

無人機講座以及考無人機證照的分享

文／張敏娟、陳禹綸、萬丞恩、陳亮霓

前言

透過一個偶然的機會，認識了無人機教練，於是邀請他擔任課程中自主學習部分的業師，透過講座的方式，讓學生了解目前的應用市場；藉由安排操作無人機與考照訓練活動，協助特別有興趣的學生考取民航局無人機的操作證，讓學生們之後有機會可以從事相關工作。



無人機講座

在無人機教練 Wudy 老師的講座當中，他介紹了自己接過的案子，包括臺北南港展覽館的場館介紹、101 頂樓的節目錄製、關聖帝君聖誕慶典暨繞境活動記錄、南投燈會無人機群飛表演活動紀錄、璀璨新北跨河煙火活動紀錄、蘇打綠演唱會 MV 拍攝、八里公共路燈施工前後比對紀錄等等。其中有三個應用，對物理系光電組的學生而言，特別印象深刻：1. 太陽能光電巡檢、2. 熱顯像找牛、3. 植物農噴。學生們的回饋意見如下：

一、太陽能光電巡檢

傳統的太陽能光電板巡檢，依賴人工進行，過程耗時費力。特別是在大型太陽能場域，人工巡檢難以覆蓋所有區域，且檢測時容易因為環境配合度不佳，導致巡檢效率低。但是，以無人機巡檢代替人工執行，可以解決環境配合度不佳的問題。透過搭載高解析度的光學鏡頭和紅外線熱感應攝影機，無人機可以快速掃描大面積的太陽能板，準確定位異常熱點、裂縫或其他可能影響發電效率的問題。此外，無人機還能搭配場景建模，協助維護人員理解並掌握整個場域狀況，提供精準的修繕建議。

講座中特別提到，無人機結合 AI 分析與大數據處理技術，能自動記錄與分析巡檢結果。例如，透過 AI 影像辨識系統，可自動判斷太陽能板是否有部分污損、陰影遮擋或電路異常等問題，大幅減少人工分析的時間與人為誤判的可能。同時，這些數據可以自動匯入雲端平台，實現巡檢結果的即時共享與長期監測，為後續的維護工作提供科學依據，同時減輕人工負擔，減少公司維護成本。

使用無人機技術不僅提升了巡檢效率，還節省了人力與時間成本，降低了作業風險。

未來，相信無人機在太陽能光電產業的應用將更加普及，結合物聯網、雲端運算等新興技術，徹底改變管理與使用能源的方式。

二、熱顯像找牛

有時候，派出所會接到民眾報案有動物走失，例如一群牛，請求警方協助尋回。然而，牛群可能前往廣大而茂密的樹林，要靠傳統的人力巡查，很難快速找到，特別是夜晚，視線不佳，搜尋工作更是艱難。

但是，以無人機搭配熱顯像儀，這件事就容易一些。無人機搭載熱顯像儀，因為無人機可以飛到茂密樹林的上方，熱顯像儀能偵測到牛群體溫相對周遭環境高，偵查人員可以迅速找到並且定位牛群位置。即使在夜間或樹林障礙物遮擋的情況下，仍可辨識，大幅的縮短了搜索時間，也減輕了人力負擔。即便牛群分散的情況下，無人機也能各個搜索與定位，避免因延誤而帶來更大的經濟損害。

三、植物農噴

植物農噴主要依賴人力，操作傳統噴灑設備進行。然而，在面積廣大的農田或地形複雜的區域，施藥過程往往需要耗費大量的時間與人力，且傳統噴灑方式無法準確控制農藥的劑量和分布，可能導致某些區域施藥不足而影響作物生長，或施藥過量造成農藥浪費與環境污染。農民長時間接觸藥劑，對身體健康也有不良影響。

但是，以無人機搭載噴灑設備，這件事就能獲得改善。無人機搭載噴灑設備，因為無人機可以飛到農田上方，速度快，噴灑設備可以調控噴灑劑量，噴灑人員可以透過控制飛行路線，讓農田均勻覆蓋適量的藥劑，提高作業效率，也有效降低農藥的浪費和對環境的影響。農民減少接觸農藥的時間，對健康的危害也降低。對於地勢起伏較大的種植環境，例如山坡或丘陵地帶，無人機的靈活性可以克服地形限制，解決傳統噴灑人員與設備無法抵達的難題。

無人機考證照訓練工作坊

無人機技術在過去十年中取得了飛速發展，目前市售一台輕便又多功能的入門型無人機，具備 GPS 導航系統，電池可以支撐飛行時間三十分鐘，價位與低階手機差不多，是許多新手的首選。如果能夠了解無人機的基本知識、法規、操作技巧及其應用範疇，不僅能培養學生使用無人機的樂趣，還可以鼓勵以此作為職業。事先受過訓練可以大幅的避免新手期會發生的暴衝、墜機、違法等意外，就像在汽機車駕訓場練習駕駛，可以避免實際上路的危險。考取無人機的操作證，就像考取汽機車駕照一樣，是個重要的基

本門檻。

同學們持有證照，才能避免違法使用而被沒收無人機、且需繳交高額罰款的情況。無人機的操作證，分為普通操作證與專業操作證。普通操作證只需要學科考試，背好題庫就能過關。而專業操作證，需要專業學科考試與專業術科考試，專業學科考試也是背題庫，只是題目比普通操作證那邊多一些；筆試通過之後到診所做體格檢查，獲取體檢合格證明，繼續報名術科考試。術科考試前，需要找教練在空曠的場地訓練。考前跟教練借練習時使用的無人機應考，考過再買自己的無人機使用。

學科考試的內容包含民用航空法、基礎飛行原理與氣象、緊急處置與飛行決策。民用航空法主要講解法規，例如：飛行高度、飛行區域以及操作人員資格等規定；基礎飛行原理跟物理定律有關，例如：以升力和平衡力矩來保持穩定飛行；氣象涵蓋地科知識，例如：空氣密度增加時，飛機升力增加；緊急處置與飛行決策則是對無人機操控時遇到的各種實際狀況，採取的合適應變，例如：當無人機發生異常或緊急事件時，應先穩定操作，掌握無人機位置與高度，再尋找最佳的緊急落地處。



準備無人機術科考試前，需要知道無人機主要組成以及各自的作用，比如：機體結構、動力系統、飛行控制系統和導航系統等。訓練場地可以在室內或是室外，室內以操作無人機的上升、下降、左轉、右轉、前進、後退、左側飛、右側飛為主。室外場地則需要放置飛行路線的定位點，練習視差飛行，而且室外練習時，天氣炎熱需注意防曬與補充水分，避免中暑。

選擇應考的無人機，一般是選擇可以折疊的四軸無人多旋翼機，2 公斤以下，配有 GPS 定位的機種。定點起降、四面懸停、矩形航線，是最基礎的等級。練習時需注意手中的無人機電池電量，在剩下 30% 左右時，要儘速使其返回降落，避免無人機在低電量時突然暴衝；控制推桿的力道要適中，避免太用力而飛太快，萬一偏離航向時才可即時校正；豔陽高照下，無人機使用太久可能會過熱，適時讓無人機休息；操作無人機的時候，視線不可離開它，免得發生危險。

無人機飛行前後要 360 度檢查：無人機與遙控器開關是否能正常開啟與連接、無人機的螺旋槳、馬達、機臂、機身、GPS 模組等皆固定且外觀無破損。考『定點起降、四面懸停』時，考生要喊『3 2 1 Go』，起飛，接著以順時針方向，每個位置各轉 90 度、

懸停 5 秒，懸停時需要喊『5 4 3 2 1』自行倒數懸停時間，轉完 360 度後，降落，喊『結束』；考『矩形航線』時，考生要喊『3 2 1 Go』，起飛，接著以逆時針方向轉 90 度，往前飛行，通過以角錐形成的矩形路線，可以先練習一次在正式考試，考試時，無人機必須飛行在以角錐形成的內部通道內，飛行時必須持續往前飛，不可停頓超過兩秒，逆時針飛行一圈之後，再順時針飛行一圈，就可以結束任務。最後，考官會問緊急程序處置的問題，例如：無人機發生各種異常的當下，該怎麼緊急處理。結束前，再一次 360 度檢查無人機狀況。

總結

透過無人機教練的講座和考證訓練，學生們不僅了解了無人機的商業應用，特別是跟物理系有關的太陽能光電巡檢、熱顯像找牛和植物農噴等領域的實務應用，更掌握了操作技巧與法規知識。講座結合實操訓練，提升了學生的專業素養與職業競爭力。未來，無人機技術的普及將在能源、農業及公共安全等領域發揮重要作用，而學生們藉此契機，奠定了進入相關產業的基礎，為未來發展創造更多可能性。

附錄

一、無人機的工作原理和基本結構

無人機的飛行原理：

- 升力：由無人機的螺旋槳旋轉產生，對抗重力，使無人機能夠上升。
- 推力：通過調整螺旋槳的轉速和角度，產生向前或向後的推力，控制無人機的飛行速度和方向。
- 重力：無人機的重量，使其向地面運動，需要通過升力來對抗。
- 平衡：通過調整各個螺旋槳的轉速，使無人機在空中保持穩定，不傾斜或旋轉。

基本控制原理：

- 姿態控制：通過控制無人機各個螺旋槳的轉速，改變無人機的俯仰角、滾轉角和偏航角，實現無人機的穩定飛行。
- 航向控制：利用 GPS 等定位系統，設定無人機的飛行路徑和目標位置，控制無人機按預定路徑飛行。

- 高度控制：通過控制升力和推力，調整無人機的高度，實現精確的高度控制。
- 學習無人機的安全操作規範和相關法律法規。

無人機的法律法規：

- 了解當地對無人機飛行的相關法律和規定，如飛行高度限制、禁飛區域等。
- 遵守無人機飛行的法律法規，確保飛行安全和合法。

無人機飛行的安全措施：

- 保持視線內飛行，避免超出可見範圍。
- 避免在人群密集區域和重要設施上空飛行。
- 在惡劣天氣條件下（如風災、大雨、雷電等），應該避免飛行，造成無人機的損害，以及人員的安危。

通過實際操作練習，熟練掌握無人機的基本飛行技能。

起飛和降落技巧：（慢、慢、慢！）

- 起飛時，應該選擇平坦、開闊的地點，確保無人機能夠穩定起飛。
- 降落時，要保持無人機的穩定，慢慢降低高度，直至安全降落地面，才可以鬆一口氣。

飛行中的操作技巧：（慢、慢、慢！）

- 直線飛行：保持穩定的飛行速度和方向，避免急轉彎。
- 轉彎技巧：緩慢改變飛行方向，保持平穩過渡。
- 定點懸停：調整無人機的姿態和推力，使其在空中保持靜止。

二、教案設計

☞ 無人機概述

無人機，即無人駕駛航空器，根據結構和用途的不同，可以分為固定翼無人機、旋翼無人機和混合翼無人機。固定翼無人機類似於傳統飛機，依靠機翼產生升力，具有較高的飛行速度和航程，適合用於大範圍的測繪和農業監測；旋翼無人機則依靠旋翼提供升力和推力，是目前市場上最常見的無人機類型，如四軸飛行器；混合翼無人機則結合了固定翼和旋翼的優點，能夠實現垂直起降和長距離巡航，適合於複雜任務的執行。

☞ 無人機的基本組成和工作原理

無人機由機體、動力系統、控制系統和傳感器組成。機體是無人機的結構主體，通常由輕質材料製成，以減少重量。動力系統包括電動機和電池，為無人機提供飛行所需的能量。控制系統是無人機的核心，包括飛行控制器、遙控器和導航系統，負責控制無人機的飛行姿態和路徑。傳感器則包括 GPS、指南針、氣壓計等，提供無人機飛行所需的環境數據。

無人機的飛行原理基於伯努利原理和牛頓第三定律。旋翼通過高速旋轉產生升力，根據飛行控制器的指令調整各個旋翼的轉速，實現無人機的起飛、降落、前進、後退、左轉、右轉等動作。

☞ 無人機的基本操作技巧

無人機的操作涉及多方面的技巧，以下是幾個基本操作技巧：

- 起飛與降落：起飛前，檢查無人機及其周圍環境，確保無人機在平穩無障礙的地面起飛。啟動無人機後，逐漸增加油門，使無人機平穩升空。降落時，逐漸減少油門，讓無人機平穩降落。
- 懸停：懸停是指無人機在空中保持靜止。這需要操作人員細微調整遙控器的搖桿，以抵消風力等外界因素的影響。
- 前進與後退：通過調整遙控器的搖桿，使無人機向前或向後移動。注意保持無人機的平衡，避免突然加速或減速。
- 轉向：調整無人機的航向，使其向左或向右轉動。這需要操作人員對遙控器進行精確的操作，保持飛行的平穩性。

✎ 無人機的應用領域

無人機的應用領域非常廣泛，以下是幾個主要的應用範圍：

- 農業：無人機可以用於農田監測、作物噴灑、土壤分析等，提高農業生產效率。
- 攝影與影像：無人機攝影已成為一種新的藝術形式，能夠拍攝到以往無法達到的視角，廣泛應用於影視製作、婚禮攝影等領域。
- 物流與配送：無人機配送是一種新興的物流模式，特別適合於應急物資運輸和偏遠地區的物品配送。
- 公共安全與救援：無人機在災害救援、交通管理、警務巡邏等方面發揮著重要作用，能夠快速到達現場，提供即時的影像和數據支持。

✎ 無人機的安全操作規範和法律法規

無人機的安全操作至關重要，以下是幾個關鍵的安全操作規範：

- 保持視線內飛行：操作無人機時應始終保持在視線範圍內，避免飛行超出可控範圍。
- 遠離人群和建築物：無人機應遠離人群、建築物和其他飛行器，避免造成危險。
- 遵守飛行高度限制：不同國家和地區對無人機的飛行高度有不同的限制，操作人員應遵守相關規定。
- 避免惡劣天氣飛行：在強風、暴雨、大霧等惡劣天氣條件下，應避免操作無人機。

此外，各國對無人機的使用都有相關法律法規，操作人員應了解並遵守所在國家的法律要求，如無人機註冊、飛行許可、隱私保護等。

✎ 實際操作無人機

在理論學習之後，學生將進行實際操作訓練。實際操作包括以下步驟：

- 無人機組裝與檢查：學生需要按照操作手冊組裝無人機，並進行全面檢查，確保各部件連接穩固，電池充足。
- 起飛與基本飛行：在教練的指導下，學生將練習無人機的起飛、懸停、前進、

後退、轉向等基本動作，逐步熟悉遙控器的操作。

- 飛行任務：學生將完成簡單的飛行任務，如在空中畫出特定的軌跡、拍攝指定地點的照片等，這將有助於提高他們的操作技能和應變能力。

🔗 證照考試

證照考試準備

為取得無人機操作證照，學生需要掌握以下內容：

- 理論知識：包括無人機的基本概念、工作原理、應用領域和安全操作規範等。
- 實際操作：熟練掌握無人機的基本操作技巧，如起飛、降落、懸停、轉向等。
- 考試技巧：了解考試流程，熟悉考試內容和評分標準，模擬考試環節進行訓練。

🔗 實際操作訓練

在理論學習後，學生將進行實際操作訓練，包括：

- 無人機組裝與檢查：按照操作手冊組裝無人機，並進行全面檢查，確保各部件正常運行。
- 起飛與基本飛行：在教練指導下，練習無人機起飛、懸停、前進、後退、轉向等基本操作，逐步熟悉操作技巧。
- 模擬考試：進行模擬考試，完成特定的飛行任務，如在空中畫出特定軌跡、拍攝指定地點的照片等，檢驗操作技能。

張敏娟

輔仁大學 物理系副教授

068190@mail.fju.edu.tw