

# 應用基本控制點於地籍圖坐標轉換精度之研究

## 研究報告

### 一、研究主旨

地籍圖資料為土地基本資料庫之基礎資料，各單位建置地理資訊系統，多需參採地籍圖資料。台灣地區地籍圖包括日治時期測繪、光復後新登記土地測量、土地重劃、地籍圖修測、地籍圖重測...等多種成果，復以各時期採用之測量方法、坐標系統、成果精度均不相同，要應用這些資料，首先就必需將資料轉換為相同之坐標系統。

內政部土地測量局(以下簡稱本局)自八十四年度起辦理台閩地區三等控制點補建新建作業，且將於民國九十二年全部完成，提供平地二公里、山區三至八公里間距之高精度基本控制點。可否利用上開基本控制點，提供早期以地籍坐標系統測繪之地籍圖作為坐標轉換之依據，以及其轉換之精度為何，是吾亟需了解的，設想於單一地段或數個相鄰地段內，找到四點以上之基本控制點，以實地鑑測方式，將基本控制點位標示於地籍圖上，再以坐標讀取儀讀取各點之地籍坐標，即可使這些基本控制點同時具有地籍坐標及 TWD97 二度分帶坐標，並據以求解轉換參數。

本研究選擇數個地籍坐標系統且已辦竣地籍圖數值化之地段，以實地測試資料分析上述坐標轉換成果之精度，提供後續地籍圖資訊管理及應用之參考。

### 二、問題之背景與現況

#### (一) 台灣地區地籍測量概況

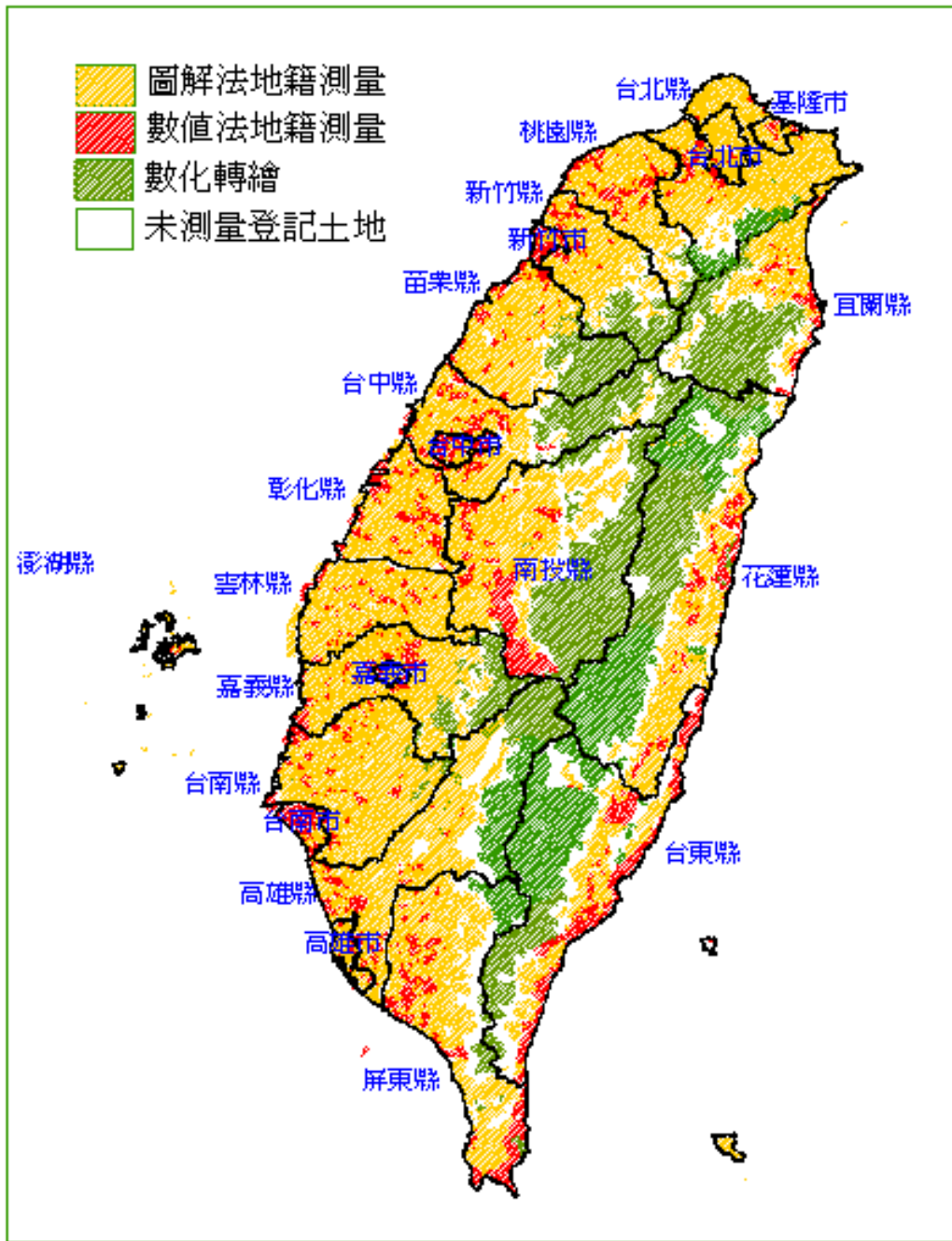
地籍圖係將實地各筆土地位置、形狀以適當比例尺繪於圖紙上，並標示地目地號等註記而成，用以辦理產權登記、土地鑑界、土地使用管制、地價編定...等地籍管理以及作為課徵土地稅捐等之依據。是以地籍圖之良窳，關係民眾產權甚鉅。

鄭成功據台時期，為土地開墾及賦稅需要，每三年實施概略清丈一次，為台灣地區土地管理之濫觴。至清朝劉銘傳擔任台灣巡撫期間，為丈量田畝、清查賦稅，經清廷核准設立清丈

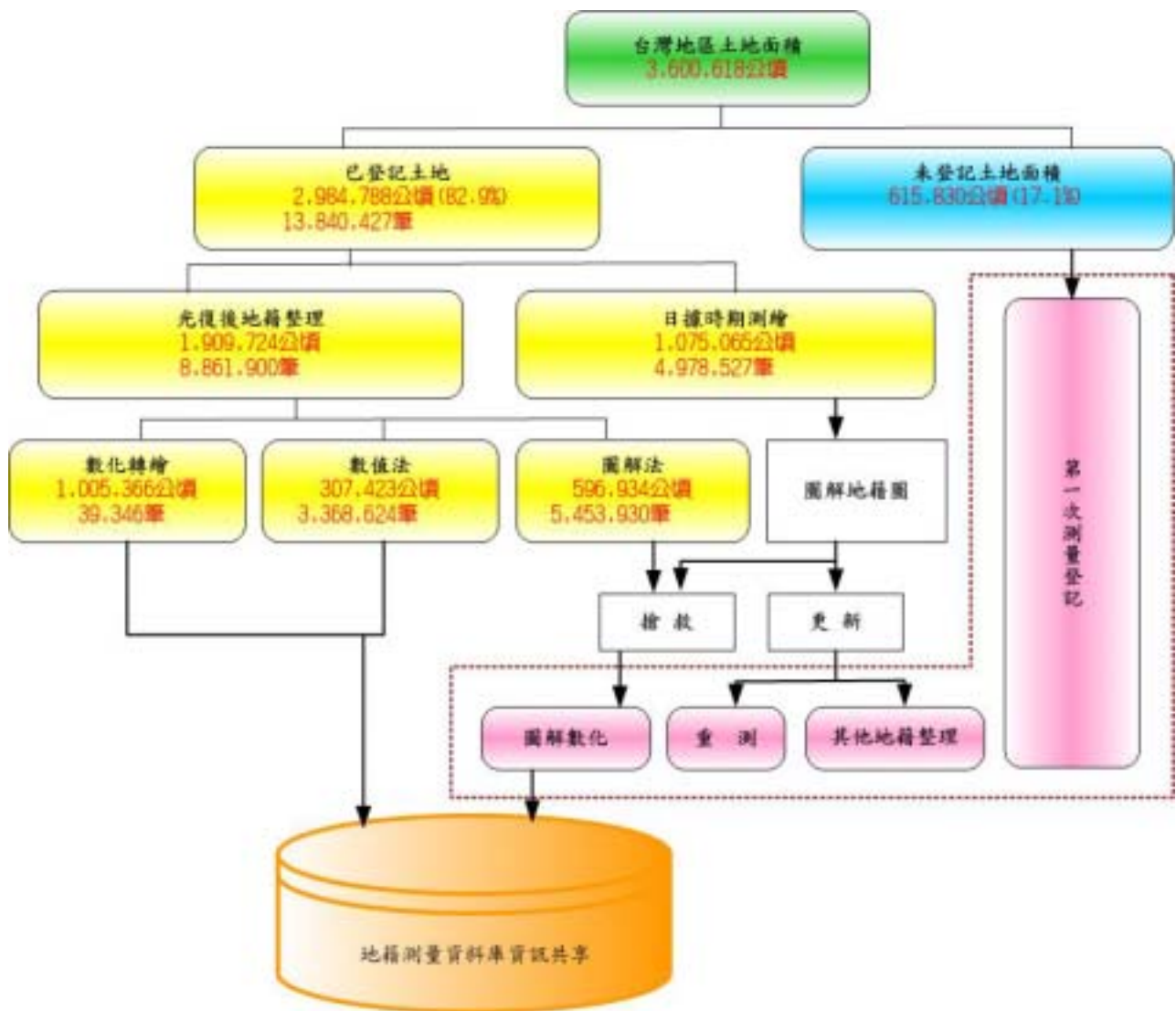
總局，展開全台清丈工作，為台灣地區實施地籍測量之伊始。日據時期，日本政府為瞭解台灣地形、區分土地種類及使用情形、調查土地權利分配，同時辦理地租改正及大租權之處理，自民國前十三年起實施土地調查，至民國前八年止計完成庄圖(地籍圖)三萬七千八百六十九幅，為台灣地區首次較為完整之地籍測量成果。

台灣光復初期，政府限於人力、物力，未重新測繪地籍圖，而沿用日據時期測量成果，並辦理土地總登記。嗣後鑒於地籍圖日漸破損及配合土地開發、經濟建設等需要，陸續辦理公有未登記土地、公有山坡地、國有林班解除地、山地(原住民)保留地...等未登記土地測量，以及地籍圖修測、地籍圖重測、土地重劃、區段徵收...等地籍圖更新測量。

臺灣地區(包含臺灣省、臺北市及高雄市)土地總面積3,600,618公頃，截至九十二年二月底止，已完成測量登記之土地面積計2,984,788公頃，占土地總面積82.9%，尚未登記土地面積615,830公頃，占土地總面積17.1%，有待繼續辦理地籍測量並完成土地登記，以建立完整地籍資料。目前臺灣地區使用之地籍圖依測繪方法區分為圖解法測繪、數值法測繪及數化轉繪三類，其地籍測量情形及面積筆數如圖一及圖二所示。



圖一 台灣地區辦理地籍整理範圍示意圖



圖二 台灣地區辦理地籍整理筆數面積示意圖

(二) 圖解地籍圖數值化辦理情形

台灣省圖解地籍圖數值化作業，前經內政部於七十六、七十七年度試辦，評估頗值得推廣。嗣由本局於八十四年研訂「臺灣省圖解地籍圖數值化第一期計畫」，自八十六年度至八十八年度辦理臺灣省5個省轄市及台北縣、桃園縣等15個地政事務所，計約1,460,000筆，17,000幅地籍圖，面積136,000公頃。民國八十八年九二一地震，為中部災區辦理重建工作亟需運用地籍圖資料，配合研訂「九二一震災地區圖解地籍圖數值化計畫」，自88年7月起至91年12月辦理苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義等6個縣13個地政事務所，計1,050,000筆，14,400幅地籍圖，面積253,000公頃。本局繼第一期計畫完成

後，續擬訂「臺灣省圖解地籍圖數值化後續計畫」，自九十年年度至九十四年度辦理臺灣省 16 個縣 80 個地政事務所，計 7,030,000 筆，88,000 幅地籍圖，面積 1,047,000 公頃。至九十五年後續計畫執行完畢後，臺灣省之地籍圖即全部具備數值之資料型態，可全面提供國土資訊運用。

為圖解地籍圖數值化後，有關土地複丈、謄本核發、資料轉檔應用...等作業需求，內政部已委託開發「圖解地籍圖數值化成果管理系統」供各地政事務所運用。

### (三) 台灣地區控制測量概況

控制測量為一切測量作業之基礎與依據。台灣地區目前存在三種控制測量成果，分述如下：

1. 地籍坐標系統：係指由台中市中山公園內之 89 號主三角點起算，用平面直角座標方法推展之地籍、水利及農林機構測量成果。該項成果內政部於民國五十九年與陸地測量系統統一改算，並公布「臺灣省三角點成果表」供後續應用。目前圖解地籍圖數值化辦理區域多屬本坐標系統。前述陸地（軍方）測量系統，係以南投埔里虎子山之一等天文點為原點，按大地測量方法一、二、三、四等施測，並計算點之大地位置（經緯度及方位角）。
2. TWD67 坐標系統：內政部有鑑於舊地籍控制點損壞及遺失率嚴重，為增進土地效用，並重新地籍整理，遂於民國六十五年辦理臺灣地區三角點檢測暨平差計算並連測澎湖地區，於民國六十九年完成並編製公布「臺灣地區三角點成果表」。該系統採用之測量基準如下：
  - (1) 參考橢圓體採用 1967 年國際地球原子，其數值為：  
長半徑： $a = 6378160$  公尺  
短半徑： $b = 6356774.7192$  公尺  
扁率： $f = 1/298.25$
  - (2) 大地基準點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  $\phi = 23^{\circ}58'32.340''$  N  
對頭拒山之方位角  $\alpha = 323^{\circ}57'23.135''$
  - (3) 地圖投影：採用橫梅氏投影經差二度分帶

3. TWD97 坐標系統：內政部鑑於六十九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。故為建立完整、統一、高精度之基本控制點系統，自民國八十二年度起應用高精度全球定位系統（Global Position System, GPS）迄八十六年止共建立八個衛星追蹤站及 105 個一等衛星點及 622 個二等衛星點，以供各界應用。該系統定名為一九九七台灣地區大地基準，簡稱 TWD97，採用之測量基準如下：

(1) 採用國際地球參考框架 (International Terrestrial Reference Frame, 簡稱 ITRF)。ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局 (Bureau International de l'Heure 簡稱 BIH) 定義在 1984.0 時刻之方位。

(2) 參考橢球體採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會 (International Union of Geodesy and geophysics 簡稱 IUGG) 公布之參考橢球體 (GRS80)，其橢球參數如下：

長半徑： $a = 6378137$  公尺

扁率： $f = 1/298.257222101$

(3) 地圖投影：採用橫梅氏投影經差二度分帶

地籍坐標系統及 TWD67 坐標系統因早期測量技術及點位遺失率等因素影響，於進行後續加密控制測量時，常發現較大之網形張力，影響成果精度。且民國八十八年九二一大地震後，中部地區三角點多已位移，無法再提供應用【內政部土地測量局，2003，九二一集集大地震測量實錄】，內政部遂以九十年五月二日台(九十)內地字第 09060856 號令明定地籍測量實施規則之測量基準採用 TWD97 系統。

本局自八十四年度起辦理台灣省三等控制點補建新建作業，至九十二年將全部完成，提供平地二公里、山區三至八公里間距之高精度基本控制點，總數約四千二百點，成果均已採 TWD97(原採 TWD67 部分亦已改算)系統。

(四) 國土資訊系統基本圖資概況

長久以來，國土資訊之基礎資料十分缺乏，即使少數政府

機關基於其業務需求自行發展建置，但成果大都分散於政府各級機構，資料流通及共享不易，往往影響政府施政之品質，且資料重覆建置，亦造成資源浪費。因此，為提高決策品質及行政效率，遂以國土資訊系統之推動來整合全國各種具有空間分佈特性之地理資料，並以分工合作方式達到資料建置、共享與多目標應用。內政部於 79 年 5 月籌組「國土資訊系統推動小組」，同時並成立綜合作業分組，將國土資訊系統分成九大資料庫，正式開始推動工作。

國土資訊系統分成九大資料庫以負責有關國土資訊業務之推動、研究、聯繫及協調事宜。包括有自然環境基本資料庫分組（經濟部資訊中心召集）、自然資源與生態資料庫分組（行政院農委會召集）、環境品質資料庫分組（行政院環保署召集）、社會經濟資料庫分組（行政院主計處召集）、交通網路資料庫分組（交通部管理資訊中心召集）、土地基本資料庫分組（內政部地政司召集）、區域及都市計畫資料庫分組（內政部營建署綜合計畫組召集）、公共管線資料庫分組（內政部營建署公共工程組召集）、基本地形圖資料庫分組（內政部地政司召集）。

地籍圖圖資屬土地基本資料庫，為國土資訊系統的基本圖資，是最常被使用及需求最殷切的圖籍之一。目前除繼續採用數值法辦理重測，以數值資料形態儲存地籍測量資料外，並積極辦理圖解地籍圖數值化作業，期能建立數位化的地籍圖基本圖資，並配合應用系統的開發及資料的流通共享，以強化國土資訊系統資料的基礎建設。

國土資訊系統從 79 年發展至今，各運作分組及九大資料庫分組，已完成初步整體規劃及建置大量之圖資。後續的發展均著重在資料的運用、整合、流通及各類應用系統的開發。有關目前各資料庫的現況及發展重點可至國土資訊系統網站（<http://ngis.moi.gov.tw>）查詢。

#### (五) 圖資整合

國土資訊系統分成九大資料庫，主要係考量各單位的專業、權責以加速資料的建置及資料庫的管理維護。國土資訊系統發展至今，已建置了相當大量的資料，現今的課題是輔助當使用者對資料有需求而取得不同單位收集的資料時，如何判斷

收集的資料是否符合需求並進一步可以整合運用，處理為可供決策使用的「資訊」。

以目前市面上已被廣泛應用的電子地圖為例，一般我們所看到的電子地圖不外乎包括有道路圖、建物圖、門牌號碼、重要地標等，當上述資料各別存在時，並不能提供有較的資訊；若將各個資料予以整合並重新呈現時，即為應用廣泛的電子地圖，如應用於車輛定位即為汽車導航。

要整合各單位收集的圖形及資料並應用，在於使用者是否能了解資料的

1. 資料格式：目前市面上流通的空間資料格式有許多種，使用者必須掌握收集資料的格式，才能進一步後續的應用。
2. 資料品質：各單位生產資料的規範不一，因此產生的資料品質亦有差異，使用者必須對資料的生產歷程、品質有所了解，才能避免使用錯誤的資料。
3. 圖形坐標：各單位對資料的需求不同，即產生不同坐標系統的資料，使用者必須了解空間資料的坐標系統，才能做出適當的坐標轉換，正確的使用資料。

其它諸如資料生產的時間、資料流通的規定等，亦是使用者必須了解的。因此生產或供應資料的單位能否提供完整的詮釋資料輔助使用者認識及選擇地理資料，才是圖資能否整合應用的重要基礎。

## (六) 坐標轉換

在各種地理資訊系統應用上，經常面臨要處理來自不同來源之圖資，各類圖資除了資料格式、成果精度…等差異外，坐標系統也常有所不同，一般需以坐標轉換工具，將圖資轉換至相同坐標系統後始可應用。

內政部自八十二年以衛星定位測量技術辦理一二等衛星控制測量，並於八十七年公佈 TWD97 坐標系統。而大部分機關在八十七年以前建立之圖資多為 TWD67 系統，短期內全面重新測量建立 TWD97 系統圖資，亦有相當困難。為此，內政部並委託成功大學研究 TWD67 與 TWD97 坐標轉換模式，並開發臺灣地區大地基準及坐標系統轉換計算程式，提供各單位及機關申請



運用。又本局已於八十八年開發地籍坐標系統與 TWD67 坐標系統間之坐標轉換程式，可供該二坐標系統間進行坐標轉換。

臺灣地區地籍圖之坐標系統大致可分為地籍坐標、TWD67 二度分帶橫梅氏投影坐標及 TWD97 二度分帶橫梅氏投影坐標。日治時期及光復後圖解法測繪者多採地籍坐標系統，僅部分地籍圖重測採用 TWD67 二度分帶坐標，惟仍屬少數。也就是說，圖解地籍圖數化成果，有很大比例是屬於地籍坐標系統，要運用這些資料者，必須將地籍圖資料坐標轉換為所需坐標系統 (TWD67 或 TWD97)。

將地籍圖數化成果資料轉換為 TWD67 或 TWD97 坐標系統，最簡單且不需額外測量作業的方式即是利用上述二種坐標轉換工具。該二程式均係利用台灣全區具有二種坐標之共用點，以最小二乘共置法 (Least Square Collocation) 解算 500m 網格或 250m 網格對應坐標，再採雙線性內插 (Bilinear Interpolation) 解算轉換後坐標，其坐標轉換精度大約在 1-2 公尺及 0.3 公尺。

另外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。

本局辦理台閩地區三等控制點補建新建作業完竣後，全省可供應用之高精度基本控制點多達七千餘點，作為區域性坐標轉換之控制點，其成果精度、作業程序及全面應用之可行性如何等問題，期望藉由本研究以試驗區之實地操作結果，提供後續應用之參考。

為圖解地籍圖數化成果之管理應用，內政部委外開發「圖解地籍圖數值化成果管理系統」供各地政事務所運用。該系統在設計時，已考量數化成果提供 GIS 應用時有坐標系統之問題，設計了以下二個機制，(1) 於數化成果轉入系統時，先利用本局 [地籍坐標 (Cad) 轉 TWD67 坐標] 網格資料，計算各界址點之 TWD67 坐標，再以所有界址點之地籍坐標與 TWD67 坐標回歸計算 Helmert 參數並儲存之；(2) 於數化成果轉出功能，提供操作者選擇【六參數轉換】選項 (實為四參數)，成果輸出時系統即

會利用該組轉換參數，將地籍坐標成果轉換為 TWD67 成果輸出。另該系統亦提供系統管理者可直接更改各個轉換參數值之功能，若地政事務所能找到更合適（轉換結果精度更佳或轉換為 TWD97 系統）之轉換參數，即可藉此功能予以替換之。

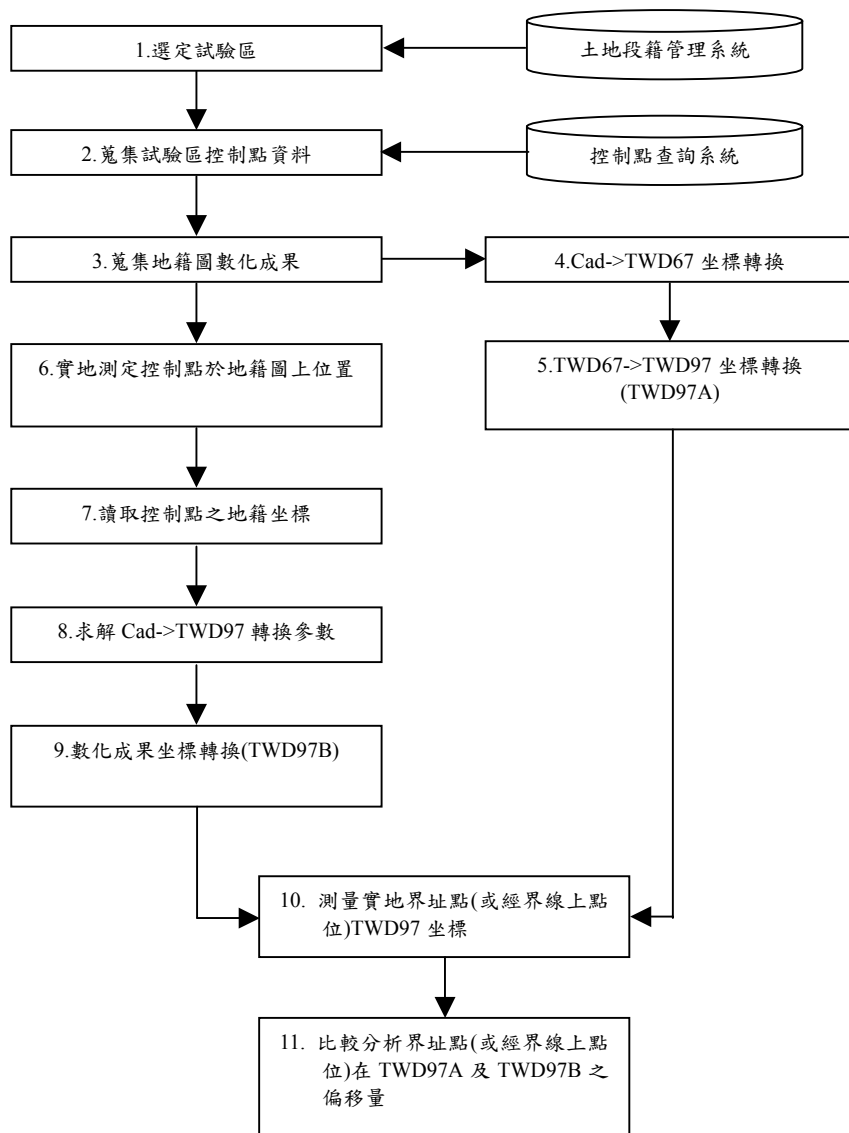
### 三、研究方法與過程

#### (一) 作業流程

本研究採圖解法鑑界方式，實地測量界址點位後，於地籍圖上測定基本控制點地籍坐標，以解算轉換參數。有關坐標轉換品質之評估，本研究擬採實地檢測評估，由於實務上於實地大多可明顯判斷經界物所在，但不易判斷界址點之所在，現況測量時很難直接測定界址點位置之坐標，而係量測經界物上任一點位之坐標，於套圖分析時以點位應在經界線上為考量，並於實地測量時兼顧檢測南北向及東西向套圖需要之現況點，故本研究係依據測量點與地籍圖經界線間之實際相關位置意義，於實地施測經界線上點之 TWD97 坐標，以「實測點位」至「地籍圖數化成果坐標轉換為 TWD97 後經界線」垂距，作為評估之依據，作業流程如圖三，並說明如下：

1. 選定試驗區：參考土地段籍資料庫，查詢已完成圖解地籍圖數值化地段，選擇試驗區。
2. 蒐集試驗區控制點資料：利用控制點資料庫，查詢試驗區附近基本控制點分布情形，及擷取控制點坐標、點之記等資料。
3. 蒐集地籍圖數化成果：聯繫本局地籍資料庫及相關地政事務所，取得數化成果資料檔。
4. Cad->TWD67 坐標轉換：數化成果利用本局[地籍坐標(Cad)與 TWD67 坐標]轉換程式轉換為 TWD67 坐標成果。
5. TWD67->TWD97 坐標轉換(TWD97A)：前步驟所得 TWD67 坐標成果，以內政部[TWD67 與 TWD97 坐標轉換]程式轉換為 TWD97 成果，供分析此方法轉換精度。此方法所得成果以 TWD97A 表示。
6. 實地測定控制點於地籍圖上位置：赴實地以測量儀器施測基本控制點附近界址點，並以圖解法鑑測方式，測定基本控制點於地籍圖上位置。

7. 讀取控制點之地籍坐標：測定基本控制點於地籍圖上位置後，利用地籍圖四個圖廓角坐標，以坐標讀取儀讀取基本控制點之地籍坐標。
8. 求解 cad->TWD97 轉換參數：取得基本控制點之 TWD97 坐標與地籍坐標後，據以求解轉換參數。
9. 數化成果坐標轉換(TWD97B)：以求解得之轉換參數將圖解數化成果轉換為 TWD97 坐標成果，供分析此方法轉換精度。此方法所得成果以 TWD97B 表示。
10. 測量實地界址點(或經界線上點位)TWD97 坐標：實地測量可靠界址點(一般係經界上之點)之 TWD97 坐標，據以作為評估數化成果經二種坐標轉換之精度。
11. 比較分析界址點(或經界線上點位)在 TWD97A 及 TWD97B 之偏移量：視實測界址點坐標為正確值，數化成果經轉換後，測點愈接近相對應經界線者(即點至線垂距愈小者)，表示轉換成果愈佳。



圖三 本研究案作業流程圖

## (二) 試驗區之選擇

本計畫選擇三個試驗區，以實地測量圖解法鑑界方式測定基本控制點地籍坐標後，提供作為地籍圖坐標轉換依據，分析比較此方法與利用現有網格坐標轉換工具方法之精度差異。試驗區之選擇，係以下列原則作為決定之依據：

1. 需為完成三等控制點補建新建地區。
2. 需為完成圖解地籍圖數值化之地段。
3. 數化成果需為地籍坐標系統。
4. 以北中南各選一試驗區為最佳。

5. 各試驗區有不同之地形特性為佳。
6. 配合三等控制點分布，各區範圍以東西向及南北向各約二至四公里為宜，俾使縱橫向各有約二至三個基本控制點。

根據上開原則，利用本局土地段籍資料庫及控制點資料庫查詢相關資料，及考量數化成果是否已繳交本局備存以利運用等因素，選定桃園縣龍潭、嘉義縣六腳、台南縣新化等三個試驗區，如圖四。



圖四 本研究案三個試驗區位置示意圖

### (三) 資料處理分析

1. 實地測量資料處理：以本局數值地籍測量地籍圖重測資料處理系統(NECCAD，簡稱重測系統)為工具，將 GPS RTK 測量之各圖根點及界址參考點的坐標轉入，以全測站經緯儀(TOTAL STATION)施測部分，直接以該系統坐資料輸入及處理。並利用該系統繪製基本控制點附近點位展點圖，與地籍圖核對檢核後測定基本控制點於地籍圖上之位置，再以坐標

- 讀取儀讀取基本控制點之地籍坐標。
2. 坐標轉換參數解算：利用本局鄭課長彩堂所撰寫之坐標轉換程式，以基本控制點之地籍坐標與 TWD97 坐標為輸入值，並輸入兩組坐標之先驗精度，求解四參數及六參數轉換參數，並以卡方測試檢驗後驗權單位中誤差是否落於 95%信心區間為收斂標準，解算成果並顯示各點位坐標之中誤差及改正數，供精度評估參考。
  3. 圖解數化成果資料處理：
    - (1) 以段為單位，分別以重測系統將圖解數化成果轉入成為重測系統資料格式，並完成地號界址檔之建立，即可以該系統處理顯圖及後續資料分析。
    - (2) 以 CLIPPER 資料庫程式語言開發資料處理系統，具備以下功能：
      - A. 處理數化成果界址坐標檔讀入，並產生本局地籍坐標與 TWD67 坐標轉換程式及內政部 TWD67 與 TWD97 坐標轉換所需資料格式，再利用該等程式處理得到數化成果轉換到 TWD97 坐標系統成果，以 TWD97A 表示。
      - B. 紀錄本研究利用基本控制點解算之四參數及六參數坐標轉換參數值，並計算圖解數化成果以該參數轉換後之 TWD97 成果，以 TWD97B 表示。
      - C. 將 TWD97A 或 TWD97B 等不同方法坐標轉換成果，帶入重測系統坐標檔，供精度分析處理。
  4. 轉換成果精度分析：以重測系統(NECCAD)為工具，實地測量界址參考點坐標讀入各段之重測系統資料檔，點號以參考點格式(99999.1)編號，坐標成果為實測正確之 TWD97 坐標。至各地段之界址點(確定點，點號格式 99999)，當以前述 CLIPPER 程式將 TWD97A 或 TWD97B 帶入後，即可利用重測系統之「點至線垂距」功能，查詢各界址參考點(正確坐標)至經界線(轉換後坐標)之垂距，據以評估轉換後成果之精度。此部份即是本研究案以實測正確值檢驗坐標轉換成果精度之主要方式。

#### (四) 龍潭試驗區辦理情形

1. 地區概述：本試驗區位於桃園縣龍潭鄉及大溪鎮，屬桃園縣大溪地政事務所轄區，為平原及丘陵地混合地形，本研究選擇該區已辦竣圖解地籍圖數值化之地段，以便利用數化成果套合控制點分布情形輔助初步的選址規劃。
2. 三等控制點補建新建情形：本試驗區位於桃園縣，三等控制點補建、新建係於民國八十五年辦理完竣，當時係採 TWD67 坐標系統，民國八十九年時，重新以八十六年之原始觀測成果計算並約制於一、二等衛星控制點，解算各點位 TWD97 坐標成果。
3. 圖解地籍圖數值化辦理情形：大溪地政事務所於民國八十六年至八十八年辦理轄區內圖解地籍圖數值化作業，並依規定將數化原始成果檔複製一份送本局保存備查。經利用本局土地段籍資料管理系統查詢結果與基本控制點成果套合分析後，選定試驗區如圖五範圍，計約 4.5 公里 X4.5 公里，區內三等控制點計九點，二等衛星控制點計二點，包含地段包括黃泥塘段、九座寮段、番子寮段...等。



圖五 龍潭試驗區範圍示意圖

4. 依據選擇區域內地段圖解地籍圖數值化成果，以本局[地籍坐標->TWD67]坐標轉換程式轉換為 TWD67 成果後，套合行政





5. 由於龍潭鄉之各地段數化成果雖屬地籍坐標系統，但其坐標值並不正確，無法按原規劃方式試驗該區域內轉換參數。考量本計畫時程及研究性質，本區最後選擇九座寮段及番子寮段為實驗區域，但分別求解轉換參數，九座寮段(龍潭鄉)部分測定控制點地籍坐標，係以該段數化成果為準(含有系統誤差)，計算之坐標轉換即是將該數化成果轉換至 TWD97 坐標系統之參數，可作為該類地區將來提供圖資應用之轉換工具。各地段屬性資料如表一。

表一 龍潭試驗區涵蓋地段一覽表

地段代碼	行政區	地段名稱	測量類別	成圖年月	比例尺	面積(公頃)	備註
HC0412	大溪鎮	番子寮段	日據時代 地籍圖	日據時代	1/1200	457.47	無圖廓 坐標
HC0442	龍潭鄉	九座寮段	日據時代 地籍圖	日據時代	1/1200	602.32	

6. 依據選擇地區，利用控制點管理查詢系統列印點之記及點位坐標後，至實地勘察基本控制點位均尚保存完好，除二等衛星控制點 N917 所在區域屬已重測地區不予採用。最後本試驗區計採用 H202、H209、H211、H200、H192、H201 等五支三等控制點及 N916 二等衛星點，另考量 H191 距實驗區過遠(約 500m)，且該區圖幅又無法接合，故於適當位置增設圖根補點(約 2-3 點)替代，圖根補點之 TWD97 坐標採 RTK GPS 測量自基本控制點引測，精度仍可維持在 2-4 公分。
7. 實地測量作業項目：實地測量作業包括二項目的，(1)測定基本控制點於地籍圖上位置及(2)測定界址點(經界線上點)TWD97 坐標以供評估地籍圖坐標轉換後精度。其中(1)部分，係採圖解法鑑界方式辦理，測量時無坐標系統之限制，僅需於實地測可靠界址點間相對位置，展點後與地籍圖經界線比對，研判最適當位置後，據以決定基本控制點於地籍圖上位置，再以坐標讀取儀讀取基本控制點之地籍坐標；(2)部分則需測量界址點之 TWD97 坐標。
8. 實地測量作業方式：採 GPS RTK 動態衛星定位及 TOTAL STATION 電子測距經緯儀搭配使用。以 GPS RTK 測定圖根點，供 TOTAL STATION 測定界址點使用，部分直接以 GPS RTK 測定界址點坐標，同時並以 RTK 檢核鄰近基本控制點

坐標，確定點位未被移動及檢核 RTK 精度。經測定各基本控制點及補點地籍坐標如表二。

表二 龍潭試驗區測定基本控制點地籍坐標成果表

點號	點名	縱坐標	橫坐標	縱坐標	橫坐標	備註
H200	大金鼎	80907.073	58522.364	2751894.154	276534.572	
H201	義美食品	81066.620	56579.960	2752030.945	274917.284	
H209	雙連新村	79171.805	54468.915	2750076.361	272860.070	
QL01		81742.273	58810.727	2752729.667	276822.476	RTK 補點(主站 N916)
QG01		82324.527	57452.527	2753316.974	275465.343	RTK 補點(主站 H191)
QB04		81053.382	57432.073	2752044.715	275443.106	RTK 補點(主站 H201)
QE02		79408.527	57049.473	2750397.845	275056.648	RTK 補點(主站 H201)
QH01		81902.715	56909.090	2752878.391	275227.918	RTK 補點(主站 H191)
QI01		80837.680	55011.135	2751757.956	273357.416	RTK 補點(主站 H202)
QJ01		81977.890	55990.990	2752929.175	274305.994	RTK 補點(主站 H202)

9. 本試驗區因九座寮段 (HC0442) 明顯位移，予以區分為番子寮段 (HC0412) 及九座寮段兩區，每區除基本控制點外另加設圖根補點，各區共有五點，經以圖解地籍圖測定各點位地籍坐標後，用以解算 Affine 轉換參數。由於各點位 TWD97 坐標精度較高約 2cm，地籍坐標係以實地測量界址點以地籍圖比例尺(1/1200)展繪後套疊於地籍圖上測定基本控制點於圖上位置，再以坐標讀取儀讀取坐標，估計其精度約在 1m 左右，解算轉換參數時係以 TWD97 坐標先驗精度 0.02m、地籍坐標先驗精度 1.00m，以最小二乘法解算，解算結果各點位坐標改正數如下表：

點號	段別	TWD97		地籍坐標	
		N 改正量(m)	E 改正量(m)	Y 改正量(m)	X 改正量(m)
QL01	HC0412 番子寮	0.000	0.000	-0.051	-0.977
H200		0.000	0.000	-0.006	1.065
QG01		0.000	0.000	-0.248	0.024
QB04		0.000	0.000	0.517	0.373
QE02		0.000	0.000	-0.212	-0.485
H201	HC0442 九座寮	0.000	0.000	-0.578	-1.825
H209		0.000	0.000	0.888	0.754
QH01		0.000	0.000	0.173	1.864
QI01		0.000	0.000	-1.157	-0.099
QJ01		0.000	0.000	0.954	-0.682

區內各地段數化成果經以(1)本局[地籍坐標-TWD67]及內政部[TWD67-TWD97]坐標轉換程式轉成TWD97坐標(以TWD97A表示)及(2)以上開解算之Affine轉換參數轉換為TWD97坐標(以TWD97B表示),分別以實測經界線上點位檢核其與坐標轉換後經界線之偏移量(垂距),以作為評估轉換結果之指標,經分區統計彙整結果如表三。本試驗區坐標轉換參數解算結果、檢核點偏移量紀錄表及檢核點與經界線關係位置圖詳如附錄一。

表三 龍潭試驗區界址點與坐標轉換經界線檢核成果表

(一)全部檢核界址點統計

範圍	檢核點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)	
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)
1 番子寮段 HC0412	307	1.740	1.143	1.433	1.306
2 九座寮段 HC0442	253			1.147	0.752

(二)推定基本控制點(補點)地籍坐標之界址點部分

範圍	檢核	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)		
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)	
番子寮 HC0412	1 QL01 附近點位	41	2.199	0.343	1.932	0.345
	2 H200 附近點位	39	1.315	0.520	0.499	0.513
	3 QG01 附近點位	36	2.637	0.820	0.813	0.488
	4 QB04 附近點位	35	2.944	1.500	2.713	1.419
	5 QE02 附近點位	28	2.149	1.256	3.497	1.732
九座寮 HC0442	1 QJ01 附近點位	51			0.832	0.418
	2 QH01 附近點位	30			1.262	0.515
	3 H201 附近點位	37			1.050	0.797
	4 QI01 附近點位	29			0.974	0.632
	5 H209 附近點位	45			0.696	0.335

(三)非推定基本控制點之檢核用界址點部分

範圍	點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD Affin		
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)	
番子寮 HC0412	1 QB04 與 H200 間地區點位	13	1.878	0.621	1.927	0.695
	2 QB04 與 H200 間地區點位	43	0.645	0.396	0.655	0.481
	3 QL01 與 QG01 間地區點位	27	0.921	1.050	0.979	0.933
	4 QE02 與 H200 間地區點位	45	1.279	0.727	0.878	0.805
	1 QJ01 與 H201 間地區點位	20			2.519	0.347

HC0442	2	Q101 與 H201 間地區點位	18		1.818	0.668
九座寮	3	靠近 H209 區域點位	11		1.345	0.817
	4	本段右下角區域	12		2.092	0.678

依據本區試驗資料，我們歸納得到以下幾個結果：

- A. 以番子寮段(HC0412)全區 307 檢核點檢核結果，TWD97A 偏移量平均值 1.740m( $\bar{X}_A$ )，TWD97B 偏移量平均值 1.433m( $\bar{X}_B$ )。以統計測試檢定其差異量是否顯著：

按  $\bar{X}_A=1.740\text{m}$ ， $S_A=1.143\text{m}$ ； $\bar{X}_B=1.433\text{m}$ ， $S_B=1.306\text{m}$ ； $n_A=n_B=307$

零假說  $H_0: \mu_A > \mu_B$

則  $\bar{X}_A - \bar{X}_B$  為自由度  $n_A + n_B - 2 = 612$  (接近  $\infty$ ) 之 t 分布

$$\text{檢定值 } Z = \frac{D}{S_D} = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}} = \frac{1.740 - 1.433}{\sqrt{\frac{1.143^2}{307} + \frac{1.306^2}{307}}} = \frac{0.307}{0.0991} = 3.097$$

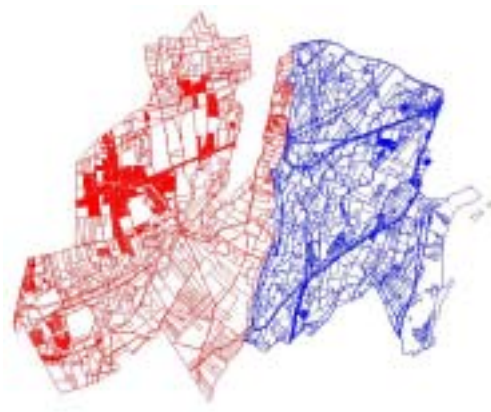
查 t 分布表採 95%信心區間  $t_{0.05, \infty} = 1.645$  得  $Z > t_{0.05, \infty}$

故接受零假說，即 TWD97A 之平均偏移量明顯大於 TWD97B，顯示本區域利用測定控制點地籍坐標求解區域性轉換參數方法，確實可提高坐標轉換成果精度。

- B. 以九座寮段而言，坐標轉換前系統性誤差(或錯誤)造成之位移情形(圖七)，經分別以 Affine 轉換為 TWD97 坐標後，已可轉換至正確位置(圖八)。



圖七 九座寮段位移情形

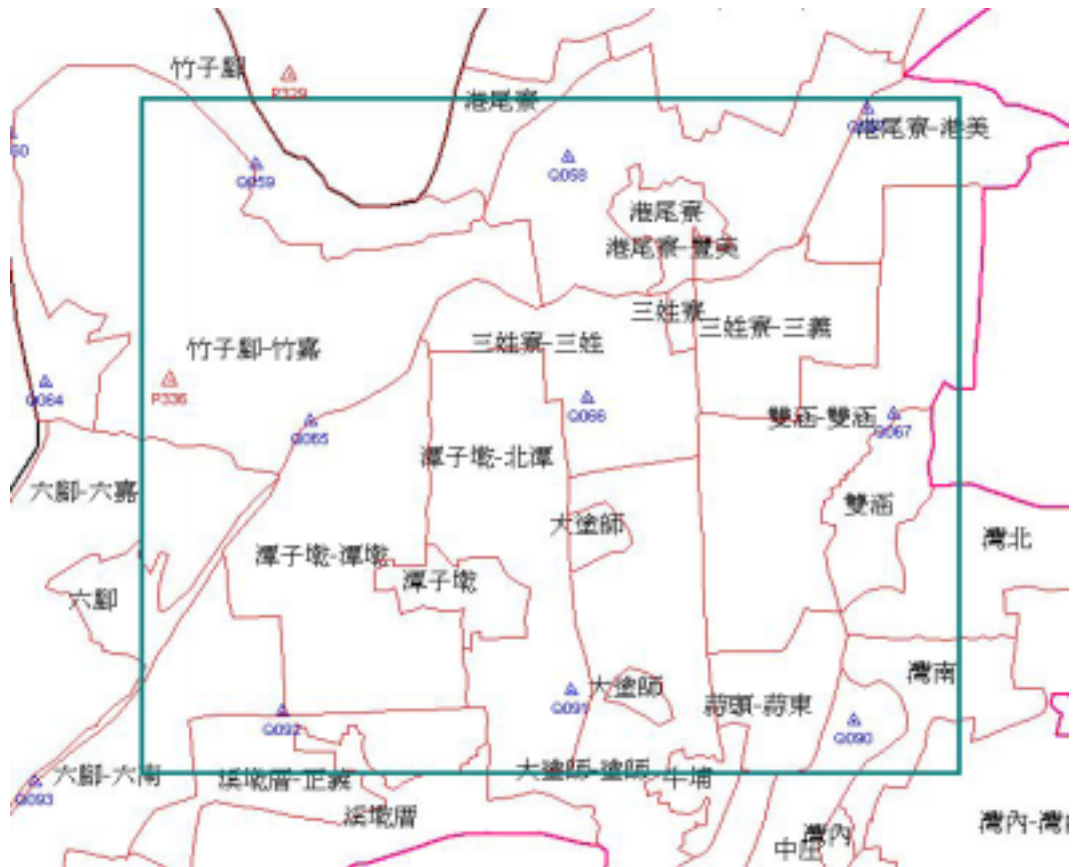


圖八 經 Affine 轉換至正確位置圖

#### (五) 六腳試驗區辦理情形

1. 地區概述：本試驗區位於嘉義縣六腳鄉，屬嘉義縣朴子地政

- 事務所轄區，主要為平原地形，土地多為民國 59 年辦理農地重劃地區，土地坵塊整齊規則，預期界址應屬明確容易確認。
2. 三等控制點補建新建情形：本試驗區位於嘉義縣西半部，三等控制點補建新建係於民國八十六年辦理完竣，當時係採 TWD67 坐標系統，民國八十九年時，重新以八十六年之原始觀測成果計算並約制於一、二等衛星控制點，解算各點位 TWD97 坐標成果。
  3. 圖解地籍圖數值化辦理情形：本區域屬朴子地政事務所轄區，該所於民國九十年起辦理轄區內圖解地籍圖數值化作業，本試驗區內地段多已於九十一年度數化完竣，並依規定將數化原始成果檔複製一份送本局保存備查。經利用本局土地段籍資料管理系統查詢結果，六腳鄉及東石鄉完成數化區段較多且集中，並經與三等控制點成果套合分析後，選定六腳鄉內如附圖九所示，計約四公里 X 四公里範圍為試驗區，區內三等控制點計九點，地段包括潭子墘段、港尾寮段、蒜頭段、竹子腳段、三姓寮段...等，各段相關資料如表四。



圖九 六腳試驗區範圍示意圖

表四 六腳試驗區涵蓋地段一覽表

地段代碼	地段名稱	測量類別	成圖年月	比例尺	面積(公頃)	備註
QB0250	潭子墘段潭墘小段	農地重劃	59.03	1/1200	244	
QB0251	潭子墘段北潭小段	農地重劃	59.03	1/1200	196	
QB0255	竹子腳段竹嘉小段	農地重劃	59.09	1/1200	473	
QB0262	蒜頭段蒜頭小段	農地重劃	59.02	1/1200	58	
QB0264	大塗師段塗師小段	農地重劃	59.03	1/1200	128	
QB0266	三姓寮段三姓小段	農地重劃	59.03	1/1200	115	
QB0269	港尾寮段港美小段	農地重劃	59.02	1/1200	92	
QB0270	港尾寮段豐美小段	農地重劃	59.09	1/1200	228	
QB0272	雙涵段雙涵小段	農地重劃	59.02	1/1200	261	
QB0274	溪墘厝段正義小段	農地重劃	59.03	1/1200	114	

4. 依據選擇地區，利用控制點管理查詢系統列印點之記及點位坐標後，至實地勘察基本控制點位，發現實地 Q057 現場被垃圾掩埋未尋獲，後經利用 GPS RTK 儀器定位後挖掘尋得可供運用；另 Q065 實地樁位被破壞無法使用，嗣經於控制點資料庫查詢，附近有一辦理雲林縣三等控制點補建新建所測設點位 P336，核對相關資料後評估可以該點位替代 Q065，決定採

用。最後本試驗區計採用 Q057、Q058、Q059、Q066、Q067、Q090、Q091、Q092、P336 等九個三等控制點。

5. 實地測量作業項目：實地測量作業包括二項目的，(1)測定基本控制點於地籍圖上位置及(2)測定界址點(經界線上點)TWD97 坐標以供評估地籍圖坐標轉換後精度。其中(1)部分，係採圖解法鑑界方式辦理，測量時無坐標系統之限制，僅需於實地測可靠界址點間相對位置，展點後與地籍圖經界線比對，研判最適當位置後，據以決定基本控制點於地籍圖上位置，再以坐標讀取儀讀取基本控制點之地籍坐標；(2)部分則需測量界址點之 TWD97 坐標。
6. 實地測量作業方式：採 GPS RTK 動態衛星定位及 TOTAL STATION 電子測距經緯儀搭配使用。以 GPS RTK 測定圖根點，供 TOTAL STATION 測定界址點使用，部分直接以 GPS RTK 測定界址點坐標，同時並以 RTK 檢核鄰近基本控制點坐標，確定點位未被移動及檢核 RTK 精度。經測定各基本控制點地籍坐標如表五。

表五 六腳試驗區測定基本控制點地籍坐標成果表

點號	點名	縱坐標 (Y)(間)	橫坐標 (X)(間)	縱坐標(Y)(m)	橫坐標(X)(m)	備註
Q057	新店	-37039.81	-21453.73	-67345.10	-39006.78	
Q058	頂寮	-37228.76	-22551.03	-67688.65	-41001.87	
Q059	新生國小	-37256.91	-23695.61	-67739.84	-43082.93	
Q066	三姓寮	-38140.83	-22479.05	-69346.96	-40871.00	
Q067	雙涵	-38191.70	-21354.86	-69439.45	-38827.02	
Q090	灣南	-39354.04	-21496.81	-71552.80	-39085.11	
Q091	溪厝村	-39245.77	-22534.75	-71355.95	-40972.27	
Q092	正義村	-39325.00	-23590.71	-71500.00	-42892.20	
P336	漁寮	-38069.48	-24001.26	-69217.24	-43638.65	

7. 本區計有九個基本控制點，經以圖解地籍圖測定各點位地籍坐標後，用以解算 Affine 轉換參數。由於各點位 TWD97 坐標精度較高約 2cm，地籍坐標係以實地測量界址點以地籍圖比例尺(1/1200)展繪後套疊於地籍圖上測定基本控制點於圖上位置，再以坐標讀取儀讀取坐標，估計其精度約在 1m 左右，解算轉換參數時係以 TWD97 坐標先驗精度 0.02m、地籍坐標先驗精度 1.00m，以最小二乘法解算，解算結果各點位坐標改正數如下表：

點號	TWD97		地籍坐標	
	N 改正量(m)	E 改正量(m)	Y 改正量(m)	X 改正量(m)
Q057	0.000	0.000	1.193	0.708
Q058	0.000	0.000	-1.068	-1.129
Q059	0.000	0.000	0.222	0.853
Q066	0.000	0.000	0.672	-0.523
Q067	0.000	0.000	-1.484	-0.439
Q090	0.000	0.000	0.063	0.524
Q091	0.000	0.000	0.929	0.235
Q092	0.000	0.000	-0.422	-0.307
P336	0.000	0.000	-0.105	0.078

區內各地段數化成果經以(1)本局[地籍坐標-TWD67]及內政部[TWD67-TWD97]坐標轉換程式轉成 TWD97 坐標(以 TWD97A 表示)及(2)以上開解算之 Affine 轉換參數轉換為 TWD97 坐標(以 TWD97B 表示),分別以實測經界線上點位檢核其與坐標轉換後經界線之偏移量(垂距),以作為評估轉換結果之指標,經分區統計彙整結果如表六。又因圖解地籍圖數化成果管理系統目前實際上僅能提供以四參數值輸入,故本試驗區以同樣九個控制點求解 Helmert 四參數轉換參數,將數化成果以該組參數轉換為 TWD97 坐標(以 TWD97C 表示),同樣以實測點檢核經界線偏移量,統計結果併列於表六。本試驗區坐標轉換參數解算結果、檢核點偏移量紀錄表及檢核點與經界線關係位置圖詳如附錄二。

表六 六腳試驗區界址點與坐標轉換經界線檢核成果表

(一)全部檢核界址點統計

範圍	檢核點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)		TWD97C(控制點 Helmert)	
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)
全測試區	400	1.254	0.950	0.860	0.726	5.966	3.653

(二)推定基本控制點地籍坐標之界址點部分

範圍	檢核點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)		TWD97C(控制點 Helmert)	
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)
1 QB025 Q091 附近之點位	35	1.022	0.644	0.703	0.532	5.214	3.542
2 QB025 P336 附近點位	26	1.127	0.840	1.053	0.849	3.928	4.076
3 QB025 Q059 附近點位	15	0.885	0.700	0.896	0.747	12.256	2.393



42	QB026	Q090 附近點位	30	2.098	0.747	1.106	0.506	8.289	0.748
56	QB026	Q066 附近之點位	39	1.974	1.409	1.263	0.730	1.707	0.429
69	QB026	Q057 附近之點位	35	0.646	0.520	0.555	0.449	9.671	1.035
70	QB027	Q058 附近之點位	42	1.806	0.790	0.676	0.451	7.612	1.168
82	QB027	Q067 附近點位	23	0.497	0.299	0.435	0.287	0.734	0.568
94	QB027	Q092 附近點位	28	0.619	0.456	0.602	0.320	10.254	1.766

(三)非推定基本控制點之檢核用界址點部分

範圍		檢核點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)		TWD97C(控制點 Helmert)		
			平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)	
1	QB0250	Q092 與 P336 之間地區點位	17	0.907	0.472	0.712	0.430	3.326	2.167
2	QB0250	Q092 北邊地區點位	7	2.183	0.573	1.172	0.549	5.992	1.335
3	QB0251	Q066 與 Q091 之間地區點位	6	1.253	0.586	0.600	0.203	3.258	0.593
4	QB0255	Q059 與 Q058 之間地區點位	10	1.283	0.451	0.465	0.250	5.077	0.451
5	QB0255	Q059 西南邊地區點位	12	1.933	0.811	2.310	0.814	8.542	1.100
6	QB0264	Q066 與 Q091 之間地區點位	20	1.141	0.945	0.757	0.365	2.634	1.105
7	QB0266	Q066 與 Q067 之間地區點位	8	2.145	0.721	0.652	0.325	3.035	0.781
8	QB0270	Q057 與 Q058 之間地區點位	8	1.646	1.328	2.977	1.321	9.892	1.301
9	QB0272	Q057 與 Q067 之間地區點位	5	0.872	0.806	1.104	1.048	4.234	1.021
10	QB0272	Q067 與 Q090 之間地區點位	11	0.732	0.481	0.403	0.241	6.947	0.536
11	QB0272	Q090 與 Q067 間(e-w)點位	23	0.707	0.488	0.477	0.340	5.018	0.605

依據本區試驗資料，我們歸納得到以下幾個結果：

A. 全區及大部分分區比較，TWD97B 均明顯優於 TWD97A，僅少數分區之 TWD97A 優於 TWD97B。以全區 400 檢核點檢核結果，TWD97A 偏移量平均值 1.254m( $\bar{X}_A$ )，TWD97B 偏移量平均值 0.860m( $\bar{X}_B$ )。以統計測試檢定其差異量是否顯著：

$$\text{按 } \bar{X}_A = 1.254\text{m}, s_A = 0.950\text{m}; \bar{X}_B = 0.860\text{m}, s_B = 0.726\text{m};$$

$$n_A = n_B = 400$$

零假說  $H_0: \mu_A > \mu_B$

則  $\bar{X}_A - \bar{X}_B$  為自由度  $n_A + n_B - 2 = 798$  (接近  $\infty$ ) 之 t 分布

$$\text{檢定值 } Z = \frac{D}{S_D} = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}} = \frac{1.254 - 0.860}{\sqrt{\frac{0.950^2}{400} + \frac{0.860^2}{400}}} = \frac{0.394}{0.0641} = 6.147$$

查 t 分布表採 95%信心區間  $t_{0.05,\infty} = 1.645$  得  $Z > t_{0.05,\infty}$

故接受零假說，即 TWD97A 之平均偏移量明顯大於 TWD97B，顯示本試驗區利用測定控制點地籍坐標求解區域性轉換參數方法，確實可提高坐標轉換成果精度。

- B. TWD97C 之結果均遠略於 TWD97A 及 TWD97B，甚至我們嘗試以四個控制點(約 2kmX2km 範圍)解算四參數進行評估，其結果仍是相當差(偏移量甚大)。顯然四參數並不適合於類此中、大區域之地籍圖坐標轉換應用。
- C. 無論哪一種方法，或哪一個區域，偏移量平均值均在 0.4m 以上，甚至高達近 3m。顯示地籍圖與實地經界物不符程度仍相當高。

#### (六) 新化試驗區辦理情形

1. 地區概述：本試驗區位於台南縣新化鎮，屬台南縣新化地政事務所轄區，測區北至新化鎮與新市鄉界，南至 184 號縣道，東以新化農產畜牧試驗所至虎頭埤風景區連線為界，西至臺二十號省道，位處嘉南平原東側鄰近中央山脈西麓地區，區內除零星村落外多為農田。
2. 三等控制點補建新建情形：本試驗區位台南縣，三等控制點補建、新建係於民國八十七年辦理完竣，當時係採 TWD67 坐標系統，民國八十九年時，重新以八十七年之原始觀測成果計算並約制於一、二等衛星控制點，解算各點位 TWD97 坐標成果，另內政部衛星中心並於九十一年度布設一等水準點並加設 TWD97 坐標成果，經檢視涵蓋本試驗區範圍，計有二等衛星控制點 S809 一點、三等控制點 R248、R249、R258、F589 等四點及一等水準點 J006、J007、J008 等三點，共計八點，上開點位存在情形如表七。

表七 新化試驗區控制點清查表

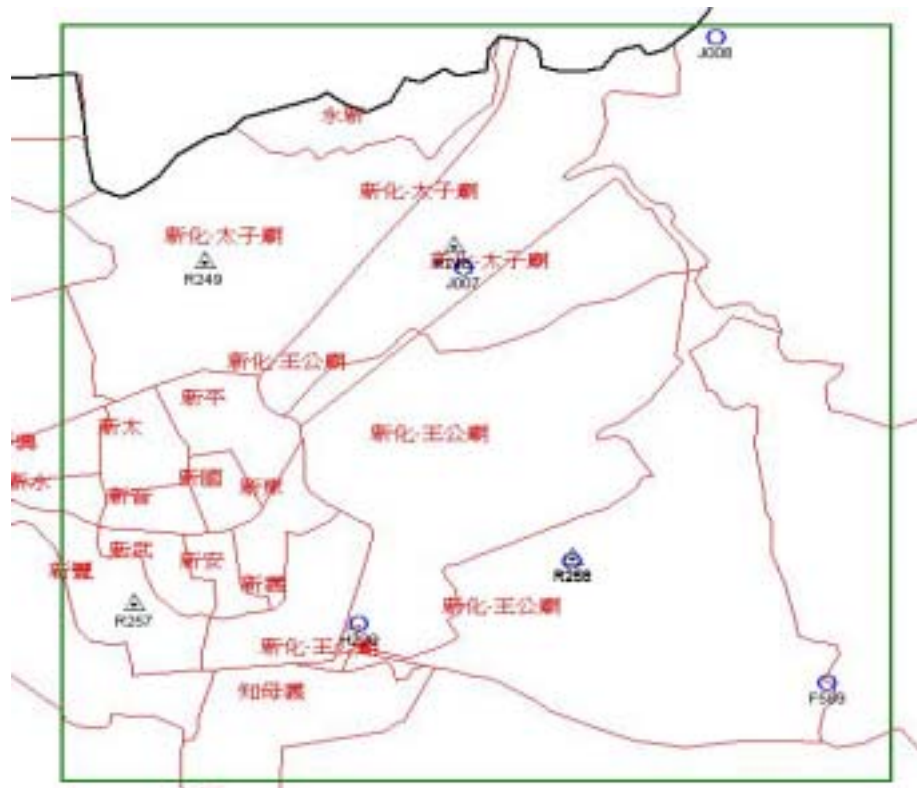
點號	點名	縱坐標	橫坐標	高程	等級	樁標情形	備註
J006	新化高中	2548842.117	179429.463	33.022	一等水準點	存在且穩固	
J007	仁愛之家	2549962.742	180289.216	35.735	一等水準點	存在且穩固	
J008	玉新加油站	2551234.428	181506.750	44.020	一等水準點	存在且穩固	

S809	新化所	2548641.319	179044.990	40.971	二等衛控點	存在且穩固	
R248	仁愛之家	2550054.685	180237.852	44.431	三等控制點	樁標已位移	
R249	新化	2549969.174	179033.910	34.492	三等控制點	存在且穩固	
R258	虎頭山	2548334.632	180815.182	40.826	三等控制點	樁標已位移	
F589	虎頭山	2547657.898	182044.535	81.975	三角點改算	存在且穩固	

3. 圖解地籍圖數值化辦理情形：新化地政事務所於民國九十年年度辦理轄區內圖解地籍圖數值化作業，並依規定將數化原始成果檔複製一份送本局保存備查。經利用本局土地段籍資料管理系統查詢結果與基本控制點成果套合分析後，選定試驗區範圍如圖十，計約 3 公里 X 4 公里，包含地段包括新化段王公廟小段及太子廟小段等，各段資料如表八。

表八 新化試驗區涵蓋地段一覽表

地段代碼	地段名稱	測量類別	成圖年月	比例尺	面積(公頃)	備註
0700	太子廟	農地重劃	66.04	1/1000	69.9400	
0700	太子廟	日據時代	日治時期	1/1200	123.7200	
0700	太子廟	農地重劃	66.04	1/1000	42.7900	
0701	王公廟	日據時代	日治時期	1/1200	330.0359	
0701	王公廟	農地重劃	66.04	1/1000	104.9157	



圖十 新化試驗區範圍示意圖

4. 依據選擇區域使用圖解地籍圖數值化成果，經本局[地籍坐標

- >TWD67 坐標]轉換為 TWD67 成果，套合至比例尺 1/5000 像片基本圖影像（圖號 9419-Ⅱ-073、9419-Ⅱ-074、9419-Ⅱ-083、9419-Ⅱ-084），已概略符合 1/5000 基本相片圖成果，顯示該區地籍現況與原地籍圖測定當時狀況相當一致，且數化成果佳。
5. 利用控制點管理查詢系統列印試驗區內控制點點之記及點位坐標後，至實地勘察基本控制點位，三等控制點 R248（位於仁愛之家屋頂）與 R258（位於農田產業道路旁）樁標在實地已遭破壞移位，經參考樁位痕跡回復其位置，並以 RTK 檢核誤差約 2 公分，符合地籍測量實施規則中圖根點 2-6 公分精度要求，故於本案套圖分析仍可使用，惟 R248 與 J007 相近甚近，使用套圖推定界址點均相同，為避免影響整體精度，僅選擇 J007，另 R249、J006、S809 均位於已辦竣地籍整理地區，故也暫不使用，最後發現位於試驗區西南隅缺乏推定控制點，故補設一圖根補點 H220，讓推定點位儘量接近全區整體分布。最後本試驗區計採用 R258、F589、J007、J008 及 H220 等五個控制點為求解轉換參數之推定點位。
  6. 作業項目：實地測量作業包括二項目的，(1)測定基本控制點或其他基本控制點於地籍圖上位置及(2)測定界址點(經界線上點)TWD97 坐標以供評估地籍圖坐標轉換後精度。其中(1)部分，係採圖解法鑑界方式辦理，測量時無坐標系統之限制，僅需於實地測可靠界址點間相對位置，展點後與地籍圖經界線比對，研判最適當位置後，據以決定基本控制點於地籍圖上位置，再以坐標讀取儀讀取基本控制點之地籍坐標；(2)部分則需測量界址點之 TWD97 坐標。
  7. 實地測量作業：採 GPS RTK 動態衛星定位及 TOTAL STATION 電子測距經緯儀搭配使用。以 GPS RTK 測定圖根點，供 TOTAL STATION 測定界址點使用，部分直接以 GPS RTK 測定界址點坐標，同時並以 RTK 檢核鄰近基本控制點坐標，確定點位未被移動及檢核 RTK 精度。經測定各基本控制點地籍坐標如表九。

表九 新化試驗區測定基本控制點地籍坐標成果表

點號	點名	縱坐標	橫坐標	縱坐標(Y)(m)	橫坐標(X)(m)	備註
----	----	-----	-----	-----------	-----------	----

		(Y)(間)	(X)(間)			
J007	仁愛之家	-66677.600	-20487.230	-121232.000	-37249.509	
J008	玉新加油站	-65973.830	-19820.120	-119952.418	-36036.582	
R258	虎頭山	-67572.860	-20197.250	-122859.745	-36722.273	
F589	虎頭山	-67941.230	-19517.870	-123529.509	-35487.036	
H220	精導點	-67767.950	-20763.640	-123214.455	-37752.073	

8. 本區計有五個基本控制點（包含三等控制點、一等水準點及圖根補點），經以圖解地籍圖測定各點位地籍坐標後，用以解算 Affine 轉換參數。由於各點位 TWD97 坐標精度較高約 2cm，地籍坐標係以實地測量界址點以地籍圖比例尺(1/1200)展繪後套疊於地籍圖上測定基本控制點於圖上位置，再以坐標讀取儀讀取坐標，估計其精度約在 1m 左右，解算轉換參數時係以 TWD97 坐標先驗精度 0.02m、地籍坐標先驗精度 1.00m，以最小二乘法解算，解算結果各點位坐標改正數如下表：

點號	TWD97		地籍坐標	
	N 改正量(m)	E 改正量(m)	Y 改正量(m)	X 改正量(m)
J007	0.000	0.001	-0.315	-1.836
J008	0.000	0.000	0.113	0.831
R258	0.000	-0.001	0.499	1.727
F589	0.000	0.000	-0.243	-1.007
H220	0.000	0.000	0.055	0.285

區內各地段數化成果經以(1)本局[地籍坐標-TWD67]及內政部[TWD67-TWD97]坐標轉換程式轉成 TWD97 坐標(以 TWD97A 表示)及(2)以上開解算之 Affine 轉換參數轉換為 TWD97 坐標(以 TWD97B 表示)，分別以實測經界線上點位檢核其與坐標轉換後經界線之偏移量(垂距)，以作為評估轉換結果之指標，經分區統計彙整結果如表十。本試驗區坐標轉換參數解算結果、檢核點偏移量紀錄表及檢核點與經界線關係位置圖詳如附錄三。

表十 新化試驗區界址點與坐標轉換經界線檢核成果表

(一)全部檢核界址點統計

範圍	檢核點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)	
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)
全測試區	369	1.734	1.327	1.759	1.453

(二)推定基本控制點(水準點)地籍坐標之界址點部分

範圍	檢核點數	TWD97A(cad -> 67 -> 97)		TWD97B(控制點 Affine)	
		平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)
1RE070 J007 R249 附近之點位	44	0.895	0.624	1.596	1.084

0						
RE070						
20	J008 附近點位	17	2.555	1.699	4.029	2.834
RE070						
31	R258 附近點位	51	1.147	0.700	1.660	0.952
RE070						
41	F589 附近點位	39	2.670	1.308	2.440	1.945

(三)非推定基本控制點(水準點)之檢核用界址點部分

範圍		檢核 點數	TWD97A(cad → 67 → 97)		TWD97B(控制點 Affine)	
			平均偏移量(m)	標準偏差(m)	平均偏移量(m)	標準偏差(m)
RE070						
10	HE33 與 QH03 之間地區點位	29	1.206	1.775	1.313	1.097
RE070						
20	H261 附近地區點位	43	1.437	0.559	1.031	0.905
RE070						
31	H216 與臺 20 線間地區點位	33	1.681	0.708	1.459	0.753
RE070						
41	QH103 與二高之間地區點位	44	1.590	1.347	1.473	0.952
RE070						
51	虎頭埤至軍營地區點位	48	2.595	1.504	2.026	1.400
RE070						
61	釣魚場與軍營之間地區點位	21	2.514	1.505	1.795	1.510

依據本區試驗資料，我們歸納得到以下幾個結果：

- A. 以全區比較，TWD97A 與 TWD97B 精度相當。在非推定基本控制點附近之界址點檢核部分，TWD97B 精度較 TWD97A 佳，但在推定基本控制點附近的界址點檢核部分，TWD97A 反而優於 TWD97B。以全區 369 檢核點檢核結果進行統計測試檢驗，TWD97A 偏移量平均值  $1.734m(\bar{X}_A)$ ，TWD97B 偏移量平均值  $1.759m(\bar{X}_B)$ 。以統計測試檢定其差異量是否顯著：

$$\text{按 } \bar{X}_A = 1.734m, S_A = 1.327m; \bar{X}_B = 1.759m, S_B = 1.453m;$$

$$n_A = n_B = 369$$

$$\text{零假說 } H_0: \mu_A < \mu_B$$

$$\text{則 } \bar{X}_B - \bar{X}_A \text{ 為自由度 } n_A + n_B - 2 = 736 (\text{接近 } \infty) \text{ 之 } t \text{ 分布}$$

$$\text{檢定值 } Z = \frac{D}{S_D} = \frac{\bar{X}_B - \bar{X}_A}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}} = \frac{1.759 - 1.734}{\sqrt{\frac{1.327^2}{369} + \frac{1.453^2}{369}}} = \frac{0.025}{0.1024} = 0.244$$

查 t 分布表採 95%信心區間  $t_{0.05, \infty} = 1.645$  得  $Z < t_{0.05, \infty}$

故捨棄零假說，即 TWD97B 之平均偏移量不明顯大於 TWD97A，顯示本試驗區利用測定控制點地籍坐標求解區域性轉換參數方法，雖未能有效提高坐標轉換成果精度，亦不比利用現有全區轉換工具結果降低精度。

- B. 由於本區位於郊區，三等控制點較稀疏，試驗時採用包括一等水準點在內之基本控制點僅五點，解算轉換參數時，控制點地籍坐標 X 坐標改正數較大之 J007(-1.8m) 與 R258(1.7m) 相距又近，會反應於轉換參數之旋轉參數，導致愈靠近區域邊緣者 (J008 附近、F589 附近)，偏移量愈大。

#### 四、結論與建議

- (一) 本研究實際選擇三個試驗區測試結果，其坐標轉換精度在龍潭及六腳二個試驗區較利用現有 [地籍坐標-TWD67] 與 [TWD67-TWD97] 轉換工具為佳，但於新化試驗區則無明顯差異，顯示以本研究利用測定基本控制點地籍坐標，求解區域性坐標轉換參數，將地籍坐標系統之圖解地籍圖數化成果轉換為 TWD97 坐標系統，是可行的方法。而由於地籍圖經長期使用，圖紙破損伸縮等誤差，使得測定基本控制點地籍坐標精度遠低於 TWD97 坐標精度，致解算坐標轉換參數時，地籍坐標改正量相當大，因此我們認為地籍圖本身精度是影響坐標轉換成果精度之主要因素。
- (二) 本研究之初係規劃利用基本控制點作為坐標轉換之依據，辦理過程發現，基本控制點之 TWD97 坐標精度遠高於測定之地籍坐標精度，且以現代測量技術，利用基本控制點補設圖根點或測定界址點 TWD97 坐標之精度，均仍遠高於測定各點位之地籍坐標，也就是說，求解區域性坐標轉換參數的作法上，尋求實地點位於地籍圖上位置據以取得地籍坐標值後，要取得該點位 TWD97 坐標可說相當容易。因此本方法之應用上，如於適當位置無基本控制點可資運用，可自行設立圖根點，再利用附近基本控制點測量所設圖根點之 TWD97 坐標，及以鑑測方法測量其

地籍坐標，據以解算坐標轉換參數。

- (三) 利用現有本局[地籍坐標-TWD67]及內政部[TWD67-TWD97]等坐標轉換程式進行坐標轉換，並不需實地測量工作，仍是相當簡便實用之工具。
- (四) 本研究案之精度評估係以測量實地經界物上點位 TWD97 坐標，檢核該點位至地籍圖數化成果經坐標轉換為 TWD97 坐標後經界線之偏移量(垂距)。由於實際量測點位 TWD97 坐標精度遠高於地籍圖精度，而試驗結果點位偏移量平均值在三個試驗區分別為 1.433m、0.860m、1.734m(取 TWD97A、TWD97B 較佳者)，這結果顯示，圖解地籍圖的伸縮變形問題在單筆土地等小範圍鑑界，尚能經由推圖(局部平移)維持在可接受之精度，但在整段之大區域範圍則顯得誤差仍太大，仍應以新的測量技術辦理重測等地籍整理，始可釜底抽薪達到圖(坐標)地相符目標。建議政府仍應繼續寬列地籍圖重測經費，儘速將採圖解法測繪之 900 餘萬筆地籍圖，以較高精度的數值法完成測量，全面提升地籍圖之精度。
- (五) 為提供地籍圖數化成果供 GIS 應用，圖解數化成果管理系統資料轉出時已設計提供四參數轉換功能，並允許系統管理單位修正參數值。由於系統內定之四參數值係以全部界址點經本局[地籍坐標-TWD67]網格內插轉換後回歸四參數，尚能維持與網格內插相近之精度。惟如本研究案採用少量共同點求解轉換參數時，四參數並不足以描述地籍圖在縱橫方向伸縮尺度不一致等變形，其轉換結果精度明顯變差。建議圖解數化成果管理系統有關坐標轉換之處理修正為六參數，系統管理單位始能有自行尋求較佳轉換參數並提供應用之機會。
- (六) 圖解數化成果管理系統目前提供轉出 TWD67 功能，惟 TWD97 坐標系統公佈後，各單位需要地籍圖資料可能有 TWD67 與 TWD97 等不同需求，建議該系統規劃提供儲存轉換為 TWD67 與 TWD97 之二組轉換參數，且於資料轉出時有 TWD67 或 TWD97 坐標系統之選擇。
- (七) 類似龍潭地區地籍圖因無圖廓坐標，至數化成果經數化成果管理系統內定方法提供之坐標轉換結果明顯不正確者，根本無法直接提供 GIS 應用。建議該類地籍圖地區，可參考本研究做



- 法，規劃於各段選擇解算坐標轉換點位，實地測定所選點位地籍坐標及 TWD97 坐標，解算轉換參數，即可修正回正確位置。
- (八) 圖解地籍圖數值化成果經坐標轉換應可符合大部分地理資訊系統應用需求，資料提供時，應一併提供原始資料來源、資料處理歷程、資料品質(轉換後精度估計)…等相關詮釋資料(metadata)項目內容，俾使用者了解資料特性及正確使用。

## 五、參考文獻

1. 內政部，1997，二等衛星控制點測量平差工作報告書。
2. 盧鄂生，1978，原地籍圖修正之研究，國立成功大學土木工程研究所碩士論文，台南。
3. 陳鴻益，1984，地籍圖數值化之研究，國立成功大學航空測量研究所碩士論文，台南。
4. 林建良，1999，圖解數化成果應用於複丈作業之研究，國立成功大學測量工程學系碩士論文，台南。
5. 黃華尉，2001，TWD97 與 TWD67 二度 TM 坐標轉換之研究，國立成功大學測量工程學系碩士論文，台南。
6. 施添福，1996，臺灣堡圖導讀，遠流出版公司。
7. 臺灣省政府，1995，臺灣省圖解地籍圖數值化第一期計劃。
8. 臺灣省政府，1999，臺灣省圖解地籍圖數值化後續計劃。
9. 內政部土地測量局，2001，臺灣省圖解地籍圖數值化作業工作手冊。
10. 內政部土地測量局，1999，數值地籍測量地籍圖重測資料處理系統使用手冊。
11. 內政部土地測量局，2003，圖解數化成果管理系統操作手冊。
12. 內政部土地測量局，2003，九二一集集大地震測量實錄。
13. 曾德福、朱杏修、李弘洲，1999，地籍坐標與二度分帶坐標轉換之研究，土地測量局。
14. 台北市政府地政處測量大隊，2002，臺北市不同地籍坐標系統整合作業總報告。
15. 洪榮宏、蘇立澤，2001，整合式多目標地籍系統之因素分析及建立經驗，地籍測量 2001.06 vol 20 NO.2。
16. 傅桂霖、蔡榮得，2002，地籍圖掃描數化位置精度評估之研究，

地籍測量 2002.03 vol 21 NO.1。

17. 陳芳茂、周天穎，2002，應用 RTK 於圖解地籍圖數化地區之戶地測量可行性研究。地籍測量 2002.03 vol 21 NO.1。
18. 鄭彩堂、高書屏 以 RTK 結合限制條件與附加參數輔助圖解地區土地複丈之初步研究 地籍測量 2001.12 vol 20 NO.4
19. 鄭彩堂、高書屏，2002，圖解數化地籍圖之附加條件坐標轉換研究，地籍測量 2002.12 vol 21 NO.4。
20. Paul R. Wolf & Charles D. Ghilani ，1996， ADJUSTMENT COMPUTATIONS - STATISTICS and LEAST SQUARES in SURVEYING and GPS。
21. Lapin, Lawrence L. 1990，PROBABILITY and STATISTICS for MODERN ENGINEERING