

以 e-GNSS 結合坐標轉換於辦竣地籍圖 重測區域辦理檢測作業之探討

內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國 112 年 12 月

本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見

以 e-GNSS 結合坐標轉換於辦竣地籍圖 重測區域辦理檢測作業之探討

研究人員：陳世崇
董守義
莊俊欽
盧可凡

內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國 112 年 12 月

本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見

MINISTRY OF THE INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

The Study on the Inspection of Re-Survey
Area with e-GNSS Real-time Dynamic
Positioning System and Coordinate
Transformation

BY

CHEN, SHIH-CHUNG

TUNG, SHOU-YI

ZHUANG, JUN-QIN

LU, KO-FAN

12 20, 2023

目錄

表次.....	II
圖次.....	III
摘要.....	IV
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究動機與目的.....	5
第三節 文獻回顧.....	6
第二章 研究基礎及流程.....	12
第一節 地籍圖重測概述及坐標系統簡介.....	12
第二節 e-GNSS 系統簡介.....	12
第三節 坐標轉換概述.....	16
第四節 臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式簡介.....	21
第五節 以視窗版地籍圖重測資料處理系統進行坐標轉換.....	23
第六節 研究流程.....	25
第三章 研究成果及分析.....	27
第一節 研究內容說明.....	27
第二節 研究成果分析.....	27
第四章 研究結論與建議.....	44
第一節 研究結論.....	44
第二節 研究建議.....	45
參考文獻.....	47

表次

表 2-1 地籍圖重測測量方法及坐標系統簡表	12
表 2-2 大地基準比較表	18
表 2-3 「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」網格修正檔	21
表 3-1 e-GNSS 觀測方式.....	27
表 3-2 高雄市林園區鳳芸段 TWD97 點位坐標比較表	29
表 3-3 高雄市林園區鳳芸段 TWD67 點位坐標比較表	32
表 3-4 臺南市安南區佃西段轉換後坐標比較表	35
表 3-5 臺南市安南區佃西段經緯儀實測坐標比較表	36
表 3-6 臺南市安南區佃西段以以 3 條件轉換坐標比較表	36
表 3-7 臺南市安南區佃西段採臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換 坐標比較表	37
表 3-8 臺南市永康區蔦松北段 e-GNSS 觀測 TWD97 坐標與對應點位 TWD97 坐標比較表.....	40
表 3-9 臺南市永康區蔦松北段轉換後坐標比較表	41

圖次

圖 2-1 VBS-RTK 定位技術示意圖.....	14
圖 2-2 研究人員辦理 e-GNSS 系統測量及全測站測量情形	16
圖 2-3 TWD67 坐標系統與 TWD97 坐標系統轉換示意圖.....	19
圖 2-4 「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」坐標轉換程序流程圖	22
圖 2-5 地籍圖重測系統三參數坐標轉換步驟示意圖 1.....	23
圖 2-6 地籍圖重測系統三參數坐標轉換步驟示意圖 2.....	24
圖 2-7 地籍圖重測系統三參數坐標轉換步驟示意圖 3.....	24
圖 2-8 研究驗證流程圖	26
圖 3-1 高雄市林園區鳳芸段示意圖	28
圖 3-2 高雄市林園區鳳芸段點位示意圖	28
圖 3-3 高雄市林園區鳳芸段圖根點為共同點轉換繪圖結果展繪圖	30
圖 3-4 高雄市林園區鳳芸段界址點為共同點轉換結果展繪圖 ...	31
圖 3-4 高雄市林園區鳳芸段界址點為共同點轉換結果展繪圖 ...	31
圖 3-5 以整合前 3 界址點為共同點轉換 TWD67 結果展繪圖	32
圖 3-6 臺南市安南區佃西段示意圖	33
圖 3-7 臺南市安南區佃西段點位示意圖	33
圖 3-8 臺南市安南區佃西段以圖根點為共同點轉換結果展繪圖 .	38
圖 3-9 臺南市安南區佃西段以 3 界址點轉換結果展繪圖	38
圖 3-11 臺南市永康區蔦松北段示意圖.....	39
圖 3-12 臺南市永康區蔦松北段點位示意圖.....	40
圖 3-13 臺南市永康區蔦松北段以圖根點為共同點轉換結果展繪圖	42
圖 3-14 臺南市永康區蔦松北段以界址點為共同點轉換結果展繪圖	43

摘要

關鍵詞：地籍圖重測、e-GNSS、坐標轉換

一、研究背景與目的

按「複丈時，應對申請複丈案件各宗土地之毗鄰土地界標一併檢測，必要時並應擴大其檢測範圍。」及「複丈應以圖根點或界址點作為依據，並應先檢測圖根點及界址點…」分別為地籍測量實施規則第 220 條及 247 條第 1 項所明定，辦竣地籍圖重測區域相關圖資，後續供政府機關辦理各項管理及規劃措施時，為避免應用之圖資存在錯誤情形，仍應以圖根點或界址點作為依據辦理檢測作業，惟圖根點保存不易，致辦理檢測作業時，迭需就測區內相同坐標系統辦理圖根補建，增加作業期程。為縮短期程，本研究嘗試以 e-GNSS 系統為工具直接觀測現況點坐標位置，透過坐標轉換方式，將測得之坐標位置轉換至測區地籍圖成果坐標系統，比較其坐標差異以完成檢測作業。

二、研究方法及過程

本研究擇定圖解法、數值法 TWD67 坐標系統及數值法 TWD97 坐標系統等不同地籍圖重測區域為檢測作業實驗區，以 e-GNSS 系統為施測工具，聯測可靠界址點作為共同點，透過視窗版地籍圖重測資料處理系統以套繪方式將 e-GNSS 系統測量成果轉換至測區坐標系統，另一併採用內政部國圖測繪中心之「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」轉換結果，與地籍圖坐標成果及利用全測站測量結果進行比較分析，藉以執行本研究提出之檢測作業方式可行性評估。

三、重要發現

本研究提出之以 e-GNSS 系統為施測工具，配合視窗版地籍圖重測資料處理系統轉換至測區地籍成果坐標系統之檢測方式確實有可行性。且本研究所擇定各實驗區俱為都市地區，點位觀測精度均符合地籍測量實施規則相關較高精度規範，而 e-GNSS 系統觀測結果相

對位置關係可靠，足供辦理檢測作業需求。同時，將 e-GNSS 系統觀測坐標成果以條件良好之共同點進行坐標轉換後，與實驗區地籍圖坐標成果符合程度甚高，並可檢測出埋設位置狀況不佳之點位。

至臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換結果，因其係以內建網格式資料以最小二乘平差解算，內插修正後求取目的坐標成果，受限於其網格密度，及其坐標資料與實驗區地籍圖坐標成果相關性較低，其 e-GNSS 系統觀測坐標成果經該程式轉換後，與實驗區地籍圖坐標成果相比較，符合程度不高，無法據以辦理檢測。

四、主要建議事項

建議一

本研究受限於時間與人力，擇定實驗區範圍較小，內部可供測試之點位亦略為不足，爾後，或可嘗試以完整地籍段為實驗區，以本研究所提出之 e-GNSS 系統觀測坐標成果配合條件良好之共同點，透過視窗版地籍圖重測資料處理系統進行坐標轉換並檢測後，建立以地段為單位之特定範圍轉換參數資料模式，供各項地籍作業使用。

建議二

本研究出發點之一係為以 e-GNSS 系統紓解圖根點保存不易之窘狀，惟 e-GNSS 系統於都市地區辦理觀測，常受限於對空通視不佳而無法取得良好觀測成果，建議於都市地區辦理相關圖根點選點作業，應擇定相當數量之對空通視良好點對，以利後續 e-GNSS 系統觀測使用。

建議三

臺灣地區地籍圖資料受限於成圖背景不同，係以不同精度、比例尺以及坐標系統資料管理維護，常造成相關地籍作業上之困難，將全國地籍資料整合至相同坐標系統為一重要課題，目前全國僅臺北市完成將全區 TWD67 坐標系統地籍資料轉換為 TWD97 坐標系統之作業，其作業方式係採透過共同點辦理坐標轉換，建議或可採 e-

GNSS 系統施測共同點，逐段分區求取轉換參數方式，加速辦理將全國地籍資料整合至相同坐標系統之目標。

ABSTRACT

The background and objectives

"When processing revision survey, all nearby boundary marks of each land should be examined together, and the boundary range has to be expanded if necessary." and " When processing revision survey, it should be based on the mapping control point or the boundary point which must be examined first." , both articles are stipulated according to Article 220 and Article 247 Item 1 of the Cadastral Surveying Implementation Rules respectively.

After completing the relevant map mapping of the cadastral map resurvey, all data will be provided to government agencies for various management and planning. When measuring, in order to avoid errors in the map mapping, the inspection should still be carried out based on the map mapping point or boundary point. Nevertheless, it is not easy to preserve the map mapping point. When performing the inspection, it takes time to rebuild the inspection based on the same coordinates in the survey area.

The process and purpose

This study attempts to select the graphical method, the TWD67 coordinate system and the TWD97 coordinate system by digital method in different cadastral map of the re-survey areas to be the inspection test area. And use the e-GNSS system to be the survey tool. It will be associated with the reliable boundary points to obtain the e-GNSS system survey results and the coordinate conversion parameters in the survey area. The survey results will be compared and analyzed with the results by using the total station, and will be evaluated for the feasibility of implementing inspection strategy.

The purpose of this project is to survey in three different cadastral map areas through the pre-survey method. If it is feasible, when dealing with the pre-survey process for the land resurveying (including the court appraisal and the doubtful cases), It will help reduce the working time and labor costs of cleaning known control points and re-establishing map root points. As a result, it also speeds up the relevant operation process and reduce the personnel workload.

The important findings

This study proposes that it is indeed feasible to use the e-GNSS system as the survey tool and convert cadastral map resurvey system in Windows version to the coordinate system of the survey area cadastral results. In addition, all the experimental areas selected for this research are in urban areas, and the accuracy of point observation conforms with the related higher accuracy standards of the cadastral survey implementation rules. The observation results of e-GNSS system for relative position is reliable and able to meet the needs of inspection project. Meanwhile, after the coordinate results of the e-GNSS system on the basis of common point in good condition are converted, they are highly consistent with the coordinate results in the experimental area. Moreover, it is probable to detect points buried with poor conditions.

The conversion result to the cadastral survey coordinate conversion program in Taiwan is solved by least squares adjustment using built-in grid format data, and the target coordinate result is obtained after interpolation correction. This is limited by its grid density and its coordinate data. The correlation with the cadastral map coordinate results of the experimental area is low. After the e-GNSS system observation coordinate results are converted by this program, compared with the cadastral map coordinate results of the experimental area, the degree of coincidence is not high and cannot be used for inspection

The main suggestions

suggestion 1

The study, constrained by time and manpower, focused on a small experimental area with limited internal testing points. Therefore, it suggests future research expand to complete cadastral sections, utilizing the proposed e-GNSS system coordinates in conjunction with well-conditioned common points for establishing a specific area-based coordinate transformation parameter data model through the cadastral map re-survey system in Windows version, catering to various cadastral operations.

suggestion 2

The study explores using e-GNSS to preserve survey control points,

focusing on challenges in urban areas with poor visibility; it suggests selecting points carefully to enhance system effectiveness.

suggestion3

The study highlights the challenge of diverse mapping backgrounds in Taiwan's cadastral data, creating operational difficulties. With only Taipei City having completed the conversion of its cadastral data coordinate system, the recommendation is to use the e-GNSS system for surveying common points, adopting a segmented approach to swiftly integrate nationwide cadastral data into a standardized coordinate system.

第一章緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、 臺灣地區地籍圖與坐標系統沿革概述

地籍為記載土地狀況的相關資料，包括土地的座落、界址、權屬、面積和用途等，為記錄地籍資料而測繪的地圖則為地籍圖。地籍圖為政府機關土地管理工作之基礎圖資，臺灣地區之早期地籍測量原圖已滅失，35年4月~38年底辦理土地總登記，係以各地政事務所保管之日治時期地籍圖與登記簿為主要依據，惟該部分地籍圖施測年代久遠，圖紙伸縮、破損嚴重，且因土地分割、天然地形變遷及人為界址變動等影響，常生圖、地、簿不符之情形，又因施測時技術、設備及比例尺較小等因素，精度難以符合需求。為解決此問題，政府自65年迄今以地籍圖重測方式辦理地籍整理，初期採圖解法方式辦理。後經內政部於民國69年完成三角點檢測，並公布「中華民國臺灣地區三角點成果表」，其測量原點為位於南投縣埔里鎮虎子山一等三角點，採用二度分帶橫麥卡托投影坐標系統，稱為TWD67坐標系統，地籍圖重測陸續改採TWD67坐標系統之圖解法辦理，期間於78年度起全面改採以數值法方式辦理。民國82年起，內政部採用GPS衛星定位測量技術，辦理衛星追蹤站及一、二等衛星控制點測量，並於民國87年公布新的國家坐標系統TWD97，且88年九二一大地震後，內政部發布關於地籍測量實施規則第4條之測量基準，採用TWD97系統，爰地籍圖重測後續計畫依此據以辦理。

有鑑於地籍圖使用頻繁，為維持圖解地籍圖記載成果情況，避免圖紙繼續破損，政府訂定「臺灣省圖解地籍圖數值化第一期計畫」及「921震災地區圖解地籍圖數值化計畫」，自86年至94年間辦理圖解地籍圖數值化，多數圖解地籍圖均經數值化保存及管理使用。

地籍圖重測方式辦竣地籍整理區域，其中圖解地籍圖成果雖經數值化，惟其坐標成果與經實地以數值法觀測取得成果有別，實務上仍需以圖解法套繪方式始得還原圖地關係，以辦理複丈等相關土地測量作業，概念上視之為近似 TWD67 坐標系統成果，故而地籍圖重測成果大致可分為圖解法近似 TWD67 坐標系統、數值法 TWD67 坐標系統以及數值法 TWD97 坐標系統，且現階段各登記機關已多採數值法保管及訂正地籍圖，並辦理各項複丈。

貳、複丈及檢測作業相關法令依據

有關地籍測量檢測作業相關法令依據及規範，彙整如次：

1. 土地法第三十六條第二項：「地籍整理之程序，為地籍測量及土地登記。」
2. 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：
 - 一、市地：標準誤差二公分，最大誤差六公分。
 - 二、農地：標準誤差七公分，最大誤差二十公分。
 - 三、山地：標準誤差十五公分，最大誤差四十五公分。」
3. 地籍測量實施規則第 74 條：「戶地測量採數值法測繪者，其界址點間坐標計算邊長與實測邊長之差不得超過下列限制：
 - 一、市地：2 公分+0.3 公分 \sqrt{S} （S 係邊長，以公尺為單位）。
 - 二、農地：4 公分+1 公分 \sqrt{S} 。
 - 三、山地：8 公分+2 公分 \sqrt{S} 。」
4. 地籍測量實施規則第 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。」

5. 地籍測量實施規則第 76 條：「戶地測量採圖解法測繪者，圖上邊長與實測邊長之差，不得超過下列限制：

一、市地：4 公分+1 公分 \sqrt{S} +0.02 公分 M (S 係邊長，以公尺為單位，M 係地籍圖比例尺之分母)

二、農地：8 公分+2 公分 \sqrt{S} +0.02 公分 M

三、山地：13 公分+4 公分 \sqrt{S} +0.02 公分 M。」

7. 地籍測量實施規則第 220 條：「複丈時，應對申請複丈案件之各宗土地全部界址及其毗鄰土地界址予以施測，必要時並應擴大其施測範圍。

8. 地籍測量實施規則第 232 條：「複丈發現錯誤者，除有下列情形之一，得由登記機關逕行辦理更正者外，應報經直轄市或縣（市）主管機關核准後始得辦理：一、原測量錯誤純係技術引起者。二、抄錄錯誤者。前項所稱原測量錯誤純係技術引起者，指原測量錯誤純係觀測、量距、整理原圖、訂正地籍圖或計算面積等錯誤所致，並有原始資料可稽；所稱抄錄錯誤指錯誤因複丈人員記載之疏忽所引起，並有資料可資核對。」

9. 地籍測量實施規則第 240 條：「複丈應以圖根點或界址點作為依據。其因分割或鑑定界址複丈者，應先將其測區適當範圍內按其圖上界線長度與實地長度作一比較，求其伸縮率，分別平均配賦後，依分割線方向及長度決定分割點或鑑定點之位置。」

10. 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。」

11. 辦理圖解法土地界址鑑定作業注意事項

第 3 點

複丈土地鄰接段界或跨越二圖幅以上時，將鄰接地段及其附近適當範圍內之圖廓線、經界線，妥予謄繪拼接。如圖廓伸縮率不一致，應分別計算其比率配賦後，參酌原有圖根點及毗鄰地段可靠經界線拼接之。

第 11 點

檢測界址點，應採用同一地段、同一圖幅之界址點為原則。檢測時，以原宗地界線（地籍圖上之黑線）作為研判主要依據，分割線次之。

第 12 點

檢測界址點時，其測站到界址點之距離，以不超過標定方向線之邊長為原則。

第 13 點

鑑測進行中，如測區附近有明顯固定物，可用交會法標定其固定物之位置，測繪於圖紙上，作為檢核方向之用。

第 14 點

搬站時，應對前測站已施測之界址點檢測之。

第 15 點

圖解導線（補助）點間應註記實量邊長，施測界址點及使用現況位置，應於圖上繪明其方向線，並儘量註記實量邊長。圖解導線（補助）點用鉛筆以△標示之，界址點以○標示之。如傾斜地註記分劃、斜距，並換算水平距離以利檢查。

第 16 點

依第五點第二款量算之圖上邊長與實地長度比較，求其伸縮百分比，分別平均配賦後，其在規定容許誤差內者，視為無誤，其伸縮百分比應註記於複丈圖。

第 17 點

以圖解導線測量者，如圖上之點位與實地不符時，得以透明紙謄繪實地施測之圖解導線（補助）點及界址點後，移動透明紙，使其套合於複丈圖以檢核其相應位置，再於圖解導線（補助）點上整置儀器，檢測有關界址點或基點無誤後，始得鑑測。

第 18 點

複丈土地位於地籍圖摺縐或破損之處者，經檢測界址點後，應依其實際狀況一次或分別與複丈圖套合，予以修正圖解導線（補助）點。如複丈土地跨越二幅地籍圖者，其處理方法亦同。

第二節 研究動機與目的

辦理各項複丈，依規定應以圖根點或界址點作為依據，並應先檢測圖根點及界址點，其著眼於確認實地觀測起始點與待測定點之相對關係與地籍圖所載成果一致後，意即還原圖地關係無誤，再據以辦理複丈。惟圖根點保存不易，補建圖根點作業亦耗時費工，實地既存圖根點亦可能被臨時之障礙物（如汽車）遮蔽而無法使用，造成作業延宕。現階段技術而言，GNSS 單點測量方式為直接觀測點位坐標為簡易方式，其顯著優勢為不需聯測已知點，可節省人力及工作流程，而「e-GNSS 即時動態定位系統」係內政部國土測繪中心（下簡稱國土測繪中心）將 98 年正式營運之全國性 e-GPS（Electronic Global Positioning System）衛星定位基準站即時

動態定位系統，除結合無線通訊技術及虛擬基準站（Virtual Base Station, VBS）即時動態定位技術外，並因應 GPS 及 GLONASS（Global Navigation Satellite System）雙星系統的演進，將 e-GPS 系統升級後，103 年 9 月 1 日正式啟用，該系統可提供即時解算待測點坐標成果，惟僅提供 e-GNSS 坐標轉換至法定 TWD97、TWD97[2010]、TWD97[2020]、TWVD2001 坐標系統之成果，倘作業需求係坐落於圖解重測區或 TWD67 數值重測區，則無法藉由 e-GNSS 即時動態定位系統直接觀測或放樣符合作業區坐標系統之成果。為達成在圖解重測區及 TWD67 數值重測區，以減少補建圖根點作業方式辦理檢測作業之目的，本研究嘗試將 e-GNSS 即時動態定位系統實地測得之 TWD97 坐標成果，透過坐標轉換機制，改算至該測區地段所屬坐標系統成果，經比較分析，以辦理複丈作業前之檢測作業。

第三節 文獻回顧

壹、e-GNSS 即時動態定位系統應用

- (一) 利用 e-GPS 衛星定位基準站即時動態定位系統北區服務網為基準網，探討以 VBS-RTK 定位技術應用於圖根測量及直接辦理土地複丈之可行性。首先檢核實驗區內控制點與圖根點成果發現，縱坐標（N）較差絕對值之平均值為 1.9 公分，橫坐標（E）較差平均值為 2.0 公分。經分析，本實驗區之 VBS-RTK 測量成果與原坐標成果間有系統誤差存在，透過六參數轉換後，其坐標較差值均符合圖根點測量規範。其次，以 VBS-RTK 直接辦理土地複丈，其界址點坐標成果較差亦均符合界址點位置檢查與原坐標值之較差不得超過 6 公分之規定(2009, 何維信)。

(二)e-GPS 動態定位之觀測精度平面部分約在 2 公分，高程約在 5 公分，而由實際測試的結果得知花蓮服務網轉換成果相對較差，其轉換後平面分量坐標較差中誤差約在 2~3 公分，高程分量約在 7~8 公分，此轉換成果應為合理且已符合大部分使用需求。因此爾後在進行不同時間坐標系統間轉換時，可採用分區並以直接轉換方式進行，而當分區中有精準的速度場模型時再考量間接轉換的方式(2011, 黃華尉)。

(三)e-GPS 坐標之基本定義雖不同於 TWD97 坐標，但本研究中於山區以 e-GPS 布設圖根點，經由 3 參數轉換、4 參數轉換最小二乘配置法、6 參數轉換最小二乘配置法及倒傳遞類神經網路等模式之坐標轉換後，以全測站經緯儀辦理圖根點地測檢核，結果顯示皆符合「地籍圖重測成果檢查作業須知第二章控制測量第 210 項目圖根測量觀測成果之檢查，第 4 點檢查標準之採 RTK 觀測者」相鄰點位直接距離觀測檢測較差應小於 3 公分之規範。而 6 參數轉換最小二乘配置法之模式，其地測檢核距離較差區間較小，因此本研究採用 6 參數轉換最小二乘配置法之模式來辦理 e-GPS 坐標與 TWD97 坐標系統間之坐標轉換，並用於布設 TWD97 坐標圖根點(2011, 林偉祥)。

(四)利用 e-GPS 系統基準站作為坐標轉換之共同點，並依現行服務網劃分，採用七參數轉換模式時，各服務網分區轉換參數計算之中誤差為 0.006~0.015 公尺；採用最小二乘配置六參數轉換模式時，轉換參數計算之中誤差為 0.003~0.012 公尺。若進一步分析兩種坐標系統檢測坐標成果，102 個待轉換點轉換後坐標值與實測坐標各分量坐標較差平均，七參數轉換結果 X、Y、Z 分量均約為 0.020 公尺，而最小二乘配置六參數轉換 N 或 E 分量約為 0.015 公尺、

h 分量為 0.030 公尺，求得之轉換參數精度應可符合大部份測繪業務使用(2011, 黃華尉)。

(五)以 VBS-RTK 施測界址點，並觀測記錄 120 筆，另考量現行界址測量外業觀測時間，再取前 10 筆、前 5 筆及前 3 筆分別計算，均可獲得相同之成果精度，亦即 VBS-RTK 施測界址點，只需觀測記錄 3 筆即可獲得穩定之成果；由實驗結果得知，多數界址點可通過檢核（界址測量之重複觀測，其坐標值較差不得超過 3 公分），惟少數無法通過，故 VBS-RTK 應用於地籍圖重測之界址測量，成果有少數存在不可靠性；但由其他實驗結果得知，使用 VBS-RTK 重複觀測（2 測回）可消除該不可靠性(2013, 劉冠岳)。

(六)經建置模型、即時轉換與精度驗證結果，對於以三維即時坐標轉換輔助 VBS-RTK 技術獲得法定坐標系統測量成果有以下幾點重要發現：

1、可即時將 VBS-RTK 測量成果轉換至法定坐標系統（含正高系統），轉換成果平面精度優於 5 公分，高程精度優於 10 公分。

2、克利金法為最佳建置模型方法，雙線性內插為最佳內插計算方法。

3、網格解析度越高，內部精度越好，外部精度影響則不明顯。

4、轉換控制點數量越多，未必可提升坐標轉換模型精度。

5、VBS-RTK 觀測時間長短對轉換精度無顯著影響。

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，測量成果為 e-GNSS[2013]坐標。以往使用者須額外花費人力與時間連測已知控制點進行坐標轉

換與最小二乘配置計算，才可將 e-GNSS 測量成果轉換至法定坐標系統，且坐標轉換與最小二乘配置計算技術門檻較高，一般使用者不容易使用。e-GNSS 系統目前已實際用本研究成果，提供使用者依需求自行選擇測量成果之坐標系統，讓使用者在外業測量現場即可獲得法定坐標，節省測量工作成本與時間，降低使用技術門檻，有助於 e-GNSS 系統推廣應用。(2014, 莊峰輔)

(七)過去僅接收 GPS 衛星或雙星系 (GPS 及 GLONASS 衛星) 的情況下，即使點位透空度良好，仍有觀測 5-20 分鐘卻無法獲得固定解 (fix) 的情況，本研究採用全星系 e-GNSS 系統，衛星資料接收仰角設定為 15 度，且透空度良好環境下，均能快速 (1 分鐘內) 獲得固定解(2020, 施啓仁)。

(八)為貼近實務作業及兼顧觀測成果品質，將不同時段之加密控制點及圖根點觀測資料取平均值後，作為轉換共同點的坐標成果，所計算的轉換參數，作為後續每次作業之轉換基準，則界址點採連續觀測 2 測回，測回間須斷線再重新連線，每測回記錄 10 筆固定解，大都可求得符合「數值法地籍圖重測作業手冊」之界址點重複觀測不得超過 3 公分之成果。進一步分析其成果均能符合地籍測量實施規則第 73 條於市地時圖根點至界址點之位置誤差限制為 2 至 6 公分及第 74 條於市地時界址點間坐標計算邊長與實測邊長之差不得 $2 \text{ 公分} + 0.3 \text{ 公分} \sqrt{S}$ (S 係邊長，以公尺為單位)，顯示應用全星系 e-GNSS 系統辦理界址測量作業是可行(2020, 施啓仁)。

(九)GNSS 定位原理為交弧法(Arc Intersection) 亦即距離交會(Distance Intersection) 因為距離所提供之控制量為以該距離為半徑之弧。在平面上兩弧相交得一點。實務作業上為量度衛星至接收儀天線相位中心之距離以衛星之

位置為已知 由而交會得到接收儀天線相位中心之坐標。因此 GNSS 定位的基本精度取決於幾何圖形的強度。交會以距離計算因此距離量測的不確定性亦影響 GNSS 定位精度。此外如同所有交會法測量一樣已知點坐標的精度也是影響最後定位精度的因子。GNSS 處理的策略在於如何降低或消除誤差的影響基本策略可分為絕對與相對兩大程序(2022, 史天元)。

貳、不同坐標系統地籍整合及轉換

(一)臺灣地區以圖解法辦理地籍圖重測地區，雖已完成數值化作業為 TWD67 系統框架之成果，重新布設以 TWD97 系統框架作為約制控制點，並施測實地現況點做為套疊之依據，經參數轉換後將每一個界址點改算成 TWD97 系統，即能以數值複丈作地籍管理，對測量之一致性或測量公信力必有深遠影響，類此地區之地籍圖宜儘速予以整合套疊現況並作參數轉換成為新的地籍圖管理。日治時期或光復後以地籍坐標完成地籍整理之地籍圖，雖已完成地籍圖數化作業，其轉換過程是以地籍坐標轉成 TWD67 再轉成 TWD97，經幾次轉換後會造成坵形變異、圖形失真，甚至產生登記面積變化，對權利人實地界址亦或造成拆屋權利界址的變動，故受到無法在地籍測量實施規則容許誤差及精度要求下，倘以 TWD97 系統框架整合套疊成果，如以數值方式辦理複丈，其精度應回歸到圖解法複丈之精度，不宜以轉換後 TWD97 系統之界址點數值坐標直接放樣；但本項轉換成果如運用在 NGIS 圖資套繪上仍有其使用價值，亦符合使用上之精度要求(蘇惠璋, 2010)。

(二)實施坐標轉換時，二坐標系間必須具有若干共同點作為轉換之依據，平面圖形之轉換，每一點可組成兩個線性方程式，四參數之函數模式必需有二個共同點，組成四個方程

式以求其四個參數之代數解。同理，六參數之函數模式必需有三個共同點，組成六個方程式以求其六個參數之代數解。但若共同點有錯誤或誤差較大，則必影響求得參數之正確性，導致應用於其他點位結果發生偏差，故一般轉換需較多共同點，以平差方法求解，並將初步結果中殘差較大之共同點剔除後再行作業，藉以求得較精確可靠之轉換結果(2004, 臺北市政府地政處測量大隊)。

(三)圖解地籍圖坐標系統主要為地籍坐標及 TWD67 系統，因該二坐標系統目前已不維護，而隨著 GPS-RTK 及 e-GPS 即時動態定位技術發展，外業即時得到 TWD97(或近似 TWD97)坐標已相當容易，復以該坐標系統精度高，點位恢復容易，故圖解地區可建置 TWD97 框架之圖根點控制系統，取代現行假設坐標，以建立一致性土地複丈基準，提高複丈成果之一致性，並配合坐標轉換方式，建立實地與地籍圖間之區域轉換參數。而圖根點補建後，仍有遺失問題，可配合前述即時定位技術，建立定期維護機制。山區及部分地區並無使用現況，或使用現況與地籍線差異頗大，經本研究蒐集資料顯示，利用控制點資料再配合測設使用現況，實施坐標轉換，可較僅施測現況得到更為可靠成果。圖解地籍圖圖上圖根點除依本研究可作為圖紙伸縮改正依據外，在山區或部分偏遠地區仍尚有部分圖根點存在，倘能實地清查維護，不但可直接應用於土地複丈，亦可作為坐標轉換之共同點，提高地籍圖與實地轉換成果精度(2011, 鄭彩堂)。

第二章 研究理論基礎及流程

第一節 地籍圖重測概述及坐標系統簡介

臺灣地區於 35 年 4 月～38 年底辦理土地總登記，係以各地政事務所保管之日治時期地籍圖與登記簿為主要依據，惟該部分地籍圖施測年代久遠，圖紙伸縮、破損嚴重，不符合現代作業需求，經於 64 年修訂土地法及地籍測量實施規則，增列地籍圖重測相關規定，作為執行地籍圖重測之依據，並自 65 年度起實施地籍圖重測相關計畫，逐步辦理地籍圖重測工作。

地籍圖重測初期採圖解法辦理，自 78 年起全面改採 TWD67 坐標系統之數值法測量辦理，復於內政部於 87 年度公布 TWD97 國家坐標系統，後續地籍圖重測自 90 年度後改以該坐標系統為準，續以數值法測量辦理迄今，有關地籍圖重測測量方法及坐標系統可概略整理如下表。

表 二-1 地籍圖重測測量方法及坐標系統簡表

起始年度	65 年	78 年	90 年
測量方法	圖解法	數值法	數值法
坐標系統	地籍坐標、 近似 TWD67	TWD67	TWD97

第二節 e-GNSS 系統簡介

e-GNSS 為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，國土測繪中心於 95 年建置全國性 e-GPS 即時動態定位系統，於 97 年 5 月 1 日開始試營運，98 年 1 月 1 日正式營運，103 年將基準站衛星定位接收儀及系統軟體全面升級為可接收處理

GPS 與 GLONASS 雙星系資料，並正式更名為 e-GNSS 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、寬頻網路數據通訊、Mobile Phone 行動式數據傳輸、資料儲管及全球資訊網站 (Web) 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。e-GNSS 即為採用 VBS-RTK 定位技術，提供使用者即時且高精度之定位服務。

壹、e-GNSS 即時動態定位系統核心—VBS-RTK 即時動態定位技術

VBS-RTK 即時動態定位技術是 e-GNSS 即時動態定位系統之核心定位技術。其係採用多個衛星定位基準站所組成的 GNSS 網絡來評估基準站涵蓋地區之定位誤差，再配合最鄰近的實體基準站觀測資料，產製一個虛擬的基準站做為 RTK 主站，所以移動站並不是接收某個實體基準站之實際觀測資料，而是經過誤差修正後的虛擬觀測數據，也就是 RTK 主站是經過人為產製的虛擬化基準站，其意義如同在移動站附近架設實體的基準站一樣，故被稱之為虛擬基準站即時動態定位技術，簡稱 VBS-RTK。VBS-RTK 即時動態定位技術的基本觀念既是由多個 GNSS 基準站全天候連續地接收衛星資料，並經由網際網路或其它通訊設備與控制及計算中心連接，彙整計算產生區域改正參數資料庫，藉以計算出任一移動站附近之虛擬基準站的相關資料，所以在基準站所構成的基線網範圍內，RTK 使用者只需在移動站上擺設衛星定位接收儀，並將相關定位資訊透過以全球行動通訊系統 (GSM) 為基礎的整合封包無線電服務技術 (General Packet

Radio Service, GPRS) 等無線數據通訊傳輸技術及美國國家海洋電子學會(National Marine Electronics Association, NMEA) 專為GNSS 接收儀輸出資料所訂定之標準傳輸格式傳送至控制及計算中心，並據以計算虛擬基準站之模擬觀測量後，再以「國際海運系統無線電技術委員會」(Radio Technical Commission for Maritime, RTCM) 所制定之差分 GNSS 標準格式回傳至移動站衛星定位接收儀，進行”超短基線” RTK 定位解算，即可獲得公分級精度定位坐標。

貳、後處理定位服務

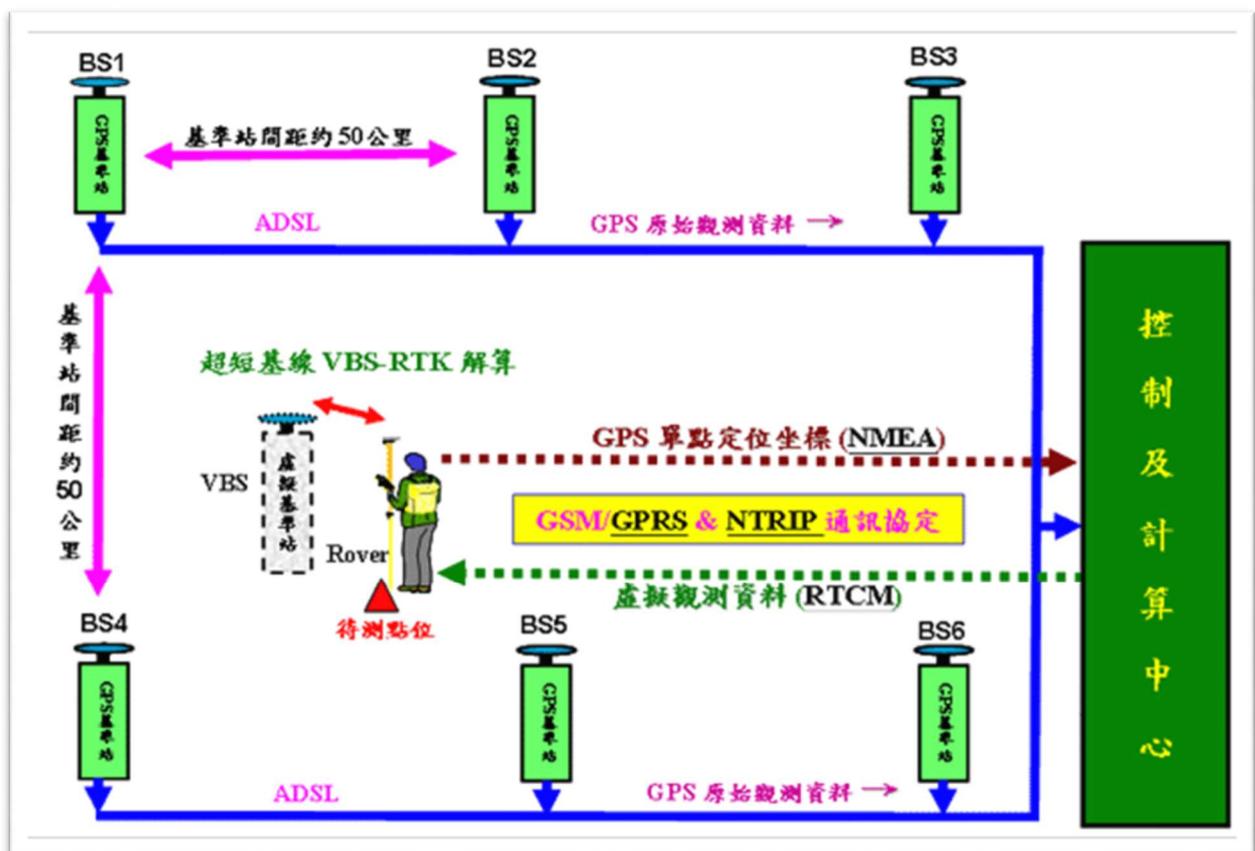


圖 二-1 VBS-RTK定位技術示意圖

VBS-RTK 即時動態定位規劃為提供使用者直接於測點現場，接收由系統工作伺服器主機所提供之虛擬基準站衛星觀測資料，進行即時性動態定位成果解算。實際作業時，可能會因無線通訊設備完全無訊號或訊號中斷及訊號不佳等情形，導致無法於測點現場立即獲得公分級定位精度，所以如果排除因系統軟體無法正確推算測量當時定位誤差模型，成功組成虛擬基準站觀測資料部分等因素，便僅

是可能因無線數據通訊效能不佳，造成移動站衛星接收儀因無法完整接收由系統工作伺服器主機所傳送之虛擬觀測資料，來完成超短基線之 VBS-RTK 即時動態定位解算。後處理定位服務即是針對在無線數據訊品質不良的地區，以傳統靜態測量資料計算形態，將主站與移動站二者之觀測數據，透過後處理方式進行解算，獲得與即時動態定位相同精度等級之坐標成果，以解決因無線通訊訊號問題，而無法即時定位成果解算的情形。

參、e-GNSS 即時動態定位系統坐標系統及三維坐標轉換服務

國土測繪中心 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。惟臺灣地區因位處於地殼變動劇烈地帶，且區域性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，國土測繪中心乃自行定義 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法定坐標系統，轉換後之平面精度優於 5 公分，高程精度優於 10 公分。

第三節 坐標轉換概述

概念上，地球上任一點的位置皆可透過大地基準(Datum)加上定



圖 二-2 研究人員辦理e-GNSS系統測量及全測站測量情形

義後的坐標系統(Coordinate systems)加以描述。然真實世界三維空間位置要轉換至平面地圖上，因地圖是在平面上表示地球表面的型態，考量地球為不規則且複雜接近橢球的幾何形狀，因此需要有系統改變一個三維形狀上的幾何關係到另一個平面二維形狀上，此即為地圖投影，為達成此一目的，必須先決定下列要素：1. 決定地球規則的幾何形狀，稱為參考橢球體。2. 將地球上的位置轉移到參

考橢球體上 3. 將橢球體轉變為平面進行展現也就是決定投影面的種類。前述決定參考橢球體的過程也就是定義大地基準的基本過程。

壹、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，指的是坐標系統格式。

臺灣地區的坐標系統，肇始於日治時期，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佈不均勻等因素影響，所測得的經緯度只適用於臺灣附近的局部區域，內政部於 69 年公布 2662 點三角點，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」。而 TWD67 坐標系統之大地基準點係以南投縣埔里鎮之虎子山一等三角點起算：「經度 $\lambda = 120^{\circ}58'25.975''$ E，緯度 $\varphi = 23^{\circ}58'32.340''$ N，對頭拒山之方位角 $\alpha = 323^{\circ}57'23.135''$ 。」，地圖投影採用橫梅氏投影經差二度分帶。

進入衛星定位測量的時代，使用 GPS 衛星即可計算地表任何位置之經緯度，不僅精度更高，且所測得的是適用於全球的一致性坐標系統。內政部鑑於 69 年檢測之控制點遺失、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，難以有效提升國家整體測量作業精度。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迄 86 年止共建立 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。內政部並以 90 年 5 月 2 日台(九十)內地字第 9060856 號令明定地籍測量實施規則之測量基準採用 TWD97 系統。

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 二-2 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	GSR67	GSR80	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。

貳、 TWD67 坐標系統與 TWD97 坐標系統間轉換模式

概念上而論，不同坐標系統間均存在一轉換模式可互相轉換，以 TWD67 轉 TWD97 來看，可行的方法之一如下：

$$\frac{2^{\circ} \text{TM}}{(N,E)_{67}} \Rightarrow \frac{\text{GRS67}}{(\phi, \lambda)_{67}} \xrightarrow{H,N} (\phi, \lambda, H)_{67} \Rightarrow (X, Y, Z)_{67} \xleftarrow{7 \text{ 參數轉換}} (X, Y, Z)_{97}$$

$$\Rightarrow (\phi, \lambda, H)_{97} \Rightarrow \xrightarrow{2^{\circ} \text{TM}} (N, E)_{97}$$

將 TWD67 二度 TM 投影(N, E)加入高程後改算至 GRS67 參考橢球體曲面坐標 (ϕ , λ , h ; 經緯度大地坐標)，再改算至 67 系統卡式直角坐標 (X, Y, Z) 後，再配合共同點 TWD97 坐標求解旋轉、尺度參數及未知點的 97 系統卡式直角坐標 (X, Y, Z)，改算至 GRS80 參考橢球體曲面坐標 (ϕ , λ , h)，最終計算投影後的 TWD97 二度 TM 投影(N, E)。

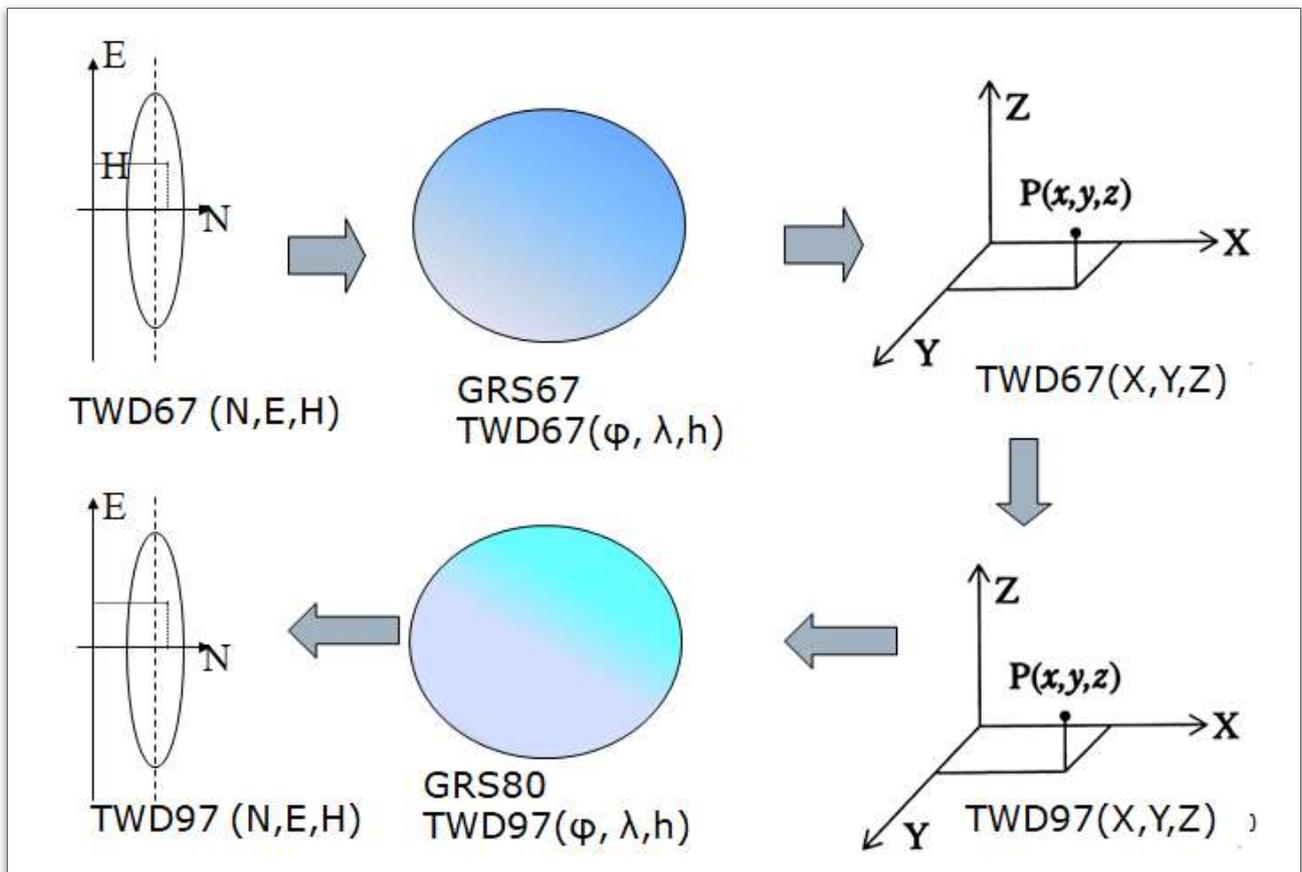


圖 二-3 TWD67坐標系統與TWD97坐標系統轉換示意圖

惟 TWD67 基準建立時，將平面控制網與高程控制網分開處理，高程方面需先以天文、重力測量決定大地水準面才可將正高化算為橢球高，但是實際上當初建立時，由於普遍缺乏大地起伏

(Undulation)及垂線偏差(Deflections of the Vertical)資訊，TWD67實為一水平基準。僅有虎子山原點之三維位置為已知（因係定義量），其餘點位之高程係由三角高程測量所得，與水平位置分開，未經垂線偏差及正確的大氣折光改正，也極少施予天文或重力測量，因此得到的高程不但精度不佳而且只是正高並非橢球高，若以正高代替橢球高轉換得到的卡式坐標（X, Y, Z）精度勢必受到影響。

參、平面坐標間實務轉換方式

就應用測量而言，工程實務或地籍測量均採用二度 TM 投影坐標為測量成果的表示方法，以二度 TM 坐標形式進行 TWD97 與 TWD67 坐標間的轉換，則可避免 TWD67 缺乏高程資訊而影響轉換結果的問題，更可直接適用於應用測量。常用的區域性坐標轉換方法為四參數(Helmert)及六參數(Affine)轉換，此類做法必須於區域內找到若干個同時具有坐標轉換前後坐標之共同點，據以解算該區域之轉換參數。此類坐標轉換方式之成果精度則視所用共同點坐標精度而定。

平面 4 參數轉換的公式為：

$$X=ax+by+c$$

$$Y=-bx+ay+d$$

平面 6 參數轉換的公式為：

$$X=ax+by+c$$

$$Y=dx+ey+f$$

其中 x 、 y 為轉換前坐標， X 、 Y 為轉換後坐標， a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 為坐標轉換參數。

此時，如未知參數數量小於觀測值數量，即可能有多餘觀測，而測量界求取最佳化之常用方法為最小二乘法(Least Squares)，亦即「使平差後，觀測量之改正數平方和為最小」加以求解處理。

第四節 臺灣地區地籍測量坐標系統轉換程式簡介

實務上而言，平面坐標間轉換以必須於區域內找到若干個同時具有坐標轉換前後坐標系統之共同點，據以解算該區域之轉換參數，以求取轉換後之坐標成果，惟此方式須清理及聯測兩坐標系統之共同點，清理作業不易，兩坐標系統成果又未必存在共同點，常有難行之處。另一思維為透過全區域型網格坐標資料庫型式，以內插計算方式計算轉換後坐標成果，國土測繪中心之「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」即以此方式處理坐標轉換課題。

「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。「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，主程式執行檔名為「CadaCoordTrans.exe」，執行時需搭配坐標修正網格檔如表 2-3，程式執時自動依不同轉換需求選用適合的轉換模式。

表 二-3 「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」網格修正檔

檔名	適用轉換
TaiwanCad67.vct	臺灣地區地籍-TWD67
TaiwanCad97_2.vct	臺灣地區地籍-TWD97
Taiwan6797_2.vct	臺灣地區 TWD67-TWD97
PengHuCad67.vct	澎湖地區地籍-TWD67
PengHuCad97_2.vct	澎湖地區地籍-TWD97
PengHu6797_2.vct	澎湖地區 TWD67-TWD97

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為近似成果，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。其處理方式係將共同點坐標經由最小二乘平差解算後，在 N、E 方向之不同大小的較差，內插至規則網格點，修正小區域內的坐標較差量。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 4 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。

「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」坐標轉換程序流程如圖 2-4。



圖 二-4 「臺灣地區地籍測量坐標轉換程式」坐標轉換程序流程圖

第五節 以視窗版地籍圖重測資料處理系統進行坐標轉換

本研究主要課題為地籍圖界址成果檢測作業，其作業流程大抵為將實測點位成果展繪於檢測區所在地籍圖上，與地籍圖所載界址點或經界線位置比較分析後，研判實測點位成果是否合於相關作業規範，其實質上是在進行物空間到圖空間的坐標轉換。此部分作業流程，類同早期圖解法，以展繪同地籍圖比例尺現況透明膠片，再套繪比較分析研判所測得成果是否符合規範。完成圖解地籍圖數值化作業後，則多以數值法作業方式進行，套繪作業也以電腦軟體採圖層方式辦理，而該作業常被使用的電腦工具軟體為國土測繪中心之視窗版地籍圖重測資料處理系統(下簡稱地籍圖重測系統)。而本研究嘗試以地籍圖重測系統為坐標轉換工具，其作業方式說明如次：

1. 清查歷年複丈資料選定可做為共同點之可靠界址點及圖根點，將實測點位成果以舊圖點方式匯入地籍圖重測系統。

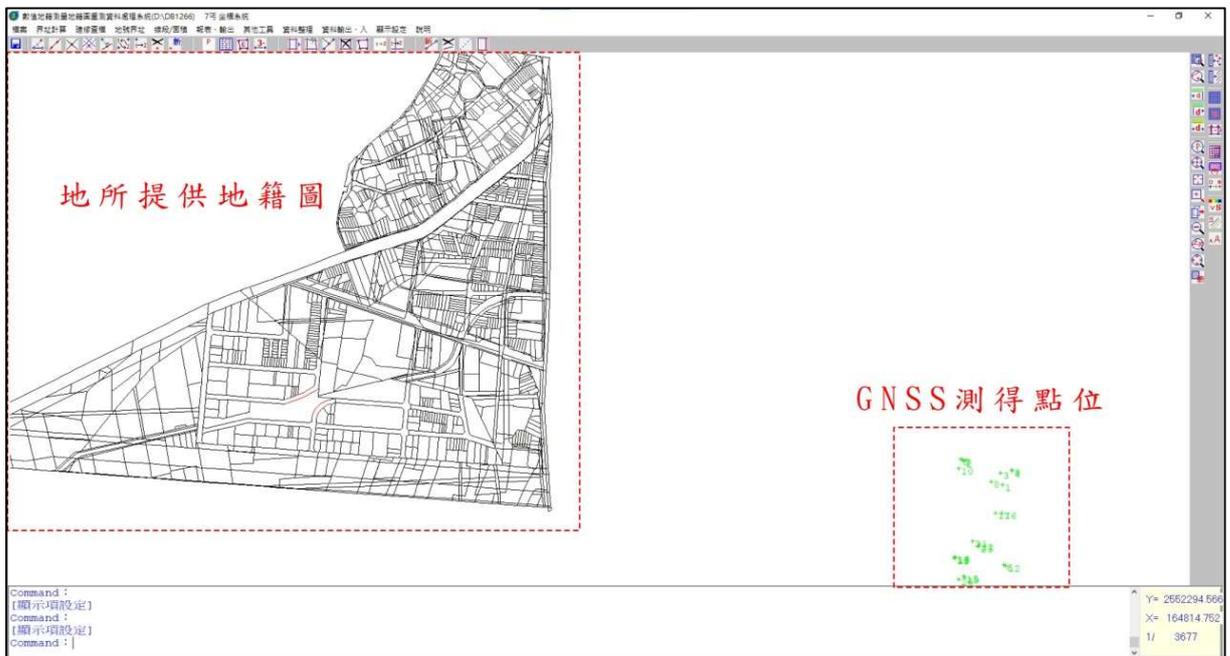


圖 二-5 地籍圖重測系統三參數坐標轉換步驟示意圖1

2. 選取「移動舊圖>三參數轉換」功能，並選定共同點。

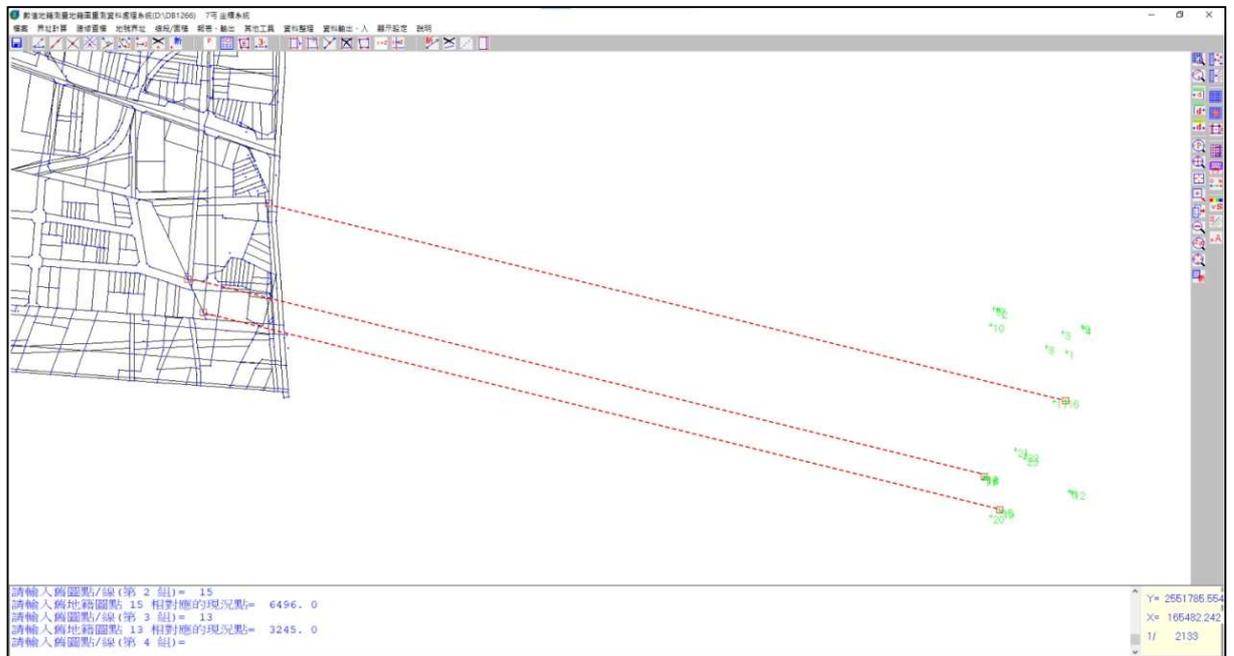


圖 二-6 地籍圖重測系統三參數坐標轉換步驟示意圖2

3. 將實測點位成果轉換移動到地籍圖坐標成果位置。

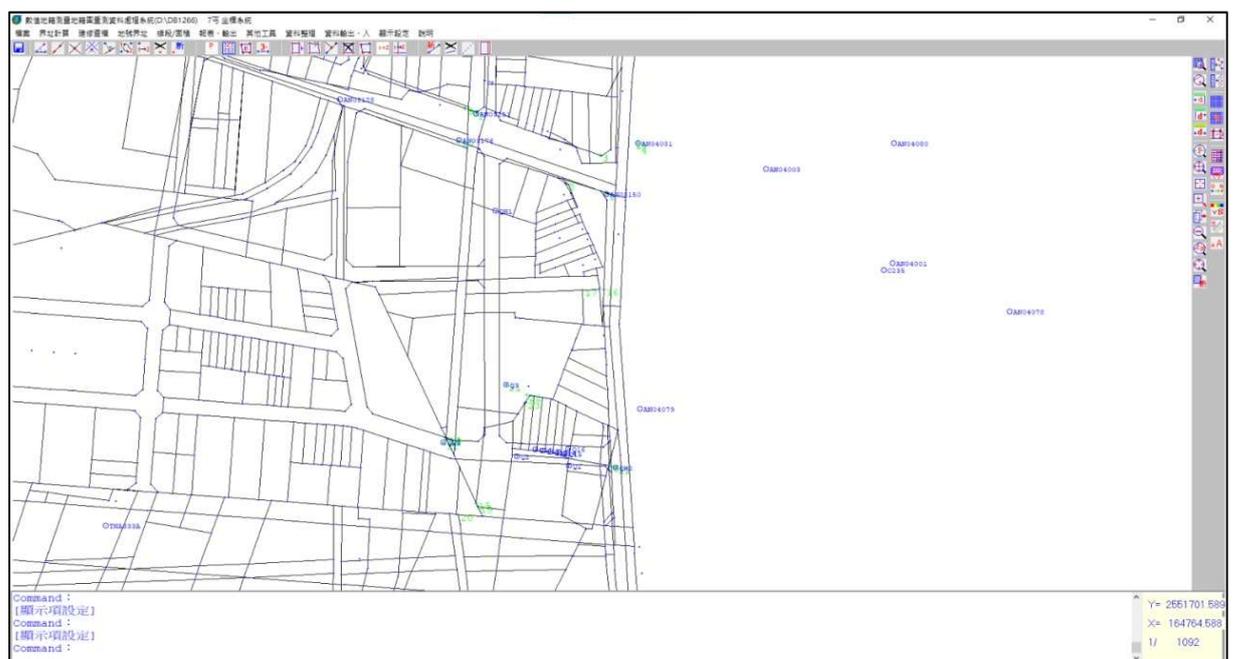


圖 二-7 地籍圖重測系統三參數坐標轉換步驟示意圖3

再將實測點位成果以「引用舊圖點功能」讀取後，即可得到轉換後與地籍圖相同坐標系統之點位坐標成果。概念上，此種轉換方式只涉及二維平面坐標平移變量及一個旋轉變量，為三參數坐標轉換，其特性在於能持續保持點位間相對應的幾何關係，此特性在地籍圖資料上有其必要性，因土地坵塊及其經界線的形成常有其特定目的性，轉換後應持續保持相對應的幾何關係及土地坵塊面積。

本研究採用地籍圖重測系統為選擇轉換共軛條件之工具，其有別於其他轉換程式的主要優勢，在於其有圖形介面，可供操作者初步觀察轉換前後點位分布，相較目的地籍圖區域之對應點差異情形，以供研判轉換條件是否適當。同時地籍圖重測系統「移動舊圖>三參數轉換」功能，除了點對點的對應方式外，亦可選擇點對線之對應方式，提供了更具彈性的選擇，有利於坐標轉換共軛條件之操作。

第六節 研究驗證流程

本研究之實地觀測部分以 e-GNSS 為手段，坐標轉換以臺灣地區地籍測量坐標轉換程式及地籍圖重測系統為工具，其流程如圖 2-8 所示。本研究人員均隸屬內政部國土測繪中心南區第二測量隊，選定之實驗區均為轄區內歷年相關地籍圖重測區域，以利人員作業，並就近洽請土地坐落轄區地政事務所協助提供相關資料，以清理歷年複丈資料擇定測試點。同時，考量 e-GNSS 觀測所得之點位坐標，其平面精度優於 5 公分，高程精度優於 10 公分，惟點位間距離較近時，可能發生依其坐標反算距離與實量距離差異較大，而無法符合地籍測量實施規則第 74 條：「戶地測量採數值法測繪者，其界址點間坐標計算邊長與實測邊長之差不得超過下列限制：一、市地：2 公分+0.3 公分 \sqrt{S} （S 係邊長，以公尺為單位）。二、農地：4 公分+1 公分 \sqrt{S} 。三、山地：8 公分+2 公分 \sqrt{S} 。」之規定，故測試點之選擇以適當零星分散為宜。並同時考量 e-GNSS 作業需求，測

試點之對空通視需良好，以利觀測作業進行。而轉換後之坐標成果則與地籍圖界址點坐標成果分析比較，倘符合地籍測量相關作業規範，則本研究提出之檢測作業方法存在可行性，反之則否。

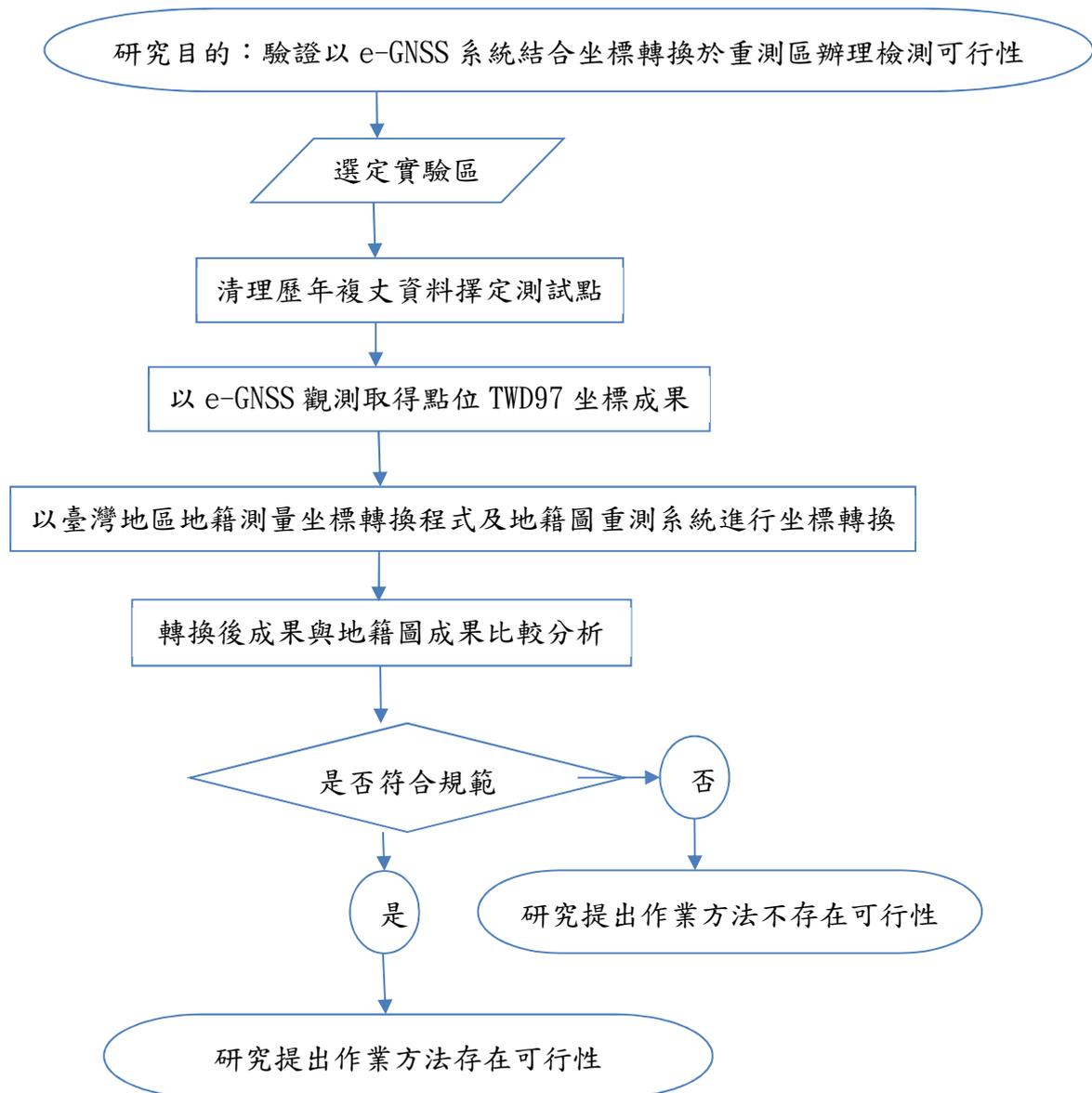


圖 二-8 研究驗證流程圖

第三章 研究成果及分析

第一節 e-GNSS 觀測方式說明

本研究為確保成果品質，參考「應用全星系 e-GNSS 辦理地籍測量可行性及作業方法之探討」(2020, 施啓仁)研究中所提出 e-GNSS 於辦理地籍測量觀測方式，採圖根點觀測方式施測。

表 三-1 e-GNSS觀測方式

施測點位	最少接收衛星數量	衛星接收仰角	PDOP值	記錄方式	觀測方式
加密控制點	5 顆衛星以上	>15 度	<5	每秒接收 1 筆	連續觀測2 測回，每測回記錄180 筆固定解，測回間須斷線再重新連線。
圖根點					連續觀測2 測回，每測回記錄30 筆固定解，測回間須斷線再重新連線。
界址點					連續觀測2 測回，每測回記錄10 筆固定解，測回間須斷線再重新連線。

另地籍圖為平面坐標圖籍，並未含有高程資訊，故本研究測得 e-GNSS 坐標成果，僅就其平面坐標部分分析比較。

第二節 研究成果分析

本研究以地籍圖重測方式辦竣地籍整理區域為實驗區，目前各地事務所管理使用地籍圖重測區圖資成果，均係以數值法辦理，而地籍圖重測區域以測量方式區分大致可分為：圖解區（近似 TWD67 坐標系統成果）、數值 TWD67 坐標系統區以及數值 TWD97 坐標系統

區。本研究選定前述各不同時期背景地籍圖重測為實驗區，以驗證所提出檢測方式之可行性。

壹、高雄市林園區鳳芸段：73 年度圖解法地籍圖重測區

本實驗區係於 73 年度辦竣地籍圖重測，再於 106 年納入圖解數位化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫（以下簡稱圖解數位化整合）完成整合，惟為驗證本研究方法於圖解法地籍圖重測區可行性，坐標轉換後之比較分析能仍以 73 年度辦竣地籍圖重測成果為之。



圖 三-1 高雄市林園區鳳芸段示意圖

經洽轄區地政事務所查對歷年複丈資料，並至實地清查既存界址樁標及圖根點，並考量辦理 e-GNSS 觀測對空通視條件，本實驗區擇定分析點位如圖 3-2 所示。



圖 三-2 高雄市林園區鳳芸段點位示意圖

表 三-2 高雄市林園區鳳芸段TWD97點位坐標比較表

點號	樁別	對應點圖解數 化整合 TWD97 坐標	e-GNSS 觀測 TWD97 坐標	E-A		選定 3 圖根點 以重測系統 3 參數轉換結果 TWD97 坐標	C-A			選定 3 界址點 以重測系統 3 參數轉換結果 TWD97 坐標	F-A	
		(A)	(E)	dN	dD	(C)	dN	dD	(F)	dN	dD	
		N	N	dE	距離差	N	dE	距離差	N	dE	距離差	
		E	E			E			E			
KT01	鋼釘	2487888.566	2487888.569	0.003	0.019	2487888.565	-0.001	0.008	2487888.570	0.004	0.012	
		187145.639	187145.620	-0.019		187145.647	0.008		187145.650	0.011		
KT02	鋼釘	2487940.419	2487940.410	-0.009	0.030	2487940.413	-0.006	0.008	2487940.407	-0.012	0.013	
		187098.138	187098.109	-0.029		187098.143	0.005		187098.134	-0.004		
KT03	鋼釘	2487855.858	2487855.872	0.014	0.042	2487855.878	0.020	0.026	2487855.866	0.008	0.011	
		187072.786	187072.746	-0.040		187072.769	-0.017		187072.779	-0.007		
KT04	鋼釘	2487854.635	2487854.643	0.008	0.032	2487854.649	0.014	0.016	2487854.637	0.002	0.003	
		187073.449	187073.418	-0.031		187073.441	-0.008		187073.451	0.002		
KT05	鋼釘	2487850.707	2487850.707	0.000	0.026	2487850.713	0.006	0.007	2487850.701	-0.006	0.010	
		187072.644	187072.618	-0.026		187072.640	-0.004		187072.652	0.008		
KT08	鋼釘	2487840.427	2487840.438	0.011	0.011	2487840.442	0.015	0.026	2487840.433	0.006	0.036	
		187086.936	187086.936	0.000		187086.957	0.021		187086.971	0.035		
KT09	鋼釘	2487840.935	2487840.946	0.011	0.016	2487840.950	0.015	0.017	2487840.942	0.007	0.024	
		187087.392	187087.380	-0.012		187087.401	0.009		187087.415	0.023		
B106	圖根點	2487907.265	2487907.273	0.008	0.022	2487907.273	0.008	0.013	2487907.272	0.007	0.011	
		187119.549	187119.529	-0.020		187119.559	0.010		187119.557	0.008		
B107	圖根點	2487879.847	2487879.851	0.004	0.033	2487879.846	-0.001	0.007	2487879.853	0.006	0.006	
		187153.877	187153.844	-0.033		187153.870	-0.007		187153.875	-0.002		
B118	圖根點	2487856.439	2487856.425	-0.014	0.030	2487856.432	-0.007	0.008	2487856.419	-0.020	0.021	
		187070.696	187070.670	-0.026		187070.693	-0.003		187070.703	0.007		
B119	圖根點	2487808.136	2487808.145	0.009	0.020	2487808.143	0.007	0.035	2487808.145	0.009	0.057	
		187134.537	187134.555	0.018		187134.571	0.034		187134.593	0.056		
C933	紅漆	2487853.039	2487853.054	0.015	0.026	2487853.061	0.022	0.022	2487853.048	0.009	0.016	
		187069.361	187069.340	-0.021		187069.363	0.002		187069.374	0.013		
(單位：公尺)				平均 距離差	0.026	平均 距離差			0.016	平均 距離差		0.018

先就 e-GNSS 觀測 TWD97 坐標成果與圖解數化整合 TWD97 坐標比較分析以確認其相對位置關係之可靠性，其差異如表 3-2 之 E-A 欄位所示，平均點位間距離差為 2.6 公分，其中最大差值為 4.2 公分。經將坐標成果以 B106、B107 及 B118 圖根點為共同點以地籍圖重測

系統 3 參數轉換結果如表 3-2 之 C-A 欄位所示，平均點位間距離差為 1.6 公分，其中最大差值為 3.5 公分。再將坐標成果以 KT01、KT02 及 KT03 界址點為共同點以地籍圖重測系統 3 參數轉換結果如表 3-2 之 F-A 欄位所示，平均點位間距離差為 1.8 公分，其中最大差值為 5.7 公分。依地籍測量實施規則第 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。」本區原為比例尺 1/500 之圖解法地籍圖重測區，位置誤差之容許值依規定為 15 公分，各測試點之差異值均合乎要求。且本段已辦竣圖解數化整合，再經選擇合宜位置，且 e-GNSS 觀測 TWD97 坐標成果與圖解數化整合 TWD97 坐標差異較小共同點進行更貼近實驗區控制點坐標系統轉換後，各測試點之 TWD97 坐標差異值已接近數值法規範。

將坐標成果以 3 圖根點為共同點轉換結果點位距離差異情形以向量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-3。

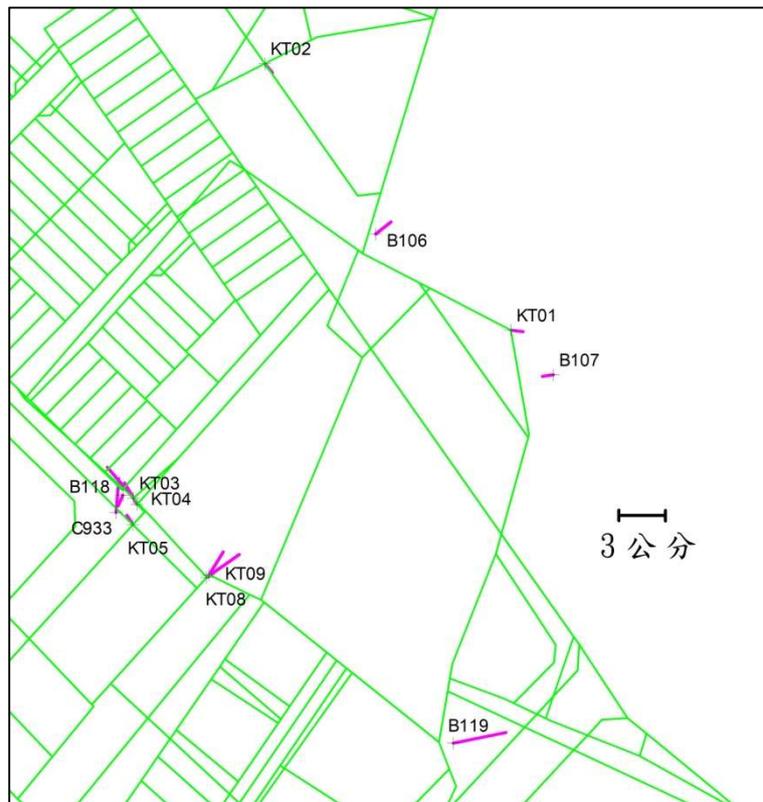


圖 三-3 高雄市林園區鳳芸段圖根點為共同點轉換繪圖結果展繪圖

將坐標成果以 3 界址點為共同點轉換結果點位距離差異情形以向量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-4。

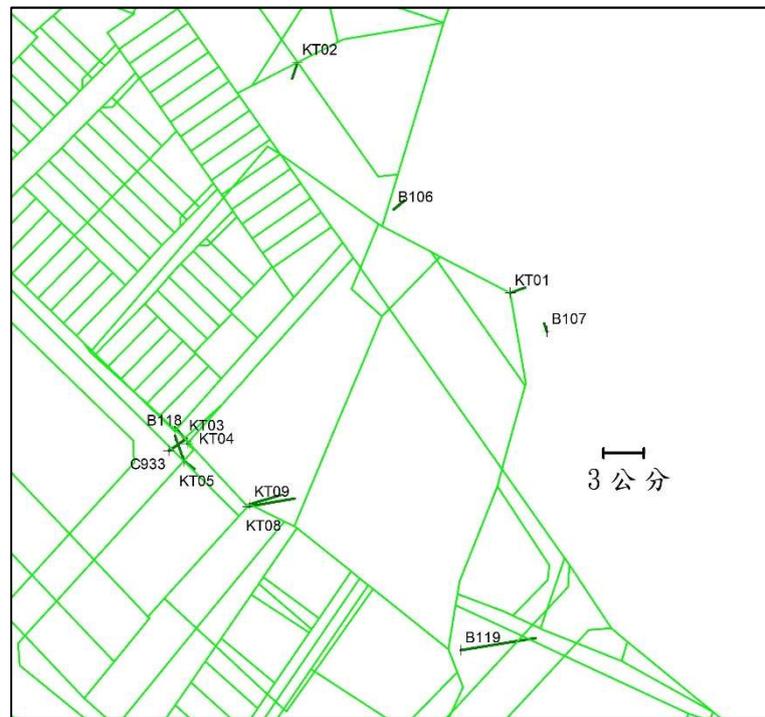


圖 三-4 高雄市林園區鳳芸段界址點為共同點轉換結果展繪圖

若將坐標成果以 KT01、KT02 及 KT03 界址點為共同點以重測系統 3 參數轉換及臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換結果，如表 3-2-2。重測系統 3 參數轉換結果點位與對應點圖解法 TWD67 坐標比較結果，平均點位間距離差為 5.8 公分，其中最大差值為 10.8 公分。尚稱符合地籍測量實施規則第 75 條規定。至以圖根點為共同點轉換部分，因查無既存 TWD67 坐標圖根點可供使用，故未辦理。另將坐標成果以臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換，與對應點圖解 TWD67 坐標比較結果，平均點位間距離差為 103.5 公分，其中最大差值為 110.1 公分。該部分坐標顯然超出地籍測量實施規則第 75 條規定，以 e-GNSS 觀測 TWD97 坐標成果透過臺灣地區地籍測量坐標轉換程式所得到之 TWD67 坐標結果，於此實驗區無法合於規範要求。

表 三-3 高雄市林園區鳳芸段TWD67點位坐標比較表

點號	對應點圖解法 TWD67 坐標	選定 3 界址點以 重測系統 3 參數 轉換結果 TWD67	H-G		臺灣地區地籍測 量坐標轉換程式 轉換結果 TWD67	Ca-G	
	(G)	(H)	dN	dD	N	dN	dD
	N	N		距離差	E	dE	距離差
KT01	2488097.963	2488098.010	0.047	0.083	2488098.316	0.353	1.014
	186319.398	186319.467	0.069		186318.447	-0.951	
KT02	2488149.904	2488149.920	0.016	0.025	2488150.155	0.251	1.101
	186272.013	186272.032	0.019		186270.941	-1.072	
KT03	2488065.482	2488065.419	-0.063	0.108	2488065.620	0.138	1.067
	186246.634	186246.546	-0.088		186245.576	-1.058	
KT04	2488064.214	2488064.189	-0.025	0.048	2488064.391	0.177	1.024
	186247.257	186247.216	-0.041		186246.248	-1.009	
KT05	2488060.212	2488060.254	0.042	0.069	2488060.455	0.243	1.046
	186246.465	186246.410	-0.055		186245.448	-1.017	
KT08	2488050.000	2488049.964	-0.036	0.044	2488050.187	0.187	0.993
	186260.739	186260.713	-0.026		186259.764	-0.975	
KT09	2488050.472	2488050.472	0.000	0.027	2488050.695	0.223	1.002
	186261.185	186261.158	-0.027		186260.208	-0.977	
			平均 距離差	0.058		平均 距離差	1.035

將坐標成果以圖解數化整合前 3 界址點為共同點轉換 TWD67 結果點位距離差異情形以向量方式展繪於整合前 TWD67 地籍圖上，其結果如圖 3-5。相較於整合後地籍圖比較結果，整合前界址點吻合程度較差，故圖解數化整合確有提高界址吻合地籍圖經界效果。

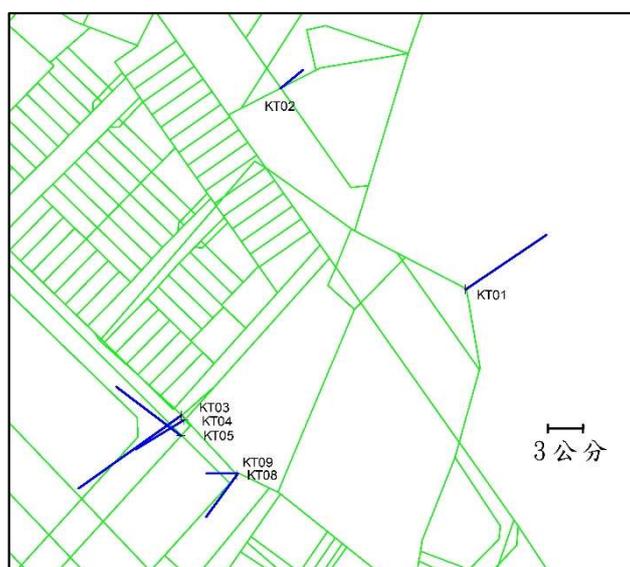


圖 三-12 以整合前3界址點為共同點轉換TWD67結果展繪圖

貳、臺南市安南區佃西段：86 年度數值法 TWD67 坐標系統地籍圖重測區

本實驗區係於 86 年度辦竣地籍圖重測，屬數值法 TWD67 坐標系統地籍圖重測區。

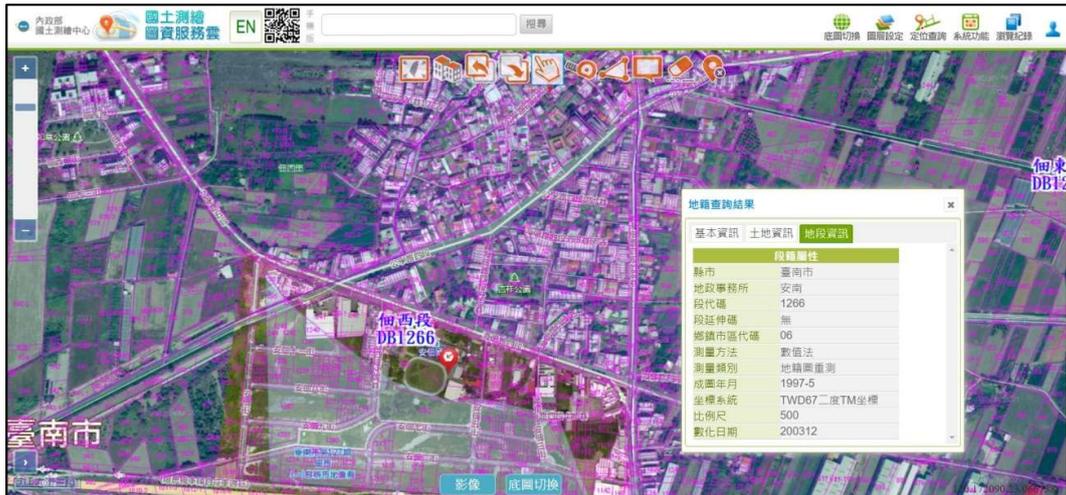


圖 三-20 臺南市安南區佃西段示意圖

經洽轄區地政事務所查對歷年複丈資料，並至實地清查既存界址樁標及圖根點，並考量辦理 e-GNSS 觀測對空通視條件，本實驗區擇定分析點位如圖 3-7 所示。



圖 三-28 臺南市安南區佃西段點位示意圖

本實驗區係數值法 TWD67 坐標系統地籍圖重測區。e-GNSS 觀測所得點位坐標成果為 TWD97 坐標系統，經採地籍圖重測系統以共同點轉換後與地籍圖成果比較結果如表 3-4。其中選定 AN50、AN51 及 AN81 等圖根點以重測系統 3 參數轉換結果 TWD67 坐標與對應點數值 TWD67 坐標間距離差，平均點位間距離差為 4.6 公分，最大差值為 11.1 公分。選定 SJ01、SJ03 及 SJ04 界址點以重測系統 3 參數轉換結果 TWD67 坐標與對應點數值 TWD67 坐標間距離差，平均點位間距離差為 4.8 公分，最大差值為 8.3 公分。初步分析，部分點位距離差似略超出地籍測量實施規則第 73 條「市地：標準誤差二公分，最大誤差六公分。」之規定，惟分析該部分點位似多為塑膠樁，考量其埋樁方式可能較不精確，復經以經緯儀採光線法複測該部分點位結果如表 3-5，亦呈現出較大差異值，故該該部分點位埋樁位置應較不精確，倘以 SJ01、SJ03 及 SJ04 界址點為共同點轉換，顯不合宜。而實驗區內已無均勻分布共同點可供轉換使用，爰嘗試以套繪作業中「點對線」方式辦理，擇定 R007 及 R008 道路邊緣現況點，以附合於對應經界線方式套繪，並擇定 KT02(鋼釘)以點對點方式套繪，以該 3 條件套繪轉換後，各測試點差異如表，相較於以 SJ01、SJ03 及 SJ04 界址點為共同點轉換結果，本次轉換較為符合地籍測量實施規則第 73 條規定，惟變化不大，故倘無位置分布合宜之共同點可選擇，以「點對線」方式套繪轉換亦為可嘗試方向，且合適之轉換條件對轉換後成果有直接影響，除考量均勻分布之原則外，其點位實地測設之精度及穩固性亦應加以考慮。

表 三-4 臺南市安南區佃西段轉換後坐標比較表

點號	樁別	對應點數值 TWD67 坐標	e-GNSS 觀測 TWD97 坐標	選定 3 圖根點 以重測系統 3 參數轉換結果 TWD67 坐標	B-A		選定 3 界址點 以重測系統 3 參數轉換結果 TWD67 坐標	C-A		
		(A)	(E)	(B)	dN	dD	N	dN	dD	
		N	N	N	dE	距離差	E	dE	距離差	
AN50	圖根點	2551725.019	2551517.641	2551725.030	0.011	0.012	2551724.968	-0.051	0.056	
		164759.945	165587.937	164759.940	-0.005		164759.969	0.024		
AN51	圖根點	2551768.017	2551560.615	2551768.013	-0.004	0.004	2551767.965	-0.052	0.065	
		164690.498	165518.488	164690.499	0.001		164690.537	0.039		
AN81	圖根點	2551752.252	2551544.859	2551752.245	-0.007	0.008	2551752.180	-0.072	0.081	
		164776.746	165604.743	164776.750	0.004		164776.784	0.038		
AN76	圖根點	2551753.714	2551546.313	2551753.712	-0.002	0.002	2551753.666	-0.048	0.060	
		164681.232	165509.224	164681.233	0.001		164681.268	0.036		
SJ01	塑膠樁	2551594.012	2551386.653	2551594.054	0.042	0.057	2551594.009	-0.003	0.043	
		164674.479	165502.533	164674.518	0.039		164674.522	0.043		
SJ02	塑膠樁	2551593.609	2551386.256	2551593.657	0.048	0.063	2551593.612	0.003	0.045	
		164674.666	165502.722	164674.707	0.041		164674.711	0.045		
SJ03	塑膠樁	2551558.885	2551351.597	2551558.996	0.111	0.111	2551558.948	0.063	0.063	
		164690.476	165518.504	164690.484	0.008		164690.481	0.005		
SJ04	塑膠樁	2551673.652	2551466.261	2551673.650	-0.002	0.072	2551673.588	-0.064	0.083	
		164758.470	165586.402	164758.398	-0.072		164758.417	-0.053		
SJ05	塑膠樁	2551673.258	2551465.966	2551673.356	0.098	0.109	2551673.297	0.039	0.049	
		164747.172	165575.128	164747.124	-0.048		164747.143	-0.029		
KT01	鋼釘	2551592.909	2551385.548	2551592.949	0.040	0.040	2551592.904	-0.005	0.005	
		164674.992	165503.004	164674.989	-0.003		164674.993	0.001		
KT02	鋼釘	2551556.870	2551349.507	2551556.906	0.036	0.036	2551556.857	-0.013	0.013	
		164691.389	165519.412	164691.392	0.003		164691.389	0.000		
KT03	鋼釘	2551552.693	2551345.329	2551552.730	0.037	0.038	2551552.683	-0.010	0.015	
		164681.003	165509.017	164680.996	-0.007		164680.992	-0.011		
					平均 距離差	0.046			平均 距離差	0.048

表 三-5 臺南市安南區佃西段經緯儀實測坐標比較表

點號	樁別	對應點數值 TWD67 坐標 (A)	經緯儀實測坐標 TWD67 坐標 (T)	T-A	
		N	N	dN	dD 距離差
		E	E	dE	
SJ01	塑膠樁	2551594.012	2551594.053	0.041	0.061
		164674.479	164674.524	0.045	
SJ02	塑膠樁	2551593.609	2551593.656	0.047	0.064
		164674.666	164674.709	0.043	
SJ03	塑膠樁	2551558.885	2551558.995	0.110	0.111
		164690.476	164690.490	0.014	
SJ04	塑膠樁	2551673.652	2551673.664	0.012	0.068
		164758.470	164758.403	-0.067	
SJ05	塑膠樁	2551673.258	2551673.298	0.040	0.075
		164747.172	164747.108	-0.064	

表 三-6 臺南市安南區佃西段以以3條件轉換坐標比較表

點號	對應點數值 TWD67 坐標 (A)		選定 3 條件以重測系統 3 參 數轉換結果 TWD67 坐標 (G)		G-A		
	N	E	N	E	N	E	dD 距離差
AN50	2551725.019	164759.945	2551724.982	164759.974	-0.037	0.029	0.047
AN51	2551768.017	164690.498	2551767.975	164690.540	-0.042	0.042	0.059
AN76	2551753.714	164681.232	2551753.676	164681.272	-0.038	0.040	0.055
AN81	2551752.252	164776.746	2551752.194	164776.788	-0.058	0.042	0.072
R007			2551578.778	164762.406	(點對線垂距)		0.013
R008			2551769.788	164687.950	(點對線垂距)		0.003
SJ01	2551594.012	164674.479	2551594.019	164674.533	0.007	0.054	0.054
SJ02	2551593.609	164674.666	2551593.622	164674.722	0.013	0.056	0.057
SJ03	2551558.885	164690.476	2551558.958	164690.493	0.073	0.017	0.075
SJ04	2551673.652	164758.470	2551673.601	164758.424	-0.051	-0.046	0.069
SJ05	2551673.258	164747.172	2551673.310	164747.150	0.052	-0.022	0.056
KT01	2551592.909	164674.992	2551592.914	164675.004	0.005	0.012	0.013
KT02	2551556.870	164691.389	2551556.867	164691.402	-0.003	0.013	0.013
KT03	2551552.693	164681.003	2551552.693	164681.005	0.000	0.002	0.002
						平均 距離差	0.042

至以臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換比較結果如表 3-7，其差異值超出超出地籍測量實施規則第 73 條之規定。

表 三-7 臺南市安南區佃西段採臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換坐標比較表

點號	樁別	對應點數值 TWD67 坐標	臺灣地區地籍 測量坐標轉換 程式轉換結果 TWD67	Ca-A	
		(A)	(Ca)	dN	dD
		N	N	dE	距離差
AN50	圖根點	2551725.019	2551724.955	-0.064	0.089
		164759.945	164760.007	0.062	
AN51	圖根點	2551768.017	2551767.928	-0.089	0.108
		164690.498	164690.559	0.061	
AN81	圖根點	2551752.252	2551752.173	-0.079	0.104
		164776.746	164776.813	0.067	
AN76	圖根點	2551753.714	2551753.626	-0.088	0.108
		164681.232	164681.295	0.063	
SJ01	塑膠樁	2551594.053	2551593.967	-0.086	0.119
		164674.524	164674.606	0.082	
SJ02	塑膠樁	2551593.656	2551593.570	-0.086	0.122
		164674.709	164674.795	0.086	
SJ03	塑膠樁	2551558.995	2551558.911	-0.084	0.121
		164690.490	164690.577	0.087	
SJ04	塑膠樁	2551673.664	2551673.575	-0.089	0.113
		164758.403	164758.473	0.070	
SJ05	塑膠樁	2551673.298	2551673.280	-0.018	0.093
		164747.108	164747.199	0.091	
KT01	鋼釘	2551592.958	2551592.862	-0.096	0.106
		164675.031	164675.077	0.046	
KT02	鋼釘	2551556.898	2551556.821	-0.077	0.124
		164691.388	164691.485	0.097	
KT03	鋼釘	2551552.717	2551552.643	-0.074	0.098
		164681.025	164681.090	0.065	
				平均	0.109
				距離差	

將坐標成果以 3 圖根點為共同點轉換結果點位距離差異情形以向量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-8。

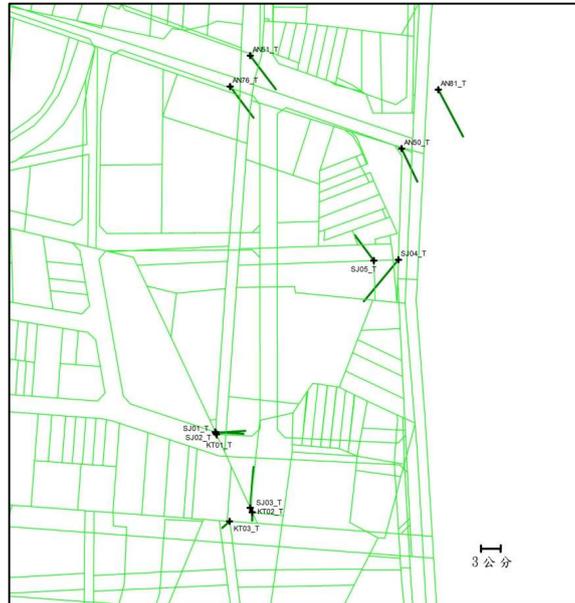
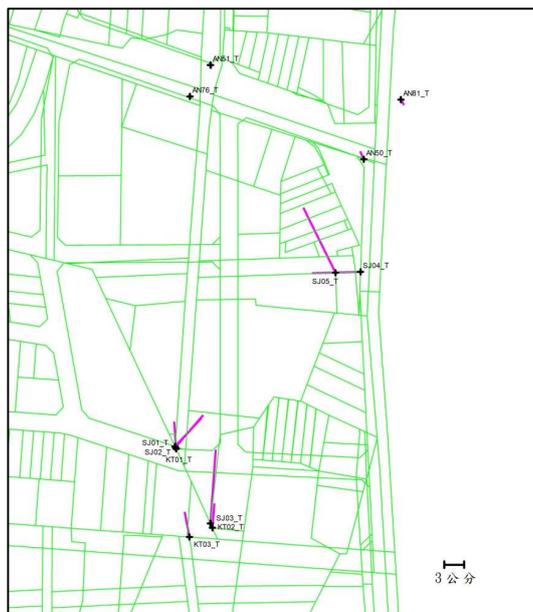


圖 三-29 臺南市安南區佃西段以圖根點為共同點轉換結果展繪
將坐標成果以 3 界址點為共同點轉換結果點位距離差異情形以向
量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-9。

圖 三-30 臺南市安南區佃西段以 3 界址點轉換結果展繪圖



將坐標成果以 3 條件以重測系統轉換結果點位距離差異情形以向量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-10。

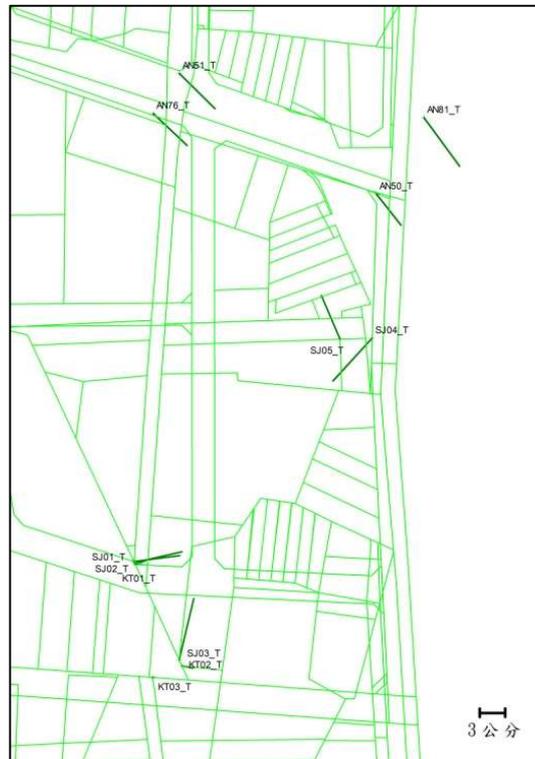


圖 三-31 臺南市安南區佃西段以3條件轉換結果展繪圖

參、臺南市永康區蔦松北段：106 年度數值法 TWD97 坐標系統地籍圖重測區

本實驗區係 106 年度辦竣地籍圖重測，屬數值法 TWD97 坐標系統地籍圖重測區。

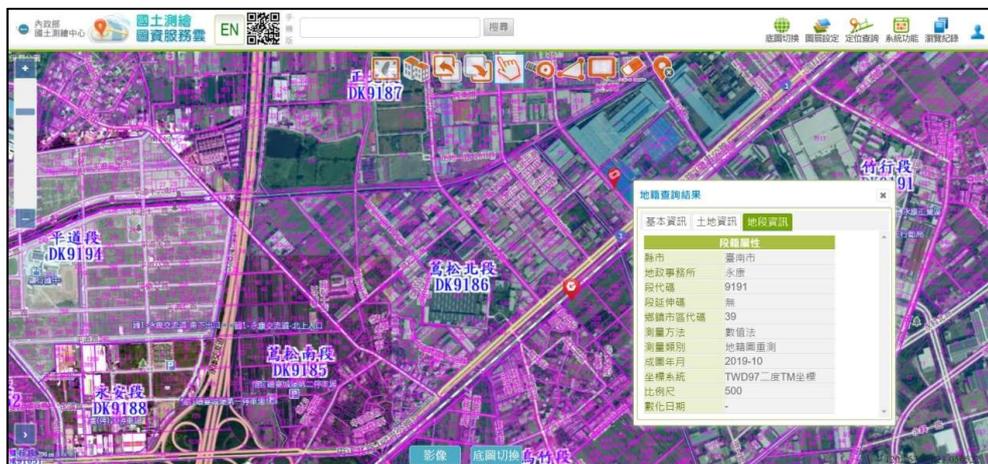


圖 三-32臺南市永康區蔦松北段示意圖

經洽轄區地政事務所查對歷年複丈資料，並至實地清查既存界址樁標及圖根點，並考量辦理 e-GNSS 觀測對空通視條件，本實驗區擇定分析點位如圖 3-12 所示。



圖 三-33 臺南市永康區蔦松北段點位示意圖

本實驗區係數值法 TWD97 坐標系統地籍圖重測區，原則上，e-GNSS 觀測時使用者可直接取得法定 TWD97 坐標系統成果，應無再做坐標轉換必要，惟經比對觀測所得點位坐標成果與該段地籍成果，仍有相當差異，本實驗區各測試點 e-GNSS 觀測 TWD97 坐標與對應點位 TWD97 坐標差異情形如表 3-8。

表三-8 臺南市永康區蔦松北段e-GNSS觀測TWD97坐標與對應點位TWD97坐標比較表

點號	樁別	e-GNSS 觀測 TWD97 坐標(E)		對應點位 TWD97 坐標(A)		E-A	
		N	E	N	E	dN	dE
A001	鋼釘	2549700.422	174375.996	2549700.407	174375.938	0.015	0.058
A002	鋼釘	2549739.858	174361.550	2549739.828	174361.508	0.030	0.042
B001	塑膠樁	2549763.313	174341.167	2549763.214	174341.136	0.099	0.031
B035	圖根點	2549675.433	174399.226	2549675.410	174399.159	0.023	0.067
BR32	圖根點	2549632.296	174458.788	2549632.279	174458.719	0.017	0.069
BU24	圖根點	2549877.107	174519.027	2549877.073	174518.940	0.034	0.087
BU36	圖根點	2549741.968	174358.250	2549741.946	174358.185	0.022	0.065
D010	鋼釘補點	2549744.428	174460.057	2549744.330	174459.785	0.098	0.272

分析該部分測試點 e-GNSS 觀測 TWD97 坐標與對應點位 TWD97 坐標間存在差異情形，其中 D010 差異量明顯過大，其點位 TWD97 坐標

成果與實際樁標位置應為不符。而 B001 為塑膠樁，研判其埋樁精度較差，坐標差異量亦較大，轉換時不選擇其為共同點。

再分別以選定 BR32、BU24 及 BU36 等 3 圖根點，以及選定 A001 及 A002 界址點為共同點，透過地籍圖重測系統 3 參數轉換結果 TWD97 坐標，與對應點數值 TWD97 坐標比較情形如表 3-9。轉換後之結果，以圖根點及界址點轉換後之差異量均更為縮小，其差異量除 B001 點仍明顯較大外，其餘各測試點符合地籍測量實施規則第 73 條「市地：標準誤差二公分，最大誤差六公分。」之規定

表 三-9 臺南市永康區蔦松北段轉換後坐標比較表

點號	對應點數值 TWD97 坐標 (A)	選定 3 圖根點 以重測系統 3 參數轉換結果 TWD97 坐標 (B)	B-A		選定 2 界址點 以重測系統 3 參數轉換結果 TWD97 坐標 (C)	C-A	
			dN	dD		dN	dD
			E	距離差		E	距離差
A001	2549700.402	2549700.402	-0.007	0.009	2549700.399	-0.003	0.003
	174375.930	174375.930	-0.006		174375.931	0.001	
A002	2549739.833	2549739.833	-0.003	0.013	2549739.836	0.003	0.003
	174361.491	174361.491	-0.013		174361.490	-0.001	
B001	2549763.214	2549763.214	0.070	0.081	2549763.292	0.078	0.082
	174341.136	174341.136	-0.041		174341.110	-0.026	
B035	2549675.410	2549675.410	-0.004	0.006	2549675.407	-0.003	0.003
	174399.159	174399.159	-0.004		174399.158	-0.001	
BR32	2549632.279	2549632.279	-0.007	0.007	2549632.266	-0.013	0.014
	174458.719	174458.719	-0.002		174458.715	-0.004	
BU24	2549877.073	2549877.073	0.013	0.016	2549877.073	0.000	0.038
	174518.940	174518.940	0.009		174518.978	0.038	
BU36	2549741.946	2549741.946	-0.006	0.009	2549741.946	0.000	0.005

	174358.185	174358.185	-0.007		174358.190	0.005	
D010	2549744.330	2549744.330	0.074	0.211	2549744.398	0.068	0.221
	174459.785	174459.785	0.198		174459.995	0.210	
			平均距離差	0.044		平均距離差	0.046
			不計 D010 平均距離差	0.020		不計 D010 平 均距離差	0.021

將坐標成果以 3 圖根點為共同點轉換結果點位距離差異情形以向量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-13。

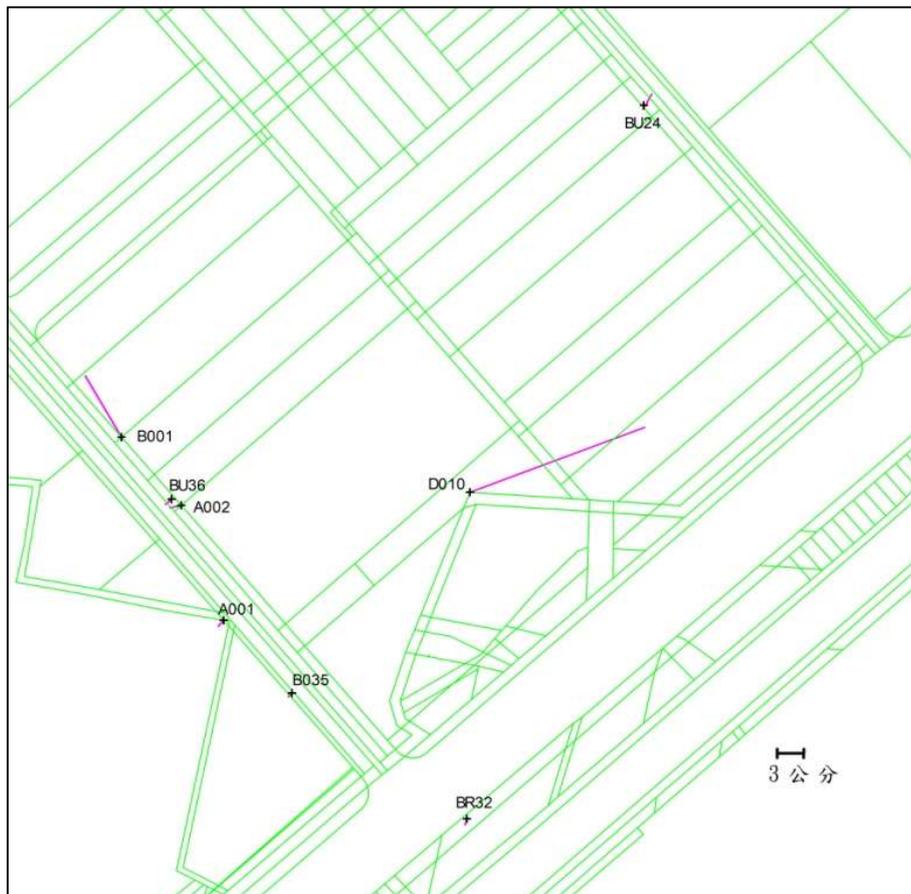


圖 三-34 臺南市永康區蔦松北段以圖根點為共同點轉換結果展繪圖圖

將坐標成果以 2 界址點為共同點轉換結果點位距離差異情形以向量方式展繪於地籍圖上，其結果如圖 3-14。

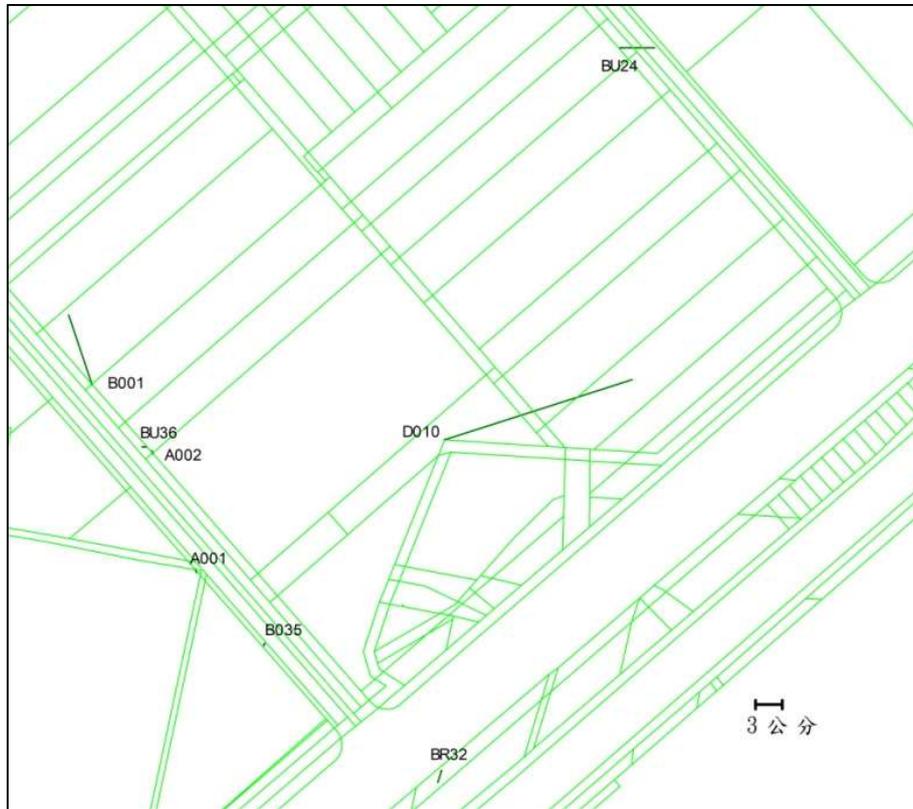


圖 三-35 臺南市永康區蔦松北段以界址點為共同點轉換結果展繪圖

第四章 研究結論與建議

第一節 研究結論

壹、本研究提出之以 e-GNSS 系統結合坐標轉換辦理檢測作業存在可行性。

本研究提出之以 e-GNSS 系統為施測工具，配合視窗版地籍圖重測資料處理系統轉換至測區地籍成果坐標系統之檢測方式確實有可行性。且本研究所擇定各實驗區俱為都市地區，點位觀測精度均符合地籍測量實施規則相關較高精度規範，而 e-GNSS 系統觀測結果相對位置關係可靠，足供辦理檢測作業需求。至臺灣地區地籍測量坐標轉換程式轉換結果，因其係以內建網格式資料以最小二乘平差解算，內插修正後求取目的坐標成果，受限於其網格式密度，及其坐標資料與實驗區地籍圖坐標成果相關性較低，其 e-GNSS 系統觀測坐標成果經轉換後，與實驗區地籍圖坐標成果相比較，符合程度不高，無法據以辦理檢測。

貳、本研究提出之方法可檢測出樁位測定位置不佳之情形。

e-GNSS 系統所測之成果經交互比較後，可檢測出埋設樁位不佳情形。以本研究臺南市永康區蔦松北段實驗區為例，測試點 D010 為鋼釘補點，依經驗法則判斷，其應為條件佳可供作共同點使用之點位，惟經採其他點位附合轉換後，其出現較大差異量，研判其測定位置精度未臻完善，可循此方式檢測樁位測定位置品質。

參、坐標轉換採用共同點優劣直接影響轉換成果品質。

將 e-GNSS 系統觀測坐標成果以條件良好之共同點進行坐標轉換後，與實驗區地籍圖坐標成果符合程度甚高，惟共同點選擇端賴操作者之經驗判斷，其選擇共同點之優劣與妥適性影響轉換成果品質甚鉅，亦可能需多次嘗試方得選擇出條件較佳之共同點，以提升轉換後坐標成果品質。以本研究臺南市安南

區佃西段實驗區為例，原考量共同點均勻分布之條件，選擇以 SJ01、SJ03 及 SJ04 等塑膠樁界址點為共同點轉換結果，惟經比較分析後該部分點位可能存在測定位置未臻完善之情形，經重新選擇轉換條件，採用套繪圖籍常用之點對線方式，以克服共同點不足且分布不均勻之情形，所得坐標成果品質經比較應有提升。該部分操作需求為本研究選擇視窗版地籍圖重測資料處理系統為轉換工具之考量，因該程式具有圖形介面，可供操作者即時觀察並調整轉換條件，以利判斷出較佳轉換條件。

第二節 研究建議

建議一

本研究受限於時間與人力，擇定實驗區內可供測試之點位亦略為不足，爾後，或可嘗試以完整地籍段為實驗區，以本研究所提出之 e-GNSS 系統觀測坐標成果配合條件良好之共同點，透過視窗版地籍圖重測資料處理系統進行坐標轉換並檢測後，建立以地段為單位之特定範圍轉換參數資料模式，供各項地籍作業使用。

建議二

本研究出發點之一係為以 e-GNSS 系統紓解圖根點保存不易之窘狀，惟 e-GNSS 系統之觀測位置於都市地區，常受限於對空通視不佳而無法取得良好觀測成果，建議於都市地區辦理相關圖根點選點作業，應擇定相當數量之對空通視良好點對，以利後續 e-GNSS 系統觀測使用。

建議三

臺灣地區地籍圖資料受限於成圖背景不同，存在不同精度、比例尺以及坐標系統，常造成相關地籍作業上之困難，將全國地籍資料整合至相同坐標系統為一重要課題，全國僅臺北市完成將全區

TWD67 地籍坐標系統地籍資料轉換為 TWD97 坐標系統之作業，其作業方式係採透過共同點辦理坐標轉換，建議或可採 e-GNSS 系統施測共同點，逐段分區求取轉換參數方式，加速辦理將全國地籍資料整合至相同坐標系統之目標。

參考文獻

- 1、李宏洲、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、何維信、詹君正，「虛擬基準站即時動態定位辦理土地複丈精度之研究」，台灣土地研究第 13 卷第 2 期，2009。
- 8、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。
- 9、內政部，「圖解法地籍圖數值化成果複丈作業手冊」，2011。
- 10、王郁喬，「運用 VRS-RTK 技術配合正射影像以增進山區土地複丈之效率-以南投縣仁愛鄉清境農場為例」，2011。
- 11、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。
- 12、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。

- 13、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。
- 14、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。
- 15、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。
- 16、施啓仁、王建得、黃銘祥、劉冠岳，「應用全星系 e-GNSS 辦理地籍測量可行性及作業方法之探討」，內政部國土測繪中心自行研究報告，2020。
- 17、史天元，「111 年度基本控制點衛星定位測量作業規範委託研究」，內政部國土測繪中心委託研究，2022。