

業務報告

農業委員會林務局農林航空測量所業務介紹

王韻皓¹ 陳連晃²

一、前言

航空測量資料是國土資訊系統不可或缺的一環，以其快速、便捷所獲得之影像資訊，舉凡國土規劃、都市計畫、經濟建設、資源調查、農林經營、災害防救、環境監測、學術研究及行政管理皆賴以為規劃之依據。我國航空測量發展非常早，政府遷台以後，民國 43 年農村復興聯合委員會成立森林資源及土地利用航測調查隊為農林航空測量所的前身，48 年 1 月台灣省政府農林廳成立農林航空測量隊，62 年 7 月改隸林務局，69 年 12 月擴編為農林航空測量所，民國 88 年 7 月改隸行政院農業委員會林務局農林航空測量所（以下稱本所），迄今已五十餘年。本所主要任務為以航測技術建立全台灣完整之航攝影像資料庫，早期辦理台灣地區像片基本圖及林區像片基本圖測製，近年來將早期傳統航拍底

片進行掃描數位化作業，民國 96 年開始，引進航攝數位相機，本所即全面進入數位化時代。為提升圖資產製更新頻率，更規劃航攝及正射影像製作期程為全島山區每二年一次，平地每年二次。此外，本所自民國 64 年以來即累積相當豐富之航攝圖資資料，為有效整合資料並迅速有效率的提供使用者，目前建置有「航遙測圖資供應平台」，未來會持續提升系統的功能，提供更完整的服務，以達到資料流通供應的目標。

二、組織架構

本所設置有所長、副所長及秘書各 1 人，業務單位包括計畫管制課、測量課、立體製圖課、編繪課、資源調查課及資料課等 6 課，行政單位包括人事室、會計室、政風室及秘書室等 4 室。組織架構圖如下圖 1。

¹ 農業委員會林務局農林航空測量所課長

² 農業委員會林務局農林航空測量所所長

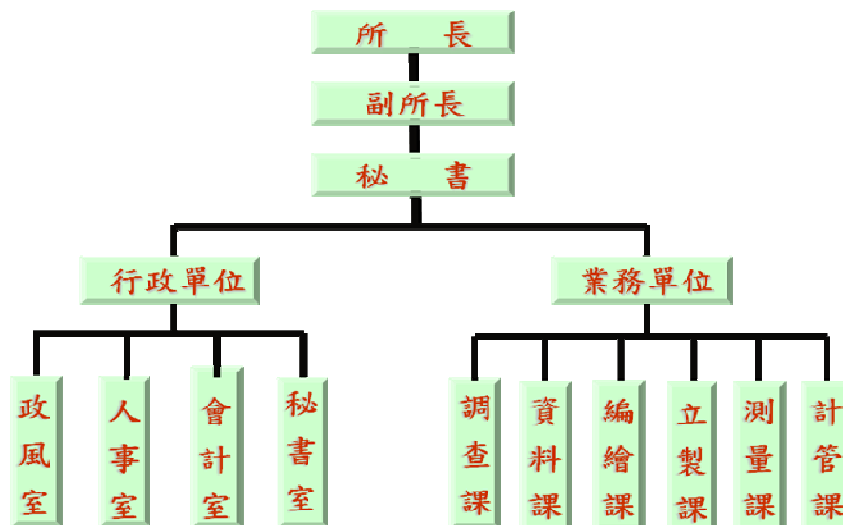


圖 1 農林航空測量所組織架構圖

各業務課之組織職掌說明如下：

計畫管制課：航攝計畫、製圖計畫之編擬與各項預算編列及執行進度之控管、執行航空攝影任務及影像之沖晒、執行各項臨時發生天然災害之影像資料蒐集。

測量課：像片控制點為航測製圖的依據，無論是要精確決定每張像片相對於地面的位置及方位，或是要以像片來編纂地形圖、正射影像圖以及鑲嵌圖等，均需有足夠的地面控制；測量課專責辦理此類控制點位資訊業務，提供其他課室後續製圖及應用的依據。

立體製圖課：主要任務為將兩張相鄰的航空照片組成三度空間之立體模型，以進行地形圖立體測繪，並將中心透視投影的照片轉換成正射投影影像等，皆為立製課之主要職掌，另外還包括空

中三角測量及野外調繪等工作。

編繪課：圖資編纂作業 84 年後全面採電腦數化製圖，本課業務將所有影像及向量資料予以整合後輸出，並加以審核，以利資料確實完整。隨著科技的進步，本所於 91 年度開始，全面改為彩色正射影像製圖。

資料課：主要業務包括航測資料之管理、維護及運用；航攝底片掃描數位化資料管理、臺灣地區像片基本圖之保管及供應；彩色正射影像圖（含影像檔）之售圖作業；航空照片（含放大及影像檔）之售圖作業。

資源調查課：鑑於航測資料的應用，涉及極為專業的技術，本所特於成立之初即設立「資源調查課」，充分利用本所航測製圖的成果及技術，辦理土地利用及自然資源

等調查，將所獲得的資訊提供決策參考。主要業務：航空照片之判釋、航照立體像對製作、全國森林資源調查。

本所全體員工共計 85 人，其中包含測量職系員額 21 人、林業職系員額 22 人、其他職系員額 12 人、技術性技工及工友等 30 人。

三、航空攝影

(一)載具及數位相機



圖 2 Beech 200 航測飛機



圖 3 Beech 350 航測飛機

因應數位化之趨勢，近年來航攝專用之高解析度數位相機技術已逐漸成熟，本所自 96 年及 97 年分別購置 ZI/DMC 數位製圖相機（圖 4）及 Leica ADS40 空載數位掃描儀（圖 5），取代傳統類比式航攝相機，且新型航照數位相機均具備定位定向慣性導航系統（Positioning and Orientation System, POS），可依事先規劃之航線進行拍攝作業，以取得高解析度數位影像，同時節省傳統相機所需之沖洗、掃描作業時間，並減少設備、人力及耗材之經費。同時藉由 POS 所提供之位置及姿態參數，可快速完成影像正射糾正工作，以因應如災害防救之急需。

目前航攝業務使用的航測飛機為內政部於 68 年為基本圖測製所購入之 King Air Beech 200（圖 2）及農委會於 84 年購入之 King Air Beech 350（圖 3）航測飛機，此二架飛機皆於 93 年移交內政部空中勤務總隊管理，並以清泉崗機場為起降機場，由該總隊負責任務派遣、飛行及維護相關業務，由本所空照同仁登機操作航遙測設備，進行航空攝影作業。

Zeiss Intergraph DMC 數位相機成像原理與傳統相機類似，採用框幅式攝影，相機由八個鏡頭組成，中間四個鏡頭組成一張 13824X7680 像元的全色態影像，周圍的四個鏡頭則各別攝取紅、綠、藍、近紅外線四張多光譜影像，但是像幅只有 3072X2048 像元，再利用影像融合技術，將高解析之全色態與多光譜影像融合可得高解析之天然彩色片和彩色紅外影像。其中全色態鏡頭之像元大小為 12 μ m，焦距(影像融合後)為 120mm，輻射解析度為 12 bit。

Leica ADS40 空載數位掃描儀採用推掃式攝影記錄地面訊息，多光譜影像部分，同時備有 2 組置於不同視角之線狀

CCD 感測器(後視及底視)，全色態部分則有 3 組不同視角之線狀 CCD 感測器(後視、底視及前視)，每條具 12000 像元，所以一次拍攝可以同時獲得 12 張相同解析度之影像，同一航線所得之影像，可不需經過鑲嵌處理，即可不間斷瀏覽，色調也較一致。經組合後，可獲得連續



圖 4 ZI/DMC 數位製圖相機

自民國 96 年以來，已使用 DMC 數位相機拍攝約 7 萬餘張數位航照影像及 ADS40 空載數位掃描儀拍攝航線約 1 萬餘公里長之數位影像，所拍攝之數位影像之地面解析度約為 25~30 公分。

四、數值航測

本所製圖業務，包括測製向量地形圖、產製數值像片基本圖與數值正射影像圖。自 94 年起，改採全數值製圖作業環境。96 年起，更採用航照數位相機所攝得之影像，作為航空測量與製圖業務之主要影像來源，使本所圖資製作流程更為順暢。目前所用主要製圖設備包括數值航測影像工作站、數值立體測繪系統、航空底片掃描儀、數化編修工作站、噴墨與雷射輸出設備等。

(一) 控制測量

之立體像對，供立體觀察與數值航測地形圖測繪等應用。各波段之線狀 CCD 感測器像元大小均為 $6.5\mu\text{m}$ ，焦距為 62.77 mm，輻射解析度為 12 bit，因 R、G、B、NIR 波段與全色態波段同樣為高解析度，故不需再進行影像融合，即可直接獲取的高解析度的彩色影像。



圖 5 Leica ADS40 空載數位掃描儀

在一張航照影像上，像片控制點必須是明銳易辨的像點，為達成此項目的，最佳的方式是航空攝影前先在地面控制點上佈設航空測量標。佈設空標作業時應於測區內選定淨空開闊、無陰影遮蔽、且分佈適當之位置，以利於衛星訊號之接收、航測影像之拍攝、並符合製圖需求。

航空攝影前佈設空標雖能精確定出像點位置，但標誌保存不易，宜於佈設空標完成後儘速實施航空攝影，以免標誌遺失或破壞；航空攝影完成後，如空標毀損遺失率過高致影響空中三角測量及製圖作業，可於原空標附近適當區域選取易於辨認之自然點(像片刺點)以取代該空標，必要時得重新

實施佈設空標作業及航空攝影。

早期的測量作業，受限於儀器設備的條件限制，如最早期的 Leica Wild T2 精密經緯儀(又稱方向經緯儀)，由於必須在視線範圍內才能進行測量，因此所能量測的距離有限，換言之，必須建立更多的地面控制點。但採用 GPS 後，不但不受目測距離的限制，在加上只要在可收到手機訊號的地方，即可配合內政部國土測繪中心建置之「e-GPS 即時動態定位系統」辦理網路型 RTK 測量作業，因此大幅縮短了測量作業與解算的時間。另外，由於現代航測已進入數位年代，以數位相機拍攝時利用 POS 可同時獲取投影中心坐標及姿態等外方位參數值，也使得地面控制點數量得以大幅減少。

(二)空中三角測量

主要方法為根據地面控制點坐標給予空中三角測量作業中的絕對方位，用以推算其他模型中連結點未知坐標，並計算航照之投影中心位置與姿態參數。

本所現全面利用航照數位相機專責執行航攝任務，拍攝台灣全區(含離島)，且配合各項航空攝影計畫規劃平地地面解析度約 25cm~30cm 之多光譜影像作為製圖、國土監測及規劃、森林資源調查、樹種判別、偵察農林天然災情，協助稻作面積調查及林木病蟲等學術研究發展之用。應用航照數位相機拍攝之影像，不需經過傳統底片沖洗及掃描等流程，航空攝影作業完畢後透過影像後處理軟體的操作即可得到 12bit 及具有

4band (Red、Green、Blue、NIR) 之影像，大幅提升拍攝影像之輻射解析度及光譜解析度，且加上 POS 之輔助，節省了後續的空中三角測量平差作業所需的人力及時間。

(三)測繪地形圖

根據空中三角測量平差成果與航攝影像，搭配能顯示立體模型的製圖儀器進行立體製圖工作，於模型中量測並數化等高線、地形結構線、或地物結構線等資料，將地貌、地物記錄存於數值檔案，可供後續其他應用。

本所目前產製數值地形資料方式，分為自動化與專業人工數化兩種方式。自動化產製地形資料乃是採用數位影像自動匹配原理產製數值地形模型；人工數化則須在立體觀測設備下，進行數值地形圖測繪工作。兩種方法各有優劣，可依需求資料之品質精粗程度與時間緊迫性決定。一般來說，緊急災害製圖所需之數值地形資料以自動化產製較符合需求。

(四)正射影像

航空照片成像原理為中心透視投影，受攝影軸傾斜、及地形起伏等因素影響，造成影像中各像點產生不同程度之幾何變形，必須使用航攝數位影像及數值地形模型(DTM)，將透視投影之影像糾正為正射投影，並賦予正確地理坐標與比例，此程序稱為正射糾正，糾正所得之影像即為正射影像。

台灣地區像片基本圖之測製需經過航空攝影、立體製圖、野外調查、編繪成圖及印刷等程序，費時較久，約間隔 5 年才可完成版次

更新測繪工作。為因應環境快速變遷，各界對航照影像及時更新之需求，本所自 91 年起利用每年所拍攝航空照片，經過正射糾正，製作成五千分之一彩色正射影像圖。目前正射影像圖之提供計有紙圖與影像檔兩種，紙圖圖面包含坐標方格線、圖框及影像相關之詮釋資料，如拍攝時間、產製單位等；影像檔包含影像 TIF 檔、TFW 坐標檔及 DXF 圖框檔，檔案可直接應用於地理資訊系統中。正射影像其地面解析度為 25cm，代表的是圖面上每一個像素是真實地面上 25cm 見方的範圍，能表現出地表現況，使圖面上所有資訊一目了然。

此外，正射影像因具有地理坐標之特性，可與其他向量資料進行套疊，進行空間分析或地表變遷偵測之用。常見應用有崩場地數化及計算面積、國土利用調查、影像分類、變遷分析、火災跡地判釋、國土監測及相關法院訴訟案件，正射影像都能提供相當豐富的資訊。在地理資訊系統建置日益發達的今日，正射影像為其資訊系統最佳之底圖，故正射影像現已為本所提供數量最多之圖資。自 91 年起本所陸續完成的正射影像圖也已達 3 萬餘幅。

(五) 編繪

還原成三度空間後的航照圖，必須加上必要的註記，才能成為可供運用的圖資。編繪主要是負責正射影像的後製程序及成圖印刷前的圖幅整飾及品管工作。

本所自民國 82 年起，發展數位化地圖編纂系統，將製圖業務由

傳統地圖稿圖編纂推向數值編圖之全新領域；地圖編纂作業也由紙圖作業轉為電腦數化製圖。隨著科技的進步，本所於 91 年度開始，全面改為彩色正射影像製圖，將航測製圖技術由黑白帶入彩色的世界，全省第一幅彩色林區數值像片基本圖亦應運而生，期藉由技術不斷的提升，使資料需求者獲得即時且完整的資訊，進而作更有效率的決策與規劃。

航測製圖係以航照影像為基礎，進行立體製圖、編繪成圖及印刷而成。

五、圖資供應

(一) 保管及供應之圖資種類

農航所保管及供應之圖資包括：台灣地區像片基本圖(1/10000 及 1/5000)、台灣林區像片基本圖(1/5000)、彩色正射影像圖(1/5000)、歷年本所所拍攝之航空攝影資料(包括航空攝影之空照底片及照片)，以及航線數化建檔，上列圖資可提供機關、學校做為國家經濟建設規劃及學術研究之用。

1. 航空照片：

主要由航攝飛機攜帶精密「空中照相機」自空中向下垂直拍照，將地面上地物、地貌做永久真實記錄。航空照片是中心透視投影，無固定比例尺，因此不能當地圖使用。本所自民國 65 年起實施航空攝影作業，民國 90 年以前為黑白航空照片；民國 90 年起陸續改為彩色航空照片(圖 6)。

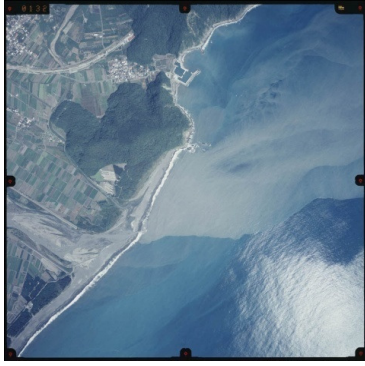


圖 6 彩色航空照片

2. 數位攝影機數值影像（民國 96 年後）：

本所於 96、97 年分別採購 Zeiss Intergraph DMC 航照數位相機與 Leica ADS40 航照數位掃描儀後，分別取代底片航測相機與多光譜掃描儀。航照數位相機與數位掃描儀係以數值記錄方式進行航照任務，除省去底片沖洗與掃描等業務外，更可同時取得 R、G、B 等可見光波段之影像外，及記錄近紅外光（NIR）波段之影像，較傳統必須分別拍攝可見光與紅外光照片作業方式，數位相機所攝得之影像應用價值更高，也更節省作業成本。

3. 彩色正射影像：

將中心投影之原始航照影像，逐點糾正成正射投影，加註說明（如圖號、圖名、坐標及固定比例尺）製成彩色正射影像圖（圖 7）。

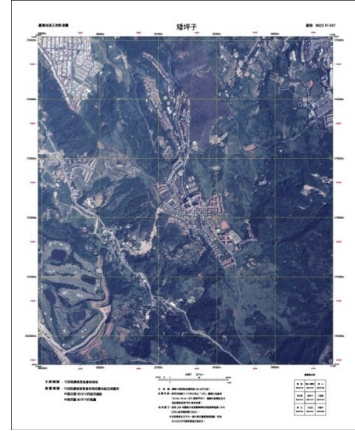


圖 7 彩色正射影像圖

4. 像片基本圖類：

經微分糾正後之正射影像，於其上加繪等高線及地物與註記說明（如圖號、圖名、版次及比例尺，圖面上有等高線、河流、街道、文字註記、圖例及坐標等），成為像片圖，以像片圖作為基本圖者稱為像片基本圖，下圖 8 及圖 9 分別為臺灣地區像片基本圖及林區像片基本圖。

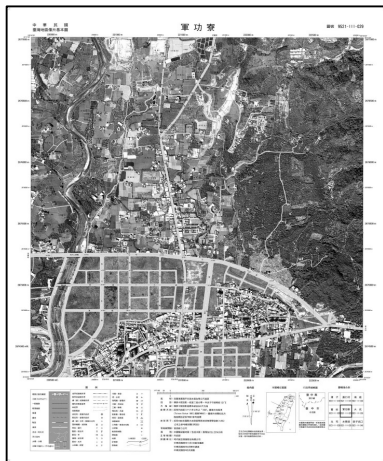


圖 8 臺灣地區像片基本圖

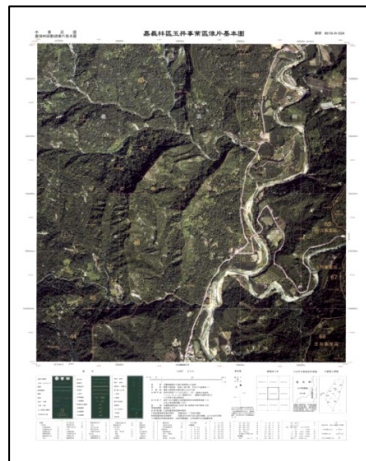


圖 9 林區像片基本圖

5. 圖資比較：

項目	航空照片	正射影像	像片基本圖
一	中心投影	正射投影	正射投影
二	比例尺不一致	比例尺一致	比例尺一致
三	無地理坐標、註記、圖例及等高線	具地理坐標、無註記、圖例及等高線	具地理坐標、註記、圖例及等高線
四	具移位誤差	無移位誤差	無移位誤差
五	可立體觀察	不可立體觀察	不可立體觀察

(二) 國土資訊系統航遙測圖資供應平台

農航所具備全台灣最豐富，最完整之航空照片影像資料庫，且近年來國土資訊系統相關計畫持續推動，航攝正射影像廣泛的被採用作為底圖資料圖層，因航攝正射影像紀錄完整的地形地物資訊，只要再依計畫目的加入各類主題圖層，即可快速完成系統建置。為解決當前航攝影像資料廣泛使用之需求，必須整合航攝影像資料應用及流通共享，減少政府重複投資，因此本所規劃以五年期程建立「國土資訊系統航遙測圖資供應平台」，以提供快速且集中的圖資瀏覽、查詢等服務，包含後端的資料管理平台及前端提供網頁操作介面作為圖資瀏覽的平台，開放使用者線上對圖資進行查詢、瀏覽等操作。圖資集中儲存、傳遞，可加快資料流通與減少分散重覆儲存的空間浪費。

目前本所圖資原始航照影像部份，傳統類比式照片總數約 81 萬張，總容量約 350TB，民國 97 年後接續之新型數位相機的照片數量至今已經高達 100TB 以上；正射影像自民國 91 年開始製作以來，至 99 年底總張數已達三萬餘

張，總容量已超過 13TB，目前每年約以 4000 幅的速度增加更新。

然而，由於農航所人力有限、影像資料多，對於影像實體流通上非常困難，因此所提供之服務能量亦有所限制。配合近年來網路技術與 GIS 領域技術之發展，相關單位如 Open Geospatial Consortium(OGC) 透過訂定如 WMS 的標準將圖資流通之標準介面定義後，對於圖資透過網路流通的機制已經逐漸成形，也為農航所未來對於圖資發佈之方式提供了一個管道。

此系統包含數項子系統，其名稱與主要功能說明如下：

1. ATIS-Web：一般使用者只需要利用瀏覽器即可進行使用，主要之功能包含：各項地理資訊查詢及本所正射圖資查詢。
2. ATIS-Client：為安裝在本所使用者端之應用程式，功能包含：產製流程管理、圖資典藏與上架 WMS 及圖資查詢與售圖流程。
3. ATIS-OPC：安裝在本所使用者端之 3D 空間展示應用程式。
4. ATIS-WMS：後端之網路地圖服務伺服器：提供網路地圖服務 WMS (Web Map Service)。

國土資訊系統航遙測圖資供應平台(ATIS)的主要目的，即是透過高效率的資料倉儲與資料採礦技術，協助政府機關及一般使用者快速查詢及應用數量龐大的影像資料。本系統已經開放政府單位介接，到目前為止已經有 40 幾個單位介接，預計成長速度會非常快速。

六、結語

「精研航測科技、厚植國土資訊」為農林航空測量所核心價值，由於航測製圖資料是一切建設之基礎，本所歷年來執行航測製圖及農林資源航遙測調查業務，運用最先進航遙測飛機、航照相機、數化製圖儀器、資源調查儀器與經驗豐富之專業技術人員，提供鐵公路、機場、港口、水庫、礦場等國家各項經濟建設規劃之基本資料，並作為農業生產、森林經營、國土規劃、災害防救、區域計畫、資源開發、土地利用等調查規劃之用。航測製圖資料檔案相當龐雜，本所航遙測圖資供應平台即致力於將影像圖資整合，並有效地提供各界使用。今後，本所當擔負起統籌全國航遙測業務之使命，加強航遙測整合規劃，建立完整影像資料庫，在航遙測影像蒐集方面，更規劃引進機載合成孔徑雷達，期能健全機載遙測體系，提供國人最快捷、最全面之航遙測資訊。