

# 112 年特種考試地方政府公務人員考試試題

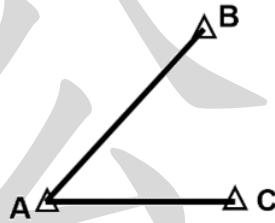
等 別：四等考試  
類 科：土木工程  
科 目：測量學概要

一、擬採用全測站儀完成放樣任務。已知如下圖所示三點 A、B、C 坐標(E,N),分別如下所示：

$$(E_A, N_A) = (304232.000, 2770519.000)$$

$$(E_B, N_B) = (304332.020, 2770692.321)$$

$$(E_C, N_C) = (304332.000, 2770519.000)$$



坐標值單位均為 m。請計算  $\overline{AC}$  距離為何？ $\overline{AB}$  與  $\overline{AC}$  方向之方位角分別為何？由  $\overline{AB}$  方向順時針計算之夾角  $\angle BAC$  為何？若已知  $\overline{AB}$  在全測站度盤上的方向值為  $359^\circ 59' 20''$ ，則  $\overline{AC}$  在全測站度盤顯示幕上的方向讀數應該為何？(35 分)

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》關鍵字：距離、方位角、夾角、方向讀數。  
重點提要：坐標反算，方位角推估。

**【命中特區】**

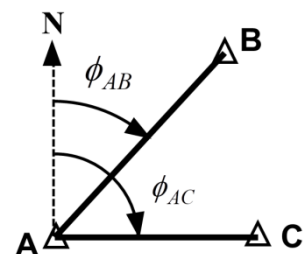
書名：土木 測量學

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 四、導線測量基本觀念

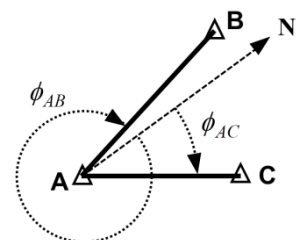
**【擬答】**

(一)由 A,C 二點坐標，計算  $\overline{AC}$  距離與  $\overline{AC}$  方向之方位角  
 $\Delta E_{AC} = E_C - E_A = 304332.000 - 304232.000 = 100.000m > 0$   
 $\Delta N_{AC} = N_C - N_A = 2770519.000 - 2770519.000 = 0.000m$   
 $\overline{AC} = \sqrt{(\Delta E_{AC})^2 + (\Delta N_{AC})^2} = \sqrt{100^2 + 0^2} = 100.000m$   
 $\overline{AC}$  方向之方位角  $\phi_{AC} = 90^\circ$



(二)由 A,B 二點坐標，計算  $\overline{AB}$  方向之方位角  $\phi_{AB}$   
 $\Delta E_{AB} = E_B - E_A = 304332.020 - 304232.000 = 100.020m > 0$   
 $\Delta N_{AB} = N_B - N_A = 2770692.321 - 2770519.000 = 173.321m > 0$ ，第 I 象限

$$\phi_{AB} = \tan^{-1} \frac{\Delta E_{AB}}{\Delta N_{AB}} = \tan^{-1} \frac{100.020}{173.321} = 29^\circ 59' 18''$$



公職王歷屆試題 (112 地方特考)

(三)計算  $\angle BAC$

$$\angle BAC = \phi_{AC} - \phi_{AB} = 90^\circ - 29^\circ 59' 18'' = 60^\circ 00' 42''$$

(四)計算  $\overline{AC}$  在全測站度盤顯示幕上的方向讀數

如右圖， $\phi_{AB} = 359^\circ 59' 20''$

$$\phi_{AC} = \phi_{AB} + \angle BAC - 360^\circ = 359^\circ 59' 20'' + 60^\circ 00' 42'' - 360^\circ = 60^\circ 00' 02''$$

二、已知 D、E 兩點間水準測量如下表所示：

點位	後視	前視	高程差	改正數	改正後 高程差	高程值
D	1.553					5.284
TP1	1.468	1.296				
TP2	1.542	1.283				
TP3	1.667	1.811				
TP4	1.419	1.425				
E	1.523	1.503				
TP5	1.479	1.469				
TP6	1.583	1.675				
TP7	1.486	1.251				
TP8	1.389	1.706				
D		1.693				5.284

每個測站間兩尺距離均為 100m，請問上表之 DE 測線水準測量成果閉合差為何？是否符合  $7\sqrt{K}$  mm 以內的閉合差標準？並請分配閉合差，於試卷上依照上表格式，填寫完成所有空白格，已知 D 點高程為 5.284m，並標示 E 點高程為何？(25 分)

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：後視，前視，閉合差標準。重點提要：閉合水準，閉合差與平差。

**【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 九、直接水準測量之誤差限制及平差計算

**【擬答】**

(一)計算閉合差的標準  $7\sqrt{K}$  mm

$\because$  每個測站間兩尺距離均為 100m，全部有 10 個測站間兩尺距離，距離合計 =  $10 \times 100 = 1000\text{m}$

$\therefore K=1$ ，閉合差標準 = 7mm

公職王歷屆試題 (112 地方特考)

(二)分析閉合水準的閉合差

後視之和  $[b]=1.553+1.468+1.542+1.667+1.419+1.523+1.479+1.583+1.486+1.389=15.109m$

前視之和  $[f]=1.296+1.283+1.811+1.425+1.503+1.469+1.675+1.251+1.706+1.693=15.112m$

閉合水準的閉合差  $\omega=[b]-[f]=15.109-15.112=-0.003m=-3mm$

(三)分析閉合差是否符合  $7\sqrt{K}$  mm 以內的標準

閉合水準的閉合差  $=-3mm$ ， $|-3mm|=3mm < 7mm \therefore$ 符合標準

(四)平差，並完成水準觀測表

前視與後視合計有 20 觀測值，每個觀測值改正數  $=-\omega/20=0.003/20=0.00015m$

每個後視觀測值  $+0.00015$ ，每個前視觀測值  $-0.00015$

每個測站間的高程差改正數  $=$ 後視改正數  $-$ 前視改正數  $=0.00015-(-0.00015)=0.0003m$

改正後高程差  $=$ 高程差  $+改正數$

完成水準觀測表，如下：

點位	後視	前視	高程差	改正數	改正後 高程差	高程值
D	1.553	1.296	0.257	0.0003	0.2573	5.284
TP1	1.468					5.5413
TP2	1.542	1.283	0.185	0.0003	0.1853	5.7266
TP3	1.667	1.811	-0.269	0.0003	-0.2687	5.4579
TP4	1.419	1.425	0.242	0.0003	0.2423	5.7002
E	1.523	1.503	-0.084	0.0003	-0.0837	5.6165
TP5	1.479	1.469	0.054	0.0003	0.0543	5.6708
TP6	1.583	1.675	-0.196	0.0003	-0.1957	5.4751
TP7	1.486	1.251	0.332	0.0003	0.3323	5.8074
TP8	1.389	1.706	-0.220	0.0003	-0.2197	5.5877
D		1.693	-0.304	0.0003	-0.3037	5.284

E 點高程  $=5.6165m$

志光 · 志聖 · 學儒 土木權威

# 土木人 幸福企劃

2~3月 研究所  
考試

7月 高普考  
土木

8月 司法、調查局考試  
(營繕工程組)

11月 土木技師考試  
結構技師考試

12月 地方特考  
土木

※國營事業考試(依照簡章公佈日期為主)

**許○華 112 高考土木工程**  
交大土木系

土木高考是CP值最高的公職考科，剛放榜完看到很多落榜及上榜的心得分享，其他類科高考很多總平均60以上落榜，普考還有70分落榜的，土木高考缺多錄取分數幾乎是每年50分錄取，且計算科佔比高，計算科的分數確定性比較高，有讀有分，不像申論考科的高不確定性，認真準備都是一次上，而且備考期大概半年到八個月左右，其實這個時間我認為是最恰當的，時間剛好夠把書讀熟，又不會開始有倦怠感。

**全國第5名**



STEP 01 實力養成  
**正規班**

STEP 02 主題強化  
**數位2.0課程**

STEP 03 解疑惑  
**課業諮詢**

STEP 04 強化解題  
**題庫班**

STEP 05 榜前預約  
**總複習**

**四大學習系統** 面授+直播+視訊+在家上課

業界最強 多元學習系統任你選擇

三、以下文字取材自內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站。請閱讀之後，比較 GNSS 與 GPS 的異同？說明何謂 RTK？何謂整週波未定值(Ambiguity)？以及 e-GNSS 即時動態定位系統的原理為何？(20 分)

VBS-RTK 即時動態定位技術是 e-GNSS 即時動態定位系統之核心定位技術。其係採用多個衛星定位基準站所組成的 GNSS 網絡來評估基準站涵蓋地區之定位誤差，再配合最鄰近的實體基準站觀測資料，產製一個虛擬基準站做為 RTK 主站，所以移動站並不是接收某個實體基準站之實際觀測資料，而是經過誤差修正後的虛擬觀測數據，也就是 RTK 主站是經過人為產製的虛擬化基準站，其意義如同在移動站附近架設實體的基準站一樣，故被稱之為虛擬基準站即時動態定位技術，簡稱 VBS-RTK。

相較於傳統單主站式 RTK 即時動態定位技術之最大瓶頸，在於主站系統誤差改正參數之有效作用距離，因 GNSS 定位誤差的空間相關性會隨著基準站與移動站距離的增加而逐漸失去線型誤差模型的有效性，因此在較長距離的情況下(一般大於 10 公里)，經過差分計算處理後之觀測數據仍然含有很大的系統誤差，尤其是電離層的殘餘誤差，將導致整週波未定值(Ambiguity)求解的困難，甚至無法求解，以致於造成定位成果不佳。故為克服單主站式 RTK 定位技術的缺陷，利用虛擬基準站即時動態定位技術求解區域性 GNSS 多基準站網絡誤差模型如對流層、電離層及軌道誤差等，將可有效增加傳統單主站 RTK 定位之作業範圍，亦即採用多個衛星定位基準站所組成的 GNSS 網絡來評估衛星定位基準站涵蓋地區的 GNSS 定位誤差，並配合最鄰近的實體基準站觀測資料，建構一個虛擬基準站(Virtual Base Station, VBS)做為 RTK 主站使用，此時該虛擬基準站的觀測數據將會與移動站衛星定位接收儀實際接收的觀測數據及誤差模型具有極高的相關性，當再進行 RTK 差分計算處理後，系統誤差即可徹底消除，使用者當然可以快速且方便地獲得高精度、高可靠度及高可用性之即時動態定位成果。

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》關鍵字：GNSS，GPS，RTK，整週波未定值，e-GNSS 即時動態定位系統。

重點提要：比較 GNSS 與 GPS 的異同。e-GNSS 原理。RTK 原理。

**【命中特區】**

書名：土木 測量學

作者：賴明

章節出處：第八章 衛星定位測量 之 四、GPS 衛星觀測量 六、GPS 定位原理 八、GPS 即時動態定位方法 十四、e-GNSS 即時動態定位系統

**【擬答】**

(一)比較 GNSS 與 GPS 的異同

1. 相同點

(1)均是以人造衛星作為參考點之 3-D 距離交會法(交弧法)，可提供 3-D 定位能力。

(2)定位原理相同。定位原理如下：

GPS/GNSS 定位原理為單點定位(絕對定位、導航定位)，本質為空間距離的後方交會，以求取測站的空間坐標。為求解三維坐標(X,Y,Z)，只需三個獨立的距離觀測量，此時測站位於以三個衛星為球心，相對距離為半徑的三個球面交點。但由於地面接收儀所採用的石英鐘之時間，以及衛星的鈾原子鐘之時間，皆與 GPS 時，存有一個時錶誤差  $C_B$ 。因此，將時錶誤差作為一個變數，必須同時加以求解，因此必須同時接收最少四顆衛星才能進行定位。



以空間距離後方交會原理，計算地面點三維坐標 $(U_X, U_Y, U_Z)$ 之觀測方程式如下：

$$(X_1 - U_X)^2 + (Y_1 - U_Y)^2 + (Z_1 - U_Z)^2 = (D_1 - C_B)^2$$

$$(X_2 - U_X)^2 + (Y_2 - U_Y)^2 + (Z_2 - U_Z)^2 = (D_2 - C_B)^2$$

$$(X_3 - U_X)^2 + (Y_3 - U_Y)^2 + (Z_3 - U_Z)^2 = (D_3 - C_B)^2$$

$$(X_4 - U_X)^2 + (Y_4 - U_Y)^2 + (Z_4 - U_Z)^2 = (D_4 - C_B)^2$$

式中； $(X_1, Y_1, Z_1)$ 、 $(X_2, Y_2, Z_2)$ 、 $(X_3, Y_3, Z_3)$ 、 $(X_4, Y_4, Z_4)$ ：第 1,2,3,4 顆衛星的坐標值

$D_1, D_2, D_3, D_4$ ：測站與第 1,2,3,4 顆衛星的距離（觀測值）。 $C_B$ ：時錶誤差。

## 2. 相異點

(1) GPS：只觀測美國「全球定位系統」(Global Positioning System)。

(2) GNSS 同時可以觀測多重衛星系統，包含：

①美國「全球定位系統」(Global Positioning System, GPS)

②俄羅斯「全球導航衛星系統」(Global Navigation Satellites System, GLONASS)

③歐盟「伽利略系統」(Galileo)

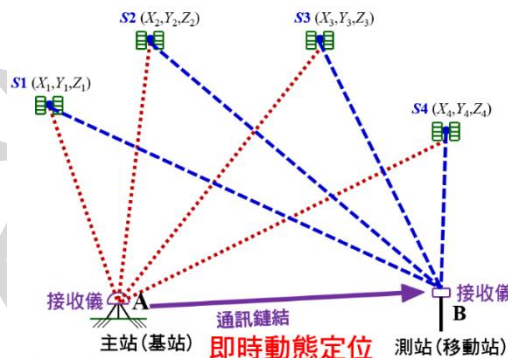
④中國大陸「北斗衛星導航系統」(BDS)

⑤日本政府及民間企業「準天頂衛星系統」(QZSS)

## (二) 說明 RTK

### RTK 的定位原理及架構

1. 兩部雙頻 GPS 接收機，一部 GPS 接收儀安置在主站（已知點位坐標），持續接收訊號；另一部 GPS 接收儀為移動形式，安置在移動站（點位坐標未知）。主站與移動站皆具有特定的無線電數據傳輸與接收設備，將主站接收到的載波相位訊號，立即傳輸至範圍內所有移動站，在移動的狀態下，即時解算移動站的點位坐標。



2. 相對定位精度約為  $20 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times L$ 。一般觀測時間為 10 秒以內。

3. 主要適用於移動物體之軌跡定位、道路中心線測量、界址測量及地形測量。

4. RTK 的定位缺點：在較長距離的情況下（一般大於 10 公里），經過差分計算處理後之觀測數據仍然含有很大的系統誤差。

## (三) 說明整週波未定值(Ambiguity)

1. 以 GPS 為例，衛星到地面的距離為 20200 公里，而載波相位觀測量的整波長為 19 公分至 24.4 公分，相當於有數千萬個整波長，亦即，有數千萬個整週波。

2. 從衛星到接收儀之間的整週波個數並不知道，此整週波個數稱為整數週波未定值或相位未定值。因此便產生了整數週波未定值搜尋的問題。

3. 載波相位觀測量包含有整數週波未定值。載波相位觀測量如下：

$$\Phi = \lambda\phi = \rho - \frac{I}{f^2} + T + \lambda N + c(dt_i - dt^k) + \varepsilon_\Phi \quad N: \text{整數週波未定值}$$

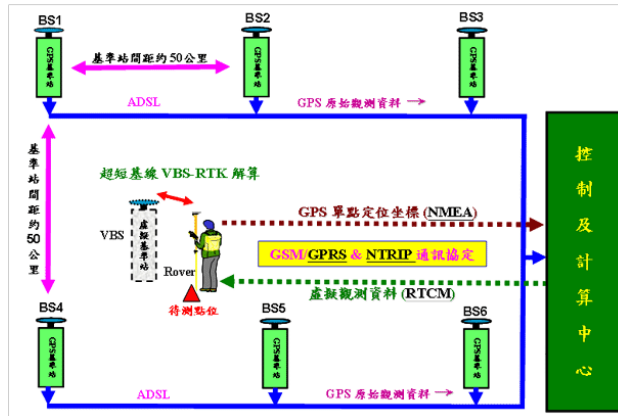
## (四) e-GNSS 即時動態定位系統的原理

1. 由多個基準站全天候連續地接收衛星資料，並經由網際網路或與控制及計算中心連接，彙整計算產生區域改正參數資料庫，藉以計算出任一移動站附近之虛擬基準站的相關資料

2. 使用者只需在移動站上架設衛星定位接收儀，並將單點定位資訊透過行動通訊系統，傳送至控制及計算中心

3. 控制及計算中心據以計算虛擬主站之模擬觀測量後，再回傳至移動站接收儀，進行「超短基線」RTK 定位解算(VBS-RTK)，即可獲得公分級精度定位坐標。

4. 如移動站移動較長距離，則控制及計算中心將再回傳虛擬主站之模擬觀測量，持續進行「超短基線」RTK 定位解算(VBS-RTK)。



四、一段平坦地距離以鋼鋼尺施測 10 次，得到下列觀測值：10.105、10.106、10.107、10.104、10.104、10.106、10.105、11.105、10.103、10.105，單位均為 m。請計算其最或是值、觀測值標準差以及最或是值標準差。(20 分)

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》關鍵字：最或是值，觀測值標準差，最或是值標準差。  
重點提要：粗差刪除，2 倍觀測值標準差。

**【命中特區】**

書名：土木 測量學

作者：賴明

章節出處：第一章 測量概論 之 第 3 節測量誤差、精度與數據處理 之 三、測量數據的處理

**【擬答】**

(一)以 10 個觀測值，計算其最或是值、觀測值標準差以及最或是值標準差

$$\text{最或是值 } L = (10.105 + 10.106 + 10.107 + 10.104 + 10.104 + 10.106 + 10.105 + 11.105 + 10.103 + 10.105) / 10$$

$$L = 10.2113\text{m}$$

$$\text{誤差 } v_1 = 10.105 - 10.2113 = -0.1063\text{m}, \text{ 同理, } v_2 = -0.1053, v_3 = -0.1043, v_4 = -0.1073,$$

$$v_5 = -0.1073, v_6 = -0.1053, v_7 = -0.1063, v_8 = 0.8937, v_9 = -0.1083, v_{10} = -0.1063$$

$$[vv] = 3 \times (-0.1063)^2 + 2 \times (-0.1053)^2 + 2 \times (-0.1073)^2 + (-0.1043)^2 + 0.8937^2 + (-0.1083)^2$$

$$= 0.9004089$$

$$\text{觀測值標準差 } m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{0.9004086}{10-1}} = \pm 0.316$$

$$\because |2m| = |\pm 2 \times 0.316| = 0.632 < 0.8937 \neq v_8$$

$\therefore$  第 8 個觀測值=11.105m，為粗差，應予刪除

(二)以 9 個觀測值，計算其最或是值、觀測值標準差以及最或是值標準差

$$\text{最或是值 } L = (10.105 + 10.106 + 10.107 + 10.104 + 10.104 + 10.106 + 10.105 + 10.103 + 10.105) / 9$$

$$L = 10.105\text{m}$$

$$\text{誤差 } v_1 = 10.105 - 10.105 = 0\text{m}, \text{ 同理, } v_2 = 0.001, v_3 = 0.002, v_4 = -0.001, v_5 = -0.001, v_6 = 0.001,$$

$$v_7 = 0, v_8 = -0.002, v_9 = 0$$

$$[vv] = 2 \times (-0.001)^2 + 2 \times 0.001^2 + 0.002^2 + (-0.002)^2 = 12 \times 10^{-6}$$

$$\text{觀測值標準差 } m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{12 \times 10^{-6}}{9-1}} = \pm 0.00122$$

$$\text{最或是值標準差 } \sigma = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{12 \times 10^{-6}}{9 \times (9-1)}} = \pm 0.0004m$$

∴ 最或是值=10.105m、觀測值標準差=±0.00122，最或是值標準差=±0.0004m

**志光 · 志聖 · 學儒 土木權威**

## 全國唯一專屬 土木多元課程

**土木滿貫班** 一年考取 再享獎學金

**二年班** 完整循環 二年紮實學習

**國營事業專班** 轉職 首推


**考取班** 全國唯一 一次報名轉考至考取

**二合一** 公職+證照 雙贏選擇

**許○華** 112 高考土木工程 交大本土木系

土木高考是CP值最高的公職考科，剛放榜完看到很多落榜及上榜的心得分享，其他類科高考很多總平均60以上落榜，普考還有70分落榜的，土木高考缺多錄取分數幾乎是每年50分錄取，且計算科佔比高，計算科的分數確定性比較高，有讀有分，不像申論考科的高不確定性，認真準備都是一次上，而且備考期大概半年到八個月左右，其實這個時間我認為是最恰當的，時間剛好夠把書讀熟，又不會開始有倦怠感。

全國第5名



112年 虛實整合

## 多元學習新型態

突破傳統上課形式 **5大方式** 彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

**學習 零時差** 同類科各班別 皆可同步直播上課

**服務 零死角** 服務緊貼需求 隨時掌握學習狀況

**線上 課業諮詢** **老師 申論批閱** **雙師資 雙循環** **多元 補課方式**

**上榜生 經驗親授** **時事 專題講座** **歷屆試題 練習** **班導師 制度**

各班服務略有不同，詳情請洽全國志光、保成、學儒門市