

e-GNSS 建立砲兵測地統制之研究

作者：顏嘉彰 士官長

提要

- 一、砲兵測地統制為各作戰區砲兵部隊之責任，若防區測地未能落實執行，將導致作戰區內測地基準點建立密度與精度不足，無法滿足砲兵營、連防區測地執行，相關測地作業窒礙問題是環環相扣，實為砲兵部隊重要課題。
- 二、陸軍砲兵訓練指揮部藉由防區測地成果檢查及南測中心測地任務驗證，於民國 108 年籌購 SPECTRA PRECISION SurveyPro e-GNSS 乙部，累積長達 3 年使用經驗，且歷經與定位定向系統（ULISS-30）兩者實際測試與效益評估，驗證 e-GNSS 作業方式，進而改進砲兵建立測地統制不足，有效達成防區測地任務。
- 三、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名稱，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 代表多星系的衛星導航定位系統（GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS），為現行高科技運用於測地統制建立必要手段及利器。
- 四、筆者研究採相關議題發現與歷年駐地督訪相關態樣，藉由相關書籍及網路資訊等相關測量運用新知，並研究相關 e-GNSS 系統與運用，期能提升野戰砲兵測地作業之效益。

關鍵詞：測地統制、防區測地、即時動態測量（RTK）、e-GNSS

前言

各級砲兵部隊建立測地統制，¹經適切之測地、計算、檢查等作業，建立符合砲兵精度要求，納入同一座標系統之測地成果，並可善用內政部土地測繪局高精度衛星控制點。現行防衛作戰架構建立測地統制為各作戰區砲兵之責任，惟有落實執行防區測地，建立測地基準點滿足各砲兵部隊防區測地需求，亦提升戰備整備。

各基礎建設仰賴國家級控制點為主，砲兵測地統制建立也是如此，建立同一座標之基準點，提供各砲兵單位（如火箭單位、砲兵營、連）之測地作業起始、成果檢查及擴張作業等。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，筆者依循現行作業規範、現況及相關議題

¹《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日，頁 9-1）。

發現，作為研究參考之依據及後續建立測地統制作業不足，如議題發現第二點及第五點以綜整分析裝備特性（便捷性、精確性、電子化、網路化）綜整結論及建議，提供後續之運用參考依據。

相關議題發現

一、使用控制點及水準點

現行國家控制點由內政部地政司衛星測量中心於 101 年 3 月 30 日公告大地基準 18 點、I 等衛星控制點 105 點、II 等衛星控制點 569 點、III 等衛星控制點 2102 點、I 等衛星控制點（GNSS 連續站）219 點；另於 105 年將一等一級水準點、一等二級水準點，統一更名為一等水準點，總計 2,461 點；復於 109 年 8 月 10 日再公告修正為大地基準 18 點、I 等衛星控制點 100 點、II 等衛星控制點 544 點、III 等衛星控制點 1,710 點、I 等衛星控制點（GNSS 連續站）238 點。現行軍圖圖資未將國土測繪建立控制點呈現於軍圖圖資上，因此測量作業人員，須利用各種作業方式檢測控制點完整性，避免造成錯誤（表 1）²。

二、落實防區測地執行作為

建立測地統制為軍團砲兵之責任，各作戰區防區測地之責，由各單位建制內目標獲得連測量排或砲兵營、連測量班執行，各作戰區或作戰分區內之測地作業需仰賴專業測量人員，因此人員編制須滿足測地執行、妥善規劃測防區測地重點、落實測地作業戰備訓練執行³。

三、恪按作業程序規定

建立測地統制使用「定位定向系統」（ULISS-30），惟使用時應恪遵作業規定。操作者須於作業規範下，應執行「位置更新」，否則精度將降低至無法滿足建立測地統制之需求。⁴

四、防區測地問題檢討

防區測地重大錯誤問題，可概分為「作業紀律」與「作業能力」兩個層面，作業單位未遵照講習規定，例如擅自將觀測組配發之「GARMIN-60CS」GPS 接收機對「砲兵各項設施」單點定位與定向，有導致嚴重錯誤之虞。⁵

五、e-GNSS 系統運用

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名稱，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

²內政部地政司衛星測量中心，<http://www.moidlassc.gov.tw>，111 年 4 月 28 日。

³耿國慶，〈如何落實執行防區測地具體作為〉《砲兵季刊》（臺南），第 143 期，陸軍砲訓部，民國 97 年 10 月，頁 2。

⁴《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日），頁 9-16。

⁵耿國慶，〈精進「防區測地」作業能力之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 177 期，陸軍砲訓部，民國 106 年 6 月，頁 61。

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+GLO+GAL+BDS+QZSS）。⁶

表 1 國家控制點成果區分與使用要領對照表

頒布單位/時間	成果名稱	使用要領
內政部 民國 69 年 2 月	台灣地區三角點 成果表	一、因部分三角點升級為衛星控制點，可參考其測站略圖與測站詳情，俾利尋找新衛星控制點。 二、座標資料不使用。
聯勤測量署 民國 74 年 12 月	台灣地區三角點 成果表（2、3、6 度分帶）	一、將雙數頁 TWD-67 之 6°分帶 UTM 標轉換為 WGS-84 之 6°分帶 UTM 標。 二、標高須核對新軍圖無誤後，始可沿用。
內政部 民國 94 年 2 月	I、II 等衛星控制 點測量成果表 （674 點）	一、將 2°分帶 TM 標轉換為 6°分帶 UTM 標。 二、標高未提供，可使用核對軍圖後原標高。 三、參考點名、點號、所在地等資料，配合軍圖與 69 年版成果，至現地確認點位。
內政部 民國 103 年 2 月	I 等一級水準測 量成果（2715 點）	一、將 TWD-97 之經、緯度或 2°分帶 TM 標轉換為 6°分帶 UTM 標。 二、標高（橢球高）。
內政部 民國 105 年 4 月	I 等二級水準網 測量成果（2461 點）	三、點位主要建立於台 1、2、8、9、11、12、14、15、17、20、23、26、61 等道路之分隔島上。
內政部 民國 105 年 3 月	一等水準網測量 成果（2461 點）	一、沿用一等一級水準點及一等二級水準點，統一更名為一等水準點。 二、TWVD 2001 台灣高程基準測量成果。 三、點位除主要省道，另新增台 2 乙線道。
內政部 民國 109 年 8 月	III 等衛星控制點 測量成果表 （1710 點）	一、將 TWD-97 之經、緯度轉換為 6°分帶 UTM 標。 二、成果為橢球高用轉換軟體，轉換成現行使用之標高。 三、各單位函文至國土測繪中心申請作業所需點位。

資料來源：一、（內政部地政司衛星測量中心）<http://www.moidlassc.gov.tw>（111 年 4 月 28 日）。二、作者整理。

⁶同註 2

運用 e-GNSS 建立測地統制

砲訓部為符合人力少、時間短且精度高之防區測地成果檢查與教學場地測地統制建立任務，於 108 年購買 SPECTRA PRECISION SP80 乙部⁷（圖 1），累積長達 3 年使用經驗，證實 e-GNSS 作業方式可改進現行砲兵建立測地統制缺失，有效達成防區測地任務。其作業原理、基本要求與具體作為分述如後。

一、作業原理

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名稱，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，結合衛星定位、寬頻網路數據通訊、行動式數據傳輸、資料儲管及全球資訊網站等 5 項，依全國各地之衛星定位基準站每天 24 小時每 1 秒之連續性衛星觀測資料，經由控制計算中心對於各基準站衛星觀測資料之整合計算處理後，可利用無線上網的方式獲得高精度之定位坐標成果，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（圖 2）。⁸

二、各式衛星系統介紹

GNSS 全球導航衛星定位系統，以美國 GPS 全球定位系統、歐洲伽利略（Galileo）衛星系統、俄羅斯 GLONASS 衛星定位系統及中國大陸（北斗定位系統）為全球四大衛星系統（表 2）。⁹

三、e-GNSS 系統組成架構

e-GNSS 即時動態定位系統之基本組成架構可區分為三大單元，其建置、規劃及操作功能性分述如下。

（一）衛星定位基準網：國土測繪中心於全台建構衛星基準站，亦可做為備援基準站使用，提升系統之完整性，目前已順利連線運作者已達 78 處主基準站、113 處備用基準站，並於 102 及 103 年度進行系統現代化更新，將臺灣本島 191 處基準站全面更新為 GNSS 基準站（圖 3）。

（二）控制計算中心：e-GNSS 控制計算中心建置於地籍資料庫 4 樓資訊機房，其內部軟硬體設備配置，係配合定位系統軟體、網路架構、分區定位服務網規劃、即時動態資料庫及入口網站管理系統等需求，由國土測繪中心建置（圖 4）。

⁷中翰國際有限公司，《SPECTRA PRECISION（SP80）儀器使用手冊》（臺北：民國 108 年 10），頁 1。

⁸桃園市政府地政局，《應用 e-GNSS 即時動態定位測量辦理基本控制點檢測作業報告》（桃園市：民國 107 年 6），頁 3。

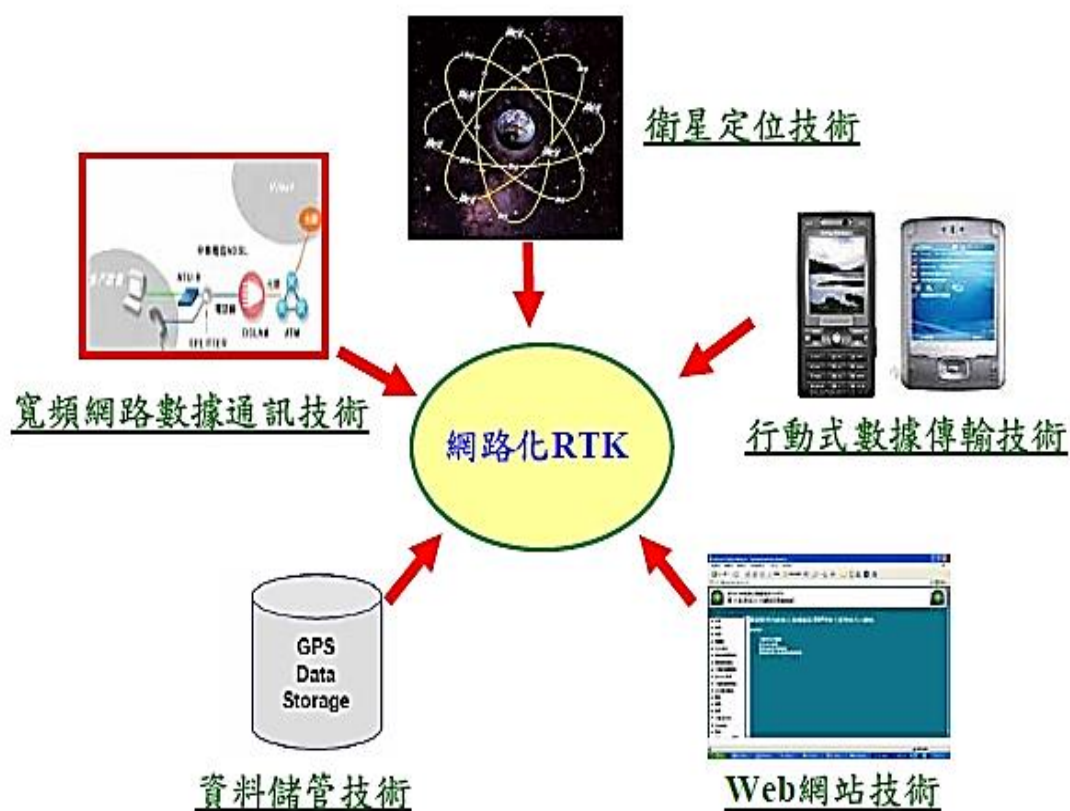
⁹黃立信、李俊澤，〈BDS、GPS、GLONASS、Galileo and QZSS 多衛星組合對定位精度影響之分析〉《第 44 屆測量學術發表會專輯》，2015 年 10 月 21 日，111 頁。

（三）虛擬基準站：即時動態定位技術所需移動站基本配備，就功能性可區分為衛星定位接收儀、無線上網功能之行動通訊設備及通訊協定通訊操作介面（圖 5）。



圖 1 SPECTRA PRECISION (SP80) 「全球導航衛星系統接收器」示意圖

資料來源：中翰國際有限公司，《SPECTRA PRECISION (SP80) 儀器使用手冊》(臺北：民國 108 年 10)，頁 1。



圖二 網路 RTK 示意圖

資料來源：王敏雄，〈地籍測量應用及發展研討會資料〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 5 月），<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（110 年 1 月 25 日）擷取。

表 2 GNSS 全球導航衛星定位系統

系統類型	GPS	GLONASS	Galileo	BDS（北斗）
衛星數量	32	28	30	55
軌道面（度）	6（軌道間相距 60 度）	3（軌道間相距 120 度）	3（軌道間相距 120 度）	3（軌道間相距 120 度）
傾角（度）	55°	64.8°	56度	0度、55度、傾斜同步
軌道高度（公里）	20200 公里	19100公里	23616公里	IGSO/MEO:35789km MEO:21528km
運行週期	11 小時 58 分 00 秒	11 小時 15 分 40 秒	14 小時 04 分	IGSO/MEO:24h MEO:12h50m
民用頻率（Open Service）	L1:1575.42MHz L2:1227.60MHz L5:1176.45MHz	L1:1602.56-1615.50 MHz L2:1246.44-1256.50 MHz	E2-L1-E1:1559-1591 MHz E5:1164-1215MHz E6: 1260-1300 MHz	上載 1260~1300 MHz 1164~1215MHz 1560~1575 MHz
參考座標框架	WGS-84	SGS-E90	GTRF（ITRF）	CGCS2000
時間系統	UTC（USNO）	UTC（SU）	UTC（USNO）	BDT
傳輸訊號方式	CDMA（碼分多址）	（FDMA）頻分多址	CDMA（碼分多址）	CDMA（碼分多址）
涵蓋範圍	中、低緯度地區	中緯度地區	北緯 75 度以上地區	東經約70°-140° 北緯 5°-55°

資料來源：黃立信、李俊澤，〈BDS、GPS、GLONASS、Galileo and QZSS 多衛星組合對定位精度影響之分析〉《第 44 屆測量學術發表會專輯》，2015 年 10 月 21 日，111 頁。



鋼柱式天線架基座架設及儀器機櫃主要基本配備實景相片

圖 3 衛星定位 GNSS 基準站示意圖

資料來源：王敏雄，〈地籍測量應用及發展研討會資料〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 5 月），
<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（110 年 1 月 25 日）擷取。



e-GPS 控制計算中心資訊機房實景相片

圖 4 控制及計算中心示意圖

資料來源：陳為斌，〈網路即時動態定位系統運用於臺南縣加密控制測量之研究〉《國立成功大學論文》（臺南），民國 97 年 6 月，頁 8。



圖 5 移動站器材示意圖

資料來源：作者自行拍攝

四、e-GNSS 特性與優點

（一）e-GNSS 的特性

1.採用網路傳輸技術「即時」結合多個基準站觀測資料，聯合解算個基準站定位誤差，提供 e-GNSS 使用者更準確、可靠的定位誤差修正資訊，有效擴展作業距離。

2.採用網際網路技術取代傳統無線電數據機，傳輸 e-GNSS 定為所需的定位資訊。

3.建置 24 小時連續觀測的固定式基準站，e-GNSS 使用者不須自行架設主站，可大幅節省作業時間、提升產能及降低作業成本等經濟效益。

4.各基準站長期連續的觀測資料經過嚴密的基線計算及網形平差分析，可提升基準站間之相對精度。

（二）e-GNSS 的優點

1.可擴大有效作業範圍，提高定位精度及可靠度。

2.測量誤差及初始化時間不因距離增長而增加。

3.使用者無須架設區域性主站。

4.單人單機即可作業。

5.可縮短作業時間，增加產能，降低作業成本。

6.所有使用者皆在同一框架下進行即時定位。

7.可提供全面性的定位成果品質監控。

五、測地作業之程序

（一）圖上研究

依各單位作戰區劃分調借涵蓋作業地區之軍圖，依任務需要將作業區劃分若干個獨立作業區域。再考量 e-GNSS 作業特性與限制，選擇建立砲兵測地統制位置，以避免干擾 GNSS 信號與網際網路數據傳輸，確保測地作業順利執行。

（二）現地偵察

測地作業須經由現地偵察作業幅員之環境，以利擬定計畫之準據。實施偵察時，通常攜帶作業地區地圖、望遠鏡、指北針、標示器材（噴漆、鋼釘、木椿）、砍刀、數位相機、砲兵測地計算機等，須針對測地作業實施寫景、標示、修整，詳盡標示該作業區域點位。

（三）測站標示作業

測站位置標示工作，於偵察時同時實施標示，設置時需考慮下列事項：

1. 考量人員作業安全性。
2. 測站標示明顯清晰、易於識別。
3. 點位可利用各鄉鎮地政事務所，建立圖根點、美化點運用。

4. 砲訓部年度辦理防區測地講習，為使點位易於辨識管理與使用，統一律定點位標示方式（點位標示於水泥地、柏油路如圖 6；標示於草地如圖 7）。¹⁰

（四）擬定計畫

計畫分配與妥善規劃為便於測量執行，先行完成計畫內容包括：人員編組、使用車輛、使用器材、測量方式、作業起點、作業迄點、作業路線、完成之事項、配合事項、協調指示、作業完成時間、成果檢查方式、測站標示、草圖調製等，如有障礙必須清除均須加以說明。

（五）現地作業

操作人員僅需 1 或 2 人，攜帶 SPECTRA PRECISION（SP80）、行動網路通信設備、控制器等。作業時不論任何時間，只要點位可同時接收多衛星信號，¹¹在短時間之內，依照使用者的精度需求，即時獲得「公分級」之高精度即時動態定位成果。¹²

e-GNSS 作業不需依賴控制點實施初始校準，不受天候、地形、距離之影響，可快速實施定位資訊之獲得，可大幅度節省人力。惟戰時 GNSS 系統可能

¹⁰曾育養，〈運用「即時動態測量」（RTK）建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月，頁 9-10。

¹¹王敏雄，〈e-GPS 之應用與未來展望〉（內政部國土測繪中心，民國 94 年 5 月），<http://www.nlsu.gov.tw>（101 年 5 月 10 日）。

¹²黃諧榮，〈測地成果建檔與分發運用〉《砲訓部 96 年防區測地計畫講習》（臺南），民國 96 年 11 月，頁 22-23。

關閉，信號受遮蔽、干擾等影響，而無法確保使用能力。然平時仍可使用於防區測地，建立測地統制與測地基準點設立等作業。

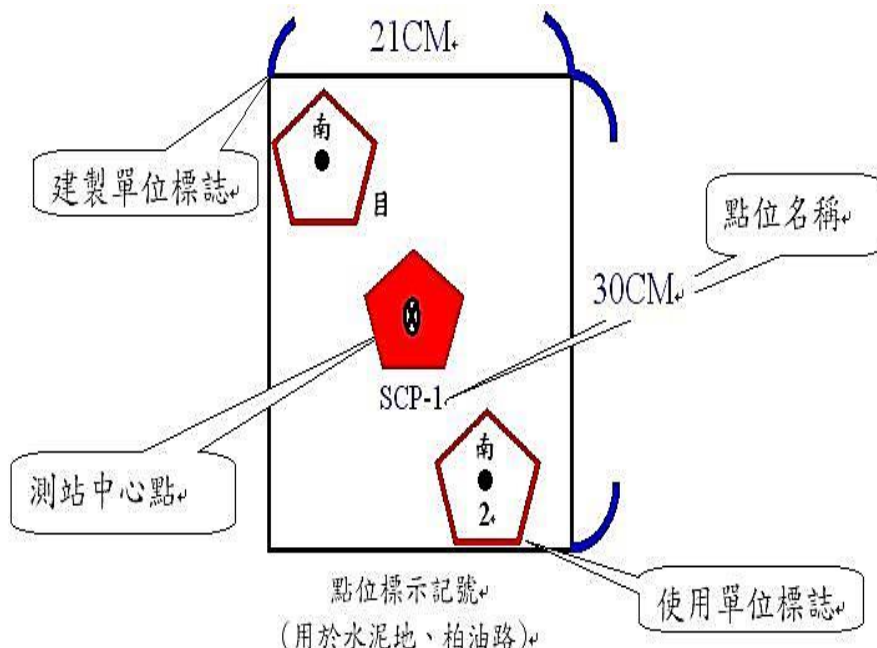


圖 6 水泥地、柏油路點位標示示意圖

資料來源：曾育養，〈運用「即時動態測量」(RTK) 建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月。

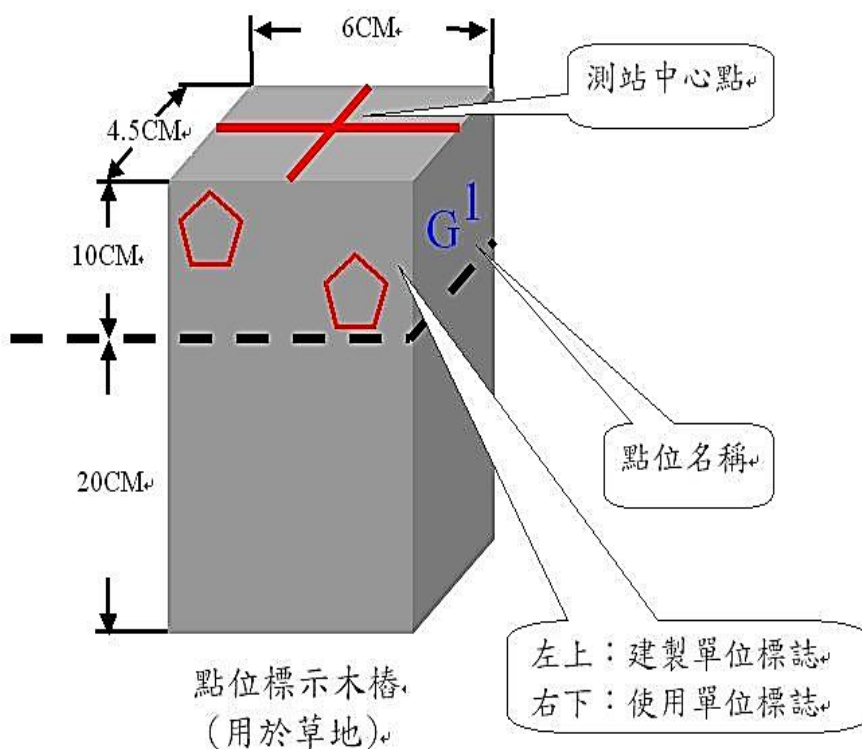


圖 7 草地點位標示示意圖

資料來源：曾育養，〈運用「即時動態測量」(RTK) 建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月。

e-GNSS 與 ULISS-30 分析比較

砲訓部曾於 109 年 11 月中旬於白河地區與南測中心周邊實施驗證作業(圖 8~圖 10)，使用 SPECTRA PRECISION (SP80) 與 ULISS-30 作業比較表，實施砲兵測地統制建立作業，除蒐集 SP80「即時動態測量」(e-GNSS)實際作業參數外，因 ULISS-30 於數年內驗證精度為準則規範驗測，以 SP80 評估裝備性能與效益，俾供爾後運用參考(如表 3、圖 8~圖 10)。

一、系統功能比較

SPECTRA PRECISION (SP80)「即時動態測量」(RTK)與 ULISS-30 定位定向系統分別於實驗區作業兩次，其作業方式、成果與時間比較如表五。

二、測試結果分析

(一)就作業精度而言

1.座標測試結果 SPECTRA PRECISION SP80，座標徑誤差小於 10 公分，標高誤差小於 5 公分，定位定向系統 (ULISS-30) 徑誤差小於 3 公尺，標高誤差小於 1 公尺，均符合砲兵建立測地統制之作業要求。

2.定向精度而言，本研究以兩點座標計算方位角之定向，測試計算結果 SPECTRA PRECISION SP80 平均定向方位角約密位，就定位定向系統 (ULISS-30) 平均定向方位角密位，均符合砲兵建立測地統制之作業要求。

(二)就作業時間而言

SPECTRA PRECISION SP80 之 RTK 與定位定向系統 (ULISS-30) 測試結果，雖均符合精度要求，惟就兩次測試結果顯示，使用 SP80 單點作業時間為 30 秒至 1 分鐘；ULISS-30 則壓點 2 分鐘。如使用 SP80 實施防區測地，其速度與精度將較定位定向系統 (ULISS-30) 為佳。

表 3 SP80 與 ULISS30 現地作業紀錄表

等級	點名	已知諸元	SP80 獲得諸元	誤差值
三等衛星 控制點	白河	X : ○○○○○○.○ Y : ○○○○○○.○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.077 Y:+0.007 Z:-0.023
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.058 Y:-0.002 Z:-0.010
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.066 Y:+0.004 Z:-0.009

			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.085 Y:+0.048 Z:-0.023
	甘崎橋	X : ○○○○○○.○ Y : ○○○○○○.○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.090 Y:+0.051 Z:-0.010
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.082 Y:+0.044 Z:-0.009
等級	點名	已知諸元	ULISS-30 獲得諸元	誤差值
三等衛星 控制點	白河	X : ○○○○○○.○ Y : ○○○○○○.○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:0.618 Y:-1.595 Z:-0.512
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.832 Y:-0.785 Z:-0.532
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.028 Y:0.865 Z:-0.592
	甘崎橋	X : ○○○○○○.○ Y : ○○○○○○.○ Z : ○○.○○	X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:-0.305 Y:0.571 Z:-0.668
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:0.625 Y:0.631 Z:-0.718
			X : ○○○○○○.○○ Y : ○○○○○○.○○ Z : ○○.○○	X:0.555 Y:0.558 Z:0.758
附記	一、SPECTRA PRECISION （SP80）測得 平均徑誤差：0.08032 m 座標差：X:0.076 m、Y:0.026 m； 標高差：H:0.014m 二、ULISS-30 定位定向系統測得 平均徑誤差：0.97226 m 座標差：X:0.493m、Y:0.838m； 標高差：H:0.63 m 三、單位：公尺（m） 四、4 分鐘零速更新（CEP:3 m、EP:1 m）			

資料來源：作者自製

表 4 SP80 與 ULISS30 現地作業方位角統計表

點名	白河	甘崎橋	方位角
三等衛星 控制點 (標準值)	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.08 (密位)
SP80 第一組	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.07 (密位)
SP80 第二組	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.33 (密位)
SP80 第三組	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.08 (密位)
ULISS-30 第一組	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.34 (密位)
ULISS-30 第二組	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.71 (密位)
ULISS-30 第三組	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	X : 〇〇〇〇〇.〇〇 Y : 〇〇〇〇〇.〇〇 Z : 〇〇.〇〇	2413.51 (密位)
一、PECTRA PRECISION (SP80) 測得兩點方位角加總平均值： 2413.16 密位與標準值誤差+0.08 密位 二、ULISS-30 定位定向系統測得兩點方位角加總平均值： 2413.52 密位與標準值誤差+0.44 密位 三、單位：密位 (6400)			

資料來源：作者自製



圖 8 SP-80 現地作業功能介面示意圖

資料來源：作者自行拍攝



圖 9 SP-80 現地作業（白河地區 000 控制點）示意圖

資料來源：作者自行拍攝

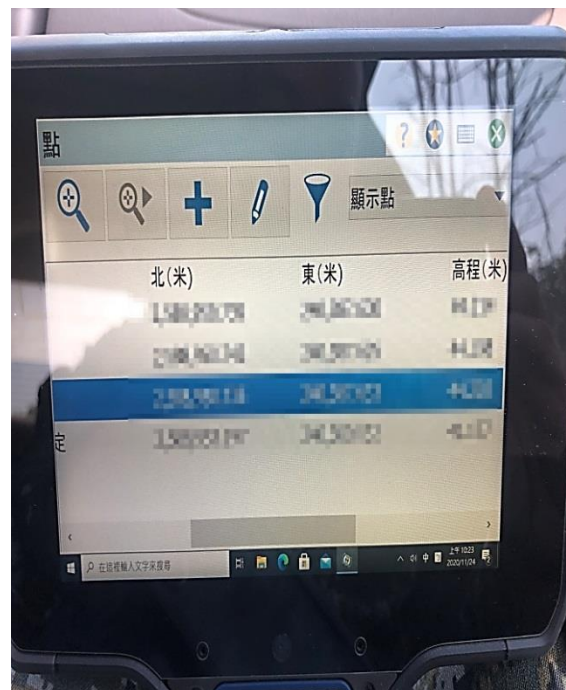
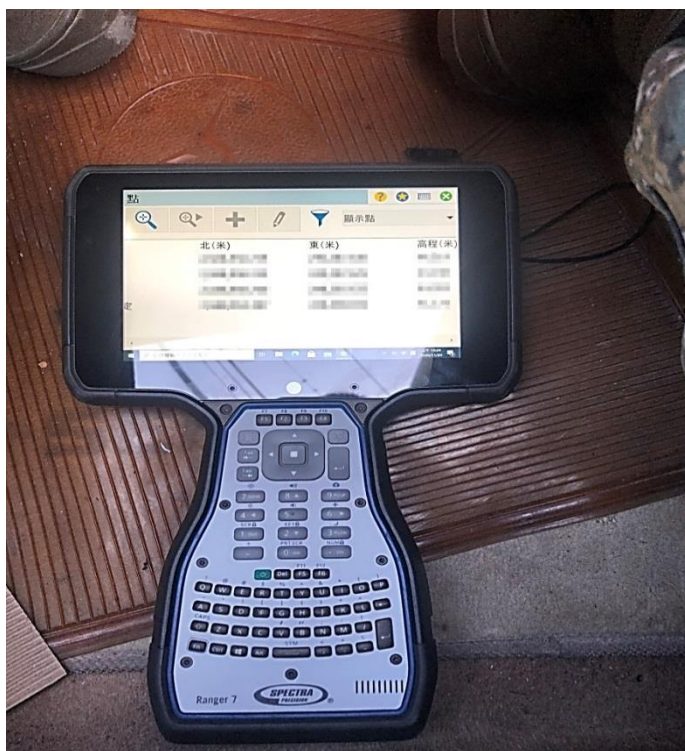


圖 10 SP80 現地作業（甘崎橋地區 000 控制點）示意圖
資料來源：作者自行拍攝

表 5 SPECTRA PRECISION (SP80) RTK 與 ULISS-30 功能比較表

項目	SPECTRA PRECISION SP80	定位定向系統 ULISS-30
作業起始	無需作業起始★	需精度高之已知點實施初始校準
校準時間	30 秒內★	22 分鐘（初始校準）
作業人員	1 人★	至少 2 人
攜行方式	人員攜行即可	須裝載於悍馬車上作業★
單點時間	壓點 5 秒★	壓點 2 分鐘，放射 5 分鐘
電力供應	鋰電池，2.6 Ah, 7.4 V, 19.2 Wh （數量：2） ★	24V 系統電瓶 2 小時餘靠車輛直流電★
電池設計	熱插拔電池★	24V 系統電瓶
方位計算	每站 1 分鐘★	每站 5 分鐘
位置更新作業	無	1.中距離：30 公里或 2 小時 2.長距離：75 公里或 5 小時
零速更新作業	無	4 分鐘或 10 分鐘零速更新
作業限制	1.GNSS 衛星訊號。★ 2.需藉網際網路訊號。 3.人員可到達即可。	1.慣性導航系統。★ 2.車輛載具須能到達，或使用測距 經緯儀放測測量。 3.車輛載具受地形地物影響。
精度	公分級★	徑誤差小於 3 公尺
記憶容量	2GB★	99 筆
搭配系統	S9 測距經緯儀	S9 測距經緯儀★ 萊卡測距經緯儀 蔡司測距經緯儀
附屬功能	放樣測量、導航、 兩點座標方位計算★	導航、射向賦予、 兩點座標方位計算★
★代表裝備性能概等或較優		

資料來源：一、同註 10，頁 11。二、作者整理。

e-GNSS「即時動態測量」(RTK)作業特、弱點

e-GNSS「即時動態測量」為屬 e-GNSS 系統測量技術，砲兵部隊現行使用之 ULISS-30 定位定向系統則運用慣性導航原理，兩者作業型態不同，就差異性分述如下。

一、作業特點

(一) 減少作業人力

e-GNSS 作業僅需一人，使用網路 SIM 卡連接作業，在網路信號良好狀況下，可即時獲得定位座標及標高，其作業速度快速，可提升測地統制建立。

(二) 快速完成測地作業

砲兵測地作業起始仰賴測地統制點之建立，e-GNSS 作業方式能快速完成高密度建立測地統制網，提升整體測地作業時效與精度。

(三) 快速修正作業精度

SP-80 系統作業不僅使用網路 e-GNSS「即時動態測量」進行座標及標高改正及修正。在一定的作業半徑範圍內，皆可達到「公分級」之水準。

(四) 中文化操作介面

SP-80 系統介面具備中文化操介面操作簡便、具備圖形、圖示表示說明操作，另結合砲兵部隊現行使用之 S9 測距經緯儀，提升測量速度與精度。

(五) 具國家作業等級

測地作業後續發展具備精確化、便利化、即時化、網路化、數位化等方向快速提升測地統制建立，有效提供火力單元精確打擊目標。

二、作業弱點

(一) GNSS 信號限制

e-GNSS 接收訊號需要較佳之接收位置（透空度），如在高山、森林地等地區，衛星信號接收便會較差會影響作業。¹³

(二) 網際網路通信限制

e-GNSS 作業依賴行動網際網路通訊鏈結，因網際網路依通信基地台建制與測量作業環境接收訊號成正比，如受作業環境干擾、地形地物，影響作業精度和作業距離。¹⁴

建議

一、檢討配賦

防區測地建立仰賴各作戰區目標連（本部連）測量排除須負責開設「測地資料中心」外，並建立測地統制點起始作業，惟強化測地統制建立為基礎形成

¹³ 同註 3，頁 13。

¹⁴ 同註 3，頁 13。

網格狀測地基準，建議 SP80 裝備配賦各目標連（本部連）測量排 2 套以上，增加測地作業靈活度，有效快速提供定位定向系統運用。

二、更新資訊整合

綜合上述分析裝備型態及測地作業態樣，e-GNSS 運用於平時作業，將不需要控制點起始作業，SP80 搭配 S9 測距經緯儀運用 e-GNSS 訊號，整合資訊直接提高作業精度與速度。

三、新知與運用

目前學術界及土地測繪中心大多使用 e-GNSS 方式作業，惟有結合科技化新知，善用 e-GNSS 衛星系統，而不是利用簡易定位設備或 GPS 接收機實施定位；另外，須能進一步瞭解 e-GNSS 衛星系統在測地作業能快速建立基準之能力，俾迅速提供砲兵精確座標。

結語

建立測地統制為作戰區砲兵之責任，考量現況測量作業時效性及各作戰區基準點建立密度與精度不佳，唯有人員與現行作業方式同步提升，始能達到精進的效果，因此，筆者撰文研究 e-GNSS 作業系統，作為後續建案需求發展之參考之提供。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日）。
- 二、陳文豐，〈全球定位系統之單點定位〉《測量學術發表會專輯》（臺中）第 30 輯，民國 91 年 9 月。
- 三、黃建華，〈淺談全國性電子化 GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 3 月），<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（101 年 5 月 10 日）。
- 四、王敏雄，〈地籍測量應用及發展研討會資料〉（中華民國地籍測量學會，民國 94 年 5 月），<http://www.cadastralsurvey.org.tw>（101 年 7 月 17 日）。
- 五、王敏雄，〈e-GPS 衛星基準站即時動態定位系統建置及運作現況〉（內政部國土測繪中心，民國 95 年 11 月），<http://www.nlsc.gov.tw>（101 年 5 月 10 日）。
- 六、陳為斌，〈網路即時動態定位系統運用於臺南縣加密控制測量之研究〉《國立成功大學論文》（臺南），民國 97 年 6 月。
- 七、戴翰國，〈EGPS 於測量上之應用〉（全泰工程測量顧問有限公司，民國 96 年 3 月），<http://www.tpetube.com.tw>（101 年 5 月 15 日）。
- 八、黃諧榮，〈測地成果建檔與分發運用〉《砲訓部 96 年防區測地計畫講習，》（臺南），民國 96 年 11 月。

- 九、王敏雄，〈e-GPS 之應用與未來展望〉（內政部國土測繪中心，民國 94 年 5 月），<http://www.nlsu.gov.tw>（101 年 5 月 10 日）。
- 十、徐坤松，〈淺談 RTK（即時動態測量）於砲兵測地之應用〉《砲兵季刊》（臺南），第 147 期，陸軍砲訓部，民國 98 年 11 月。
- 十一、耿國慶，〈運用地圖支援砲兵測地之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 159 期，陸軍砲訓部，民國 101 年 11 月。
- 十二、宏遠儀器有限公司，〈徠卡 LEICA GS20 儀器使用手冊〉（臺北：民國 98 年 10）。
- 十三、徐坤松，〈運用「即時動態測量」（RTK）建立砲兵測地統制之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 160 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 3 月。

作者簡介

顏嘉彰士官長，陸軍專科學校士官長正規班 39 期、曾任測量班長、連士官督導長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。