

《測量學概要》

一、請說明以全測站儀觀測水平角的定心、定平程序。(25分)

試題評析	本題為經緯儀架設的程序，需有實務操作之經驗方可完整解答。
考點命中	《高點土木測量學講義》第四章角度測量，Page3

解：

(1). 架設三腳架：

- 張開腳架後，架首高度與觀測者胸部同高。
- 定心完成後，腳踏三腳架腳踏使腳架深入地，避免觀測過程因儀器重量使三腳架下沉改變儀器原始架設狀況。
- 於平滑地面架設儀器，應以繩索連結三腳架或釘一正三角形木框固定。
- 於斜坡架設儀器，應架兩架腳於下坡處，另一架腳縮短架於上坡處。

(2). 取置儀器：儀器至於架首鎖上固定螺旋時，底部避免超出三腳架首範圍。

(3). 初步定心：移動腳架，使地面測點精確落於光學對點器視窗中心。

(4). 初步定平：伸縮腳架，使圓盒氣泡居中。

(5). 精確定心：微鬆直立軸固定螺旋，輕移儀器瞄準地面測點。

(6). 精確定平：調整腳螺旋，使水準管氣泡居中，程序如下：

a. 盤面水準管平行某兩腳螺旋，調整該兩腳螺旋使盤面水準管內氣泡居中。

b. 再轉儀器 90° （逆或順），僅調整第三腳螺旋使盤面水準管氣泡居中。

c. 此時盤面水準管氣泡應居中，若否，則重複前二步驟。

d. 順（或逆）轉儀器 180° ，若水準管內氣泡未居中，表示盤面水準器因故已有誤差，需以半半改正法校正（另參儀器校正之半半改正）。

(7). 檢核定心，若地面測點未在光學對點器中心，則重複精確定心及精確定平。

二、請問何謂方向組法？以方向組法觀測水平角有何優點？又若以五測回的方向組法觀測水平角，其第一測回起始邊的方向值設定為 $30^\circ 00' 00''$ ，則第五測回起始邊的方向值應為多少比較合適？請解釋您的答案。(25分)

試題評析	本題為經緯儀水平角度觀測的四種方法（單角法、複測法、方向組法及偏角法）之一。
考點命中	《高點土木測量學講義》第四章角度測量，Page5

解：

- 方向組法為多次且同時觀測多個方向，並且每次均以不同起始角度進行觀測。
- 優點為：可察覺讀數錯誤，減少儀器水平度盤之刻劃誤差。因採用正倒鏡觀測而可消除水平軸及視準軸誤差，後半組逆鐘向觀測而可減少直立軸、螺紋差及因溫度變化所造成之誤差。
- 多次觀測，每次觀測的起始角度差異量計算方式如下：

$$\text{每次變動度數} = \frac{360^\circ}{2(\text{一般經緯儀測微器數目}) \cdot n(\text{測回數})}$$

若以五側回為例，每次變動數量則為 36° 。

第一測回起始角度為 30° ，第五測回起始角度應為 $30+36 \times 4=174^\circ$ （度）

三、GNSS衛星定位系統主要由空間星座部分、地面監控部分和用戶接收部分等三個部分所組成，請說明這三部分的主要功能或作用為何？又衛星訊號中的衛星軌道參數和大氣的電離層延遲改正模式的資訊於前述三個部分之間是如何傳遞？(25分)

試題評析	本題討論衛星定位的基本架構，並且加入衛星訊號傳遞的過程。
考點命中	《高點土木測量學講義》第10章全球定位系統，Page01~Page03

解：

1. 衛星定位系統三大架構之主要功能

(1) 太空部份

- 接收儲存監控站所傳導航訊息
- 接收並執行監控站指令
- 以銫及銣原子鐘提供精密時間標準
- 向用戶發射導航定位訊息
- 依監控站指令修正衛星姿態

(2) 監控系統

- 時間同步
- 預估衛星軌道
- 數據傳輸
- 衛星狀況監測
- 五個監控站：24小時追蹤衛星，計算虛擬距離及都卜勒積分合併氣象資料傳給主控站。
- 一個主控站：計算星曆、時鐘改正量、電離層改正係數，將調度衛星資訊傳給地面天線站。
- 三個地面天線站：每8小時傳衛星改正資訊給衛星。

(3) 使用者部份(接收儀)

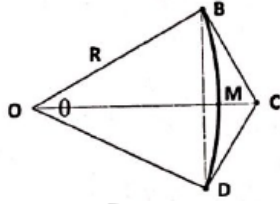
- 接收虛擬距離與相位信號
- 接收衛星座標
- 定位計算

2. 衛星軌道參數和大氣的電離層延遲改正模式如何在前述三部分間傳遞？

依據前述三大部分的功能，可知如下程序：

- (1). 監控站追蹤衛星軌道
- (2). 主控站計算軌道參數、電離層延遲改正模式
- (3). 地面天線站傳送前述資訊給太空中的衛星
- (4). 太空中的衛星將資訊記錄於發射訊號內，由地面使用者接收前述資訊。

四、一條圓弧曲線(示意圖如下)的中點M樁號為 $79^k + 120$ ，起點B的樁號為 $78^k + 765$ ，圓心角 $\angle BOD = \theta = 60^\circ$ 且已知曲線起點B的縱橫坐標為 $(N_B, E_B) = (360.05, 255.18)$ (單位:公尺)，方位角 BD 為 50° ，試求該圓弧曲線的半徑 R 、切線長 BC 、方位角 BC ，以及曲線終點D的縱橫坐標 (N_D, E_D) 和兩切線交點C的縱橫坐標 (N_C, E_C) 。(註:角度計算至秒，長度計算至公分，秒或公分以下四捨五入)(25分)



試題評析 本題為基本的單曲線計算，另搭配方位角與距離計算單曲線主點的坐標。

考點命中 《高點土木測量學講義》第09章路線測量，Page-04

解：

圓弧曲線起點B至中點M之樁號差距，即為半個圓弧曲線長度。

因此整段圓弧曲線長度 $S = 2 \times (79120 - 78765) = 710\text{m}$

整段圓弧曲線長度S對應的圓心角為60度。

$$\text{圓心角與弧長S的關係式: } \theta = \frac{S}{2\pi R} \cdot 360^\circ$$

因此可計算圓弧半徑 $R = 678\text{m} \cdots (1)$

$$\text{切線長} BC = R \cdot \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = 678 \cdot \tan\left(\frac{60^\circ}{2}\right) = 397.44\text{m} \cdots (2)$$

方位角BC=方位角BD-∠CBD 其中，方位角BD=50°

另外，△OBD為等腰三角形，可推算底角 $\angle OBD = \frac{180^\circ - 60^\circ}{2} = 60^\circ$ 。

因為，∠OBC必為直角，所以 $\angle CBD = \angle OBC - \angle OBD = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

故，方位角BC=方位角BD-∠CBD=50°-30°=20°。…(3)

曲線中點D、切線交點C之計算，若可取得方位角與距離，則均採用下式計算

$$\left(\begin{array}{l} E_D = E_B + \Delta E_{BD} = E_B + D_{BD} \cdot \sin \phi_{BD} \\ N_D = N_B + \Delta N_{BD} = N_B + D_{BD} \cdot \cos \phi_{BD} \end{array} \right)$$

曲線中點D之計算

方位角BD=50°

$$\text{BD之長度} = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = 678\text{m}$$

B點坐標 $(N_B, E_B) = (360.05, 255.18)$

$$E_D = E_B + \Delta E_{BD} = E_B + D_{BD} \cdot \sin \phi_{BD}$$

$$N_D = N_B + \Delta N_{BD} = N_B + D_{BD} \cdot \cos \phi_{BD}$$

$$E_D = 255.18 + 678 \cdot \sin 50^\circ = 774.56 \cdots (4)$$

$$N_D = 360.05 + 678 \cdot \cos 50^\circ = 795.86$$

切線交點C之計算

方位角BC=20°

$$\text{BC之長度} = R \cdot \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) = 391.4435\text{m}$$

B點坐標(N_B, E_B)=(360.05, 255.18)

$$E_C = E_B + \Delta E_{BC} = E_B + D_{BC} \cdot \sin \phi_{BC}$$

$$N_C = N_B + \Delta N_{BC} = N_B + D_{BC} \cdot \cos \phi_{BC}$$

$$E_C = 255.18 + 391.44 \cdot \sin 20^\circ = 727.89 \quad \dots(5)$$

$$N_C = 360.05 + 391.44 \cdot \cos 20^\circ = 389.06$$

高點