

掌握自主技術

# 延伸5G優勢再戰衛星商機

烏俄戰爭中，美國SpaceX的星鏈網路（Starlink）協助烏克蘭在戰場上維持通訊能力；9月初的蘋果電腦秋季發表會，也宣布iPhone 14將支援低軌衛星的緊急求援功能，產業熱度持續加溫。面對5G乃至Beyond 5G通訊的發展，工研院投入低軌衛星通訊技術的研發，盼延伸臺灣的資通訊優勢，助產業迎接下世代的太空經濟。



臺灣在5G的生產製造、研發經驗及技術，都可以延伸應用到低軌衛星上。

撰文／涂心怡

人造衛星的發展至今已逾一甲子，2016年以前，全球營運衛星總數僅1,100多顆。但在包括SpaceX在內的多家太空與衛星通訊業者的推波助瀾下，2020年，全球單是低軌衛星就增加超過1,100顆。根據非營利組織憂思科學家聯盟

（Union of Concerned Scientists；UCS）的統計，截至今年5月，全球營運中衛星來到5,465顆，低軌衛星占了86%，而具備通訊功能的衛星超過6成。

今年6月，制訂行動通訊標準的3GPP發布最新5G演進版本R17，支援非地面網路（Non-



Terrestrial Networks；NTN）存取，宣告5G通訊躍上衛星，達成陸海空無縫連結、全覆蓋立體通訊的應用情境。

## 從精品到消費品 低軌衛星扮下世代通訊要角

衛星通訊的挑戰有哪些？「早年衛星大多距離地球相當遙遠，在超過3萬6,000公里的太空中，必須面對太空中高強度的宇宙輻射、低溫等惡劣環境，」工研院資訊與通訊研究所所長丁邦安解釋，高軌衛星採用的電子元件必須擁有高強度的抗輻射驗測與特殊製程，以保護衛星不受高能電磁波打穿，「單是衛星上的一台電腦就要價新臺幣1,000萬元。」

「高軌衛星可以說是精品、奢侈品，數量相當稀少，也因此早期衛星幾乎都操控在國家手中，多與軍事用途相關，」丁邦安進一步說明，隨著科技巨頭們開始探索距離地球相對近，約500公里至2,000公里的低軌道衛星之後，那裡的太空輻射環境沒這麼嚴苛，幾乎可以商用元件取代太空元件，成本大幅降低，也象徵著衛星從奢侈品轉為消費品。隨著成本降低，衛星數量得以放大，用於通訊的低軌衛星一旦毀損，鄰近衛星也能立即補位，不影響通訊品質。麥肯錫公司估計，若現有發射計畫全都順利執行，將有7萬顆衛星進入地球軌道，相關的應用與商機相當可觀。

## 太空產業蓄勢待發 臺灣不能缺席

臺灣投入太空科技始自1990年代，在國科會下成立「國家太空科技發展長程計畫規劃小組」，擬定「太空三期計畫」，由國家太空中心負責執行，以發展衛星為主軸，逐步將臺灣科技能量推向太空。在前兩期的計畫裡，奠定了臺灣的衛星科技基礎，也培育相關人才，大部分以感測，如氣象衛星、科學實驗目的為主。

有鑑於臺灣在半導體、資通訊與精密製造領域的長期優勢，總統蔡英文在2021年宣布太空產業為



工研院正在建構自有技術，協助國內廠商競逐低軌衛星市場，將衛星研發、製造的供應鏈留在臺灣。

「六大核心戰略產業」的關鍵項目，並透過第三期國家太空計畫，10年投入251億元，達成自製衛星發射目標。此外，我國也通過「太空發展法」，結合產、官、學、研能量，進一步發展通訊技術，建立臺灣太空產業鏈，工研院即是重要成員之一。

## 善用5G基礎 助低軌道衛星研發

談起臺灣在太空科技發展的優勢，丁邦安分析，低軌道衛星所用的Ka頻段在26.5至40 GHz之間，與5G毫米波頻段有部分重疊；而目前臺灣產業在5G發展上，無論是半導體、晶片以及通訊天線陣列、基地台等方面，都相當成熟。

「這代表著5G的生產製造、研發經驗及技術都可以延伸應用到低軌衛星上，」丁邦安進一步解釋，低軌道衛星所需的相位陣列天線相對5G較大，因此地面終端接收效能至為關鍵，所幸地面終端的毫米波晶片與5G接近，晶片技術也都相仿，「臺灣半導體實力堅強，可以支撐這方面的開發，甚至可以賣到全世界，成為國際供應鏈的要角。」

工研院自2020年開始布局，先實行可行性分析，再進一步執行系統規劃。丁邦安表示，雖然臺灣5G經驗豐富，晶片、系統設計與人才俱全，然而低軌道通訊的環境和地面5G通訊畢竟有所差異：有別於地面通訊500公尺至1公里的距離，低軌道衛星至少需達500公里的傳輸，訊號易衰減；低軌衛星轉速快，每秒可達7.4公里，僅90分鐘即可

繞地球一圈，如此高速移動下，往往會造成通訊的損失與偏移，需透過通訊系統的設計進行減輕與補償。

對於工研院通訊系統設計團隊可以很快進入衛星酬載領域，丁邦安認為，最重要的領路人與夥伴是國家太空中心，他表示，太空中心多年來執行太空計畫，以發展衛星本體為主軸，累積了豐厚的人才與技術儲備，相關經驗的無私傳授是工研院跨入相關領域時最棒的前輩與教練。工研院也派駐團隊到太空中心，雙方密切合作。

「過去臺灣在資通訊領域的成功，多受惠於全球市場的標準化與開放架構，然而，現階段低軌道衛星通訊協定各家標準不一，尚無一致標準，是比較有挑戰的地方，」丁邦安說。因此，工研院除了參考市面上現有的系統，也向已有經驗的歐洲航太中心取經，更將進一步地展開合作、授權。

### 備齊自主研發量能 擁衛星供應鏈商機

「現在積極建立低軌衛星技術的最大目的，

就是期望未來臺灣製造自己的低軌道衛星通訊系統時，無論技術、人才或是零組件全都可以國產化，無須仰賴進口。」丁邦安表示，歸功於5G基地台技術國產化所奠定的基礎，目前地面終端所需的重要元件，臺灣皆能自主生產；衛星與地面站的天線陣列、射頻晶片、通訊協定等，工研院也能自主研發製造；針對抗輻射電路設計與相關零組件設計，則已獲得臺大、陽明交大等各校教授授權使用。

「我們期待2023年時，整個低軌衛星系統通訊酬載與地面中的關鍵射頻晶片、相陣列天線、通訊協定與軟硬體開發整測環境等核心能量可以全部自主設計與製造，2024年在太空中心進行組裝測試，2025年就進行衛星發射。」丁邦安直言，如今低軌道衛星已經進入戰國時代，無論從國家戰略或是商業競爭的角度來看，臺灣迫切需要備齊自主研發量能。丁邦安說，工研院現在做的就是建構自有技術，讓國內廠商在競逐低軌衛星市場時，工研院有技術能量可以提供協助，將衛星研發、製造的供應鏈留在臺灣。■

## 低軌衛星應用情境

### 國際電信聯盟無線電通信部門（ITU-R）的戰略目標

尋求合理的、公正的，具有高效率與經濟性的無線電頻譜以及衛星軌道資源，促進未來網路的靈活性、擴展性及技術發展可行性

### 低軌衛星網路滿足地面網路2項缺口

