

以向量修正法改進傳統六參數法 附面積約制後之坐標轉換成果

Compare the Improved Results by using Coordinate Vector Correction (CVC) method with Traditional Affine Transformation with Area Constraint

高書屏¹ 涂振邦² 陳昭男³
Szu-Pyng Kao Chen-Pang Tu Chao-Nan Chen

摘要

本研究實驗區選定台中市北屯區某一圖解區地段，先以傳統六參數轉換以及附加面積限制之六參數進行坐標轉換後，再使用本文所提出之坐標向量修正法進行各界址點坐標修正，並將成果進行比較與分析。

參數坐標轉換不論使用何種模式或是多少參數，皆是將整個轉換區域視為在同一種狀況下進行的坐標調整，但是實際上的誤差與理想的改正值卻沒有被「各別」的去討論，坐標向量修正法便是利用「面積」與「點」的方式對於坐標做進一步的修正，補足了整體坐標轉換所產生之盲點。

依據實驗區所得出的數據指出，不論是使用傳統的六參數轉換後或是加入面積約制條件的六參數轉換，使用本文提出之坐標向量修正法可將轉換面積與登記面積之 RMSE 值降低至少 25%和 22%，另外在各宗地超出公差的數量也明顯減少 57%及 42%；在界址點位移方面，大部分的界址點改正值都不超過 ± 6 cm，而超出的情況在本文中也舉例分析並且討論，其原因多為面積差值過大或是幾何狀況極差的狀況下才會產生，應屬於原始資料的謬誤。

在坐標轉換後使用本文提出之坐標向量修正法則可以極小的量改正界址點的位置，讓更多的轉換後面積與登記面積不符的問題能夠有效的解決。

關鍵詞：坐標轉換、面積限制條件、土地複丈、圖解區、坐標向量修正法

ABSTRACT

The experimental area of this research is located at a section of graphic area in Beitun District, Taichung City. By using traditional affine coordinate transformation and affine transformation with area constrain, then correcting the boundary points by the method of coordinate vector correction(CVC) method which is presented in this study, and analyses the results.

No matter what kind of parameter transformations, they all adjust whole area as one condition. But the errors and ideal adjustments have not been discussed individually. Coordinate Vector

¹ 國立中興大學土木工程學系副教授

² 國立中興大學土木工程學系博士生

³ 國立中興大學土木工程學系博士生

Correction(CVC) Method uses 'Area' and 'Point' to correct each coordinates in order to improve the blind spot of parameter transformation.

The obtained results indicate that the vector correction method no matter in traditional affine transformation or with area constraint which was presented in this study can improve the differential value from transformed area and registered area up to 25% and 22% at least, and the amount which is over-tolerance land parcels was decreased up to 57% and 42%. In the displacement of boundary points, most of the correction value was smaller than ± 6 cm. The situations which was over ± 6 cm were also discussed in this study, most reasons are the big differential value and the bad shape and size in geometry. They should belong the mistakes from the original data.

This method displaces few amounts from boundary point, but can solve more problems when the transformed area is different from the registered area.

Keyword: Coordinate Transformation, Area Constraint, Land Revision, Graphic Area, Coordinate Vector Correction(CVC) Method

一、前言

臺灣地區地籍系統現時存在多個坐標系統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（吳亞翰，2009）。目前政府正積極的將地籍資料由 TWD67 系統轉換為 TWD97 坐標系統（許皓寧，2003）；由於台灣所使用的地籍圖多為圖解地籍圖，雖在民國 94 年已完成圖解數化作業，但是仍存在相當多的問題有待解決。在作業流程中，轉換後的面積成果與民眾的權益更是息息相關，處理不當將導致民眾權益受損。

一般進行坐標轉換或是加入面積約制條件，都是將整個區域看成同一種狀況來處理，如三參數、四參數以及六參數等等，並希望以一數學模式能夠解決整體誤差的問題，但實際上合理的修正與分布並不是一個理想的數學模式就可以一以概之的，故本研究在使用整體參數轉換模式修正之後，提出一個以「點」與「面積」當做主要修正概念的坐標向量修正法，進一步修正轉換面積與登記

面積的差異（本研究採登記面積進行），甚至解決部分面積超出公差之問題，盼本研究提出之方法能夠更廣泛與有效的解決登記、圖面或現況面積與轉換面積超出公差時一種有效的解決方式。

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（Mikhail and Ackerman，1976）。其基本公式見公式(1)：

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

其中， A ：觀測量殘差之係數矩陣、 V ：觀測量殘差矩陣、 B ：未知數改正數之係數矩陣、 Δ ：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

實務上界址點所圍之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之計算法，見公式(2)：

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

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

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

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

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）， δX_1 、 δY_1 、 δX_2 、 δY_2 ... δX_n 、 δY_n 為新坐標修正值與坐標起始估計值之差值。

2.3 共線條件式

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

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

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

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）， δX_i 、 δY_i 、 δX_j 、 δY_j 、 δX_k 、 δY_k 為新坐標修正值與坐標起始估計值之差值。

2.4 面積條件約制平差步驟

計算時，先用傳統坐標轉換法求得起始轉換參數（此時未知數為轉換參數），並以此轉換參數進行界址點坐標轉換，得到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條件之界址點新坐標（此時未知數為界址點坐標）。在迭代求解過程中逐次修正並更新轉換參數，待收斂致一定值即為最終之轉換參數（鄭彩堂，2002；蕭輔導

將公式(2)對 X_i 、 Y_i 、 X_j 、 Y_j 偏微分，並整理成公式(1)之限制條件，各矩陣見公式(3)、公式(4)及公式(5)：

共線條件在本研究作用係用來輔助面積約制，其幾何式見公式(6)：

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

將式(6)對 X_i 、 Y_i 、 X_j 、 Y_j 偏微分，並整理成式(1)之限制條件，各矩陣見公式(7)、公式(8)及公式(9)：

等，2006)。

2.5 坐標向量修正法

本法係本研究所提出之方法，其理論方法如下所述：

假設一個任意 N 邊形（此處以七邊形為例） $ABCDEFG$ ，如圖 1 所示，其中任一頂點（在此以 B 點舉例）與相鄰兩頂點可構成 $\triangle ABC$ ，此時線段 AC 可將多邊形 $ABCDEFG$ 分割成 $\triangle ABC$ （面積 A_2 ）與 $N-1$ 邊形 $ACDEFG$ （面積 A_1 ）

假設線段 $\overline{HB}$ 為線段 $\overline{AC}$ 之垂線，此時討論 B 點移動了 $\vec{V}$ 向量後對於多邊形 $ABCDEFG$ 面變化量時，由於多邊形 $ACDEFG$ 各頂點並未移動，故面積 A_1 定值不變， $\triangle ABC$ 之面積 A_2 則為

$$A_2 = \frac{(\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB})}{2} \dots\dots\dots(10)$$

$\overrightarrow{AC}$ 為定值，而 B 點增加了 $\vec{V}$ 向量，此時可表示為

$$A_2 = \frac{(\overrightarrow{AC} \times (\overrightarrow{HB} + \vec{V}))}{2} \dots\dots\dots(11)$$

$\vec{V}$ 可以拆成垂直 $\overrightarrow{AC}$ 的 $\vec{U}$ 向量與平行 $\overrightarrow{AC}$ 的 $\vec{T}$ 向量
故上式可寫成

$$A_2 = \frac{(\overrightarrow{AC} \times (\overrightarrow{HB} + \vec{U} + \vec{T}))}{2} = \frac{1}{2} (\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB} + \overrightarrow{AC} \times \vec{U} + \overrightarrow{AC} \times \vec{T}) \dots\dots\dots(12)$$

$\because \overrightarrow{AC} \perp \vec{T}$ 所以 $\overrightarrow{AC} \times \vec{T} = 0$

$$\therefore A_2 = \frac{1}{2} (\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB} + \overrightarrow{AC} \times \vec{U}) = \frac{\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB} + \overrightarrow{AC} \times \vec{U}}{2} \dots\dots\dots(13)$$

由於 $\triangle ABC$ 原本的面積為 $\frac{\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB}}{2}$

設 dA 為面積改變量

$$dA = \frac{\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB} + \overrightarrow{AC} \times \vec{U}}{2} - \frac{\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{HB}}{2} = \frac{\overrightarrow{AC} \times \vec{U}}{2} \dots\dots\dots(14)$$

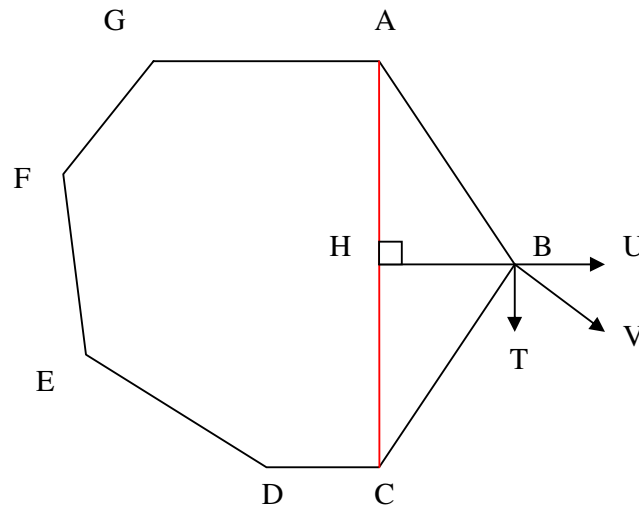


圖 1 多邊形及其切割成之三角形與 $n-1$ 邊形式意圖

由上述推導可知任一點移動 $\vec{V}$ 向量，僅垂直於底邊的 $\vec{U}$ 向量對於面積有影響，平行於底邊的 $\vec{T}$ 向量不管大小均不會影響面積大小。現將狀況推到兩個多邊形中，如圖 2 所示。

在此討論點 C 的位移對於多邊形 $ABCDE$ 與多邊形 $BFGHC$ 之影響，其實相當於討論 $\triangle BCD$ 與 $\triangle BCH$ 面積的改變；如上所敘述，向量 $\vec{V1}$ 對於 $\triangle BCD$ 及 $\vec{V2}$ 對於

$\triangle BCH$ 也可以分成 $\vec{U1}$ 、 $\vec{T1}$ 與 $\vec{U2}$ 、 $\vec{T2}$ 四個向量；向量 $\vec{T1}$ 與 $\vec{T2}$ 已經證明對面積沒有影響，故 $\vec{U1}$ 與 $\vec{U2}$ 向量的位移分別代表 $\triangle BCD$ 面積變化 $\frac{\overrightarrow{BD} \times \vec{U1}}{2}$ 及 $\triangle BCH$ 面積變化 $\frac{\overrightarrow{BD} \times \vec{U2}}{2}$ 。

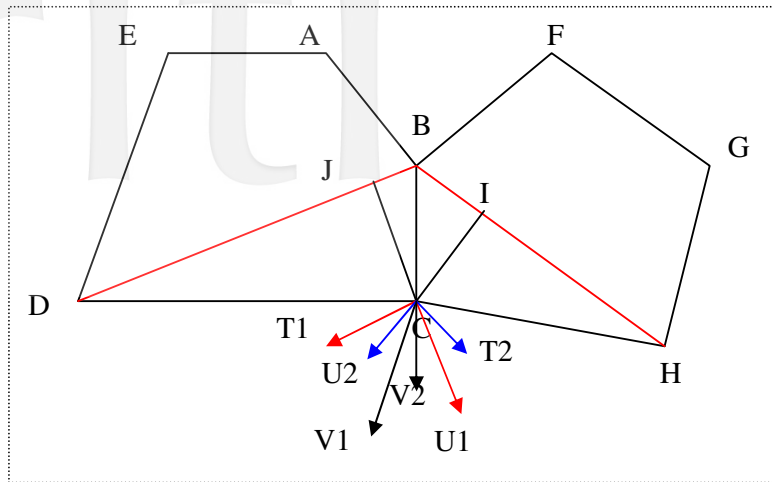


圖 2 相鄰兩個多邊形與其偏移向量 $\vec{V1}$ $\vec{V2}$ 示意圖

茲再將點 C 以及 $\vec{U1}$ 、 $\vec{U2}$ 部分放大繼續討論，在此視 $\vec{U1}$ 、 $\vec{U2}$ 為兩個改變面積的應力，向量 $\vec{U1'}$ 為向量 $\vec{U1}$ 之平行向量，此時該應力的合力向量 $\vec{TU}$ 視為最佳的偏移量。

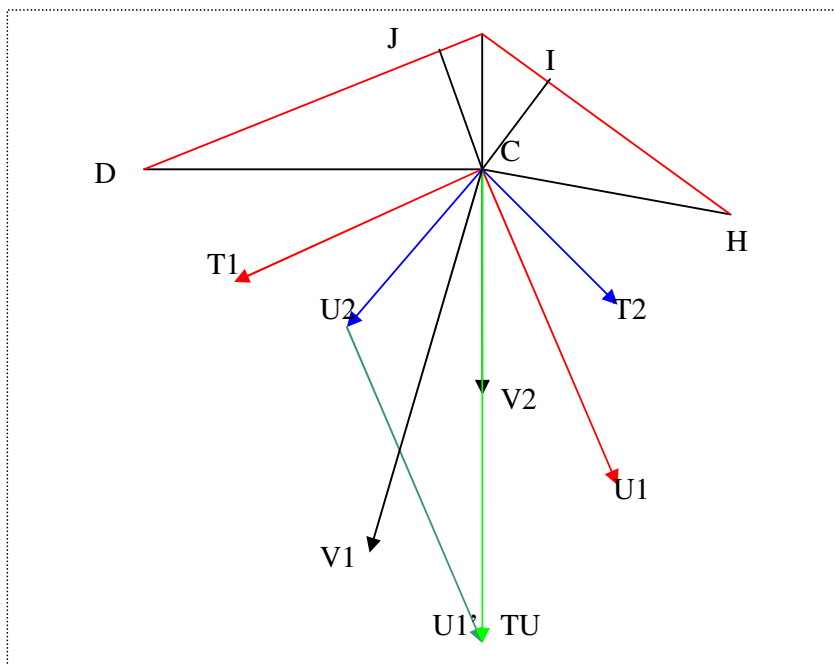


圖 3 點 C、向量 $\vec{U1}$ 、 $\vec{U2}$ 放大圖

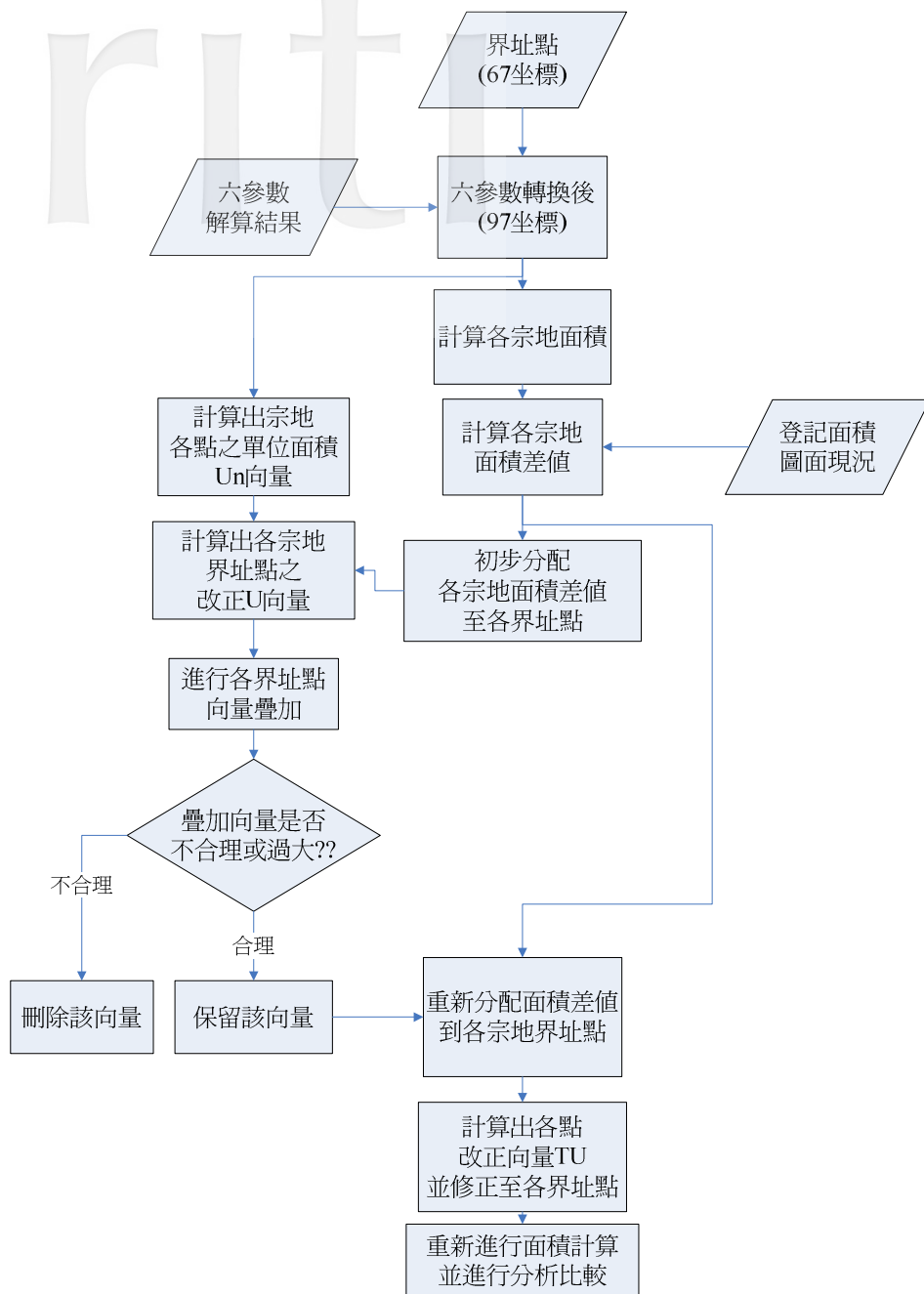


圖 4 利用坐標向量修正法進行面積修正計算流程圖

圖 4 流程圖中 $\vec{U}$ 向量的產生為計算該界址點相鄰兩點之向量為底，將該向量向右旋轉 90° 且除以底向量之長度；單位面積 $\vec{U}_n$ 量向定義為使面積改變 1m^2 的

U 向量大小，即是 $\vec{U}$ 向量在除以二分之一的底邊長度。

茲用圖 5 的 C 點為例說明如下：

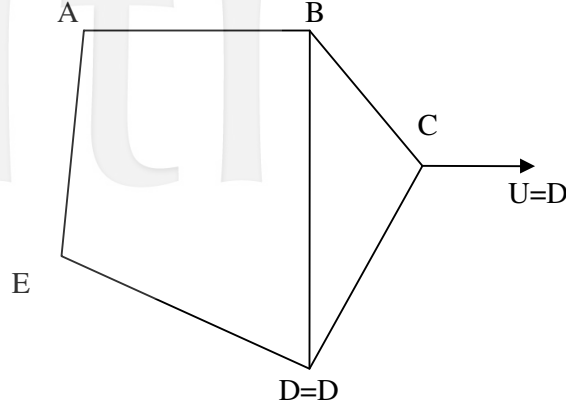


圖 5 U 向量與單位面積 $\vec{U}_n$ 向量示意圖

DB 向量為 $\triangle BCD$ 中 C 點的底邊，假設其向量為 (X_{DB}, Y_{DB}) ，則可將 (X_{DB}, Y_{DB}) 使用平面旋轉矩陣向右旋轉 90° (Wolf and Dewitt, 2000)，則 $\vec{U}$ 向量表示為

$$\vec{U} = \begin{bmatrix} \cos 90^\circ & \sin 90^\circ \\ -\sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{DB} \\ Y_{DB} \end{bmatrix} / \sqrt{(X_{DB})^2 + (Y_{DB})^2} \quad (15)$$

而單位面積向量 $\vec{U}_n$ 則可表示為

$$U_n = \frac{U}{DB} = 2 * \begin{bmatrix} \cos 90^\circ & \sin 90^\circ \\ -\sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{DB} \\ Y_{DB} \end{bmatrix} / ((X_{DB})^2 + (Y_{DB})^2) \quad (16)$$

在改變相同的面積 A 的情況下

$$\begin{aligned} \therefore A &= \frac{\text{底} \times \text{高}}{2} \quad A \in C \\ \therefore \text{高} &\propto \frac{1}{\text{底}} \end{aligned} \quad (17)$$

由式 (17) 可知當底越大則改變相同面積的高則越小，當在分配轉換後宗地面積與登記圖面現況面積的差值時，為平均移動各界址點，面積的分配比例與改點的底邊長度成正比。

三、實驗方法與流程

3.1 實驗區選定

本研究選定位於台中市北屯區之某一地段作為實驗區，實驗區相關屬性資料如表 1 所示。

表 1、實驗區屬性資料表（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

根據實驗區域之形狀與其控制點分佈，將實驗區域分成七個分區域，且因轉換之共同點為同時具有 TWD67 與 TWD97 之控制點，屬於套疊現況的坐標轉換而非圖紙伸縮改正，故採用六參數轉換其成果應較佳（蘇惠璋，2010），依照其控制點分別進行傳統的六參數以及附加面積條件之六參數求解，並將界址點依照

求解之六參數將 67 系統坐標轉換為 97 系統坐標；再將兩種經六參數轉換過之 97 坐標由本文所提出之「坐標向量修正法」求取各界址點之改正量並加以改正；最後計算出各宗地面積與登記進行面積比較與分析。

茲將本研究之進行流程顯示如下圖所示：

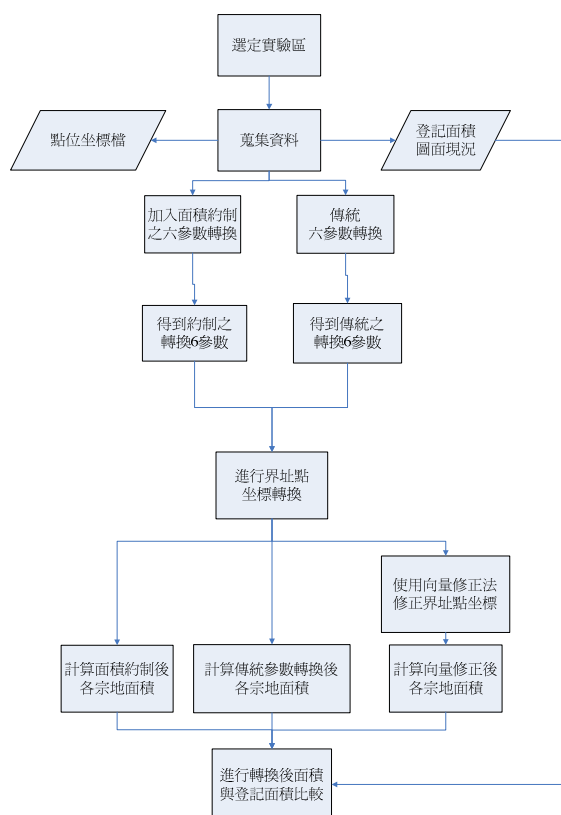


圖 6、研究流程圖

四、研究成果比較與分析

4.1 傳統坐標轉換與坐標向量改正法改正後之成果比較與分析

由七個實驗區經由傳統六參數轉換

及加入坐標向量修正法改正後，宗地面積與登記面積的差值的均方根誤差(RMSE)值進行比較如表 2 所示：

表 2、傳統法與向量修正法之各宗地面積均方根誤差比較表

分區	傳統法 RMSE(m ²)	坐標向量修正法 RMSE(m ²)	改善比例
I	1.639	1.109	32.3%
II	2.448	1.841	24.7%
III	1.792	1.197	33.2%
IV	1.025	0.637	37.9%
V	2.708	1.910	29.5%
VI	2.864	1.987	30.6%
VII	3.207	1.392	56.6%

由表 2 可知七個實驗區域中均有改善，且改善的比例最低也將近改善了 25%

左右；至於在面積超出公差的數目與比例上之比較，如表 3 所示：

表 3、各分區宗地總數與超出公差數表

分區	宗地總數	傳統法 超出公差數	坐標向量修正後 超出公差數	改善比例
I	65	7	3	57.1%
II	80	15	4	73.3%
III	71	25	3	88.0%
IV	101	9	2	77.8%
V	28	12	5	58.3%
VI	66	14	4	71.4%
VII	21	2	0	100%

由表 3 所示，以傳統六參數轉換後再以坐標向量修正法改正後之宗地面積，超出公差的比數均明顯小於只以傳

統六參數進行轉換之成果。

而在各界址點位移方面，則如表 4 所示：

表 4 各分區界址點改正量分析表

分區	總點數	超出 ±6 cm 點數	X(cm) 平均	Y(cm) 平均	X(cm) RMSE	Y(cm) RMSE	S(cm) RMSE	MAX (cm)	平均偏 移量 (cm)
I	179	14	0.0	-0.2	2.9	2.1	3.6	11.0	2.9
II	175	15	0.1	0.0	4.3	2.9	5.2	49.2	3.1
III	173	38	-0.1	0.0	4.2	5.4	6.8	57.2	4.2
IV	227	5	0.0	-0.3	1.9	2.1	2.8	14.6	2.1
V	90	27	-0.2	-1.1	5.4	4.4	7.0	22.9	5.5
VI	188	16	-0.1	-0.2	3.8	4.0	5.6	33.5	3.2
VII	67	7	-0.5	0.3	4.9	5.2	7.1	20.5	4.2

上表中 S 為 XY 平面上的偏移距離，MAX 為該區中所有界址點最大偏移量

由表 4 可知，X 與 Y 改正值皆接近 0，表示整體坐標並無偏移情況；整體偏移的均方根誤差值(RMSE)值稍微偏高，以超過±6 cm 偏移的點數與總點數的比例來看，應該是出現特別大的值而導致整體均方根誤差值(RMSE)的增加。

4.2 改正量過大之分析

茲針對少數幾個界址點偏移量過大的值進行分析，先以第 VII 區為例，最大的偏移值為 0.205 m 的點計有 1011、1023、1024、1034、1035、1080 及 1768 等七點，茲先討論點 1011，該界址點相關資料如表 5 所示：

表 5、界址點 1011 相關資料表

分區	VII	點號	1011
偏移量	0.075 (X) m	-0.190 (Y) m	0.205 (S) m
相關地號	297	299	
登記面積	254 m ²	267 m ²	
傳統法轉換後面積	253.599 m ²	255.586 m ²	
向量修正後面積	253.465 m ²	264.452 m ²	

(註：界址點 1011 為地號 297、299 兩筆宗地所共用)

由表 5 資料顯示，點 1011 改正量過大之可能原因是由於地號 299 之宗地登記面積與其轉換後面積差異過大，造成 TU 向量的過大改正而導致；茲列出地號 299 宗地之組成界址點為 1011、1080、1024、1023、1035、1034、1768、1033 及 1012 等九點。

與偏移值最大之 0.205 的七個點比對，發現它們皆為地號 299 宗地之界址點，由此可知是登記面積與轉換後面積的差值過大所導致。去除上述七點界址點之外，VII 區內其它所有界址點之改正值均小於±6 cm。

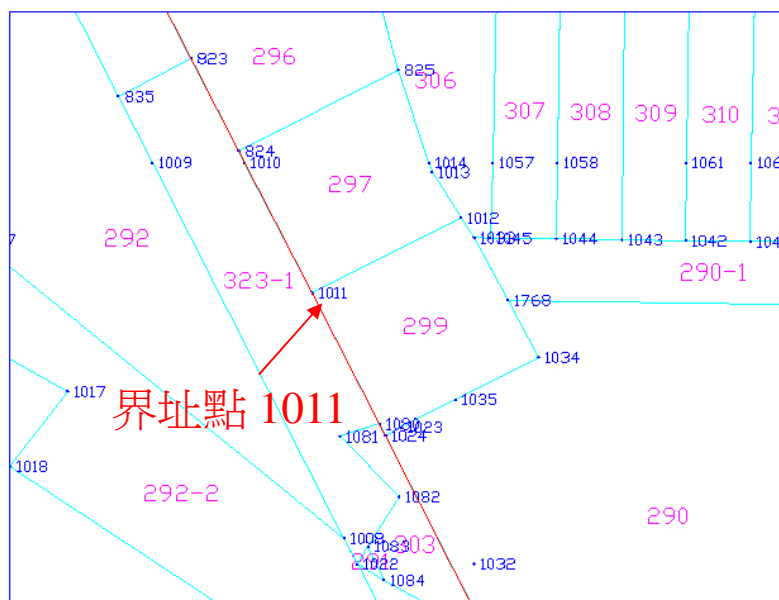


圖 7 地號 297、299 界址點與宗地分布略圖

茲再以第 V 區最大改正量 0.229 m 如表 6 所示：
為例說明，該界址點點號為 539，其資料

表 6、界址點 539 相關資料表

分區	V	點號	539
偏移量	0.228 (X) m	0.011 (Y) m	0.229 (S) m
相關地號	351-7	351-8	
登記面積	49 m ²	3 m ²	
傳統法轉換後面積	46.725 m ²	1.998 m ²	
向量修正後面積	47.686 m ²	2.518 m ²	

(註：界址點 539 為地號 351-7、351-8 兩筆宗地所共用)

由表 6 可知，地號 351-8 該筆宗地面積過小，雖登記面積與轉換面積差值僅 1.002 m²，但是以整筆土地的面積來看卻是差了 33%；且該筆宗地的底邊過

小，根據式 (17) 中表示底與高為反比例關係，此處的底邊過小再加上面積差與面積比例過高，而造成 TU 向量過大。

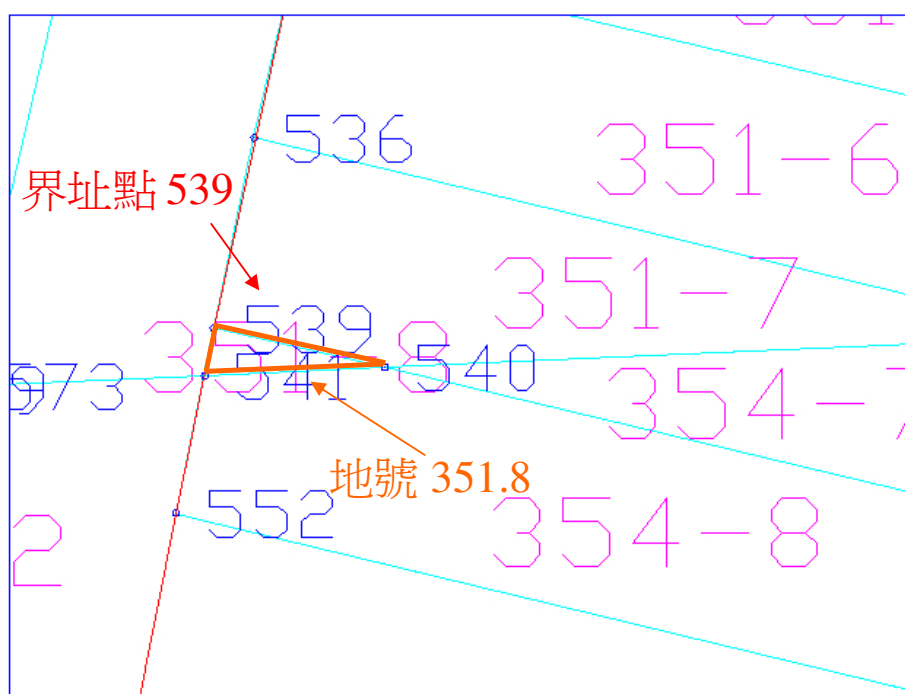


圖 8 地號 351-7、351-8 界址點與宗地分布略圖

4.3 加入面積約制條件與坐標向量修正法改正後成果比較與分析

由七個實驗區經由附加面積約制

條件之六參數轉換及加入坐標向量修正法改正後，宗地面積與登記面積的差值的 RMSE 值如表 7 所示

表 7、加入面積約制條件與向量修正後各宗地面積均方根誤差比較表

分區	面積約制 RMSE(m ²)	坐標向量修正法 RMSE(m ²)	改善比例
I	1.631	1.083	33.6%
II	2.699	2.116	21.6%
III	1.925	1.358	29.5%
IV	1.131	0.757	33.1%
V	2.626	1.778	32.3%
VI	2.895	2.025	30.1%
VII	3.094	0.996	67.8%

由表 7 可知七個區域中均有改善，參數法低，但是最少也將近改善了 22% 左右；在面積超出公差的數目與比例上，如表 8 所示：

表 8、各分區宗地總數與超出公差數比較表

分區	宗地總數	面積約制後 超出公差數	坐標向量修正後 超出公差數	改善比例
I	65	15	6	60.0%
II	80	18	6	66.7%
III	71	22	5	72.3%
IV	101	8	3	62.5%
V	28	12	7	41.7%
VI	66	13	3	76.9%
VII	21	1	0	100%

由表 8 所示，以附加面積條件約制之六參數轉換後再以坐標向量修正法改正後之宗地面積，超出公差的比數均明顯優於以附加面積條件約制之六參數轉換之成果。在各界址點位移方面，如表 9 所示：

表 9 各分區界址點改正量分析表

分區	總點數	超出 ±6 cm 點數	X(cm) 平均	Y(cm) 平均	X(cm) RMSE	Y(cm) RMSE	S(cm) RMSE	MAX (cm)	平均偏 移量 (cm)
I	179	15	0.2	-0.2	3.0	2.1	3.7	10.9	3.0
II	175	29	0.6	0.2	4.5	3.0	5.5	50.4	3.4
III	173	40	-0.1	0.0	4.2	5.4	6.9	57.6	4.2
IV	227	6	0.2	-0.1	2.0	2.2	3.0	14.8	2.4
V	90	26	-0.1	-1.0	5.4	4.4	6.9	23.0	5.4
VI	188	17	-0.2	-0.2	3.8	4.1	5.6	33.0	3.3
VII	67	7	-1.1	-0.2	5.2	5.6	7.6	22.6	4.3

上表中 S 為 XY 平面上的偏移距離，略高，表示在整體面積約制的過程之中，各點位的分布有了些微的變形與位移產生；整體偏移的 RMSE 也較傳統法改

MAX 為該區中所有界址點最大偏移量

由表 9 可知，X 與 Y 改正值比傳統法

正高出一點，顯示出在面積約制的過程中雖然大區塊的面積約制住，但是對於各宗地來說是降低其面積的精確度，以超過 ± 6 cm 偏移的點數與總點數的比例來看則有增多且增大的趨勢，更證明了整體進行面積平差後單一比宗地面積精度無法提升的問題。

五、結論與建議

本研究提出之坐標向量修正法依據所計算出之數據顯示，不論使用傳統六參數坐標轉換或是附加面積約制的六參數坐標轉換後，改善轉換後面積超出公差之筆數比例減少了 40%以上，各宗地改正後之面積與登記現況面積之均方根誤差(RMSE)也減少了至少 22%，各界址點的改正量也大部分在容許的 ± 6 cm之內；超出 ± 6 cm的狀況，多半是資料的不合理或是幾何分佈極差之狀況所產生，針對這種情況是否使用個案的方式討論並解決，是未來一個重要的課題。

考慮到儀器誤差、平板儀整置誤差及製圖誤差等項誤差傳播，圖解地籍圖數化成果之界址點位標準誤差為圖上 ± 0.388 mm 至 ± 0.417 mm(劉基益, 2004)，以本研究 1/500 的圖解地籍圖來說，換算成現地的界址點為 ± 19.4 cm至 ± 20.9 cm左右，若以此標準來看，超出容許誤差範圍的界址點數量就更少了，剩下造成界址點改正量仍不符要求的點應明顯屬於錯誤。

目前本文提出之向量修正法只進行一次的求解與改正，若使用循環求解能否進一步提高精度，則為繼續研究之方向

參考文獻

1.地籍測量實施規則，2006 年 11 月 24

日修正

- 2.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。
- 3.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。
- 4.許皓甯，2003，台北市地籍資料 TWD67 與 TWD97 坐標轉換之比較研究，國立中興大學土木工程學系碩士論文
- 5.劉基益，2004，圖解地籍圖數化成果精度分析研究-以界址點為例，逢甲大學土地管理學系碩士在職專班碩士論文
- 6.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。
- 7.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。
- 8.蘇惠璋，2010，不同坐標系統地籍圖以參數轉換套合 TWD97 適切性分析研究，逢甲大學環境資訊科技碩士學位學程測量科技組碩士專班碩士論文
- 9.Edward M. Mikhail and F. Ackerman. Observation And Least Squares, 1976. Thomas Y. Crowell Company, University Press of America.
- 10.Paul R. Wolf and Bon A. Dewitt Elements of Photogrammetry with Application in GIS 3rd edition, 2000. McGraw-Hill Book Co.