

興大農業



國立中興大學農業暨自然資源學院農業推廣中心 編印



「無人機在農業的運用」專輯

2020

106 期

◆「無人機在農業的運用」專輯

智慧農業於水稻耕作之應用

無人機技術在偵測作物健康上的運用

無人機空拍應用於地形建置

無人機測量埤塘蓄水量以輔助水資源調配

興大農業106

目錄

◆「無人機在農業的運用」專輯

02 智慧農業於水稻耕作之應用

楊明德 許鈺群 賴明信 吳錫家

05 無人機技術在偵測作物健康上的運用

宋國彰

08 無人機空拍應用於地形建置

廖子寧 蕭宇伸

11 無人機測量埤塘蓄水量以輔助水資源調配

洪一展 魏霈萱 曾國欣





智慧農業於水稻耕作之應用

楊明德 特聘教授兼主任

許鈺群 博士生

國立中興大學土木工程學系、國立中興大學無人載具研究中心

賴明信 研究員

吳錫家 副研究員

行政院農業委員會農業試驗所

近年來，臺灣水稻生產遭遇極端氣候影響及農村人力老化及短缺之困境，嚴重影響作物收成之總量與品質。在此氣候異常與人力資源有限情況下，以智慧科技方式優化農業生產，提升田間決策效率，為當前智慧農業發展之重要趨勢。稻作為農業生產中機械化程度最高的作物之一，然而大多數田事決策的關鍵仍仰賴農民的經驗判斷，在水稻生長過程中，成熟期對於產量與品質的影響最直接，目前仍仰賴有經驗農民之肉眼判斷。隨著智慧農業技術引入，無人機和智慧手機分別能從空中與手中協助掌握田間狀態，基於影像處理、深度學習與 AI (Artificial Intelligence) 技術，結合農業栽培經驗，以科學化分析方式輔助耕種決策。

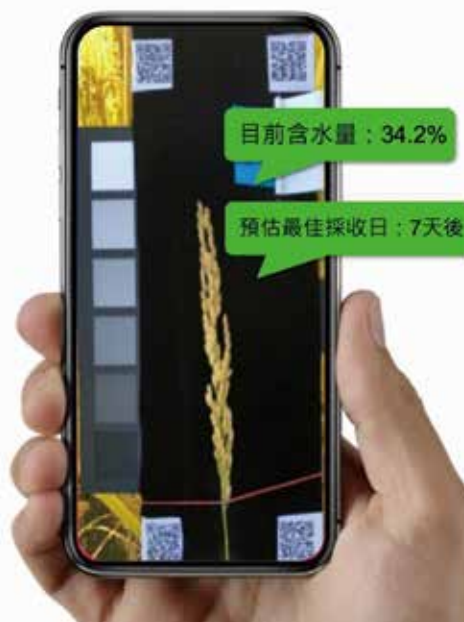
當水稻進入成熟期，隨天氣與環境影響，稻穗穀粒含水量逐漸下降，外觀慢慢由青綠色轉為金黃色，而穀粒含水量為採收最佳時間點之關鍵因素。若於穀粒含水量尚高時採收，容易收到青

穀，穀粒烘乾時間長，且囤放易發霉，也不能製作精米。收穫穀粒含水量也直接左右收購價格，對於穀商而言，穀粒含水量 25% 為較佳收穫含水量，若穀粒含水量達 32% 以上或含 17% 以上青穀，則不予採收；若低於 32%，穀粒含水量每低 1% 也會逐漸提高收購價。

現今含水量測定方式，須以破壞性採樣，割下部分稻穗後透過含水量測定儀檢測，儀器成本較高，一般農民不容易擁有。收集大量田間穀粒樣本以烘乾法測定穀粒含水量以為真值，以智慧手機拍攝影像整合 AI 技術建立穀粒含水量預測模型，便能在田間透過智慧手機，對水稻稻穗拍下清晰照片，利用 AI 演算獲得目前穀粒含水量，讓農民與收購業者能夠快速在田間用非破壞檢測的方式檢測穀粒含水量（如圖一）。進一步結合氣候環境資訊與 AI 預測技術，能初步預估穀粒含水量以決定最佳採收時期，有利於農民與契作主安排收割機採收先後順序與時程（如圖二），



圖一、透過手機現場測量含水量



圖二、手機測定含水量示意圖

提高採收效率及穀粒質與量。

水稻第一期作收穫期在 6-7 月之間，如果遇到颱風、梅雨帶來強風豪雨，成熟的稻穗承受不住強風豪雨的侵襲，水稻田容易傾倒形成倒伏現象，穀粒易泡水發芽，整片稻田將無法被收購，水稻倒伏對於稻作農民實為一大災損。台灣平均每三塊田的就有一塊可能發生倒伏，全台約八十五萬甲稻田可能倒伏，近十年水稻倒伏平均損失約為每年十億台幣，民國 105 年度受到多個颱風侵襲，水稻倒伏損失更達 25.8 億。因此，政府提供發生水稻倒伏的農民補助金，若倒伏面積大於 20%，依照受損比例給予農民對應補助金，農民需要向地方政府申請勘查，然而各農地水稻災損幾乎同時發生，勘災案件申請密集，地方政府動員大量人力到現場勘驗災損面積，並判定受災面積比例，勘災流程花費時間可能長達兩週到一個月不等，而且地方政府短時間面對大量申請

案，現場勘查爭議多，實需一種高效率災損勘查方式。

108 年 6 月《農業天然災害救助辦法》明定地方政府能以科技方式輔助判決受災區域是否達補助標準。例如，可以使用無人機勘查農作物受災情形，大面積飛行掃描每一農地，掌握倒伏水稻田區，快速評估倒伏比例，大幅增加勘災效率。無人機為有效之水稻勘災設備，依勘災情境可搭載不同型式感測器拍攝影像收集大量災損影像資料集，配合影像分析與 AI 技術，快速完成災損判識。根據水稻田間光譜反射率變化、紋理分析等，提供受損農地面積精確計算之科學證據，全面且有效率地協助評估農業災損，提高補助金發放流程的效率。民國 108 年 5 月 21 日梅雨鋒面造成臺灣多處出現嚴重積淹水，圖三為水稻田現場拍攝，圖四為水稻災損分析成果影像。



圖三、無人機以多光譜影像收集災損影像示意圖



圖四、水稻倒伏程度分析，其中橙紅色為倒伏水稻，綠色為健康水稻

藉由 AI 技術與智慧農業之導入，將能有效提供水稻成熟期的收成時機與農業災損情形判斷，提供一高效率的農作物判定模式。AI 模式基於過往農業經驗而建立，面對氣候變遷、農民高

齡化、人口流失的農業領域，AI 技術可將耕作經驗量化後而傳承，讓水稻種植更智慧，在每個關鍵點做出更佳的耕種決策。

無人機技術在偵測作物健康上的運用

宋國彰

國立中興大學水土保持學系 助理教授

最近隨著無人機技術的成熟，除了運用在日常生活的空拍外，在農業上的運用也日漸增多。鄉間產業道路上廣告的無人機農藥代噴，就是其中之一。其實不只是在噴灑農業，無人機技術在國外也常來監測作物的健康。這篇文章將著重於這類技術的報導。

在進入到軟硬體設備介紹前，必須要先了解植物葉綠素所吸收的光線波長及一個很常用於診斷作物健康的指標—常態化差異植生指標（Normalized Difference Vegetation Index；此文簡稱為 NDVI）。到達地球地表的太陽光，其主要的光波長分布在 200 到 2500 奈米間。植物葉子中的葉綠素只能吸收波長介於 400 到 700 奈米間的光（這剛好也是人眼可看到的光譜波段，也就是可見光），波長短於 400 奈米或長於 700 奈米的光線都無法被葉綠素吸收。而即使是 400 到 700 奈米間的可見光，葉綠素並不吸收綠光（所以把綠光反射到我們眼睛），而吸收綠光以外的可見光（其中包含了紅光）。也因此健康的葉子看起來是綠的，而不是其他顏色。有活力的葉綠素對於紅光的反射率低，而對近紅外光（波長介於 780 到 2500 奈米）反射率高，NDVI 就是利用這些特性來偵測作物的健康。NDVI 的值一律介於 1 到 -1 間。當作物健康時，其 NDVI 值會近於 1；相對的，越不健康的作物，其 NDVI 值會越

趨近於 -1。除了偵測作物的健康外，NDVI 影像也常用來測量一個地區的植物覆蓋狀況及葉綠素活躍的程度（圖 1）。NDVI 早期是透過分析人造衛星影像而得，而目前往往是透過掛載在無人機上的特殊相機（可以記錄到紅光與近紅外光）拍照後，分析照片後而得。NDVI 的技術早在幾年前就已使用在大面積耕作的地區（如美國）。由於農地面積大到無法常常巡視整個農田，因此農夫就借用無人機搭配特殊相機，幾個小時內可以得一張涵蓋上百公頃農田的 NDVI 影像。根據這類影像，農夫就可以從中找出哪些區塊的作物出現不健康的徵兆，然後再去現地處理。

硬體設備上，就如前面所提到的，以無人機為載具，而攝影設備為多光譜相機。無人機主要可分為定翼機與懸翼機兩大類。定翼機是有機翼的機子，也就是俗稱的遙控飛機。目前常見的空拍機主要是懸翼機，其中以四個螺旋槳的機子最普遍，如大疆 Phantom 或 Mavic 系列的空拍機。也有六或更多個螺旋槳的機子，而通常負重量越大的機子，螺旋槳越多。定翼機的最大優點是能長距離飛行。相較下，懸翼機優點多出不少，因此空拍的領域中，幾乎是懸翼機的天下。它的優點有，能定點滯空，也可透過三軸懸臂掛載相機，因此輕易地以多種角度進行拍攝，而且能垂直起降。目前懸翼機大多有自動返航及飛到指定



地點的功能，因此其操作技術門檻也較定翼機的低。目前收集 NDVI 影像的載具主要是懸翼機。

而相機可大致分為多感光元件與單一感光元件兩大類。多感光元件相機是用多個感光元件去紀錄影像，每個感光元件只負責記錄某一特定波段的光（例如紅光），因此這類相機若設計成紀錄四種特定波段的光線時，就會裝上四個感光元件。有些製造廠會把多個感光元件整合置入到同一個相機中（如 Parrot 公司的 SEQUOIA+ 相機，<https://www.parrot.com/business-solutions-us/parrot-professional/parrot-sequoia>），而這類相機外表特徵是機身上的有多個鏡頭。單一感光元件相機就只用同一片感光元件去紀錄不同光譜波段的光線，一旦得到影像後，再用軟體把不同光譜波段的光線分出來。如運動相機大小的 MAPIR 相機（<https://www.mapir.camera/collections/survey3/products/survey3w-camera-red-green-nir-rgn-ndvi>）應該是這類相機中，最輕巧且價廉的（價格一到兩萬台幣間）單一感光元件相機。這類相機雖然輕巧且價廉，但一片感光元件紀錄不同光譜波段的效果就是不如多感光元件的。因此多感光元件相機會使用在需要更精準的 NDVI 影像時（例如研究的需要）。不過若只是要找出農田有哪一區塊的作物有健康上的問題，單一感光元件相機是可以勝任的。

無人機空拍時，要注意氣候與空中的障礙物，以免摔機。原則上，風越強，雨越大，就越容易摔機。較先進的無人機已可以透過感應器避開樹木或建築物這類大障礙物，但有可能避不開纖細的電線。而鐵橋、高壓電塔與高壓電線，都可能干擾無人機中的電子指南針及對遙控訊號的接收，而造成無人機飛行失控。因此飛行前，最

好用 Google Map 上的衛星影像地圖以及現地的觀察，找出可能造成摔機的障礙物。如果無法避開障礙物，就需要調高飛行的高度，讓無人機在高於障礙物的情況下飛行。

太陽光角度與天氣陰晴對對影像品質的影響甚大。原則上，接近中午的晴天，空拍所得的影像最好。因為此時植物影子最短，而且穩定的太陽光讓每張照片的影像效果幾乎一致，可以讓之後的照片拼貼更容易成功。陰天時，雖然植物不會有影子，但不斷飄移的雲層有厚有薄，這會改變到達植物的光線中紅光與近紅外光的比例，造成 NDVI 影像的失準。不過依筆者的個人經驗，如果可以在一小時左右內完成空拍，即使在陰天下，仍能得到不錯的 NDVI 影像。

接著講到，照片的拼貼。一張空拍照片往往無法涵蓋整個想要拍攝的地區，因此一般的解決作法是，在拍攝地區上空，每個一小段距離拍一張照片，事後再用軟體把這些照片拼貼成一張可以涵蓋整個地區的照片。讓照片可以成功拼貼在一起關鍵是，相鄰兩照片的重疊率不要低於 60%。但照片的重疊率也不能高到 95% 以上，因為重疊率太高時，需要拍非常多的照片才能完整地涵蓋一個地區。當地形起伏越大時，照片的重疊率要越高。照片拼貼是個需要大量電腦運算的過程，雖然要花上幾個小時才能將幾十張照片拼貼在一起，但軟體的操作上，卻不複雜。照片拼貼過程可分成機上作業與線上作業兩大類。機上作業是使用者向軟體供應商買斷軟體（例如 Pix4D Mapper, <https://www.pix4d.com/>），這通常價格不菲（十萬元起跳）。也有開源免費的軟體（<https://www.opendronemap.org/webodm/>），效果好壞，筆者沒有經驗，不過各位可以試試看。

不管付費或免費軟體，以機上作業拼貼照片都需要運算速度夠快的電腦。雖然使用機上作業需要花不少錢的購買電腦軟硬體，但其好處是使用者可以使用專家模式，把照片拼貼得更好。因此適用於用量大且對拼貼效果要求高的使用者。若採用線上作業，使用者只要簡單的電腦透過網路將照片上傳到特定的付費網站（例如 <https://www.dronedeploy.com/>），幾個小時後，就可收到拼貼好且處理成 NDVI 的影像。除了不需要運算速度

快的電腦外，這類線上作業的另一大好處是可以按月計費。對於一般農業從事人員，線上作業是較合適的方式。

當拿到整張農地的 NDVI 影像時，就可以用這影像，去診斷農地各處的作物是否健康。圖 1 的 NDVI 影像顯示闊葉樹樹冠的葉綠素比針葉樹的活躍，而這是我們肉眼所無法察覺的。作物健康的確可以由肉眼判定，但我們仍可藉由 NDVI 影像更加了解作物的狀況。

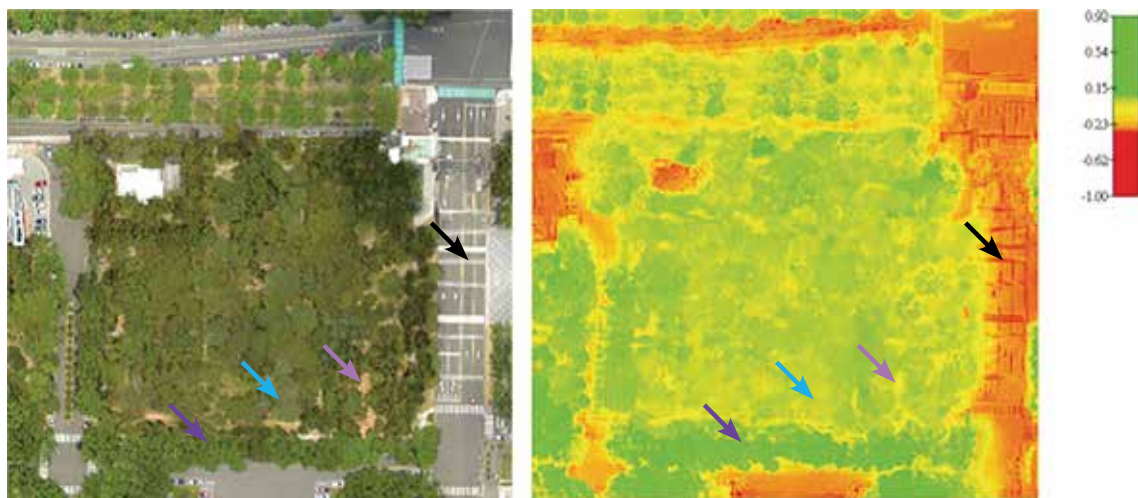


圖 1. 國立中興大學黑森林的可見光（左）與 NDVI 影像（右）。NDVI 的值越高，其影像越近綠色，值越低則越近紅色。在可見光與 NDVI 影像比對下，NDVI 值最高的是闊葉樹的樹冠（深藍箭頭所指），接著是針葉樹的樹冠（淺藍箭頭），木屑鋪面的步道（紫箭頭），最低的是柏油路面（黑箭頭）。圖中可看出闊葉樹樹冠的葉綠素比針葉樹的活躍。（攝影者：張仲鈞）



無人機空拍應用於地形建置

廖子寧

國立中興大學水土保持學系 研究生

蕭宇仲

國立中興大學水土保持學系 副教授

一、前言

臺灣身為農業大國，在世界廣有人知，但近年來因氣候變遷造成全球暖化、病蟲害侵襲作物等現象，使得作物收成受到不小的影響，為改善此現象提高作物產量，應引進「智慧農業」的概念。無人飛行載具是智慧農業重要應用，利用遙感及光譜分析技術，可運用於噴灑作業、農作物監控和農作物健康評估等方面。無人飛行載具由於成本低、操作便利、作業效率高等優勢，近年來也廣泛應用於各項領域，地形測量、農業應用、山坡地監測管理、土砂災害評估、防救災踏勘、基礎設施維護等皆導入無人飛行載具技術以提升作業效率，本文將著重探討無人飛行載具應用於地形建置，利用無人飛行載具技術獲得基本圖資，更能進一步產製正射影像及地表三維模型，望能在農業生產上發揮作用。

二、無人飛行載具之設備

本篇應用實例中所使用之無人機皆為 DJI Phantom 4 Pro（圖 1 與圖 2），其空拍鏡頭內置 1 吋 CMOS 感光元件，有效像素為 2,000 萬，鏡

頭視野為廣角 84 度，光圈為 F/2.8 至 F/11；對焦距離為 1 米至無窮遠，可半按快門鍵自動對焦，影片拍攝解析度上限為 4K（4,096×2,160），最大飛行時間為 30 分鐘，圖傳距離可達 7 公里。



圖 1. DJI Phantom 4 Pro 外觀



圖 2. DJI Phantom 4 Pro 控制器

三、無人飛行載具建置地形應用實例

利用無人機設備，即可至欲調查地點進行拍攝，決定航線與照片覆蓋率後，便可進行飛行任務，拍攝後之照片可利用 DataGram3D、Pix4D、SiteScan 等軟體，進行土方計算、地形測繪、BIM 等應用，以下列舉三處地形建置之應用實例，皆為利用 Pix4D 進行影像處理。

1. 南投清境

清境農場位於南投縣仁愛鄉，海拔約 1,700 至 2,000 公尺，原為種植溫帶水果之農場，後轉型為觀光農場。除了原先的溫帶水果，附近亦有許多的茶園，使得山區有許多農地以供種植優良農作，成為知名地方名產。

此次拍攝並非於清境農場園區內，由圖 3 中依然可看見附近有大片山坡地，以及許多茶園與村落混居，雖不像阿里山茶園分佈非常密擠，但民房與茶園交錯，更需有效分配土地，進行最大限度的利用。

2. 臺中梨山

梨山位於臺中市和平區梨山里，區域平均海拔為 1,900 公尺，地理環境位於梨山風景區內，發展出優質農業水果類盛產水蜜桃、梨、蘋果及甜柿；蔬菜部分則以初秋高麗菜及大白菜、等聞名全台。

種植溫帶水果與高冷蔬菜之農地多位於山坡地，利用無人機技術，可從高空清晰看見農地位置，與附近河流流向，更能有效分配農地之利用。詳見圖 4。

3. 嘉義阿里山

阿里山區林相豐富，從亞熱帶的闊葉林到寒帶的針葉林都有，不僅是知名的觀光區，也是最

具知名度的高山茶「阿里山茶」的產地，因觀光人潮帶動，更因為阿里山得天獨厚的種茶環境加上專業的製茶技術，使阿里山高山茶遠近馳名，成為遊客必買的地方名產。

阿里山茶園多座落在海拔 800 至 1,600 公尺之間，因在山區種植茶業，可利用之土地有限，需對土地做好規劃，有效利用有限的農地，由圖 5 可看到農地之分佈十分密集。以無人機拍出的照片，解析度高，可清楚看到拍攝地區之土地利用狀況。



圖3. 由pix4d所生產之南投清境鑲嵌圖



圖4. 由pix4d所生產之臺中梨山鑲嵌圖



圖5. 由pix4d所生產之嘉義阿里山鑲嵌圖

四、結論

以上三個地區的鑲嵌圖，能夠讓我們更清楚的從高空看見拍攝地區的樣貌，不管是山區、河川、民宅亦或是農田茶園等，都能一覽無遺，而這只是無人機應用的其中一項，現今各國都面臨到人口老化與鄉間人口外移，導致農業生產人手不足，所以近年台灣力推智慧農業，藉由無人機技術減緩人手不足之現象，像是無人機配合高光譜相機應用，可得知作物的狀況，如偵測作物水份、糖份含量等資訊。無人機應用於農業上防治病蟲害也頗有成效，根據農委會的數據指出，「應用無人機防治荔枝椿象」試驗中利用無人機

可減少約95%的水量，並至少節省50%的時間，可減少許多的成本。

無人機之地形建置可應用於城市規劃，地形建模，大規模繪圖，地籍等等，不管是都市、農地、山區都可進行運用，於農地測繪與監測方面，有別於傳統的測量，可減少更多人力、時間，能更有效的進行規劃，現今科技日新月異，轉型為智慧農業已是現今趨勢，而無人機更是在其中擔任不可或缺的角色，未來無人機在農業中的應用定會越來越多，為農業發展趨勢中重要的一環，可說是前途不可限量。

無人機測量埤塘蓄水量 以輔助水資源調配

洪一展

國立中央大學土木工程學系 碩士生

魏霈萱

國立中央大學太空及遙測研究中心 專任助理

曾國欣

國立中央大學太空及遙測研究中心 副教授

桃園埤塘沿革與現況

桃園市約 1,180 平方公里的土地上，遍佈了兩千餘口埤塘，此一獨特地景風貌，不但描繪了先民開墾足跡，也見證歷史變遷的都市化過程。早年先民主要沿著河道或容易取得水源的區域定居，隨著人口增加逐漸往較貧瘠的區域拓展，水源取得日益困難，需要更多工程手段滿足灌溉需求。而桃園屬丘陵與臺地地形，多數地區地勢落差大，除東南側復興鄉與石門水庫區域外，其餘平原與丘陵地之河川坡度多介於 1/75 至 1/100，難以維繫穩定水源。所幸桃園並無明顯乾季，再加上土壤性質屬於紅壤、黃壤，這種黏度高、不透水性強的土壤，讓先民得以因地制宜而在臺地上構築埤圳等水利設施，適時的儲存調配水源。

早期埤塘與圳道多屬於私人建設與管理，地區的共同利益常被少數居民壟斷，甚或造成導引分歧與水權衝突。再加上經營者常怠於整治維修，讓耕作發展無法效益最大化。西元 1901

年，政府將重要埤塘、圳道列入公共管理，增加協助農業生產的水利效益。埤塘間自上游至下游串流在一起，形成重要的水利系統，為旱季提供穩定的灌溉水源。在埤塘最興盛時期曾超過一萬多口，數量與密度皆居臺灣之冠，因而有「千塘之鄉」的美稱。隨著工業與商業的突飛猛進，桃園地區不再以農業生產為重心，水圳與村民間的地緣關係逐漸分離重整，埤塘從而荒廢或轉為建築用地，過去埤塘之間的網絡系統在工商業發展進程中逐漸衰退，且由於建造年代久遠，池內淤積、清淤與整建狀況不明。主管機關為了後續開發、整治的考量，近年也逐步更新埤圳設施的空間資訊，並將其數位化，期望透過各項新科技的輔助，建構重要的基礎資訊。

運用遙測技術重建埤塘模型

利用遙測科技輔助水體量測已在世界各國成為十分成熟的技術，如運用測深光達、多光譜影像或航測立體像對的組成，這種透過光學的方法，在水質允許的條件下，可以快速、大面積



地萃取出目標區的水深並估計儲量；而聲學的方法可分為單音束、多音束測深儀，利用聲波來回走時推估水深，對於航行許可的施作範圍內可得到精確的水下地形。然而現今埤塘多為緩慢流動水體，在水質混濁且底部特徵不明的環境下，光學方法較難實施，而聲學方法又礙於船隻不適合在密佈纜繩、水車的淺水中航行，因此埤塘深度仍須仰賴傳統測量的方式，導致成本與效益的兩

難。近年來，受益於商用無人機產業的興起，提供各類遙測儀器的移動載具。相對於傳統方法而言，無人機操作輕巧簡便，具有高機動性與成本低廉等特點，因此結合微型聲納用以探測水深，可快速測繪水底地形，了解當下的蓄水量與侵淤分佈，並結合同以無人機產製之陸域模型，以達到空間資訊整合之目的。

在國內外文獻中常見以無人機、無人船拖



載一小型浮具，將各式測量儀器置於其上，透過遙控方式將其移動到指定地點施測。礙於埤塘中常見有各式養殖設施，較難在水面上來回移動，因此在不影響飛行安全與操控平衡前提下，可將輕型的儀器吊掛於載具上，以點狀方式逐一測量。除無人機外，測深模組包含一顆微型探魚聲納，以及一部用以資料紀錄及定位的智慧型手機。施測過程中主要分為現地資料收集、定位觀測解算、測點深度計算與模型製作拼接等流程。首先，每口埤塘取決於埤塘大小，預先規劃相

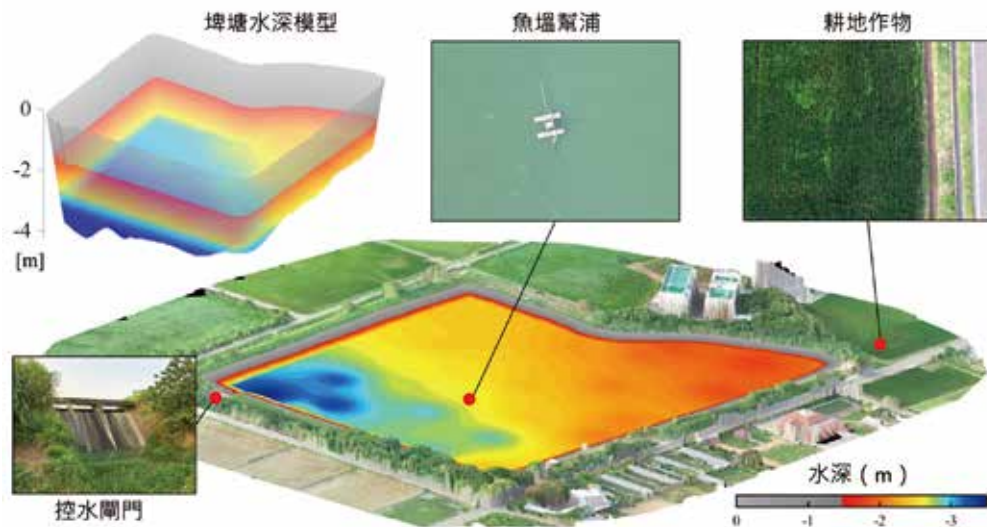
距 20 至 30 公尺之點位，無人機操作員（飛手）控制懸掛聲納的無人機在規劃的點位下降，使微型聲納浮於水面，以 1Hz 的頻率量測一分鐘，並將資料傳輸至智慧型手機儲存，儲存內容包含測量深度值、觀測時間以及輔助全球衛星系統（A-GNSS）定位點。另一名飛手控制另一台無人機進行航拍，以航高 60 公尺拍攝 70% 重疊率空照影像，範圍涵蓋埤塘及鄰近農地範圍。依此作業流程每次約需一個半小時，若加上地面航標點控制與測量，約三至四位工作人員即可完成。

在內業處理中，利用各點位量得的水深值，經粗差濾除後可得各點平均水深，再利用空間分佈擬合埤塘水底地形，最後結合使用空拍影像建置的地表模型，即可得到埤塘與鄰近用地之整合模型。

水深模型與資料應用

以下圖一口位於楊梅區的埤塘為例，圖中紅色、黃色、淺藍色的漸層變化為埤塘邊坡，該口

埤塘的入水口在圖中右上方，當下量測到 1.0 至 1.3 公尺的水深，而出水口在左半邊中間區域，設有閘門控制出流量，水深在當下測得 2.2 公尺，若以閘門高作為蓄水深度基準，則整體深度介於 2 至 3.5 公尺。由模型中可見底部深度變化約有 1-2 公尺，且在出入水口剖線上有較大的水深變化，通常是因為入水口位於整體高程較高的地方，經由重力引入水源後所挾帶的泥沙容易造成淤積而降低了有效蓄水能力。



得到水底地形後，可利用網格積分方式得到不同水位的蓄水量，以圖中埤塘為例，在 108 年施測當時水體積為 57,900 立方公尺，若加上最大蓄水高度，該口埤塘最多蓄納 68,100 立方公尺。根據約十年前資料所示，該口埤塘水體僅 36,300 立方公尺，單一水深值為 1.37 公尺。比較 108 年蓄水量、最大蓄水量與過去資料，可得知水量估計偏差高達 37% 與 47%，也證明過去較為簡略的資料庫須逐步更新，尤其近年為數不少埤塘歷經整建，應可儲蓄更多水量。此外，在模型與地景數位化過程中，也可記錄周遭的土地利用情

形，包含種植作物、養殖設施、閘門圳道及建物位置等，對於後續規劃運用提供重要基礎資料。

現今埤塘的功能不再僅有灌溉之用，有些埤塘也兼具天然養殖、暴雨滯洪、濕地公園與工業供水等用途，每每在旱季來臨前，水權分配以及調控排程仍須依據蓄水量進行謹慎評估。利用新型測深系統進行水底建模，最具意義的是能了解淤積現況，了解所有人與承租戶使用維護情形，即時提供當前儲量與最大儲量，同時也能協助未來整治規劃。

稿 約

- ◆本刊以推廣中興大學農資學院研究成果及農業先進相關新知，傳播農業知識，俾助農業發展為宗旨。
- ◆主要閱讀對象：農業相關單位之工作人員、農民及對農業有興趣之民衆。
- ◆主要邀稿對象：興大農資學院教師與各農業研究單位學者專家。
- ◆文稿性質：本刊為推廣性、科普性刊物，以實用及平易之說明式文章配合實際圖片為主，請儘量避免深澀專門用詞。引用文獻請務必載明出處。
- ◆稿長：以三千字到五千字（約 4～5 個印刷頁）為原則。
- ◆稿酬：每千字 650 元，因經費有限，稿酬最高 5,000 元／篇。
- ◆文章內容由作者自行負責，譯稿請先行徵得作者與原出版單位同意並註明出處（請註明：本文翻譯自○○○期刊○卷○期○○頁，○年○月○日出版，並經徵得作者與原出版單位同意）。請勿一稿兩投。除錯別字外，本刊對來稿原則上不作任何刪改，若有修改必先徵詢作者同意。排版後送請作者校對。
- ◆來稿請寄 402 台中市興大路 145 號中興大學農業推廣中心。

若有任何問題或建議，請電：顏志恒 副研究員

04-22870551 # 22 或校內分機 400 # 22，email：jhyen@nchu.edu.tw。

興大農業 106

國立中興大學農業暨自然資源學院農業推廣中心

校 長／薛富盛

院 長／詹富智

主 任／王智立

主 編／顏志恒、周明儀、陳昕榆

地 址／台中市興大路 145 號

出版日期／中華民國 109 年 6 月

排 版／財政部印刷廠