

圖解法地籍圖數值化成果土地複丈電腦套圖作業系統介紹

The Digitized Graphic Cadastral Map-Fitting operating System for the Land Resurvey

董荔偉¹ 許登惠² 鄭彩堂³ 李旭志⁴
Li-Wei Tung Deng-Huei Shiu Tsai-Tang Cheng Hsu-Chih Lee

摘要

內政部土地測量局為配合內政部訂頒「圖解法地籍圖數值化成果辦理土地複丈作業手冊」之規定及實際需要，提高土地複丈精度與速度，並因應推動將圖解法數值化地籍圖成果轉換至 TWD97 坐標系統作業之需要，特辦理本「圖解法地籍圖數值化成果土地複丈電腦套圖作業」案，藉以測試及建立混合不同約制條件及坐標轉換模式，實施電腦套圖作業，藉以分析不同地區，較適宜之轉換套疊模式，以供地政事務所辦理圖解法土地複丈電腦套圖、圖幅整合、複丈圖管理及轉換至 TWD97 坐標系統作業之需求。

為有效運用圖解法地籍圖數值化成果，解決圖幅接合問題，建立整段管理及達成無接縫地籍圖目標，以提高國土資訊加值及國土規劃應用效益，達到地籍測量全面數值化作業，內政部土地測量局於 94 及 95 年度推動「圖解法地籍圖數值化成果整合應用於土地複丈作業試辦計畫」，並於 96 年度展辦「圖解數化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊計畫」；而本作業系統為執行圖解數化地籍圖整合建置及都市計畫地形圖套疊之重要操作系統之一。

圖解法地籍圖數值化成果土地複丈電腦套圖作業系統，係利用外業所測 TWD97 現況點坐標成果，套疊圖解地籍圖數值化成果，實施坐標轉換及圖幅整合，將圖解地籍圖數值化成果轉換至 TWD97 坐標系統，達到以地段為單元方式管理圖解地籍圖數值化成果，作為推動土地複丈全面數值化之基礎，並專案管理土地複丈相關成果，共享外業測量資源，提高複丈成果品質，藉由區域坐標轉換參數之建立，方便爾後複丈異動與相關圖籍轉換之需。

關鍵詞：套圖作業系統、約制條件、坐標轉換

¹ 內政部土地測量局測量員

² 光特資訊科技股份有限公司工程師

³ 內政部土地測量局技正

⁴ 內政部土地測量局課長

一、前言

地籍測量自 78 年度起全面採用數值法辦理地籍圖重測工作，惟地籍圖重測工作因限於經費，無法於短期內將破損、老舊之圖解地籍圖予以更新。為避免圖解地籍圖持續破損惡化，延長其使用壽命，並因應電子化政府之殷切需求，已於 94 年度全部完成臺灣省圖解地籍圖數值化工作。因圖解數化資料僅保存數化當時地籍圖之原貌及精度，地籍圖因破損、伸縮等自然或人為因素造成圖幅無法銜接之問題，並無法藉由圖解數化解決，致目前仍以分幅方式管理圖解地籍圖，影響國土資訊之應用與發展。又目前應用圖解數化成果於核發地籍圖謄本及繪製土地複丈圖作業，如遇宗地跨圖幅時，多仍依人工拼接方式處理，未有一套標準作業機制，致出現不同測量人員處理結果不同，影響民眾權益；另因圖地不符及國土資訊系統中基本資料精度有限，影響其套疊精度及國土資訊系統應用效益。故應積極解決圖解地籍圖接圖問題，建立無接縫整合式空間資料，改善圖地不符問題，以確保民眾權益，並可提高國土資訊系統空間資料之精度及提升套疊整合利用效益及加速電子化、數位化政府時代的來臨。

傳統之坐標轉換須找到具新舊兩組坐標之共同點，才得以實施，且其共同點點數，需視轉換參數未知數數量而異（如四參數轉換需有二個以上共同點，六參數轉換則需有三個以上共同點）。本作業系統主要目的係突破目前坐標轉換必須以共同點，即點對點作業模式之限制，配合現行地籍測量外業多僅能測量現況點及量距之情況，直接利用共線與距離（邊長註記）條件，結合點對點條件，實施約制條件坐標轉換，以更為方便之做法，將地籍圖坐標系轉換至實地 TWD97 坐標系；另利用平差原理，將相鄰複丈地區予以接合，整合圖解地籍圖分幅成果，提高其套疊精度，藉以整合成無接縫地籍圖模式，健全地籍管理。

二、理論依據

2.1 TWD67 與 TWD97 近似轉換

2.1.1 地籍坐標轉換到 TWD67

圖解數化成果管理系統在匯入數化成果進行管理時，已利用土地測量局於 1999 年自行研發之「地籍坐標與二度分帶坐標轉換之研究」，將數化成果屬於地籍坐標系統之地段計算並儲存 TWD67 坐標轉換參數，該轉換模式係基礎於以早期地籍三角點與虎子山 TWD67 系統共同點，以最小二乘共置法所解算台灣全區 500 公尺網格及雙線性內插法，精度約 1~2 公尺。

2.1.2 TWD67 轉換到 TWD97

使用者自行於系統參數檔內指定 TWD67 轉換 TWD97 之參數，以嘉義市為例： $x_{67} = x_{97} - 828.5$ ， $y_{67} = y_{97} + 207$ （此為經驗式）

使用者未設定上述系統參數時，則依成功大學水工試驗所資料庫及地理資訊組公布之大地坐標轉換測試程式：

如（<http://gis.thl.ncku.edu.tw/coordtrans/coordtrans.aspx>）

TWD67<->TWD97 二度分帶二維坐標轉換公式：

$$A = 0.00001549$$

$$B = 0.000006521$$

$$X_{67} = X_{97} - 807.8 - A * X_{97} - B * Y_{97}$$

$$Y_{67} = Y_{97} + 248.6 - A * Y_{97} - B * X_{97}$$

$$X_{97} = X_{67} + 807.8 + A * X_{67} + B * Y_{67}$$

$$Y97 = Y67 - 248.6 + A * Y67 + B * X67$$

2.2 約制條件坐標轉換

2.2.1 點對點坐標轉換

1. 三參數轉換係保持地籍圖不伸縮變形，即僅作平移及旋轉。
2. 四參數轉換之線性關係基本公式

$$\begin{cases} X_p = a x_p - b y_p + c \\ Y_p = b x_p + a y_p + d \end{cases} \quad (2-1)$$

a,b,c,d 為轉換參數，其中 c,d 為平移量。

3. 六參數轉換之線性關係基本公式

$$\begin{cases} X_p = a x_p + b y_p + c \\ Y_p = d x_p + e y_p + f \end{cases} \quad (2-2)$$

a,b,c,d,e,f 為轉換參數，其中 c,f 為平移量。

2.2.2 共線條件(三點共線)

1. 現況點在經界線上(如圖 2-1)

$$\frac{(X_3 - X_4)}{(Y_3 - Y_4)} = \frac{(X_4 - X_5)}{(Y_4 - Y_5)}$$

$$\Rightarrow (Y_3 - Y_4)(X_4 - X_5) - (X_3 - X_4)(Y_4 - Y_5) = 0 \quad (2-3)$$

X_3, Y_3, X_5, Y_5 : 經坐標轉換後之界址點坐標

X_4, Y_4 : 實測之現況點坐標

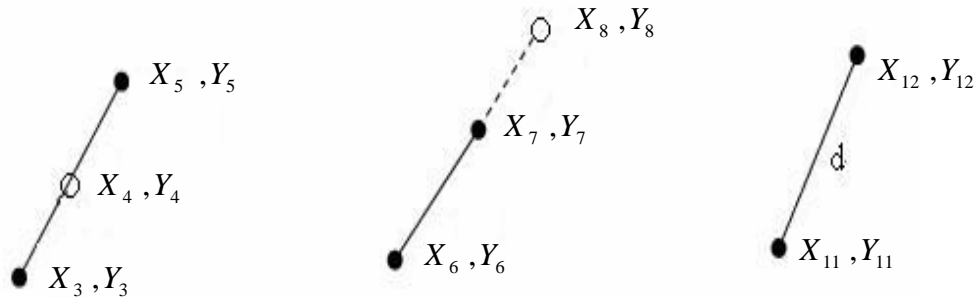


圖 2-1 三點共線示意圖 1 圖 2-2 三點共線示意圖 2 圖 2-3 距離條件示意圖

2. 現況點在經界延長線上(如圖 2-2)

$$(Y_7 - Y_8)(X_6 - X_8) - (X_7 - X_8)(Y_6 - Y_8) = 0 \quad (2-4)$$

X_6, Y_6, X_7, Y_7 : 經坐標轉換後之界址點坐標

X_8, Y_8 : 實測之現況點坐標

- 2.2.3 距離條件(圖廓邊長或地籍圖邊長註記)(如圖 2-3)

$$d = \sqrt{(X_{12} - X_{11})^2 + (Y_{12} - Y_{11})^2} \quad (2-5)$$

2.3 界址點依分區位置進行坐標改正

圖解數化地籍圖不論以分區管理或整段管理，當完成了所有分區之約制條件坐標轉換計算後，必須以圖幅或全段為單位，逐一將所有界址點依其與分區之關係位置，計算改正量修正坐標。

圖 2-4 有三個分區，分區之範圍以圓形表示。其中分區 1 及分區 2 之範圍有部分重疊，分區 3 與其它分區則有空隙。分區內有多個計算條件之界址點以 P1~P12 表示。另外，Q1 及 Q2 於分區範圍內，但是非計算條件之界址點，Q3 及 Q4 於分區範圍外，當然也不是計算條件之界址點。Q1~Q4 之計算方式說明如下：

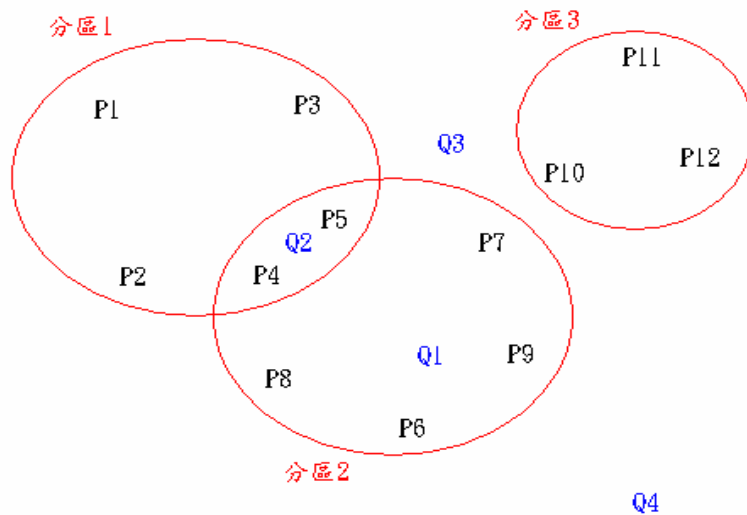


圖 2-4 作業分區圖

1. 界址點為分區計算之條件

圖 2-4 之 P1~P12 不僅是界址點，同時也是分區計算時之條件（點對點、共線、距離），由於在分區計算時已計算改正量，在這個階段不再重覆處理。

2. 界址點在分區內

圖 2-4 之 Q1 界址點落於分區 2 內部，因此改正量將找使用該分區最近之三個條件點的改正量取距離倒數的平方計算。

3. 界址點在多個分區內

圖 2-4 之 Q2 界址點落於分區 1 及分區 2 之內部，改正量將找最近之三個條件點，若同一條件點(例如 P4, P5)則取其改正量平均值後，依距離倒數平方計算。

4. 界址點不在任何分區內

圖 2-4 雖然有計算分區，但 Q3 及 Q4 界址點卻位於所有分區之外部，此時將使用 k-Nearest-Neighbor classifier，並且 k 值為系統變數，可由使用者設定（預設值為 3）。方法是將欲計算改正量之界址點，找出距離最近之 k 個條件界址點。再依距離內插出改正量。

2.4 分幅接合處理

2.4.1 圖廓線上共同點處理

1. 圖幅鄰接關係

圖幅接合時首先須找出各圖幅之鄰接關係，由於圖解數化地籍圖有多種不同圖紙尺寸，並且圖幅鄰接關係在數化作業時並未記錄，須由程式依據坐標系統種類及各圖幅數化之圖角點坐標值加以判斷。

2. 相鄰圖幅間之共同點

相鄰兩圖幅之圖廓線上共同界址點關係，必須依據線位相所記錄之右側

地號加以判斷，也就是圖廓線上界址點之兩側地號必須與相鄰圖幅之兩側地號相對應，才能確認是圖廓線上之共同點。

3. 圖廓線上共同點改正

經配對完成之圖廓線上共同點，必須計算兩點間距離，將距離反算出圖上實際長度後，依系統參數範圍（例如 0.2mm 或 0.4mm）決定取平均值或是保留兩點。若是將兩點取平均值為一點之後，必須再計算兩圖幅使用該點之經界線方位角是否接近直線，若點與接合後經界線垂距在系統參數範圍內（例如 0.2mm 或 0.4mm），則須在兩圖幅同時去除圖廓線上界址點。

2.4.2 圖廓內界址點修正

作業地段依上述方式將所有相鄰圖幅之圖廓線上共同點都處理完成後，由於圖廓線上界址點已經修改坐標值，因此圖廓內的界址點，應該依據與圖廓線之距離及位置，適當地修正坐標，否則與圖廓線上界址點較近之界址點間相對位置會明顯扭曲。

圖廓內界址點利用線性內插，計算較近之水平及垂直兩圖廓上點位改正量，若投影到較近側之圖廓線上沒有落在兩個改正界址點間，則不處理圖廓內界址點修正。

三、功能介紹

圖解法地籍圖數值化成果土地複丈電腦套圖作業系統主要分為八大功能(系統設定、現況處理、作業分區、約制條件、套圖計算、分區整理、圖幅接合、資料匯出)及其它功能，其系統主畫面如圖 3-1，簡要介紹分述如下：

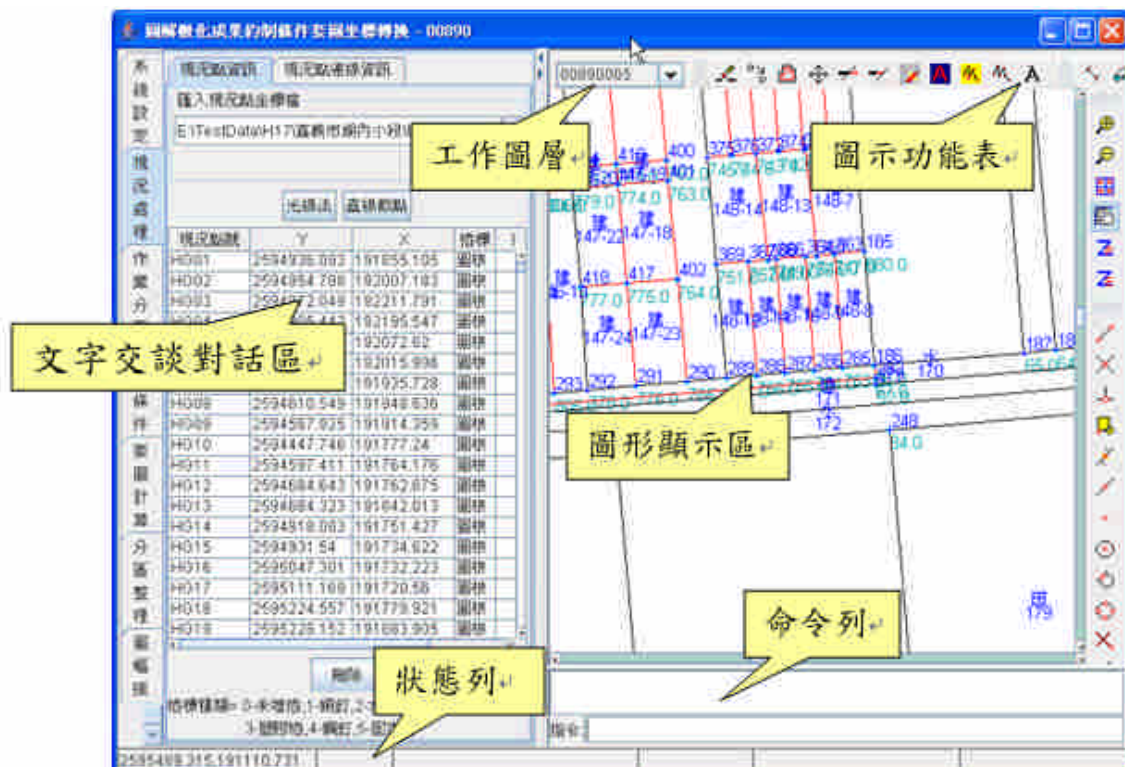


圖 3-1 系統主畫面圖

3.1 系統設定

本作業系統除了可直接讀取圖解法地籍圖數值化成果管理系統或地政整合系統（含 Web 版）資料庫轉出之二進位格式檔案，以加速圖形載入之速度之

外，並可提供載入外部圖檔(向量地形圖、都市計畫圖及正射影像圖)功能，使地籍圖與外部圖檔作套疊，其圖檔可分別以圖層方式加以管理，設定不同顏色。在此功能下，可將匯入之地籍圖進行圖紙伸縮改正，並轉換至 TWD97 坐標系統，將各圖幅之地籍圖坐標系統轉換至 TWD97 的目的，僅是讓地籍圖能與現況點及 TWD97 外部圖檔能約略套合，操作人員再選擇作業圖幅號，用平移、旋轉及微調功能，讓現況點儘量貼近對應地籍圖之界址點與經界線，使程式可以在近似 TWD97 坐標系統的地籍圖上全自動找出最適合的約制條件。

3.2 現況處理

本作業系統所需 TWD97 坐標系統之現況點可以從重測系統、土地複丈外業作業系統、本系統提供之幾何坐標計算功能等三個方式取得。本系統提供幾何坐標計算功能包含：光線法、放樣計算、導線平差計算、直線截點法、兩直線求交點法、直線與圓弧求交點、兩圓弧求交點、面積計算、交弧交會法、圓弧計算、方位角與距離計算、點與線之垂距計算。本系統同時採用現況點及現況點連線兩種界址加註方式，將點及線的現況以文字標示在圖形螢幕上，供操作人員套圖參考。現況點除了有樁位類別，也會有位置說明(長度為 10 個中文字)；現況點連線則參考重測系統地籍調查表界址查註記錄方式，並提供圖形介面供操作人員連結現況點並輸入經界物類別，操作人員可以設定現況點及現況點連線兩種界址加註的顏色及開關，使套圖作業能更便利。

3.3 作業分區

當全段所有圖幅地籍圖計算出近似 TWD97 坐標系統後，操作人員依現況點分布等狀況，先規劃全段各分區之範圍。圖解數化成果以分幅方式管理時，可以將一個圖幅視為一個約制條件套圖坐標轉換分區，或在一幅圖內用滑鼠在圖形螢幕上點選畫出各個套圖作業分區，或指定多個地號組成套圖作業分區，特殊狀況下也可以指定以圓或矩形範圍作為套圖作業分區。圖解數化成果以整段方式管理時，則可以全段為一個約制條件套圖坐標轉換分區，或繪出多個分區。每個套圖作業分區都必須是封閉多邊形並且不可以跨圖幅(以圖幅或以全段為作業分區者除外)，操作人員可以賦予各分區名稱(或編號)。作業過程中，分區之封閉多邊形範圍若經異動，該套圖作業分區之所有計算資訊將會失效而被清除而須重新計算，因此一開始決定分區範圍將十分重要。

3.4 約制條件

當選定作業分區後，利用下拉式選單選擇「垂距範圍」，按「自動搜尋約制條件」系統將依垂距先搜尋符合限制條件之點對點約制條件，再搜尋點對線約制條件並分別列於「點對點」及「點對線」頁面的表格中，距離約制條件則讀取資料庫中實量邊長距離或由操作人員自行輸入。並可設定現況點及界址點的先驗精度，及增加或刪除條件，作為套圖計算的依據。約制條件功能畫面如圖 3-2。

3.5 套圖計算

每個套圖作業分區可分開進行包含：三參數、四參數及六參數約制條件坐標轉換計算。計算時同時使用：點對點(現況點對界址點)、共線(現況點在兩界址點之連線上或延伸線上)及距離(界址點與界址點實量邊長)等三種約制條件。完成每個套圖作業分區計算後，可列印分區約制條件套圖坐標轉換作業成果表，內容包括：段名，段號，段延伸碼，圖幅號、套圖作業分區名稱、界址點先驗精度、現況點先驗精度、現況點數、全部及使用之約制條件數、三種坐標轉換方式

之中誤差及精度、三種坐標轉換方式之分區範圍內宗地計算面積比較、三種坐標轉換方式之現況點垂距比較。操作人員再依據三種坐標轉換方式之計算精度、約制條件垂距平均或面積分析結果選用坐標轉換參數，由程式記錄在套圖坐標轉換作業檔。套圖計算功能畫面如圖 3-3。

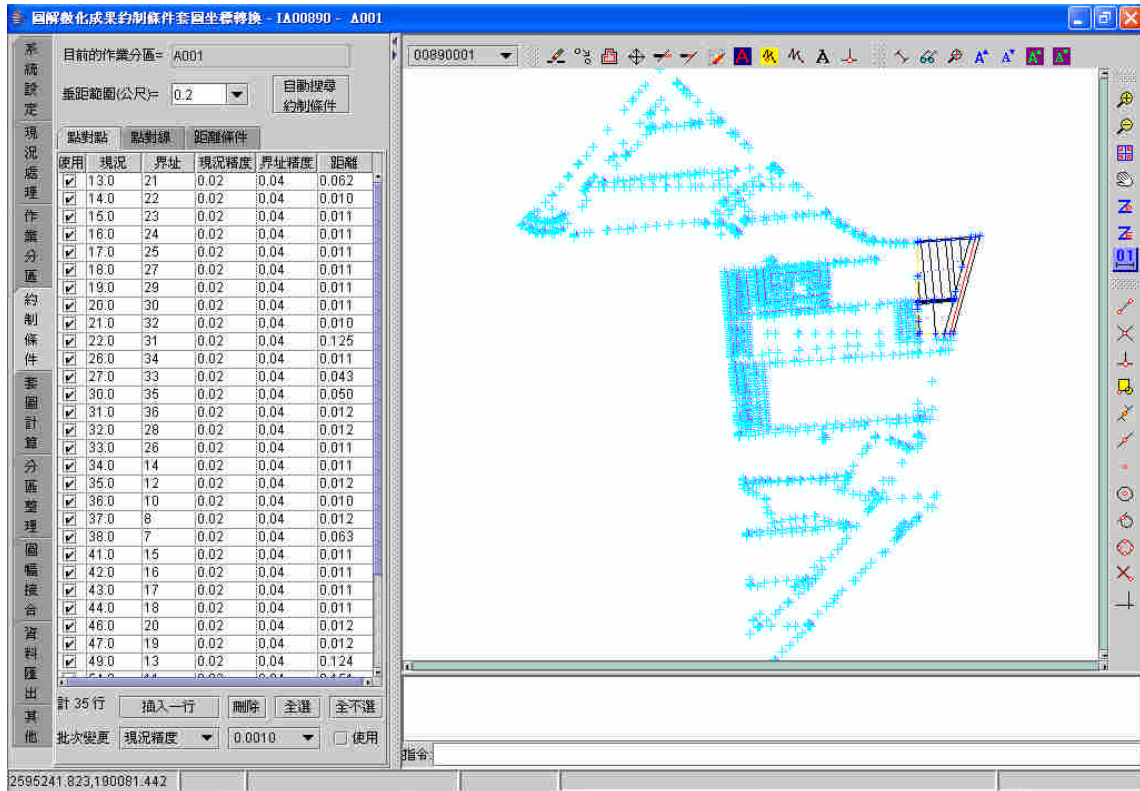


圖 3-2 約制條件功能畫面圖

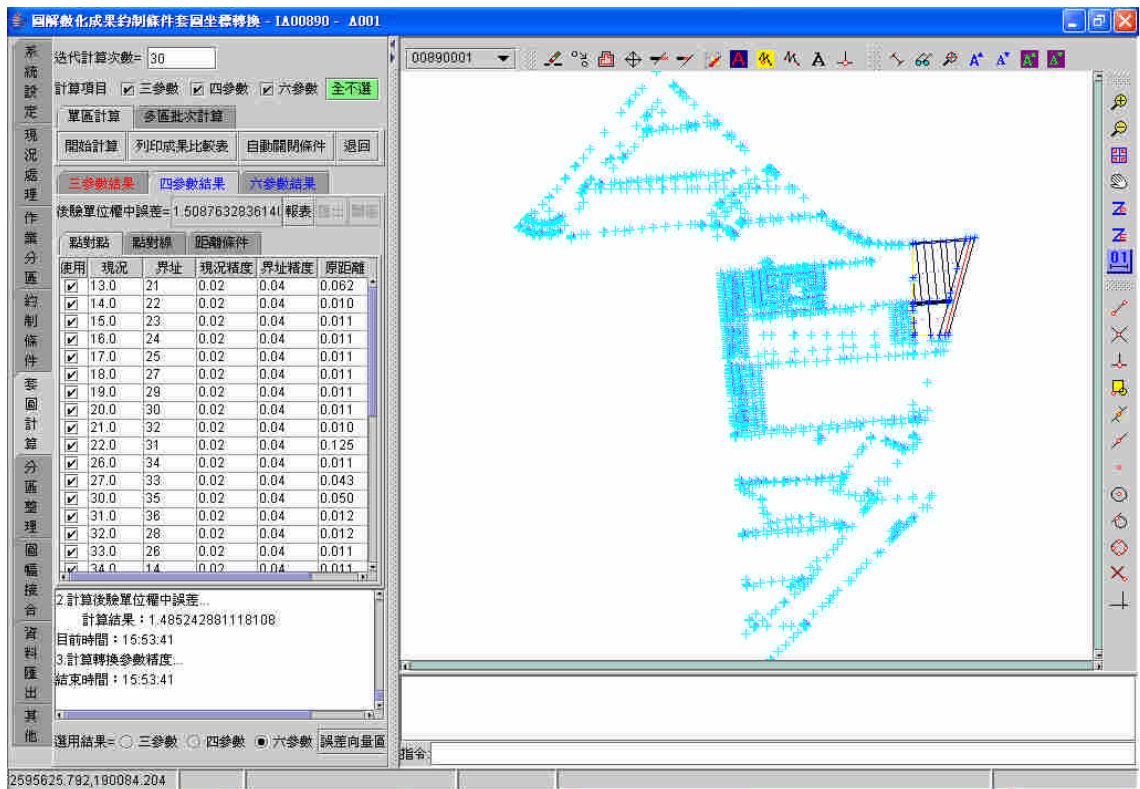


圖 3-3 套圖計算功能畫面圖

3.6 分區整理

分幅(區)接合作業，首先須完成各圖幅「區外及重疊界址點計算」，接著由程式自動找出所有圖幅(土地複丈時僅進行部份圖幅)的相互鄰接的關係，由程式自動從圖號索引檔內取出圖幅接合圖角坐標資料，再由程式自動將相鄰圖幅之圖廓線上對應界址點加入：圖幅接合相鄰圖幅界址資料(內含：圖幅號、界址點號、相鄰圖幅號、相鄰界址點號、圖幅接合圖角坐標資料流水號、計算後坐標資料流水號)；在分區整理各圖幅資料後，亦有地號界址編輯及幾何計算功能處理界址坐標之修正。

3.7 圖幅接合

圖幅接合圖角坐標資料以及圖幅接合相鄰圖幅界址資料，可據以進行加權平均坐標計算，計算結果列示出各筆界址資料之改正量，並在圖形區標示出位置，操作人員可在電腦螢幕選擇刪除圖幅接合資料重新計算。

各圖幅之圖廓線上界址點經過上述計算後，接合改正結果已儲存在圖幅接合相鄰圖幅界址資料之計算後坐標資料，利用這些圖廓線上界址點之改正量，圖幅範圍內各界址點即可以依位置(距離)配賦改正量(距圖廓愈近改正數愈大，圖幅中心附近範圍不改正)。每一圖幅所有界址點再次依圖幅接合而改正後，可儲存圖幅約制條件套圖坐標轉換結果。接合成整段(土地複丈時僅進行部份圖幅)之界址點，提供操作人員在圖形螢幕上交談修正界址點位(包含：經界線上插入及刪除界址點、點位鎖點移動等功能)，以修正因圖幅接合引起之閃電狀及圖廓線上多餘之界址點。

3.8 資料匯出

匯出格式有 DXF 檔、圖解數化整合檔(.PUN/.BUN/.CUN)、作業資料儲存檔及圖解數化分幅檔(利用下拉式選單選擇資料來源為「近似至 TWD97」、「約制轉換結果」、「原始數化(經伸縮改正)」，.P**/.B**/.C**)，並可選擇所要儲存的檔案路徑跟檔名，完成後會出現完成匯出訊息。

3.9 其他

除了上述八大功能外，尚有如圖形工作區設定(即可開啟和關閉工作區圖層，並可選擇圖層類別顏色)、繪圖輸出(點選出圖方式、圖址尺寸，手動輸入繪圖比例尺、繪圖中心位置，或者以按滑鼠左鍵點選地籍圖，系統會自動把中心位置帶上來，可勾選圖角坐標與比例尺，以手動輸入左上文字 1、左上文字 2、右下文字、圖名)、坐標顯示設定(可勾選設定 X、Y 坐標的顯示次序，及手動輸入 XY 坐標顯示格式小數位數)、坐標逆轉換(點選轉換整段、圖幅或者是分區後，即可轉換坐標，並顯示轉換參數值)等功能均放入此項頁籤內。

四、預期效益

- 1.突破傳統坐標轉換須以點對點方式作業之限制，研究推導更簡易並符合實際作業之平差公式，了解其可行性，減少為求共同點兩組坐標所花費作業，縮短作業流程。
- 2.參考實地使用現況整合圖解地籍圖，提高圖解數化成果精度及與實地之一致性，並測試分析圖解地籍圖較佳之整合處理作業模式，提供日後推動圖解地籍圖整合作業之參據。
- 3.將圖解地籍圖轉換至 TWD97 坐標系統，提高國土資訊系統圖解地籍圖資與其它圖層套疊精度，擴大國土資訊系統應用領域。
- 4.整合分幅地籍圖成果，建立以段為單元方式管理圖解地籍圖，健全及便利地籍管

理，方便跨圖幅地籍圖謄本核發及土地複丈與異動訂正作業，提高為民服務品質與效能。

- 5.作為推動圖解地籍圖成果採數值方式實施土地複丈作業之參考，加速全方位數位化政府時代之來臨。

五、結論

為提高地籍圖改正之周延性，在進行坐標轉換時，本系統除利用各圖幅之 4 個圖廓點及圖廓邊長外，亦將地籍圖上之控制點納入，利用其均有數化坐標(已伸縮)及原始(視為正確坐標，無伸縮)坐標之特性以提高地籍圖圖紙伸縮改正之嚴密性，使改正後地籍圖每一區塊更接近於原測設地籍圖時(無伸縮)之狀況。於計算轉換參數時，觀測量(現況點、界址點)可依操作者視圖籍狀況給予不同先驗精度，於平差計算後，現況點之改正數小於界址點之改正數，使界址點改正數在合理範圍，應用於實際作業。實地已有新坐標系統之圖根點，可利用本系統所採用以現況點約制逆轉換模式，求得圖根點在原地籍圖坐標系統之成果，應用於後續土地複丈作業，降低目前因圖根點遺失，補建成果與原系統不一致問題之困擾。

六、參考文獻

- 1.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，中興大學碩士論文。
- 2.內政部土地測量局(2004)，「以約制條件實施坐標轉換整合圖解數化成果之研究」研究報告。
- 3.內政部土地測量局(2006)，「圖解法地籍圖數值化成果土地複丈電腦套圖作業」期末報告(修正版)。
- 4.內政部土地測量局(2006)，「圖解法地籍圖數值化成果土地複丈電腦套圖作業」操作手冊(期末修正版)。