

110 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：土木工程

科 目：平面測量與施工測量

一、水準測量前視及後視點位分別為 A 及 B，B 點高程為 10.015 公尺與其標準（偏）差為 0.003 公尺：

(一)若前視水準標尺中絲讀數為 1.671 公尺，後視水準標尺中絲讀數為 1.455 公尺，則 A 點高程為何？（15 分）

(二)若前述前視及後視標尺讀數之標準（偏）差均為 0.002 公尺，所有誤差不相關，則經由此水準測量所測得之 A 點高程標準（偏）差為多少公釐？（答案有效位數至公釐）（10 分）

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：直接水準測量、誤差傳播定律之應用。重點提要：水準原理。

【命中特區】

書名：土木 測量學

作者：賴明

章節出處：第三章 水準測量 之 五、水準測量之原理及施測方法

【擬答】

已知：後視點位為 B 點，B 點高程 $H_B \pm \sigma_{H_B} = 10.015m \pm 0.003m$

前視點位為 A 點，A 點高程 H_A 待求

(一)計算 A 點高程

前視水準標尺中絲讀數 $=f=1.671\text{ m}$

後視水準標尺中絲讀數 $=b=1.455\text{ m}$

由水準原理：後視點位高程+後視 b =前視點位高程+前視 f

即 $H_B + b = H_A + f$ ， $H_A = H_B + b - f = 10.015 + 1.455 - 1.671 = 9.799m$

A 點高程=9.799 公尺

(二)計算 A 點高程標準差

前視及後視標尺讀數之標準（偏）差均為 0.002 公尺， $\sigma_b = \sigma_f = \pm 0.002m$

$\therefore H_A = H_B + b - f$ ， $\therefore \frac{\partial H_A}{\partial H_B} = \frac{\partial}{\partial H_B}(H_B + b - f) = 1$ ， $\frac{\partial H_A}{\partial b} = \frac{\partial}{\partial b}(H_B + b - f) = 1$

$\frac{\partial H_A}{\partial f} = \frac{\partial}{\partial f}(H_B + b - f) = -1$ ，由誤差傳播定律

$$\sigma_{H_A} = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial H_A}{\partial H_B}\right)^2 \times \sigma_{H_B}^2 + \left(\frac{\partial H_A}{\partial b}\right)^2 \times \sigma_b^2 + \left(\frac{\partial H_A}{\partial f}\right)^2 \times \sigma_f^2} = \pm \sqrt{\sigma_{H_B}^2 + \sigma_b^2 + \sigma_f^2}$$

$$\sigma_{H_A} = \pm \sqrt{0.003^2 + 0.002^2 + 0.002^2} = \pm 0.0041m = \pm 4mm$$

A 點高程標準差=±4 公釐

二、當進行測距任務，所施測兩點間之距離若必須化算至橢球面長度：

(一)其目地為何？（15 分）

(二)以圖示並說明此距離化算之必要元素及程序？（10 分）

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：距離化算、量距改正。重點提要：海平面歸化改正、橢球面。

【命中特區】

書名：土木 測量學

作者：賴明

章節出處：第二章 距離測量 之 四、卷尺長度的檢定與量距的改正

【擬答】

如精度要求在 1/50,000 以上，則必須進行海平面歸化改正作業。

(一)化算至橢球面之目地

所施測兩點間之距離化算至橢球面長度之目地

1. 基準面：在不同高度觀測所得的距離，如能化算至同一個基準面，則資料方具有比較、應用與傳遞的意義。
2. 將不同高度的距離觀測值，化算到位於平均海水面 (Mean Sea Level, M.S.L) 的距離。
3. 在靜止的海平面，平均海水面等同橢球面。實務上，是以大地水準面 (平均海水面) 作為化算的基準面。
4. 理論上，距離應該投影到「參考橢球面」。但因「參考橢球面」與「大地水準面」之差值，也就是「大地起伏 N 」，其值並不大。臺灣地區的大地起伏約為 18 至 28 公尺，與地球半徑 6371 公里相比較，大地起伏是很小的，可以忽略不計的。因而以「大地水準面」作為化算的基準面。

(二)此距離化算之必要元素及程序

1. 距離化算之必要元素

(1) 尺長改正 C_L ：卷尺之改正係數 $= \frac{D-S}{S}$

量距之尺長改正值 = 距離實長 - 量得距離 $= C_L = L \times \frac{D-S}{S}$

(2) 傾斜改正 C_h ：水平距 $= \sqrt{\text{斜距}^2 - \text{高程差}^2}$ 或 水平距 = 斜距 $\times \cos(\text{垂直角})$

$$C_h = \sqrt{L^2 - \Delta H^2} - L \approx -\frac{h^2}{2L} \quad \text{或} \quad C_h = L \times (\cos \alpha - 1)$$

(3) 溫度改正 C_t ： $C_t = L \times \alpha \times (t - t_0)$

式中； α ：卷尺膨脹係數； t ：量距時平均溫度； t_0 ：檢定時平均溫度。

(4) 拉力改正 C_p ： $C_p = \frac{P - P_0}{A \times E} L$

式中； P ：量距時拉力； P_0 ：檢定時拉力； A ：卷尺橫斷面積； E ：卷尺彈性係數。

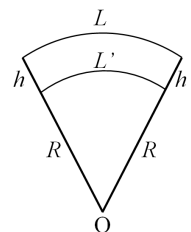
(5) 懸垂改正 C_s ： $C_s = -\frac{\omega^2 L^3}{24P^2}$ 式中； ω ：卷尺單位長度的重量。

(6) 海平面歸化改正 C_R ： $C_R = -L \frac{h}{R+h}$

式中； R ：地球半徑(6370公里)； h ：量距位置的平均高程。

2. 距離化算之程序

- (1) 觀測 A、B 二點的水平距離 L 。如觀測 A、B 二點的斜距時，應先計算為水平距離。
- (2) 獲得或是計算 A、B 二點的高程。
- (3) 先計算其他的改正項目：尺長改正、傾斜改正、溫度改正、拉力改正、懸垂改正
- (4) 再計算海平面歸化改正。
- (5) 原距離 L 加上各項改正值，得到改正後距離。



公職王歷屆試題 (110 地方特考)

三、一隧道挖掘工程欲貫穿 A、B 兩點，此兩點間距離為 210 公尺，挖掘方向為從 A 到 B，若欲使貫穿時水平方向位置誤差在 3 公分（含）以內，則從 A 點往 B 點挖掘之水平方向線可允許之最大誤差為多少秒？（答案有效位數至秒）（25 分）

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：導線基本。重點提要：測距精度=測角精度。

【命中特區】

書名：土木 測量學

作者：賴明

章節出處：第五章 導線測量 之 第 1 節 導線測量基本觀念

【擬答】

A、B 兩點間距離為 210 公尺， $D=210\text{ m}$

水平方向位置誤差在 3 公分， $\sigma_D=3\text{ cm}=0.03\text{ m}$

水平方向線可允許之最大誤差= σ_θ "

$$\because \text{測距精度}=\text{測角精度} \quad , \quad \frac{\sigma_D}{D} = \frac{\sigma_\theta}{\rho} \quad , \quad \sigma_\theta = \frac{\sigma_D}{D} \times \rho$$

$$\therefore \sigma_\theta = \frac{0.03}{210} \times 206265 = 29.47 \approx 29"$$

從 A 點往 B 點挖掘之水平方向線可允許之最大誤差為 29 秒

四、針對衛星定位測量：

(一)請分別列出系統誤差及隨機誤差來源。(15 分)

(二)如何避免或減少前述誤差？(10 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：衛星定位測量。重點提要：系統誤差、隨機誤差來源。

【命中特區】

書名：土木 測量學

作者：賴明

章節出處：第九章 衛星定位測量 之 五、GPS 誤差

【擬答】

(一)衛星定位測量系統誤差及隨機誤差的來源

1. 系統誤差的來源

系統誤差來源的分類：

- 與衛星有關：衛星軌道誤差、衛星時鐘誤差。
- 與信號傳播有關：對流層延遲誤差、電離層延遲誤差、多路徑效應。
- 與接收儀有關：觀測誤差、相位中心誤差、接收儀時鐘誤差。

(1)軌道誤差

①衛星在空間中的理論位置與衛星的實際位置之差，稱之為衛星軌道誤差。衛星軌道實際位置是由衛星的星曆資料所得到，衛星星曆可大致分為廣播星曆和精密星曆。

②基線長度誤差 ΔB 與衛星軌道誤差 Δr 之關係：

$$\frac{|\Delta r|}{\rho} = \frac{|\Delta B|}{B} \quad \text{式中； } \rho : \text{衛星至測站之距離。 } B : \text{基線長度}$$

(2)衛星時鐘誤差：GPS 衛星的鈾原子鐘，與真實 GPS 時，存在有微小的誤差。

(3)接收儀時鐘誤差：接收儀的石英鐘，與真實 GPS 時間存在巨大的誤差。

公職王歷屆試題 (110 地方特考)

(4) 電離層延遲誤差：當衛星信號通過電離層時，產生遲滯的現象，稱為電離層延遲。

(5) 對流層延遲誤差：當衛星信號通過對流層時，產生遲滯的現象，稱為對流層延遲。

① 延遲量在天頂方向約為1.9m至2.5m，當衛星仰角愈低，延遲量愈大；當仰角為10度時，可達20公尺。因而在高程方向誤差較大。

② 由乾空氣引起的乾分量，約佔對流層折射影響的90%。

2. 隨機誤差的來源

(1) 與訊號傳播路徑有關：多路徑效應。訊號經由一條以上的路徑進入天線盤，造成衛星訊號失鎖或週波脫落。

(2) 與接收儀有關：天線相位中心位置偏差、觀測誤差。

① 天線相位中心差：天線相位中心是天線盤接收衛星訊號的位置，如實際位置與其物理位置不一致，則產生天線相位中心差。

② 觀測誤差：觀測時，隨機產生的為微小誤差。

(二) 避免或減少衛星定位測量系統誤差及隨機誤差的方法

1. 避免或減少系統誤差的方法

(1) 軌道誤差：使用精密星曆

廣播星曆隨著GPS訊號傳送，精度2公尺。即時動態定位使用廣播星曆，軌道精度低。

精密星曆是經由嚴密的軌道計算。精度高，小於5公分。要等觀測後7~10天方可取得。

(2) 衛星時鐘誤差：由同步觀測（地面一次差、二次差），以求差的方式消除衛星時鐘誤差

(3) 接收儀時鐘誤差：由同步觀測（空中一次差、二次差），以求差的方式，消除接收儀時鐘誤差。

(4) 電離層延遲誤差：可利用雙頻觀測量，組成線性組合，消去95%電離層誤差之影響。

在短基線(例如 $<10\text{ km}$)，藉觀測量差分，明顯減弱電離層之影響。

(5) 對流層延遲誤差：避免或減少的方法為：

① 避免使用低角度的衛星。觀測時仰角設定在15度以上。

② 採用對流層數學模式加以修正。

③ 引入對流層影響的附加待估參數，在數據處理中一併求解。

④ 在短基線(例如 $<10\text{ km}$)，藉觀測量差分，明顯減弱對流層之影響。

2. 避免或減少隨機誤差的方法

(1) 多路徑效應：在外業實施時，儘量避開多路徑效應嚴重的地點，例如周圍環境複雜地區。

(2) 天線相位中心差：使用同型天線。

(3) 觀測誤差：重複觀測，增加觀測量。或是精確定心、定平