

105 年農田水利會新進職員聯合統一考試試題

類 科：工程人員

科 目：水利工程設計與測量學概要

壹、單選選擇題

- ③ 1. 關於土地開發前後之差異比較，下列敘述何者錯誤？
- ① 土地開發後，可能使得地表逕流量增加
 - ② 土地開發後，可能使得地表逕流之洪峰發生時間提前
 - ③ 土地開發前，逕流係數 (runoff coefficient) 通常較大
 - ④ 土地開發前，逕流之集流時間 (time of concentration) 通常較長
- ④ 2. 下列敘述何者正確？
- ① 臨時搶修時不適合使用蛇籠壩
 - ② 格籠壩適用於逕流量大之區域
 - ③ 土壩適合設置在透水性良好的溪床
 - ④ 擋土牆最下排之排水孔設置要接近地面
- ① 3. 關於水文演算常用之曼寧公式 (Manning's Equation)，下列敘述何者正確？
- ① 粗糙度增加，流速變小
 - ② 水力半徑為濕周長除以通水斷面積
 - ③ 通水斷面積越小，流量越大
 - ④ 坡度越大，流速越小
- ③ 4. 下列何者不是單位歷線 (Unit Hydrograph) 之基本假設？
- ① 降雨於某特定延時內均勻分布
 - ② 降雨在空間上均勻分布
 - ③ 具有時變性
 - ④ 線性假設
- ② 5. 採用以下哪一種重現期距之防洪設計標準，可使得堤防在三年內不會發生溢堤的機率約為 0.90-0.95？
- ① 25 年
 - ② 50 年
 - ③ 75 年
 - ④ 10 年
- ④ 6. 若土壤孔隙比超過 0.8 時，土壤就會發生液化。假設某土壤真比重 (density of solids) 為 2.6 克/立方公分，則該土壤假比重 (bulk density) 為多少時，就有可能發生液化？
- ① 4.3 克/立方公分
 - ② 3.3 克/立方公分
 - ③ 2.3 克/立方公分
 - ④ 1.3 克/立方公分
- ① 7. 灌溉渠道斷面設計以能通過水稻生長期間最大需水量為原則，上述係採用哪一個生育期的灌溉用水量為依據？
- ① 整田插秧期
 - ② 秧苗成活期
 - ③ 開花抽穗期
 - ④ 結穗成熟期
- ③ 8. 假設平面點位 A 的橫縱坐標為 (10 m, 10 m) 和點位 B 的橫縱坐標為 (-20 m, -30 m)，請問兩個點位間距離為何？
- ① 40 m
 - ② 45 m
 - ③ 50 m
 - ④ 55 m
- ② 9. 已知山坡地面低點位到高點位間之仰角及距離，今欲求兩點位間高程差異。關於距離和三角函數的敘述，下列何者正確？
- ① 當已知斜距時，高差為斜距乘上仰角的正切
 - ② 當已知斜距時，高差為斜距乘上仰角的餘弦後，再乘上該仰角的正切
 - ③ 當已知平距時，高差為平距乘上仰角餘角的正切
 - ④ 當已知平距時，高差為平距乘上仰角的正割後，再乘上仰角餘角的正切
- ② 10. 下列何種項目應歸類為與三角高程測量有關的系統性誤差？
- ① 全測站儀器所測之傾斜距離
 - ② 地球曲率與大氣折光效應
 - ③ 全測站儀器所測之仰角或俯角
 - ④ 全測站儀器高或稜鏡規標高數據
- ① 11. 水準儀的水準管軸與視準軸間應互相平行，請問可採用下列何種方法為檢查的手段？
- ① 定樁法
 - ② 正倒鏡觀測
 - ③ 半半改正法
 - ④ 零閉合差
- ④ 12. 坐標未知的待測站到坐標已知的導線測站，其方位角落在第一象限，即該角度數值小於等於 90 度。則下列敘述何者正確？
- ① 待測站離已知站縱橫坐標差之數值為正且互等

公職王歷屆試題 (105 水利會招考)

- ② 無法推算從已知站到待測站方位角數值之正弦與餘弦
③ 待測站到已知站之反方位角介於 90 度和 180 度間
④ 已知站縱橫坐標皆會大於待測站縱橫坐標
- ② 13. 方向角 S45W 相當於方位角 225 度，則方位角 60 度相當於：
① S45E ② N60E ③ N60W ④ S30W
- ① 14. 全測儀與反射稜鏡之儀器高相等，且所測量的天頂距為 120 度，斜距為 120 m。則全測儀到稜鏡端之高差為：
① 60 m ② $60\sqrt{2}$ m ③ 45 m ④ $30\sqrt{3}$ m
- ② 15. 已知全測儀站後視另一控制點之方位角為 345 度 01 分 51 秒。今前視標定新放樣點之方位角為 120 度整，那麼後視與前視方向間水平夾角應等於多少？
① 45 度 01 分 51 秒 ② 134 度 58 分 09 秒
③ 165 度 58 分 51 秒 ④ 300 度 00 分 09 秒

貳、非選擇題

第一題：請說明如何利用水工程手段避免渠道中發生淤積或沖刷？【10 分】

【擬答】：

渠道的設計：設計不沖蝕渠道應考量的兩個準則

1. 最大允許速度
2. 允許拖曳力

可沖蝕渠道係可淘刷但不可淤積最大允許速度係不會造成渠道淘刷的最大平均流速。

水流在渠道流動，在渠底的水流方向會產生拖曳力，渠底的縱向坡降通常由地形及水流所需的能量水頭控制，通常以輸送流量為主的渠道，在輸送點需較高水位，故以小坡降使得高程的損失保持最小。

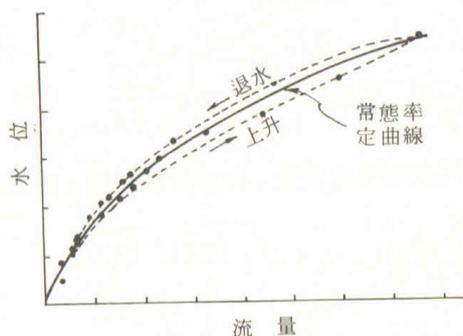
渠道的側坡，依據美國墾務局的規定，有襯砌的渠道，在一般的渠道其邊坡通常採用 1.5:1。設計時須考量渠道的最小容許流速 (minimum permissible velocity)，使得流動不會造成泥沙的沉澱，及引發水中植物與清苔的生長。

第二題：請說明遲滯現象 (Hysteresis) 以及水位—流量關係在洪水來臨及退去時之特徵差異。【10 分】

【擬答】：

河川水流量測方式，已由前述，可量其水位或流量。表示一河水之水位與流量間關係之檢定曲線，通常稱為率定曲線 (Rating curve) 率定曲線常以水位為縱座標，流量為橫座標，以表示河川水位與流量之關係。此率定曲線乃顯示河渠特性，包括河渠斷面面積、形狀、坡度及糙度。

標準水位之流量率定曲線如下圖。由圖可知，水位與流量之關係，在水位上升、下降時，呈現一束圈，此為水位—流量之遲滯現象，此遲至現在造成 1. 對同一水位而言，洪水來臨時之流量較洪水消退時之流量為大。2. 對同一流量而言，洪水消退時之水位較洪水來臨時者為高。就發生次序先後而論，河川流速 V 最先達到最大，再次為流量 Q 為最大，最後為水位 H 達到最大。



公職王歷屆試題 (105 水利會招考)

第三題：下表為 A 測站於 1999 -2010 之年雨量觀測，及其鄰近 10 個測站之平均 年雨量，請回答以下問題：

- (一)計算 A 測站之年雨量期望值 (expected value) 。【3 分】
- (二)請問 A 站之年雨量期望 值是否具有代表性？理由為何【4 分】
- (三)承(二)小題，若 A 站之年雨量期望值具有代表性，請求 A 站年雨量之中位數 (median) 及標準偏差 (standard deviation)；若不具代表性，請以雙累積曲線法 (Double - Mass Curve Method) 校正年雨量資料，再計算修正後之年期望值。【分】

年份	年雨量 (單位：mm)	
	A 站	鄰近測站平均
1999	316	264
2000	358	299
2001	363	303
2002	348	290
2003	339	283
2004	366	305
2005	358	299
2006	305	305
2007	340	340
2008	337	337
2009	345	345
2010	342	342

【擬答】：

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = 343.08$$

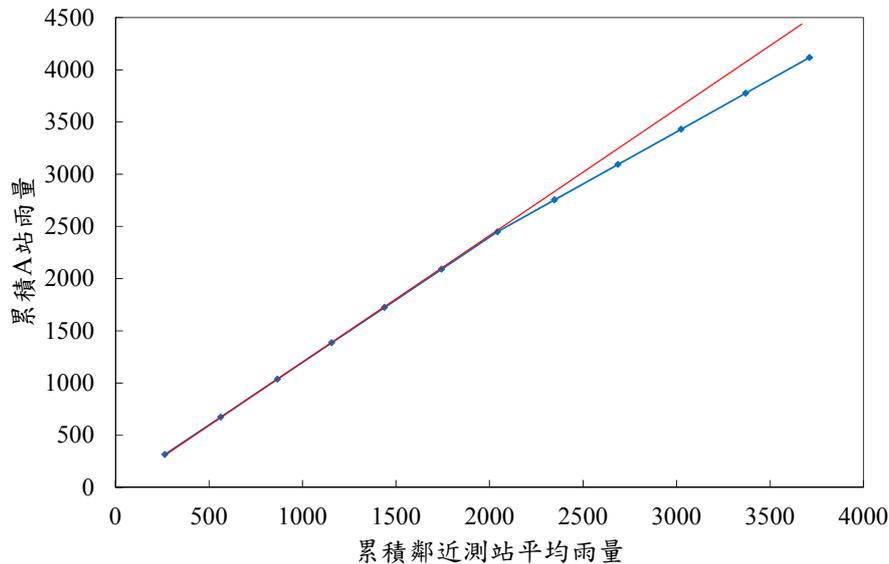
- (一) A 測站之年雨量期望值
- (二) 無代表性，因 A 測站雨量值在 2006 前都與鄰近雨量站不同，但在 2006 年後都與鄰近雨量站平均相同，故 A 雨量站數據需修正。

$$\sigma = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2} = 17.42$$

- (三) 1. 標準偏差
- 2. 中位數 (median)：將數據由小排到大中間的數即中位數
305 316 337 339 340 342 345 348 358 358 363 366
但數據組數為偶數，故取中間兩個平均值，故中位數 = 343.5

3. 以雙累積曲線法校正年雨量資料

年份	A 站	鄰近測站平均	累積 A 站	累積鄰近測站平均	修 A 正站
1999	316	264	316	264	
2000	358	299	674	563	
2001	363	303	1037	866	
2002	348	290	1385	1156	
2003	339	283	1724	1439	
2004	366	305	2090	1744	
2005	358	299	2448	2043	
2006	305	305	2753	2348	366
2007	340	340	3093	2688	407
2008	337	337	3430	3025	404
2009	345	345	3775	3370	413
2010	342	342	4117	3712	410



$$m_1 = \frac{2448 - 316}{2043 - 264} = 1.198$$

$$m_2 = \frac{4117 - 2448}{3712 - 2043} = 1$$

$$\frac{m_1}{m_2} = 1.198$$

$$A \text{ 站第 } 2006 \text{ 年校正雨量} = 305 \times 1.198 = 365$$

$$A \text{ 站第 } 2007 \text{ 年校正雨量} = 340 \times 1.198 = 407$$

$$A \text{ 站第 } 2008 \text{ 年校正雨量} = 337 \times 1.198 = 403$$

$$A \text{ 站第 } 2009 \text{ 年校正雨量} = 345 \times 1.198 = 413$$

$$A \text{ 站第 } 2010 \text{ 年校正雨量} = 342 \times 1.198 = 409$$

修正後之年期望值為 370.68

第四題：請解釋下列測量學相關名詞：

- (一)最或是值。
- (二)導線測量之閉合比。
- (三)水準線。
- (四)平面測量。
- (五)誤差傳播。

【擬答】：

(一)最或是值

測量無法獲得真值，因此必須找一個最可能接近於真值的量來取代真值，此最可能的值，即為「最或是值」。廣義的「最或是值」是各觀測量之間的加權平均值。所謂的「權」，是指各個觀測量之間，重要性的比值（相對的重要性）。如為等權觀測，最或是值是各觀測量之間的算術平均值。

(二)導線測量之閉合比

以閉合導線為例，導線之橫距閉合差 $w_E = [AE]$ 、縱距閉合差 $w_N = [AN]$ 。導線閉合差

$$w_L = \sqrt{w_E^2 + w_N^2}，導線之總長度為 [L]。$$

導線之閉合比 $P = \frac{w_L}{[L]} = \frac{1}{w_L}$ 。導線閉合比即為導線精度。

(三)水準線

水準線 (Level line)：過地球中心之平面，與水準面之交線，水準線包含於水準面內。在

公職王歷屆試題 (105 水利會招考)

平面測量中，水準線視為直線。二條水準線相互平行，亦即，二條水準線之間，其垂直距離是相等。

(四)平面測量

測區範圍小 ($< 200 \text{ km}^2$)，地球可視為橢球體，不必顧及地球曲率及大氣折光等問題。此係指測量各點間之平面位置而言，惟於三角高程測量上，則仍須考慮地球曲率及大氣折光之影響。平面測量多屬一般性的應用測量，例如：地籍測量、路線測量、地形測量等等。

(五)誤差傳播

觀測值如有誤差，當由觀測值計算未知量時，誤差會傳播至未知量。

例如：觀測矩形的長度 a 數次，可計算得長度 a 的最或是值與標準誤差 $a \pm \sigma_a$ ；再觀測寬度 b 數次，可計算得寬度 b 的最或是值與標準誤差 $b \pm \sigma_b$ 。運用長度 a 與寬度 b 的最或是值與標準誤差 $a \pm \sigma_a$ 、 $b \pm \sigma_b$ ，計算矩形面積 A 時，長度與寬度的標準誤差 σ_a 、 σ_b 會傳播至面積，產生面積的標準誤差 σ_A ，謂之誤差傳播。

第五題：導線測量為平面控制測量任務中重要的基礎工作之一，因此測量人員必須熟知導線測量之各項定義與操作方式。請回答下列問題：

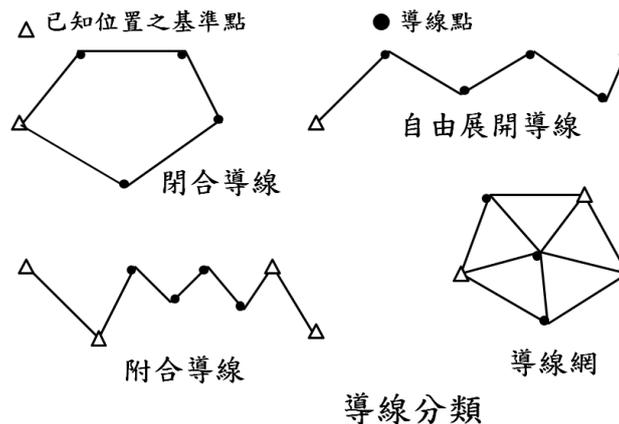
(一)按照形狀分類，導線測量共可區分為哪幾類？【5分】

(二)上述各類導線測量中，以何者可獲得之精度較佳？請具體說明理由。【5分】

【擬答】：

(一)導線測量按照形狀分類

如圖所示，導線測量按照形狀可分成四類：



1. 閉合導線：導線的起點與終點合於一點，形成一封閉的多邊形。適用於城市地區及施測範圍集中之處。
2. 附合導線：導線的起點與終點，均連接於已知的導線點或三角點。適用於道路測量或施測範圍成帶狀之處。
3. 展開導線：自觀測的起始點自由延伸的導線，亦名自由導線。
4. 導線網：由多個閉合導線、附合導線連接成網狀者。

(二)各類導線測量中，以閉合導線、附合導線與導線網可獲得較佳精度之具體理由

1. 閉合導線

(1)其角度閉合差可使用多邊形的幾何條件計算，再平差改正之

①幾何條件：觀測內角： n 邊形內角和 $= (n-2) \times 180^\circ$

觀測外角： n 邊形外角和 $= (n+2) \times 180^\circ$

觀測偏角： n 邊形偏角和 $= 360^\circ$

②閉合差 f_w ： n 邊形內角閉合差 $f_w = [\text{內角}] - (N-2) * 180^\circ$

n 邊形外角閉合差 $f_w = [\text{外角}] - (N+2) * 180^\circ$

n 邊形偏角閉合差 $f_w = [\text{偏角}] - (360^\circ)$ [右偏角為+]

③各角度改正值 δ_i ：採用平均改正

(2)平面坐標之縱、橫距平差改正

公職王歷屆試題 (105 水利會招考)

①幾何條件：橫距和應為0，即 $[\Delta E]=0$ 。縱距和應為0，即 $[\Delta N]=0$ 。

②閉合差：橫距閉合差 $w_E = [\Delta E]$ ，縱距閉合差 $w_N = [\Delta N]$

③改正值之計算：常用羅盤儀法則（亦稱包迪氏法）

假設：測角精度等於測距精度，誤差與邊長成正比。

縱、橫距閉合差改正值，依「各邊長與導線全長」之比例分配改正。

$$\text{橫距閉合差改正值 } \varepsilon_{E_{IJ}} = -\frac{L_{IJ}}{[L]} \times w_E \quad \text{縱距閉合差改正值 } \varepsilon_{N_{IJ}} = -\frac{L_{IJ}}{[L]} \times w_N$$

2. 附合導線

(1) 角度閉合差 f_w ：使用已知的起始邊、終止邊方位角

$$f_w = (\varphi_{\text{起始邊}} + [\beta] - n \times 180^\circ) - \varphi_{\text{終止邊}}$$

式中； $\varphi_{\text{起始邊}}$ ：起始邊方位角 $\varphi_{\text{終止邊}}$ ：終止邊方位角

β ：右旋折角（類似於閉合導線之外角）。 $[\beta]$ ：折角和

平差改正：使用平均改正。

(2) 平面坐標之縱、橫距平差改正

①幾何條件：橫距和 $[\Delta E] = (E_{\text{終點}} - E_{\text{起點}})$ 。縱距和 $[\Delta N] = (N_{\text{終點}} - N_{\text{起點}})$ 。

②閉合差：橫距閉合差 $w_E = [\Delta E] - (E_{\text{終點}} - E_{\text{起點}})$ ，

縱距閉合差 $w_N = [\Delta N] - (N_{\text{終點}} - N_{\text{起點}})$

③改正值之計算：與閉合導線相同

縱、橫距閉合差改正值，依「各邊長與導線全長」之比例分配改正。

$$\text{橫距閉合差改正值 } \varepsilon_{E_{IJ}} = -\frac{L_{IJ}}{[L]} \times w_E, \quad \text{縱距閉合差改正值 } \varepsilon_{N_{IJ}} = -\frac{L_{IJ}}{[L]} \times w_N$$

3. 導線網

因為觀測量數目大於未知量數目，存在多餘觀測數，因而可以進行：

(1) 角度平差改正 (2) 平面坐標之縱、橫距平差改正 (3) 整體的網形平差改正

第六題：某一閉合水準測線，其觀測數值分別如下表所示，其中點 BM 為已知高程點(HBM = 162.389m)。

(一)請計算此測量成果之閉合差。【5分】

(二)請完成誤差改正，並計算改正後各點高程值（至少計算到小數點下三位）。【5分】

(三)假設測量過程所使用之水準儀有顯著之視準軸誤差（1°往下），請判斷此誤差對於本次測量成果的影響。【5分】

水準測站	後視點	前視點	後視標尺讀數(m)	前視標尺讀數(m)	後視距離(m)	前視距離(m)
I	BM	1	1.002	0.805	40	40
II	1	2	0.907	1.117	25	25
II	2	3	0.971	1.018	20	20
III	3	BM	0.872	0.824	35	35

【擬答】：

(一)計算此測量成果之閉合差

$$\text{後視總和} = [b] = \text{後視標尺讀數之和} = 1.002 + 0.907 + 0.971 + 0.872 = 3.752$$

$$\text{後視總和} = [f] = \text{前視標尺讀數之和} = 0.805 + 1.117 + 1.018 + 0.824 = 3.764$$

$$\text{閉合差 } \varepsilon = [b] - [f] = 3.752 - 3.764 = -0.012$$

(二)計算閉合差改正值與改正後各點高程值

∵水準測站 II 可同時觀測點 1、點 2 與點 3

∴水準測站並非在閉合水準路線上，各段前後視距離之和 ≠ 水準路線長度

公職王歷屆試題 (105 水利會招考)

因而，平差改正採用平均改正。

閉合差改正值 $\delta \quad \delta = -\varepsilon/n = -(-0.012)/8 = 0.0015$

高程差改正值 = 後視標尺讀數改正值 - 前視標尺讀數改正值 = $\delta - (-\delta) = 2\delta = 0.003$

水準測站	後視點	前視點	後視標尺讀數(m)	前視標尺讀數(m)	高程差(m)	高程差改正值(m)
I	BM	1	1.002	0.805	0.197	+0.003
II	1	2	0.907	1.117	-0.210	+0.003
II	2	3	0.971	1.018	-0.047	+0.003
III	3	BM	0.872	0.824	0.048	+0.003

高程差 = 後視標尺讀數 - 前視標尺讀數

各點高程： $H_{BM} = 162.389\text{m}$

$H_1 = H_{BM} + \text{高程差} + \text{高程差改正值} = 162.389 + 0.197 + 0.003 = 162.589\text{ m}$

$H_2 = H_1 + \text{高程差} + \text{高程差改正值} = 162.589 - 0.210 + 0.003 = 162.382\text{ m}$

$H_3 = H_2 + \text{高程差} + \text{高程差改正值} = 162.382 - 0.047 + 0.003 = 162.338\text{ m}$

$H_{BM} = H_3 + \text{高程差} + \text{高程差改正值} = 162.338 + 0.048 + 0.003 = 162.389\text{ m}$ Check OK

$\therefore H_1 = 162.589\text{ m} \quad H_2 = 162.382\text{ m} \quad H_3 = 162.338\text{ m}$

(三) 水準儀有顯著視準軸誤差 (1° 往下) 之影響分析

\therefore 各段水準線之前視距離 = 後視距離

\therefore 視準軸誤差對於本次測量成果是沒有影響

以水準測站 II 為例：以 A 點代表水準測站 II。

後視點為 1，前視點為 2。如右圖

假設：後視標尺讀數為 b ，前視標尺讀數為 f

視準軸誤差為 α (徑度量，往下)

則改正後的後視讀數 $b' = b + \overline{A1} \times \alpha$

改正後的前視讀數 $f' = f + \overline{A2} \times \alpha$

改正後的高程差 $\Delta h' = b' - f' = (b + \overline{A1} \times \alpha) - (f + \overline{A2} \times \alpha)$

即 $\Delta h' = (b - f) - (\overline{A1} - \overline{A2}) \times \alpha$

$\therefore \overline{A1} = 25\text{ m}$ 且 $\overline{A2} = 25\text{ m}$ ，即 $\overline{A1} = \overline{A2}$

$\therefore \Delta h' = (b - f) - (\overline{A2} - \overline{A2}) \times \alpha = (b - f) = \Delta h$

\therefore 視準軸誤差對於高程差是沒有影響

\therefore 視準軸誤差對於本次測量成果是沒有影響

