

## 利用面積約制坐標轉換模式以改善土地複丈效率之研究 A Study of Using Coordinate Transformation with Area Constraint Model to Improve the Efficiency of Land Revision

高書屏<sup>1</sup>      吳亞翰<sup>2</sup>      陳昭男<sup>3</sup>  
Szu-Pyng Kao      Ya-Han Wu      Chao-Nan Chen

### 摘 要

本研究針對台中市北屯圖解區的某一地段，採用附加面積限制條件之坐標轉換方式以進行研究分析，約制區塊的面積在經坐標轉換後與其現況面積相等。最後再與傳統坐標轉換法成果進行比較，藉此找出傳統法無法察覺之面積疑義處。

相對於傳統坐標轉換法，加入面積限制條件雖會使平面精度降低，但轉換後成果更接近現況面積（約制區塊平均較差由 23.03 平方公尺下降至 0.81 平方公尺）。檢視其成果後發現，在本研究實驗區中以傳統法判斷為超出公差的宗地中，有 6% 應在公差範圍內；而傳統法判斷為公差內的宗地中，則有 5% 是超出公差的。根據上述成果，爾後便能先針對這些有疑義的宗地，可利用土地複丈時，在予探討其不符原因，並據以釐清地籍資料，藉此達到提昇效率之目的。

**關鍵詞：**坐標轉換、面積限制條件、土地複丈、圖解區

### ABSTRACT

This study used the coordinate transformation with area constraint to analyze one section of Beitun District, Taichung City. After limiting the block undergoing measurement, the area was equivalent to actual area after coordinate transfer. The transfer result was compared with traditional coordinate transfer result, so as to find out area queries that cannot be detected in traditional coordinate transfer result.

The plane precision is lower than the traditional method, but compared to the traditional result, the area limited transformation result would be closer to actual area (i.e. the mean difference of limited blocks decreased from 23.03 m<sup>2</sup> to 0.81 m<sup>2</sup>). According to the transformation method of this study, in the experimental area, 6% of over-tolerance land parcels determined by the traditional method were within the tolerance range; while 5% of in-tolerance land parcels were out of the tolerance range. According to the results found above, it can carry out land revision more purposely to improve the efficiency.

**Keywords:** Coordinate Transformation, Area Constraint, Land Revision, Graphic Area

---

<sup>1</sup> 國立中興大學 土木工程學系 副教授

<sup>2</sup> 國立中興大學 土木工程學系 碩士

<sup>3</sup> 國立中興大學 土木工程學系 博士生

## 一、前言

臺灣現階段存在多個坐標系統（如 TWD97, TWD67 及地籍坐標系統等）尚未整合完畢之問題，因此經常需要進行坐標轉換以便後續之整合應用。然而，臺灣目前所使用的地籍圖大多為圖解地籍圖，雖在民國 94 年已完成圖解數化作業，但精度早已不符需求。因此在進行坐標轉換之後，無法有效的判定其成果是否符合現況。此外在整個作業流程中，尤其對轉換後的面積成果所做之調整皆牽扯到民眾的權益問題，尤其當測量人員處理不當時將導致民眾的權益受損。（鄭彩堂，2002，蕭輔導等，2006）。

一般而言面積有四種：即存在於地球表面上之真實面積、具法律約束力之登記面積、地籍圖可量測之圖面面積及實地測量所得到之現況面積。真實面積在同一時期是唯一，且不可測得的真值；登記面積與民眾權益最為相關，但該面積值僅以整數型態記錄；圖面面積為當初測製地籍圖之成果，但由於早期以平板測量，加上長時間圖紙的伸縮或破損導致其精度不高，僅能作為參考；至於現況面積則由於是以新的測量方式所測得，理論上是最接近真實面積的面積。

上述這四種關係互相牽扯，關係密切，由於時代的進步，使測繪成果更精確，因此現況面積更接近真實面積，故研究本文的使命在於要以坐標轉換模式，探討如何使年代久遠的地籍圖面積與現況差異最小，並消除圖地間的差異，再而修正其登記面積，以顧及人民的權益。因此本研究特針對圖解數化區進行實驗，探討以二維

四參數及六參數坐標轉換附加面積限制條件之平差模式。嘗試以現況測量所得之面積，限制其對應至地籍圖中之地塊再進行坐標轉換計算後符合現況面積。並以此轉換成果對各筆宗地登記面積進行比較，藉以分析本法與傳統坐標轉換法是否存在某種程度上之差異，並有其理論與實務應用之價值。

## 二、理論基礎

### 2.1 廣義最小二乘法附加限制條件

本研究的平差理論採用廣義最小二乘法附加限制條件 (General Least Square Adjustment With Conditions and Constraints)，其係於平差過程中另列限制條件式，使平差後滿足條件 (Edward. M. Mikhail, etc., 1976)。其基本公式如公式(1)：所示

$$\begin{cases} AV + B\Delta = f \\ C\Delta = g \end{cases} \quad (1)$$

其中， $A$ ：觀測量之係數矩陣、 $V$ ：觀測量殘差矩陣、 $B$ ：未知數改正數之係數矩陣、 $\Delta$ ：未知數矩陣、 $f$ ：常數矩陣、 $C$ ：限制條件式未知數改正數之係數矩陣、 $g$ ：限制條件式之常數矩陣。

### 2.2 面積限制條件式

一般常用之面積限制大都為規則形狀，如長方形、四邊形等，但實務上界址點所圍之地籍圖圖面面積形狀多為不規則。為使其適用性高，本研究乃採坐標法作為面積計算法，如公式(2)所示：

$$A = \frac{1}{2} \left[ \sum_{i=1}^n (X_i Y_{i+1} - X_{i+1} Y_i) \right] \quad (2)$$

將公式(2)對  $X_i$ ,  $Y_i$  進行偏微分，並整理成公式(1)之限制條件，各

矩陣分別如公式(3)、公式(4)及公式(5)所示：

$$C = \begin{bmatrix} Y_2^0 - Y_n^0 & X_n^0 - X_2^0 & Y_3^0 - Y_1^0 & X_1^0 - X_3^0 & \dots \end{bmatrix} \dots (3)$$

$$\Delta = [\partial X_1 \quad \partial Y_1 \quad \partial X_2 \quad \partial Y_2 \quad \dots \quad \partial X_n \quad \partial Y_n]^T \dots (4)$$

$$g = 2A - \sum_{i=1}^n (X_i^0 Y_{i+1}^0 - X_{i+1}^0 Y_i^0) \dots (5)$$

$$g = 2A - \sum_{i=1}^n (X_i^0 Y_{i+1}^0 - X_{i+1}^0 Y_i^0) \dots (5)$$

其中  $X_1^0$ 、 $Y_1^0$ 、 $X_2^0$ 、 $Y_2^0$ ...  $X_n^0$ 、 $Y_n^0$

為界址點未知數新坐標起始估計值；A 為面積值（鄭彩堂，2002）。

### 2.3 共線條件式

共線條件在本研究作用係用來輔助面積約制，其幾何式如公式(6)所示：

$$C = \begin{bmatrix} Y_k^0 - Y_j^0 & X_j^0 - X_k^0 & Y_i^0 - Y_k^0 & X_k^0 - X_i^0 & Y_j^0 - Y_i^0 & X_i^0 - X_j^0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\Delta = [\partial X_i \quad \partial Y_i \quad \partial X_j \quad \partial Y_j \quad \partial X_k \quad \partial Y_k]^T \quad (8)$$

$$g = [S^0] \quad (9)$$

其中  $X_1^0$ 、 $Y_1^0$ 、 $X_2^0$ 、 $Y_2^0$ ...  $X_n^0$ 、 $Y_n^0$  為界址點未知數新坐標起始估計值（鄭彩堂，2002）。

### 2.4 平差步驟

計算時，首先利用傳統坐標轉換法求得本法之起始轉換參數（此時未知數為轉換參數），然後再以此轉換參數進行界址點之坐標轉換，求得界址點之新坐標起始估計值。此後再以限制條件平差步驟求解符合限制條件之界址點新坐標（此時未知數為界址點

$$S = (Y_i - Y_j)(X_j - X_k) - (X_i - X_j)(Y_j - Y_k) = 0 \quad (6)$$

將(6)式對  $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $X_j$ 、 $Y_j$ 、 $X_k$ 、 $Y_k$  進行偏微分，並整理成(1)式之限制條件，各矩陣如公式(7)、公式(8)及公式(9)所示：

坐標)。在迭代求解過程中逐次修正並更新轉換參數，直至收斂到一定值（極小值）即為最終求得附有面積限制條件之轉換參數。

## 三、研究方法與流程

### 3.1 實驗區選定

本研究選定位於台中市北屯區之一地段作為研究區，研究區相關屬性資料如表 1 所示。

表 1、研究區屬性資料表（國土測繪中心—地籍測量資料查詢申請系統）

| 項目     | 說明          | 項目   | 說明               |
|--------|-------------|------|------------------|
| 測量方式   | 圖解法         | 坐標系統 | TWD67 二度 TM 坐標系統 |
| 測量類別   | 地籍圖重測       | 界址點數 | 1702             |
| 比例尺    | 1/500       | 宗地筆數 | 712              |
| 製圖日期   | 民國 71 年 6 月 | 轉檔日期 | 民國 98 年 4 月 29 日 |
| 面積（公頃） | 9.3022      |      |                  |

### 3.2 研究流程

本小節係說明本研究之整體進行流程，如從選定實驗區，進行至綜合分析及結論。本研究之流程圖，如圖 1 所示

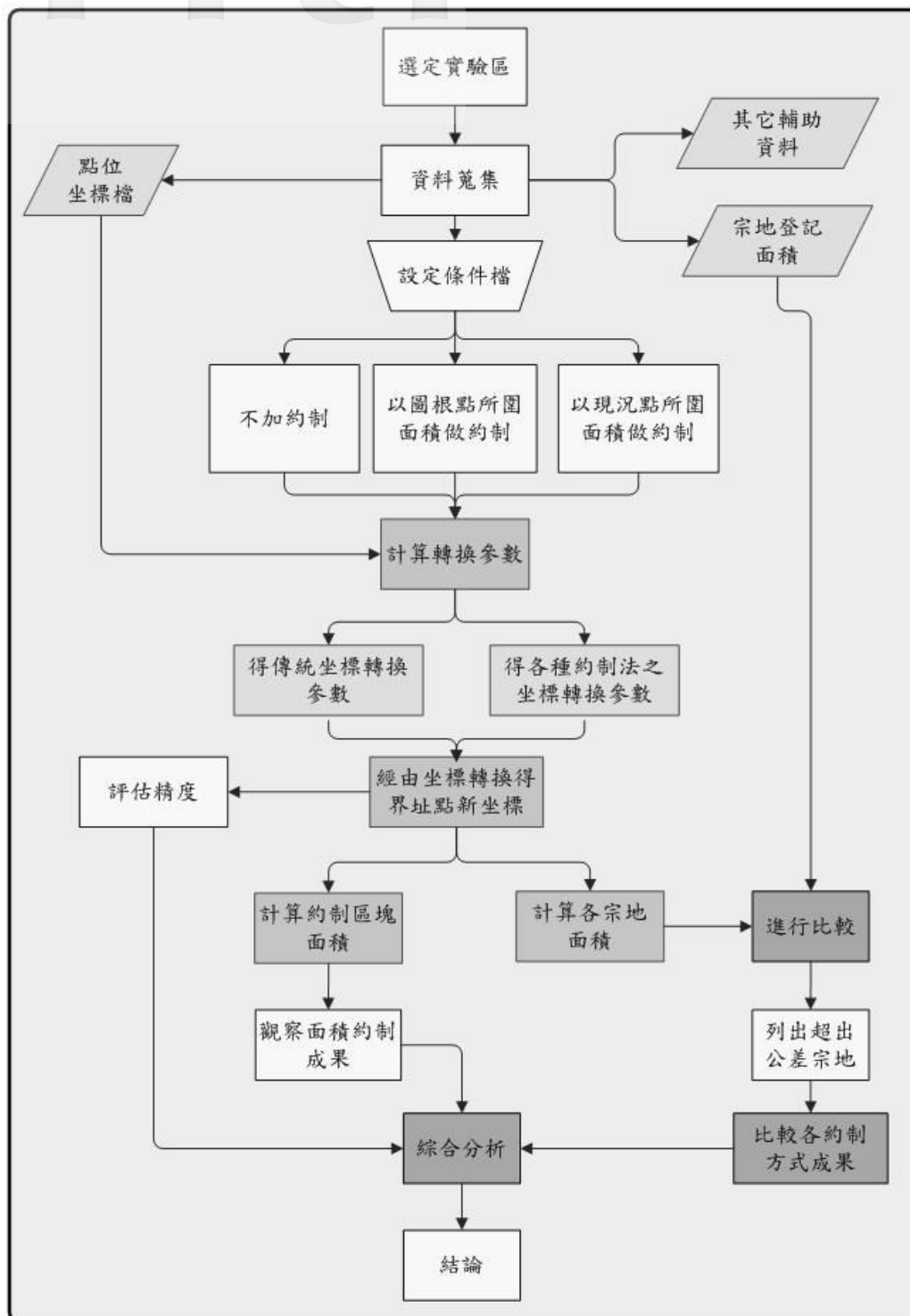


圖 1、研究流程圖

### 3.3 轉換參數求解流程

本小節係說明本研究之轉換參數的求解流程，其過程如圖 2 所示。

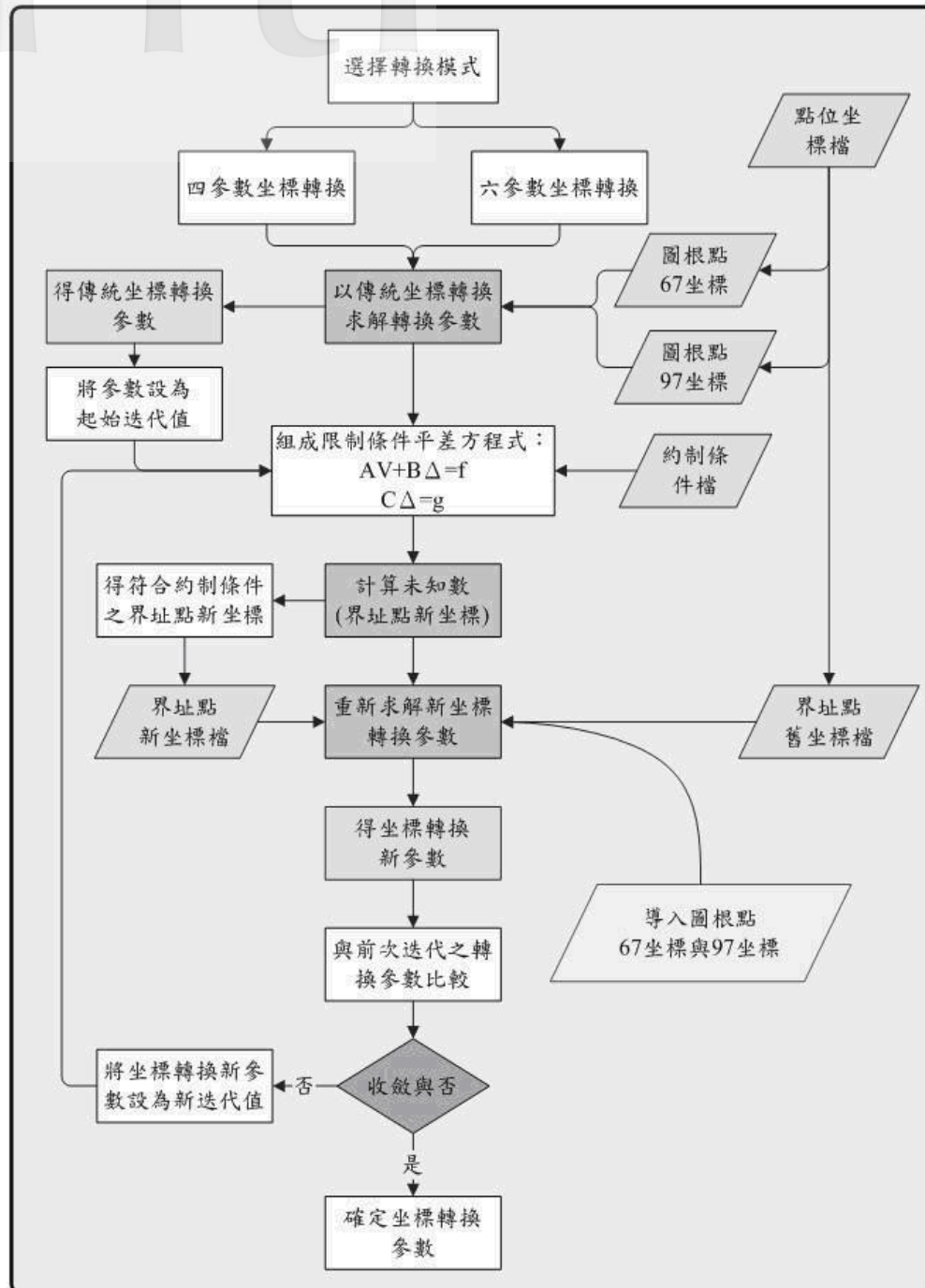


圖 2、轉換參數求解流程圖

### 3.4 面積約制條件之決定

本研究係以現況面積即（TWD97 坐標系統下之實測面積）作為面積的約制值，取得現況面積的方式大致有二：其一為直接由各圖根點之 TWD97 坐標計算其包圍面積；另一為先行查閱地籍調查表，確認可靠界址點，再挑選現況界址點測得 TWD97 坐標，計算其所包圍之面積。本研究將兩者分開進行討論，至於其面積約制決定方

式則分述如下：

#### 3.4.1 依據圖根點所圍之面積條件

本法選取可包圍待進行坐標轉換區域且同時含有 TWD67 及 TWD97 坐標之圖根點，以其所圍之區塊作為面積限制。挑選待轉換區周圍圖根點（坐標轉換共同點）所圍成區塊作為面積限制區塊，如圖 3 所示。

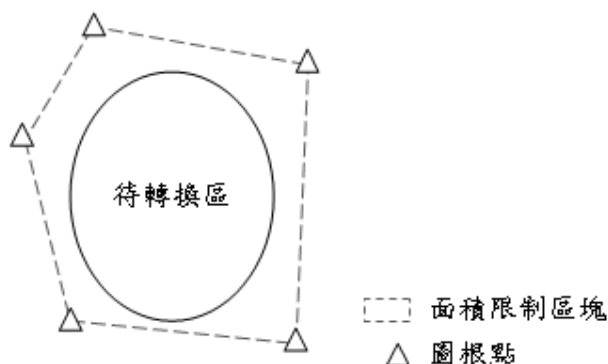


圖 3、以圖根點所圍面積作限制條件示意圖

#### 3.4.2 依據現況點所圍之面積條件

選取圖根點以外之且應與界址點相同位置之現況點所圍成區塊作為

為面積限制。將現況點所圍成區塊作為面積限制區塊，如圖 4 所示。

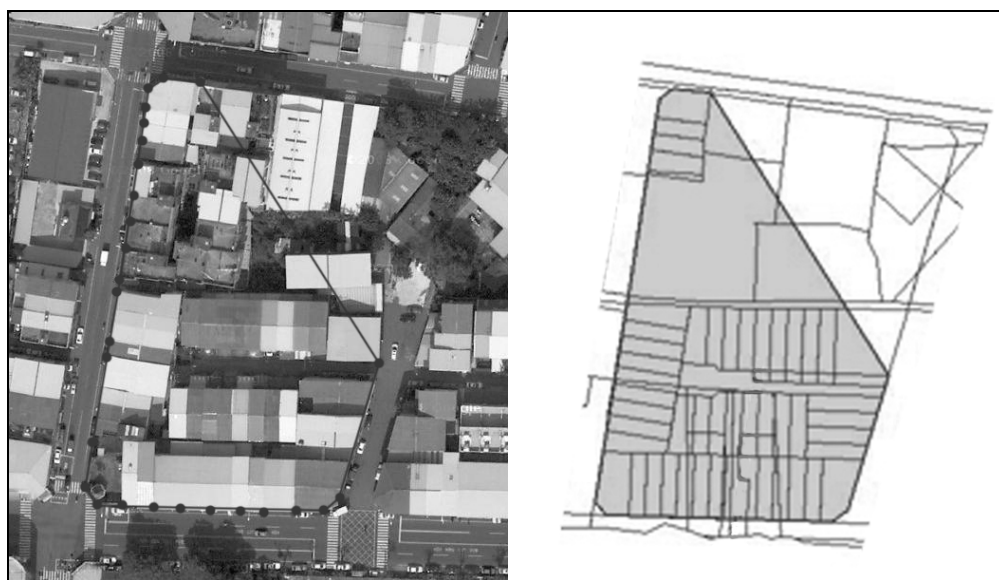


圖 4、以現況點所圍之面積作限制條件示意圖（影像來源：Google Maps）

由於以上述方式所選取之區塊通常包含至少 10 到 20 個以上現況點，如此會導致計算時運算矩陣階數太大，而降低運算速度之情形。且現況點未必能確定是與界址點相同位置，若挑選到不良之現況點，將導致限制面積值與現況面積有所差異。有鑒於此，為提高運算效率及減少將不良現況點納入運算之機率，本研究提出採用一種以共線條件輔助面積條件之限制法，進行研究。即組成面積條件之現況點僅需選擇轉折特徵點，而將其餘可視為直線部份，如連棟房屋、道路等，利用常識推理為共線之點位組成共線條件加入限制方程。

### 3.5 面積約制成效指標

為更直觀地檢視附加面積限制條件之坐標轉換計算後對於面積約制區

塊的約制效果，本研究乃提出一個「面積約制成效指標」。此指標值可顯示面積約制區塊之面積與面積約制值間之較差在附加面積限制條件之坐標轉換計算前後減少或增加的百分比。本研究提出之面積約制成效指標之公式如 (10) 或 (11) 所示，而各面積約制成效指標值所代表之意義如表 2 所示。

$$\text{面積約制成效指標} = \left( 1 - \frac{\text{新較差值}}{\text{舊較差值}} \right) \times 100\% \quad (10)$$

或可寫成：

$$\text{面積約制成效指標} = \left( 1 - \frac{\text{新面積} - \text{面積約制值}}{\text{舊面積} - \text{面積約制值}} \right) \times 100\% \quad (11)$$

上述 (10) 及 (11) 式中，舊面積為圖面上所量測之面積約制區塊的面積；而新面積則為經過附加面積限制條件之坐標轉換後所得到之面積約制區塊的面積。

表 2、各面積約制成效指標值代表之意義表

| 面積約制成效指標 (%) | 代表意義                               | 範例說明                                                    |
|--------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 100          | 表轉換後新面積等於面積約制值，即新較差值為 0。           | 舊面積為 110，面積約制值為 100，新面積為 100。<br>指標值為 100 %，為最理想狀況。     |
| 0 至 100 之間   | 表已達到約制效果，較差值已減小。其值越接近 100，約制效果越顯著。 | 舊面積為 110，面積約制值為 100，新面積為 102。<br>指標值為 80 %，即較差縮小 80 %。  |
| 0            | 表完全無約制效果。                          | 舊面積為 110，面積約制值為 100，新面積為 110。<br>指標值為 0 %，即較差無增無減。      |
| 負值 (小於 0)    | 較差值不減反增，表約制失敗。                     | 舊面積為 110，面積約制值為 100，新面積為 115。<br>指標值為 -50 %，即較差增加 50 %。 |

在此須特別注意，本研究設定本指標之目的在於更直觀、方便地檢視面積約制的成效，以判斷是否經過平差計算後，使轉換後面積約制能否至面積約制值。由於面積約制值可依不

同用途來設定（例如圖紙伸縮改正時即以圖面面積做為約制值，約制轉換前面積為一致；而本研究乃以現況面積做為約制值則與前者不同），因此本指標並不能作為判斷地塊面積是否

有謬誤存在之依據。

### 3.6 面積約制區塊概述

本節將研究區以街廓為單位分成七個分區，約制平差分別以圖根點所圍面積及現況點所圍面積探討，從中選取部份區塊進行面積約制。其中，

以圖根點所圍面積進行約制時，每區僅對一塊區塊進行約制，如圖 5 所示；而以現況點所圍面積進行約制時，則採每區對多塊區塊進行約制，如圖 6 所示。

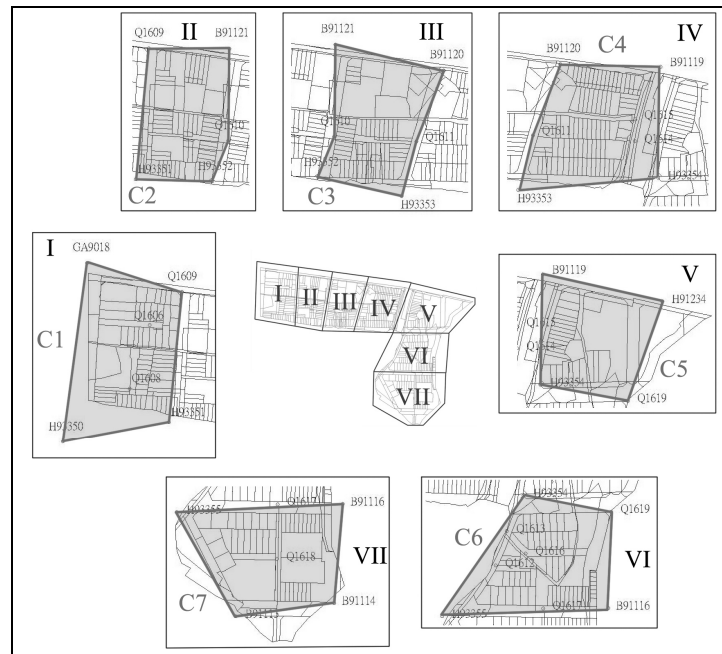


圖 5、研究區各分區圖根點面積約制區域示意圖

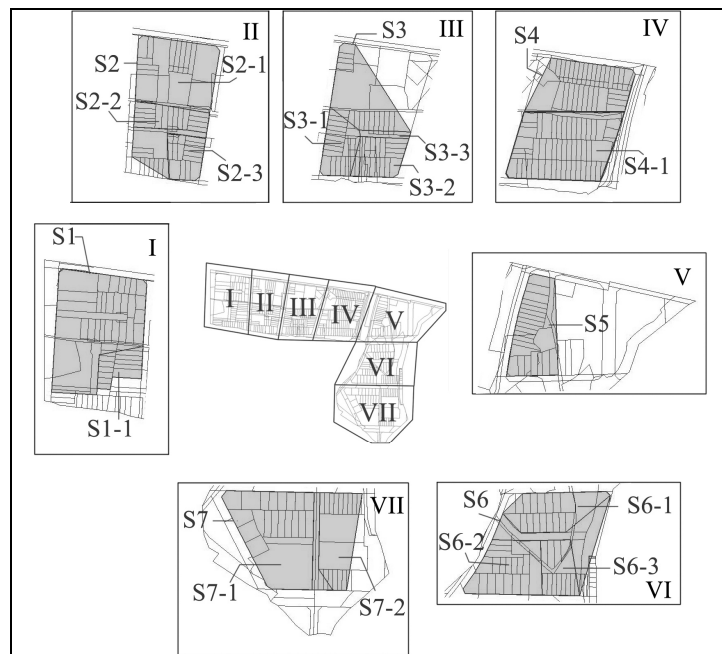


圖 6、研究區各分區現況點面積約制區域示意圖



## 四、研究成果與分析

本節及就所獲研究成果進行分析並分述如以下各小節

### 4.1 傳統坐標轉換成果

茲將研究區各分區共同點殘差改正量之均方根誤差整理如表 3 所示，從表 3 中可以看出各分區之轉換成果，皆以六參數模式較佳。

表 3、研究區各分區傳統坐標轉換共同點均方根誤差表

| 分區  | 四參數               |                   |                    | 六參數               |                   |                    |
|-----|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|     | RMSE <sub>N</sub> | RMSE <sub>E</sub> | RMSE <sub>NE</sub> | RMSE <sub>N</sub> | RMSE <sub>E</sub> | RMSE <sub>NE</sub> |
| 一   | 0.043             | 0.025             | 0.050              | 0.040             | 0.017             | 0.043              |
| 二   | 0.045             | 0.040             | 0.060              | 0.028             | 0.031             | 0.041              |
| 三   | 0.089             | 0.087             | 0.124              | 0.017             | 0.039             | 0.042              |
| 四   | 0.061             | 0.056             | 0.083              | 0.050             | 0.039             | 0.064              |
| 五   | 0.092             | 0.084             | 0.125              | 0.006             | 0.029             | 0.030              |
| 六   | 0.088             | 0.148             | 0.172              | 0.010             | 0.087             | 0.087              |
| 七   | 0.092             | 0.066             | 0.113              | 0.056             | 0.019             | 0.059              |
| 平均值 | -                 | -                 | 0.104              | -                 | -                 | 0.052              |

備註：平均六參數較四參數之 RMSE<sub>NE</sub> 提昇 0.052 (50.00 %)  
單位：公尺

另以四參數及六參數模式進行坐標轉換後計算各分區之各宗地面積，並統計超出公差之宗地筆數，其中顯

示經由四參數及六參數模式所轉換出之面積是相近的，如表 4 所示。

表 4、研究區各分區傳統坐標轉換超出公差宗地筆數統計表

| 分區 | 四參數 | 六參數 | 重疊筆數 | 重疊率(%) |
|----|-----|-----|------|--------|
| 一  | 26  | 26  | 26   | 100.00 |
| 二  | 31  | 31  | 31   | 100.00 |
| 三  | 52  | 52  | 52   | 100.00 |
| 四  | 31  | 31  | 31   | 100.00 |
| 五  | 45  | 42  | 42   | 93.33  |
| 六  | 33  | 32  | 32   | 96.97  |
| 七  | 21  | 19  | 18   | 81.82  |

由表 4 轉換結果顯示四參數與六參數模式轉換成果對於面積部分仍存在些許差異，茲將兩者相異處列於表 5。從兩者轉換後面積值可知本研究區六參數轉換後之面積較四參數轉換為小，其超過超出較差宗地筆數也較少，其原因推論為：六參數所考慮之參數較多（多了一比例參數與一非正交改正量），因此比四參數有更大的伸縮空間，此亦為一般認為六參數坐標

轉換較四參數坐標轉換成果較優之因素之一。如表 5 所示，採六參數模式除宗地 323-1 超出公差外，其餘皆在公差以內。而宗地 323-1 相較於另外 7 塊宗地所不同的是：登記面積較圖面積大，此點與其它相反，其可能原因為該土地屬公有道路，地政人員作業時將它區誤差推給該筆宗地，造成此種現象出現。因此使得六參數轉換後其面積超出公差值。

表 5 採四參數及六參數傳統模式轉換後超出公差之宗地差異表

| 分區                         | 地號    | 地目 | 登記面積    | 公差   | 圖面面積    | 四參數     |       | 六參數     |       |
|----------------------------|-------|----|---------|------|---------|---------|-------|---------|-------|
|                            |       |    |         |      |         | 轉後面積    | 較差    | 轉後面積    | 較差    |
| 五                          | 342   | 田  | 160.00  | 1.90 | 161.58  | 161.95  | 1.95  | 161.88  | 1.88  |
|                            | 235-1 | 田  | 2536.00 | 7.55 | 2537.82 | 2543.74 | 7.74  | 2542.58 | 6.58  |
|                            | 354-4 | 建  | 108.00  | 1.56 | 109.35  | 109.61  | 1.61  | 109.56  | 1.56  |
| 六                          | 242   | 水  | 865.00  | 4.41 | 866.77  | 869.42  | 4.42  | 869.13  | 4.13  |
| 七                          | 290   | 建  | 1900.00 | 6.54 | 1911.66 | 1906.90 | 6.90  | 1906.10 | 6.10  |
|                            | 310   | 建  | 153.00  | 1.86 | 155.27  | 154.88  | 1.88  | 154.82  | 1.82  |
|                            | 312   | 建  | 153.00  | 1.86 | 155.25  | 154.86  | 1.86  | 154.79  | 1.79  |
|                            | 323-1 | 道  | 374.00  | 2.90 | 372.07  | 371.14  | -2.86 | 370.99  | -3.01 |
| 備註：超出公差值以灰色網底表示<br>單位：平方公尺 |       |    |         |      |         |         |       |         |       |

#### 4.2 採用附加圖根點所圍面積作限制條件之成果

對研究區中圖根點所圍之面積作為限制條件，限制轉換後為 TWD97 坐標系統下所計算之面積。轉換結果各

分區共同點殘差改正量之均方根誤差如表 6 所示，同樣可看出各分區之轉換成果，仍以六參數模式較佳。

表 6、研究區各分區圖根點面積約制轉換後共同點均方根誤差表

| 分區                                                            | 四參數模式             |                   |                    | 六參數模式             |                   |                    |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                                                               | RMSE <sub>N</sub> | RMSE <sub>E</sub> | RMSE <sub>NE</sub> | RMSE <sub>N</sub> | RMSE <sub>E</sub> | RMSE <sub>NE</sub> |
| 一                                                             | 0.052             | 0.028             | 0.060              | 0.043             | 0.018             | 0.046              |
| 二                                                             | 0.045             | 0.039             | 0.060              | 0.028             | 0.031             | 0.042              |
| 三                                                             | 0.090             | 0.087             | 0.125              | 0.017             | 0.039             | 0.043              |
| 四                                                             | 0.050             | 0.045             | 0.068              | 0.032             | 0.003             | 0.032              |
| 五                                                             | 0.098             | 0.101             | 0.140              | 0.005             | 0.020             | 0.020              |
| 六                                                             | 0.088             | 0.163             | 0.185              | 0.015             | 0.098             | 0.099              |
| 七                                                             | 0.076             | 0.097             | 0.123              | 0.020             | 0.008             | 0.022              |
| 平均值                                                           | -                 | -                 | 0.109              | -                 | -                 | 0.043              |
| 備註：平均六參數較四參數 RMSE <sub>NE</sub> 成果提昇 0.066 (60.55 %)<br>單位：公尺 |                   |                   |                    |                   |                   |                    |

而各分區對區塊約制之成果顯示無論採四參數或六參數約制模式之成效指標都達到 100 %，如表 7。且經比較分析後顯示四參數與六參數轉換

所得各宗地面積值之差值均小於 0.01 平方公尺，應可視為轉換後為相同面積。

表 7、研究區各分區圖根點面積約制成果一覽表

| 分區 | 區塊 | 舊較差(m <sup>2</sup> ) | 四參數                    |                      |         | 六參數                    |                      |         |
|----|----|----------------------|------------------------|----------------------|---------|------------------------|----------------------|---------|
|    |    |                      | 轉換後面積(m <sup>2</sup> ) | 新較差(m <sup>2</sup> ) | 成效指標(%) | 轉換後面積(m <sup>2</sup> ) | 新較差(m <sup>2</sup> ) | 成效指標(%) |
| 一  | C1 | -1.00                | 15966.73               | 0.00                 | 100.00  | 15966.73               | 0.00                 | 100.00  |
| 二  | C2 | -11.39               | 11293.07               | 0.00                 | 100.00  | 11293.07               | 0.00                 | 100.00  |
| 三  | C3 | -13.60               | 12311.01               | 0.00                 | 100.00  | 12311.01               | 0.00                 | 100.00  |
| 四  | C4 | 4.98                 | 14531.66               | 0.00                 | 100.00  | 14531.66               | 0.00                 | 100.00  |
| 五  | C5 | -23.86               | 11501.76               | 0.00                 | 100.00  | 11501.76               | 0.00                 | 100.00  |
| 六  | C6 | -44.60               | 14204.76               | 0.00                 | 100.00  | 14204.76               | 0.00                 | 100.00  |
| 七  | C7 | 40.40                | 13981.79               | 0.00                 | 100.00  | 13981.79               | 0.00                 | 100.00  |

上表成果顯示藉由精度較高的圖根點，約制其轉換後面積為 TWD97 坐標系統下的面積，所得之成果精度雖

略低於傳統坐標轉換成果，但經過約制後無論其採四參數或六參數轉換後所得之面積均可視為相等，見圖 7。

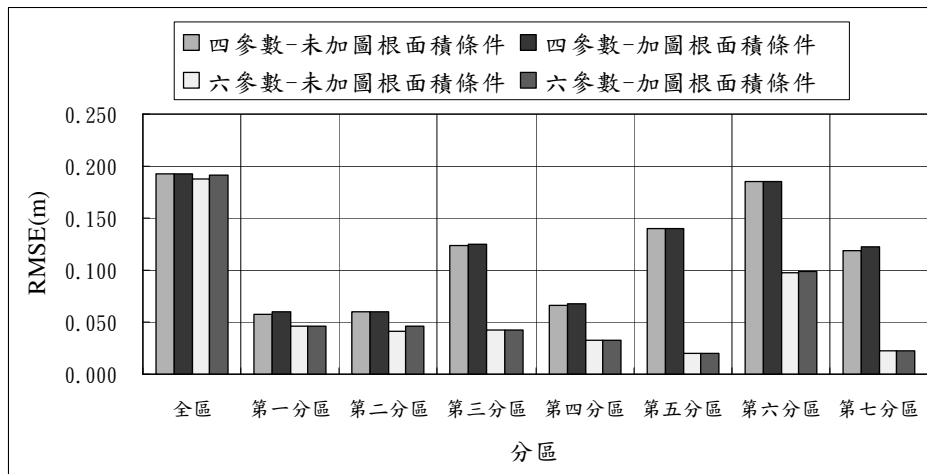


圖 7、加入圖根點面積限制條件前後共同點殘差改正量均方根誤差比較圖

#### 4.3 採用附加現況點所圍面積作限制條件之成果

本節先就研究區中選定明顯之現況點所圍之面積作為限制條件，並以

共線條件為輔，限制轉換後為 TWD97 坐標系統下所計算之面積，即現況面積。其約制成果如表 8 與表 9 所示。

表 8、研究區各分區現況點面積約制區塊四參數成果一覽表

| 分區  | 區塊   | 現況面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 圖面面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 轉後面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 舊較差<br>(m <sup>2</sup> ) | 新較差<br>(m <sup>2</sup> ) | 成效指<br>標 (%) |
|-----|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| 一   | S1   | 8283.20                   | 8326.17                   | 8309.08                   | 42.96                    | 25.88                    | 39.77        |
|     | S1-1 | 1099.64                   | 1105.67                   | 1103.40                   | 6.04                     | 3.77                     | 37.60        |
| 二   | S2   | 8260.33                   | 8332.62                   | 8300.73                   | 72.29                    | 40.40                    | 44.11        |
|     | S2-1 | 4285.57                   | 4330.16                   | 4313.63                   | 44.58                    | 28.05                    | 37.08        |
|     | S2-2 | 1386.25                   | 1400.42                   | 1395.02                   | 14.17                    | 8.77                     | 38.08        |
|     | S2-3 | 1242.30                   | 1257.18                   | 1252.37                   | 14.88                    | 10.07                    | 32.33        |
| 三   | S3   | 6631.29                   | 6643.70                   | 6640.49                   | 12.42                    | 9.20                     | 25.90        |
|     | S3-1 | 1568.55                   | 1573.15                   | 1572.38                   | 4.61                     | 3.84                     | 16.72        |
|     | S3-2 | 1553.56                   | 1560.81                   | 1560.10                   | 7.26                     | 6.55                     | 9.79         |
|     | S3-3 | 273.39                    | 272.46                    | 272.32                    | -0.93                    | -1.07                    | -14.82       |
| 四   | S4   | 9248.03                   | 9304.58                   | 9273.16                   | 56.56                    | 25.13                    | 55.57        |
|     | S4-1 | 5503.53                   | 5528.97                   | 5510.25                   | 25.44                    | 6.72                     | 73.57        |
| 五   | S5   | 3314.34                   | 3335.57                   | 3337.52                   | 21.23                    | 23.18                    | -9.18        |
| 六   | S6   | 9014.73                   | 8971.14                   | 9007.25                   | -43.59                   | -7.48                    | 82.84        |
|     | S6-1 | 2561.11                   | 2555.85                   | 2566.18                   | -5.26                    | 5.07                     | 3.63         |
|     | S6-2 | 2921.55                   | 2903.94                   | 2915.64                   | -17.62                   | -5.91                    | 66.43        |
|     | S6-3 | 1570.21                   | 1561.59                   | 1567.86                   | -8.62                    | -2.35                    | 72.76        |
| 七   | S7   | 8824.70                   | 8932.62                   | 8869.52                   | 107.93                   | 44.83                    | 58.46        |
|     | S7-1 | 5526.74                   | 5594.04                   | 5554.54                   | 67.30                    | 27.80                    | 58.70        |
|     | S7-2 | 2682.89                   | 2721.90                   | 2702.71                   | 39.01                    | 19.82                    | 49.20        |
| 平均值 |      | -                         | -                         | -                         | 23.03                    | 13.61                    | 38.93        |

表 9、研究區各分區現況點面積約制區塊六參數成果一覽表

| 分區  | 區塊   | 現況面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 圖面面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 轉後面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 舊較差<br>(m <sup>2</sup> ) | 新較差<br>(m <sup>2</sup> ) | 成效指<br>標 (%) |
|-----|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| 一   | S1   | 8283.20                   | 8326.17                   | 8309.08                   | 8305.75                  | 22.55                    | 47.53        |
|     | S1-1 | 1099.64                   | 1105.67                   | 1103.40                   | 1102.96                  | 3.32                     | 44.92        |
| 二   | S2   | 8260.33                   | 8332.62                   | 8300.73                   | 8297.74                  | 37.41                    | 48.25        |
|     | S2-1 | 4285.57                   | 4330.16                   | 4313.63                   | 4312.08                  | 26.50                    | 40.55        |
|     | S2-2 | 1386.25                   | 1400.42                   | 1395.02                   | 1394.53                  | 8.28                     | 41.58        |
|     | S2-3 | 1242.30                   | 1257.18                   | 1252.37                   | 1251.92                  | 9.62                     | 35.34        |
| 三   | S3   | 6631.29                   | 6643.70                   | 6640.49                   | 6641.52                  | 10.23                    | 17.60        |
|     | S3-1 | 1568.55                   | 1573.15                   | 1572.38                   | 1572.64                  | 4.09                     | 11.22        |
|     | S3-2 | 1553.56                   | 1560.81                   | 1560.10                   | 1560.29                  | 6.73                     | 7.21         |
|     | S3-3 | 273.39                    | 272.46                    | 272.32                    | 272.36                   | -1.03                    | -10.95       |
| 四   | S4   | 9248.03                   | 9304.58                   | 9273.16                   | 9273.43                  | 25.41                    | 55.07        |
|     | S4-1 | 5503.53                   | 5528.97                   | 5510.25                   | 5510.46                  | 6.93                     | 72.75        |
| 五   | S5   | 3314.34                   | 3335.57                   | 3337.52                   | 3336.19                  | 21.84                    | -2.90        |
| 六   | S6   | 9014.73                   | 8971.14                   | 9007.25                   | 9006.27                  | -8.46                    | 80.58        |
|     | S6-1 | 2561.11                   | 2555.85                   | 2566.18                   | 2565.85                  | 4.74                     | 9.79         |
|     | S6-2 | 2921.55                   | 2903.94                   | 2915.64                   | 2915.29                  | -6.27                    | 64.43        |
|     | S6-3 | 1570.21                   | 1561.59                   | 1567.86                   | 1567.71                  | -2.50                    | 71.03        |
| 七   | S7   | 8824.70                   | 8932.62                   | 8869.52                   | 8866.67                  | 41.97                    | 61.11        |
|     | S7-1 | 5526.74                   | 5594.04                   | 5554.54                   | 5552.72                  | 25.98                    | 61.40        |
|     | S7-2 | 2682.89                   | 2721.90                   | 2702.71                   | 2701.83                  | 18.94                    | 51.45        |
| 平均值 |      | -                         | -                         | -                         | 23.03                    | 12.81                    | 40.40        |

觀察上述表 8 及表 9 成果，雖經過面積約制平差後，整體而言轉換後面積較接近所設定之現況面積值，但仍無法使各個區塊之面積約制成效指標達到 100%。推論有此一現象之原因可能為下述三點：

1. 坐標轉換模式選擇：四參數及六參數坐標轉換為平面坐標轉換，與七參數或多項式迴歸法不同。對於同時對多塊面積約制之成效有限，較難擬合出與現況較吻合之成果。
2. 圖紙伸縮程度不同：一個地段往往是由多張圖幅拼接而成，因此即便是將圖解區數化之成果，仍不免隱含部份圖紙伸縮問題在數化檔案中，雖已坐標轉換，僅能減小其差異，並無法完全消除之。以致造成某些區塊現況面積小於圖面面積，而某些區塊則反之。

3. 面積條件點內包含不良現況點：在實務中，界址點通常未埋設界標，或者已遺失，導致地籍測量無法直接測量界址點，僅能測得較接近的現況點。因此在決定面積條件時，便有可能選到較不接近界址點之現況點，間接導致所限制的現況面積與實際有所差異，以致約制成果不良。

#### 4.4 綜合分析

##### 4.4.1 經四參數與六參數轉換模式之宗地面積比較分析

四參數與六參數轉換結果反應於宗地面積值是相當接近的，如表 10 所示。可視兩者對轉換後面積之影響為相同。因此以下僅對六參數模式依不同約制所得之結果來做綜合比較分析。

表 10、四參數與六參數模式超出公差宗地重疊率統計表

| 坐標轉換方式    | 傳統坐標轉換 | 附加圖根面積條件 | 附加現況面積條件 |
|-----------|--------|----------|----------|
| 超出公差宗地重疊率 | 96.67% | 100.00%  | 97.96%   |

##### 4.4.2 各面積約制法超出公差之宗地比較分析

以傳統坐標轉換方式與附加圖根點面積條件轉換方式做比較，結果

顯示並無很明顯之差異。茲將兩者轉換後宗地面積超過公差數量進行比較及統計，如表 11 所示。

表 11、傳統與附加圖根面積條件坐標轉換超出公差之宗地筆數統計表

| 分區 | 傳統坐標轉換 | 附加圖根面積條件 | 重疊筆數 | 重疊率(%) |
|----|--------|----------|------|--------|
| 一  | 26     | 26       | 26   | 100.00 |
| 二  | 31     | 31       | 31   | 100.00 |
| 三  | 52     | 52       | 52   | 100.00 |
| 四  | 31     | 31       | 31   | 100.00 |
| 五  | 42     | 44       | 42   | 95.45  |
| 六  | 32     | 33       | 32   | 96.97  |
| 七  | 19     | 19       | 19   | 100.00 |

而再將傳統坐標轉換與附加現況面積條件轉換成果進行比較，則發

現有較為顯著的差異，茲將比較結果整理成表 12 與表 13 所示。

表 12、傳統與附加現況面積條件坐標轉換超出公差之宗地筆數統計表

| 分區 | 傳統坐標轉換 | 附加圖根面積條件 | 重疊筆數 | 重疊率(%) |
|----|--------|----------|------|--------|
| 一  | 26     | 28       | 23   | 74.19  |
| 二  | 31     | 35       | 27   | 69.23  |
| 三  | 52     | 52       | 52   | 100.00 |
| 四  | 31     | 32       | 28   | 80.00  |
| 五  | 42     | 41       | 41   | 97.62  |
| 六  | 32     | 35       | 32   | 91.43  |
| 七  | 19     | 20       | 15   | 62.50  |

表 13、各分區傳統與附加現況面積條件坐標轉換差異表

| 分區                       | 總體面積差異    | 平均改變量(m <sup>2</sup> ) | 約制後相較於傳統之差異                | 差異率(%) |
|--------------------------|-----------|------------------------|----------------------------|--------|
| 一                        | 每筆宗地面積皆減少 | -0.28                  | 3 筆宗地較差小於公差<br>4 筆宗地較差超出公差 | 7.07   |
| 二                        | 每筆宗地面積皆減少 | -0.50                  | 4 筆宗地較差小於公差<br>8 筆宗地較差超出公差 | 11.11  |
| 三                        | 每筆宗地面積皆減少 | -0.14                  | 兩者超出公差之宗地相同                | 0.00   |
| 四                        | 每筆宗地面積皆減少 | -0.27                  | 3 筆宗地較差小於公差<br>4 筆宗地較差超出公差 | 4.79   |
| 五                        | 每筆宗地面積皆減少 | -0.31                  | 1 筆宗地較差小於公差                | 1.15   |
| 六                        | 每筆宗地面積皆增加 | 0.15                   | 3 筆宗地較差超出公差                | 3.19   |
| 七                        | 每筆宗地面積皆減少 | -1.05                  | 3 筆宗地較差小於公差<br>5 筆宗地較差超出公差 | 11.94  |
| 備註：差異率＝差異宗地數÷轉換區宗地數×100% |           |                        |                            |        |

本節研究發現傳統坐標轉換後超出公差之 233 筆宗地中，有 14 筆(233 筆中之 6%)在經過附加現況面積條件約制之坐標轉換後符合公差限制範圍；同時亦顯示在其餘公差範圍內之 479 筆宗地中，有 24 筆(479 筆中之 5%)是傳統坐標轉換時無法察覺之疑義區，如圖 8 所示。

而造成此差異之原因，推論是由於在傳統坐標轉換時，較差超過容許公差之宗地，在坐標轉換的平差過程中，將自身誤差分配至其它宗地。使其轉換後之較差減少，在容許公差範

圍內。反之，原本較差在容許公差內之宗地，在轉換之平差過程中吸收其它宗地的部份誤差，因而轉換後較差增加，使其超出公差。今於坐標轉換平差時附加面積限制條件，並以現況面積做為約制值，藉由約制正確之面積避免誤差傳播至面積正確之宗地，改善上節所述情形。因此附加面積限制條件之坐標轉換結果較能突顯出在傳統坐標轉換時無法察覺之超出公差處，此為本研究成果所獲之實務應用價值。

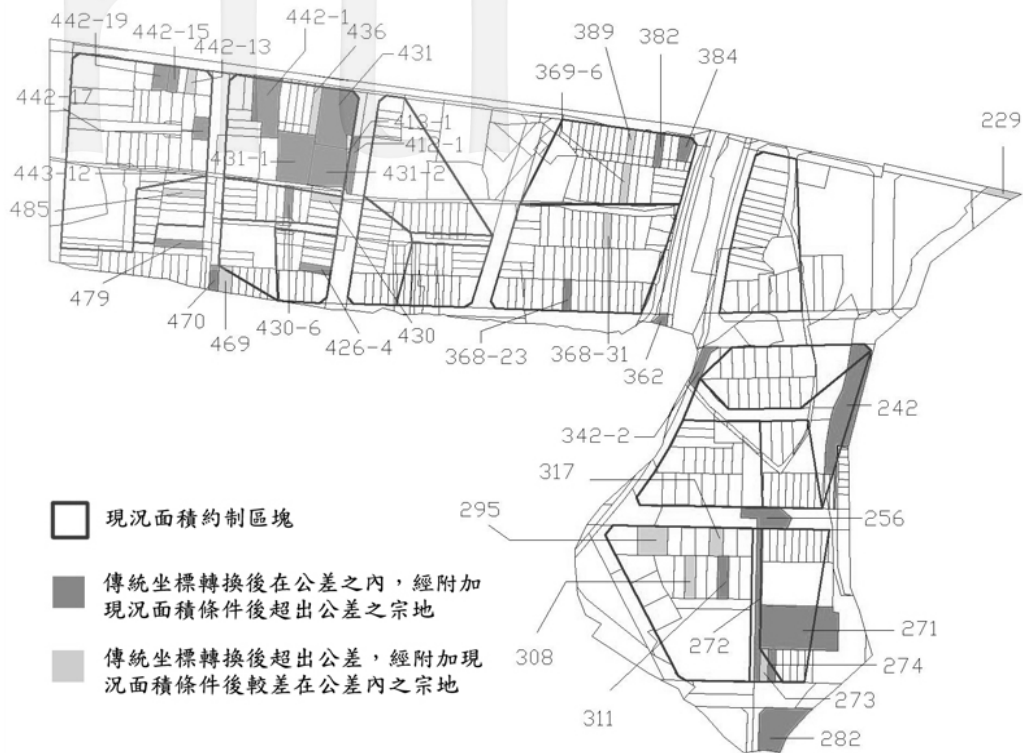


圖 8、傳統與附加現況面積條件坐標轉換模式超出公差宗地差異分佈圖

#### 4.4.3 不同約制法轉換參數與各種總面積比較分析

各轉換成果所得各種總面積比較表如表 14 所示。由表 14 中數據可觀察到除第六分區外，以現況面積作約制之成果大部分皆比登記面積小。推測由於本地段為 10 幅地籍圖

拼接而成，每幅圖紙之伸縮情形可能不同所致，此外原為 TWD67 之圖籍經坐標轉換為 TWD97 系統，TWD97 系統之長半徑較小，亦導致轉換後長度變小，而致轉換後整體面積略減。

表 14、不同約制轉換法總面積比較表

| 分區      | 總登記面積 (m <sup>2</sup> ) | 總圖面面積 (m <sup>2</sup> ) | 傳統方法 (m <sup>2</sup> ) | 圖根面積約制 (m <sup>2</sup> ) | 現況面積約制 (m <sup>2</sup> ) |
|---------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 一       | 11200                   | 11235.20                | 11235.41               | 11235.91                 | 11207.65                 |
| 二       | 10332                   | 10308.97                | 10320.06               | 10319.38                 | 10265.87                 |
| 三       | 11158                   | 11156.96                | 11168.71               | 11169.30                 | 11153.23                 |
| 四       | 12786                   | 12746.08                | 12743.18               | 12741.72                 | 12703.36                 |
| 五       | 16145                   | 16179.19                | 16209.53               | 16212.83                 | 16182.17                 |
| 六       | 12098                   | 12099.76                | 12132.72               | 12137.88                 | 12147.10                 |
| 七       | 15674                   | 15722.78                | 15677.02               | 15677.48                 | 15606.80                 |
| 分區總和    | 89393                   | 89448.94                | 89486.62               | 89494.50                 | 89266.18                 |
| 和登記面積較差 | 0.00                    | 55.94                   | 93.62                  | 101.50                   | -126.82                  |
| 和圖面面積較差 | -55.93                  | 0.00                    | 37.69                  | 45.57                    | -182.75                  |

#### 4.4.4 現況點垂距差值分析

於現況點垂距差值分析部分，本節以表 15 研究區中總登記面積與總圖面面積相差最大之第四分區六參數坐標轉換成果為例，並依不同約制方式計算所得之成果與現況點套

疊並進行垂距分析，公差容許範圍為 15 公分，以圖面 0.3 公厘乘上比例尺分母（比例尺為 1/500）計，平均垂距差值如表 15 所示，其它區之成果應均較本區為佳，故不予另行計算說明之。

表 165、第四分區現況點平均垂距差值表

| 坐標轉換方式 | 傳統坐標轉換（不約制） | 附加圖根面積條件（約制） | 附加現況面積條件（約制） |
|--------|-------------|--------------|--------------|
| 垂距差平均值 | 0.1360 m    | 0.1347 m     | 0.1425 m     |

大體而言，三種約制方式之成果，其現況點垂距檢核成果為相近的（超出公差之百分比為 31.00 %、31.00 %與 34.00 %），分析結果整理列述如下：

- 1.傳統法：在公差（15 公分）範圍內者，達 69.00 %。
- 2.以圖根點所圍面積作約制：在公差（15 公分）範圍內者，達 69.00 %。與傳統法相同。
- 3.以現況點所圍面積作約制：在公差（15 公分）範圍內者，達 66.00 %。為三種中最低者。
- 4.三者之平均垂距差值皆於公差（15 公分）範圍內，因此於轉換成果符合現況程度方面尚可接受。

而探討以現況面積進行約制無法顯著地使轉換成果符合現況之原因：

1. 僅有轉換區外圍之圖根點（共同點），而在轉換區內部並無圖根點。
2. 在限制平差過程中未加入其它幾何條件（如：共點條件、距離條件等）以增加現況點與轉換成果之相

關性。

3. 發現部分超出公差處，其區塊並未列於面積限制條件或共線條件之中，推論此為這部份在貼合現況這部份之成效較弱的因素之一。
4. 以現況點所圍面積進行約制後，垂距差值小於 10 公分之點數增加。推論是由於某些界址點在約制區塊範圍中，因此轉換成果顯現出其較傳統法成果貼合現況之成效。

## 五、結論

根據本研究的成果，可得幾點結論，茲分述如下：

1. 若面積約制成果達到高成效指標，或收斂至同一面積值，則經過約制後無論經四參數或六參數轉換而得之面積均為相等，確實降低了傳統四參數與六參數坐標轉換後面積存在差異的情況。本研究中藉由圖根點組成面積限制條件進行平差，所得之成果無論經四參數或六參數轉換而得之面積均相等，最大差值均由 0.21 降至 0.00 平方公尺。



2. 加入面積約制條件之坐標轉換，會使平面精度降低。但若以平面精度高的共同點位（如圖根點）組成限制條件，則可使平面精度不致降低太多。本研究中藉由圖根點組成面積限制條件進行坐標轉換，所得共同點距離改正量之均方根誤差與傳統坐標轉換成果相比僅低 0.5 公分。
3. 若同時對多塊區塊行面積約制，未必能將各區塊約制至面積限制值。本研究對多塊現況面積同時進行約制，成果顯示：四參數及六參數轉換結果平均各約制區塊較差由 23.03 平方公尺下降至 13.61 與 12.81 平方公尺，平均面積成效指標為 38.93% 與 40.40%。
4. 經過附加面積限制條件之坐標轉換，藉由約制符合現況之面積，可偵測出傳統坐標轉換時無法察覺之超出公差疑義處。本研究在附加現況面積限制條件之坐標轉換之成果顯示：傳統坐標轉換所偵測到超出公差的宗地，其 6% 不應列入疑義區；而傳統坐標轉換視為在公差範圍內之宗地，其 5% 應為超出公差之疑義區。爾後於土地複丈作業時以此為參考，將能更有目標性的施測，以提昇作業品質及效率。
5. 由於四參數及六參數坐標轉換僅為平面坐標轉換方式，對於分布不同位置而非集中的多地塊面積同時進行約制的成果有限，建議在爾後同時對多塊面積進行約制時，可嘗試使用七參數坐標轉換或多項式迴歸方式，藉以得到更佳之面積約制成果。
6. 面積條件點內包含不良點（圖地不

符之現況點）的約制，為無法使多塊面積同時約制成功的因素之一。因此於萃取現況面積條件的同時，若能以更多相關資訊，如正射影像、現況測量之原始紀錄資料、現地照片等，來輔助條件點的挑選，必能減少挑選至不良現況點之機率，藉此提高限制面積之可靠度。

## 誌謝

感謝兩位匿名審查者對本文之寶貴建議與指正，謹此致上最深之謝意。

## 參考文獻

1. 吳亞翰，2009，藉由附有面積限制條件的坐標轉換以提昇圖解區土地複丈效率之研究，國立中興大學土木工程學系碩士論文。
2. 國土測繪中心—地籍測量資料查詢申請系統，<http://lsbgis.nlsc.gov.tw/>，最近查閱：2009-5-20。
3. 鄭彩堂，2002，以限制條件及附加參數法輔助圖解區土地複丈之研究，國立中興大學土木工程學系碩士論文。
4. 蕭輔導、劉正倫、鄭彩堂、鄒慶敏、董荔偉，2006，圖解法地籍圖伸縮改正及實測接合之研究，內政部土地測量局 95 年度自行研究報告。
5. Edward M. Mikhail and F. Ackerman. Observation And Least Squares, 1976. Thomas Y. Crowell Company, University Press of America.
6. Google Maps，<http://maps.google.com/>，最近查閱：2009-6-17。