

國立陽明交通大學吳宗信特聘教授

# 成為世界之重：台灣科技發展的韌性與頑固

## Making Taiwan Indispensable to the World: the Resilience and Perseverance of Taiwan's Technology Development

撰文：林麗娥、陳宏彬、陳華琳

### 頑固實踐火箭夢，帶動國內尖端科技研發、系統整合能力

《科儀新知》這次要帶各位讀者一起認識一直致力於台灣自主研發製造火箭，素有「火箭阿伯」稱號的吳宗信老師。吳老師目前任職於國立陽明交通大學機械工程學系，鑒於火箭科研和與豐富的實務經驗，今(2021)年8月1日即將接任國家太空中心主任。吳老師擁有美國密西根大學航太工程博士學歷，研究專長除了火箭推進燃燒與系統整合、稀薄氣體動力學模擬、平行科學計算、低溫電漿物理與應用，更是目前全球少數擁有「彗星噴流平行化模擬技術」的專家。同時他也是美國機械工程師學會會士、美國航太學會副會士與美國航太學會混合式火箭技術委員會委員。

吳老師經常比喻火箭是「火車頭產業」，在於火箭是一門跨領域的科學與技術，幾乎所有理工學院的學門都包含其中，範圍涵蓋到機械、電子、電機、材料、化工、資訊軟體/硬體、通訊等多項領域，因此，系統整合能力是一大考驗。而各項技術之所以可以應用到實際的系統或次系統中，需要經過許多的模擬、實驗、改良及實際的測試。在系統工程中，技術備便水準(technology readiness level, TRL)是國際各政府機構、學研單位、企業機構廣為使用，來衡量技術水準的最佳指標，在應用相關技術前，先衡量技術的成熟度。充份證明技術可行性後，才會整合到系統或次系統中。因此，打造一支可以離開地球的火箭，必須綜合各領域知識，將技術推展到極致，才能應付太空的嚴峻環境。爾後，人們再將太空科技中各項成熟的技術，應用到日常生活中的各項用品，進而創造出許多新穎產品，帶動產業發展與需求。像是為了減輕太空人衝擊力道的「記憶海綿」，後來被作成床墊和枕頭；「手持無線吸塵器」其實是阿波羅任務的太空人用來蒐集月球岩石的工具；「氣墊鞋」是製造太空服的「中空吹塑成型」工藝的應用。

台灣在全球半導體產業占有優勢，但仍屬代工形式。長期觀來，台灣仍然需要多元的產業發展。因此，如果台灣可以將自製的載物火箭射入太空，就可以證明台灣尖端科技的研發與系統整合的能力，就可以提升各領域的技術備便水準。技術備便水準高的項目，直接協助廠商改善生產流程或是成為產品商品化的機率較高，進而帶動技術商業化。

## 台灣的可信賴度與技術可成為全球製作複雜設計原型的基地

2014 年，吳老師帶領國立陽明交通大學前瞻火箭研究中心 (Advanced Rocket Research Center, ARRC) 研發團隊，成功發射 HTTP-3S。為了讓累積的技術繼續傳承，讓學生可以持續往火箭產業發展、扎根。2016 年，老師從大學借調一年後，帶著一群學生創辦研發商用火箭的民間公司「晉陞太空科技」。老師在這創業的兩年內為了尋找合適的關鍵零組件與相關製作能力加上在 ARRC 時的群眾集資，接觸了不同類型的廠商。有些是慕名而來主動接觸，有些則是得利於台灣人際網路的密集連結。在這過程中，吳老師認識瞭解到台灣產業鏈的豐富及強大，進而確信台灣的工業基礎 100% 有辦法支援台灣自主研製衛星載具。除此之外，更發現，由於台灣是民主法治國家、地小人稠，技術發展純熟度高。假設尋覓的廠商在屏東，一天內就可以抵達，直接就可以去拜訪廠商，很快就可以確定公司技術是不是可以支援。加上台灣廠商的可信賴程度高、謹守保密協議、品質穩定，非常適合全球各個研發公司製作複雜的設計原型 (prototype)。

吳老師目前所進行中的 HTTP-3A 計畫，目標是發展全混合式燃料雙節的類衛星載具，以垂直發射、雙節均採取節流控制與推力向量控制 (thrust vector control, TVC)，藉此實現姿態與軌跡控制。團隊所使用的 TVC 引擎馬達以及節流控制的球筏，皆是來自於國內的廠商。TVC 引擎馬達採用的不是自阿波羅計畫時期即有的傳統 Gimbal TVC，而是採用 Direct-Drive TVC，頻寬可以控制到 5 赫茲 (Hz)，可快速反應外來的干擾，在在證明台灣很多技術都是『巷子裡』的隱形冠軍。如果可以藉由火箭系統的整合，就可以提高技術備便水準，進而帶動台灣產業發展，走向國際市場。

## 用 OKR 輔以 IT 工具進行組織與技術管理

吳老師提到，近幾年他開始使用「目標與關鍵成果」(objectives and key results, OKR) 輔以 IT 工具，來進行技術與組織管理，成效十分顯著。OKR 組織管理方式可以讓組織盡量扁平化，強化上下級目標設定的連結，培養團隊當責態度與行為，進而順利推動跨部門合作。例如要做一台蝕刻機，涉及電子、電機、機械工程等領域，就需要跨部門來協力完成。因此，要執行這樣的專案計畫，必須先界定團隊範圍，找好團隊，接著設定好目標 (objective)，而這個目標必是確切的、可衡量的，例如：我們要作一個優於市場的蝕刻機。然後，設定若干個可以量化的關鍵成果 (key results)，像是要做到多少效率與規格的蝕刻機。

而在執行過程中，如果善用 IT 工具，導入 OKR 管理概念，也可以幫助我們進行專案計劃管理，控制研發進度、避免技術斷層。像是有些開源軟體，它除了最基本的 code review，還有代碼託管、BUG 跟蹤、專案團隊管理、敏捷流程嵌入管理、CI 擴展接入等功能。另外，研發進度管理最重要的精神在於，在該研發任務下，所有相關資訊必須是同步透明 (concurrent transparency)，並且僅限於該工作項目成員流通 (need-to-know basis)，如此才能使同一任務下的技術研發人員溝通無礙。除此之外，參與技術研發的所有人，在裡面詳實記錄下所有的研發流程 (procedure)、設計圖 (design)、專有技術 (know-how) 等，因此可以成為該技術的資料庫 (database)，只要搜尋關鍵字，就可以了解進度與相關知識。在盤點研發進度時，只要確認技術開發中每一階段性標的成果 (milestone) 即可，就可以節省開會時間、增加效率，即便學生畢業、人才流動，也不會影響到開發進度。

## 執行我國第三期太空計畫是未來重點執行項目

老師所帶領的 ARRC 團隊，在 2020 年再次啟動集資，邀請全民加入台灣太空隊，發起全台第一支類衛星載具火箭 HTTP-3A 集資計畫，多達 7,361 人支持。目標將混合式火箭加入姿態控制發射 100 公里，目前已經達成全世界第一次混合式火箭空中懸浮飛試展示。老師表示，火箭、衛星以前都是戰略科技，台灣若要發展太空，擁有自己的發射器、也就是火箭，是最後一塊拼圖。有朝一日不必委託他國代為發射衛星，而是以 MIT 火箭搭載台灣自製衛星升空，下一步發展成為太空經濟 (space economy)，可以有更多的產值、高品質的工作機會。在接任國家太空中心主任一職之前，會繼續執行科技部計畫及 HTTP-3A 計畫，以不負群眾支持。而太空中心是國家執行太空政策與幕僚的單位，未來擔任太空中心主任一職，最重要的目標是執行我國第三期「太空科技長程發展計畫」，建構台灣太空科技技術，進而創造台灣未來太空科技發展與太空產業進步的優質環境。



國立陽明交通大學吳宗信特聘教授

Prof. Jong-Shinn Wu is recently elected to the Member, Technical Committee 17 on Emerging Plasma Nanotechnologies, Nanotechnology Council, IEEE.