繁茂不易通過，則須在相對之山脊或其中間點，利用前方交會法以決定諸重要點，描繪成圖。深山大澤之山腹多用此方法以表現地貌，不獨作業迅速，而且所求結果亦相當正確。但此時須注意者，即勿令距離過遠，並在正對面之點稍作仰測最爲便利。因俯測常有遺漏重要部分之虞，而仰測則能明察其主要部分也。又關於凹線，若係正對則失之淺；若係斜視，則失之深。又正迎日光則失之淺；斜受日光則失之深。關於凸線亦有同樣之現象。凡此等微細之點，均須加以注意而酌斟損益之也。

山腹之一般形狀與谷底之形狀有密切之關係。溪谷作 V 字形者，屬壯年期山地，其兩邊山腹

之斜面與谷底相交會於一線，是爲谷底線。若一邊爲凸線，則另一邊必爲凹線，縱令上部有互以凸線相對之傾向，但達到谷底必一凸一凹，略作互相平行之曲線。如第四十六圖所示，角底谷之凹線略呈電光狀。若爲平底谷乃既過壯年期，將進入老年期之地形也。其山脚大都受充分之侵蝕作用，多表示與壯年期谷底相反之形狀，卽凸線與凸線相對，凹稜與凹稜相向。凹底谷之形狀適位於兩者之間，而無一定，故在谷間或有寬廣之谷會，或有狹窄之谷喉。

山腹形狀與山脊形狀亦有密切之關係。若山脊之傾斜整齊，且相連續，則該處山腹無巨大之凹線或凸線。在山脊方向轉變之處，其外角有凸稜，其內角則爲凹線之起源。又在山脊傾斜轉變之處，其山巔必有二個乃至四個凸線，在山頸部則形成凹線。

吾人若觀察山腹形狀，亦能推想山脊之形狀。若山腹爲峻急之凸斜面，且無巨大之凹凸線，則山頂必寬，多形成緩斜面之高原地形。反之，若山腹多凸線及凹線，且傾斜急峻，則山脊必曲折無定，多具凹凸。

藉上述方法固可以表現山腹之地貌。但測繪者必須有一定之作業步驟，毋爲複雜地貌所眩

惑而亂其視覺，須先選擇重要之地勢線，描成綜合的地形，檢驗其確與實際地形相符合之後，再補足其微細之地貌，斯可矣。否則徒費時間，空耗勞力，而作成不切實際之地形圖。測量之縮尺愈小，則更須注重綜合的地貌，若不能斟酌損益，其測繪作業終將陷於功虧一簣也。

豪雨崩地及河谷多存在於傾斜徐緩，土質脆弱之長形山腹之地方。此等小地形之兩邊斜面極為峻急，有時其深度亦甚大。但此等小地形與綜合地形無關係，僅視作一地物而描繪之。河谷實為小溪谷之初期地形，存在於山腹寬廣之處，或高原之斜面上，最初為天然的崩潰，其後逐漸受人工的開掘，遂成河谷。其外觀有極似凹線者，究其實僅為山腹之裂開，對於綜合地形全無影響。故須俟附近地貌之測繪完畢後，始測繪河谷之邊部及凹部，僅就該部分修正其等高線而已。

高原地貌之測繪從高原之邊頂開始。此項測量與山脊之測量

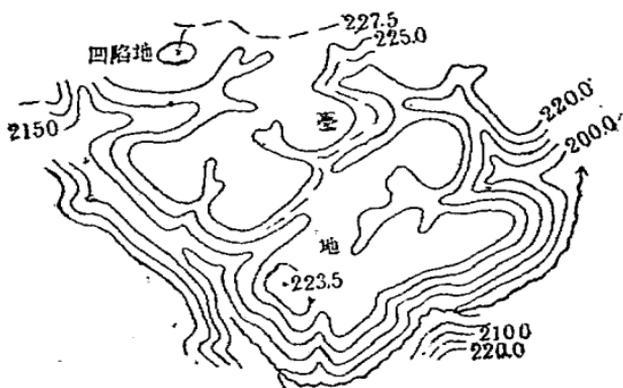
相同，先決定山腹及其上面之等高線。一般以單道線或截斷法為最有利。若其上面受溪谷之區測



第四十九圖

則須就各部分逐一決定之。若既測量高原之周圍，則其上面全部及凹凸線所存在部分亦能明瞭。若既決定存在於山腹之凸稜凹稜及洞谷等之上部，其次及於溪谷而測量山腹下部（即平原緣邊及溪谷）其測繪作業遂告竣事。（第五十圖）

若高原為河岸段丘（River terrace），其一邊與山麓線相連接，則其相交會之稜亦為傾斜變換線。故須決定此山麓線。令等高線間隔愈趨向山岳則愈密。又高原之一邊若以綫傾斜變為低地之起伏地，則其境界有頗難明辨者。但在地形圖上須明示其為高原地帶，故必求出其傾斜變換線，並插入間曲線或助曲線而表現之於圖面也。



第五十圖

高原或比高甚小，其表面不適於展望；或其表面積過寬，則以從溪谷開始測量為便利。此時測繪法與表現溪谷地貌者相同，從谷口開始，漸次前進而達至谷源，同時上溯支谷，達到高原表面，遂可以決定高原之全貌。有時高原之測量須按此種方法先着手也。即先決定溪谷之進入、分歧、及方向等。其次審察高原之全貌。最後，描繪其表面之起伏。高原之作圖遂告完成。

**段丘** 溪谷有橫斷高原者，在其兩邊構成段丘，其中有高度略與高原相等者，是謂河岸段丘。此種段丘有由數段構成者。其各個堆積層表面，中間以溪谷相隔，高度實相等也。段丘之測繪與河谷之例相同。

總而言之，高原實為地形之重要部分，縱令其面積狹小，但為地形圖所不可缺少之目標，故須設補點，施行精密之測量也。

又高原表面亦非絕對平坦，常多小起伏。其地形雖相類似，但因其地質及成因不同，究其全貌固有差別也。例如位於山麓之高原愈趨近山岳則愈高。又如與山脊相接之高原，因受山脊地勢線之餘波，故在其表面多小起伏之丘陵。其與丘陵地相接之高原表面亦多與丘陵脈平行之起伏。又

在高原表面，常有凹陷地，濕地或雨水所滲浸之盲谷，尤以石灰岩地方之高原爲然。在北方積雪極多之地，亦常發見此類高原。其凹陷地之深者可爲等高線之閉塞點，在圖面上附記箭符，以區別凸部之等高線。

平原地貌之測繪本可直接測定法爲最理想的方法。但有時亦不能純用此項直接測定法。一般多先從平原緣邊開始測量。平原緣邊或與高地相接壤或與海面相連絡。

平原與高地相接續部分爲高地之根部，亦卽平原之境界。換言之，卽平原之測量須沿傾斜變換線開始也。唯平原之界線非必明瞭，若僅加以概略之測繪，恐難繪成平原之全貌。又平原與海岸相接之部分與海岸線有密切之關係，若能決定海濱之彎曲部及川河之出口，則容易辨識平原之全貌。

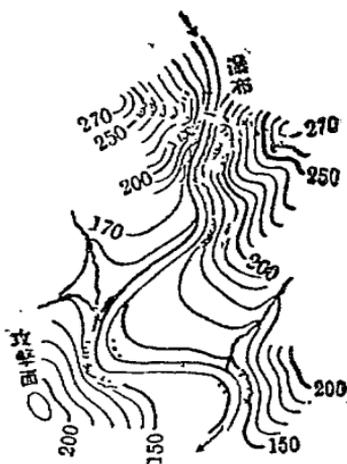
海岸平原有砂丘，亦有三角洲 (delta) 砂丘略與海岸線平行成列，能侵入內地而形成固定的小丘陵，在其上部，草木繁殖。此等固定砂丘雖可藉水平曲線表示之，若係移動性之小砂丘，縱令其高聳地面，亦不宜採用水平曲線，而以砂點表示之爲適當。故以疎粗砂點表示向海之緩斜面，以

細密砂點表示向陸之急斜面，即藉砂點之濃淡表示砂丘或三角洲之形狀及大小。普通砂丘向海方面作緩斜面，向陸方面作急斜面。但有因風之方向及地形關係而取相反之形狀，有與海岸斜交者。當測量此等地形時，須描繪其實際之形狀。因其變化多端，實可無須多長時間及精力為之作精密之測繪也。河口之扇狀沙洲大部高度甚小，面積甚狹，最普通亦以砂點表示之。沙洲面外海者，常受波濤作用而變為砂嘴。此等地域之地形亦因其變化無定，同樣無須為之多耗時間及勞力加以測繪也。

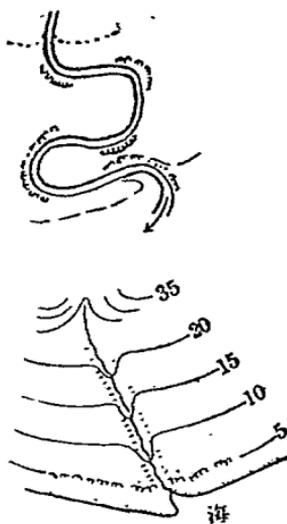
平原地勢大體平坦，但亦多時作波狀之丘陵地者，有時且區分為多數之窪地，其表面狀態略如高原項中所述，亦有受流水之浸蝕而形成丘陵脈者。解析平原 (dissected plain) 即其一例。若有川河通過平原，則沿此川河以測繪地貌，至為便利，由是容易決定平原之全貌。

川河 川河一般以蜿蜒的蛇行狀為常態。若河床之傾斜低緩，則迂回之程度益大。河岸呈直線狀之部分，其流水略通過河床之中央，與兩岸地形相類似。但在河流之彎曲部，其一河岸呈凹形，其對岸則呈凸形，前者較後者為高，其傾斜亦較急，構成斷崖，岩石裸露，表示類岩地形。至於後者，傾

斜徐緩，其土砂堆積有漸次向河心發展之傾向。瀑布多在谷喉部，一般有所謂造瀑岩之岩層或岩脈，流水至此受露岩之反擊，作成急湍或奔流，其規模大者亦須描繪之於地形圖中也。以海岸或平



第五十一圖甲



第五十一圖乙

原為流域之川河，其河床有時較兩岸平原為高，故常利用扇狀地之土砂築成堤防，以防阻河水之氾濫。故其水平曲線有從兩岸平原反向下流地方表示凸線形者。（第五十一圖）

森林地帶之測繪 在現代，一般多應用航空攝影測量以表現森林地帶之地貌，故無若何之

困難，可無庸再爲贅述。至普通測量法至今日既成陳跡，僅具有歷史的意義而已。茲略述之如下。

應用三角測量以測繪森林地帶，已屬非易。然當測量時尙可採伐森林，以展望遠方，仍比較簡單。至應用多角道線法，縱能決定基準點，但欲在測板上應用圖解三角法，設置圖根點，既極困難。今更欲決定補點，或測站則非尋常方法所能達到目的矣。此時須用測板施行圖根測量，同時由基準點應用前方交會法以決定多數之圖根點。先實地踏查森林地帶，利用山頂或山級上之高樹等爲目標，縱屬斜測，舉凡可以爲目標之地點，悉附插旗標，並施行前方交會法，以決定圖根點。若用前方交會法仍不能決定圖根點之時，可攀登樹梢，在樹上設置測站，應用側方交會法或後方交會法以決定之。從此圖根點更照準所設置之各旗標作最後之決定。在樹上設置測站雖屬困難作業，然實爲極有效之方法。由此測站再向可作補點之地物，例如向巖、枯木、喬木等，描繪方向線，同時盡量測繪測站附近之地貌。若在樹上之測站仍未能求得三方向以上之正規交會點，假定僅能展望兩個方向，亦須漸時決定該點，從事於周圍之測量及繪圖，然後再從另一地點檢驗其是否與三方向相交會之點相符。施行此項異例之方法，蓋非得已也。

在高原、平原或丘陵地等起伏不顯著之森林地面之圖根雖能在其內部求得若干之交會點，但仍須應用綫線法以增加補點。因此，從森林地周圍沿各方面之道路、小徑或溪谷開設道線，同時描繪其地貌，必須不惜多次之跋涉以求達到至詳盡之測繪。由是再探究森林內之地貌，並選擇樹木稀疏之部分，開設綫線。若發見有較高之地點即採伐其林木而利用之為測站，以結束道線，即以之為道線之閉塞點。

上述方法雖未能稱為完全，但既求得圖根，其次即為地貌之表現也。若在山地則以能在森林中發見空地為最有利。縱令所發見之空地極為狹小，或為斜坡，均可利用後方交會法決定之為測站。在能展望之範圍內，施行照準，描繪方向線。此時利用喬木、枯樹或露岩為目標，至為便利，其後描繪測站附近之地貌。若在溪谷中發見空地，可立即測量谷底及山腹之傾斜，並利用餘切法插入水平曲線。若在山腹中能發見空地為測站，則須極度利用水平視測法。在凸線上固無論矣，即在山腹中，亦須目測等高線之地點，俾便於描繪等高線也。在丘陵地、高原或平原之森林地域，樹上測站雖便於決定圖根，但僅能觀察地貌之大勢，至若繪製地形，仍須不惜跋涉從事實際踏查，始可確定回

線之連絡及分岐，而凸線亦不致陷於高低失宜之謬誤也。

無論任何地形之森林地帶，若地勢線之連絡能得其正確，則其位置稍有偏倚，亦無可如何。總之，此項測量實以地貌連絡之正確爲主要目的，即在描成地貌圖之後，無論從任何遠方，仍須求取能盡量展望之地點加以照準及檢驗，以修正其誤差。能達到此點，森林地帶之測量可稱圓滿矣。若應用攝影測量，求得基礎圖後，再加以上述之補測及修正，必能製成完全之地形圖也。

## 第七章 製圖

製圖 地形圖固需要精密，同時亦需要明晰。故地形圖以正確性爲其最主要之條件。但地表之地形複雜，地物繁瑣，若欲一一爲之描繪，則地形圖必有不明晰之處，即欲求其詳，反失其正確性也。故應縮尺之大小，須加以適度之取捨，其重要部分須加以明瞭之表現者，固可擴大其點或線。但其非必要者，儘可省略。縮尺愈小，則材料之取捨程度亦愈大。爲達到明晰的地形圖之繪製，故製圖技能必須講求。縱令測量極其精密，若製圖之技能過低，將製成不明晰之地形圖而不切於實用。若製圖之技術高強，必能達到地形圖之精密與明晰，兩無矛盾。

當測量及繪製地圖時，取捨程度最爲重要。但當實際作業時，有頗難決定者。同一地物，因地域不同而或取或捨。例如小建築物在都市地圖中儘可從省，但在曠野或山地中，則有留作標識之必要。道路輻輳之區，小徑可以從略，若在深山曠野，道路稀少之地域，則小徑實爲重要之方向線，縱令

其爲羊腸小道，亦須表示之也。

在地形圖上，或爲都市附近或爲既開發地域，又或爲丘陵地方，必須加以精密之表現；但其間亦有程度之差。至若深山幽谷，人跡罕至之地，則頗難加以詳細之描繪。兼之在實用上固不要求其精細。此中程度，當測量時，須加以適宜之取捨。故知五分之一乃至一萬分之一之地形圖比較容易製繪。至若二萬五千分之一乃至五萬分之一之地形圖，其取捨程度反難決定也。

#### 鉛筆之描繪

測量爲野外作業，可用鉛筆先作假設的描繪。就於地物輪廓，等高線根部及其連結等，須用最上等之堅硬鉛筆輕加描繪。回至製圖室中，始用另一種較柔之鉛筆作正式的描繪。其有誤差者即於此時訂正之。

當在野外作假設的描繪時，就於地物、地貌之位置、種類、形狀等均須應測量程度作極正確之表現。照準之方向線及其他補助線僅擇其足以決定地物者加以描繪，其他不必要之線形須絕對避免。其既描繪之各種重要線段必須留意保存，以爲正式描繪時之準據。

地物之未決定者，所描鉛筆線尤須輕淡，僅限于能明辨之程度，保存至決定之後，以備檢驗時

之用。位置既決定，且經檢驗之後，即可施以確實之描繪。又射出法，單交會法，單道線等所用方向線，在一切地貌決定之後，即須取消者，故僅就必要部分加以輕淡的描繪。至若家屋之邊線或道路之兩邊，不爲圖中應有之線，故可加以稍強烈的描畫。

在製圖室中之正式描繪，須注意線之粗細及種類，務描繪至與墨描 (inking) 時相符合，否則恐多疑惑不明之點，而貽差誤之結果也。又正式描繪與假設描繪之期間相距不宜太遠，因製圖者須在尙能記憶實物情狀期內，方能繪成正確之地形圖。若製圖者既遺忘野外之實物情狀，而假設描繪之鉛筆痕跡又既消失，勢必重赴野外，作重複之實際調查，費力耗時，無過於此。特別爲都市附近地物繁多之地域，必隨野外測量從速作正式的繪製，不必待至全部野外作業完畢之後也。

正式之繪製雖應在假設描繪後從速舉行。但若未檢驗測量結果認爲正確之前，切不可倉猝從事。卽未經檢查，未加訂正之草圖，未能加以正式的描繪。水平曲線之假設描繪與正式繪製雖有同等之價值，但在未確定之前，仍須加以若干之修訂。其與土地全貌不相符合者亦有需要訂正者，尤以緩傾斜地爲然。

以上所述爲假設描繪與正式繪製之順序。但亦有地物及小地形無需假設描繪，可直接加以正式繪製者。又有在假設描繪之後，即可施墨描者。例如樹木，堆土，巖，崩土等之變地形及川河，海岸線，巍崖等，若既確定其位置，可立即在野外作正式之繪製，較爲正確，無須經過假設描繪之階段也。

文字及數字之附註 凡地圖均須註入說明文字。至地形圖則在附註文字之外，尙須加註數字以表示山高，水深等之等高線數值。

文字一般通用隸體，而數字則採用阿刺伯數字。至於文字及數字之大小，則應縮尺大小，地形之大小，長短及地物等級等程度而適宜決定之。

高度之記載分爲實際高度（簡稱真高）與比高兩種。一般以海拔高度爲真高。在山巔，山頸，山級，溪谷或道路之要點上描一小點表示其位置，在其側傍附記數字。若爲基準點或圖根點，亦描小點或小三角形，同樣在其側傍附記真高，稱之爲高標。若爲測水面之真高，則不描小點而在數字首尾附加短線，以區別示水深之數字。所謂比高乃距其附近地面之高度或深度，須用別種字體與真

高相區別，附加正負符號或特別符號。

基準點…… $\Delta$ 368.4	凸起……+3.2
真高 } 圖根點……•157.9	比高 } 凹陷……-2.7
水面高……-236.1-	岸高……•4.8

註入文字在野外為暫記性質。當正式繪製時，必須選擇位置，先作成與字體大小相應之矩形，然後在此矩形內作正式之墨書。若為真高，參考筆記或文獻，可立即正式記入。比高，則當測量時，先作假設的註記，然後加以正式之繪製。

附註之位置與地圖之閱讀有密切之關係，須能達到明晰指示之目的，免致誤認為其他地物或地形及複雜，混讀等流弊。

墨描 經正式之鉛筆繪製後，地形圖遂告成立。最後之工作即為墨描。墨描乃沿正式繪製之諸線着墨也。所使用之鋼筆及墨質均須選用最優良者。

墨描完成之後，須擦去正式繪描之鉛筆痕跡。但在着墨之前，須先記入文字、數字及記號。例如都市、村落、山川、平原、森林、建築、山道、鐵道、車站等名稱。其次為標高、比高、水深、岸高等數字。其次為寺院、學校、官署等副符號。其次為家屋、森林、記念碑等小地物。其次為道路、鐵道、電線、川河。又其次為岩石。最後為水平曲線之着墨。若以暈滌線 (hill shading) 表示地貌，則水平曲線不必着墨，而改用暈滌尺繪入黑色或赭黃色之暈滌線。

若着墨有誤，須擦去時，切不可用橡膠塊摩擦，必須用薄銳之刀尖淺刮紙面，然後以毛筆淡塗膠液，以免再着墨時墨汁之擴散。

若須接合兩個測板之圖幅為一張地形圖，則在其接合部預留小間隙，不可着墨，俟全部着墨之後，即連接兩者。最後始將接合部着墨，同時須檢驗接合部附近之諸註記是否適當。

#### 接續部及與隣圖相接合部分之圖樣

兩測板相接續部分之圖樣須能相吻合，且必須與自然形狀及方向保持連絡。但因各測板各自進行作業，縱令其測量極為精確，其間亦難免有微量之差誤，而使兩者不能完全吻合。當進行測

量之前，必須留意及此，俾能減少誤差，及得預先準備當接續時之修正也。

將既完成之測板上，一部分圖樣轉入接續部之測板，一般以接合界線為基準，仍採用此線附近之基準點及圖根點為標準。先用薄透明紙粘繪接合部分之圖樣，然後轉繪之于接續部之測板上。其轉繪方法或用軟鉛筆染附鉛粉于透明紙之裏面，或染附於他種白紙，並將此白紙敷置于透明紙與測板之中間，然後用硬鉛筆尖端從一端開始沿線模繪即可。轉繪竣工後，即抽去透明紙或白紙，再用鉛筆磨正測板上由鉛粉染成之圖樣。此時前一測板之圖樣遂得完全移繪于接續部之測板上，且極為明瞭。當使用此新測板進行測量之時，容易檢驗前後兩者之接合是否正確。此法雖覺繁重，然若不如此，僅藉雙方之自信認為全無差誤，遂令兩者相接合則終難獲取一致之結果。若強為接合，將形成不自然之地形，而道路及鐵路等亦難吻合。其甚者，都市之街道常因不自然之接合，直線形者變為彎曲形，而彎曲部反表示為直線狀。即製成不正確之地形圖也。

接合兩測板之圖幅，雖可應用上述方法加以檢驗，若地形圖區劃為數幅者，則其接合部圖樣之著墨尤須注意，俾印刷之後，兩幅圖仍能前後吻合，方稱為正確之地形圖也。

當接合圖幅時須從先測量之測板，謄寫接合部之圖樣，轉繪之於新測板上。其檢驗測量結果則與前述者相同。若有微小錯誤，可採用中間數值。若錯誤過大，必須改訂或從事重測，務求完全吻合為止。此時決定：先將第二測板之圖樣着墨，並用着墨法精密謄繪接合部之圖樣於透明紙上，作成正確之圖，其次染貼於第一繪板之相當位置，以作參考，然後墨描第一測板之接合部。

若雙方圖幅之縮尺不同，則或加擴大，或令縮小，仍採用同樣之方法以接合之。

地形圖之成立 地形圖之繪製完成，須附以圖名。此時可採用圖幅內之市鎮、山岳或河流之名稱。例如稱爲『青島附近地形圖』或『勞山地形圖』等。若分割爲數幅者則須附編號數，例如『某地方地形圖第一號，第二號』等是也。

其次，縮尺亦須記明。一般在圖幅下方，註明爲若干萬分之一。例如  $\frac{1}{10000}$  之類是也。由縮尺之圖解，閱圖者容易求出圖上之距離。

又其次須附記磁針之方位，或描磁針之形狀，或單描一箭符以示方向。若地形圖由經緯度構成者，則無需磁針之方位，因由子午線，可以明瞭其方向也。



測量時期有時亦有附記之必要。例如在圖欄外適宜之位置，註明『某年某月測量』是也。  
 測量者之姓名一般記載于圖幅之左側下方或適宜之位置。(完)

中華民國三十年五月初版

學術叢書

地形測量一冊

每冊實價國幣一元二角

著者 陳 濬 譯

校閱者 張 資 平

發行者 中日文化協會

南京香鋪營二十一號

南京八條巷十四號

印刷所 現代印刷公司

總經售處 三通書局

經售處 國內各大書局

版權所有  
翻印必究

44

