

以 e-GNSS 即時動態定位系統及坐標轉換方式 精進臺灣省國有林班地複丈作業之研究

內政部國土測繪中心 技正 陳世崇

內政部國土測繪中心 技士 鍾岳龍

內政部國土測繪中心 課長 歐立中

內政部國土測繪中心 簡任技正 曾耀賢

關鍵詞：e-GNSS 即時動態定位系統、坐標轉換、臺灣省國有林班地

摘 要

臺灣省國有林班地（以下簡稱國有林班地）地籍測量及土地登記作業，前經內政部國土測繪中心(以下簡稱本中心)研擬計畫陳報內政部核定自 87 年度起開始辦理迄至 98 年度分為 2 期辦理完成。

國有林班地因成圖方式特殊，且地處偏遠，地形崎嶇，實地控制點不足等因素，各地政事務所辦理國有林班地後續複丈常遭遇困難，本中心為研商國有林班地後續複丈方法，於 104 年 9 月 9 日召開研商國有林班地測量後續複丈作業方式會議，會中就國有林班地後續複丈與各相關單位交換意見，並就國有林班地後續複丈方式達成初步共識。

前揭國有林班地後續複丈方式，考量不同期國有林班地辦理方式差異，以第 1 期 3 年計畫部分，後續複丈辦理方式較為複雜，且尚涉及坐標轉換及本中心 e-GNSS 即時動態定位系統（VBS-RTK 即時動態定位，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）等課題，為確實了解實際執行時可能遭遇問題，並研擬解決辦法，以擇定試辦區實地測量並驗證方式，測試以 e-GNSS 即時動態定位系統及坐標轉換方式辦理臺灣省國有林班地複丈作業可行性，及評估國有林班地後續複丈作業方式，供各地政事務所辦理是項複丈作業參考。

1.研究緣起及構想

一、大地基準及坐標系統：TWD67、TWD97 及 WGS84

在臺灣常用到的 TWD67、TWD97 及 WGS84 等, 所指為大地基準, 其中 TWD 的 TW 是指 Taiwan, 而 D 就是指 Datum 大地基準, 而經、緯度、UTM (六度分帶)、TM2 (二度分帶) 等, 指的是坐標系統類別。臺灣地區的坐標系統, 傳統是以天文觀測及三角測量的方式測定經緯度, 由於受到地球重力場分布不均勻等因素影響, 所測得的經緯度只適用於臺灣附近的局部區域, 內政部於 1980 年公佈之 2662 點三角點, 即以沿用此方式辦理測量, 現仍為臺灣部分圖籍之基準。這套坐標系統是採用 1967 年的國際地球原子計算, 通稱為「TWD67」。內政部鑑於控制點遺失、毀損情形嚴重, 各單位因業務需要, 零星補建, 缺乏整體規劃, 且精度不一。為建立完整、統一、高精度之基本控制點系統, 自民國 82 年度起應用高精度全球定位系統共建立 8 個衛星追蹤站及 105 個一等衛星點及 622 個二等衛星點, 以供各界應用, 將此坐標系統稱為「TWD97」(Taiwan Datum 1997)。取名 97 是因為於 1997 年完成 GPS 重新計算的臺灣地區基準, 而其地圖投影採用橫梅氏投影經差 2 度分帶。

而 WGS84(世界大地坐標系統 world geodetic system) 美國國防部應用大地測量、天文測量、衛星測量及重力測量等測量資料及技術, 而發展之供全球性應用之坐標系統。其基準之原點假設為地球質量中心, 其 Z 軸指向慣用地球北極 (CTP), X 軸位在過國際時辰局 (BIH) 定義之零子午圈上, 而 Y 軸為右手系統且與 X 軸正交並在赤道面上, 而 WGS84 也是全球定位系統(GPS)所採用的基準, 各大地基準比較如下表:

表 1 大地基準比較表

大地基準	1967 臺灣大地基準 (TWD67)	1997 臺灣大地基準 (TWD97)	WGS84 大地基準
參考橢球體	GRS67	GRS80	WGS84
長半徑	6378160	6378137	6378137
短半徑	6356774.7192	6356752.3141	6356752.3142
扁率	1/298.25	1/298.25722101	1/298.257223563
基準點	南投埔里虎子山	無	無

其中 TWD97 與 WGS84 所採用之參考橢球體極為接近, 但仍有所差異, 故採全球定位系統測量方式所得到的坐標, 仍要經由改算才是臺灣地區目前法定的 TWD97 坐標。而習慣上, 將採用 TWD67 及 TWD97 大地基準並經二度分帶投影的坐標稱之為 TWD67 及 TWD97 坐標系統。

二、臺灣省國有林班地作業概述

臺灣省國有林班地地籍測量及土地登記作業 前經本中心研擬計畫陳報內政部核定自 87 年度起開始辦理迄至 98 年度全部辦理完成 各期計畫作業重點說明如下：

(一) 第 1 期 3 年計畫(87 年度至 88 年下半年及 89 年度)辦理範圍為國有林班地未與已登記土地毗鄰之地區(約 100 萬公頃)，測量坐標系統採 TWD67 坐標系統，其測量作業方式：

1. 國有林班地未登記土地部分係利用已完成之林區像片基本圖，配合現有林班區界線為地籍線，經數化轉繪為地籍圖。
2. 國有林班地未登記土地範圍內已登記土地(俗稱插花地)，則參照地籍圖重測方式辦理重新地籍整理(採數值法)，實地測量成果併同數化成果於土地總登記公告時一併辦理公告。
3. 第 1 期未辦理國有林班地與範圍外已登記土地毗鄰部分。

(二) 第 2 期修正計畫(93 年度至 98 年度)辦理範圍為國有林班地與已登記土地毗鄰之地區(約 52 萬公頃)，測量坐標系統為 TWD97 坐標系統，其測量作業方式：

1. 國有林班地未登記土地部分，採同第 1 期 3 年計畫測量作業方式，利用行政院農業委員會林務局(以下簡稱林務局)已完成林區像片基本圖，配合現有林班區界線，經數化轉繪為地籍圖。
2. 國有林班地範圍內已登記土地部分，93 至 94 年度，以重新地籍整理參照地籍圖重測方式辦理地籍調查及測量，其測量成果併同國有林班地未登記土地之土地總登記公告時一併辦理公告；95 至 98 年度更改為不辦理重新地籍整理，其與林班地毗鄰土地經界線，依數值地籍測量或圖解地籍圖數值化成果資料為準，接合國有林班地林務局數化資料作為地籍圖經界線辦理，並未辦理實地測量及地籍調查。
3. 國有林班地與範圍外已登記土地毗鄰經界線部分：依數值地籍測量或圖解地籍圖數值化成果資料為基礎，接合國有林班地林務局數化資料作為地籍圖經界線辦理，未辦理實地測量及地籍調查，僅 93 至 94 年度，試辦以實地協助測定界址方式辦理，類似採數值地籍測量或圖解地籍圖數值化成果資料辦理土地鑑界複丈作為國有林班地地籍圖經界線。
4. 國有林班位於已登記土地範圍內或位於已登記土地邊緣而面積不大者，不另設新地段，採將林班地數化資料坐標轉換為原有地籍圖或數化成果之坐標系統後，與原地籍圖接合，編入原地段辦理。

三、國有林班地後續複丈作業分析

因國有林班地係以林區像片基本圖經數化轉繪為地籍圖，未辦理實地測量及製作地籍調查表，如辦理土地複丈案件，因國有林班地多位處高山峻嶺，每筆土地面積大，曲折點甚多，且需至實地辦理測量，曠日費時。

國有林班地地籍圖資於成圖時雖以數值方式管理及保存資料，但考量其大部分經界並未辦理界址測量與地籍調查，而是以數化轉繪所得，故在使用國有林班地地籍圖資進行複丈時，實務上，仍建議應參照「圖解法地籍圖數值化成果複丈作業手冊」規定之原則進行套繪作業及界址檢核，以確保複丈成果品質。而數值法辦理土地複丈，多是依據已知圖根點坐標，將界址點測定於實地。若依傳統數值法土地複丈，如土地複丈地區的圖根點已滅失或密度不足，則須先補設圖根點，既耗費作業時間亦可能影響複丈成果精度，故運用新的測量技術與儀器設備，簡化國有林班地的數值法土地複丈作業，應是可思考之方向。

四、國有林班地後續複丈作業會議

本中心為持續協助國有林班地辦理測量登記後有關後續土地複丈作業疑義及研擬統一作業流程、方式，於 104 年 9 月 9 日先行邀集內政部、林務局暨所屬部分林區管理處及部分縣市政府暨地政事務所等執行機關召開「國有林班地後續複丈作業會議」，就國有林班地地籍測量及土地登記後續土地複丈辦理方式提出研商討論作成結論，並就國有林班地後續複丈作業办理流程及方式，建議依下列方式辦理：

表 2 建議國有林班地後續複丈作業办理流程及方式

國有林班地地籍測量及土地登記作業後續複丈作業辦理方式一覽表	
一、 作業 準備	<p>(一) 查明辦理複丈之國有林班地辦理地籍測量及土地登記作業年度及期別，及是否涉及插花地或國有林班地區外已登記土地。依國有林班地辦理年度及期別，採不同方式辦理，原則建議採原登記時所使用坐標系統為整理成果主要參考坐標系統。</p> <p>(二) 資料蒐集：相關地籍圖、控制點點位資料及歷年土地複丈資料等。</p> <p>(三) 圖形位置核對：辦理複丈土地如鄰近插花地或國有林班地區外已登記土地，應一併檢視各段界既有數值化成果是否一致，如有不一致情形，應經檢核確認段界不一致原因，嗣依案情續辦相關更正程序。</p> <p>(四) 利用正射影像輔助複丈業務：國有林班地之地籍經界線原即是透過國有林區像片基本圖數化而得，在複丈作業準備期間，可利用本中心「國土測繪圖資網路地圖服務」或其他可提供地籍圖套疊正射影像相關系統，透過判讀正射影像概略估計作業區情形，一方面可大致判斷與規劃現況測量時，需測量後供套繪使用之現況，可減少因大量觀測無參考價值的現況作業時間。而於現況測量完成後，亦可以將所測得的現況資料展繪或套合於正射影像上，再次比對已測得之現況是否充足完整，來判斷是否有補測之必要。</p>
二、 控制 測量	<p>(一) 參照「數值地籍測量土地複丈作業手冊」-「第四章 控制點檢測及補設」部分辦理控制測量。</p> <p>(二) 辦理國有林班地地籍測量及土地登記作業期間，國有林班地範圍內並未新設控制點，故多需補設控制點供複丈作業使用。</p>

	<p>(三) 複丈作業範圍如涉插花地或國有林班地區外已登記土地，應聯測插花地或國有林班地區外已登記土地範圍內原有控制點，俾供後續段界檢核及坐標轉換使用。</p> <p>(四) 實地新布設之控制測量成果應予保存，以供該地區辦理後續相關複丈作業使用。</p>
<p>三、界址測量及實地複丈</p>	<p>(一) 界址點檢核：國有林班地地籍測量及土地登記作業原無針對國有林班地辦理戶地測量，地籍經界線係以數化轉繪辦理，並採數值法管理測量成果，故可預期辦理複丈作業時，實地並無充足可靠界址點可供檢核。</p> <p>(二) 辦理國有林班地複丈，應參照「數值地籍測量土地複丈作業手冊」規定，依作業目的辦理實地地籍調查，並調製土地複丈地籍調查表。</p> <p>(三) 經界線查對處理：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 國有林班地及範圍內插花地：國有林班地地籍測量及土地登記作業第 1 期及第 2 期 93 至 94 年度內插花地部分，係參照地籍圖重測方式辦理重新地籍整理，實地測量成果併同數化成果於土地總登記公告時一併辦理公告，該部分應無經界線不符問題，至第 2 期 95 至 98 年度更改為不辦理重新地籍整理，插花地與林班地毗鄰土地經界線，改採數值地籍測量或圖解地籍圖數值化成果資料為地籍線轉繪為地籍圖，因未辦戶地測量，第 2 期 95 至 98 年度國有林班地範圍內及其他未經重新地籍整理插花地部分，而於複丈作業時，可能因參照插花地土地使用現況套繪後，而產生與國有林班地經界線不符情形，基於完全配合已登記土地地籍圖經界線作為國有林班地與已登記土地之地籍經界線之原則，於國有林班地複丈如發現插花地與國有林班地經界線不符，應依套繪後之插花地經界線配合修正國有林班地經界線。 2. 國有林班地與範圍外已登記土地毗鄰經界線：國有林班地複丈作業，應以已登記土地經界線(段界)作為辦理複丈之主要依據，惟國有林班地地籍測量及土地登記作業僅第 2 期 93 至 94 年度針對該部分經界線辦理實地測量，故林班地與範圍外已登記土地毗鄰經界線，於複丈作業時，可能因參照範圍外已登記土地使用現況套繪後，與國有林班地經界線發生不符情形。且國有林班地辦理登記完竣後，毗鄰原已登記土地地段，亦有陸續辦理地籍圖重測或重劃等地籍整理情形，該部分經界線與國有林班地辦理登記時之情形亦可能有所變動，故國有林班地於後續辦理複丈作業時，確有可能發生與範圍外已登記土地毗鄰經界線不一致情形。針對該部分經界線不一致情形建議依下列方式辦理：(1) 經界線重疊部分，如不涉及國有林班地放租範圍及使用分區調整等情形，國有林班地經界線應配合範圍外已登記土地毗鄰經界線調整。(2) 經界線脫開部分，應協調相關單位(如國產署、登記機關及林務局等)確認後，如實地脫開部分確為國有林班地範圍，建議納入林班地管理，如非為國有林班地範圍，宜視為未登記土地，另依相關規定辦理。

四、 複丈 成果 整理 及 檢核	<p>(一) 國有林班地地籍測量成果係採數值法管理，相關複丈成果訂正與整理應參照「數值地籍測量土地複丈作業手冊」辦理。</p> <p>(二) 國有林班地地籍測量及土地登記作業原無針對國有林班地辦理戶地測量，故辦理複丈作業均應視為重新檢視國有林班地地籍測量成果契機，將相關測量成果與觀測資料錄案彙整，納入資料庫管理，俾利後續相關測量作業調閱參考。</p>
---------------------------------	--

其中因國有林班地第 1 期 3 年計畫部分測量成果為 TWD67 坐標系統，後續辦理受限於 e-GNSS 即時動態定位系統目前僅可透過三維坐標轉換直接得到 TWD97 坐標成果，辦理上較為複雜，針對國有林班地第 1 期部分辦理複丈建議注意事項如下表：

表 3 第 1 期國有林班地後續複丈作業方式建議注意事項

	涉國有林班地部分	涉及插花地
一、 作業 準備	◆ 國有林班地測量成果為 TWD67 坐標系統。	◆ 國有林班地測量成果及插花地為 TWD67 坐標系統。
二、 控制 測量	<p>◆ 建議採 e-GNSS 即時動態定位系統布設控制點，控制點規劃及實地完成選點後，選擇點位實地透空良好的點位進行 e-GNSS 即時動態定位系統定位，其不足處再輔以地面導線測量，進行整體性圖根網平差。</p> <p>◆ 如採 e-GNSS 即時動態定位系統並聯測既存 TWD67 控制點，則可使用本中心 e-GNSS 即時動態定位系統三維坐標轉換服務，獲致控制點 TWD67 坐標成果，俾利辦理界址測量及實地複丈。</p>	<p>◆ 應聯測原辦理插花地測量所測設控制點，並以 TWD67 坐標系統計算，俾利後續套繪作業使用。</p> <p>◆ 建議採 e-GNSS 即時動態定位系統布設控制點，並聯測原辦理插花地測量所測設控制點，控制點規劃及實地完成選點後，選擇點位實地透空良好的點位進行 e-GNSS 即時動態定位系統定位，其不足處再輔以地面導線測量，進行整體性圖根網平差，並配合插花地改算為 TWD67 坐標系統。</p>
三、 界址 測量 及 實地 複丈	<p>◆ 國有林班地測量成果為 TWD67 坐標系統，而 e-GNSS 即時動態定位系統目前僅可透過三維坐標轉換直接得到 TWD97 坐標成果而控制測量，無聯測既存 TWD67 控制點則無法獲致 TWD67 坐標成果，可嘗試將國有林班地測量成果轉為 TWD97 坐標系統後，配合 e-GNSS 即時動態定位系統布設之控制點辦理界址測量及實地複丈。</p> <p>◆ 若採不布設控制點，直接以 e-GNSS 即時動態定位系統辦理現況測量或界址點測設，仍需聯</p>	<p>◆ 採新測設控制點辦理界址測量及實地複丈。</p> <p>◆ 若採不布設控制點 直接以 e-GNSS 即時動態定位系統辦理現況測量或界址點測設，應聯測原辦理插花地測量所測設之控制點(TWD67)，以作為本中心 e-GNSS 即時動態定位系統三維坐標轉換服務計算基準，並需注意相對誤差問題。</p> <p>◆ 界址測量完成後應就插花地辦理套繪作業，並檢核原國有林班地測量成果。</p>

測既存 TWD67 控制點，透過本中心 e-GNSS 即時動態定位系統三維坐標轉換服務獲致 TWD67 坐標，並需注意相對誤差問題，始可直接辦理現況測量或界址點測設。	
---	--

因國有林班地第 1 期 3 年計畫部分測量成果為 TWD67 坐標系統，如無聯測既存 TWD67 控制點則無法獲致 TWD67 坐標成果，為提高作業的效果與便利性，本研究嘗試將國有林班地測量成果轉為 TWD97 坐標系統後，配合 e-GNSS 即時動態定位系統布設之控制點辦理界址測量及實地複丈其中坐標轉換部分，採用本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」(CadaCoordTrans.exe，以下表格部分簡稱 Ca 轉換程式)將第 1 期國有林班地測量成果及相關控制點坐標轉為 TWD97 坐標系統。

2.臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式簡介

「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」內建坐標轉換模式，提供臺灣本島及澎湖地區地籍測量坐標系統、TWD67 坐標系統及 TWD97 坐標系統兩兩之間坐標相互轉換功能。坐標轉換可採單點鍵入與檔案批次輸入轉換，檔案坐標轉換支援下列格式：(1)地政整合系統界址點輸入檔(*.coa)、(2)重測系統界址點輸入檔(*.cnt)、(3)ArcGIS Shape File(*.shp)、(4)Mapinfo Exchange File(*.mif)、(5)AutoCad DXF File(*.dxf)及(6)文字檔(ID N E)(* .dat) 並可在 Windows XP、Windows 7 及 Windows 10 等作業系統執行。

「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」包括主程式及 6 個網格修正檔，複製至同一個資料夾即可執行，不需要其他安裝程序。主程式執行檔名為「CadaCoordTrans.exe」，執行時需搭配坐標修正網格檔，程式執行時自動依不同轉換需求選用適合的轉換模式。

二個平面坐標系統之間的坐標轉換，常使用平面 4 參數或平面 6 參數轉換模式。建立轉換模式時，需選取足夠數量且分佈均勻，同時具有 2 組坐標的共同點，採用最小二乘平差法，解算出二個坐標系統的轉換參數，供其他點進行坐標轉換使用。由於共同點之間原本即存在不一致的誤差，經由參數轉換得到的坐標是近似成果，仍需加以修正，此一修正「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」係使用較差修正網格完成。

共同點坐標經由最小二乘平差解算後，在 N、E 方向仍存有不同大小的較差，可將這些較差內插至規則網格點，修正小區域內的坐標較差量。不同的內插模式產生的網格可能有不同的差異，一般認為較好的內插模式應該考慮點與點之間的距離進行合理的較差配賦，配置法(collocation)演算法進即屬此種內插模式。但由於配置法之使用較為麻煩，實用上大多使用類似概念的克利金(Kriging)演算法。本程式採用商用軟體 Surfer 提供之克利金演算法作為計算內插網格的工具。坐標轉換時，先使用參數轉換方式進行近似轉換，得到的坐標成果取其所在位置網格四周網格點的 N、E 方向修正量，再以雙線性內插法得到該點的 N、E 坐標修正量，即可得到轉換後的坐標。

至於坐標較差修正網格係用 2,260 點具有 TWD67 與 TWD97 坐標的共同點產製新網格 其中 76 點作為檢核點評估轉換精度 先以不包括檢核點的 2,184 點建立轉換網格 76 個檢核點用以評估轉換精度，最後則使用全部 2,260 個共同點產製用於程式使用的網格檔。圖 1 是共同點和檢核點分布的位置，綠色是 2,184 個共同點 紅色是 76 個檢核點。並為完整涵蓋臺灣地區，網格範圍為 TWD97 坐標(2409500,140500)-(2811500,362500)，N、E 方向的網格大小均為 500 公尺，共 805x445 個網格點。網格點在檔案中儲存的順序為自西向東，自北向南，先東西，後北南，如圖 1 共同點和檢核點分布圖及修正網格檔(.vct)結構示意圖。

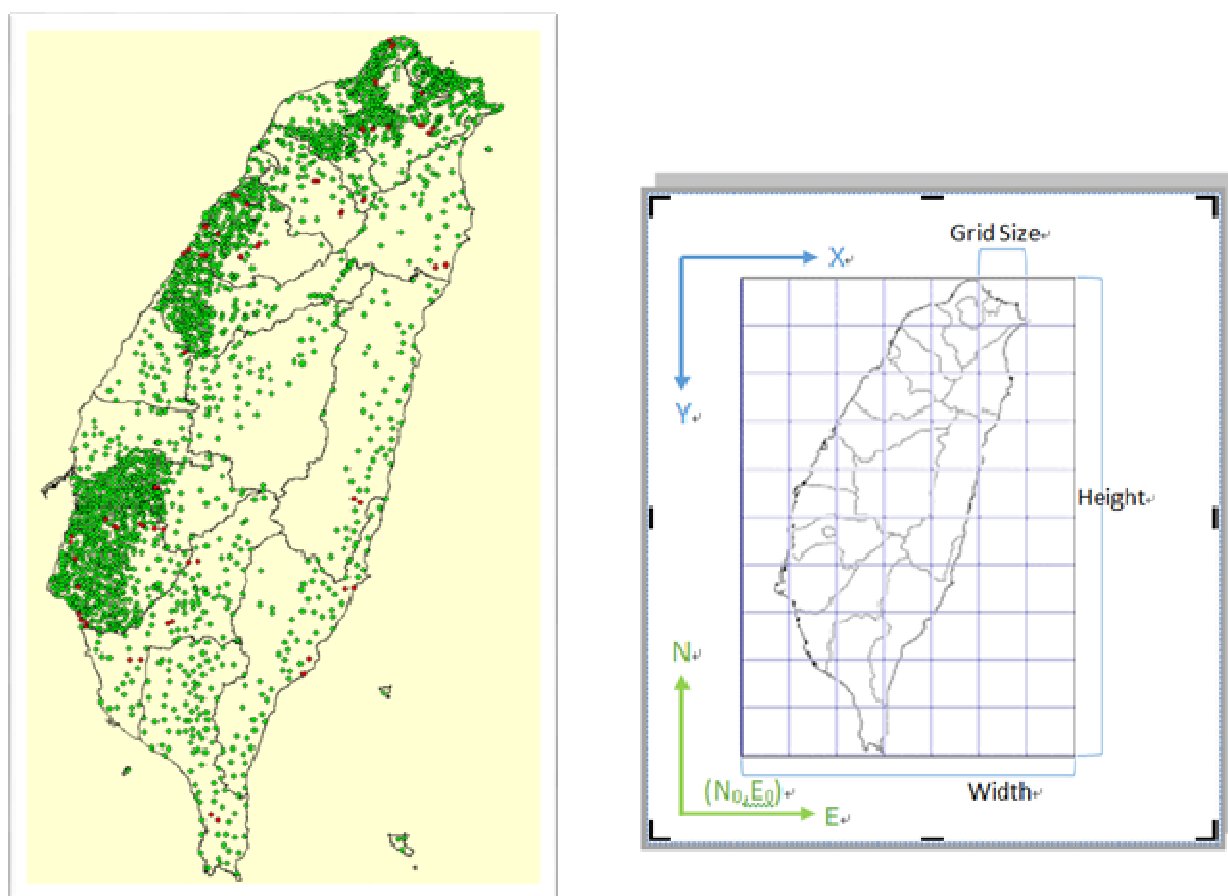


圖 1 共同點和檢核點分布圖及修正網格檔(.vct)結構示意圖

3.e-GNSS 即時動態定位系統簡介

e-GNSS 為本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 代表著多星系的衛星導航定位系統(GPS+GLONASS)。

本中心 e-GNSS 即時動態定位系統因須即時計算並處理各基準站涵蓋範圍內之定位誤差修正資料，並依每個使用者單點定位坐標產出虛擬衛星觀測資料，回傳給使用進行超短基線之 RTK 即時動態定位解算，故需有高精度的坐標來維持各基準站間相對關係

之正確性。惟考量使用者整體坐標系統之一致性，e-GNSS 衛星定位坐標系統理應以內政部 87 年度公佈 TWD97 國家坐標系統為基礎，不僅可以避免坐標系統轉換所衍生之轉換誤差，亦可達到使用上之便利性。惟因臺灣地區位處於地殼變動劇烈地帶，且區域性之地表位移量各地均有明顯差異，也因此造成各基準站間坐標精度已不敷進行相關資料解算，本中心乃自行定義 1 套以時間為函數之 e-GNSS 動態坐標系統，來做為進行即時動態定位之坐標基準平臺，但此做法也引發後續 2 套坐標系統間包括區域性與時間性等極為複雜之整合性議題。

為提供使用者更便利之服務，讓使用者可簡單快速地將 e-GNSS 即時動態定位測量成果即時轉換至法定坐標系統(TWD97、TWD97[2010]及 TWVD2001 正高)，節省聯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，e-GNSS 系統利用 RTCM 3.1 Type 1021 及 Type 1023 之資料格式，分別將坐標轉換七參數，殘差網格修正模型與網格內插計算方法傳送給使用者，讓使用者在外業測量現場可即時將 e-GNSS 系統測量成果轉換至 TWD97 坐標系統，轉換後之平面精度優於 5 公分，高程精度優於 10 公分。

4.實地驗證作業

- 一、坐標轉換：以本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」為坐標轉換工具，將第 1 期國有林班地測量成果及相關控制點坐標轉為 TWD97 坐標系統。
- 二、外業觀測：採用 e-GNSS 即時動態定位系統施測經清查後尚存在之控制點 TWD97 坐標，事先確認本中心 e-GNSS 即時動態定位系統正常運作，並使用衛星資料處理軟體規劃觀測時段，原則選定每日衛星分布幾何狀況較佳之時段進行外業觀測，須於測量控制器上輸入作業名稱、點號、儀器（天線）高，並依下列方式辦理外業觀測：

點位觀測重複率	100%，需重新開機（含通訊設備）並整置儀器，時間間隔無限制。
觀測資料記錄筆數	每測回至少 180 筆固定（Fixed）解坐標
最少接收衛星顆數	> 5 顆
衛星資料接收仰角	> 15 度
觀測資料記錄速率	1Hz，每秒連續記錄坐標成果
坐標成果品質控制	3DQC < 5 厘米
選擇登錄點 (mount point)	TTG_TWD97(三維坐標轉換服務解算結果)

表 4 辦理外業觀測方式

- 三、以雲端圖資協助作業規劃：近年圖籍整合及地籍圖多目標應用，已成為各地政機關努力的目標，並已獲致相當成效，更由於無線網路通訊與網際網路的蓬勃發展，雲端圖資的應用已越趨成形。本中心「國土測繪圖資服務雲」提供多種圖資免費瀏覽及查詢，包括臺灣通用電子地圖(含正射影像)、國土利用調查成果圖、段籍圖、行政區界圖。各機關及民間企業可介接本中心「國土測繪圖資服務雲」服務於其網站網頁上，並提供多種網頁地圖定位標示功能。以本研究東眼山試辦區(東眼山

段)為定位條件查詢結果如圖 2，其中紫色線為該段地籍圖經界線，橘色圓點為當年度辦理國有林班地控制點及圖根點以 KML 資料格式匯入展點位置。惟地籍圖部分如「國土測繪圖資服務雲」網頁說明：「因地籍圖之測製機關、測繪規範、測製精度及比例尺不同，分別依各地段、各圖幅坐標轉換處理，因此各地段間、各圖幅間存在有接邊問題，且地籍圖與其他圖資套疊結果會有差異，同時本中心地籍圖資料與地政事務所資料存在時間差，因此各種圖資套疊之結果，僅提供空間相對位置參考使用。查詢之地籍資料如涉及土地實際權利界址，應以各地政事務所鑑界為準。」故該部分查詢結果，不可視為實際測量成果，但仍可作為後續辦理國有林班地複丈作業時規劃參考，並可透過套疊正射影像與地籍圖方式概略研判可資參採現況經界之位置，避免進行現況測量時因大量觀測無參考價值的現況而增加的作業時間。

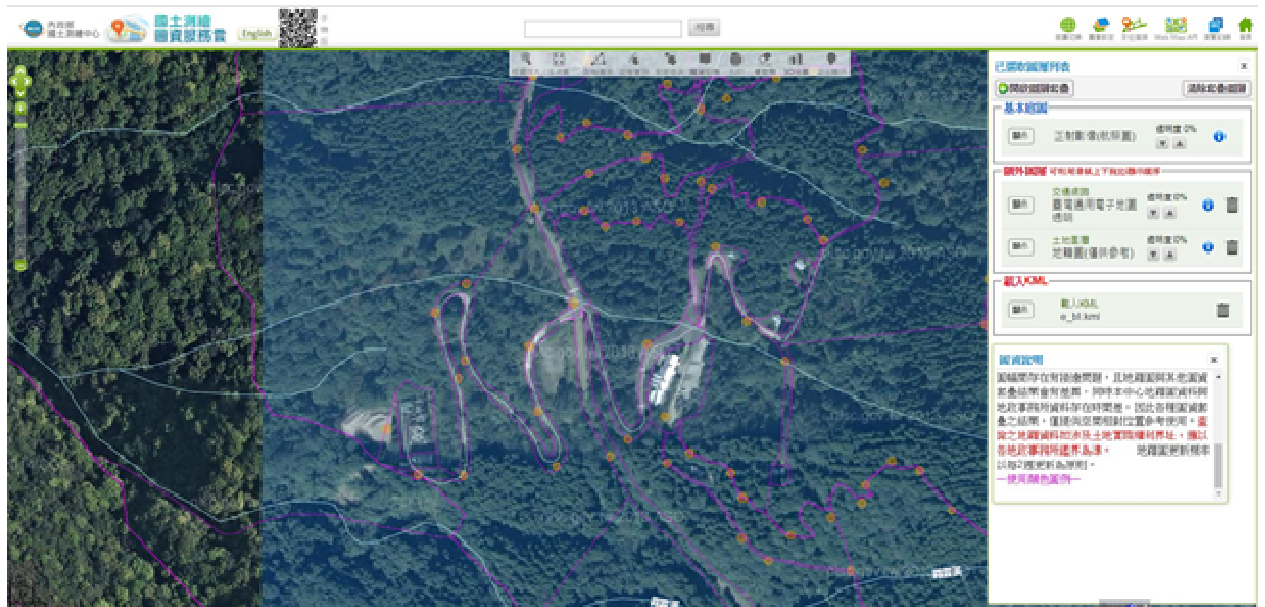


圖 2 以東眼山試辦區查詢本中心「國土測繪圖資服務雲」結果示意圖

5.實地驗證結果與分析

經選定第 1 期國有林班地之東眼山（桃園市）、南庄（苗栗縣）、大雪山（臺中市）及大埔阿里山（嘉義縣及臺南市）等 4 區，辦理實地驗證作業，透過將第 1 期國有林班地測量相關控制點坐標經坐標轉換程式轉換為 TWD97 坐標系統後，配合 e-GNSS 即時動態定位系統經清理後施測既存控制點，比較經坐標轉換程式轉換後及 e-GNSS 即時動態定位系統實測控制點坐標差異，僅就本研究案經清理後既存之 23 點位分析，概括可獲致下列結果：

- 一、以本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」為坐標轉換工具將第 1 期國有林班地測量成果及相關控制點坐標轉為 TWD97 坐標系統後，與以 e-GNSS 即時動態定位系統（VBS-RTK 即時動態定位）實測 TWD97 坐標成果比較，就經清理後

既存之 23 點位分析，以本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」轉換後坐標比較，平均距離差值為 0.335 公尺（詳表 5 各試辦區實地驗證結果分析表）。

二、以本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」轉換後坐標比較，平均距離差值為 0.335 公尺而論，符合地籍測量實施規則第 73 條：「戶地測量採數值法測繪者，其圖根點至界址點之位置誤差不得超過下列限制：……三、山地：標準誤差十五公分，最大誤差四十五公分。」及第 75 條：「戶地測量採圖解法測繪者，其圖根點至界址點之圖上位置誤差不得超過零點三毫米。」規定。惟前述地籍測量實施規則第 73 條規定係指採用作業區域原辦理採用之圖根點或依原坐標系統辦理圖根點補建後，複丈作業時並依據地籍測量實施規則第 251 條：「數值法複丈，其界址點位置誤差之限制準用第七十三條之規定。」辦理，相關複丈作業規定並無針對坐標轉換後之成果加以規範，然本研究驗證成果時，因原國有林班地第 1 期 TWD67 坐標控制測量成果已無法回復，故採 e-GNSS 觀測而得 TWD97 坐標視為真值進行驗證，並仍參考前述規定判斷成果合理性提供參考。

區域	點名	e-GNSS 實測 TWD97 N 坐標	e-GNSS 實測 TWD97 E 坐標	Ca 轉換程式 N 坐 標差值	Ca 轉換程式 E 坐標差值	Ca 轉換程式距 離差值
東 眼 山	AA03	2747323.544	291292.093	-0.003	0.208	0.208
	AA06	2747134.689	291463.530	0.024	0.289	0.290
	AA07	2746758.635	291375.471	-0.065	0.560	0.564
	AA09	2745770.064	291156.831	-0.065	0.053	0.084
	AA10	2745697.926	291371.986	-0.061	0.214	0.223
	AA11	2745333.529	291638.475	0.038	-0.072	0.081
	F050	2745824.194	290903.899	-0.020	0.108	0.110
	F057	2748194.889	291317.109	-0.039	0.160	0.165
南 庄	GC06	2718376.578	254387.747	0.056	-0.018	0.059
	GC07	2718159.300	254114.942	0.079	-0.046	0.091
大 雪 山	A10	2683264.862	250626.904	-0.622	0.242	0.667
	A12	2683646.349	251533.721	-0.282	-0.323	0.429
	A14	2684697.369	252240.422	-0.423	-0.252	0.492
	B137	2686351.198	252994.779	-0.112	-0.310	0.330
	H156	2684639.817	249955.366	-0.936	0.170	0.951
	H157	2684623.966	250006.757	-0.901	0.151	0.914
	H158	2684600.180	250099.004	-0.863	0.149	0.876
	H95	2686065.643	252630.881	-0.382	0.321	0.499
	H96	2686221.890	252683.539	-0.065	0.174	0.186
	H97	2686319.720	252691.165	-0.064	0.187	0.198
大 埔 阿 里 山	5026	2596372.889	218839.394	-0.023	-0.015	0.028
	GA01	2577741.598	212270.436	0.090	-0.150	0.175
	GA04	2578480.339	212150.773	0.083	-0.028	0.088
						平均 0.335

表 5 各試辦區實地驗證結果分析表(單位：公尺)

三、轉換後坐標與以 e-GNSS 即時動態定位系統實測坐標成果距離差值，因地而異，並不存在一致性之數值。本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」轉換後坐標，其中距離差值最大為 0.951 公尺，且每點位差值相近，合理判斷該部分區域應存在系統性區部位移量。復經查對本中心於 921 震災後辦理之基本控制點檢測報告，大雪山（臺中市）試辦區係位於臺中市和平區，適位於車籠埔斷層東側，依該檢測基本控制點檢測報告結果分析，921 地震對斷層經過之各縣市基本控制點點位皆明顯產生位移，其中以苗栗縣、臺中縣市及南投縣最為明顯，最大絕對位移量達 9 公尺以，故推測該區域係受到 921 地震影響致國有林班地第 1 期 TWD67 坐標成果經轉換為 TWD97 坐標成果後存在較大差異，該部分影響可達公尺級以上，辦理後續國有林班地複丈時，921 地震影響仍應一併考量。

6. 結論與建議

本研究嘗試以本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」為轉換工具，將第 1 期國有林班地測量成果及相關控制點坐標轉為 TWD97 坐標系統，並配合本中心 e-GNSS 系統實測坐標方式比較，驗證轉換後成果的精度，以確定經坐標轉換後成果，倘以不布設控制點方式，直接以 e-GNSS 系統作界址點放樣或現況測量的可行性。

經實地驗證結果，初步可知，以此方式將第 1 期國有林班地測量成果及相關控制點坐標轉為 TWD97 坐標系統，比對實測結果，以本研究所取的實驗樣本而言，尚稱可符合地籍測量實施規則山區測量部分相關規定。同時，本中心「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」支援地政整合系統界址點輸入檔(*.coa)、重測系統界址點輸入檔(*.cnt)、ArcGIS Shape File(*.shp)、Mapinfo Exchange File(*.mif)、AutoCad DXF File(*.dxf)及文字檔(ID N E)(* .dat)等檔案格式批次轉換功能，應可滿足大部分坐標轉換作業上之需求。

綜上，如辦理第 1 期國有林班地複丈作業及戶地測量作業，可將國有林班地測量成果轉為 TWD97 坐標系統成果後，採用 e-GNSS 即時動態定位系統直接測設 TWD97 坐標界址點，或以 e-GNSS 即時動態定位系統實地辦理戶地測量作業後，將測得之 TWD97 現狀點位位置展點於轉換為 TWD97 坐標系統第 1 期國有林班地地籍圖上辦理套繪作業，應屬可行，以解決第 1 期國有林班地區域內缺乏圖根點辦理複丈的問題。

本研究歸納以下各點建議事項：

一、立即可行之建議：

- (一) 第 2 期國有林班地測量登記之成果均為 TWD97 坐標系統成果，其複丈作業可以直接採用 e-GNSS 即時動態定位系統測量作業辦理界址點放樣或測設圖根點對後以全測站經緯儀辦理後續界址點放樣。
- (二) 第 1 期國有林班地測量登記之成果為 TWD67，基本上需以 TWD67 控制點辦理複丈，但由於 TWD67 基本控制點及圖根點存在率相當低，實際作業相當困

難，建議若無 TWD67 控制點可運用，可將地籍圖成果轉換為 TWD97 坐標系統成果後，以 e-GNSS 即時動態定位系統測量作業方式辦理複丈。

(三) e-GNSS 即時動態定位系統測量作業方式，無線數據通訊能力直接影響解算固定解成功機率，若接收儀無線數據通訊能力較差，可嘗試以行動電話採行動數據聯網分享無線網路方式(行動熱點方式)，取代採接收儀內建無線數據通訊直接上網方式，以改善該接收儀無線數據通訊能力較差問題。同時，目前 e-GNSS 即時動態定位系統測量方式所採用之接收儀控制器與天線主機間多以藍牙方式連接，理論上接收儀控制器與天線主機可離 10 公尺操作，而行動電話行動數據聯網分享無線網路方式距離接收儀控制器亦有 10 公尺以上涵蓋範圍，可以此延伸無線數據訊號，如待測點恰位於無線數據訊號不佳區域，可以前述方式橋接無線數據訊號。本研究於部分試辦區採上述方式辦理，確有助益。

(四) 建議第 1 期國有林班地範圍，若日後需採轉換為 TWD97 坐標系統成果辦理複丈時，可依下列原則辦理

1. 以「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」將 TWD67 界址點坐標轉換為 TWD97 坐標系統成果。
2. 若複丈經界毗鄰土地均為國有林班地，則可逕依轉換後坐標辦理複丈。
3. 若複丈經界為國有林班地範圍內已登記土地部分且無明顯使用界線，或土地使用坵形與地籍圖套繪分析後明顯不符，仍依轉換後坐標辦理複丈。
4. 若複丈經界為國有林班地範圍內已登記土地部分且有明顯使用界線，且土地使用坵形與地籍圖套繪分析後相符或大致相符，但絕對位置有所偏移情形時，考量國有林班地地籍圖資於成圖時雖以數值方式管理及保存資料，惟考量山區可靠經界較少，且辦理複丈頻率較低，辦理國有林班地複丈時，建議仍應參照「圖解法地籍圖數值化成果複丈作業手冊」原則進行作業，故前述情形應在維持地籍圖坵形原則下，以實地相符較多之位置為複丈位置(參考圖解法概念)，並據以修正地籍圖成果。
5. 如複丈區域位於 921 地震明顯位移區域，應考慮地震位移因素。

二、長期規劃之建議：

(一) 第 2 期國有林班地毗鄰已登記土地或第 1 期國有林班地之邊界處，作業當時是以舊版「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」將已登記土地或第 1 期國有林班地之邊界轉換為 TWD97 後，將第 2 期國有林班地數化成果據以接合。該部分經界重新以利用新版「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」轉換為 TWD97 坐標系統成果不同，造成段界不符，建議全面辦理第 2 期國有林班地毗鄰 TWD67 坐標系統成果地段邊界之更正，以消除因舊版「臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式」轉換成果較為不精確而造成之段界不符。

(二) e-GNSS 即時動態定位系統測量方式於山區作業時，最大的作業瓶頸來自無線數據通訊不佳，及透空情形不佳而導致與虛擬基準站共同衛星顆數過少，以至於無法即時解算待測點坐標。無線數據通訊不佳於山區主要係受地形影響，或離基地台較遠，或恰位於相對於基地台高山背側抑或處於谷地中，都可能造成無線數據通訊不佳情形。雖可事先利用 NCC 或各電信商的網站查詢國內各電信商訊號涵蓋範圍與收訊品質，作為外業規劃參考。行動通訊上網會隨地點、地形遮蔽、使用人數及終端設備等因素影響上網品質，行動電話有訊號並不表示上網一定沒問題。建議可事先將接收儀設定為進行動態觀測時同時儲存靜態觀測資料，若長時間動態觀測仍無法求得固定解，仍可於事後嘗試以軟體解算靜態觀測資料求得成果。此外，亦建議可嘗試以下列方式辦理：

1. 結合雙站 RTK 即時動態定位及 e-GNSS 即時動態定位系統方式：可嘗試於無線數據通訊較佳位置先架設 RTK 即時動態定位基站，以 e-GNSS 即時動態定位系統方式先取得該基站坐標後，再採雙站 RTK 即時動態定位，透過無線電傳送 GPS 觀測量(距離或相位)，決定移動（待測點）站相對於基站之精確位置。
2. 延伸無線數據訊號：可嘗試於無線數據訊號可傳輸區域架設架設臨時無線數據訊號橋接器，將訊號廣播至收訊差的區域，以辦理 e-GNSS 即時動態定位系統測量作業。亦有研究嘗試以無人飛行載具負載訊號橋接器方式擴大無線數據訊號範圍，以達成於山區辦理 e-GNSS 即時動態定位系統測量作業時，減少訊號死角的效果。

(三) 第 2 期國有林班地有部分係併入毗鄰之已登記土地地段辦理登記，嗣後林班地土地與已登記土地毗鄰經界，須以已登記土地經界為準。惟這些已登記土地地段多係圖解法測量成果，辦理土地複丈時，一樣面臨可靠經界物及圖根點滅失不足等問題，該等地段建議儘速辦理圖解地籍圖數化成果整合作業，將地籍圖套合現況分析後整合為 TWD97 成果，後續即可運用 e-GNSS 技術辦理複丈作業。

參考文獻

- 1、李弘洲、朱杏修、曾德福，「地籍坐標與二度分帶坐標轉換之研究」，臺灣省地政處土地測量局自行研究報告，1999。
- 2、臺北市政府地政處測量大隊，「臺北市 TWD67 地籍坐標系統轉換為 TWD97 坐標系統作業總報告」，2004。
- 3、內政部土地測量局，「e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統 VBS-RTK 定位測試成果報告」，2006。

- 4、王敏雄、梁朝億、劉至忠、劉正倫、林燕山,「e-GPS 定位系統應用於基本控制測量作業之研究」,內政部國土測繪中心自行研究報告,2007。
- 5、史天元,「TWD67 與 TWD97 及其轉換」,地籍測量第 26 卷第 3 期,2007。
- 6、王敏浩,「e-GPS 基站坐標修正因應之研究計畫成果報告書」,2008。
- 7、蘇惠璋,「不同坐標系統地籍圖以參數轉換套合 TWD97 適切性分析研究」,逢甲大學碩士論文,2010。
- 8、內政部,「圖解法地籍圖數值化成果複丈作業手冊」,2011。
- 9、林偉祥,「e-GPS 應用於山區地籍測量之研究:以台電鐵塔用地預為分割測量為例」,國防大學理工學院碩士論文,2011。
- 10、鄭彩堂、董荔偉、鄒慶敏、蘇惠璋、劉正倫:「地籍圖簿地不符解決對策之研究」,內政部國土測繪中心自行研究報告,2011。
- 11、黃華尉、湯凱佩、林文勇、劉至忠、鄭彩堂,「e-GPS 即時動態定位系統坐標轉換最佳化之研究」,內政部國土測繪中心自行研究報告,2012。
- 12、劉冠岳、王建得、黃國良、何定遠、鄭彩堂,「VBS-RTK 應用於界址測量之探討」,內政部國土測繪中心自行研究報告,2013。
- 13、莊峰輔、湯凱佩、王敏雄、梁旭文、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自行研究報告,2014。