

# —— 高空視角下的森林資源調查 ——

文、圖／蔡家銘（林業及自然保育署航測及遙測分署技士）

「航空照片」是由航攝飛機攜帶精密「空中照相機」自空中向下垂直拍照，將地物、地貌做永久真實的記錄，具有高解析度、全面性、重複性、非接觸性及多光譜訊息等特性，常應用於農業、林業及自然資源管理、環境監測、生態研究、土地及都市規劃發展，以及緊急應變等領域，並可在有限的時間、人力及經費資源下獲取大範圍土地使用概況。


臺灣擁有豐富的森林資源，森林不僅對環境及生態系統具有價值，在社會經濟和發展上也有其關鍵作用。為了更好管理和保護這些森林，瞭解森林覆蓋面積、林木組成及林木蓄積等森林資源調查相當重要，迄今臺灣在不同時期下已陸續完成了 4 次森林資源調查，而各次的作業中均包含航照影像判釋與地面樣區調查的結合，可見航空照片對於森林資源調查的重要性。

## 航照影像與森林資源調查

森林資源調查透過高空視角可綜觀土地利用的全貌，運用單張航照的平面判讀與 2 張航照的立體影像觀測，從樣點的選擇、土地覆蓋型的辨識、林型的劃分、重要樹種的判釋，以及林木的樹高冠幅量測等皆可以應用航照影像來完成作業，可見航照影像是森林資源調查的一大利器。

臺灣首次應用航測技術進行土地利用及森林資源調查為 1954 — 1956 年間執行的第一次森林資源調查，航空照片委託空軍拍攝，為飛行高度固定之 24 條東西向航帶所拍攝的影像；第二次森林資源調查使用的航





森林資源調查透過  
高空視角可綜觀土  
地利用全貌

照由林業及自然保育署（下稱林業保育署）所拍攝，航攝任務採與中央山脈平行之南北航帶，依每隔 2.4 公里之間隔區劃成 87 條航線，其飛行高度並隨海拔調整，使獲得的航空照片能有一定的比例尺；第三次森林資源調查所需航空照片則由林業及自然保育署航測及遙測分署（前身為農林航空測量所，下稱航遙測分署）拍攝，由每隔 2.5 公里之 78 條航帶完成覆蓋全島的航攝任務。

前三次的森林資源調查使用的航空照片為類比式相機拍攝的黑白影像，作業於圖面上進行相關土地利用型的描繪與林木資源的判釋，再經數化建檔儲存於電腦；而第四次森林資源調查則是運用航遙測分署的空載數值航照相機與掃描儀（Intergraph DMC 與 Leica ADS40），取代傳統類比式影像，地面解析度可達 25 公分，以立體判釋儀於客製化地理資訊平臺上直接進行土地覆蓋型及樹種的立體影像判釋、量測、數化、儲存等作業，有別於以往的圖面描繪作業，可說是一大突破。

## 森林資源調查任務突破

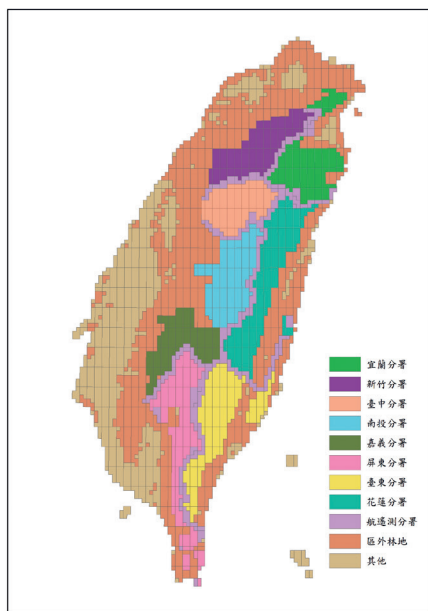
第四次森林資源調查的目標為瞭解全國森林分布及林地土地利用現況、調查森林資源現況，以及整合建立森林資源長期監測系統，相關作業均需以航攝影像為基礎。航遙測分署作為政府機關中唯一具備自主航空照相能力與高效能圖資倉儲的專責單位，業務內容包含各類重要航遙測圖資蒐集、產製、管理與供應，並且隸屬於林業機關，自然為森林資源調查的成員之一，主要任務除了航空照片的



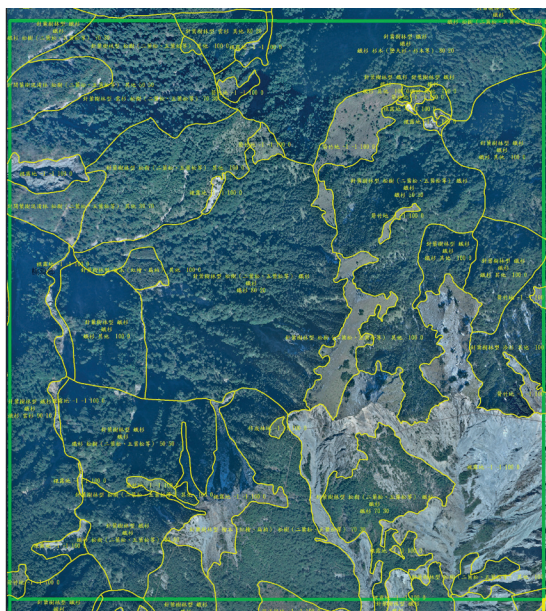
拍攝外，還包含立體像對專案製作、林型及土地覆蓋型判釋數化、航照樣點判釋量測、外業檢核校對、各地區分署作業成果檢核及判釋教育訓練等。

航遙測分署空拍人員依制定航線進行航攝任務，將臺灣本島、澎湖、蘭嶼、綠島及小琉球等地區的林地航照影像逐步拍攝蒐集；再來製圖人員須依設定的圖幅區域查找對應的原始航攝影像，製作立體像對專案資料，再載入 ArcGIS 地理資訊軟體及 Stereo Analyst for ArcGIS 3D 觀測模組建構的立體環境下，判釋數化人員才能進行影像判釋、量測、數化及儲存等作業。

在林型及土地覆蓋型判釋數化作業中，作業區域劃分係依國有林管轄區域及公私有林所在位置，由林業保育署轄下 8 個地區分署與航遙測分署同步進行作業，航遙測分署負責作業的圖幅包含各地區分署管轄的國有林交界處、國有林事業區外的公私有林地及澎湖地區等，航照影像上的林型經判釋為針葉林與人工林等，則需進行航照樣點判釋，量測記錄林分的樹高、冠幅與鬱閉度等 3 項參數；另各地區分署完成專案圖幅判釋數化作業後，其作業成果均須經由航遙測分署進行成果檢核，始能上傳至資料庫中。



林型及土地覆蓋型數化作業各單位負責區域



林型及土地覆蓋型數化作業成果

林型及土地覆蓋型判釋數化作業除了內業外，航遙測分署作業人員亦會攜帶成果圖紙至現地進行檢核校對作業，比對有疑義的林型區塊，將誤判不符處進行校正，以提升判釋準確率，現場如有易混淆林型或樹種，亦會建立其基本資料及立體像對，作為後續判釋作業的參考樣本。



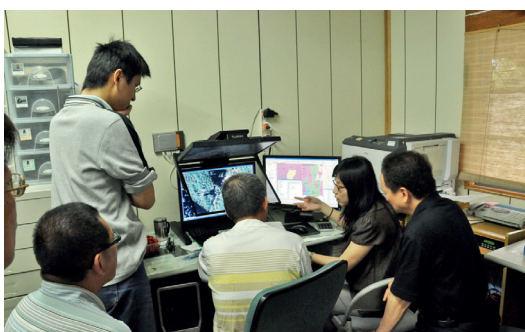
■ 外業檢核作業情形



■ 外業檢核作業情形



■ 臺中分署教育訓練情形



■ 南投分署教育訓練情形

第四次森林資源調查為首次使用數化航照與立體判釋儀，在 3D 的環境下進行林型及土地覆蓋型判釋數化作業，各地區分署人員於作業時，常有影像判釋的疑義及工具操作上的不熟悉，航遙測分署會針對需求前往進行教育訓練，以解決作業人員的問題，讓後續作業順遂。

## 航照工具 森林的守護者

「航空照片」具有高效、全面及精確的特性，為森林資源調查提供高解析度的地理信息，使我們能夠準確地評估森林的面積、結構、健康狀況和多樣性，如透過多時期航照影像的比對，其重複性亦能夠長期監測森林的變化，航照已成為森林資源調查、管理、保護與動態變化長期監測不可或缺的工具。

航遙測分署近期加入的 2 架新型國家航遙測飛機 King Air 360ER，其搭載 DMC III 航攝數位相機，同樣的航攝任務規劃下，影像解析度可提升至 15 公分，並裝設了光達感測器與高光譜掃描儀，未來在森林資源調查，或是國土量測及智慧農業等，將能即時掌握及記錄環境資源現況，提供做為相關決策輔助的參考。🌱