

# 全球衛星

# 定位系統 (GPS) 在資源調查上的應用

## ——坪林油杉自然保留區調查

◎管立豪／林務局森林育樂組保育課課長  
陳仲賢、高義盛、陳孫浩／林務局森林企劃組技士

### 壹、前言

全球衛星定位系統 (Global Positioning System) 簡稱 GPS，是美國國防部於民國六十二年開始發展的一套精確衛星導航定位計畫，自民國六十七年起開始發射，並於民國八十二年十月起正式全天候三度空間定位。它有 24 顆衛星 (目前為 25 顆) 在約 22,000 公里高的 6 個太空軌道上運行，每半天繞行一周。因此在任何一個地點，任何一個時刻都可接收到 4 至 8 顆不同衛星的訊號，且不受天候影響。GPS 發展原僅供作軍事用途，由於美國對伊拉克的沙灣戰役中大量使用，並發揮很大效

果。相對使得一般商業民用接受器能快速發展，且變得既輕小又便宜，甚至發展成爲一種新興的公用事業 (Utility)。其利用範圍已由飛機、船隻的導航 (Navigation) 擴展至測量、航空測量或利用差分導航定位 (DGPS) 進行土地測量，此外與地理資訊系統 (GIS) 或遙感探測 (RS) 及其屬性資料結合應用於環保、醫療、防災、交通運輸上等更是目前熱門研究項目。

由於資源調查爲連續性的地面資料，這些資源資料收集需要可靠的地面控制點，可是往往因人煙稀少或

植被稠密，使得座標施測不易；如能配合 GPS 應用，利用它瞬間定位的能力，則可減少人力的需求，降低天候對我們的影響，並能很容易蒐集到最新資料，不似傳統攜帶航空照片或像片基本圖時必需花費較多時間，找尋明顯地物來對位，影響作業速度。此外以衛星定位方法進行時，空間資料由接受器以座標方式直接輸入電腦，因此現場作業完畢，資料庫也幾乎可建立完畢，減少後續室內作業負擔。

### 貳、全球衛星定位系統在資源調查上的應用

全球衛星定位系統在資

源調查上之應用，最主要功能就是提供快速定位能力，由於資源調查資料大部份均為連續性的地面資料，如能配合全球衛星定位系統應用，定能達到事半功倍的功效。茲將其應用項目依導航及定位兩部份介紹如下：

## 一、導航功能

### 1. 帶路功能

臺灣本島有一半以上屬於林地，對於各種資源調查，在高山森林中工作機會甚大，尤以生物資源調查方面為最。但在茫茫高山森林中要辨認自己所在的位置，誠屬非易，如能配合全球衛星定位系統快速定位及導航功能，則不但可隨時掌控自己的所在位置，並能迅速到達所要前往區域，避免迷途失蹤的危險，增加工作安全性。

### 2. 永久樣區位置搜尋

資源調查資料收集，如需長期連續性資料，則必須設立永久樣區以供監測。當永久樣區設置後，欲再次前往調查時，如其標誌遭受破壞或調查人員不同時，往往須花費甚多時間去找尋，甚至無法尋獲。因此如能於樣

區設定時，即將其設立中心位置座標記錄下來，於下次前往時，利用全球衛星定位系統導航功能，即能快速找尋所設立樣區。

## 二、定位功能

### 1. 境界測量

資源調查中往往需要了解調查區域之境界，或調查生物分佈之境界，但除非有明顯天然界線，可依據現有地圖或航空照片來區劃其境界，否則必須實地測量。應用全球衛星定位系統定位技術來測量已廣泛被各界使用，其應用測量方法約可分為五種，在資源調查中可採純動態測量及半動態測量兩種方法進行。

### 2. 樣區定址定位

各種資源調查中，以全面調查所獲取資料精確度較高，但所耗費人力及時間亦非常龐大，且往往利不及費。因此，一般均採用取樣調查以取得其所需資料；但樣區設定位置之準確度，往往可影響調查資料推估準確度，傳統方法係採用航空照片或地圖來確定樣區位址，但其定位精確度，需視調查

人員對航照或地圖判釋能力而定，如需精確測出樣區位址，則需從三角點引點逐點施測，方能獲取正確位址座標，其所耗費人力與時間亦相當可觀，而全球衛星定位系統則可輕易解決此問題。

### 3. 動、植物調查定位

在生物資源調查中，如野生動物、稀有植物或樣區內樣本位址之定位，均可採用全球衛星定位系統來直接定位，確定其位置。

## 參、GPS在臺灣油杉調查應用實例

臺灣油杉目前在本省發現數量約四百餘株左右，且大都為老齡木。呈不連續的南北分佈。南部分佈大武山區，北部分佈於坪林、礁溪附近山區，生於海拔350~700公尺之稜線或山坡上。其開花結實情形良好，但種子多空粒，發芽率甚低，極需進行復育工作，使此樹不至滅絕。因此為加強原有母樹保護，利用GPS將每株林木定位，並輸入資料庫中，以利管理保護。

## 一、調查區域概述

調查區域為坪林臺灣油

杉自然保留區，屬於林務局羅東林區管理處所轄，分佈於文山事業區第28,29,40,41林班上，總面積為34.6公頃。該區域林務局於民國六十四年六月即設置為母樹林保護區，至民國七十五年七月文化資產保存法通過後即直接劃設為保留區，共分三處：

1. 第一區在文山事業區第28林班，面積2.22公頃，有油杉母樹15株，零星散佈在嶺線地形險惡之地，海拔高400~500公尺，部份母樹不易靠近，屬天然林，樹齡20~50年及200~500年生，樹高11~19公尺，胸徑10~89公分。
2. 第二區在文山事業區28,29林班，面積32.4公頃，油杉母樹44株，亦零星散佈在地形險惡陡峻之嶺線上，海拔高度為400~700公尺，屬於天然林，樹齡為45~100及400~630年生，樹高12~20公尺，胸徑29~112公分。
3. 第三區在文山事業區第40,41林班，面積1.23公頃。有油杉母樹135株，係民國

二十一年人工造林，樹齡迄今64年，樹高約6~18公尺，胸徑9~45公分。

## 二、儀器設備

1. 像片基本圖、航空照片及直徑尺。
2. 全球衛星定位系統接收儀。
  - (1) 室內接收基站一為Trimble Pathfinder接收器及資料記錄器(PC)，接收器有8個接收頻道，能同時追蹤鎖定12顆衛星，位於臺北市林務局，其天線架設在電梯間之頂樓。該點位置座標由Trimble4000 SSE接收儀(公分級)來測定。基站具有PFinder衛星規劃及處理軟體，可供接受器與個人電腦間作檔案傳輸及任務規劃、資料管理、差分糾正、檔案轉換之功能，並使輸出檔案可與其他軟體如AutoCAD、ARC/INFO、ERDAS……等作溝通。
  - (2) 移動接受儀一為Trimble Geo Explorer具有6個接收頻道，能同時追蹤鎖定8顆衛星，重量僅0.4公斤，可直接以手持進行施

測，本身具有記錄屬性及編輯功能。

3. 多功能雷射測量儀一為LASER TECHNOLOGY公司生產的CRITERION 400型，包括雷射測距、電磁式數位羅盤和傾斜感應器，可供量測距離、方位角、傾斜角、目標座標程式、高度測量、樹徑測量、程式測量、導航等功能。

## 三、作業方法

### 1. 行前規劃

欲進行野外施測前，可事先於室內利用PFinder衛星規劃模組，了解施測當天測區星曆狀況，包括衛星分佈情形、數目、PDOP值、可接收時段，用以了解野外觀測之最佳時段及人員儀器配置。由於行前任務規劃牽涉野外量測值之事後差分處理工作，尤其是基站有遮蔽現象時，移動站對接收衛星號碼選擇時為一重要的資訊。

由圖一可知調查期間當天各時段出現之衛星及編號，圖二則顯示各時可接收衛星個數，由該圖可知全天衛星均可達四顆以上，即全

天皆可進行3D定位。(指接收地點無遮蔽物狀況下)，圖三則顯示調查期間各時段衛星數目及PDOP值，一般均設定為8以下(但以6以下較佳)，其紅色斜線部份則為根據設定條件如衛星顆數、PDOP值等而顯示出符合觀測之時段，由該圖可知以上午9點40分至11點40分及中午1點至4點10分為當天可供觀測時段。

## 2. 儀器設定

由於Geo Explorer屬於製圖級GPS，不但儀器接收組態可以自行設定，亦可建立屬性檔，即先以PFinder軟體建立屬性檔，再灌入GeoExplorer使用，屬性檔可以包括點(Point)、線(Line)、面(Area)。

本次儀器組態設定值為：

Pos. Mode：Auto(定位模式)

Elev. Mask：15°(接收仰角)

SNR Mask：4(訊號強度)

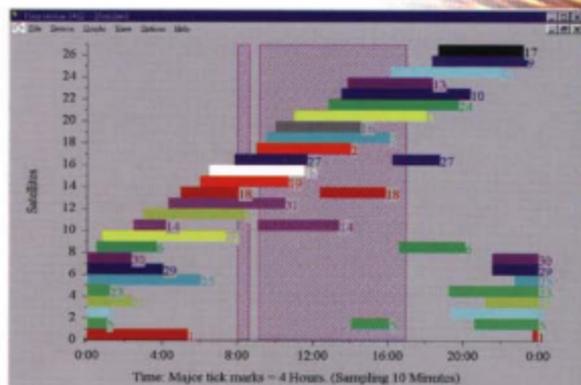
PDOP Mask：8(3D定位精度)

PDOP Switch：8(2D定位精度)

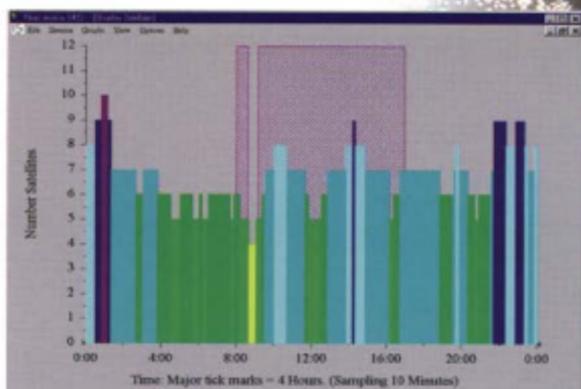
Point Feature/Logging Rate：

1 sec(點屬性接收秒數)

屬性檔則只有點之特徵屬性，內含臺灣油杉母樹編號、胸徑、樹高、調查日期



圖一 GPS 規劃工作時段可接收衛星編號



圖二 GPS 規劃工作時段可接收衛星數目

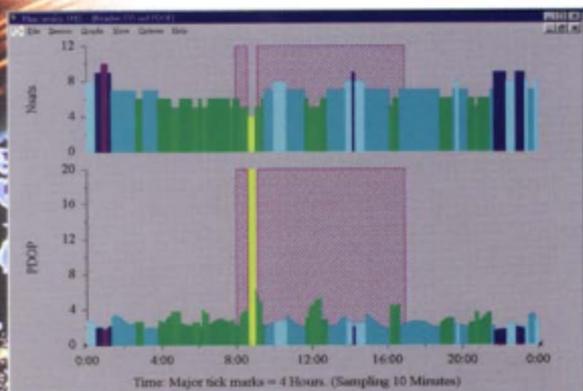
及生長狀態等。

## 四、外業工作

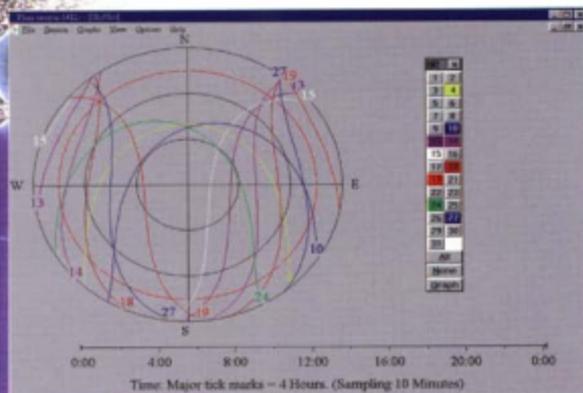
即在每株臺灣油杉母樹下以Geo Explorer接收儀進行定位，同時將每株林木之屬性資料輸入屬性檔。

其中文山第 28,29 林班

之臺灣油杉大多生長稜線上，且枝葉並不稠密，這對於GPS接收儀的定值非常有利，接收狀況非常良好，大都可接收到4顆以上衛星，若有接收狀況不佳時，可佐以單腳腳架，昇高機體天線，則可獲致較佳效果，且再與本局之基站差分後，



圖三 GPS 規劃工作時段適合接收時間 (紅色斜線部份)



圖四 GPS 規劃工作時段以基站為中心之各衛星升降情形 (衛星軌道圖)

定位精度都可達到 5 公尺以內。

至於文山事業區第40,41林班之臺灣油杉，因屬人工造林木，每株間之距離過近（小於5公尺），已超出 Geo Explorer接收儀之精度範圍，加以該區林木均分佈於山谷

或山腰上，故改用多功能雷射測量儀做較精密之定位。測量方法是採用導線法，每株油杉母樹則在導線點上以放射法定位，導線起點則以 Sub-Meter Geo Explorer 接收儀做高精度定位（精度在1公尺內），並轉換為TM二度分帶座標，將此座標套入雷射

測量儀所使用的 Traverse PC 測量軟體，即可計算出每株臺灣油杉的 TM 二度分帶座標，且其導線即為保護區之境界。

## 五、結果與討論

1. 利用 GPS 接收儀在每株臺灣油杉母樹下定位，同時可將其相關特徵屬性資料在儀器上直接輸入，使得座標定位與屬性資料同時結合，不但可簡化測量的步驟，提高測量成果正確性外，且將資料由 GPS 傳輸入 PC 電腦即可完成資料庫建立，減少屬性資料處理時間。

2. GPS接收儀除定位外，亦可進行境界測量，但由於本區地形實在過於險惡，往往連站立地點都不易尋覓，加上作業時間之限制，因此暫未實施境界測量。

3. GPS 接收儀因廠牌及型號不同，其功能亦各有不同，且價格差異甚多，因此使用者須針對調查目的及要求精度而選擇適合儀器。

4. 使用 GPS 接收儀在山區作業時，易受地形阻隔及樹冠影響，使得衛星訊號傳送受到阻擋，以致無法施測，此時必須配合傳統測量儀器或多功能雷射測量儀，以彌補此一外在因子限制。

5. 本次測量定位作業所接收到之資料檔案，經電腦處理後所得最後之座標皆是 TM 二度分帶座標，在相同之座標系統下，即可應用於地理資訊系統 (GIS) 之整合，將每株臺灣油杉的分佈位置圖及其屬性資料相結合，一次定位測量即可簡單完成其所需之資料。

6. 利用 GPS 於現場導航時，除了受地形及遮蔽物因子影響外，尚會受到 S/A 效應影響，使得誤差可達 100 公尺，但其資料除非經事後差分工作才能發覺，並予以消除誤差，此與於現場即欲知道正確資訊的需求尚有一段差距。解決之道唯有利用即時差分模式，透過廣播或無線電傳輸系統，使基站資料能即時傳輸到移動站作即時

差分修正，以降低接收誤差，完成導航作業。但以臺灣山區地形險峻阻隔，無線電訊傳輸效果不佳之情形下，欲進行 DGPS 現場導航，尚有待進一步克服。

## 肆、結論

現階段全球衛星定位系統技術，可說已臻成熟地步，因此利用其技術在資源調查中，應用於導航定位的層次，已是不可避免趨勢，如將來能配合電子地點的發展，將可取代傳統上以地圖、航空照片、指南針等工具為主的定位方式，同時增加工作的安全性。但目前實際應用上，將不可避免地面臨臺灣山地山高谷深、山勢陡峭的地形挑戰，對全球衛星定位接收儀造成遮斷效應，使得在應用上受到限制，因此目前尚須配合雷射測量儀等儀器來配合作業，以克服前述此等因子所造成限制。

## 伍、參考文獻

一、周龍章、曾清涼、余致義、楊翼聰 1994 GPS 衛星測量重點規範研議 第一屆 GPS 衛星定位技

術研討會論文集。

二、高拔萃、張瑞剛 1992 利用 GPS 短時間靜態法進行長基線觀測之研究 第十一屆測量學術及應用研討會論文集。

三、陳宏宇、莊玉熊、余永倍 1993 臺灣 GPS 測網之平差成果與精度評估 第十二屆測量學術及應用研討會論文集 1/2。

四、曾清涼 1993 GPS 衛星定位技術研習課程講義。

五、管立豪、陳仲賢、高義盛 1995 全球衛星定位儀在森林測量上應用之測試 林務局森林企劃組。

六、蘇建源 1994 GPS 於控制測量之實際應用 第一屆 GPS 衛星定位技術研討會論文集。