

# e-GNSS 即時動態定位系統三維坐標轉換

莊峰輔<sup>1</sup> 陳鶴欽<sup>2</sup> 梁旭文<sup>3</sup>

<sup>1</sup>內政部國土測繪中心技士 <sup>2</sup>內政部國土測繪中心技正 <sup>3</sup>內政部國土測繪中心課長

## 摘要

內政部國土測繪中心e-GNSS即時動態定位系統（簡稱e-GNSS系統）採用VBS-RTK定位技術，提供使用者即時且高精度之定位服務，測量成果為e-GNSS坐標系統，與法定坐標系統不同。為方便使用者可快速簡單地將測量成果轉換至法定與歷年e-GNSS坐標系統，e-GNSS系統提供三維坐標轉換服務，轉換後平面精度優於5公分，高程精度優於10公分，大部分測量工作均可直接應用轉換成果，節省測量工作成本與時間。

**關鍵字：**坐標轉換、VBS-RTK、e-GNSS。

## 前言

內政部國土測繪中心e-GNSS即時動態定位系統（以下簡稱e-GNSS系統）係採用VBS-RTK定位技術，提供使用者即時且高精度之定位服務，在臺灣本島e-GNSS測量成果為e-GNSS坐標系統，如欲轉換至法定坐標系統，需辦理已知控制點連測並進行坐標轉換與最小二乘配置計算，分析評估已知控制點可用性後，始可計算獲得轉換成果。因坐標轉換與最小二乘配置計算涉及程式操作與專業技術，非專業人員不易應用，亦無法於測量現場即時獲得法定坐標成果與正高，e-GNSS系統為提供使用者更快速且便利之服務，透過七參數坐標轉換與建置殘差網格修正模型之方式，以RTCM 3.1 Type 1021及Type 1023之資料格式，分別將七參數、殘差網格修正模型與網格內插計算方法傳送給使用者，讓使用者可簡單快速地將e-GNSS測量成果即時轉換至法定坐標系統，節省連測已知控制點與計算坐標轉換與最小二乘配置的繁複程序，降低測量工作技術門檻，提升測量工作效率與成果品質。

## 三維坐標轉換服務說明

e-GNSS系統自2014年9月1日起提供臺灣本島使用者將e-GNSS測量成果轉換至法定坐標系統之服務，利用基準站、基本控制點與實測資料，建置三維坐標轉換模型，適用範圍為北緯21度30分至25度30分，東經120度至122度。

e-GNSS系統目前提供e-GNSS[2013]→TWD97+TWVD2001、e-GNSS[2013]→TWD97[2010]+TWVD2001、e-GNSS[2015]→TWD97+TWVD2001、e-GNSS[2015]→TWD97[2010]+TWVD2001及e-GNSS[2015]→e-GNSS[2013]等5組三維坐標轉換服務，茲就系統目前線上營運之e-GNSS[2015]坐標與法定坐標系統轉換服務說明如下：

### ● e-GNSS[2015]→TWD97+TWVD2001

- 建置模型資料：314個基準站e-GNSS[2015]坐標與e-GNSS[2013]坐標、1,060點基本控制點e-GNSS[2013]坐標與TWD97坐標，利用二次轉換方式，以基準站坐標建置e-GNSS[2015]→e-GNSS[2013]模型，再結合原有e-GNSS[2013]→TWD97模型，建立e-GNSS[2015]→TWD97模型。
- 大地起伏資料：內政部103年臺灣地區大地起伏模型。
- 驗證精度資料：1,222點一等水準點e-GNSS[2015]測量成果、已知TWD97坐標及

已知TWVD2001正高。

- 轉換精度分析：比較轉換後坐標與已知坐標較差，轉換精度平面分量約5公分，橢球高分量約11公分，正高分量約8公分，詳如表1與圖1。

表1 e-GNSS[2015]→TWD97+TWVD2001精度分析表(單位:m)

分量	N	E	h	H
MAX	0.332	0.27	0.325	0.272
MIN	-0.245	-0.31	-0.767	-0.376
STD	0.044	0.046	0.107	0.081
MEAN	0.006	0.013	-0.011	0.008

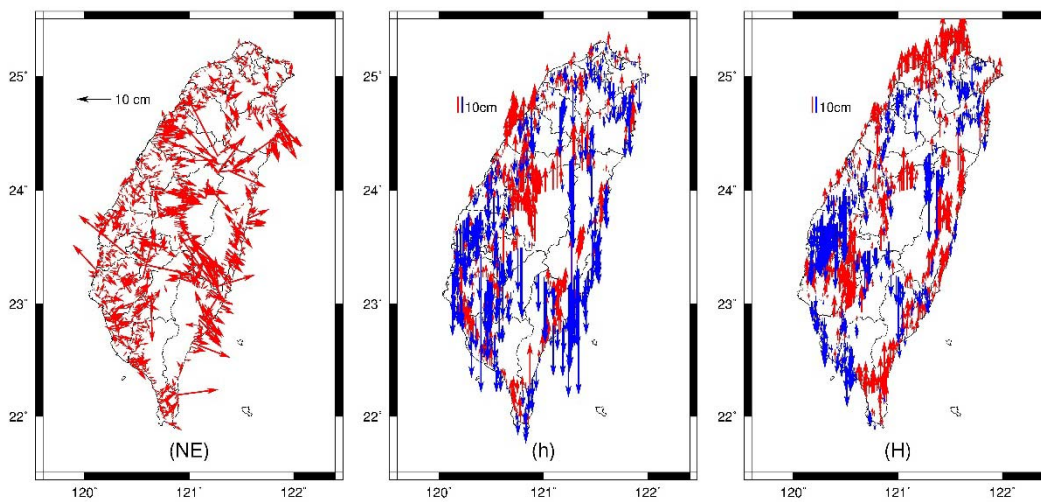


圖1 e-GNSS[2015]→TWD97+TWVD2001精度分析圖

● e-GNSS[2015]→TWD97[2010]+TWVD2001

- 建置模型資料：199個基準站e-GNSS[2015]坐標與TWD97[2010]坐標。
- 大地起伏資料：內政部103年臺灣地區大地起伏模型。
- 驗證精度資料：1,439點一等水準點e-GNSS[2015]測量成果、已知TWD97[2010]坐標及已知TWVD2001正高。
- 轉換精度分析：比較轉換後坐標與已知坐標較差，轉換精度平面分量約3公分，橢球高分量約7公分，正高分量約8公分，詳如表2與圖2。

表2 e-GNSS[2015]→TWD97[2010]+TWVD2001精度分析表(單位:m)

分量	N	E	h	H
MAX	0.122	0.271	0.301	0.272
MIN	-0.164	-0.177	-0.292	-0.376
STD	0.025	0.031	0.073	0.081
MEAN	0.004	0.005	-0.022	0.008

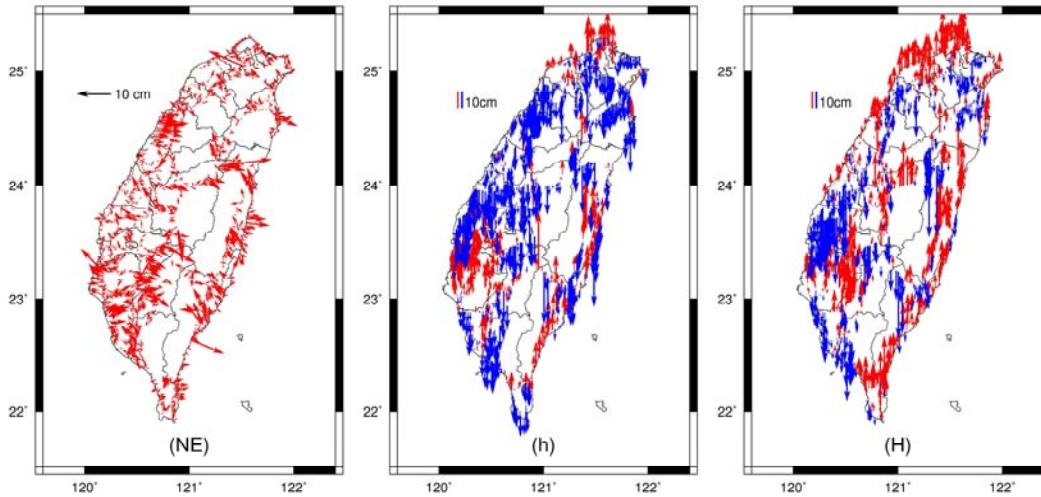


圖2 e-GNSS[2015]→TWD97[2010]+TWVD2001精度分析圖

### 三維坐標轉換使用方法

#### ● 即時轉換

- 供衛星定位接收儀支援RTCM 3.1資料傳輸功能之使用者使用，其原理係使用者透過NMEA資料格式將測量點位坐標位置傳送至e-GNSS系統，系統以RTCM 3.1 Type 1021及1023資料格式，將坐標轉換7參數、點位外圍範圍4x4之殘差網格修正量（網格尺寸為30” x30”）及內插計算方法傳送給使用者，在儀器上進行坐標轉換（如圖3）。

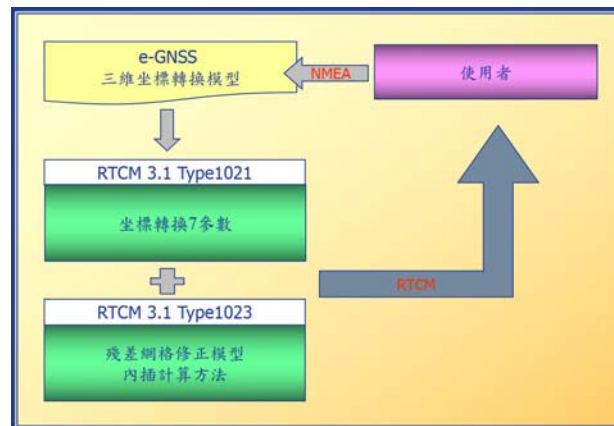


圖3 即時坐標轉換原理

- 測量時坐標系統須選擇RTCM廣播或自動坐標系統(視不同儀器廠牌設定)，並依需求選擇登錄點(mount point)：
  - TTG\_TWD97登錄點：使用者可即時將測量成果轉換為TWD97平面坐標與TWVD2001正高。
  - TTG\_2010登錄點：使用者可即時將測量成果轉換為TWD97[2010]平面坐標與TWVD2001正高。
- 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+TWVD2001或TWD97[2010]+TWVD2001坐標系統。惟

e-GNSS系統係以Type 1023傳送球面坐標系殘差網格修正量，若使用者欲查看轉換後之平面坐標，需另設定投影參數。

- 若使用之儀器若不支援RTCM 3.1或無法設定使用RTCM廣播或自動作標系統，即使選擇TTG\_TWD97或TTG\_2010登錄點，測量成果仍為e-GNSS坐標，須特別注意。

### ● 後處理坐標轉換

- 供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。
- 測量時坐標系統使用TWD97坐標系統，並選擇Taiwan或Taiwan\_RTCM 23登錄點，進行VBS-RTK測量，獲得e-GNSS坐標系統測量成果。
- 至e-GNSS系統三維坐標轉換服務平台（<http://trans.egnss.nlsc.gov.tw:8081>）進行後處理坐標轉換，可依需求選擇轉換至TWD97、TWD97[2010]或e-GNSS[2013]坐標系統，且轉換成果包含橢球高。

### 使用注意事項

三維坐標轉換服務提供使用者一個快速簡單可將e-GNSS測量成果轉換至法定TWD97、TWD97[2010]、TWVD2001及歷年e-GNSS坐標系統的方法，轉換成果平面精度優於5公分，高程精度優於10公分。為確保測量成果精度品質，有關不同精度需求之測量工作，建議參考下列作業方式辦理：

#### ● 測量工作精度需求低於轉換精度者

如一般工程測量、中、小比例尺製圖及管線測量等工作，可直接應用三維坐標轉換成果，惟仍建議於測區外圍檢測部分已知控制點，確認已知坐標與轉換坐標較差是否符合精度規範，再辦理後續測量工作，確保作業成果品質。

#### ● 測量工作精度需求高於轉換精度者

如地籍測量工作，建議參考圖4之作業方式，先檢測測區外圍已知控制點，並比較檢測與已知控制點坐標之相對關係，如果較差量級與方向性一致，表示檢測與已知控制點間僅存在系統差，可透過直接平移的方式，獲得符合精度需求之法定坐標系統測量成果；如較差量級與方向性不一致，表示檢測與已知控制點間除了存在系統差，尚包含已知控制點位移量，則建議採用坐標轉換與最小二乘配置之方法，先把有問題的已知控制點找出來，再進行坐標轉換與套合，亦可獲得符合精度需求之法定坐標系統測量成果。

### 未來發展

- e-GNSS系統高程測量成果為橢球高，與一般工程使用之正高不同。目前e-GNSS系統係將測量之橢球高轉換至TWD97[2010]坐標系統，再應用內政部103年臺灣地區大地起伏模型以獲得正高（因目前大地起伏模型係以TWD97坐標系統之橢球高為基礎建置之混合法大地起伏模型）。惟每經過1次轉換程序，多少都會損失部分精度，後續將建立e-GNSS系統專用之大地起伏模型，減少1次轉換程序，提升橢球高轉換為正高之精度，以e-GNSS系統實現臺灣現代化高程測量。

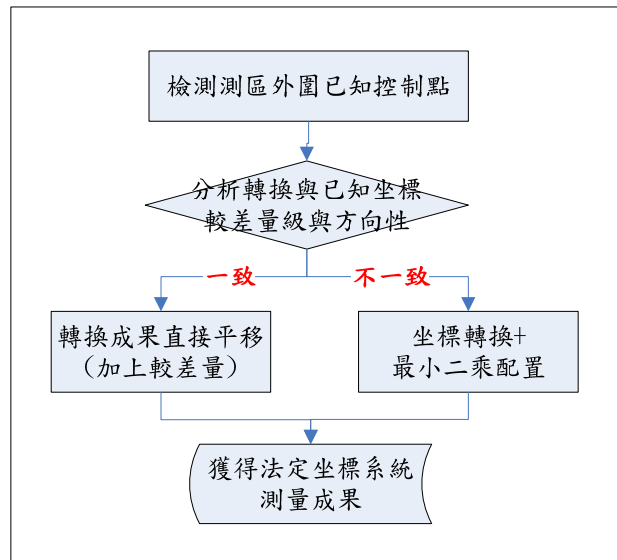


圖4 精度需求高於轉換精度之建議作業方式

- 臺灣位處板塊交界地區，地殼變動頻繁劇烈，e-GNSS系統為維持基準站間相對精度，規劃約每2年更新基準站坐標，以確保定位成果精度品質。目前e-GNSS系統已提供e-GNSS[2015]→TWD97+TWVD2001、e-GNSS[2015]→TWD97[2010]+TWVD2001、e-GNSS[2015]→e-GNSS[2013]、e-GNSS[2013]→TWD97+TWVD2001及e-GNSS[2013]→TWD97[2010]+TWVD2001等5組三維坐標轉換服務供使用者應用，爾後更新坐標後，將持續提供更新後e-GNSS坐標系統轉換至TWD97+TWVD2001、TWD97[2010]+TWVD2001及e-GNSS歷年坐標系統之三維坐標轉換模型，經長期作業後，可研究利用e-GNSS系統建立臺灣半動態基準之可行性。

### 參考文獻

1. 內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，<http://www.egnss.nlsc.gov.tw/>，前次查閱2015/7/20。
2. 莊峰輔、湯凱佩、王敏雄、劉正倫，三維即時坐標轉換輔助VBS-RTK定位技術獲得法定坐標系統測量成果之研究，內政部國土測繪中心，2014。

## 論文摘要投稿資訊表

第三十四屆測量及空間資訊研討會-論文摘要投稿表			
主題類別	測量技術類		
發表人	莊峰輔	是否具學生身份	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
論文題目	內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統三維坐標轉換服務介紹		
主要聯絡人	莊峰輔		
服務單位	內政部國土測繪中心	職稱	技士
聯絡電話	0919-818298 ; 04-22522966#255		
E-mail	23087@mail.nlsc.gov.tw		
聯絡地址	40873 臺中市南屯區黎明路 497 號 4 樓		
國科會編號 <sup>1</sup>			
投稿相關事項			
<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否同意因審查結果而異進行「口頭」發表論文。		
<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否同意因審查結果而異進行「海報」發表論文。		
<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否已詳閱投稿須知，並清楚瞭解投稿相關規定且同意遵守。		
<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否同意將投稿文章及相關資訊授權刊登於「第三十四屆測量及空間資訊研討會」之摘要集、網站及相關文宣中。		
<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否同意「第三十四屆測量及空間資訊研討會」將您的個人資訊紀錄後用於通知及緊急聯絡之用。		
<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否同意當投稿文章有侵害他人權利或違反中華民國相關法律時，投稿者將自行負擔一切法律責任且大會有權將相關資訊移送法務機關。		

註1若發表論文為國科會補助，請特別註明國科會編號