

刷新全球無人機飛行時間

# 長航時高負載 商用無人機用混成電力系統

入圍今年「全球百大科技研發獎」的「長航時高負載商用無人機用混成電力系統」，以燃料電池為主、鋰電池為輔的方式，大幅提升無人機的續航力和酬載力，不僅完成一系列「上山跨海」的飛行驗證，更刷新全球多旋翼無人機航時的新紀錄。

撰文／陳怡如

2019年12月，1台酬載5公斤的無人機，在高雄楠梓上空起飛，滯空飛行長達130分鐘，打破先前同樣酬載重量、由英國保持的最佳紀錄80分鐘。讓無人機達到如此長航時的關鍵，正是工研院研發的燃料電池技術。

說起無人機面臨的最大挑戰，工研院材料與化工研究所組長蔡麗端表示，「就是飛行時間不夠久，很大的瓶頸受限於電池的能量密度。」所謂的**能量密度**，是指在電池每單位重量所儲存**的能量多寡**。以目前無人機常用的鋰電池為例，**能量密度約為160Wh/kg**，無人機酬載後飛行時間僅約15至30分鐘，無法符合商用市場的期待；若為了長時間飛行，而搭載更多鋰電池，又很容易超過無人機馬達所能承受的最大起飛重量或減少酬載的重量。

## 輕量化、高功率 多管齊下優化燃料電池

在經濟部技術處支持下，工研院將研發目標投向**能量密度極高的「燃料電池」**。燃料電池是將燃料中的化學能轉換成電能的發電裝置，最常見的燃料為**氫氣**，而電池內的「電堆」就是將**氫氣轉換成電的關鍵樞紐**。由於氫氣反應後只會產生純水，完全無汙染；當電力耗盡後，只要添加燃料即可，解決傳統電池充電耗時的**問題**。

但想要讓搭載燃料電池的無人機飛上天，團隊還得先幫無人機「瘦身」。為減輕起飛重量，團隊將馬達外殼改為**鏤空設計**，並將燃料電池的部分**固定結構與機身整合共用**，最後成功讓機身減重20%，「一顆小小的螺絲釘都得斤斤計較，」蔡麗端說。

在關鍵的電池設計上，想要飛得久，與**能量有關**；要飛得又快又高，則與**功率有關**。能量密度代表了電池的容量大小，功率密度則代表了電池能以多快的效率進行**能量輸出**，但以現行技術來說，電池**能量密度與功率密度很難兼得**，蔡麗端比喻，「就像百米跟馬拉松，跑百米的人瞬間爆發力大，跑馬拉松者的耐力持久；鋰電池瞬間輸出能量大，氫氣則是**耐久性高**。」另一方面，一般燃料電池需要經過**電壓轉換器**，升壓給馬達使用，「但只要經過轉換器，做得再好也只能達到90%~95%的轉換效率，等於一開始就先損失5%~10%的電量。」

為此，團隊耗費長達半年時間，最終開發出一套「**混成電力系統**」，以燃料電池為主動力，直接供應給馬達，無需經過轉換器。若遇爬升或強風，需要瞬間電力時，則以少量的鋰電池作為輔助，「我們所有的技術就在這三方的控制，將電力傳輸效率提升至99%。」



「長航時高負載商用無人機用混成電力系統」以燃料電池為主、鋰電池為輔，大幅提升無人機的續航力和酬載力，更刷新全球多旋翼無人機航時的新紀錄。

團隊也針對燃料電池的心臟「膜電極組」進行優化，成功提升50%的功率密度，領先國際；同時開發多模組電堆控制技術，目前1個電堆可提供1瓩的功率，採用多模組方式，依照無人機耗電量變化，自動進行個別電堆的開關控制，達到高效率的長航時運作。

### 鎖定離島、高山、偏鄉進行場域驗證

透過多管齊下，工研院燃料電池的能量密度高達487Wh/kg，是目前鋰電池的3倍，不僅酬載5公斤的飛行時間130分鐘打破國際紀錄，酬載10公斤飛行時間74分鐘，也超越國際紀錄，期待未來能達到酬載20公斤、飛行1小時。

目前團隊已進行多次場域驗證，除了完成烏石港至龜山島、澎湖馬公至望安、臺南北門至東吉嶼等多項跨海來回任務，更通過民航局跨海及高山特種實體檢驗。由於3,000公尺以上的高海拔環境，

空氣密度與含氧量僅為平地7成左右，對燃料電池無人機是一大挑戰。團隊現已完成海拔3,175公尺高的飛行任務，將高山緊急醫療物資遞送至雪霸國家公園新達山屋，原先腳程需耗時8小時的坎坷山路，燃料電池無人機僅用18分鐘即能完成。

「會需要無人機的地方本就是沒有路或不容易到達，因此我們選擇海上、高山、偏鄉進行驗證，」蔡麗端說。臺灣許多離島1天只有1個船班，島內更有268座超過3,000公尺的高山，以往高山物資只能靠高山協作員以人力背負上山，一旦需要醫療物資或緊急救難，無人機便能派上用場。

電商物流也是未來一大應用，國際大廠亞馬遜也正積極發展無人機物流，「臺灣可以提供一個很好的驗證場域，再與國際公司合作。」目前工研院也正與國內無人機廠商共同開發，建立燃料電池無人機的自主技術，盼能在未來百花齊放的市場中占得最佳位置。■