



02



03

有別於一般常見的液態火箭或固態火箭，ARRC 團隊開發的 HTTP-3A 混合式火箭，是使用固體的燃料和液體的氧化劑混和燃燒。「混合式有安全性高、低成

「混合式火箭」飛行控制技术獨步全球

二〇年九月首度完成混合式火箭懸浮飛行測試，又一創下的里程碑；對有心發展衛星運載火箭的台灣來說，可說又往前邁進了一大步。

01 / 2022年7月10日清晨，由ARRC團隊研發的「HTTP-3A S2」火箭，在剛啟用的旭海科研火箭發射場，進行第二節火箭飛試

02 / 火箭發射前的準備，須確保每個環節不能出錯

03 / HTTP-3A 第二節火箭發射過程中，ARRC 團隊進行嚴謹監控

本的優勢；在製造小型的衛星運載火箭上，其實有它的競爭力在。」前瞻火箭中心魏世昕副主任解釋說，混合式火箭是一個很好的訓練學生平台，因為它比較不會爆炸，在技術要求和成本上也比較低；過去多用於學術研究，目前已有多家研發機構和民營火箭公司採用混合式火箭推進系統來設計衛星運載火箭。



ARRC 的一小步，台灣的一大步

—— MIT 火箭起飛不是夢

文／彭琬玲
圖／ARRC 團隊、
國家太空中心提供

「自行開發火箭」曾被認為是遙不可及的夢想，但卻有一群人敢於夢想，堅持完成台灣的太空火箭夢。他們屢敗屢戰、越挫越勇、永不放棄，終於讓 MIT 火箭起飛！



01

清晨時分，旭陽冉冉升起，當陽光照亮整個海面，海岸邊的發射塔也一切就緒。隨著「點火、發射」的指令下達，只見身長四點八公尺的橘紅火箭筆直衝向高空。剎那間，四周歡聲雷動。不日前瞻火箭太空中心（ARRC）的工作人員振奮不已，聚集在觀景平台的上百位火箭迷，也為這撼動人心的場面爆發出歡呼聲！

湛藍的晴空中，重達三百六十五公斤的火箭持續飛行兩分鐘，顯得格外醒目！火箭飛到三公里高空後轉身向下，隨後啟動降落傘，降落在粼粼發光的太平洋中。

這支95%由台灣自製的混合式探空火箭「HTTP-3A S2」，是全世界第一支具有導航飛行控制能力，以類衛星載具技術設計的混合式火箭；這次進行的 HTTP-3A 第二節火箭成功完成飛行測試，是ARRC團隊繼二〇

然而，ARRC團隊能走到今天這一步，其實是歷經了十多年的摸索與嘗試，從一小步、一小步的飛行測試累積出來的成果。

「火箭阿伯」15年磨一劍

ARRC團隊的最終目標，是要幫台灣打造出全世界第一支有進入軌道技術能力的混合式火箭，它不像傳統的探空火箭只能飛高，而是可控制方向、速度、進入地球軌道的衛星運載火箭。

準確性。儘管在飛行測試準備中，由於秤台單位設定錯誤（由kg變成lb）導致引擎氧化劑不足，使得引擎提早熄火，而未飛達預定的8分鐘、10公里高，但飛行數據皆正常回傳且功能正常，可據以進行下一階段的測試，因此可算是99%成功。HTTP-3A第二節火箭的飛行成果，也登上美國航空太空學會(AIAA)二〇二二年度回顧期刊。



二〇〇七年，在交通大學（二〇二一年與陽明大學合併為陽明交大）機械工程系任教的吳宗信教授，率先開設「火箭推進理論設計與

「火箭」其實是一個相對比較敏感的技术，過去更屬於國防科技的領域，很多國家都管制出口，所以必須靠自己發展。但是，「靠台灣的人才和技术自行開發火箭」被認為是遙不可及的夢想。



不過，也因為混合式火箭的發展並不受重視，一些技術僅止於理論，還沒有真正完成測試並實際應用，「過往在做可推力控制的火箭，全都是使用液態火箭系統，因為它的可控性很好，混合式火箭理論上是可以做到一樣的事情，但是還沒有人做到。」魏世昕副主任說。因此ARRC團隊截至目前所完成的混合式火箭懸浮飛行、自主導航控制，都是獨步全球。

魏副主任進一步說明，在火箭升空的階段，機體狀態會迅速變化，單靠人為應變無法進行即時控制，因此火箭必須採用「自動飛行控制」的方式來發射；而對於可以運載衛星上太空的火箭來說，最重要的就是如何控制火箭在太空中飛行達到目的軌道的能力。由於太空中沒有路面、沒有空氣、沒有水可以施加反作用力，僅能依靠火箭自身推力方向的控制來改變飛行方向，因此懸浮飛行測試是相當重要的一

步。「掌握了火箭懸浮飛行的能力，就代表我們掌握了火箭不須依靠發射架，就可垂直起飛並穩定飛到目的地的能力。」

HTTP-3A第二節火箭的成功發射，則是ARRC團隊跨入衛星載具技術的第二步。它的飛行測試主要驗證了火箭於高速飛行的飛行導航控制技術，以及團隊自行開發的「NLSim」6自由度飛行任務分析模擬器的



04 / HTTP-3A S2 進行長時間戶外測試
 05 / 火箭發射前的準備
 06 / HTTP-3A S2 進行火箭水平組裝
 07 / 2016年硝糖固態燃料火箭飛行測試
 08 / ARRC 最後一架硝糖固態燃料火箭 APPL-10



11

第一次的飛試成功，讓吳宗信教授下決心進行更深入的火箭研發，也陸續展開硝糖固態燃料火箭「A P L系列」(Aerothermal & Plasma Physics Laboratory, 「氣熱與電漿實驗室」的縮寫)，以及混合式燃料火箭「HTTP系列」的研發計畫；更在二〇一二年六月邀

吳老師在多次訪談中，提到師生當時首次試射類似冲天炮的小型「蔗糖火箭」(Sugar Rocket)的經過：當第一組學生的火箭發射後有如天女散花碎掉，第二組發射後卻順利打開降落傘，「全部人開心得要死！在交大教書快10年，從沒看過一群人可以為了一個Project這樣沒日沒夜地做，不管失敗成功，痛哭流涕，那時就覺得這東西很Amazing！」

實作」課程，並帶著學生在二〇〇八年六月，從無到有自行設計、製造與組裝，踏出自製火箭的第一步。

ARRC的成立以及HTTP系列火箭試驗，都受到企業界與廣大民眾的慷慨捐款贊助，而相關領域的廠商也持續以技術支援及實體捐贈方式支持ARRC團隊。除了受到人稱「火箭阿伯」的吳宗信教授與ARRC團隊的熱情與努力所感染，更多也是對於「台灣火箭太空夢」的支持。

集交大機械工程系陳宗麟教授、成大工程科學系何明字教授、屏東科大車輛工程系胡惠文教授、台北科大電子系林信標教授(H T T P即是這四所大學所在地縮寫)，在交大成立台灣第一個探空火箭研究學術機構「前瞻火箭研究中心」(Advanced Rocket Research Center, 簡稱ARRC)；也藉由匯集航電、通訊、遙測等領域專家組成ARRC火箭團隊，目標就是發展由台灣自主研發、製造的運載火箭，並達成運送衛星或其他科學酬載進入軌道飛行的能力。

台灣太空產業起飛

從二〇〇八年帶著學生作出第一支MIT火箭，吳宗信老師多年來帶著團隊，前後進行了將近30次的飛行測試，從一次次的測試中學習、掌握關鍵技術。而隨著技術的發展、突破，台灣太空發展法也在二〇二二年正式實施；根據太空法，國家級的「旭海短期科研探空火箭發射場域」也得以完成建置；啟用後第一個成功完成發射任務的就是ARRC團隊。

就在今年，原隸屬於國家實驗研究院的國家太空中心，正式改制為行政法人國家太空中心，成為國科會轄下新設的法人機構，英文也改為「Taiwan Space Agency, 簡稱TASA」，並由吳宗信教授擔任主任。未來在國家太空中心的協助推動下，ARRC團隊將進行技術交流合作。而

除了ARRC多年來培育的太空科技人才，陽明交大也在今年成立太空系統工程研究所，培養「太空工程」及「系統工程」的跨領域管理人才，以期集眾人之力共同實現二〇二六年MIT自製衛星運載火箭成功升空的目標。

在法源、關鍵技術完備下，台灣也宣示二〇二二年為台灣太空發展元年，並將太空產業列為重點發展產業。魏世昕副主任表示，火箭從電腦模擬到發射系統，

- ▶ HTTP-3A S2 空拍紀錄(影片/國家太空中心提供)
- ▶ HTTP-3A S2 第一次飛試
- ▶ HTTP-3A S2 火箭控制室紀錄

其中有許多技術可以應用在其他產業，譬如控制、通訊、化工、材料等；而火箭本身軟硬體的製造如太空元件，也是太空產業重要的部分，火箭的自主發射能力更可以幫助台灣生產的太空元件取得飛行履歷。

展望太空產業的未來遠景，正如吳宗信老師所說的：「衛星載具火箭的最後一哩路，更值得我們勇往直前！」相信MIT火箭起飛也不再只是夢想！

- 09 / 吳宗信教授(最前)多年來帶著學生與團隊一起研發與測試火箭
- 10 / 吳宗信教授(右三)團隊獲「2021年未來科技獎」，左三為魏世昕老師
- 11 / 火箭研發需要機械、電子、通訊、結構等不同專領域的人團隊合作，圖為「HTTP-3A 火箭計畫」參與人員大合照



10

09