

# 《測量學概要》

一、臺灣現行於地籍測量所採用的坐標系統主要仍為TWD67與TWD97，請說明這兩種坐標系統在架構上的主要差異？同一地點若同時具備TWD67與TWD97的投影坐標，請問兩種坐標值在E、N方向大概各相差了多少？（25分）

試題評析	本題係地圖投影基本概念，屬基本題型。
考點命中	《高點土木測量學(一)講義》，第五章坐標系統，P113

**答：**

(一) TWD67 與 TWD97 的主要差異

**參考橢球體：**TWD67和TWD97坐標系統使用的參考橢球體不同。TWD67使用的是GRS67參考橢球體，其長半徑為6378160m，短半徑為6356774.7192m，扁率為1/289.247167273。而TWD97使用的是GRS80參考橢球體，其長半徑為6378137m，短半徑為6356752.3141m，扁率為1/289.257222101。這兩種參考橢球體的主要差異在於它們的長半徑、短半徑和扁率。

**起始坐標：**TWD67和TWD97的起始坐標也有所不同。TWD67的起始坐標是南投縣埔里鎮虎子山，這是一個基於天文觀測的坐標系統。而TWD97的起始坐標是基於國際地球參考框架（ITRF）下全球測站網觀測成果計算之地心坐標系統，這是一個基於太空大地測量的坐標系統。

**高程基準：**TWD67和TWD97的高程基準也有所不同。TWD67使用的是正高系統，這是一種基於基隆驗潮站取18.6年潮位平均當平均海面為起算依據的正程系統。而TWD97使用的是幾何高系統，這是一種基於橢球體的橢球高系統。

項目	TWD67坐標系統	TWD97坐標系統
參考橢球體	GRS67	GRS80
長半徑	a=6378160M	a=6378137M
短半徑	b=6356774.7192M	b=6356752.3141M
扁率	f=1/289.247167273	f=1/289.257222101
觀測方法	三角測量	GPS
起始坐標	南投縣埔里鎮虎子山 (天文觀測)	ITRF坐標框架 (太空大地測量)
高程基準	正高系統	幾何高系統

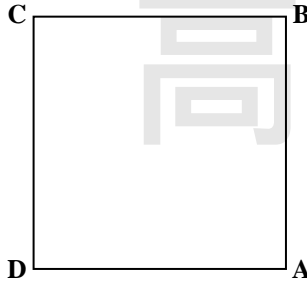
(二) TWD67與 TWD97的投影坐標在 N、E 方向大概各相差

TWD67橫座標=TWD97橫座標-828公尺

TWD67縱座標=TWD97縱座標+207公尺

二、利用全測站進行下圖之導線測量，所獲得各角之觀測數據分別為 $\angle A = 89^\circ 57' 39''$ 、 $\angle B = 90^\circ 7' 52''$ 、 $\angle C = 89^\circ 53' 23''$ 、 $\angle D = 90^\circ 0' 58''$ ；此外，各邊長的觀測數據分別為 $AB = 100.035\text{m}$ 、 $BC = 129.812\text{m}$ 、 $CD = 100.242\text{m}$ 、 $DA = 129.861\text{m}$ 。請分別計算下列問題：

- (一)本導線之折角閉合差為何？(5分)
- (二)本導線之位置閉合差為何？(15分)
- (三)本導線之閉合比數為何？(5分)



<b>試題評析</b>	本題係閉合導線計算與平差計算，屬中等偏易之題型。
<b>考點命中</b>	《高點土木測量學(二)講義》，第八章導線測量，P1

**答：**

(一)計算本導線之折角閉合差

點位	內角	改正值	改正後內角
A	$89^\circ 57' 39''$	+2''	$89^\circ 57' 41''$
B	$90^\circ 07' 52''$	+2''	$90^\circ 07' 54''$
C	$89^\circ 53' 23''$	+2''	$89^\circ 53' 25''$
D	$90^\circ 00' 58''$	+2''	$90^\circ 01' 00''$
$\Sigma$	$359^\circ 59' 52''$	+8''	$360^\circ 00' 00''$

$$\text{閉合差 } f_w = [\alpha] - (n - 2) \times 180^\circ$$

$$= 89^\circ 57' 39'' + 90^\circ 07' 52'' + 89^\circ 53' 23'' + 90^\circ 00' 58'' - (4 - 2) \times 180^\circ = 359^\circ 59' 52'' - 360^\circ = -8''$$

閉合差尚在容許範圍內，各角度誤差視為相等，各角改正值 $v = -\frac{f_w}{n} = +2''$

(二)計算本導線之位置閉合差

線段	邊長(m)	方位角(deg)	橫距 $\Delta_X$ (m)	縱距 $\Delta_Y$ (m)
AB	100.035	$0^\circ 00' 00''$	0	100.0350

BC	129.812	270°07'54"	-129.8117	0.2983
CD	100.242	180°01'19"	-0.0384	-100.2420
DA	129.861	90°02'19"	129.8610	-0.0875
Σ	459.950		0.0109	0.0038

橫距閉合差  $W_X = [\Delta_X] = 0.0109m$

縱距閉合差  $W_Y = [\Delta_Y] = 0.0109m$

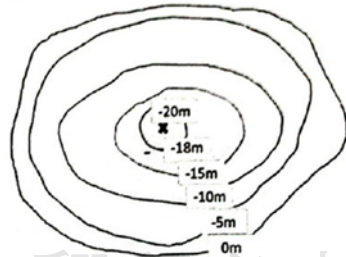
導線閉合差  $W_L = \sqrt{W_X^2 + W_Y^2} = \sqrt{0.0109^2 + 0.0038^2} = 0.0115m$

(三)計算本導線之閉合比數

導線閉合比數  $P = \frac{W_L}{[L]} = \frac{1}{\frac{[L]}{W_L}} = \frac{1}{\frac{459.950}{0.0115}} = \frac{1}{39996} \approx \frac{1}{40000}$

三、如圖，已知一灌溉埤塘之等深線分布，等深線間隔為5公尺，最深點之深度為-20公尺。各等深線包絡之面積如下表：

等深線 (m)	面積 (m <sup>2</sup> )
0	420
-5	270
-10	150
-15	67
-18	37
-20	17



試問：

- (一)以辛普森公式（稜柱體法）和梯形公式（平均斷面法）計算該埤塘的總蓄水量。（15分）
- (二)該埤塘的取水口位於深度-18公尺，此深度以下非有效蓄水量，以梯形公式（平均斷面法）計算該埤塘的有效蓄水量。（10分）

試題評析	一、本題係為埤塘蓄水量及有效蓄水量估算，屬中偏易基本題型。
	二、本題若未給-18公尺處之斷面積，考生應自行線性內差求得。
考點命中	《高點土木測量學(二)講義》，第八章地形測量，P28

答：

等深線(m)	斷面面積(m <sup>2</sup> )	斷面名稱	辛普森公式 權重	梯形公式 權重
0	420	A0	1	1
-5	270	A1	4	2

-10	150	A2	2	2
-15	67	A3	4	2
-20	17	A4	1	1

(一)以辛普森公式(稜柱體法)和梯形公式(平均斷面法)計算該埤塘的總蓄水量

1.以辛普森公式(稜柱體法)計算該埤塘的總蓄水量

$$V = \frac{h}{3}(A_0 + 4A_1 + 2A_2 + 4A_3 + A_4)$$

$$= \frac{5}{3}(420 + 4 \times 270 + 2 \times 150 + 4 \times 67 + 17) = 3475m^3$$

2.以梯形公式(平均斷面法)計算該埤塘的總蓄水量

$$V = \frac{h}{2}(A_0 + 2A_1 + 2A_2 + 2A_3 + A_4)$$

$$= \frac{5}{2}(420 + 2 \times 270 + 2 \times 150 + 2 \times 67 + 17) = 3527.5m^3$$

(二)以梯形公式(平均斷面法)計算該埤塘的有效蓄水量

以梯形公式估算淤積部分(非有效蓄水量)

$$V = \frac{h_{\text{間距}}}{2}(A_5 + A_4) = \frac{2}{2}(17 + 37) = 57m^3$$

有效蓄水量

$$3527.5 - 57 = 3473.5m^3$$

四、利用GNSS技術進行快速且高精度的定位已相當成熟，請分別繪圖說明即時動態定位(Real Time Kinematic, RTK)及e-GNSS的定位原理及架構，並請說明相較於RTK，e-GNSS主要有那些優點？(25分)

**試題評析** 本題係傳統RTK與GNSS定位原理說明及eGNSS主要優點，屬中等題型。

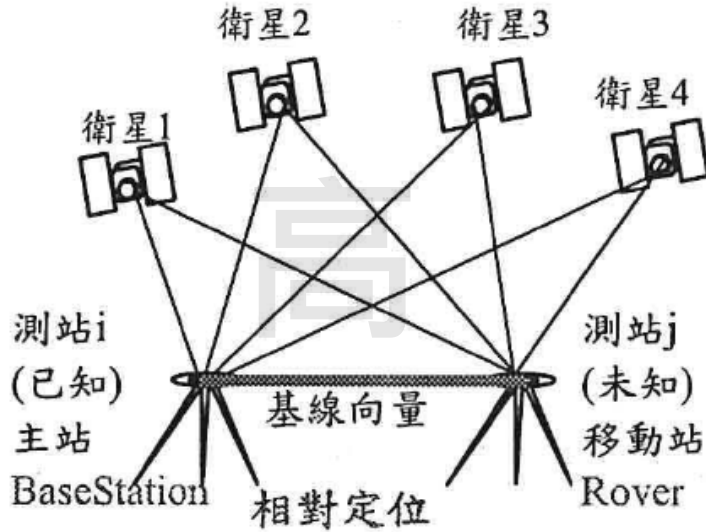
**考點命中** 《高點土木測量學(二)講義》，第十章全球定位系統，P26

**答：**

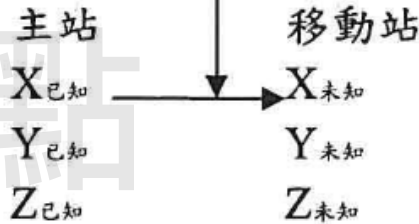
一、RTK (Real Time Kinematic) 和e-GNSS (Enhanced Global Navigation Satellite System) 都是利用全球導航衛星系統(GNSS)進行定位的技術。

(一)RTK的定位原理及架構：

RTK定位的原理是在主站和移動站的協同作用下完成的，主站是已知位置的GNSS接收機，收集衛星信號和觀測數據，移動站與主站同時接收衛星信號，通過比較信號差異計算相對位置，差分修正是指主站將修正數據傳送給移動站，以校正信號誤差，提高定位精度。最終，移動站使用修正數據進行定位計算，確定自身的位置。



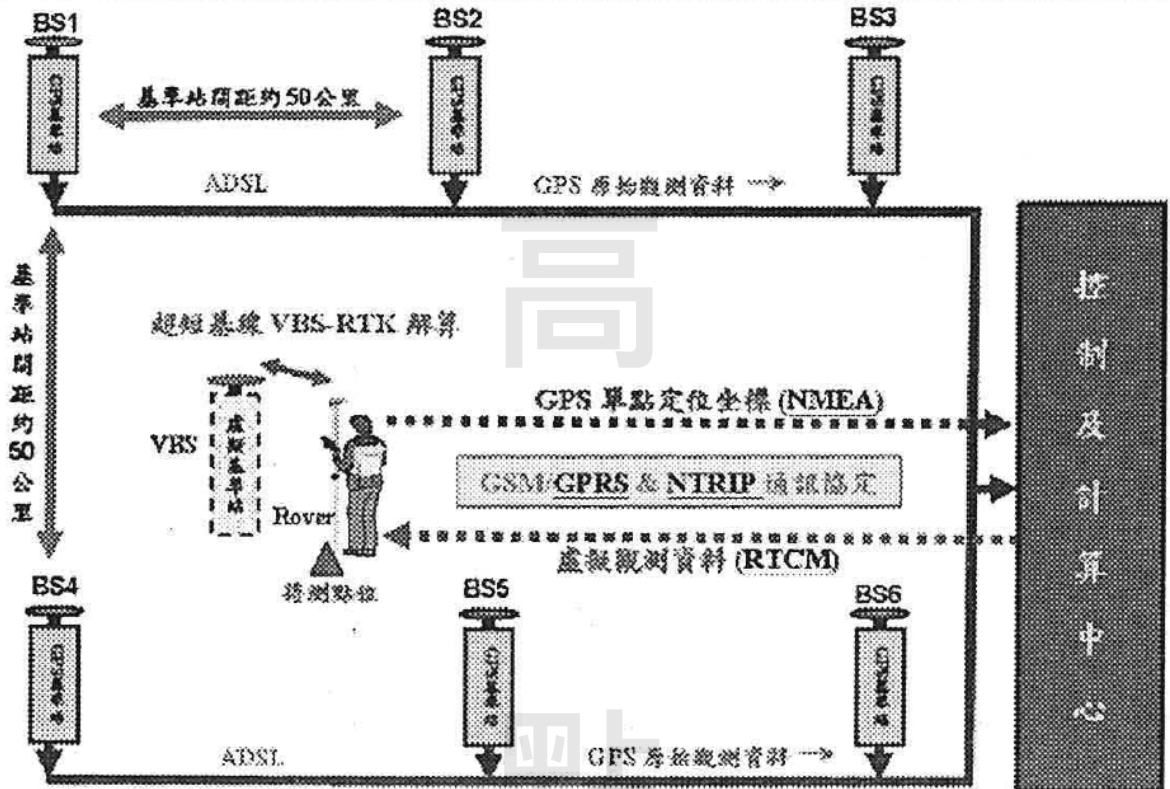
\*觀測載波相位多以雙測站同時觀測聯解點與點間基線向量



\*經過差分處理可達幾個ppm之精度

(二)e-GNSS的定位原理及架構：

由區域內多個GPS主站之間全天候連續地接收衛星資料，並經由網路或其它通訊設備與控制計算中心彙整所有主站所接收之資料，並產生涵蓋此區域的GPS誤差改正模型之資料庫，藉誤差改正模型之資料庫，依據移動站傳回之導航單點定位坐標後，以線性平面的方式內插出虛擬主站位置上的系統誤差改正量，並以計算出距離任一移動站甚近(約2公尺左右)之虛擬參考站(Virtual Reference Stations, VRS)或虛擬主站(Virtual Master Stations VMS)的模型觀測數據。



二、相較於RTK，e-GNSS的主要優點包括：

- (一)可擴大有效作業範圍，提高定位精度及可靠度。
- (二)測量誤差及初始化時間不因距離增長而增加。
- (三)使用者無須架設區域性主站。
- (四)單人單機即可作業。
- (五)可縮短作業時間，增加產能，降低作業成本。
- (六)所有使用者皆在同一框架下進行即時定位。
- (七)可提供全面性的定位成果品質監控。

【版權所有，翻印必究】