

107年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及 107年國軍上校 以上軍官轉任公務人員考試試題

考試別：身心障礙人員考試
等別：四等考試
類科：土木工程
科目：測量學概要

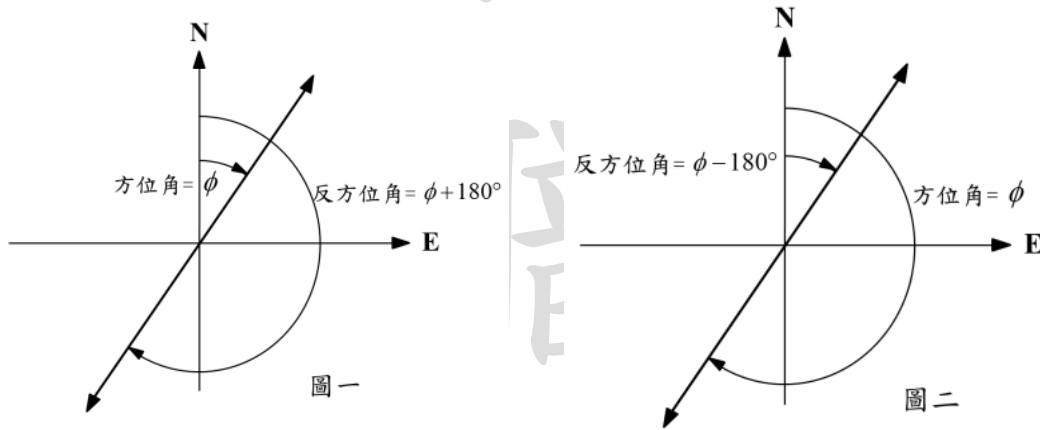
一、請繪圖並配合文字說明「方位角」與「反方位角」。如果某一方向線之「方位角」為 $310^{\circ}21'52''$ ，請問該方向線之「反方位角」為多少？(20分)

【擬答】：

(一)「方位角」與「反方位角」：

方位角 ϕ ：由真子午線北方順時針旋轉至某一方向線之夾角。方位角介於 0 度至 360 度 ($0^{\circ} \sim 360^{\circ}$)。

反方位角：某方向線之方位角之反向（旋轉 180 度，即 $\pm 180^{\circ}$ ）稱為反方位角。



1. 如方位角 ϕ 介於 0 度至 180 度 ($0^{\circ} \sim 180^{\circ}$)，則反方位角 = 方位角 + 180° 如圖一

2. 如方位角 ϕ 介於 180 度至 360 度 ($0^{\circ} \sim 180^{\circ}$)，則反方位角 = 方位角 - 180° 如圖二

(二) 如某方向線「方位角」 = $310^{\circ}21'52''$ ，則「反方位角」 = $310^{\circ}21'52'' - 180^{\circ} = 130^{\circ}21'52''$

二、以水準儀進行直接水準測量，後視A點，讀數為 1.721m ；前視B點時，讀數為 1.332m 。請問A點與B點那一點的高程較高？如果A點高程為 22.365m ，B點高程為何？請繪圖說明其間關係。(20分)

【擬答】：

(一) A點與B點的高程相比較，B點的高程較高。

因為前視B點時，水準尺讀數 1.332m 小於後視A點之讀數 1.721m ，因而B點的高程較高。

(二) 計算B點高程 H_B

A點高程 $H_A = 22.365\text{m}$ ，後視A點讀數 $b = 1.721\text{m}$ ，前視B點讀數 $f = 1.332\text{m}$

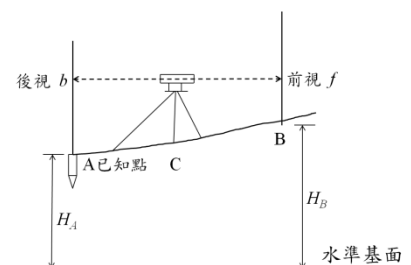
由水準原理：

$$H_A + b = H_B + f \quad H_B = H_A + b - f$$

$$\therefore B \text{ 點高程 } H_B = 22.365 + 1.721 - 1.332 = 22.754\text{m}$$

(三) 繪圖說明其間關係(水準原理)

如右圖，觀測人員的視線即為視準軸，當水準儀定平時，視準軸(水平軸、水準軸)上，各點高程相等。因此，A點之視準軸高 = B點之視準軸高。



公職王歷屆試題 (107 身心障礙人員)

高程係由水準基面(平均海水面 Mean Sea Level, M.S.L.)起算。

$$A \text{ 點之視準軸高} = H_A + b \quad B \text{ 點之視準軸高} = H_B + f$$

$\therefore A \text{ 點之視準軸高} = B \text{ 點之視準軸高}$

$$\therefore H_A + b = H_B + f \quad H_B = H_A + b - f$$

三、「經緯度」是常用於表示位置的一種坐標系統，其性質為一球面直角坐標。在大比例尺如 1/5000 地圖上，除了「經緯度」還有「方格坐標」，其性質為一平面直角坐標。在「1997 臺灣大地基準(TWD97)」中，除了可以使用「經緯度」表示位置，並亦規定了地圖投影的方式。請問由「經緯度」轉換為「平面直角坐標」時，TWD97 採用那種地圖投影？就臺灣本島而言，其參數規定為何？(20分)

【擬答】：

(一)由「經緯度」轉換為「平面直角坐標」時，TWD97 採用的地圖投影：

製作地圖時，必須將地球上一切形狀及經緯線投射於切平面上，再切開平鋪成地圖，或利用計算的方法，將地球上的經緯線繪製成一定之網格，此種技術或方法稱為地圖投影。

再依據所使用切平面之不同，可分為透視法(切平面為圓)、圓錐法(切平面為圓錐)、圓柱法(切平面為圓柱)。

TWD97 採用的地圖投影是「橫麥卡托二度分帶(TM2)投影」。所使用切平面為圓柱。

橫麥卡托二度分帶(TM2)投影，源自於國際橫麥卡托投影坐標系統，簡稱 UTM 坐標系統(UTM 六度分帶)，是全世界普遍使用的坐標系統，也是一個適合平面測量使用的直角方格座標系統。國際橫麥卡托投影坐標系統之內涵：

1. 水平方向涵蓋範圍：自西經180度起，沿赤道向東，每隔6度分隔成一「帶」，至東經180度為止，共分成60帶，編號自西向東，分為1至60。
2. 垂直方向涵蓋範圍：自南緯80度起，向北每隔8度分隔成一「區」，至北緯84度為止，共分成20區(北緯72度至84度為一區)。由南至北，分別編號為C至X(I,O不予使用)。臺灣地區的編號為51Q(東經120⁰-126⁰，北緯16⁰-24⁰)、51R(北緯24⁰-32⁰)。
3. 各「帶」再以中央子午線與赤道之交點為原點，該點的座標為(500,000公尺，0公尺)(北半球)或(500,000公尺，10,000,000公尺)(南半球)，再將一個「帶」劃分為十萬公尺的方格，即得十萬公尺方格之UTM坐標系統。

(二)就臺灣本島而言，TWD97 之參數規定

於民國58年，因為UTM 六度分帶坐標系統之精度，已不敷測繪一萬分之一地圖之需求，改用以經度121度為中央子午線之TM三度分帶坐標系統。

於民國63年，為配合5千分之一基本圖測製，改採用TM二度分帶坐標系統。

臺灣地區以121度為中央子午線，尺度比例在0.9999至1.0005之間，坐標原點為中央子午線與赤道交點，橫坐標西移250,000公尺。121度子午線通過臺灣中央，大部分為高山，尺度比例為0.9999，並無大礙。東部、西部為人口稠密地區，尺度比例為1.0000，精度高。向二側距離增加，尺度比例增加到1.0005，精度較低。

四、「數值水準儀」(Digital Level)，是近代儀器自動化中的一項產品。請說明「數值水準儀」之設計原理。「數值水準儀」為使用於水準測量之儀器，其發展又自動化了那一些作業項目？(20分)

【擬答】：

(一)數值水準儀之設計原理：

數值水準儀又稱電子水準儀、數位水準儀，是基於自動水準儀的基礎而發展。

數值水準儀係以條碼記號取代水準尺刻劃，各廠家水準尺編碼的條碼圖案不相同，不能互換使用。亦即，數值水準儀需與條碼水準尺，基於相同廠商，才能相互搭配使用，設計原理係根據條碼水準尺之觀測，作一單元影像處理。當從望遠鏡照準條碼水準尺時，儀器的微處理器根據反射訊號，自動算出條碼水準尺之讀數，以及儀器與水準尺間的距離。

公職王歷屆試題 (107 身心障礙人員)

目前照準水準尺和調焦仍需目視進行。人工完成照準和調焦之後，水準尺條碼一方面被成像在望遠鏡分化板上，供目視觀測；另一方面通過望遠鏡的分光鏡，水準尺條碼又被成像在光電感測器上，供電子讀數。

當水準尺條碼影像成像後，進行影像處理，確認水準尺讀數。所謂的影像處理是以成像的影像與資料庫的水準尺條碼影像，進行影像匹配，當達到最大相關，即得水準尺讀數。

(二)數值水準儀自動化的作業項目：

數值水準儀具有：減少人為讀數記錄誤差、精度高、速度快和效率高的特點。

數值水準儀自動化的作業項目：

- 1.精密水準測量：大地區地層下陷之垂直變位測量、地震後地面高程變化、隧道工程等。
- 2.一等一級或二級水準網測量：例如：建立 TWVD2001 台灣高程基準。
- 3.縱斷面水準測量、橫斷面水準測量、對向水準、面積水準等作業項目。

五、「內政部國土測繪中心」提供「e-GNSS即時動態定位系統」服務，該系統基本定義為架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之衛星即時動態定位系統。請說明使用該系統需要那一些作業條件？操作方式為何？在工程測量、地形測量、地籍測量可能有那一些應用？(20分)

【擬答】：

e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統，基本定義為架構於網際網路通訊及無線數據傳輸技術之衛星即時動態定位系統，其中字母“e”係具有「電子化」及「網路化」之含意，GNSS 代表著多星系的衛星導航定位系統(GPS + GLONASS)。

由於網際網路及無線數據通訊傳輸技術蓬勃發展，GNSS 即時動態定位(RTK)已成為國際測繪科技與定位技術之主流，特別是結合衛星定位技術、寬頻網路數據通訊技術、行動數據傳輸技術、資料儲存管理技術及 Web 網站技術等 5 項先進主流科技之核心定位技術-虛擬基準站(Virtual Base Station, VBS)為基礎之網路化即時動態定位(Network RTK)技術，在系統整體運用與資料供應層面上，更是現今世界各先進國家積極建置營運之即時性、高精度的動態定位系統。

(一)使用該系統需要的作業條件：

- 1.使用之前，需要事先向內政部國土測繪中心申請使用 e-GNSS 相關事宜。
- 2.使用者須具備儀器設備之需求：
 - (1)具備RTK或DGPS定位解算功能之衛星定位接收儀；
 - (2)GPRS可無線上網功能之手機或其他行動通訊設備；
 - (3)NTRIP通訊協定通訊操作介面軟體。

(二)操作方式：

1.移動站使用者的操作方法

- (1)下載移動站 GPS+GLONASS 原始衛星觀測資料並計算產生導航坐標。
- (2)透過 GSM/GPRS 及 NTRIP 將導航坐標(NMEA 格式)傳輸至控制及計算中心。
- (3)聯合移動站觀測資料及虛擬主站(VBS)觀測資料進行 RTK 定位解算。

2.即時坐標轉換之使用方法

e-GNSS 測量成果為 e-GNSS 坐標，並非法定 TWD97、TWD97[2010]坐標或 TWVD2001 正高，如欲轉換至法定坐標系統，亦須連測已知控制點並進行坐標轉換、最小二乘配置及大地起伏內插計算。

(1)衛星定位接收儀支援 RTCM 3.1 資料傳輸功能之使用者使用。

測量時坐標系統選擇 RTCM 廣播(自動)坐標系統，並依需求選擇登錄點：

- ①TTG_TWD97：即時將測量成果轉換為 TWD97 平面坐標與 TWVD2001 正高。
- ②TTG_2010：即時測量成果轉換為 TWD97[2010]平面坐標與 TWVD2001 正高。
- ③如儀器顯示之測量成果坐標系統為 TWD97_H 或 2010_H，表示測量成果已順利轉換至法定 TWD97+TWVD[2001]或 TWD97[2010]+TWVD[2001]坐標系統。

(2)衛星定位接收儀不支援 RTCM 3.1 資料傳輸功能之使用者使用。

- ①測量時坐標系統使用 TWD97 坐標系統，並選擇 Taiwan 或 Taiwan_RTCM23 登錄點，進行 VBS-RTK 測量，獲得 e-GNSS 坐標系統測量成果。

公職王歷屆試題 (107 身心障礙人員)

②至 e-GNSS 系統三維坐標轉換服務平台(亦提供行動版網頁供使用，網址相同，服務平台會依使用者登入裝置自動判斷)，登入即可依需求選擇轉換至 TWD97 或 TWD97[2010]坐標，得法定 TWD97/TWD97[2010]/TWVD[2001]坐標系統成果。

(三)在工程測量、地形測量、地籍測量的應用：

e-GNSS 即時動態定位系統之 VBS-RTK(Virtual Base Station- Real Time Kinematic)虛擬基準站即時動態定位技術，係在基準站所構成的範圍內，任何使用者只需在移動站上，架設衛星定位接收儀，並將接收的衛星資料，透過手機或無線網路(GSM、GPRS)傳送至「控制及計算中心」。

「控制及計算中心」在移動站附近，計算一個虛擬基準站的定位相關資料，並以標準格式回傳至移動站。移動站依據虛擬基準站進行「超短基線」RTK 定位解算，即可獲得公分級精度定位坐標。

e-GNSS 即時動態定位系統在工程測量、地形測量、地籍測量的應用，分述如下：

1. 在工程測量的應用：例如：管線孔蓋測量、公路縱斷面測量等。

沿公路中心樁或管線孔蓋位置，設置移動站，採用 VBS-RTK 虛擬基準站即時動態定位技術，可迅速獲得公路中心樁或管線孔蓋之三維座標，再進行後續作業，如 GIS 圖形套疊等。

2. 在地形測量的應用：例如：地形細部測量、加密控制及圖根測量等。

沿地形要點、細部控制點或圖根點位置，設置移動站，採用 VBS-RTK 虛擬基準站即時動態定位技術，可迅速獲得地形要點、細部控制點或圖根點之三維座標，再進行後續作業，如細部控制測量、製作數值地形模型(DTM)等。

3. 在地籍測量的應用：例如：界址測量等。

沿地形界址位置，設置移動站，採用 VBS-RTK 虛擬基準站即時動態定位技術，可迅速獲得地形界址之三維座標，再進行後續作業，如製作或補正地籍圖等。