

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

以 GPS 技術獲取土地利用變化之空間資訊(1/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2415-H-004-013-

執行期間：91年08月01日至92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

計畫參與人員：蔡佩純, 陳怡茹, 林嘉豪, 林玲予

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 5 月 26 日

一、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

二、報告內容

(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、精度好等許多優點。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。

(五) 結果與討論

根據計畫，今年的研究目標是探討如何利用已有的 GPS 技術，輔以其他傳統地面測量方法，執行土地細部測量。因此，主要的研究結果有：(一) GPS RTK 與全測站經緯儀在土地測量應用之效能比較，(二) GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程規劃等兩項。

1、GPS RTK 與全測站經緯儀在土地測量應用之效能比較

- (1) 實驗區：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 1 所示為各點位的位置圖。
- (2) 實驗方法：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 測量計算之點位座標將被假設為真值。然後，再分別以全測站經

緯儀（以導線測量方式施測）及 GPS RTK 對上述 12 個點位實施測量。其所測得之點位坐標，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 。

- (3) 使用之軟硬體：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。
- (4) 實驗結果與討論：因為利用全測站經緯儀實施導線測量，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 1 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，以全測站經緯儀及 GPS RTK 在各檢核點上各測量四個測回，其所測得之點位坐標，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 1 所示為根據 10 個檢核點的成果比較分後，所歸納出 GPS RTK 與全測站經緯儀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，GPS RTK 之量測精度高於全測站經緯儀。其中，GPS RTK 之位置閉合差則約在 0.003m 至 0.039m 之間，而全測站經緯儀之位置閉合差則約在 0.035m 至 0.271m 之間。GPS RTK 與全測站經緯儀位置閉合差的平均值及其標準差為別為 0.017m \pm 0.008m，0.157m \pm 0.069m。除上述所作測量精度比較外，本案另外分別就 GPS RTK、全測站經緯儀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 GPS 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 GPS RTK 與全測站經緯儀作業優缺點比較，詳如表 2。

表 1、GPS RTK 與全測站經緯儀測量的坐標閉合差與位置閉合差的比較表

測量方法	統計值	橫坐標閉合差 f_x (m)	縱坐標閉合差 f_y (m)	位置閉合差 f_s (m)
GPS RTK	範圍	-0.0130~0.2860	-0.026~0.022	0.003~0.039
	平均值	0.0071	-0.005	0.017
	中誤差	0.0117	0.012	0.008
全測站經緯儀	範圍	-0.266~0.014	-0.063~0.174	0.035~0.271
	平均值	-0.123	0.076	0.157
	中誤差	0.069	0.063	0.069

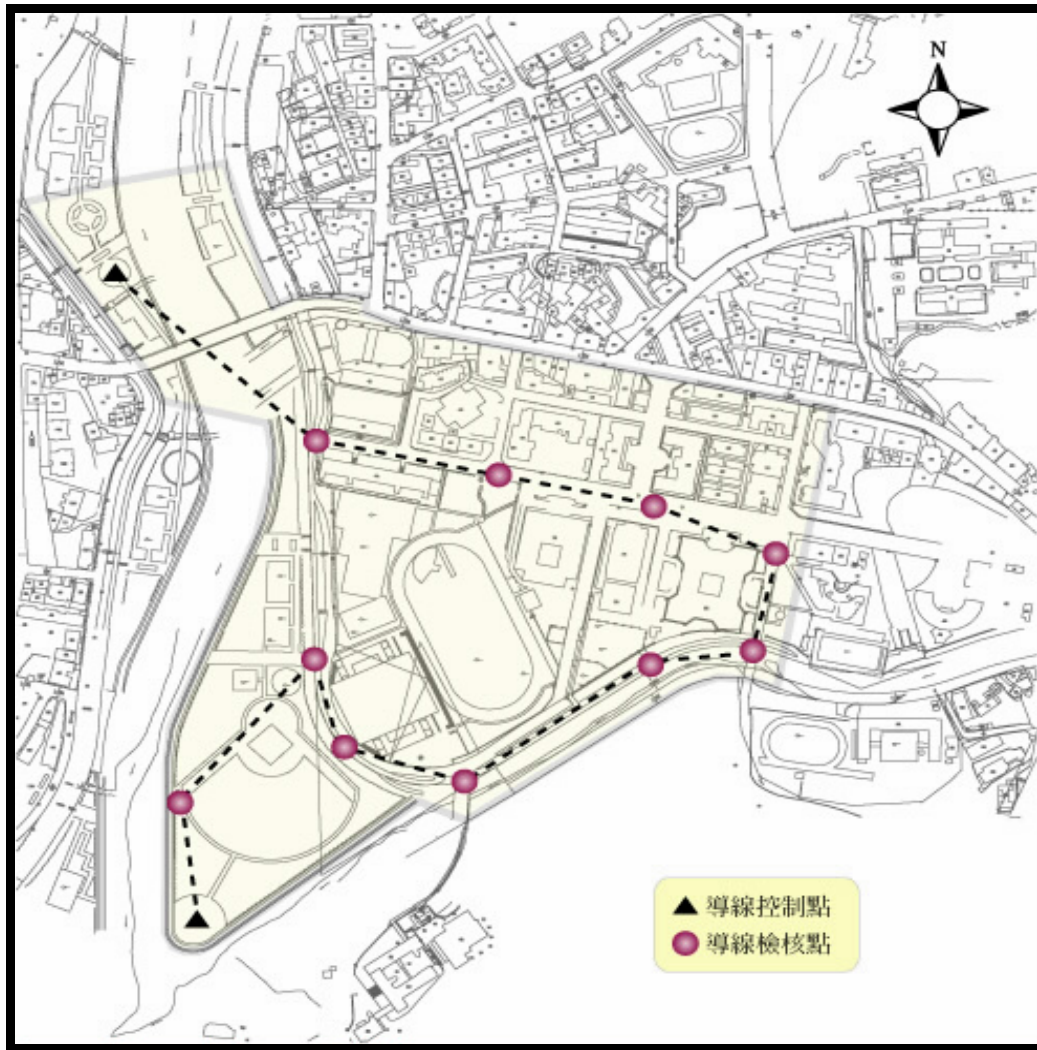


圖 1、政治大學校區之導線檢核點與控制點分佈圖

表 2、GPS RTK 與全測站經緯儀作業優缺點比較

測量方法	量測精度	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
全測站經緯儀	較低	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。
GPS RTK	較高	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。

2、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

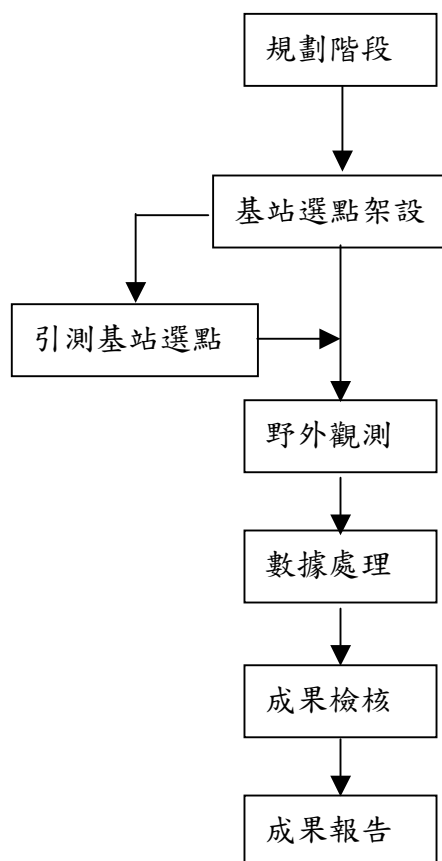


圖 2、以 GPS RTK 執行土地測量之作業流程圖

(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。

3、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 3。

(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。

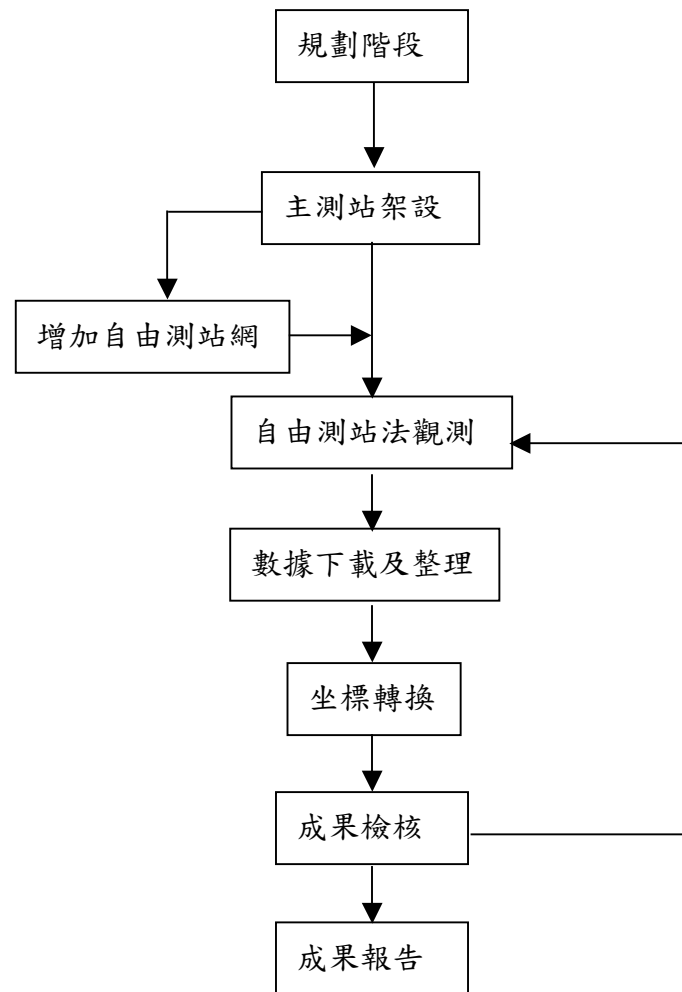


圖 3、以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖

(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。

4、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 4。

(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。

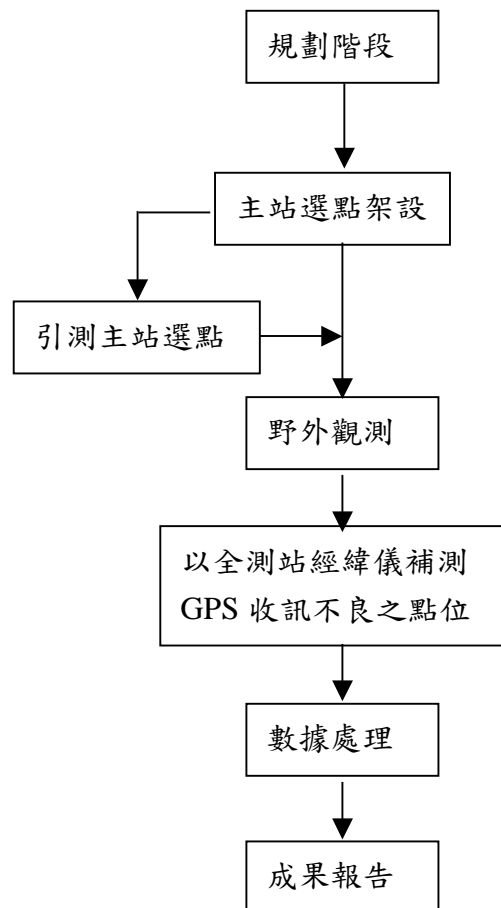


圖 4、以 GPS RTK 輔以全測站經緯儀執行土地測量之作業流程圖

(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。

三、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. 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。
8. 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。
9. Rizos, C. (1997): Principles and Practice of GPS Surveying. Monograph 17, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Sydney,

Australia, 560pp.

10. Seeber, G. (1993): Satellite Geodesy. Walter de Gruyter, Berlin, 531pp.

四、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，由於本案是二年期研究計畫的第一年，因此，後續將以本年度的研究結果為基礎，繼續執行下年度的研究計畫。本案部分的研究結果預定於下列研討會發表：(1)ION GPS -2003 (2003 年 9 月) 及 (2) 第 22 屆測量學術及應用研討會 (2003 年 9 月)。