

IV.B 導線測量範例

[b.1. 作業方法及程序](#)

[b.2. 注意事項](#)

[b.3. 導線測量範例](#)

b.1. 作業方法及程序：

1. 粗略定心定平：

- a.) 從導線選定的第一個導線點開始，先使基座盤面近似水平並以光學對點器移動腳架進行粗略定心(讓地面導線點位出現在對點器範圍內)。
- b.) 調整儀器腳架長度使圓盒水準氣泡居中，再從對點器中檢視地面導線點，確認儀器的定心狀況。
- c.) 若點位已離開對點器範圍，則重複前述步驟(1-a~1-b)，移動儀器腳架；若點位接近對點器中心，則可接續進行精細定心定平的步驟。
- d.) 反覆施行前述步驟至近似定心定平。

注意此階段只引用到調整儀器腳架以及觀看圓盒水準氣泡，並未動到腳螺旋(亦稱踵定螺旋)以及未觀看上盤水準器(水準管)。

2. 精細定心定平：

- a.) 鬆開水平制動螺旋，旋轉全測站使上盤水準器平行任兩個腳螺旋，以兩手拇指及食指同時向內或向外旋轉這兩個腳螺旋，氣泡移動方向與左手拇指移動方向相同。
- b.) 上盤旋轉 90 度，調整另一個腳螺旋直至水準氣泡居中，再將上盤轉回到之前位置(即步驟(2-a))確認有無水平，若氣泡未居中，顯示定平操作不確實，此時應繼續重複上述動作(但可變換所選定的兩個腳螺旋)直至上盤水準器氣泡居中(或在半格誤差內)後再從對點器檢查地面點位對位狀況，並視需要鬆開水準基座(使全測站脫離腳架)，平移全測站至對點器對準地面點位。
- c.) 最後確定從對點器可對準地面點位後，並旋轉全測站檢查各個方向均能看到居中的氣泡。

3. 測角測距步驟：

- a.) 完成上述定心定平步驟後，先量測並記錄儀器高與稜鏡高，以便內業計算時可併同垂直角計算高程(即三角高程方法)，並與水準測量實習中所得的測點高程做比較。
- b.) 開啟電源螢幕上將顯示 V(天頂距)與 HR(水平角)。
- c.) 旋轉望遠鏡瞄準後視稜鏡，固定水平制動螺旋，紀錄畫面上所顯示的水平角度值。
- d.) 調整鏡頭垂直上升至對準稜鏡後，固定垂直制動並調整水平與垂直微動螺旋照準稜鏡中心，確認已對準稜鏡中心且後，切換至測距功能之作業視窗進行測距。
- e.) 鬆開水平與垂直制動螺旋，旋轉望遠鏡對準前視稜鏡，進行前視正鏡觀測，紀錄水平角、水平距。

f.) 鬆開水平與垂直制動螺旋，垂直旋轉望遠鏡 180 度後再水平旋轉 180 度，進行倒鏡觀測前視點，方法同上，進行前視點倒鏡觀測，紀錄水平角、水平距。

g.) 鬆開水平與垂直制動螺旋，順時針水平旋轉望遠鏡進行後視倒鏡觀測，紀錄水平角、水平距。

* 上述觀測順序：正鏡後視、正鏡前視、倒鏡前視、倒鏡後視，稱為一測回。

b.2. 注意事項

1. 全測站應選擇佈設在堅硬之地表上，以防止儀器下陷。觀測時應現場同步即時檢核觀測數據。
2. 測角測距過程耗時並考量到可能的儀器下陷或遭受碰觸，應隨時查驗儀器定心定平狀況並作適當的調正。
3. 擺稜鏡的人員應將標竿尖頭部分對準鐵釘放好並保持水平，且需為方便記錄，稜鏡高可採同一高度。
4. 觀測時需檢查稜鏡中心與地面鐵釘是否在同一垂直線上。
5. 同一測站兩測回觀測結果應相近。紀錄員除了記錄觀測值外，應隨時檢核正倒鏡差值、兩測回的差值有無符合精度規範，並算出正倒鏡平均值及夾角，以便能即時更正錯誤，減少內業計算的作業。

b.3. 導線測量填表範例：

導線測量紀錄表範例下所示：

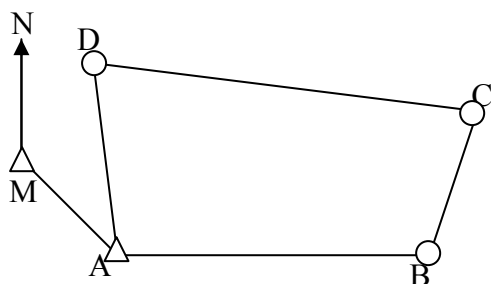
表 1、導線測量(正倒鏡觀測)紀錄表

觀測者：_____

			內外角法							
測站	覘點	鏡位	水平角(° ' ")			距離(m)_水平距				
			觀測值	正倒鏡平均	水平角角度	觀測值	觀測值	觀測值	平均	

閉合導線範例：

閉合導線(MABCD)進行測量，施測順序：A→B→C→D→A(圖一)。以觀測∠MAD 為例，於點 A 上架設全測站，調整儀器為正鏡狀態，以 AM 方向為後視方向，AD 方向為前視方向。依序進行正鏡後視、正鏡前視、倒鏡前視、倒鏡後視之觀測：



圖一、閉合導線

圖例	
○	導線點(擺放全測站)
△	導線點 (測針指點測角&擺放稜鏡測距)

假設已知控制點 M(10.0000,160.0000)，A(100.0000,100.0000)。

正鏡後視距離 MA 為 108.1665m，角度為 0°0'0"；正鏡前視距離 AD 為 104.4660m，角度為 42°52'58"。倒鏡後視距離 MA 為 108.1665m，角度為 180°0'0"；倒鏡前視距離 AD 為 104.4660m，角度為 222°53'0"。填表方式如下：

導線測量記錄表：

			內外角法												
測站	覘點	鏡位	水平角(° ' ")						距離(m)_水平距						
			觀測值			正倒鏡平均			水平角角度			觀測值	觀測值	觀測值	平均
A	M	正	00	00	00	0	0	10	42	52	59	108.1665	108.1665	108.1665	108.1665
		倒	180	00	00							108.1664	108.1665	108.1665	108.1665
	D	正	42	52	58	42	52	59				104.4640	104.4641	104.4639	104.4640
		倒	222	53	00							104.4640	104.4640	104.4640	104.4640

1. 倒鏡讀數-180°後再與正鏡觀測值一起計算平均。
2. 水平角(∠123) = 前視方向正倒鏡平均值-後視方向正倒鏡平均值。
3. 應施測兩測回，兩測回較差不宜過大，須視儀器精度而定!

閉合導線若符合所需規格要求，則角度與邊長須改正，使導線在幾何上完全閉合。閉合導線的內角和幾何條件為 $\Sigma = (n - 2) * 180^\circ$ ，可利用其來檢核閉合差；式中 n 為導線邊個數。

若觀測後數據如下表:

		內外角法			
測站	覘點	水平角(° ' ")			距離(m)_水平距
A	M	42	52	59	108.1665
	D				104.4660
B	A	119	17	02	186.6980
	C				82.3600
C	B	68	07	36	82.3600
	D				244.3300
D	C	74	09	57	244.3300
	A				104.4660
A	D	98	25	41	104.4660
	B				186.6980

計算方式:導線計算根據最小自乘法的原理，一般程序為:

- 決定導線起始方位或方向，並根據幾何條件改正角度或方向
- 計算縱橫距，並改正使其閉合
- 計算導線點的直角坐標
- 平差改正後再計算各邊長及方位

【回 simusurvey 首頁】【回 導線測量首頁】【回目錄】

(1) 此例中角度閉合差為 $\angle ABC + \angle BCD + \angle CDA + \angle DAB - 360^\circ = 16''$ ，因此各觀

測角均改正 $\frac{16''}{4} = 4''$ ，得到各角度分別為：

$$\angle ABC = 119^\circ 16' 58'', \angle BCD = 68^\circ 07' 32'', \angle CDA = 74^\circ 09' 53'', \angle DAB = 98^\circ 25' 37''$$

由初始方位 $\varphi_{MA} = 123^\circ 41' 24''$ ，得到各段方位角為：

$$\varphi_{AB} = \varphi_{MA} \pm 180^\circ + \angle MAD + \angle DAB = 85^\circ 00' 00'',$$

$$\varphi_{BC} = \varphi_{AB} \pm 180^\circ + \angle ABC = 24^\circ 16' 58'',$$

$$\varphi_{CD} = \varphi_{BC} \pm 180^\circ + \angle BCD = 272^\circ 24' 30'',$$

$$\varphi_{DA} = \varphi_{CD} \pm 180^\circ + \angle CDA = 166^\circ 34' 23''$$

$$\varphi_{AB} = \varphi_{DA} \pm 180^\circ + \angle DAB = 85^\circ 00' 00'' (\text{c h e c k !})$$

(2) 計算縱橫距並改正使其閉合

改正縱橫距，使之閉合，以 AB 邊為例：

$$\begin{aligned} \text{AB 邊縱距改正數} &= -(f_y / \text{導線全長}) * \text{AB 邊長} \\ &= -(0.0016 / 617.8540) * 186.6980 = -0.0005 \end{aligned}$$

$$\text{改正後 AB 邊縱距} = 16.2718 + (-0.0005) = 16.2713$$

$$\begin{aligned} \text{AB 邊橫距改正數} &= -(f_x / \text{導線全長}) * \text{AB 邊長} \\ &= -(0.0008 / 617.8540) * 186.6980 = -0.0003 \end{aligned}$$

$$\text{改正後 AB 邊縱距} = 185.9876 + (-0.0003) = 185.9873$$

之後各邊依此方式改正縱橫距！

(3) 縱橫距改正閉合後，計算各測站坐標

$$X_B = X_A + \text{AB 邊橫距}$$

$$Y_B = Y_A + \text{AB 邊縱距}$$

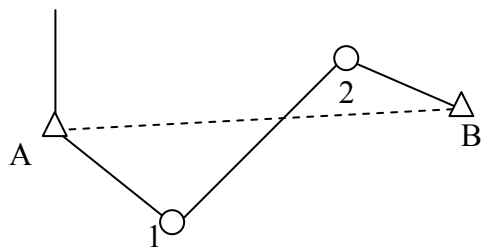
依此方式計算出各測站坐標！

測站	距離 m	方位角			縱橫距		改正後縱橫距		x(m)	y(m)
		度	分	秒						
A					$\Delta x'(m)$	$\Delta y'(m)$	$\Delta x(m)$	$\Delta y(m)$	100.0000	100.0000
	186.6980	85	0	0	185.9876	16.2718	185.9873	16.2713		
B									285.9873	116.2713
	82.3660	24	16	58	33.8698	75.0734	33.8697	75.0732		
C									319.8570	191.3445
	244.3300	272	24	30	-244.1142	10.2670	-244.1145	10.2664		
D									75.7425	201.6109
	104.4660	166	34	23	24.2576	-101.6106	24.2575	-101.6109		
A									100.0000	100.0000
		85	0	0	$f_x=0.0008$	$f_y=0.0016$	$f_x=0$	$f_y=0$		
	$\sum S =$				$f_s=0.0018$					
	617.8540				精度=1/343252					

此例對照原理解說講義表 1-2，符合導線二等精度。

附合導線範例：

附合導線(A12B)進行測量，施測順序：1→2(圖二)。以觀測 $\angle A12$ 為例，於點1上架設全測站，調整儀器為正鏡狀態，以1A方向為後視方向，12方向為前視方向。依序進行正鏡後視、正鏡前視、倒鏡前視、倒鏡後視之觀測：



圖二、附合導線

圖例	
○	導線點(擺放全測站)
△	導線點 (測針指點測角&擺放稜鏡測距)

假設已知控制點 A(1000.000,1000.000)，B(2000.000,1150.000)。

正鏡後視距離 1A 為 447.220m，角度可假設為為 $0^{\circ}0'0''$ ；正鏡前視距離 12 為 565.690m，角度為 $108^{\circ}26'11''$ 。倒鏡後視距離 1A 為 447.220m，角度為 $180^{\circ}0'0''$ ；倒鏡前視距離 12 為 565.690m，角度為 $288^{\circ}26'9''$ 。填表方式如下：

導線測量記錄表：

			內外角法												
測站	覘點	鏡位	水平角($^{\circ}$ ' ")			距離(m)_水平距									
			觀測值	正倒鏡平均		水平角角度	觀測值	觀測值	觀測值	平均					
1	A	正	00	00	00	0	0	10	108	26	10	447.220	447.221	447.219	447.220
		倒	180	00	00							447.220	447.220	447.220	447.220
	2	正	108	26	11	108	26	10				565.689	565.690	565.690	565.690
		倒	288	26	9							565.691	565.690	565.689	565.690

* 需先檢查：同一方向之正倒鏡的角度讀數應相差 $180^{\circ}\pm 10''$ 以內！

1. 倒鏡讀數- 180° 後再與正鏡觀測值一起計算平均
2. 水平角($\angle 123$) = 前視方向正倒鏡平均值-後視方向正倒鏡平均值
3. 應施測兩測回，兩測回較差應小於 $20''$

若觀測後數據如下表：

		內外角法			
測站	覘點	水平角(° ' ")			距離(m)_水平距
1	A	108	26	10	447.220
	2				565.690
2	1	239	02	10	565.690
	B				206.160

(1) 附和導線若未測連接角，可先假設起始邊之方位，推算各邊方位角：

假設在此例中設方位角 $\varphi'_{A1} = 120^\circ 00' 00''$ ，依此推算各邊之方位角：

$$\varphi'_{12} = \varphi'_{A1} \pm 180^\circ + \angle A12 = 48^\circ 26' 10''$$

$$\varphi'_{2B} = \varphi'_{12} \pm 180^\circ + \angle 12B = 107^\circ 28' 20''$$

(2) 先由假設起始方位，推算出各邊的方位角，且暫不改正縱橫距，直接計算出個測站的點位座標，如下表：

測站	距離 m	方位角 φ'			縱橫距		x'(m)	y'(m)
		度	分	秒				
A					$\Delta x'(m)$	$\Delta y'(m)$	1000.000	1000.000
	447.220	120	00	00	387.304	-223.610		
1	565.690	48	26	10	423.259	375.310	1387.304	776.390
2	206.160	107	28	20	196.648	-61.898	1810.563	1151.700
B							2007.211	1089.802
	$\Sigma S =$							
	1219.070							

(4) 計算角度閉合差:

由推估出的 A、B 兩點座標，可反算方位角為:

$$\varphi'_{AB} = \tan^{-1} \frac{x'_B - x'_A}{y'_B - y'_A} = \tan^{-1} \frac{2007.211 - 1000.000}{1089.802 - 1000.000} = 84^\circ 54' 18''$$

又由於 A、B 本為控制點，已有已知座標值，可推算出正確的 AB 邊方位角為:

$$\varphi_{AB} = \tan^{-1} \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} = \tan^{-1} \frac{2000.000 - 1000.000}{1150.000 - 1000.000} = 81^\circ 28' 09''$$

因此角度閉合差為:

$$\delta = \varphi_{AB} - \varphi'_{AB} = 81^\circ 28' 09'' - 84^\circ 54' 18'' = -3^\circ 26' 09''$$

(5) 將角度閉合差加至原先假設之起始邊 A1 之方位角，並改正各邊之方位角:

$$\varphi_{A1} = \varphi'_{A1} + \delta = 116^\circ 33' 51''$$

$$\varphi_{12} = \varphi_{A1} \pm 180^\circ + \angle A12 = 45^\circ 00' 01''$$

$$\varphi_{2B} = \varphi_{12} \pm 180^\circ + \angle 12B = 104^\circ 02' 11''$$

(6) 計算縱橫距並改正使其閉合:

利用改正後方位角以及各邊距離，求得各點點位座標(x'',y'')。由改正後方位角以及距離，得到 B 點點位座標為(2000.018,1150.002)，又 B 點本為已知，座標為(2000.000,1150.000)，因此得到:

$$\text{橫距閉合差}(f_x) = 2000.018 - 2000.000 = 0.018$$

$$\text{縱距閉合差}(f_y) = 1150.002 - 1150.000 = 0.002$$

改正縱橫距，使之閉合，方法同閉合導線!

(5) 縱橫距改正閉合後，計算各測站坐標

$$X_B = X_A + AB\text{邊橫距}$$

$$Y_B = Y_A + AB\text{邊縱距}$$

依此方式計算出各測站坐標!

測站	距離 m	方位角 φ			縱橫距		x''(m)	y''(m)	$\Delta x(m)$	$\Delta y(m)$	x(m)	y(m)
		度	分	秒								
A					$\Delta x''(m)$	$\Delta y''(m)$	1000.000	1000.000			1000.000	1000.000
	447.220	116	33	51	400.009	-199.997			400.002	-199.998		
1							1400.009	800.003			1400.002	800.002
	565.690	45	00	01	400.005	400.001			339.997	400.000		
2							1800.014	1200.004			1799.999	1200.002
	206.160	104	02	11	200.004	-50.002			200.001	-50.002		
B							2000.018	1150.002			2000.000	1150.000
							fx=	fy=				
	$\sum S =$						+0.018m	+0.002m				
	1219.070						fs=0.018m					
							精度=1/67726					

此例對照原理解說講義表 4-2，符合導線三等精度。