

九、農林航空測量業務

本局農林航空測量所（以下簡稱農航所）以「精研航測科技、厚植國土資訊」為核心價值，拍攝蒐集航遙測影像資料，建置航測資料庫，豐富國土資訊，並提升專業知識，應用航遙測科技，執行航空攝影、像片基本圖製作、遙感探測、農林資源調查、天然災害調查等業務，加強推動國土資訊系統之基本資料建置，期以快速、便捷且大面積之影像資訊，提供國土規劃、都市計畫、經濟建設、資源調查、農林經營、災害防治等施政規劃依據或學術研究應用。

（一）再談影像資料處理－應用機載慣性定位定向系統 (Position and Orientation System, POS) 進行航空影像正射糾正

農航所管理的航遙測資料產出重要成果－正射影像，因為具備豐富的地物影像記錄及影像地圖的特質，常被廣泛應用於各種區域規劃、農業、森林、都市資源調查、歷年災區變

遷監測等國土空間資訊，亦可作為建置各類數值圖資之參考底圖。

正射影像又因需具有正確空間幾何，在產製流程中計有恢復內方位、解算航照外方位（空中三角測量）、數值航照影像正射糾正、影像接邊、色調調整與影像分幅輸出等，其中空中三角測量為極繁重複雜且費時費力之工作，需在數百張之航照中確認共同像點（共軛點），並逐一量測其像片座標並予以記錄，又以山區可辨識之地物點極少，自動量測點位作業常常失效，多以人工測點為主（如圖1）。以農航所配合國有林事業區森林經營檢訂計畫為例，現場檢訂資料所需之正射影像，早期一個事業區在空中三角測量所花費的時間常達兩個月以上，且像片點量測作業須投入所有人力。

但是，隨著航遙測科技進步及設備之提升，農航所購入POS機載慣性定位定向系統（Position and Orientation System），其內含有GPS與慣性量測裝置（Inertial Measurement Unit, IMU），加裝於航照相機上可同時記錄曝光時刻之位置與姿態參數，並藉以提高GPS解算精度，歷經測試與調校後，已能在合理的精

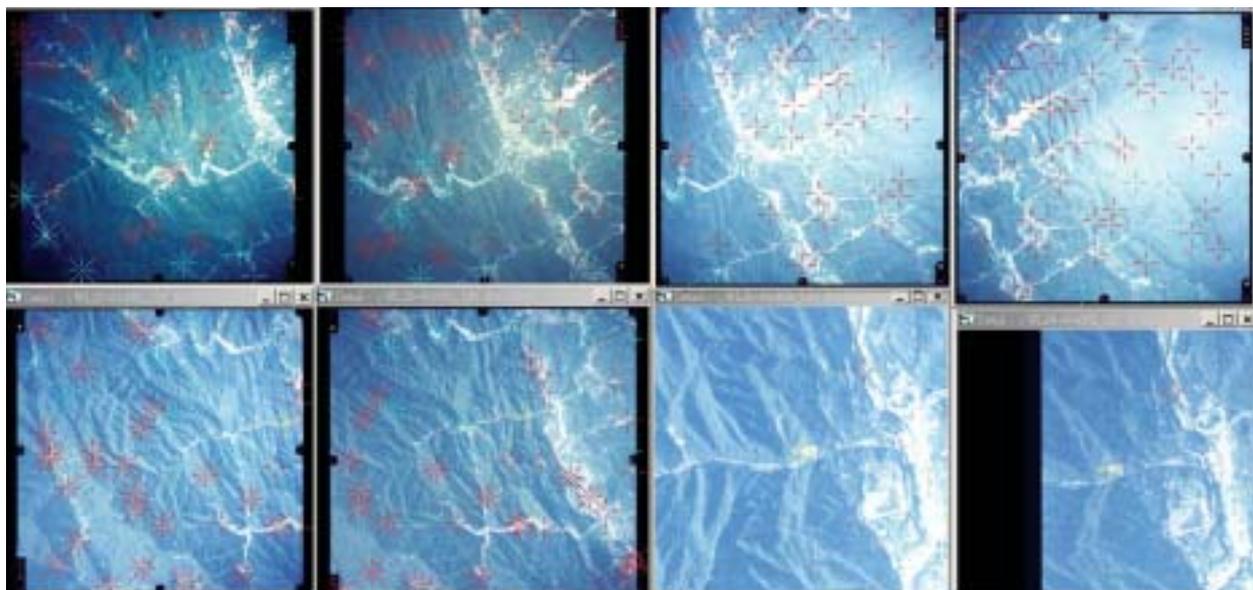


圖1 空中三角測量-共軛像點量測

度範圍內，快速獲取航空影像外方位資料，並簡化空中三角測量平差程序，節省人力與時間支出。

觀看圖2及圖3，於空照相機上加裝POS機載慣性定位定向系統後，正射影像生產流程明顯簡化，在無地控點控制與空三平差解算情形之下，直接讀入POS外方位資料進行正射糾正處理，即有相當高的方位與姿態精度，所得正射影像經過驗證，亦可控制在極為精確的平面精度內。因此，除欲測製大面積地形或林區圖須再進行空中三角測量外，就單一像片即可套疊現有之數值地形模型（Digital Terrain Model, DTM），直接進行影像正射糾正處理，而節省不少時間。換言之，正射影像製作區域之規劃，極具彈性與機動性，任一地點、任一航帶、任一區塊，或整捲底片，只要該照片具有POS方位資料，即使拍攝地點不連貫，亦可立即進行影像正射糾正處理。

此外，許多早期無法進行拍攝或是空照執行效益不佳之航照區域，皆可於加裝POS機載慣性定位定向系統後獲得突破或提升。諸如河川地調查、道路規劃、海岸線航測製圖等，其中以海岸線航測製圖為特殊，常因廣大海面無法佈設足夠精度之控制點，且海面波浪不斷變動，影響製圖成效。另在林業上之應用，過去林地調查監測、崩塌地調查等所需資料，即使是調查區域小亦必須透過空中三角測量程序，花費長時間及人力始能生產該區域之正射影像，成本與效益不成比例，又正射影像或單一航照影像所提供地物之平面資訊，早期林業人員進行航照影像判釋易造成誤差，即使利用反光立體鏡輔助立體觀察，也因照片本身不具方位資訊，故僅能輔助判釋，而無法作其他加值使用。因此，利用POS系統所提供之航照方位資訊，未來林業人員可以直接在數位航測工作站上，將任一地點之航照影像組成立體模

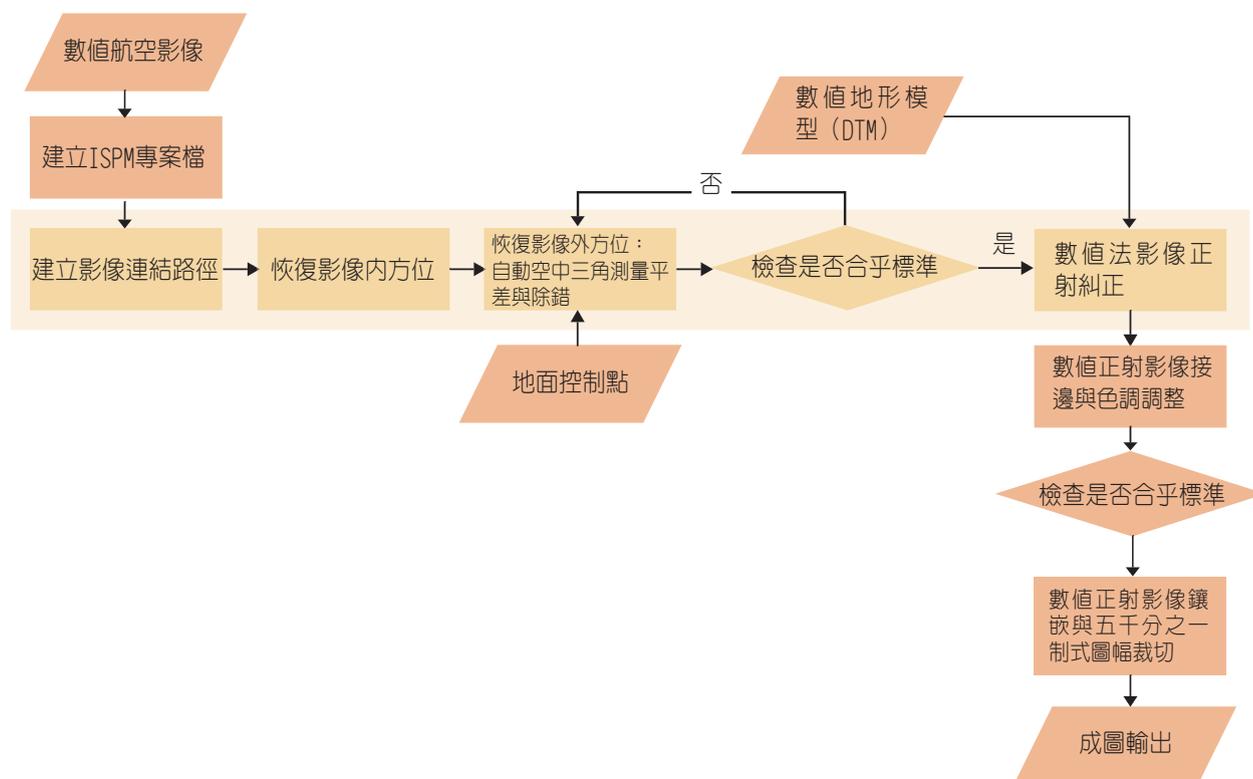


圖2 過去數值航測正射影像生產流程

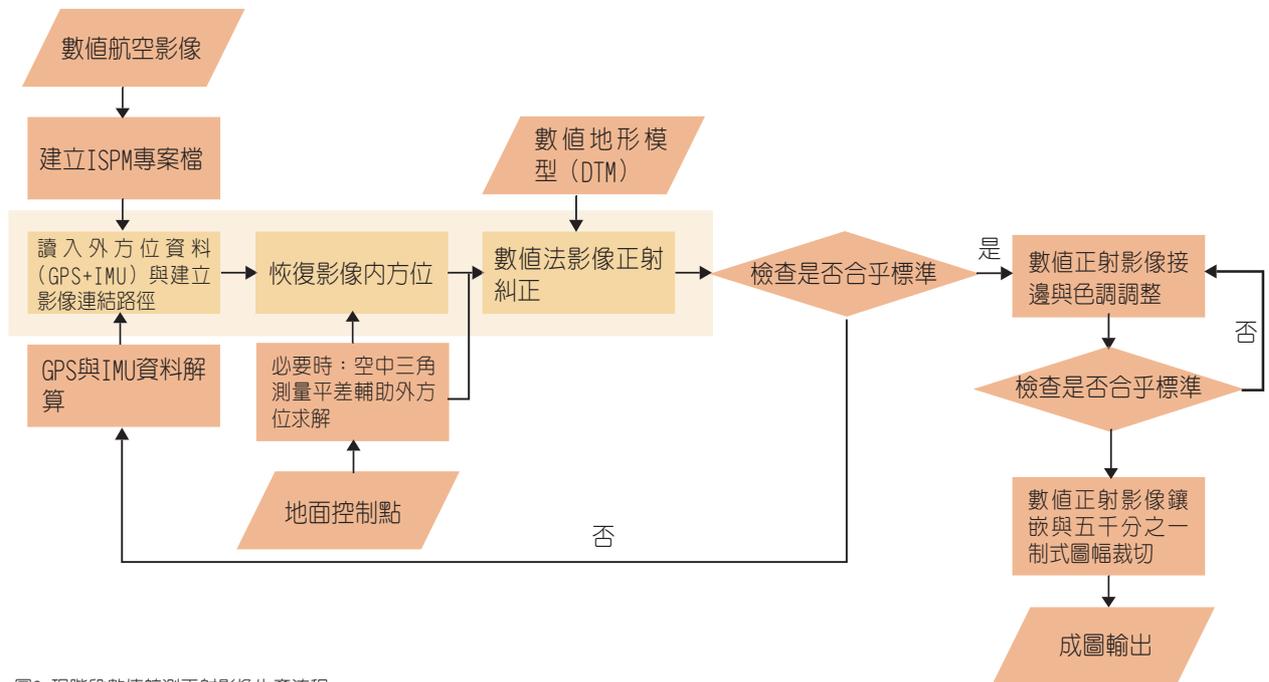


圖3 現階段數值航測正射影像生產流程

型，除可進行立體判釋外，亦可以直接將成果或範圍數化，供後續GIS分析與應用。

農航所現階段生產數值正射影像的方式，包括單片單幅生產與正射影像鑲嵌兩種方式，前者從95年下半年度開始（如圖4），已開始採用連續且自動化的正射影像生產流程，人力僅需著重在處理範圍選定、資料前處理與設定，以及品質精度檢覈與控管；後者因鑲嵌線編修較為費時，僅限於專案製作，如協助南投林區管理處製作塔魯灣溪整治所需圖幅（如圖5）。

若POS輔助數值正射影像生產推展順利，日後數值影像正射糾正規劃，可單幅作業、區域作業，或根據拍攝底片卷號依序作業，甚至可於緊急災害發生時可立即提供成圖，指定區域快速作業，提供救災及災後復舊決策參考。未來，期能達成年產量2500幅以上正射影像，提高資料的應用及共享性，以因應社會經濟建設之快速變遷，配合E化政府之推動，供國內各相關領域GIS系統上之應用，如國土規劃、資源管理、農林資源調查、鐵公路交通建設、

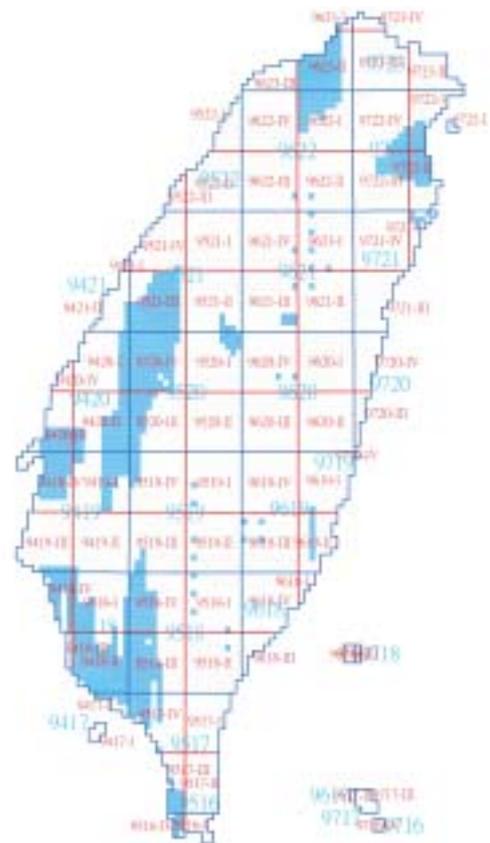


圖4 95年度數值正射影像成果分布圖



圖5 塔魯灣溪無縫正射影像製作（涵蓋六幅正射圖幅，共由15張航照影像拼接而成）

河川整治管理、環境監測及消防救災等用途，以達資源共享與資訊快速更新之效。

（二）圖資管理及提供

- 1、本局農林航空測量所目前保管及供應之圖資規格說明如表一
- 2、各項圖資範本及說明如圖6 11
- 3、航攝資料庫管理與維護

表一

圖資名稱	產品樣式	規格
臺灣地區像片基本圖 (第一~五版)	多色紙圖(如圖6)	平地比例尺1/5000
	單色紙圖(如圖7僅提供公家單位)	山區比例尺1/10000
林區像片基本圖	多色或彩色紙圖(如圖8)	
	單色紙圖(僅提供公家單位)	比例尺1/5000
	單色二合一版(僅提供公家單位)	
彩色正射影像圖(90年起)	紙圖(如圖9) 影像檔	比例尺1/5000 地面解析度37.5或50cm tif及tiff格式
黑白航空照片(90年以前)	照片(如圖10、11)	25cm×25cm 比例尺約1/14000~1/17000
彩色航空照片(90年起)	噴墨輸出放大	50cm×50cm光面紙(5倍或10倍)
	雷射輸出放大	30cm×30cm相紙(5倍或10倍)
	影像檔	掃描14或21微米tif格式
金門衛星影像圖	紙圖	比例尺1/5000
等高線膠片版	膠片版(僅提供公家單位)	圖面類
海岸像片地形圖	紙圖(僅提供公家單位)	比例尺1/1000

為有效保存及管理大量數值化圖資，已陸續購置大型儲存設備，於農航所潮州街辦公室設置6T磁碟、和平西路辦公室設置10T磁碟及60T磁帶。

4、圖資管理與應用系統

為能e化管理、提高工作效率及提供便民服務，陸續建置各項資訊系統，概略介紹如下：

(1) 臺灣地區像片基本圖售圖系統

民眾可以個人電腦透過網際網路至像片基本圖售圖系統(網址：<http://163.29.188.132/>)，依各種方式查詢所需圖號、瀏覽略圖、申請下單，本系統亦提供「大宗購圖」及「郵寄作業」等服務項目。

(2) 航攝圖資申請資訊系統

紀錄及查詢歷年申購圖資資料。

(3) 航攝影像掃描資訊系統

歷年航空照片查詢、瀏覽、套圖等功能。

(4) 航遙測圖資查詢供應系統(航攝基本圖資查詢供應系統)

本局農林航空測量所於95度新建置航遙測

多色基本圖為將單色基本圖中之道路與河流加上顏色

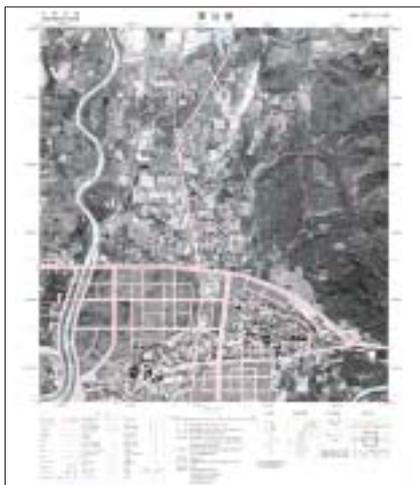


圖6 臺灣地區像片基本圖（多色）

含等高線、路名、地名、重要建物、座標等標註



圖7 臺灣地區像片基本圖（單色）

含林班、小班編號、林相、林齡級、材積級、等高線、河流、道路、重要地標等標註

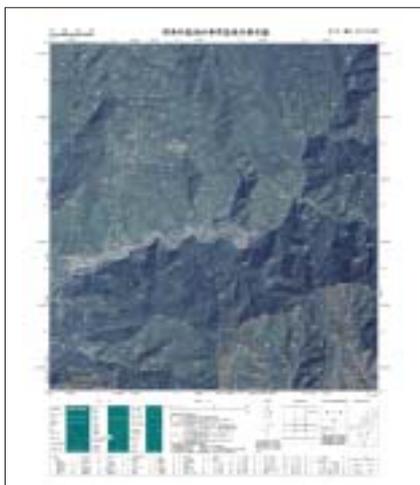


圖8 彩色林區像片基本圖

正射影像圖僅有圖框座標，無其他標註

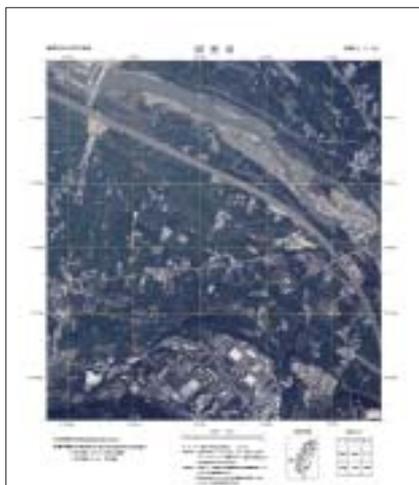


圖9 彩色正射影像圖

90年度以前為黑白照片



圖10 黑白航空照片

90年度起為彩色照片



圖11 彩色航空照片



圖12 航遙測圖資查詢供應系統（航攝基本圖資查詢供應系統）

圖資查詢供應系統（航攝基本圖資查詢供應系統，如圖12），整合農航所現有各種圖資業務系統後端資訊，加速購圖作業流程並統一內部供應及管理流程。提供簡易、直覺化的圖形操作介面，能線上快速查詢、瀏覽農航所最新、完整可取得的航遙測影像、照片、紙圖等圖資，並提供線上購買及快遞運送服務，以提升服務效率。

（5）供應圖資服務

本局農林航空測量所網頁中「購圖資訊」（網址：<http://www.afasi.gov.tw/FAQ/FAQ.htm>）詳細說明申請各項圖資相關規定，現場提供專人購圖諮詢服務，解說各項圖資內容，及協助顧客查詢航照、像片基本圖、網路申請下單等作業。另為提升航照數位化及服務效率，新增雷射及噴墨照片放大產品項目，由農航所人員於電腦上進行專業判讀（如圖13），並由顧客確認所需航照位置。

（三）農林航空測量所95年要事總覽

- 1、歷年航攝影像掃描建檔
- 2、林區像片基本圖測製
- 3、製作彩色正射影像圖
- 4、印製林區像片基本圖及地形圖



圖13 協助航照專業判讀

- 5、執行農糧署稻作面積調查航空攝影
- 6、基本控制點測量
- 7、95年度販售圖資統計
- 8、國有財產局土地移撥林務局地籍資料及影像套疊
- 9、執行「平地景觀造林及綠美化—農航所」計畫
- 10、辦理「航照立體像片對」外業現場調查及勘查表製作
- 11、人才培訓及教育訓練推廣
- 12、協辦「國土復育策略方案暨行動計畫 - 返還林地拆除濫墾、濫建相關計畫」之執行
- 13、提供政府機關及民意代表之影像輸出

（四）飛航的軌跡-業務成果

95年度農林航空測量所業務成果如下：

1、歷年航攝影像掃描建檔

本所自65年至95年航攝影像共計約3,450卷（約80萬張），為完成本所歷年航攝影像建檔，以供e化利用，於89年起陸續引進「高精密掃描儀」，以進行航攝影像之掃描數位化工作。至95年底為止，本所已完成航攝影像掃描建檔共2,087卷，計465,039張。

2、林區像片基本圖測製

(1) 五千分一林區檢訂用稿圖

為配合國有林事業區森林生態系經營計畫，製作像片稿圖提供現場檢訂調繪參考。依據本局經營計畫，95年度完成成功事業區90幅，秀姑巒事業區143幅，羅東事業區60幅，丹大事業區85幅。

(2) 五千分一林區像片基本圖製作

數值林區像片基本圖上所顯示之地物資料豐富、形態逼真，使用人員可依據圖面影像判釋地物之種類、形狀大小及性質，並由等高線、高程點、坐標值及林相資料，推算林班面積、坡度、坡向及圖上各點之地理位置與林地相關資訊，由於圖面影像清晰精準，資訊豐富，適合各種農林經營規劃及資源調查等多目標用途。本局於95年完成計有大武事業區117幅，潮洲事業區106幅，大溪事業區140幅、南澳事業區74幅等4個事業區。

(3) 二萬五千分一林班圖編纂縮製

林班圖乃將既有五千分一林區向量圖檔，依一定比例將林地地表的高低起伏，以及地表的各種自然和人文景觀縮小，保持其位置、距離之正確性，完成小比例尺縮製之線畫圖。可以讓使用人員一目了然該地的狀況，在進行規劃時節省時間、避免錯誤，提供野外調查時重要的參考資訊。本局於95年完成計有大武事業區13幅，潮洲事業區11幅，大溪事業區12幅、南澳事業區7幅等4個事業區。

(4) 林區圖GIS建置

以事業區為單位，利用1/5,000數值林區像片基本圖之向量（dgn）資料，分別依事業區、林班、小班、道路、河流等圖層，建立圖形與屬性資料間正確之拓樸關係，建置林區地理資訊基本資料庫，提供即

時、正確之地理空間資訊，為林業經營決策及研究規劃上不可或缺的參考資訊。本局於95年完成木瓜山事業區、南庄事業區、延平事業區、旗山事業區、關山事業區、立霧溪事業區、大甲溪事業區、大湖事業區、林田山事業區、濁水溪事業區、阿里山事業區、埔里事業區等12個事業區GIS資料庫之建置。

3、製作彩色正射影像圖

95年度製作彩色正射影像圖計1,335幅。航空照片經過正射糾正後成為正射影像圖即可多幅圖接合，並與其他圖資套疊，提供各單位參考與應用。

4、印製林區像片基本圖及地形圖

- (1) 林區地形圖印製：屏東、竹東、和平、大溪、大武及潮州等6個事業區，每幅印刷500張。
- (2) 林區彩色像片基本圖印製：大武（117幅）、潮洲（108幅）、大溪（140幅）及南澳（74幅）等4個事業區，每幅印刷200張。

5、執行農糧署稻作面積調查航空攝影

全臺灣平地稻作地區每年實施拍攝兩次，交農業委員會農糧署判釋統計，作為政府農糧政策之依據。本計畫由於空照面積廣大，並須於水稻之生長期內拍照完成，作業相當困難。所幸農航所使用先進的航遙測飛機及空中照相機，並有空照經驗豐富之同仁配合執行，方可提供農委會進行稻作雜糧面積調查。

6、基本控制點測量

- (1) 宜蘭文山事業區控制點測量43點。
- (2) 大甲地區慣性導航測試區控制點測量28點。

- (3) 成功事業區控制點測量32點。
 (4) 鹿港地區慣性導航測試區控制點測量51點。
 (5) 航測數位相機測試區控制點測量71點。
 (6) 內政部e-GPS基準站連測控制點測量48點。
 (7) 烏來、文山、宜蘭地區控制點測量48點。

7、國有財產局土地移撥林務局地籍資料及影像套疊

為配合國有財產局林地移撥本局相關計畫，將國有財產局轉送土地測量局之地籍檔案與彩色正射影像圖套疊出圖，並於圖面上標示移撥地點，配合最新高解析度彩色正射影像，提供豐富的影像資訊及相關地理要素，協助現場人員迅速判釋地徵，確定方位，加速移撥工作的進

行。95年度本局出圖計1,427幅，方便各林區管處現場核對及判釋。

8、95年度供應圖資統計（如附表及圖14）

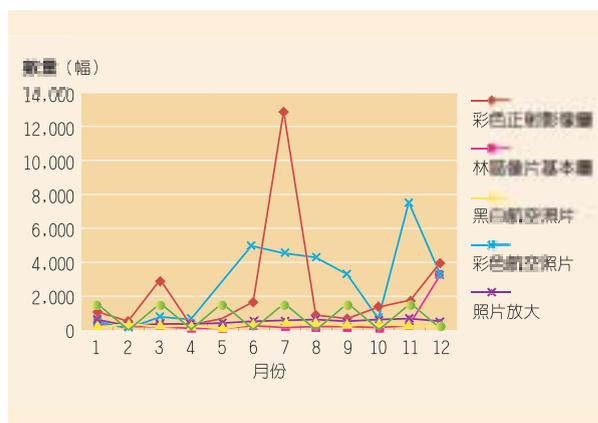


圖14 95年度每月主要供應圖資數量統計圖

附表

月份	彩色正射影像圖	彩色正射影像圖檔	林區像片基本圖	黑白航空照片	黑白航照影像檔	彩色航空照片	彩色航照影像檔	航照放大(5月新增)	臺灣像片基本圖	合計(幅)
1	82	1,051	264	62	17	206	85	397	1,614	3,778
2	97	308	66	281	20	99	54	222	1,348	2,495
3	92	2,909	146	176	29	589	197	260	1,965	6,363
4	96	194	13	107	19	554	162	241	4,999	6,385
5	56	509	27	45	41	1,285	1,531	304	2,763	6,561
6	47	1,603	279	129	54	4,343	610	415	2,230	9,710
7	66	12,865	48	159	93	1,340	3,079	481	1,365	19,496
8	98	870	31	58	174	588	3,601	560	2,045	8,025
9	100	690	40	156	66	1,782	1,409	434	1,341	6,018
10	282	1,095	3	211	165	94	355	579	2,476	5,260
11	283	1,538	151	251	67	3,157	4,425	790	2,194	12,856
12	95	3,917	3,109	100	63	704	2,505	583	1,942	13,018
合計	1,394	27,549	4,177	1,735	808	14,741	18,013	5,266	26,282	99,965
金額(千元)	680	7,723	1,200	1,337	380	1,532	16,544	2,161	8,066	39,624

備註：統計圖幅數量含免費提供：「林區像片基本圖」含多色、單色圖及放大；「黑白航空照片」含複製正片；「臺灣像片基本圖」含多色及單色圖；「航照放大」含照片放大、噴墨或雷射輸出放大等

9、執行「平地景觀造林及綠美化—農航所」計畫

本計畫工作內容主要以航攝臺灣全島之彩色像片，經過精密掃描儀掃描數位化建檔後，利用數值影像處理軟體進行正射影像糾正作業，測製臺灣地區正射影像圖，以建置及更新全臺灣之綠資源影像資料庫，並提供各界實務上之應用。又配合政府之平地景觀造林及綠美化政策，本局農航所亦委託國立中央大學太空及遙測研究中心廣續辦理「綠資源NDVI調查計畫(V)」。

另利用SPOT-2、SPOT-4、SPOT-5衛星影像，藉由NDVI技術估算全島植生指數及綠蔽

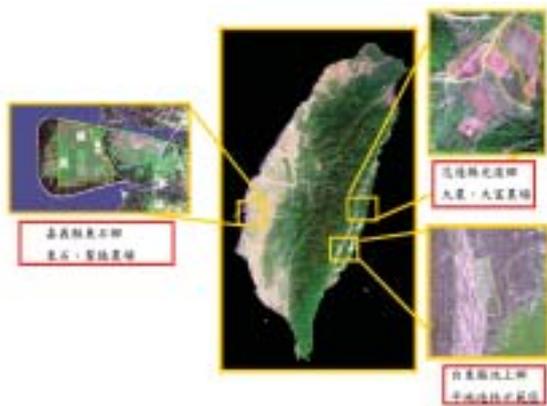


圖15 平地造林監測區域

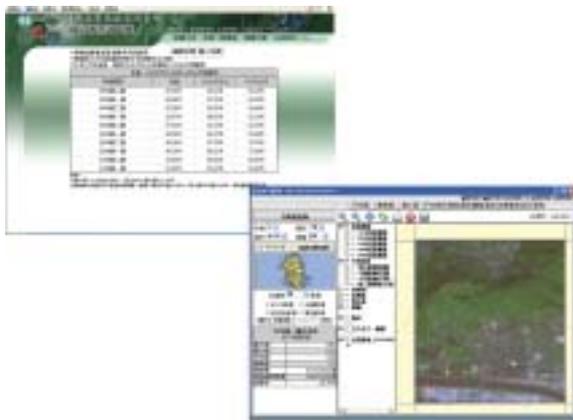


圖16 綠資源查詢系統

率，並監測平地造林成效；同時結合影像紋理資訊與光譜資訊，運用影像分類技術，將臺灣地區土地覆蓋狀態區分為木本、草本、裸露地、道路、建地及水體等六類，配合全島檢核樣區資料，做為衛星影像分類比較依據，以評估分類準確度。

計畫成果之各項圖資，則整合至「綠資源查詢系統」(如圖16)，透過林務局網路辦公室連結，可提供局內各單位同仁運用，該系統對於使用單位之查詢、資料流通、資源共享及資料整合交叉分析等等，提供便捷途徑與工具。

10、辦理「航照立體像片對」外業現場調查及勘查表製作

95年度的「航照立體像片對」業務延續本局農林航空測量所第108號叢刊「航照立體像片對」圖冊的內容，尤其針對未調查過的木本植物進行現場調查並利用航空照片影像進行立體像片對的製作。本年度完成33種林木的現場調查並製作成勘察表(如圖17)，預定製作

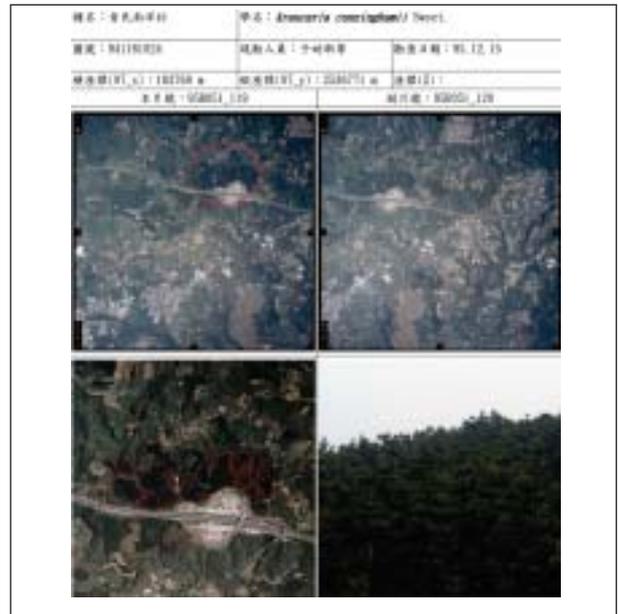


圖17 立體像片對勘查表

出版第二本彩色「航照立體像片對」圖冊，樹種方面包括針葉樹9種、闊葉樹21種、竹類2種以及樹蕨類1種。

航空照片判讀的應用，已快速擴及到各個層面，對於林份或樹冠層優勢樹種的動態監測亦是日後研究或管理單位所要推動的，但是要將航照影像應用於單一樹種的監測，除了影像拍攝上產生的差異外，首先要瞭解監測樹種的物候現象及不同季節間的景觀變化，茲以文化資產保存法的法定保育種 臺灣水青岡（山毛櫸）為例，來呈現其在航空照片上的季節性變化（如圖18、19）。

11、人才培訓及教育訓練推廣

航空照片判讀是一種高度的經驗技術，且國內使用航空照片的機關，日趨普遍，未曾受過訓練者，難以從事判釋工作。故針對實務需要，特舉辦訓練講習培訓人材，增益其瞭解航照判讀的各種知識，俾能獨自應用於有關調查、鑑析等工作，解決其各自的問題，從而舒緩各機構依賴農航所協助其航照判讀的壓力。

自92年起陸續辦理航照判釋相關課程，於95年度共舉辦七梯次有關「航空照片及像片基本圖判讀講習」，受訓人數達369人次，對象包含有本局各林區管理處同仁及學校單位，教材除已發行之「航照判釋」專刊（林務局農林航空測量所叢刊第103、104號）外，也搭配內容豐富之現場實習，引導學員熱烈參與，為初學者瞭解航照判釋的入門階。



圖20 學員外業實習情形



圖18 臺灣水青岡春季發新葉影像，呈現青綠色



圖19 臺灣水青岡冬季落葉影像，呈現棕褐色

12、協助辦理「國土復育策略方案暨行動計畫 - 返還林地拆除濫墾、濫建相關計畫」之執行

依據「國土復育策略方案暨行動計畫」之「違法濫墾濫建地區鼓勵人民配合返還林地拆除濫墾、濫建執行計畫」，利用最早期之航空照片（民國65年至71年），農航所協助林務局及各林區管理處判釋當時是否有存在之事實，作為決策執行之參考（如圖21、22）。除協助提供第一版單色像片基本圖計207幅及航空照片143張外，並協助羅東林區管理處判別位於

最早期航照之位置計130件案件，另為加強承辦人員判釋能力，分別至花蓮、新竹、東勢及屏東等林區管理處辦理四梯次有關判釋技巧、面積概算及案例分析之教育訓練，成效良好。

13、提供政府機關及民意代表之影像輸出

由於航攝影像能大面積且全面性的瀏覽地面真實狀況，因此愈來愈多政府機關及民意代表為施政規劃或問政之需，迫切需要航攝影像輸出圖，以輔助工作，農航所為因應此需求，特利用大型影像輸出設備（HP5500）輔助出



圖21 最新一期航空照片



圖22 最早期航空照片



圖23 臺北市大安區錦華里航攝影像變遷比對



圖24 奧萬大森林遊樂區航攝影像圖

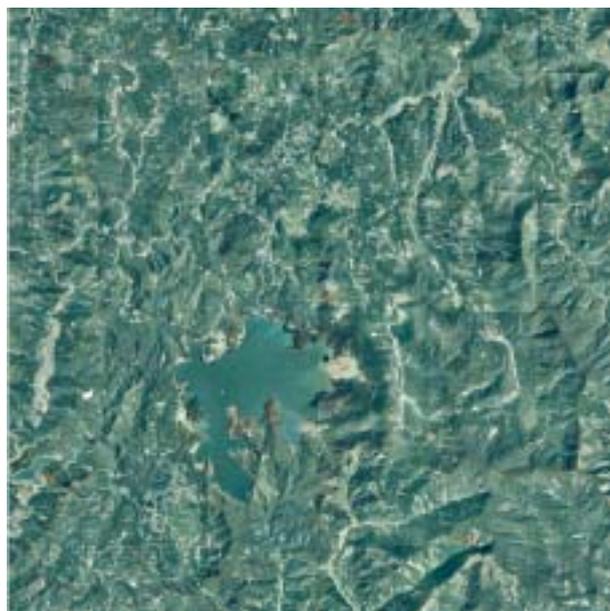


圖25 南投縣魚池鄉航攝影像圖

圖，提供相關影像圖資，以供參考。如圖23，為配合臺北市大安區錦華里舉辦之展覽，提供該區域航攝影像變遷比對圖；圖24及圖25，為配合南投林區管理處辦理林地管理業務之需要，提供南投縣魚池鄉及奧萬大森林遊樂區航攝影像圖；另圖26為配合立法委員問政需要所提供之臺中縣神岡鄉航攝影像圖。



圖26 臺中縣神岡鄉航攝影像圖