

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以 GPS 技術獲取土地利用變化之空間資訊(2/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2415-H-004-025-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立政治大學地政學系

計畫主持人：林老生

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 8 月 4 日

中英文摘要及關鍵詞

(一) 中文摘要及關鍵詞

全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 技術, 不但可用以實施控制測量, 而且可用以從事土地細部測量, 獲取土地利用變化之空間資訊。因此, 本研究案的主要目的是利用全球定位系統, 具有不受地面點間通視及氣候的限制、速度快、精度好等優點, 並透過對土地利用變化類型分析, 規劃適切的 GPS 土地細部測量作業程序, 迅速地獲取土地利用變化區域的空間資訊, 即時的更新土地管理資訊系統。具體而言, 本案將就下列主題加以探討: (一) 直接以 GPS 進行土地細部測量的作業程序研擬, (二) 若受制於環境影響, 必須使用傳統測量方法, 如全測站經緯儀 (Total Station, TS) 測量等, 以輔助 GPS 測量; 因此, 必需研擬 GPS 測量結合傳統測量方法進行土地細部測量的作業程序, (三) 將蒐集的外業數據轉換為 GIS 相容的圖檔, (四) 分析我國的土地利用變化類型, 簡化 GPS 測量的作業程序, 進而探求一套快速、精確的工作流程, 有效利用 GPS 技術, 更新土地利用變化的空間資訊。

關鍵詞: 全球定位系統、土地利用變化

(二) 英文摘要及關鍵詞

The Global Positioning System (GPS) is an all-weather, space-based navigation system. Due to the tremendous accuracy potential of this system, and recent improvements in receiver technology, there is a growing community that utilizes the GPS for a variety of civilian applications. The main goal of this proposal is to find an optimize GPS field surveying procedure to collect spatial information of land-use change region promptly and accurately, through the analysis of the land-use change styles. The collected spatial information of land-use change region will be used to update the database of the land management system. Specifically speaking, the following topics will be addressed in this project: (1) GPS cadastral surveying, (2) GPS and total station cadastral surveying, (3) translating the collected data to GIS compatible files, and (4) designing a powerful and effective land-use change spatial information collecting procedure using GPS through land-use change style analysis.

Keywords: Global Positioning System (GPS), Land-use Change

目錄

| | |
|---|-----|
| 中英文摘要及關鍵詞 | I |
| 目錄 | II |
| 圖目錄 | III |
| 表目錄 | IV |
| 一、前言 | 1 |
| 二、研究目的 | 1 |
| 三、文獻探討 | 1 |
| 四、研究方法 | 2 |
| 五、結果與討論 | 2 |
| 5.1、RTK 輔以 TS 實施土地測量..... | 2 |
| 5.2、土地利用變化類型分析..... | 3 |
| 5.3、實驗結果與討論..... | 3 |
| 5.3.1、都市地區土地利用變化類型分析 - 以台北市士林區等 8 個地區共 37 期市地重劃區為例..... | 3 |
| 5.3.2、經由土地利用變化類型分析後，以 RTK & TS 實施土地測量..... | 11 |
| 5.3.3、GPS RTK 與全測站經緯儀在土地測量應用之效能比較..... | 14 |
| 5.3.4、GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程規劃..... | 16 |
| 六、參考文獻 | 21 |
| 七、計畫成果自評 | 21 |

圖目錄

| | |
|---|----|
| 圖一、多邊形分裂,分裂後的各子多邊形與其母多邊形的相鄰多邊形無合併關係..... | 4 |
| 圖二、單個多邊形分裂,其子多邊形與母多邊形相鄰多邊形的子多邊形有合併關係..... | 4 |
| 圖三、台北市中山區第三期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 7 |
| 圖四、台北市中山區第一期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 8 |
| 圖五、台北市中山區第四期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 8 |
| 圖六、台北市中山區第十期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 9 |
| 圖七、台北市松山區第四期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 9 |
| 圖八、台北市中山區第五期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 10 |
| 圖九、台北市北投區第七期市地重劃區重劃前、後地籍圖..... | 10 |
| 圖十、宗地範圍示意圖..... | 12 |
| 圖十一、模擬土地分割圖..... | 12 |
| 圖十二、模擬分割變遷圖..... | 13 |
| 圖十三、模擬土地合併(擴大)..... | 13 |
| 圖十四、政治大學校區之導線檢核點與導線控制點分佈圖..... | 14 |
| 圖十五、以 GPS RTK 執行土地測量之作業流程圖..... | 16 |
| 圖十六、以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖..... | 18 |
| 圖十七、以 GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖..... | 20 |

表目錄

| | |
|-------------------------------------|----|
| 表一、臺北市士林區重劃區統計資料..... | 5 |
| 表二、臺北市大安區重劃區統計資料..... | 5 |
| 表三、臺北市中山區重劃區統計資料..... | 5 |
| 表四、臺北市內湖區重劃區統計資料..... | 5 |
| 表五、臺北市木柵區重劃區統計資料..... | 6 |
| 表六、臺北市北投區重劃區統計資料..... | 6 |
| 表七、臺北市松山區重劃區統計資料..... | 6 |
| 表八、臺北市南港區重劃區統計資料..... | 6 |
| 表九、RTK 與 TS 測量的坐標閉合差與位置閉合差的比較表..... | 15 |
| 表十、RTK 與 TS 作業優缺點比較..... | 15 |

一、前言

值此經濟發展快速的時代，一個好的土地管理系統，必須能夠即時的掌握土地利用變化的空間資訊。欲達此目的，就必須利用最新科技。其中，遙感探測(Remote Sensing, RS)和地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)已先後被運用於土地利用動態監測工作中。理論上，RS 技術用於即時的發現地球表面的各種變化，並對 GIS 進行資料更新。GIS 則是對多種來源的時空數據進行綜合處理、統一管理、動態存取，作為新的集成系統的基礎平台，並為智能化數據採集提供地學知識。實際操作中，土地利用動態監測工作主要包括遙感探測影像判釋、繪製解譯圖、比較參照不同期的解譯圖和主題圖以發現變化、數位化圖件、建立靜態資訊系統進行資訊生產和管理。由於受到遙感探測影像（如人造衛星影像）的解析度、精度等因素的影響，因此在實際運用上，在靠遙測技術確定土地利用變化區域之後，對變化區域的準確測定則必須靠傳統外業測量（如平板測量、全測經緯儀測量）等方法來達成，而且是以外業測量為主。這種作業方式的主要缺點是更新速度慢，耗費大量人力物力。此外，隨著社會經濟的快速發展，土地利用變化日趨頻繁，如果仍利用傳統的土地監測手段，將難以滿足快速、準確監測土地資源變化的需求。

全球定位系統（Global Positioning System, GPS）為美國國防部所發展的人造衛星導航及定位系統，GPS 測量不受地面點間通視及氣候的限制，具有速度快、精度好等優點。以往，GPS 在土地測量方面的應用，主要是控制測量（如內政部實施的全國性的控制點測量、各地政單位實施的圖根點測量等）。然而，由於 GPS 測量的軟硬體的發展、GPS 測量技術的研發，使得 GPS 技術在土地測量的應用範圍更廣泛，由控制測量擴展到細部測量。因此，針對傳統的土地監測手段的缺點，本研究計畫試圖利用 GPS 技術之速度快、精度好等優點，準確的、即時的提供土地利用變化區域的空間資訊。換言之，結合 3S (RS, GPS, GIS) 技術，有效提昇土地管理系統的效能。

二、研究目的

綜上所述，3S 技術在土地管理系統中扮演不同的角色，簡單的說，RS 技術負責偵測土地利用變化情形與區域，GPS 技術負責提供土地利用變化區域的精確之空間資訊，GIS 則根據 RS、GPS 提供的資訊，即時的更新資料庫，供決策者參考運用。

本研究計畫的主要目的是利用本系現有的 GPS 設備與其它測量儀器，探討如何利用 GPS 技術，透過對土地利用變化類型分析，規劃適切的土地細部測量作業程序，迅速地獲取土地利用變化區域的空間資訊，即時的更新土地管理資訊系統。具體而言，本案將就下列主題加以探討：（一）直接以 GPS 進行土地細部測量的作業程序研擬，（二）若受制於環境影響，必須使用傳統測量方法，如全測站經緯儀測量等，以輔助 GPS 測量；因此，必需研擬 GPS 測量結合傳統測量方法進行土地細部測量的作業程序，（三）將蒐集的外業數據轉換為 GIS 相容的圖檔，（四）分析我國的土地利用變化類型，簡化 GPS 測量的作業程序，進而探求一套快速、精確的工作流程，有效利用 GPS 技術，更新土地利用變化的空間資訊。

三、文獻探討

周清波等 (1998) 採用 Magellan 的 ProMARK X-CM 手持型差分測量的 GPS 接收機，以四川省至樂縣仙鶴鄉為實驗區，通過野外實地數據收集、內業資料處理、地圖套疊等，探索出一套快速、準確更新土地資源的工作流程。根據他們的研究結果顯示：採用 GPS 技術進行土地資源數據動態更新，速度快、精度高，是進行土地資源數據更新的一種理想工具。

王曉棟 崔偉宏 (1998) 也是採用 Magellan 的 ProMARK X-CM 手持型差分測量的 GPS 接收機，獲取土地利用空間變化數據，並通過對土地利用變化類型分析，簡化 GPS 測量的野外工作量。根據他們的研究結果顯示：採用 GPS 技術不僅能對遙感技術成果進行量

化，而且是一種獨立的數據源；分析土地利用變化類型，能有效減少 GPS 測量的野外工作量。

四、研究方法

本案為兩年期的研究計畫，第一年的研究目標是探討如何利用已有的 GPS 技術，執行土地細部測量，並將外業測量成果轉換成 GIS 相容的圖檔與屬性檔。本系現有兩套雙頻 GPS 接收機，而在本校綜合院館樓頂上設有固定天線與無線電發射站，因此，利用現有 GPS 設備，不但可以執行控制測量，而且可以即時性動態測量 (RTK) 方式，實施土地細部測量，獲取土地利用變化之空間資訊。

GPS 測量雖然有不受地面點間通視及氣候的限制，速度快、精度高等許多優點。但是，它也有缺點，例如觀測地點必須對空開闊，才可以接收到 GPS 人造衛星訊號。實際野外測量作業的環境，隨著作業區的現實環境而變，可能在原野、山區、或城鎮地區等。那麼在某些地區，如森林區、高樓矗立地區，無法實施 GPS 測量時，可能需要使用其它測量的方法來替代，例如使用全測站經緯儀等。政治大學木柵校區，有平地，也有山丘，有開闊的原野地形，也有樹林或建築物遮蔽的地方，所以，初期，將選政大校區作為本案的實驗區。而且，本案將研究目標鎖定在 GPS 實施地籍細部測量外業方面，然後，再分成數個子目標來研究，分別是：(1) GPS RTK 與全測站經緯儀在土地測量應用之效能比較，(2) 可以完全使用 GPS 的狀況，(3) 需要使用其它測量方法輔助的狀況。至於內業部份，包含 GPS 及其它測量資料處理、將處理好的細部測量成果轉換成 GIS 相容的圖檔格式。

為了讓 GPS 土地細部測量工作流程之規劃設計更完善，除了要了解 GPS 技術的特性與優缺點外 (如本案第一年的研究目的)，更需要進一步分析土地利用變化類型，從 GIS 的角度而言就是建立多邊形空間變化的概念模型。例如，一個多邊形發生了變化，從變化後的角度看，將此多邊形稱作母多邊形。多邊形發生變化後，原母多邊形內所有的多邊形，稱作原母多邊形的子多邊形。土地利用變化類型約可歸納為：(1) 多邊形分裂，分裂後的各子多邊形與其母多邊形的相鄰多邊形無合併關係。這種類型又可細分為島型、餅型、環形與全形等四種。(2) 單一多邊形分裂，其子多邊形與其母多邊形相鄰多邊形的子多邊形有合併關係。

由於 GPS 土地細部測量的工作，就是提供土地利用變化區域 (多邊形) 的向量數據給 GIS。因此，根據上述土地利用變化類型，可以規劃最佳的 GPS 土地細部測量的工程流程，減少外業的工作量，提高工作速度。

為了作業方便，本案第二年仍以政大校區為主要實驗區，除了廣續第一年的研究工作外，將就我國的土地利用變化類型分析，進而就各土地變化類型，規劃最佳的 GPS 土地細部測量的工程流程，減少外業的工作量。

五、結果與討論

5.1、RTK 輔以 TS 實施土地測量

即時動態測量 (RTK) 是採用 GPS 差分定位概念，利用高精度的雙頻載波相位觀測量，進行即時定位測量 (曾清涼 & 儲慶美, 1999)。RTK 測量至少需要兩部雙頻 GPS 接收機，分別安置在主站 (已知點位坐標) 與移動站 (點位坐標待求)，透過特定的通訊設備將主站的觀測量即時的傳到移動站的接收機，在移動的狀態下求解相位週波未定值 (整數模糊參數)，即時獲得活動站的點位坐標。與其他 GPS 測量方法相較，RTK 除了具有其他 GPS 測量方法的優點外，還具有施測迅速、移動快速、且不需要後級處理的內業計算工作等特性。

RTK 雖然有很多優點，但是也有一定的限制：例如由於建築物的阻擋，使得接收機無

法收到 5 顆以上的 GPS 衛星訊號、主站與移動站間之無線電訊號無法傳輸等，都會影響到 RTK 的作業是否成功。如果發現無法以 RTK 在某一點（如 P 點）實施測量時，可以利用全測站經緯儀（TS）來輔助。RTK 輔以 TS 實施土地測的方法為：將 RTK 移動站的接收機安置在可以成功求解點位坐標的地方（如點 A），於地面做記號，並記錄坐標；按此要領以 RTK 施測 TS 作業所需要的控制點點對，然後在點 A 安置 TS，以 TS 測量方法測算 P 點的坐標。

5.2、土地利用變化類型分析

為了優化土地測量作業方式，進而縮短外業時間，需要於事前分析目標區土地利用變化類型。換言之，由 GIS 的角度建立目標區之多邊形空間變化的概念模型，使得以 RTK&TS 從事目標區之測量作業更迅速。

首先定義母多邊形與子多邊形的概念（王曉棟、崔偉宏，1998）。一個多邊形發生了變化，從變化後的角度來看，我們將此多邊形稱為母多邊形；多邊形發生變化後，原母多邊形範圍內所有的多邊形，稱為原母多邊形的子多邊形。

王曉棟、崔偉宏（1998）將土地利用變化類型歸納為：（1）多邊形分裂，分裂後的各子多邊形與其母多邊形的相鄰多邊形無合併關係。這種類型又可細分為島形、餅形、環形與全形等四種（如圖一所示）。（2）單一多邊形分裂，其子多邊形與其母多邊形相鄰多邊形的子多邊形有合併關係。可分為相互擴張型、單向擴張型及吞併型（如圖二所示）。圖一與圖二中之英文字母 A、B、C 等代表不同的土地利用類型。

原則上，RTK 或 TS 作業方式是先確認測量目標區實體邊界（多邊形），然後再以 RTK 或 TS 測定構成多邊形之主要地形（物）點的點位坐標；例如，目標區是一個四邊形，那麼只要測量四邊形之四個頂點的坐標即可。將此項原則結合上述（1）（2）所討論的多邊形空間變化的類型，可進一步將 RTK 或 TS 外業的工作量減少，以簡化測量的外業流程。例如，對島形變化，只要量測的島形的邊界；餅形則量測形成餅形實體的徑向邊界；環形需提供環形的內外邊界。

5.3、實驗結果與討論

本節所要介紹的研究結果有：（1）都市地區土地利用變化類型分析 - 以台北市士林區等 8 個地區共 37 期市地重劃區為例，（2）經由土地利用變化類型分析後，以 RTK & TS 實施土地測量，（3）GPS RTK 與全測站經緯儀在土地測量應用之效能比較，及（4）GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程規劃等四項。

5.3.1、都市地區土地利用變化類型分析 - 以台北市士林區等 8 個地區共 37 期市地重劃區為例

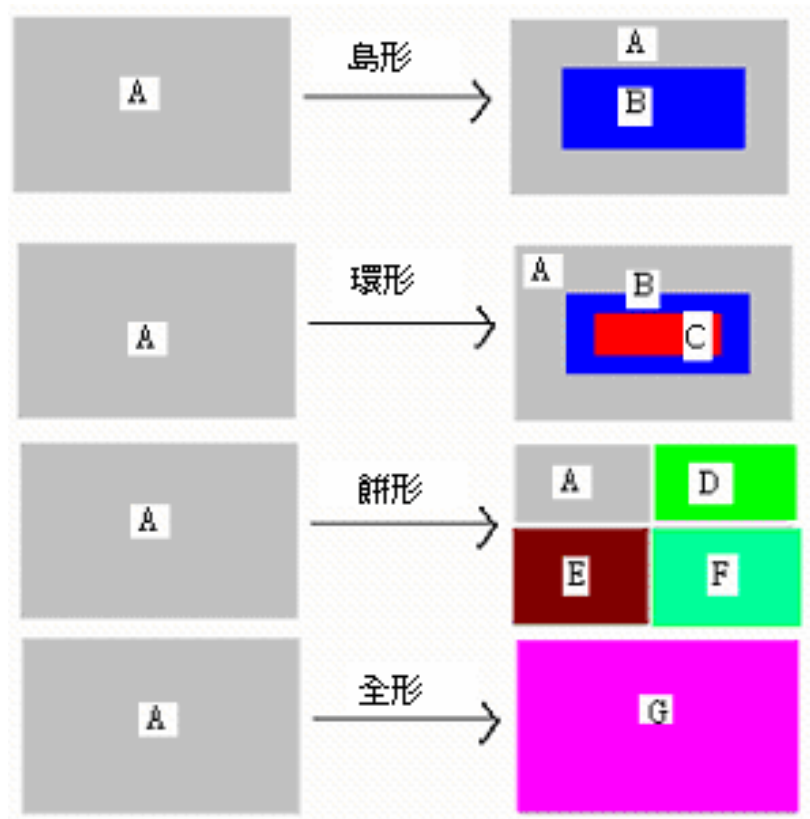
為了進一步了解台灣都市地區的土地利用變化類型，以台北市士林區等 8 個重劃區之土地重劃前、後的地籍圖為研究對象。以上重劃區辦理時間起自 1965 年 2 月迄今，重劃區總面積共 847.6155 公頃（詳見表一至表八）。

根據台北市士林區等 8 個地區 37 期市地重劃區重劃前、後地籍圖分析比較，所得出的結果：（針對重劃區內各宗地的形狀變化分析）

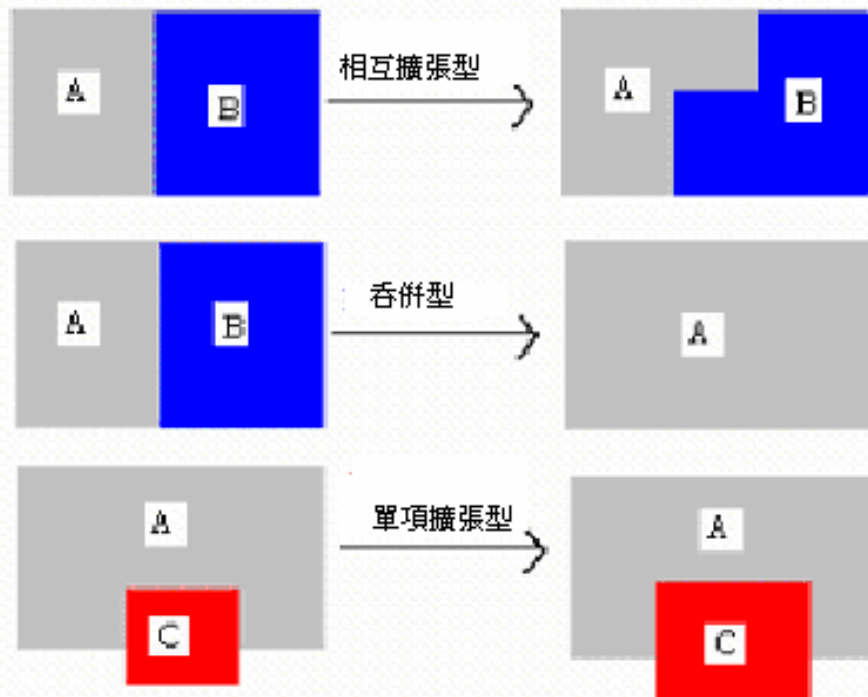
（一）重劃前區內各宗地的特性：

- 1、大部分為低度使用之農地，少部分為建地，區內道路未闢，各宗地的坵形錯綜不整，如中山區第 3 期（如圖三）。

- 2、區內公私有土地之宗地坵形錯綜不整，難以利用，如中山區第 1 期（如圖四）。
- 3、區內雖然大部分為建地，但是地界彎曲不整，私有土地未鄰接建築線，以致未能建築使用，如中山區第 4 期（如圖五）。
- 4、區內宗地坵形不整，開發價值低，如中山區第 10 期（如圖六）。



圖一、多邊形分裂，分裂後的各子多邊形與其母多邊形的相鄰多邊形無合併關係



圖二、單個多邊形分裂，其子多邊形與母多邊形相鄰多邊形的子多邊形有合併關係

表一、臺北市士林區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用 地面積(公 頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|-----------------|-------------|----------------------|---------------|-----------------------------|
| 一 | 1979/3-1979/6 | 19.0345 | 4.2202 | 14.8143 | 全重劃區之 總面積為 72.8635 公頃 |
| 二 | 1982/3-1983/9 | 46.7010 | 32.1222 | 14.5788 | |
| 三 | 1982/3-1982/12 | 4.0148 | 1.3295 | 2.6583 | |
| 四 | 1981/12-1982/12 | 1.5207 | 0.3709 | 1.1498 | |
| 五 | 1982/8-1983/2 | 1.5925 | 0.6225 | 0.9700 | |

表二、臺北市大安區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用地面 積(公頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|-----------------|-------------|------------------|---------------|----|
| 一 | 1971/11-1975/12 | 31.0525 | 10.7270 | 20.3255 | |

表三、臺北市中山區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用 地面積(公 頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|----------------|-------------|----------------------|---------------|-----------------------------|
| 一 | 1971/9-1973/8 | 1.49710 | 0.3204 | 1.1767 | 全重劃區之 總面積為 75.6503 公頃 |
| 二 | 1972/11-1977/1 | 23.1902 | 8.0193 | 15.1709 | |
| 三 | 1976/1-1977/5 | 2.2746 | 0.5990 | 1.6756 | |
| 四 | 1979/9-1979/10 | 7.0517 | 1.8125 | 5.2392 | |
| 五 | 1980/1-1981/3 | 1.7787 | 0.3558 | 1.4229 | |
| 六 | 1979/8-1980/1 | 0.8111 | 0.1193 | 0.6918 | |
| 七 | 1984/2-1988/1 | 25.8092 | 10.6345 | 15.1747 | |
| 八 | 1991/4-1992/1 | 12.9407 | 7.4345 | 5.5062 | |
| 九 | 1982/6-1982/6 | 0.1710 | 0.0277 | 0.1433 | |
| 十 | 1983/8-1984/4 | 0.1261 | 0.0116 | 0.1145 | |

表四、臺北市內湖區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用地面 積(公頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|----------------|-------------|------------------|---------------|----------------------------------|
| 一 | 1979/5-1983/10 | 34.2227 | 11.1928 | 23.0299 | 全重劃區之 總面積為 313.7886 公 頃 |
| 二 | 1979/6-1983/8 | 33.2223 | 8.5551 | 24.6672 | |
| 三 | 1981/5-1982/1 | 23.5631 | 12.0001 | 11.5630 | |
| 四 | 1988/12-1996/3 | 64.0389 | 23.3865 | 40.6524 | |
| 六 | 1989/6-1994/7 | 143.3546 | 47.3266 | 96.0283 | |
| 七 | 1983/9-1984/8 | 6.5598 | 1.9949 | 4.5649 | |
| 八 | 1982/6-1983/3 | 8.8272 | 3.2449 | 5.5823 | |

表五、臺北市木柵區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用地 面積(公頃) | 可建築面 積(公頃) | 備註 |
|----|-----------------|-------------|------------------|---------------|--------------------------|
| 一 | 1979/11-1980/10 | 3.3625 | 0.6800 | 2.6825 | 全重劃區之總面積 為 47.4816 公頃 |
| 二 | 1988/5-1992/2 | 30.5557 | 9.8616 | 20.6941 | |
| 三 | 1984/9-1987/12 | 13.5633 | 6.0741 | 7.4892 | |

表六、臺北市北投區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用 地面積(公 頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|-----------------|-------------|----------------------|---------------|----------------------------|
| 三 | 1987/11-1988/12 | 2.4405 | 1.4228 | 1.0177 | 全重劃區之 總面積為 6.4018 公頃 |
| 四 | 1982/11-1983/2 | 0.5387 | 0.0230 | 0.5157 | |
| 五 | 1984/5-1986/5 | 2.2578 | 0.6144 | 1.6434 | |
| 六 | 1993/12-1995/12 | 0.9773 | 0.2931 | 0.6842 | |
| 七 | 1996/8-1997/5 | 0.1875 | 0.0567 | 0.1308 | |

表七、臺北市松山區重劃區統計資料

| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用 地面積(公 頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|----------------|-------------|----------------------|---------------|----------------------------------|
| 一 | 1965/2-1976/6 | 118.0170 | 48.4364 | 69.5806 | 全重劃區之 總面積為 278.6567 公 頃 |
| 二 | 1982/5-1983/5 | 151.6881 | 81.8115 | 69.8766 | |
| 三 | 1984/3-1985/12 | 4.5978 | 3.0245 | 1.5733 | |
| 四 | 1983/9-1984/6 | 1.8865 | 0.5701 | 1.3164 | |
| 五 | 1989/6-1990/6 | 2.4673 | 0.4448 | 2.0225 | |

表八、臺北市南港區重劃區統計資料

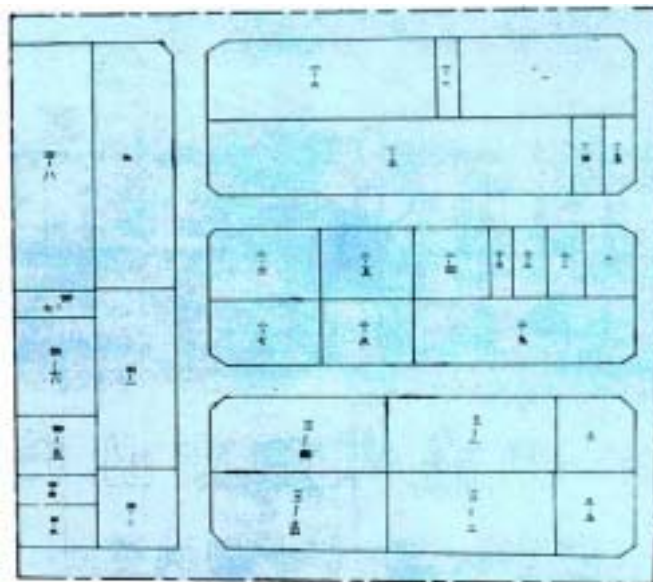
| 期別 | 辦理時間 | 總面積 (公頃) | 公共設施用地 面積(公頃) | 可建築面積 (公頃) | 備註 |
|----|-----------|-------------|------------------|---------------|----|
| 一 | 1997/1-現在 | 52.9593 | 20.5118 | 32.4475 | |

(二) 重劃後區內各宗地的特性：

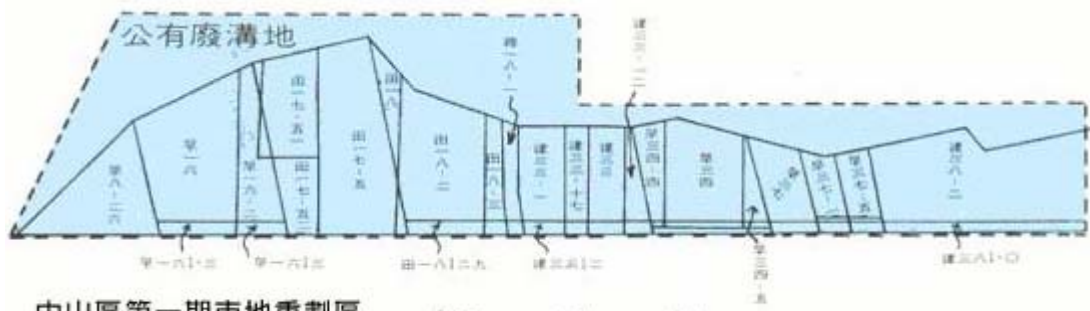
區內興建公共設施，如道路、排水工程等。重劃後，各宗地均鄰近計畫道路，其大小、形狀、位置均適合於建築。依據重劃區的形狀，重劃後各宗地的特性如後：

- 1、重劃區為方正的四邊形，則重劃後各宗地的坵形皆為方正的四邊形，其經界線皆平行或垂直於街廓，如中山區第 3 期（如圖三）。
- 2、重劃區為方正的梯形，則重劃後各宗地的坵形皆為方正的四邊形或五邊形，其經界線皆平行或垂直於重劃區的經界線，如中山區第 10 期（如圖六）。
- 3、重劃區為不平行的四邊形，則重劃後各宗地的坵形皆為方正的梯形，其梯形的兩平行邊皆平行於重劃區的經界線，如松山區第 4 期（如圖七）。

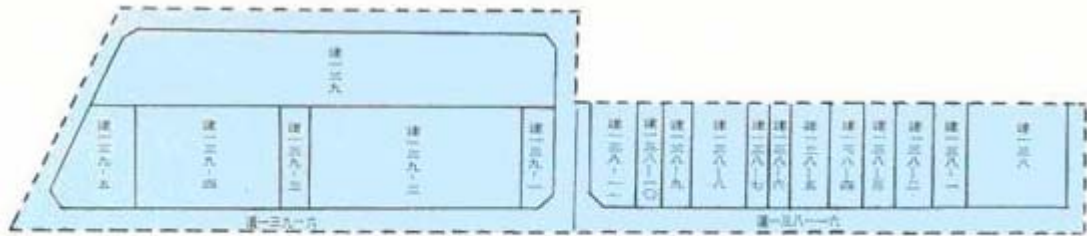
- 4、重劃區為近似方正的 L 形（七邊形），則重劃後大部分宗地的坵形皆為方正的四邊形或五邊形，其經界線皆平行或垂直於重劃區的經界線；少部分宗地的坵形為近似平行四邊形，其中兩邊與重劃區的經界線平行，如中山區第 5 期（如圖八）。
- 5、重劃區為單一扇形或是數個扇形的組合，如果將扇形區域的經界線分成三部分：一個弧形部分與兩個半徑部分，則重劃後各宗地的坵形則依據其靠近弧形部分或是半徑部分而有所不同，（1）靠近半徑部分的宗地坵形大部分為方正的四邊形，其經界線平行於半徑方向；（2）靠近弧形部分的宗地坵形為平行四邊形，其經界線近似平行弧形經界線；如中山區第 4 期（如圖五）。
- 6、重劃區為不規則的多邊形，則重劃後大部分宗地的坵形皆為梯形，梯形的平行邊與重劃區的主要經界線之一平行，如北投區第 7 期（如圖九）。



圖三、台北市中山區第三期市地重劃區重劃前、後地籍圖

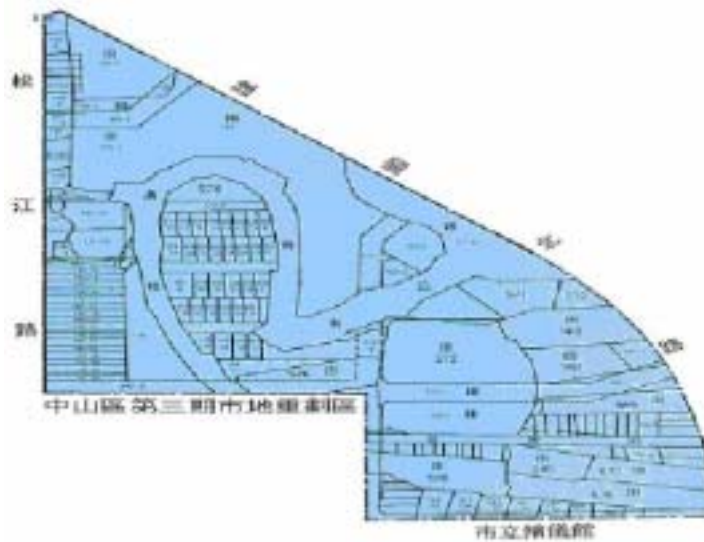


中山區第一期市地重劃區 (重 劃 前)



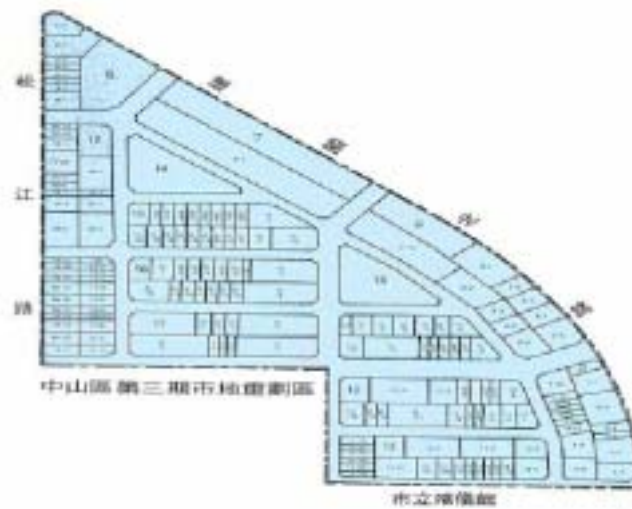
中山區第一期市地重劃區 (重 劃 後)

圖四、台北市中山區第一期市地重劃區重劃前、後地籍圖



中山區第三期市地重劃區

市立殯儀館



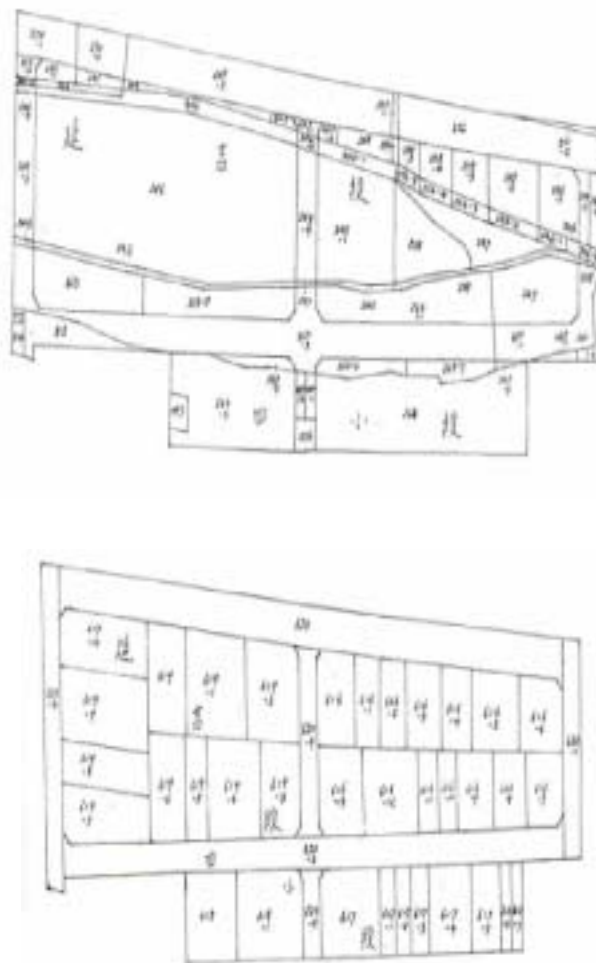
中山區第三期市地重劃區

市立殯儀館

圖五、台北市中山區第四期市地重劃區重劃前、後地籍圖



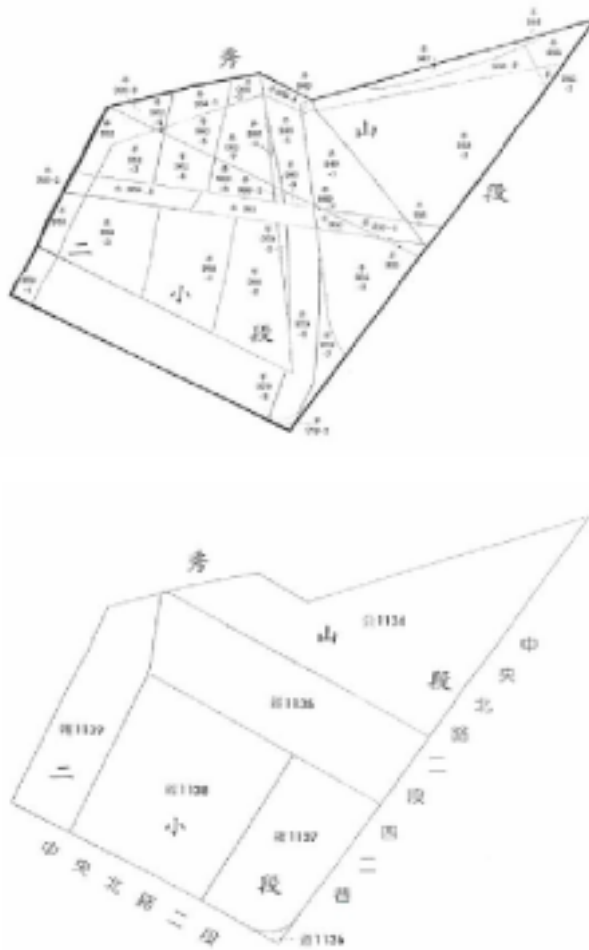
圖六、台北市中山區第十期市地重劃區重劃前、後地籍圖



圖七、台北市松山區第四期市地重劃區重劃前、後地籍圖



圖八、台北市中山區第五期市地重劃區重劃前、後地籍圖



圖九、台北市北投區第七期市地重劃區重劃前、後地籍圖

5.3.2、經由土地利用變化類型分析後，以 RTK & TS 實施土地測量

本實驗將以政治大學校區，模擬在都市地區實施土地測量，經由分析目標區的土地利用變化類型後，簡化 RTK & TS 土地測量之外業作業程序之狀況。

選取位於政治大學內之一塊四邊形校地當作實驗區，內有六層高建物，土地一臨邊亦有建物存在（如圖十所示）。且在此地附近有一控制點。使用 RTK&TS 量測此四邊形之四個界址點 A001、A002、A003、A004 的點位坐標。

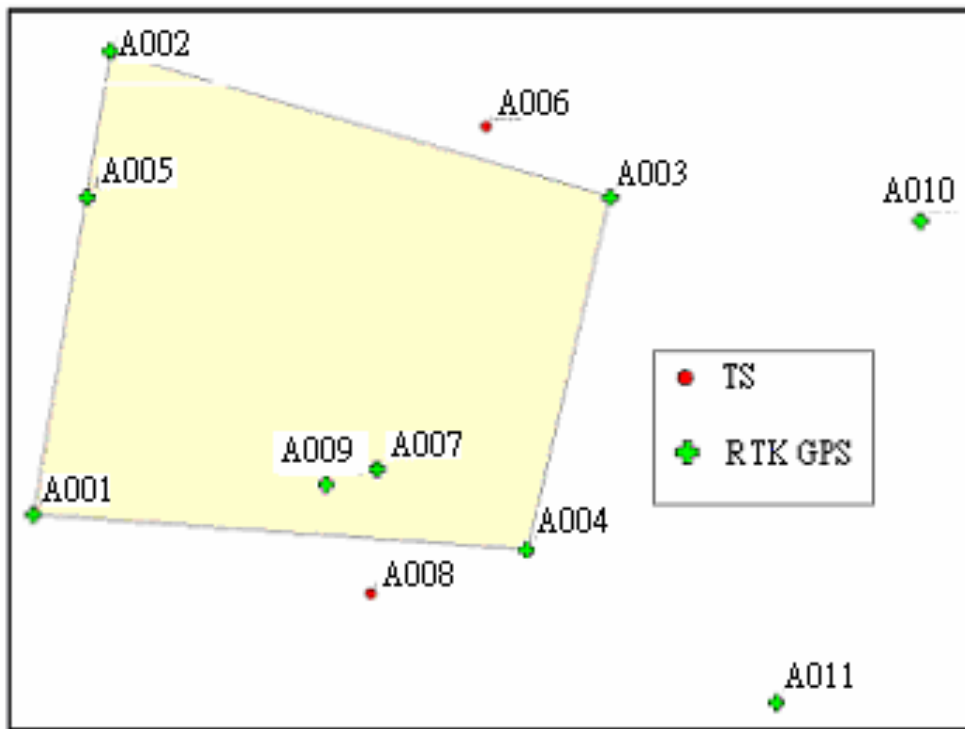
圖十一為模擬獲取土地分割之空間資訊，原宗地界址點為 A001、A002、A003、A004，假設現分割為三筆土地，第一筆之界址點為 A002、A006、A007、A005；第二筆之界址點為 A006、A003、A004、A008、A007；第三筆之界址點為 A005、A007、A008、A001。根據前面所介紹的土地利用變化類型分析原則，這三個多邊形可視為餅形變化的一種，因此，只需以 RTK&TS 量測 A005、A006、A007、A008 等點位坐標即可。

在實驗過程中，除點 A006(建物遮蔽)，A008(建物及樹木遮蔽)外(圖中以圓紅點為標誌)，其餘皆可以 RTK 快速求得坐標(圖中以綠十字為標誌) (見圖十一)。因此，必須以 TS 對點 A006、A008 實施點位測量。

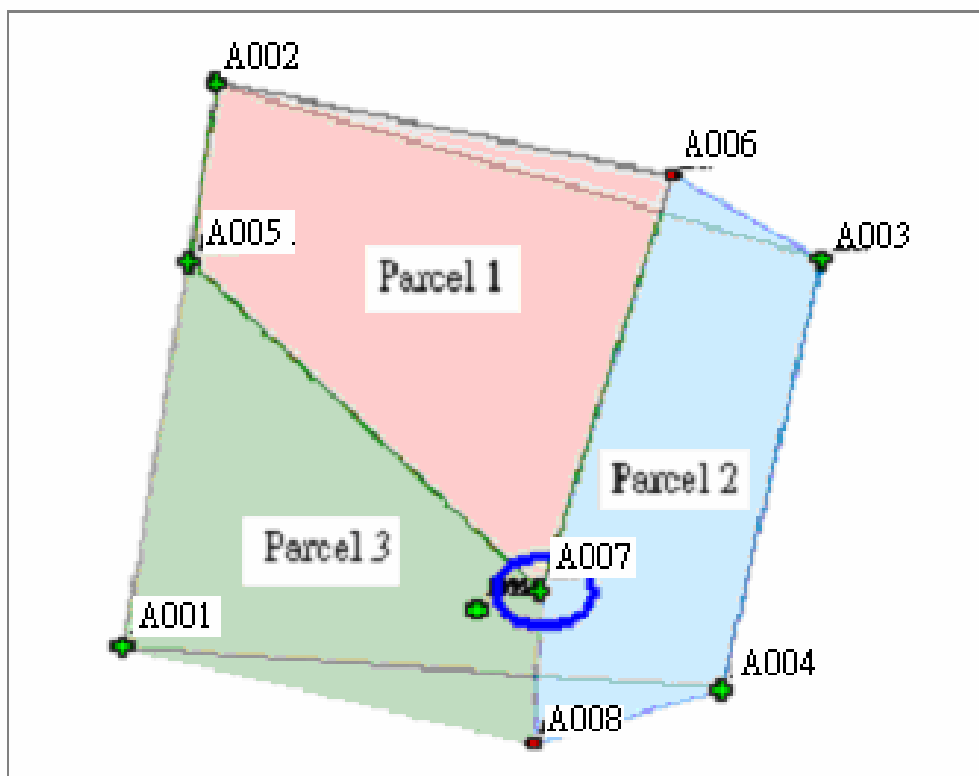
此外，模擬分割變遷及宗地合併(或擴大)等二種情況，圖十二為分割變遷，可將其視為相互擴張型，中央的分割點從 A007 移動至 A009，所以我們只需觀測 A009 之坐標值，不需再觀測其他點位即可更新其空間資訊。圖十三為宗地合併(或擴大)，原基地 A001、A002、A003、A004 擴充至 A010、A011。可視為單向擴張型的一種，我們只需量測點位 A010、A011 即可。

在以上模擬土地分割變更實驗時，除了有兩個界址點，因周圍環境影響 GPS 訊號的接收，以致無法以 RTK 觀測之外，其餘各測點都可以利用 RTK 觀測，每一站約只需停留三至五秒時間。至於無法直接利用 RTK 觀測的界址點，也可以利用第 5.1 節所介紹的方法，於界址點附近測量 TS 所需要的控制點對，因而也使得使用 TS 測量所需時間縮短許多。如圖十一及圖十二，在傳統的分割測量上，可能要將其視為三筆宗地去測量，但是現在我們只需量測分割後邊界發生變化之點位，如圖十一中之 A005、A006、A007、A008 四點，測量時間及程序已較原測量程序簡化許多；而圖十二中只需量測 A009 一點，即可進行地籍資料的更新，更是大大簡化了外業測量流程。

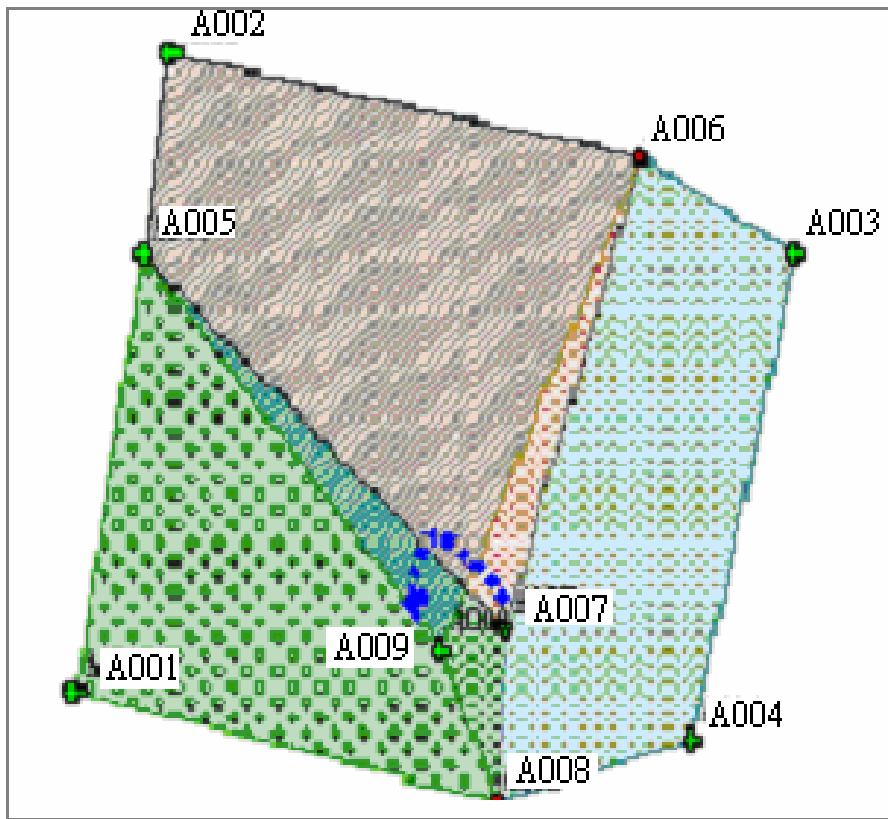
由上述實驗結果顯示：(1) 配合 GIS 軟體（如 ArcView）的功能與土地利用變化類型分析，可以明確標示需實施測量的界址點，進而簡化 RTK&TS 的外業工作。(2) RTK 在土地分割及合併測量上，的確是較傳統測量方式來得迅速有效率；但在建物密集地區，或對空通視有障礙的地區，RTK 在測量時會無法接收到足夠的衛星訊號，因此，必須以 TS 輔助之；此時 RTK 應在其他對空通視良好的地點佈設點位，提供 TS 後續測量之用。



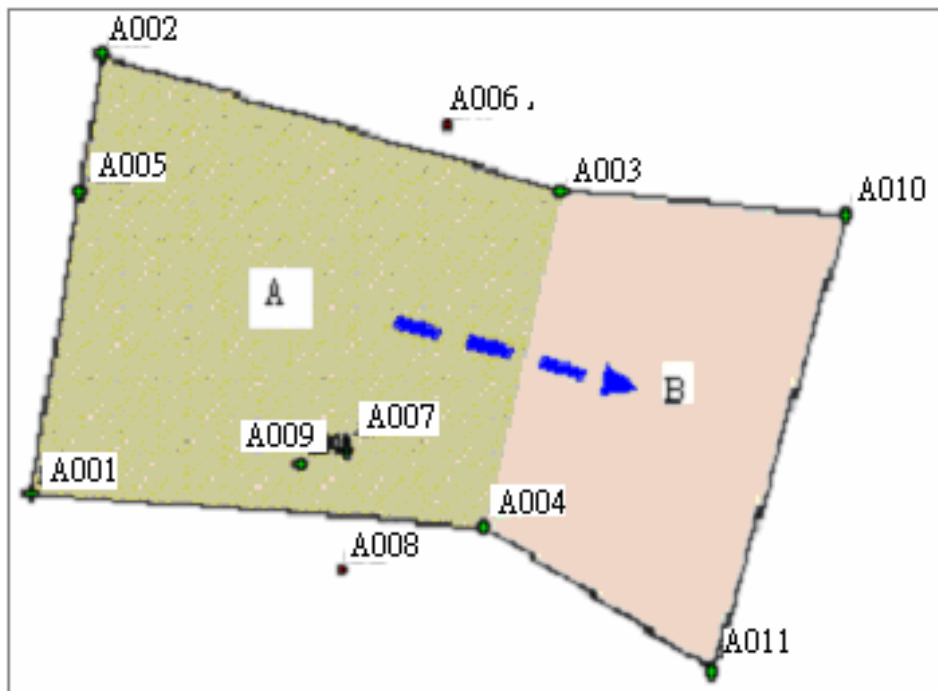
圖十、宗地範圍示意圖



圖十一、模擬土地分割圖



圖十二、模擬分割變遷圖

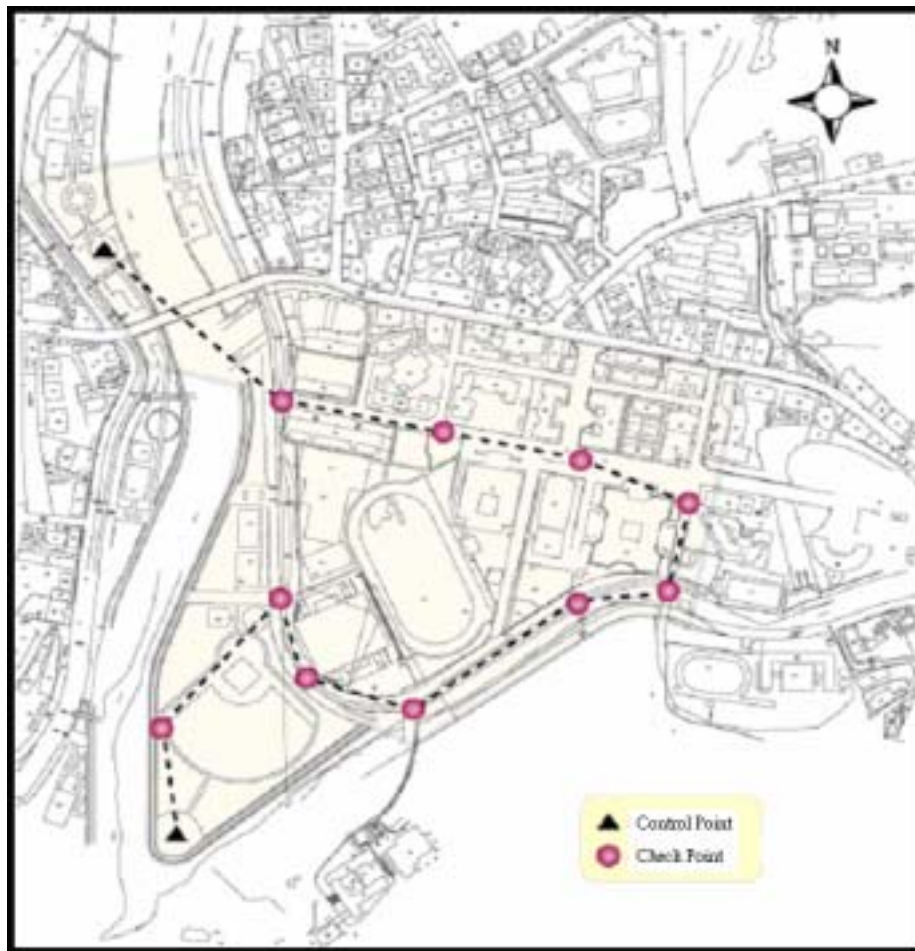


圖十三、模擬土地合併(擴大)

5.3.3、GPS RTK 與全測站經緯儀在土地測量應用之效能比較

為了比較 RTK & TS 在都市地區土地測量在精度、作業時間等效能，於國立政治大學校區選取 12 個點位，作為實驗對象，其中 2 點為導線控制點，另外 10 點當作檢核點，圖十四所示為各點位的位置圖。

首先，利用靜態 GPS 測量方法，分別測定 12 個點位的坐標（每一測站實施 GPS 測量約 30 分鐘）。為了便於後續分析比較起見，這些靜態 GPS 測量計算之點位坐標將被假設為真值。然後，再分別以全測站經緯儀（以導線測量方式施測）及 RTK 對上述 12 個點位實施測量。每一個點位上，各以 TS 及 RTK 施測四個測回，其所測得之平均點位坐標，再與靜態 GPS 測量結果比較，計算坐標閉合差 f_x 、 f_y 與位置閉合差 f_s 。實驗所使用的硬體部分有 Ashtech Z-Surveyor 接收機與 RTK 設備及 Leica TC-605 全測站經緯儀；軟體部分有 Ashtech Office Suite，Ashtech Solution 2.6 等。



圖十四、政治大學校區之導線檢核點與導線控制點分佈圖

因為利用 TS 實施導線測量，必須有控制點，所以上述 12 個點位中之兩個點位被選為導線的控制點（如圖十四所示之 2 個導線控制點），剩下的 10 個點位則作為檢核點。為了增加統計樣本，以 TS 及 RTK 在各檢核點上各測量四個測回，其所測得之平均點位坐標，再與靜態 GPS 測量結果比較，計算坐標閉合差 f_x 、 f_y 與位置閉合差 f_s 。

表九所示為根據 10 個檢核點的成果比較分後，所歸納出 RTK 與 TS 測量的坐標閉合差與位置閉合差的比較表。由該表結果可見，RTK 之量測精度高於 TS。其中，RTK 之位置閉合差則約在 0.006m 至 0.021m 之間，而 TS 之位置閉合差則約在 0.030m 至 0.229m 之

間 RTK 與 TS 位置閉合差的平均值及其標準差為別為 0.014m+/-0.004m, 0.163m+/-0.063m,

除上述所作測量精度比較外，另外分別就 RTK、TS 作業所需之觀測時間及人力等方面加以比較，以了解其優缺點。於實驗中發現，如果 RTK 之無線電收訊良好，則可接收 4~8 顆衛星接，但由於少數點位可能有房屋遮蔽或衛星角度較差，故有收訊不連續的狀況出現，差分解算所須時間明顯地增加，故在時間上可能有比較大的落差。有關 RTK 與 TS 作業優缺點比較，詳如表十。

根據上述實驗結果，可以了解單獨使用 RTK 與 TS 實施測量的優缺點與精度的範圍，因此，可以判斷 RTK 與 TS 聯用時的測量精度（位置閉合差）應該介於 0.014 公尺與 0.163 公尺之間。根據高書屏（2003）的研究結果顯示：於台中市的北區與北屯區選取 60 個圖根點，測試 RTK 與 TS 聯用時的測量精度，獲得點位之位置閉合差平均值為 0.033 公尺，中誤差為 +/-0.014 公尺。

表九、RTK 與 TS 測量的坐標閉合差與位置閉合差的比較表

| 點號 | RTK | | | TS | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | fx (m) | fy (m) | fs (m) | fx (m) | fy (m) | fs (m) |
| 1 | 0.021 | 0.004 | 0.021 | 0.001 | 0.030 | 0.030 |
| 2 | -0.001 | 0.014 | 0.014 | -0.112 | 0.083 | 0.139 |
| 3 | -0.001 | 0.014 | 0.014 | -0.112 | 0.083 | 0.139 |
| 4 | 0.000 | -0.011 | 0.011 | -0.178 | 0.075 | 0.193 |
| 5 | 0.006 | -0.001 | 0.006 | -0.189 | 0.117 | 0.222 |
| 6 | 0.006 | -0.010 | 0.012 | -0.152 | 0.127 | 0.198 |
| 7 | 0.014 | -0.011 | 0.018 | -0.136 | 0.154 | 0.205 |
| 8 | -0.002 | -0.018 | 0.018 | -0.128 | 0.126 | 0.179 |
| 9 | 0.000 | -0.014 | 0.014 | -0.224 | 0.045 | 0.229 |
| 10 | 0.013 | -0.004 | 0.014 | -0.072 | -0.056 | 0.091 |
| 最大值 | 0.021 | 0.014 | 0.021 | 0.001 | 0.154 | 0.229 |
| 最小值 | -0.002 | -0.018 | 0.006 | -0.224 | -0.056 | 0.030 |
| 平均值 | 0.006 | -0.004 | 0.014 | -0.130 | 0.078 | 0.163 |
| 中誤差 | 0.008 | 0.011 | 0.004 | 0.064 | 0.061 | 0.063 |

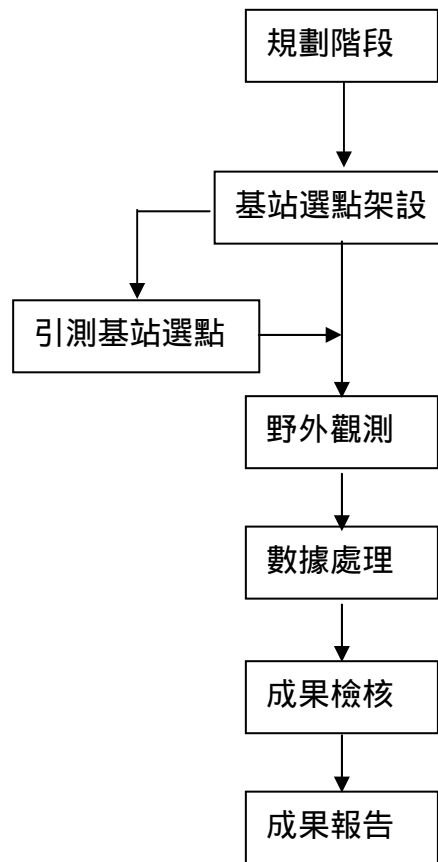
表十、RTK 與 TS 作業優缺點比較

| 測量方法 | 點位精度 | 每測站觀測時間 | 量測所須人力 | 觀測數據紀錄及處理 | 觀測環境要求 |
|------|-------|-----------|--------|--|--|
| TS | 163mm | 4~8 分 | 3 人以上 | 1.使用儀器紀錄。 2.下載後須再經程式解算以得導線平差後各檢核點之結果。 | 1.測站與測點間須可通視。 2.至少須有兩個控制點以定方位。 |
| RTK | 14mm | 0.5~2.5 分 | 1 人 | 1.使用儀器紀錄。 2.下載後直接可使用。 | 1.可全天候 24 小時量測 2.點位週圍透空度影響收訊（包括衛星及無線電）。 3.於一公里內須有一控制點以架設主站，且最好能位於高處。 |

5.3.4、GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程規劃

5.3.4.1、以 GPS RTK 執行土地測量之作業流程

(1) 以 GPS RTK 執行土地測量之作業流程



圖十五、以 GPS RTK 執行土地測量之作業流程圖

(2) 流程說明

(2-1) 規劃階段

本計畫所提出之作業流程為建立在取得土地使用範圍資料之用途為前提，量測前之內業規劃包括有量測精度、量測時段之選擇，基站及量測點位之選擇，及量測環境之瞭解與路線規劃等。

(2-1-1) 量測環境之瞭解

利用適當比例尺地圖或相片圖，查知測區之大致範圍以便利選擇主站點位。RTK 對基線長度有所限制，基線長度受測站與基站之間的地物的密度所影響，於空曠地區原則上為 6km 以下，又基線越長，其坐標分量之標準偏差越大。

(2-1-2) 量測精度

根據地籍測量實施規則的規定，土地依不同的種類可分為市地、農地、山坡地三種，各種土地的量測必須符合精度的標準。故應於外業量測前確定法定量測精度的標準，進而選擇適當等級之衛星測量控制點以為基站架設地點，並記錄其坐標數據。

(2-1-3) 基站之選擇

主站點位必須是已知坐標的控制點，控制點之選擇應位於透空度量好、適合無線電訊號傳送之處。衛星點位之選點作業可根據內政部出版之「台灣地區三角點成

果表」，配合適當比例尺地圖或相片基本圖，進行選點作業。

(2-1-4) 衛星顆數之要求

根據基線的長度，設定測站須要接收衛星顆數，如基線於 2km 以下，接收衛星顆數須有四顆以上，基線越長所須接收衛星顆數則越多，以降低 PDOP。

(2-1-5) 量測路線規劃

若測區範圍過大，需要至少兩個以上控制點時，應先畫定與各控制點同時解算求解之測區範圍。

(2-2) 外業觀測

(2-2-1) 架設基站

根據路線規劃，架設 GPS 基站於適當之控制點位上，調整 GPS 接收器設定、輸入控制點之已知坐標，記錄當時環境狀況、透空率、接收衛星顆數等。

(2-2-2) 測站觀測

測量員背載 GPS 移動站至待測點，架設 GPS 接收天線(定心、定平、定方位)，輸入天線高、點號、設定坐標系統(如：TWD97)及投影坐標系統(如：TM 2°)，開始接收 GPS 衛星訊號，直至 GPS 控制器上顯示「-X-」(表坐標值已鎖定的符號)，即可儲存其坐標值，繼續往至下一待測點觀測，重覆以上步驟。

(2-3) 坐標計算

透過 RS-232 的介面，連接 GPS 手提電腦(HANDHELD)至內業計算之工作站，下載外業觀測數據，依據點號建檔記錄之。

(2-4) 展圖及成果檢核

將測量成果展示成圖，並與舊土地使用資料比較進行更新，並提出量測報告。

5.3.4.2、以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程

(1) 以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖：如圖十六。

(2) 流程說明

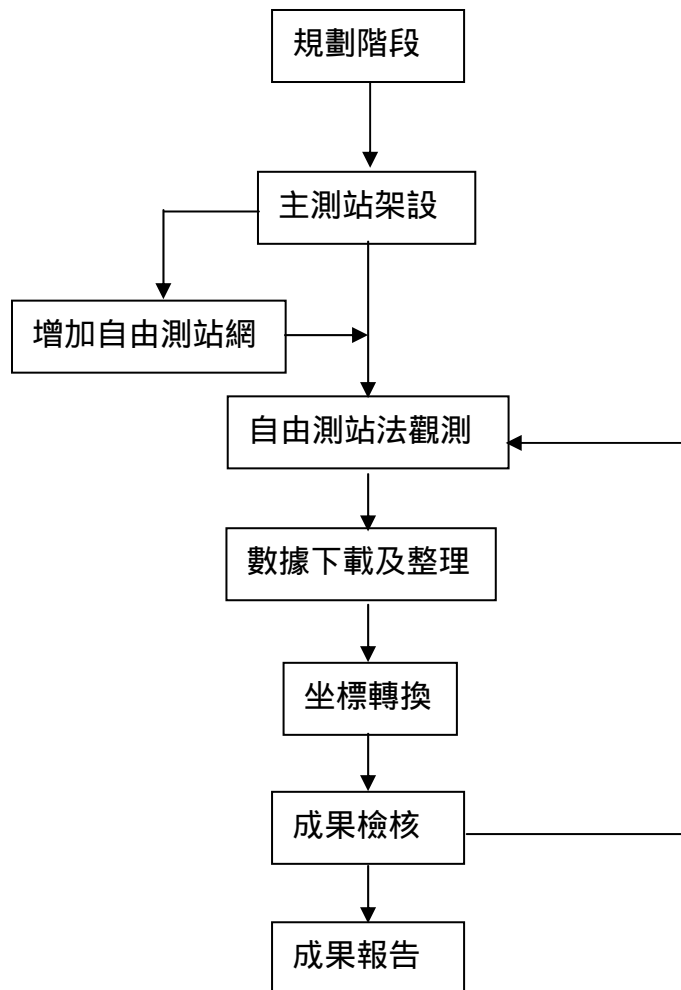
(2-1) 規劃階段

(2-1-1) 測區環境之瞭解

蒐集測區資訊，包括適當比例尺地圖、地物資訊、圖根點或三角點等資訊，以幫助自由測站法之進行。

(2-1-2) 自由測站網設計

量測之方法宜採用「自由測站法」，因測站移動之次數最低，可提高作業效率。在測區範圍內尋找較適當之點以做為自由測站法中之測站點，盡量使待測點與測站能通視之數目為最多。若待測點不能完全與主測站通視，則須選擇另一主站點，以建立另一自由測站網，以此類推，使全部待測點皆被包含在自由測站網中。各自由測站網間須有兩個以上的共同點，整個測區須有至少兩個已知控制點。



圖十六、以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖

(2-2)外業測量

「自由測站法」設置全測站的測站不必為已知點，只須在實地任選最適合測定待測點之處作為測站點，任意假設其坐標，並以任意方向為原方向，則在此測站以光線法所測定之測點(包含已知點與待測點)，均可自成一獨立之假定坐標系，此測站即謂之「自由測站」。在所有自由測站上，所測之測點中有部份為二站以上的測站均施測的共同點，且測點中會包含若干已知點在內(至少兩個以上)，從(1)所勘查測區地形狀況，先大約篩選適當的測站位置，以及所需的控制點位(如：圖根點)。

(2-2-1)測站部份

於規劃階段所選定測站之地區，勘查最適之點位，架設全測站經緯儀。

(2-2-2)測點部份

依據測站所架設之點位，至可與測站通視之待測點或已知點上架設稜鏡，進而進行觀測。

(2-3)坐標計算及成果檢核

下載量測數據至工作平台，設計一電腦程式，利用共同測點及若干已知點的觀測這些聯繫，並以坐標轉換的方式，將全部測站及其所測的所有測點，全轉換成統一且與已知點一致的坐標系。坐標轉換可採四參數的相似轉換，在相鄰兩自由測站間至少須有兩個或以上共同的測點；若共同點數目大於二，則有多餘觀測，以最小自乘法解算

轉換參數，可提高成果的精度。計算量測結果之位置精度，若其中偏差過大，則須檢查是否為內業計算過程中有人為疏忽或程式錯誤；若無錯誤存在則為外業觀測時之誤差造成，須重新回到外業作業。(精度要求依地籍測量實施規則訂定)

(2-4)成果報告

將最後所求出符合精度要求之坐標整理並展示成圖，提出報告與舊土地使用情形比較並更新。

5.3.4.3、以 GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程

此部份乃依據本計畫之目的，以 GPS RTK 之量測為主，其量測流程已如前所述，在量測中，若有點位之無線電收訊不良，或衛星之分布、訊號接收差，則會導致點位坐標無法解算。在此部份，即為解決上述問題，故採用 Total Station 做為輔助之測量儀器，以求出該點之坐標。

(1) GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖：如圖十七。

(2) 流程說明

(2-1)規劃階段

(2-1-1)量測環境之瞭解

利用適當比例尺地圖或相片圖，查知測區之大致範圍以便利選擇主站點位。RTK 對基線長度有所限制，基線長度受測站與基站之間的地物的密度所影響，於空曠地區原則上為 6km 以下，又基線越長，其坐標分量之標準偏差越大。

(2-1-2)量測精度

根據地籍測量實施規則的規定，土地依不同的種類可分為市地、農地、山坡地三種，各種土地的量測必須符合精度的標準。故應於外業量測前確定法定量測精度的標準，進而選擇適當等級之衛星測量控制點以為主站架設地點，並記錄其坐標數據。

(2-1-3)基站之選擇

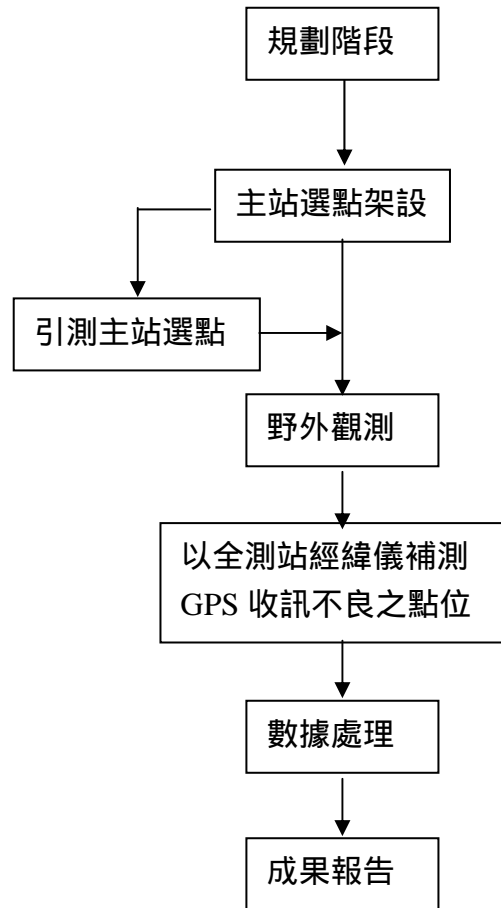
主站點位必須是已知坐標的控制點，控制點之選擇應位於透空度量好、適合無線電訊號傳送之處。衛星點位之選點作業可根據內政部出版之「台灣地區三角點成果表」配合適當比例尺地圖或相片基本圖，進行選點作業。

(2-1-4)衛星顆數之要求

根據基線的長度設定測站須要接收衛星顆數，如基線於 2km 以下，接收衛星顆數須有四顆以上，基線越長所須接收衛星顆數則越多，以降低 PDOP。

(2-1-5)量測路線規劃

若測區範圍過大須至少兩個以上控制點時，應先畫定與各控制點同時解算求解之測區範圍。



圖十七、以 GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖

(2-2)外業觀測

(2-2-1)GPS RTK 量測

主站之架設及各移動之測站坐標求算，其流程如第一部份之外業觀測部份所述。在移動站量測過程中，若有點位無法求算坐標，則記錄之，並現場勘查適合之全測站儀器架設地點，且須視情況需要加量測全測站量測時所須之點。繼續 GPS RTK 之量測至所有待測點量測完畢。

(2-2-2)Total Station 主站之選擇

測區內遇 RTK 無法解算之點，若該點與前一由 RTK 所求出之測點通視，則該點全測站主站之架設點位即為前一已求算出之測點。又主站與再前一個由 RTK 所求算出之點若為通視，則可以該點做為全測站定向時使用；若測站與上一點不通視，則可使用 RTK 量測任一與測站可通視之點作為控制點用。

若 RTK 無法求出之點與前一求出之測點間無法通視時，可任選擇一點，使其與前一測點及此無法解算之點皆能通視之點，或是逕自選擇兩點有一定距離之點，使用 RTK 量測以當為控制點用。以上，皆須將當為控制點之坐標輸入全測站經緯儀以方便量測時直接解算坐標。

(2-2-3)Total Station 輔助量測

在 GPS RTK 之外業結束後，依其外業過程中紀錄無法求解之點位及全測站儀器主站架設點位之設計，進行測區內所有無法由 RTK 所解算之點的量測。因 RTK 之量測精度高於全測站經緯儀，故此流程設計是採用 RTK 所量測之數據當為全測站經緯儀量測量之控制點。

(2-3)數據整理及成果報告

將由 RTK 及 Total Station 所量測出之測區內之坐標下載至內業工作站。整理後提出報告並展示成圖，與舊有土地使用資料比較並進行更新作業。

六、參考文獻

1. 王曉棟、崔偉宏 (1998) : GPS 技術在獲取土地利用空間變化數據中的作用，地理學與國土研究，第 14 卷第 4 期，第 41-44 頁。
2. 何維信 (2001) : 測量學，國立政治大學地政學系。
3. 李國偉 (1995) : GPS 在土地測繪中的應用及前景，中國土地科學，第 9 卷第 4 期，第 25-28 頁。
4. 李伯衡 (1994) : 論 3S 技術在我國土地管理中的應用，國土資源遙感，第 4 期，第 1-7 頁。
5. 徐紹銓 (1995) : GPS 定位技術在地籍測量的應用及發展前景，中國土地科學，第 9 卷第 2 期，第 39-41 頁。
6. 周清波等 (1998) : GPS 技術在土地資源動態監測中的應用 - - 以四川省至樂縣仙鶴鄉為例，中國農業資源與區劃，第 49-51 頁。
7. 高書屏(2003)。「建立臺中市地籍統一坐標系統 (TWD97) 與圖根點變問監測模式委託研究案」期末報告書，國立中興大學土木系測量資訊組。
8. 曾清涼、儲慶美 (1999) : GPS 衛星測量原理與應用，國立成功大學衛星資訊研究中心。
9. 譚峻(1994) : GPS 與地籍測量，中國土地科學，第 8 卷第 4 期，第 26-31 頁。
10. Rizos, C. (1997): Principles and Practice of GPS Surveying. Monograph 17, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia, 560pp.
11. Seeber, G. (1993): Satellite Geodesy. Walter de Gruyter, Berlin, 531pp.

七、計畫成果自評

基本上，本研究內容與原計畫大致相符，研究結果也符合預期目標。本案部分的研究結果已於下列研討會發表：(1) 第 22 屆測量學術及應用研討會 (2003 年 9 月)、(2) 第一屆數位地球國際研討會 (2003/11/19) 及 (3) ISPRS 2004 Congress (2004/7/14-2004/7/23)。本案部分的研究結果預定於下列研討會發表：(1) 第四屆海峽兩岸測繪發展研討會 (2004/08/17)。