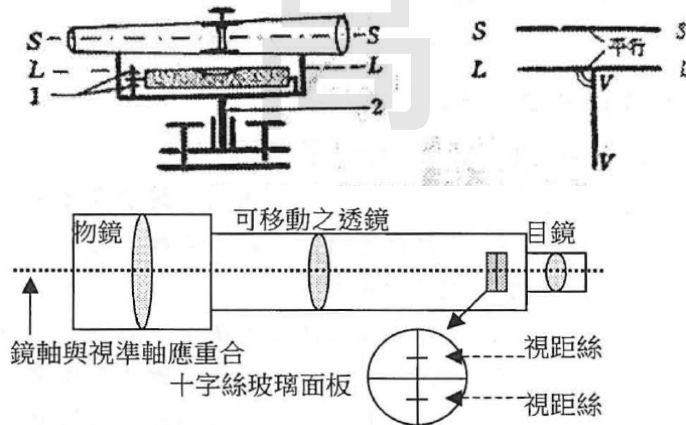


《平面測量與施工測量》

一、水準儀有那些主軸及各軸間關係為何？試繪圖說明之。(25分)

試題評析	本題為水準測量各主軸關係，較無難度。
考點命中	《高點土木測量學講義》第一回，水準測量P44，林昇老師編撰。

答：



水準儀是一種精密的測量儀器，主要用於確定不同點之間的高差。其精確度依賴於儀器的三個主要軸線：視準軸、水準管軸、以及直立軸。以下是這三個軸線的詳細說明及它們之間的關係：

1. 視準軸 (Collimation Axis)：

定義：視準軸是指從物鏡主點到十字絲中心的連線。

特點：當水準儀的視準軸水平時，此軸的高程被稱為視準軸高。

重要性：這是水準測量中的基準線，用於定位和測量。

2. 水準管軸 (Axis of Level Tube)：

定義：當水準管中的氣泡處於中央時，縱切於水準管氣泡中央表面的線。

作用：確保儀器在使用時保持水平。

3. 直立軸 (Vertical Axis)：

定義：直立軸是指儀器水平方向旋轉的中心，理應與重力線一致。

用途：使儀器能夠圍繞此軸線進行旋轉，並確保測量的準確性。

各軸間關係：

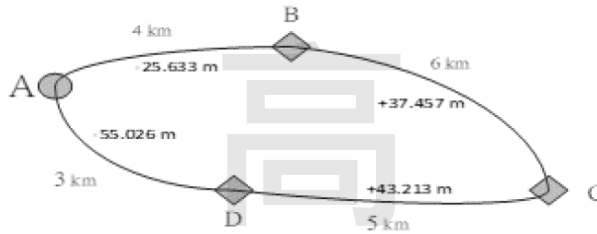
1. 視準軸和水準管軸應該是平行的，這樣可以保證在任何儀器的旋轉位置，視準軸都保持在同一水平面。

2. 視準軸與水準管軸都應該垂直於直立軸，這確保了儀器的正確校準，並允許在不改變高程參考的情況下旋轉儀器。

3. 直立軸必須與重力線一致，以確保水準測量的準確性。

除了主軸之外，水準儀還包括光軸（望遠鏡目鏡與物鏡中點之連線）和鏡軸（望遠鏡筒的中心軸）。這些軸線的正确校準對於進行準確的水準測量至關重要。

二、如圖四個水準點 A、B、C、D，由 A 點開始施測水準測量，點與點間之
 高程差分別為-25.633 m、+37.457 m、+43.213 m 及-55.026 m，點與點間
 之距離為 4.0 km、6.0 km、5.0 km 及 3.0 km，A 點高程為 534.596 m，請
 計算平差後的各點高程。(20 分)



試題評析	本題為逐差水準測量平差，較無難度。
考點命中	《高點土木測量學講義》第一回，水準測量P42，林昇老師編撰。

答：

1.計算閉合差

$$w = -25.633 + 37.457 + 43.213 - 55.026 = +0.011m$$

2.計算改正值

$$v_B = \frac{4}{18} \times (-0.011) = -0.002m$$

$$v_C = \frac{4+6}{18} \times (-0.011) = -0.006m$$

$$v_D = \frac{4+6+5}{18} \times (-0.011) = -0.009m$$

$$v_A = \frac{4+6+5+3}{18} \times (-0.011) = -0.011m$$

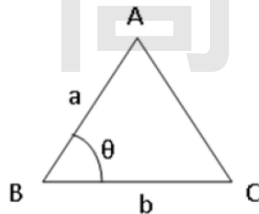
測點	測線段	測線長(m)	高程差(m)	改正值(m)	修正後高程(m)
A					534.596
B	A->B	4	-25.633	-0.002	<u>508.961</u>
C	B->C	6	+37.457	-0.006	<u>546.414</u>
D	C->D	5	+43.213	-0.009	<u>589.624</u>
A	D->A	3	-55.026	-0.011	534.596

【版權所有，翻印必究】

三、如圖在臺北市區有一三角形土地 $\triangle ABC$ ，一測量員測得下列數據：邊長 a 丈量五次得 30.12 m、30.13 m、30.15 m、30.16 m 及 30.14 m，邊長 b 同樣丈量五次得 40.24 m、40.26 m、40.25 m、40.23 m 及 40.22 m，角度 θ 觀測 4 次角度分別為 $44^\circ 59' 58''$ 、 $45^\circ 00' 2''$ 、 $45^\circ 00' 3''$ 及 $44^\circ 59' 57''$ 。

(一)試求 $\triangle ABC$ 之面積為若干坪？(10分)(1坪=3.30582 m²)

(二)該處土地市價為每坪 1 百萬元，試計算面積標準誤差所相對應的土地價格為何？(20分)



試題評析	本題為常見面積量測精度分析，難度中等偏難。
考點命中	《高點土木測量學講義》第一回，測量概論P10，林昇老師編撰。

答：

(一) $\triangle ABC$ 面積坪數

1.計算 a 邊長最或是值及其精度

$$\bar{a} = 30 + \frac{0.12 + 0.13 + 0.15 + 0.16 + 0.14}{5} = 30.140\text{m}$$

$$\sigma_a = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{(0.02)^2 + (0.01)^2 + (-0.01)^2 + (-0.02)^2 + (0.00)^2}{5-1}} = \pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{4}}$$

$$\sigma_{\bar{a}} = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n(n-1)}} = \pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{4}} / \sqrt{5} = \pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{20}}$$

2.計算 b 邊長最或是值及其精度

$$\bar{b} = 40 + \frac{0.24 + 0.26 + 0.25 + 0.23 + 0.22}{5} = 40.240\text{m}$$

$$\sigma_b = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{(0.00)^2 + (-0.02)^2 + (-0.01)^2 + (-0.01)^2 + (0.02)^2}{5-1}} = \pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{4}}$$

$$\sigma_{\bar{b}} = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n(n-1)}} = \pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{4}} / \sqrt{5} = \pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{20}}$$

3.計算 θ 夾角最或是值及其精度

$$\bar{\theta} = 45^\circ + \frac{-2'' + 2'' + 3'' - 3''}{5} = 45^\circ$$

$$\sigma_\theta = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{(2'')^2 + (-2'')^2 + (-3'')^2 + (3'')^2}{4-1}} = \pm \sqrt{\frac{26}{3}}''$$

$$\sigma_{\bar{\theta}} = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{26}{12}}'' = \pm \sqrt{\frac{13}{6}}''$$

4.計算三角形面積

$$A = \frac{1}{2}(a)(b)\sin\theta = \frac{1}{2}(30.140)(40.240)\sin 45^\circ = 428.8014315\text{m}^2$$

$$\Rightarrow \frac{428.8014315}{(1.818)^2} = 129.7110646 \approx 127.71\text{坪}$$

5. 精度分析

觀測值	a	b	θ
最或是值	30.140	40.240	45
中誤差	$\pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{4}}$	$\pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{4}}$	$\pm \sqrt{\frac{26}{3}}''$
最或是值中誤差	$\pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{20}}$	$\pm \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{20}}$	$\pm \sqrt{\frac{13}{6}}''$

(1) 誤差傳播式

$$\sigma_A = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial a} \sigma_a\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial b} \sigma_b\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial \theta} \sigma_\theta\right)^2}$$

(2) 觀測方程式

$$A = \frac{1}{2}(a)(b)\sin\theta$$

(3) 對各觀測量偏微分

$$\frac{\partial A}{\partial a} = \frac{1}{2}(b)\sin\theta$$

$$\frac{\partial A}{\partial b} = \frac{1}{2}(a)\sin\theta$$

$$\frac{\partial A}{\partial \theta} = \frac{1}{2}(a)(b)\cos\theta$$

(4) 代入誤差傳播式

$$\sigma_A = \pm \sqrt{\left(\frac{1}{2} \times 40.24 \times \sin 45^\circ \times \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{20}}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \times 30.14 \times \sin 45^\circ \times \frac{\sqrt{0.001}}{\sqrt{20}}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}(30.140)(40.240)\cos 45^\circ \times \sqrt{\frac{13}{6}} / 206265''\right)^2}$$

$$= \pm \sqrt{(0.1006)^2 + (0.07535)^2 + (0.00306)^2} = \pm 0.125727269\text{m}^2$$

$$\pm \frac{0.125727269\text{m}^2}{(1.818)^2} = 0.038040106\text{坪} \approx 0.038\text{坪}$$

$$\triangle ABC \text{面積} = 127.71 \pm 0.038\text{坪}$$

(二) $\triangle ABC$ 面積誤差對應土地價格

$$\sigma_A = 0.038\text{坪}$$

因觀測造成的價格誤差為： $\sigma_A \times 100\text{萬} = 3.8\text{萬}$

四、全球導航衛星系統 (GNSS) 為目前空間資訊定位的主要作業模式，請問其與訊號傳播有關的誤差為何？請詳細解釋。(25分)

試題評析	本題為GNSS誤差，難度中等偏難。
考點命中	《高點土木測量學講義》第二回，GPS P62，林昇老師編撰。

答：

誤差	說明
衛星時鐘誤差	衛星定位系統中，衛星與接收器間的相對時鐘差異，當乘以光速，即可轉換為衛星與接收器之間的實際距離。例如，若接收器的時鐘與真實時間存在1微秒(us)的偏差，則會導致約300米的等效距離誤差。
衛星軌道誤差、衛星星曆誤差	衛星軌道誤差主要受地球、太陽、月球等引力以及太陽輻射壓等非引力因素影響。處理方法包括：忽略(適用於即時定位)、軌道調整(通過引入改正參數進行數據處理，包括短弧法和半短弧法)、以及使用同步觀測值(透過多個觀測站同步觀測同一衛星，減弱軌道誤差)。
大氣折射之電離層延遲誤差	電離層延遲誤差主要發生在地表上100至1000公里高度，由離子化微粒和電子對無線電訊號產生顯著影響。改正此誤差的方法包括雙頻觀測、使用電離層模式修正(適用於單頻觀測)，以及透過多台接收儀對同一衛星進行同步觀測。
對流層延遲誤差	對流層延遲誤差發生在地表上40公里的中性大氣範圍內，對電磁波的影響與訊號頻率無關。GPS信號通過對流層時的延遲是非色散性，只能通過數學模型進行改正。乾分量與大氣溫度及壓力有關，濕分量則與大氣濕度及高度相關。改正方法包括避免低角度觀測、引入附加待估參數或使用對流層數學模型進行改正，以及進行近距離(小於10公里)的同步觀測。
多路徑效應誤差	多路徑效應誤差是指GPS接收器接收到反射自鄰近地物的衛星訊號，這些直接和間接的訊號存在時間差和相位差，導致無法準確判別真正的訊號。這種劇烈的相互作用可能會導致訊號失鎖(Lost Lock)和周波脫落。由於GPS衛星軌道具有重現性(週期約11小時58分鐘)，且地球自轉的影響，固定位置的接收天線在隔天大約提前4分鐘會遇到相同衛星的相位中心。改正多路徑效應誤差的一種方法是在隔天同一時間段進行重複觀測，進而進行分析和偵測。
SA效應	SA效應(Selective Availability)是美國政府在GPS系統中故意加入的誤差，用以降低定位精度。主要通過修改廣播星曆和衛星時鐘信號來實施，降低座標和測距的精度。這種效應主要影響標準定位服務(SPS)的用戶，而特定用戶(通過精確碼PPS)則不受影響。差分GPS技術可有效減少SA效應的影響。
AS效應	AS效應(Anti-Spoofing)是GPS系統中的一項保安措施，旨在防止敵人進行電子干擾和電子欺騙。這是通過對GPS信號的精密碼(P碼)進行保密操作來實現的。具體措施包括將P碼與一個保密碼(W碼)相結合，形成Y碼。這樣的結構設計有助於提高GPS系統的安全性。
相位中心變化	相位中心變化指的是GPS天線相位中心因信號強度和方向(如高程角、方位角)不同而產生的位置變化。主要因素包括天線的物理中心與訊號接收點(電子中心)的不一致，以及信號來源方向的變化導致的相位中心位移。此外，L1和L2波段的相位中心是獨立的。為確保測量一致性，建議同一觀測網使用相同類型的天線。
週波脫落 週波未定值	週波脫落與週波未定值是指在GPS載波相位觀測中可能出現的問題。週波脫落發生在觀測過程中，指的是載波信號暫時中斷或失去，導致無法持續追蹤相位變化。目前，許多GPS觀測軟體都具備自動偵測並修補這些問題的功能，以保證數據的準確性和連續性。
接收器時鐘誤差	接收器時鐘誤差是指GPS接收器在進行觀測時的分辨誤差，這通常與接收器的時鐘精準度有關。根據經驗，觀測的分辨誤差大約是波長的1%。透過增加觀測量，可以有效減少這種偶然誤差的影響，從而提高觀測結果的準確性。
觀測誤差	觀測誤差中的一個主要偶然因素是接收天線的安置誤差，包括天線的置平對中誤差和量取天線相位中心高度(天線高)的誤差。為減少這些誤差，需要精確的操作和測量。

【版權所有，翻印必究】