

110 年年農林航空測量業務

林務局農林航空測量所(以下稱農航所) 110 年除常年性航攝業務外，積極執行國家航遙測飛機更新計畫重點業務，並持續發展定翼型無人機—熊鷹號，辦理福衛影像介接，推動 WMS 介接服務，擴大辦理外界參訪及推廣，致力推展航遙測技術於林業調查應用、航照判釋類職能基準及原始影像航攝圖資瀏覽平臺，簡化友善圖資申辦作為，展現服務品質。

一、內部資訊應用

(一)航遙測影像蒐集、處理及應用

1.航遙測影像產製成果與服務

(1) 國家航遙測飛機更新計畫：農航所現使用之空勤總隊航遙測飛機，機齡已逾 40 年，為確保任務順遂及飛航安全，農航所於 108 年爭取行政院同意，得以更新 2 架全新航遙測飛機及感測器，歷經近 2 年之努力，終於突破萬難於 110 年 3 月決標，於 12 月 24 日迎來第 1 架新機(型號 King Air 360 ER)，110 年並完成高解析度航攝數位相機 DMCⅢ採購，為我國地理基礎建設挹注莫大之能量。



▲ 第 1 架航遙測飛機(King Air 360 ER)於 110 年 12 月 24 日抵台

(2)常年性航攝業務

①配合國土資訊系統計畫，進行全臺（含部分離島）航空攝影，110年航攝圖幅計完成 3,791 幅(1/5000 圖幅)，其中農航所自行拍攝 3,461 幅(DMC 相機)，委外拍攝 330 幅(UltraCam 相機)，並完成正射影像製作計 5,162 幅。



▲高解析度航攝數位相機(DMC III)

②空標設置及測量

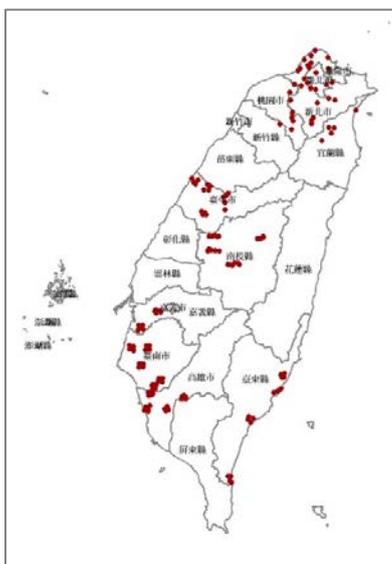
農航所為保持航攝影像之高精度水準，持續辦理全臺地面控制點測量作業，110年總計完成 146 點地面控制點位測量。

③遙測影像蒐集

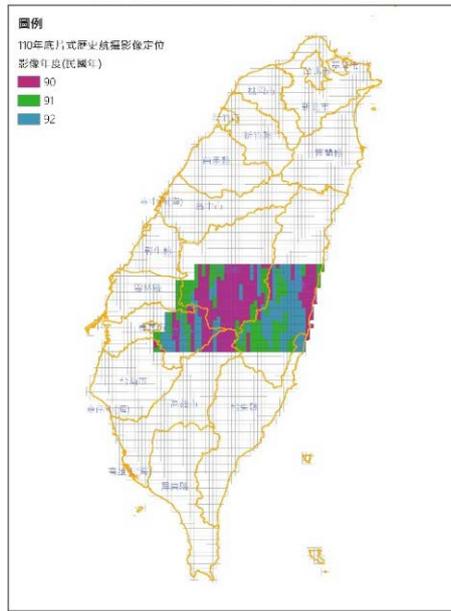
農航所自 103 年辦理福衛 2 號影像介接服務，為擴充福衛圖資倉儲，107 年起新增福衛 5 號影像圖資，110 年持續新增該年度全臺正射融合鑲嵌影像，提供政府機關介接使用，以及新增 109 年度下半年及 110 年上半年各 1 組標準產品，提供政府機關使用實體資料。

(3)歷史圖資空間定位

農航所 110 年持續委外以空中三角測量方式，辦理民國 90~92 年拍攝歷史影像之外方位參數解算作業，產製高精度之歷史正射影像，總計完成 2,069 幅歷史正射影像。



左圖:110 年辦理地面控制點測量分布圖
右圖: 110 年正射影像產製成果

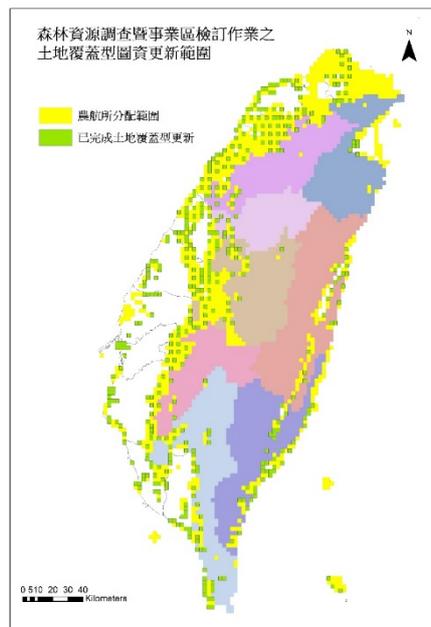


▲ 110 年歷史正射影像成果

2. 航遙測應用專案

(1) 森林資源調查暨事業區檢訂

農航所以最新航攝影像製作無雲立體像對，提供本局各林區管理處更新森林資源調查暨事業區檢訂作業之土地覆蓋型圖資。110 年完成公私有林區域共 445 幅。



▲ 110 年度公私有林檢訂數化完成圖幅

③發展「航照判釋人員類職能基準」

為培訓航照判釋人才，發展「航照判釋人員類職能基準」，109 年度陸續完成航照判釋人員職能課程規劃案、訂定「航照判釋職能人員訓練及登錄作業規範」，薦舉種子判釋人才協助人員培訓，109 年已有 4 位取得航照判釋人員資格，並於 110 年 3 月 5 日辦理「第 2 期航照判釋人員訓練」參與測驗 5 員，合格 2 員。

3.交流推廣及出版應用

(1)機關學校或民間團體參訪

110 年 1 月 12 日國立臺北大學不動產與城鄉環境學系，為使課程理論與實務能相互印證，率師生 31 人蒞臨參訪。後受國內新型冠狀病毒疫情影響，為防疫之必要，暫停辦理實體參訪活動。

農航所經重新構思規劃參訪課程，將最受歡迎的內容導入線上課程，並於 11 月推出線上參訪課程，讓航遙測相關影像技術與圖資多元應用的學習能不受疫情及距離的影響而中斷，並讓遠地學生與各界能有機會了解航攝相關業務及應用。



▲線上參訪課程內容

(2)熊鷹機隊初次集體展示

110 年 3 月 30 日配合國立宜蘭大學於城南校區舉行青農創業育成基地動土典禮，農航所提供 3 架無人機於現場展示，為熊鷹機隊成立以來初次集體曝光。熊鷹定翼型無人機搭載之多元感測器，能滿足跨領域之取像需求，提供高解析度可見光影像或熱影像等圖資，突顯

無人機設備專業性及蒐集影像多元性。



▲來賓與熊鷹定翼型無人機合影

(3)航測胖卡-立體魔幻秀

自 110 年 4 月 23 日起連續兩週的週五至週日於嘉義製材所舉辦「航測胖卡-立體魔幻秀」活動，活動展出主題是以紅藍分色及反光立體鏡兩種方式進行航照的立體觀測，使民眾彷彿置身高空俯瞰大地，有不同的感官體驗，吸引 2,191 人到場觀展，且獲 90% 民眾滿意度。



▲航測胖卡活動海報及現場解說情形

(4)2021 森林市集-航測胖卡展攤

110 年 10 月 15 日至 10 月 17 日農航所參與 2021 森林市集活動，展區主題為載滿航測儀器的胖卡，展區內設有華山文創園區的紅藍立

體影像、出版品展示、文宣品發放、網路活動宣傳及贈送《不可見的臺灣》系列明信片。同時於市集活動中安排農航所簡介影片播放及「返景入深林」專題演講等，使民眾能了解在林業體系下不一樣的業務層面。



▲森林市集農航所展區設置及民眾參觀情形

(5) 2021 台灣地理資訊學會研討會及 110 資訊月線上展

110 年 10 月 20 至 21 日農航所參與台灣地理資訊學會舉辦之「2021 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會」線上展；及 110 年 11 月底舉辦之 110 資訊月線上展活動，以文宣介紹 ATIS 系統之「航遙測圖資供應平台」服務及網路地圖等服務。



▲線上參展文宣

(6)網路互動活動

農航所辦理「找尋自我美好回憶~」專屬航照無框畫、「重返 60 年前的臺灣」歷史航照拼圖遊戲、「致未來的你」航照美圖電子明信片寄送等網路活動，邀請民眾透過遊戲與主題活動實際應用農航所典藏之航照影像。活動實際參與人數達 12 萬 5,326 人，且分析問卷結果「參與活動前即知農航所者」由 59% 上升至 65%，宣傳成效良好。



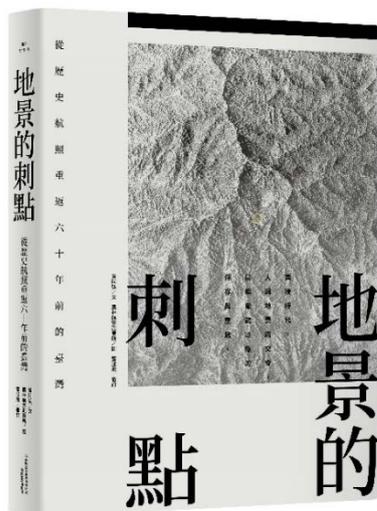
▲網路活動電子海報

(7)出版品《地景的刺點-從歷史航照重返六十年前的臺灣》

農航所典藏逾 5 萬張空軍舊航照，110 年農航所集結歷時 2 年的研究成果，彙編出版《地景的刺點-從歷史航照重返六十年前的臺灣》，並舉辦新書發表記者會、專書分享講座、歷史航照攝影展等一系列活動，使讀者了解，書中航照充斥看似蠟筆塗鴉的各式判釋描繪痕跡，皆是臺灣森林及土地利用的詳實紀錄。



▲新書發表記者會合照



▲書籍封面



▲1954年空軍12中隊拍攝集集油水坑上空時恰巧拍到下方的野馬式戰機

4. 緊急災害航遙測圖資處理

110年臺灣因緊急災害，共計啟動6次災害防救緊急應變，分別為彩雲颱風、烟花颱風、盧碧颱風、0806豪雨、燦樹颱風及圓規颱風，所幸造成損害不大，並無接獲有關災區航攝之需求。

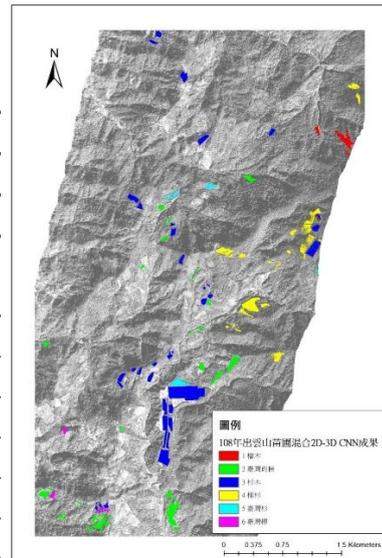
5. 航遙測新技術研究發展

農航所保有百萬張航照影像之資料優勢，可發展機器自動化以替代人力，尋找高效率之資料運用方式。110年持續109年之研究案計有「應用高光譜航遙測影像於重要樹種調查之研究 2/2」及「機器學習於航攝影像森林覆蓋萃取之研究 2/3」2案。

(1) 應用高光譜航遙測影像於重要樹種調查之研究。

該研究包括最新高光譜影像之蒐集，應用高光譜的光譜解析優勢導入機器學習技術，試圖建立可適合臺灣森林環境之目標物種自動辨識演算法，以達到大面積、快速物種定位判釋之目的。110年研究結果發現，「混合三維及二維卷積神經網路(HybridSN)」方法之分類準確度可接近100%。

	訓練資料集			檢核資料集		
	OA(%)	Kappa 指標	F1-score	OA(%)	Kappa 指標	F1-score
	100.00%	1.0000	1.0000	99.99%	0.9999	0.9999
類別	PA (recall)	UA (precision)	F1-score	PA (recall)	UA (precision)	F1-score
1 檜木	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999
2 臺灣肖楠	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3 杉木	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9999
4 柳杉	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	1.0000	0.9999
5 臺灣杉	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	1.0000	0.9998
6 臺灣檫	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000



▲HybridSN 神經網路分類成果(使用 109 年度出雲山苗圃高光谱影像)

(2)機器學習於航攝影像森林覆蓋萃取之研究

110 年度計畫延續前一年成果外，並參考現行編修作業，實際投入模組化辨識工具之開發。針對前期資料分布懸殊的純林樹種和拍攝時間加以補充圖資，累計 3,248 幅 DMC 航攝影像；現地資料則改以 109 年林務局最新編修的林型暨土地覆蓋型圖資作為關鍵的學習目標；模型建構將樹種判釋自原先的 11 類擴充至 19 類，並讓訓練用的參數因子擴充至 16 項。

本年度提出 4 項效能提升測試方案，在光譜波段組合指標試驗中除原有的 NDVI，新增 5 項組合指標包含 SAVI、ARVI、ExGI、GCC 與 GLI，其結果確實有助於提升模型判釋能力。為實現混淆林型的分類需求，本期計畫除完成 19 種純林的判釋，更額外增加 3 種單純林型的判釋模型，其模型精度分別為 73% 與 88%，kappa 值分別為 0.7 與 0.85。

(二)無人飛行系統

農航所由旋翼型無人機開始，建置無人機輔助小區域航攝及調查任務之能量，探尋不同遙感探測器於林業應用之可能面向。農航所已建置完竣熊鷹定翼型無人機隊，能以 3 種不同功能之感測器蒐集光學

影像、熱影像以及即時影像傳輸。農航所已同時具備旋翼型及定翼型無人機量能，除運用拍攝之高解析航攝影像，協同其他國有、公有地經營機關投入外來入侵種移除為主要目標之取像作業外，並將協助本局及所屬辦理如林火監測協助、野生動物棲地監測等範疇攝像作業。

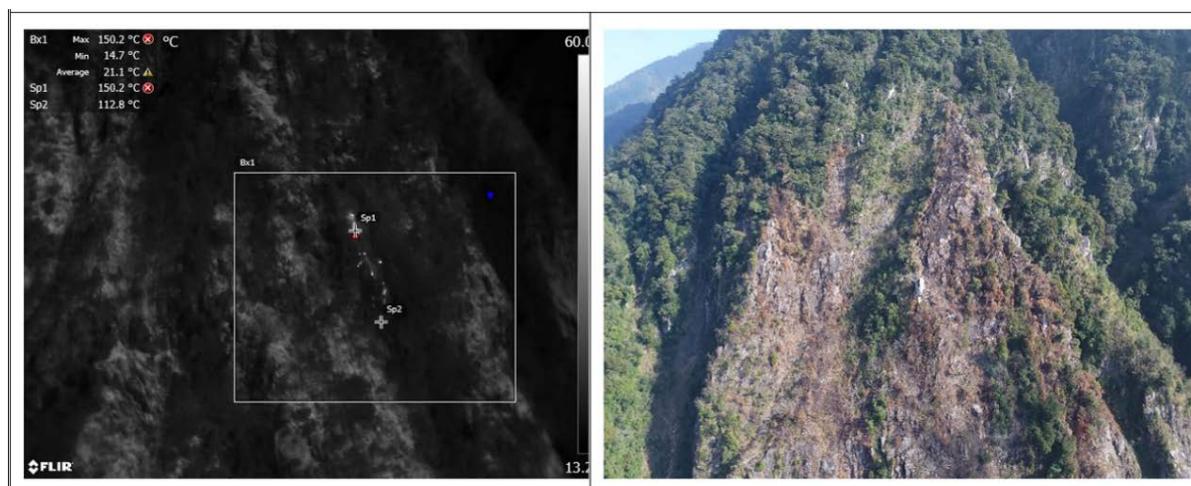
1.旋翼型無人機空載熱像儀於生物調查測試

(1) 110年1月18日至22日協助臺東林管處拍攝都蘭山區綠鬣蜥熱感影像，順利完成現場移除作業。



▲協助臺東林管處拍攝都蘭山區綠鬣蜥熱感影像完成現場移除作業

(2) 110年2月23日至25日協助東勢林管處於八仙山85林班森林火災區進行無人機熱感影像拍攝作業。

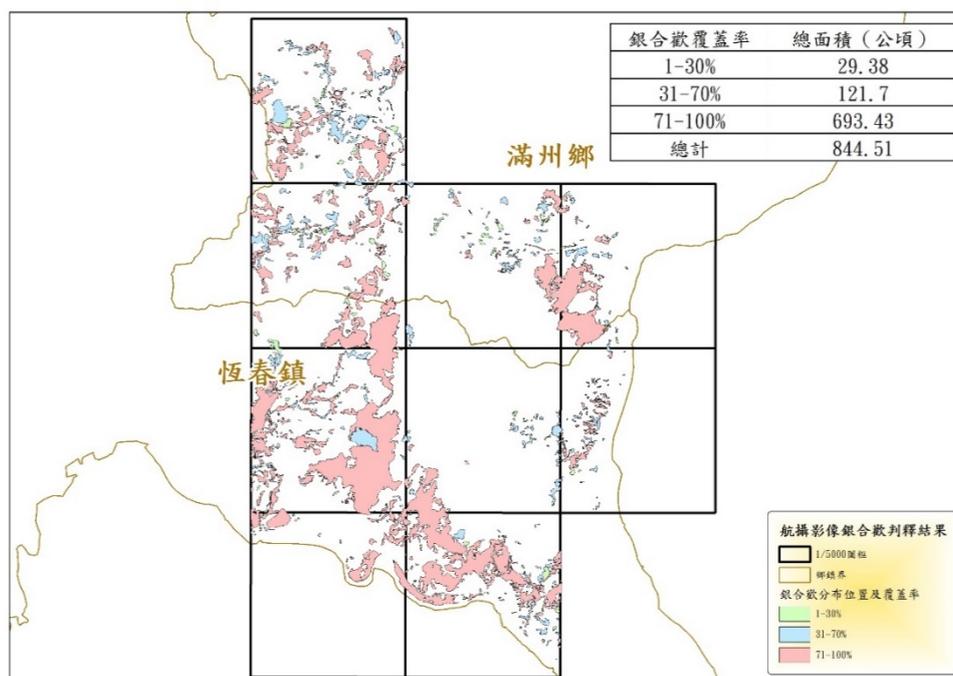


▲由熱感影像測得最高溫 150.2 °C，周圍範圍亦有超過 100 °C 之火點

2.銀合歡判釋

配合屏東處辦理「恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林區域調查案」，應用有人機航攝影像與熊鷹號無人機影像於判釋銀合歡分布位置，選定屏東縣恆春及滿州交界地區之 9 幅 1/5000 圖幅範圍進行熊鷹號無人機航攝及其影像判釋作業，節省大量現地勘查的人力與時間，及提昇恆春半島銀合歡入侵種移除及後續復育造林之作業效率。

應用熊鷹號無人機影像判釋恆春半島銀合歡分布區域總計判釋銀合歡分布面積 844.51 公頃，其中覆蓋率 1-30% 為 29.38 公頃、31-70% 為 121.7 公頃、71-100% 公頃為 693.43 公頃。本作業為農航所首次運用熊鷹號無人機影像進行判釋之案例，透過其高解析度影像，確實可提供更多資訊予判釋人員作為地物推斷之依據，提升銀合歡分布地判釋準確率

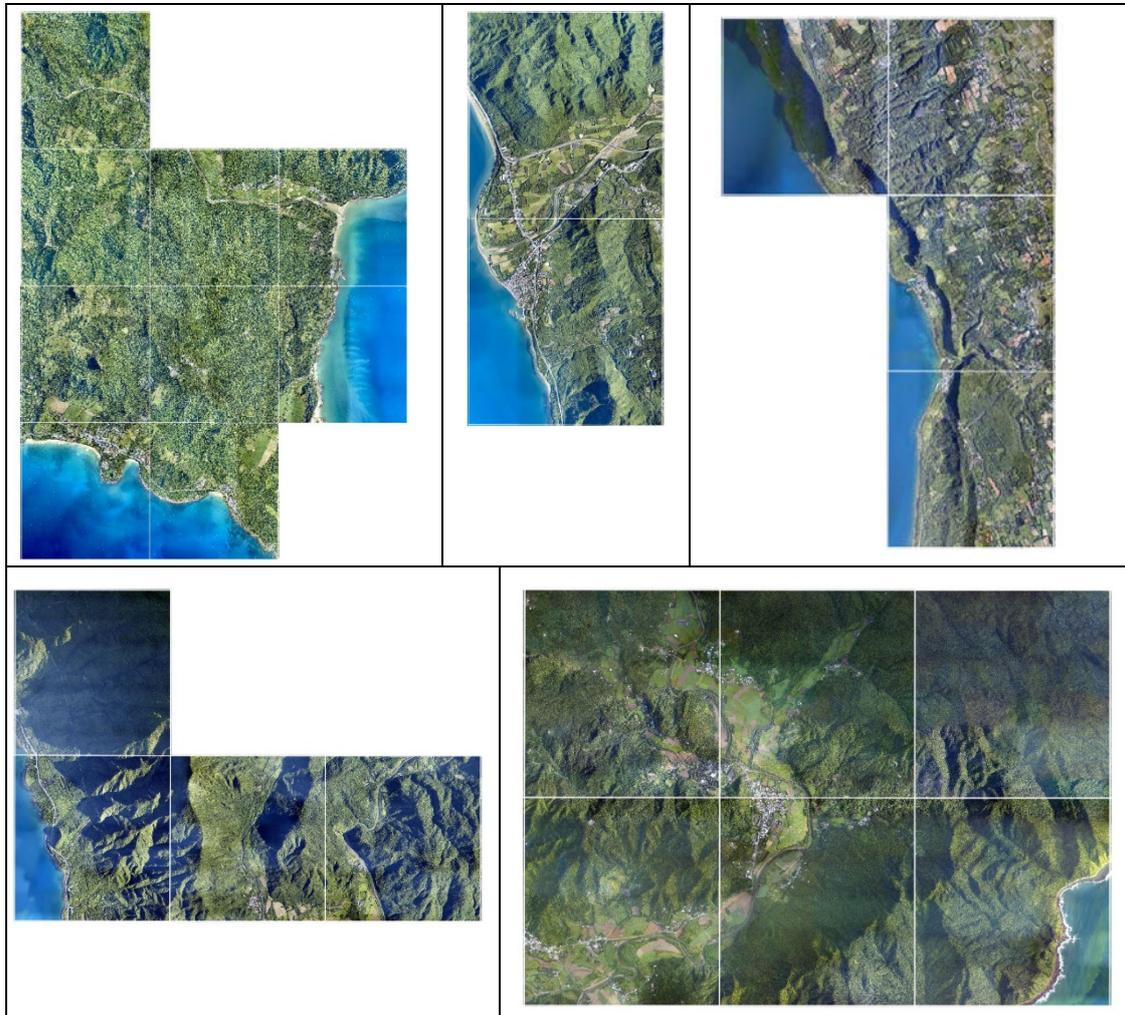


▲熊鷹號無人機影像判釋銀合歡分布區域結果

3.熊鷹號無人機航攝成果及 WMS 發布服務

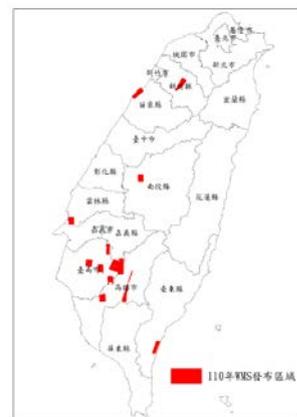
農航所熊鷹號無人機為能落實運用於環境變遷、野生動物棲地監測、生態綠帶連結等領域之圖資需求，110 年度執行重點航拍任務為恆春半島外來入侵種銀合歡監測航拍，共取得高解析影像（地面解析

度 10 公分以下) 涵蓋約 25 幅五千分之一圖幅範圍，後提供相關單位比對、判釋分布區域，節省大量現地勘查的人力與時間，提昇外來入侵種移除及後續復育造林之作業效率。



▲利用熊鷹號無人機拍攝為恆春半島外來入侵種銀合歡族群分布影像

110 年完成無人機底圖介接服務，採取網路地圖服務 (Web Map Service, WMS) 方式，發布熊鷹號 15 幀、約 632 平方公里、地面解析度 10 公分以內之正射鑲嵌影像，提供全國政府部門更多元、更高解析度之影像介接應用。



▲110 年農航所完成發布熊鷹號影像分布圖

4.無人機操作人才培植

本年度為精進飛手本職學能，辦理「無人飛機專業高級操作證飛手培訓案」，共計 16 堂課（48 小時）教育訓練，內容包含民航局無人飛機術科測驗科目，受訓成員包含 5 位既有飛手及 3 位新進飛手。



▲無人飛機培訓案人員合照



▲飛手訓練情形

5.熊鷹號無人機協助政府機關航拍服務

農航所建置之熊鷹號無人機隊為國機國造的定翼型無人機，可提供包含高解析度可見光影像或熱影像等圖資。各機關影像需求亦漸多元，透過無人機航拍能補充有人飛機空拍操作局限，提供較為精細的影像，基於發揮行政一體相互協助的觀念，提供熊鷹號無人機航拍行政協助，整合各機關資源，促進測繪資源互通共用，拓展應用領域。



▲熊鷹號無人機協助政府機關航拍作業流程圖

二、外部資訊服務

(一)圖資服務

1.售圖服務

(1)售圖服務統計

110 年農航所對外提供各類圖資計 266,005 幅，其中無償供應數量計 213,637 幅，價購供應數量計 52,368 幅。

109-110 年度供應各類圖資價金統計表

圖資種類	價購 (元)		無償換算 (元)	
	109 年	110 年	109 年	110 年
正射影像類	17,621,900	4,873,200	57,241,200	69,142,200
航空照片類	6,307,800	15,960,900	63,038,300	150,824,300
像片基本圖類	2,400	1,200	0	0
總計	23,932,100	20,835,300	120,279,500	219,966,500

無償供應圖資部分協助本局及各林管處辦理「保安林檢訂」、「國有林地暫准放租建地、水田、旱地解除林地實施後續計畫」、「國有林濫墾地續辦清理計畫」、「國有林大規模崩塌潛勢區減災策略研擬及安全監測」等業務需求。另為執行 110 年度農業科技計畫「極端氣候對森林環境衝擊之監測」、辦理「111 年度臺灣通用電子地圖更新維護」及「111 年度基本地形圖修測」業務需要、執行智慧政府行動方案「擴大國家航空影像服務暨農業生態時空資訊多元應用」等政府計畫，各級機關申請實體圖資之需求增加，由 109 年換算價值約 1 億 2,027 萬元，上升至 2 億 1,996 萬餘元。

在價購方面，由於政府各項施政計畫如「國有非公用不動產加強清理」、「臨時工廠登記」、「影響公共安全既存違章建築處理」持續進行，總計 110 年價購金額為 2,083 萬 5,300 元。

110 年度無償提供各機關列表

單位	圖資數量(幅)	圖資價值(元)
林試所	64,704	71,536,500
內政部國土測繪中心	45,743	42,840,000
農試所	28,184	25,690,800
水保局	21,259	25,428,000
中研院	13,182	11,863,800
財政部及所屬單位	8,028	9,633,600
農糧署	6,274	3,764,400
國防部及所屬單位	5,607	6,728,400
林務局所屬單位	5,174	5,478,500
漁業署	4,008	4,809,600
農委會	3,502	4,157,400
國安局	3,195	3,834,000
交通部及所屬單位	1,719	1,942,800
法院及檢察署	1548	570,600
經濟部及所屬單位	656	787,200
縣市政府	419	378,900
大氣海洋局	214	256,800
大專院校	206	247,200
農田水利會	15	18,000
總計	213,637	219,966,500

(2)申辦服務統計及精進措施

農航所於 110 年陸續升級售圖服務區硬體設備，讓民眾體驗更快速有效率之售圖服務；同時為因應新冠肺炎（COVID-19）疫情，於售圖櫃檯確實落實防疫作為，提供安全的洽公環境，維護民眾健康。110 年受理民眾現場購圖件數計 9,002 件，圖資供應總數計 20,003 幅；另通訊及線上申辦總收件數計 19,246 件，供應圖資總數計 32,365 幅。

農航所為瞭解民眾對洽公滿意度之看法及評價，110 年進行「圖資供應顧客滿意度調查」。針對 1 年內曾臨櫃申購航攝圖資之民眾抽樣辦理電話訪問；有 9 成以上受訪者對洽公環境、服務專業性及各項便民措施表示滿意，更有高達 9 成 5 的受訪者對服務禮儀表示肯定。

2.航遙測圖資倉儲系統推動與發展

農航所建置之「航遙測圖資供應平台」提供各界方便快速的圖資瀏覽、查詢及申購等服務。

(1)網路地圖服務

110年提供各級政府機關航攝正射影像、無人機鑲嵌正射影像及全臺福衛鑲嵌影像介接服務計有160個單位及95個系統，總介接次數達2,310萬餘次。

110年「航攝正射影像」前10大介接機關排名

排名	機關	介接次數
1	教育部資訊及科技教育司	8,677,666
2	內政部營建署城鄉發展分署	5,696,442
3	中央研究院人文社會科學研究中心	3,375,862
4	行政院農業委員會農田水利署	732,822
5	花蓮縣政府建設處	609,698
6	臺東縣政府地政處	419,160
7	內政部國土測繪中心	328,020
8	臺南市政府都市發展局	293,717
9	高雄市政府地政局	211,436
10	高雄市政府都市發展局	207,035

110 年「福衛影像」前 10 大介接機關次數排名

排名	機關	介接次數
1	中央研究院人文社會科學研究中心	314,936
2	行政院農業委員會農田水利署	44,006
3	內政部營建署城鄉發展分署	24,377
4	臺東縣政府地政處	15,771
5	經濟部水利署	14,203
6	原住民族委員會綜合規劃處	13,230
7	桃園市政府都市發展局	12,437
8	基隆市政府地政處	4,588
9	經濟部	2,769
10	新北市政府資訊中心	2,676

(2) 「航遙測圖資供應平台」推廣教育訓練

農航所辦理「航遙測圖資供應平台」推廣訓練課程，對象除往年各縣市政府機關及本局等所屬機關外，考量近年司法及檢調機關對圖資需求度提高，今年更擴大增加法務部各調查單位、各地方法院及檢察署等機關，舉辦共 10 場次推廣課程共計 166 人參加，課程宣導農航所圖資供應之 E 化服務，提供更便利之圖資取得方式，以減省司法、檢調單位及各級政府機關申請圖資所耗費之時間。另本年度受邀參與教育部地理學科中心辦理之「110 學年度地理科教師增能研習(空間資訊科技課程系列研習之二)：WebGIS 與開放圖資的操作與應用」系列課程，將農航所圖資推廣至高中學程。

(3) 「航遙測圖資供應平台」影像資料庫擴充暨系統維運

農航所除確保倉儲系統之正常營運，另持續擴充子系統「航攝影像圖資瀏覽服務平台」影像數量，110 年度新增上架 66 年、68 年至 71 年及 77 年之影像，計 10 萬 7,632 張，累計至 110 年底已上架類比式底片航攝影像及 DMC 數位航攝影像合計達 66 萬 3 千餘張。