



# 我國衛星產業發展現況之探討 ——以低軌衛星科技為例——

作者/陳乃瑄

## 提要

- 一、低軌衛星發展受到烏俄戰爭啟示，在現代戰爭中扮演關鍵角色，提供即時通訊、情報監測、備援通訊、軍事行動和災害救援等功能。
- 二、我國衛星產業發展透過自主研發策略，結合資通電產業優勢，藉由產學合作推動太空前瞻技術研究與產業發展太空產業。
- 三、鑒於兩岸情勢嚴峻，應強化通訊備援機制外，針對通訊斷鏈危機，亦應持續發展低軌衛星建置，以提高通訊穩定性和抗災能力。

**關鍵詞：低軌衛星、衛星產業、通訊網路**

## 前言

在烏俄戰爭中，烏克蘭軍隊可透過馬斯克之SpaceX低軌衛星星鏈計畫，運用通訊和網路傳送最新戰況至世界各國，然而中共與我國之間政治情勢越來越緊繃，臺海戰爭隨時一觸即發，世界各國都認為臺灣是最危險的地方，為了抗衡中共的軍事威脅，故借鏡烏俄戰爭運用低軌衛星之星鏈計畫及各國發展低軌衛星等相關文獻，針對我國衛星產業發展現況實施探討。

## 太空科技之概述

### 一、衛星科技演進

衛星是繞著地球在大氣層外軌道上之物體，而月球是地球的衛星，是因月球被地球萬有引力吸引因而繞著地球運行，衛星運行軌道不只是侷限環繞著地球或其他行星外圍運轉，例如：美國 SOHO (Solar and Heliospheric Observatory, SOHO) 太陽觀測衛星(如圖 1)，是繞著太陽運轉進行觀測太陽的任務。

火箭工業發展迅速是在第二次世界大戰後，美國及蘇聯都把太空發展計畫列為重點，蘇聯所製造首枚人造衛星為史普尼克一號是在1957年10月4日發射升空，同年11月3日發射史普尼克二號，首次將動物乘坐火箭送上太空，而蘇聯將第一位太空人蓋加林 (Yuri Gagarin) 於1961年4月12日乘坐東方一號，開始展開人類對太空科技發展領域之探索。

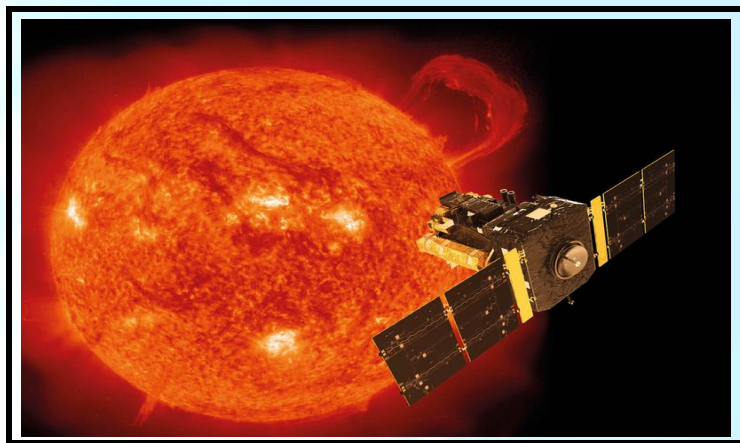


圖 1 美國 SOHO 太陽觀測衛星

資料來源：<NASA-ESA SOHO衛星>《交通部中央氣象局太空天氣作業辦公室》，[https://swo.o.cwb.gov.tw/V2/page/Outreach/.NASA\\_SOHO.html](https://swo.o.cwb.gov.tw/V2/page/Outreach/.NASA_SOHO.html)，檢索日期：2024年11月4日。

## 二、人造衛星的主體及分類

### (一)人造衛星主體

一個完整衛星計畫包含了執行太空實驗的酬載儀器、搭載酬載儀器在太空中運行的衛星本體、負責將衛星發射到外太空軌道的火箭、操控衛星並接收衛星下傳資料之衛星地面站及處理衛星資料之資料處理中心；衛星本體所搭載運作的載具，區分為六個部分，分別為結構體、熱控系統、噴進系統、姿態控制系統、電力系統、遙測追蹤及指揮系統；酬載為太空飛行裝置中裝載的貨物，使用衛星科技應用於科學實驗、通訊天線、照相設備、定位等，<sup>1</sup>科學家及工程師透過火箭或太空梭把人造衛星送到不同的軌道高度上，繞著地球或其他行星運行，以獲取訊息(衛星運行軌道及高度分類如表1)。

表 1 衛星運行軌道高度分類及應用

| 分類                                    | 運行軌道高度          | 應用領域      |
|---------------------------------------|-----------------|-----------|
| 高軌道<br>(High Earth orbit, HEO)        | 大於35,786公里      | 軍事國防      |
| 地球同步軌道<br>(Geosynchronous Orbit, GSO) | 約35,788公里       | 衛星電話、廣播電視 |
| 中軌道<br>(Medium Earth Orbit, MEO)      | 約7,000至25,000公里 | 定位、GPS 導航 |
| 低軌道<br>(Low Earth orbit, LEO)         | 約300至1,500公里    | 寬頻網路傳輸    |

資料來源：作者整理，參考林坤毅，<衛星間通信技術與應用介紹>，《電腦與通訊期刊》(臺北)，第187期，2021年9月，頁68~70，檢索日期：2024年11月4日。

1 蔡東宏，<淺談福爾摩沙衛星五號>，《天文館期刊》(臺北)，第71期，2016年2月，頁17。



## (二)人造衛星分類及應用

人造衛星分類與用途區分為8種，分別為科學衛星、氣象衛星、軍事(間諜)衛星、能源衛星、太空站、通訊衛星、導航衛星、資源衛星(如表2)。

表 2 人造衛星分類及應用

| 分類       | 用途                    | 應用領域                                                                                                   |
|----------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 科學衛星     | 用於天文物理、大氣物理、地球物理等科學研究 | 1.臺灣第一顆人造衛星-福衛一號<br>2.加拿大科學衛星一號                                                                        |
| 氣象衛星     | 用於天氣系統監控與預測           | 1.第一顆氣象衛星-美國 Tiros-1 號<br>2.臺灣福衛三號以及首枚自製獵風者衛星<br>3.中共 FY-4H 衛星<br>4.歐盟 Meteosat11 衛星                   |
| 軍事(間諜)衛星 | 用於軍事戰略設施監控與蒐集情報       | 1.美國第一顆偵察衛星-發現者<br>2.韓國 ANASIS-II 衛星<br>3.中共尖兵系列衛星                                                     |
| 太空站      | 提供太空人生活及工作            | 1.第一個太空站-蘇聯禮炮 1 號、和平號<br>2.美國太空實驗室                                                                     |
| 通訊衛星     | 用於地面通訊網之中繼站           | 1.第一顆人造衛星-蘇聯史普尼克一號<br>2.美國 Echo 1 號、SCORE 衛星<br>3.日本 BSAT-3C 衛星<br>4.中共東方紅二號、亞太 6 號<br>5.臺灣中新二號衛星      |
| 導航衛星     | 用於全球地理位置定位            | 1.美國全球定位系統<br>2.俄羅斯格洛納斯系統<br>3.歐洲聯盟伽利略定位系統<br>4.中共北斗衛星導航系統<br>5.印度區域導航衛星系統<br>6.日本準天頂衛星系統              |
| 資源衛星     | 用於環境監測以及研究地球資源        | 1.美國陸地衛星一號、海洋衛星一號<br>2.日本溫室氣體觀測衛星<br>3.菲律賓 DIWATA-1 衛星<br>4.中共和巴西共同研製資源一號衛星<br>5.法國史波特衛星<br>6.臺灣福衛二號衛星 |

資料來源：作者整理，參考張志立，〈淺談人造衛星〉，《天文館期刊》(臺北) 第70期，2015年11月，頁18~25，檢索日期：2024年11月4日。





### 三、衛星通信特性

#### (一)訊號範圍廣與通信距離遠

衛星通信訊號在地球同步軌道上，佔地球表面積的42.4%，而覆蓋範圍可達18,000公里，在覆蓋範圍區內的任意兩點可透過衛星進行通信，地面上微波通信之一個中繼站約為50公里設置，一顆地球同步軌道之衛星通信約為360個地面上的微波中繼站覆蓋範圍，只要在服務範圍內的衛星網路，均可送達每個用戶所需資訊。

#### (二)頻寬廣與通訊容量大

一顆衛星通信可攜帶多個轉頻器，提供訊號傳送至電視和電話，確保地面設備全部都能接收訊號。

#### (三)易克服地形障礙與不受地理條件影響

衛星通信使用無線電波且地面設施較少也較為單純，傳輸環節少且可靠度高，所以比較不受地理條件的影響，太空與衛星只要構成視線距離，傳輸路徑便可獲得通信訊號。

#### (四)具有彈性與機動性

衛星載具較為多方面，衛星通信能利用陸地、船與船、船與岸上以及空中與陸地等，也可變為一個多方向、多點的立體通信網；多點通信導向系統增加整體運用彈性，多點通信網可透過衛星通信服務，並整合傳輸有、無線電及數據、視訊各種訊號相互構連，符合通資運用需求。

#### (五)維護容易與架撤迅速

衛星終端每個用戶能在短時間內架設完成，衛星的傳輸費用取決於頻寬、頻道數與傳輸速率，較不受距離影響等限制。<sup>2</sup>

## 低軌衛星運用現況

### 一、低軌衛星特性

人造衛星之低軌衛星（Low Earth Orbit，LEO）與高軌道衛星、中軌道衛星相比，低軌衛星距離地球最近，其高度大約在300至1,500公里內，又因傳輸時間快，主要應用在通訊傳輸上，其特性說明如下：

#### (一)訊號延遲低

低軌衛星傳輸時延較快，能有效控制在約20毫秒內，科技研發6G趨勢將成為低軌衛星在產業上能有高性能終端應用。

<sup>2</sup> 林羣貴，《陸軍衛星裝備操作手冊(第二版)》(國防部陸軍司令部，2016年)，頁1-4至1-6。



## (二)不受地形限制

衛星位於外太空中，不受到地形的限制，設立在叢林深處、公海地區等地面基地臺，之後都能透過低軌衛星解決網路覆蓋率問題。

## (三)多點波束技術提升資料傳輸率

高速率衛星通信（High Throughput Satellite，HTS）是指單一衛星訊號具備更大資料傳輸，且能覆蓋更多區域，主因多點波束技術突破，讓衛星傳輸速度及容量都大量提升傳輸率，在加上衛星通訊增加更多的頻寬，讓衛星應用範圍更加廣泛，如馬斯克之SpaceX星鏈計畫，發射人造衛星火箭可投放60多顆衛星，再加上突破射頻元件技術，資料傳輸率大幅提高，星鏈計畫可達20Gbps，進入太空產業的門檻大幅降低。<sup>3</sup>

## 二、低軌衛星廠商運用於通信產業現況

衛星科技技術研發不僅讓人造衛星發射火箭成本大幅降低，也帶動了衛星市場及產業發展迅速，其中低軌衛星因具有低延遲及高速傳輸率等優勢及看好衛星與地面通訊相互應用，使得各科技公司及業者紛紛投入低軌衛星市場及產業，使得低軌衛星通訊應用更為廣泛(如表3)。<sup>4</sup>

### (一)馬斯克的SpaceX之Starlink

由馬斯克於2002年成立太空探索技術公司(SpaceX)，Starlink星鏈計畫在全球範圍內提供高傳輸率、訊號延遲低的寬頻互聯網，至今仍在開發可完全重複使用的運載火箭。

### (二)美國亞馬遜的Kuiper

亞馬遜計畫透過3,236枚衛星為偏遠地區或是難以建置網路資源地段提供連網服務，延伸網路服務並結合LEO衛星系統和行動網路。

### (三)英國政府和印度第二大電信集團聯合營運的OneWeb

為低軌衛星發射數量排名第二企業，創立於2012年，由格雷格韋勒創建的全球通訊公司，總部位於倫敦，近期中華電信與OneWeb協商洽談加入驗證計畫，將可為臺灣提供低軌衛星網路服務，倘若臺海戰爭爆發，低軌衛星可維持對外網路連線。

### (四)加拿大衛星業者的Telesat之Lightspeed

成立於1969年，提供加拿大衛星通信服務，將低軌通訊衛星計畫命名為Lightspeed，主要用於島嶼及偏鄉等收訊較差區域，未來將鎖定在B2B用戶群。

3 <低軌衛星是什麼？為何火紅？一篇看懂低軌衛星：臺灣這5個產品最有機會>《數位時代》<https://www.bnext.com.tw/article/71771/leo-compatible--5g-components0920>，檢索日期：2024年11月4日。

4 陳怡如，<低軌衛星商機 臺灣吃得到>，《工業技術與資訊月刊》(臺北)，第367期，2022年10月，頁26~28。



低軌衛星能提供衛星物聯網服務、衛星電話及窄頻數據傳輸服務以及衛星寬頻連網服務等，更能廣泛應用於通訊應用，無須架設基地臺及訊號覆蓋廣泛，與5G 地面網路進行整合，能提高全球網路覆蓋率及頻寬。外國先進國家低軌衛星產業是因民間廠商投資和市場機制雙向推動，主要有研發期短、風險小、距離廣、不受地形限制、發射迅速、低延遲僅20毫秒、最高網速500Mbps，在發射成本上能使用較小且便宜的發射設備，而火箭再利用大幅降低發射成本，加速各國產業投入市場意願，雖具上述優勢，但因低軌道高度與天線角度覆蓋範圍小，需要相對數量龐大，數百至數千顆低軌衛星且低軌道壽命較短，故障維修困難等窒礙問題。<sup>5</sup>

表 3 國際低軌衛星商用市場主要運營商

| 企業   | Starlink<br>(美國 SpaceX) | Project Kuiper<br>(美國亞馬遜) | OneWeb<br>(英國、印度)  | Telesat<br>(加拿大)    |
|------|-------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| 發展策略 | 垂直整合                    | 集團整合                      | 策略合作               |                     |
| 客群   | 消費者/企業/政府               |                           | 企業/政府              |                     |
| 投資總額 | 300 億美元                 | 100 億美元                   | 24 億美元             | 50 億美元              |
| 垂直整合 | 自製火箭                    |                           | 無                  |                     |
| 發射數量 | 5,650 顆以上               | 2 顆                       | 640 顆              | 1 顆                 |
| 服務對象 | 網路服務<br>欠缺地區            | 學校、企業<br>醫院、政府            | 政府、汽車、海<br>運、企業及航空 | 提供加拿大或<br>全球偏遠地區    |
| 未來規劃 | 訊號全球覆蓋                  | 提高工廠產能及<br>測試             | 大規模<br>增加地面設備      | 將於 2025 年<br>發射首批衛星 |

資料來源：作者整理，參考<低軌衛星產業四巨頭爭奪制空權>《經濟日報工業技術與資訊》，<https://money.udn.com/money/story/11162/6724733>，檢索日期：2024年11月4日

### 三、低軌衛星運用實例

#### (一)中共軍事應用

2022年長征二號載運火箭發射低軌衛星，將3顆低軌道衛星送入預定軌道，並由中國航天科技集團推出鴻雁系統及虹云工程，除了可提升北斗衛星導航系統的定位精度，當共軍部隊在山林、野外、海洋區域活動，亦能確保地面通訊系統、航空航海監視的組網全面覆蓋，而有利於廣域的行動通訊訊息交換

<sup>5</sup> 唐豪駿，<我國推動低軌衛星產業之發展策略>，《臺灣經濟研究月刊》(臺北)，第45卷第11期，2022年11月發行，頁52~58。





和掌握。<sup>6</sup>

## (二)烏俄戰爭應用

烏俄戰爭開打至今已滿兩年多，烏克蘭部隊透過馬斯克之SpaceX低軌衛星星鏈計畫，運用通訊和網路傳送最新戰況至世界各國，部隊指揮系統利用星鏈地面終端機保持部隊間的通信能力，確保網路不中斷，也運用各種互動式電子地圖、遠端無人機操控、提供的衛星圖像與人工智慧操作等尖端科技。星鏈計畫雖具上述優點，但運用迄今也有限制與問題，例如：不便攜帶、網路穩定性取決於天氣、每月需收取月租費用、造成太空垃圾及光害等問題。<sup>7</sup>

## 我國太空科技發展

於1991年成立國家太空中心，已完成第一期（1991年至2006年）及第二期（2004年至2018年）的「國家太空科技發展長程計畫」，至今仍在推動第三期（2019年至2028年）「國家太空計畫」持續培育太空科技人才，鑑於烏俄戰爭使用星鏈計畫運用低軌衛星成效，目前我國正在進行「Beyond 5G 低軌衛星計畫」及「國家太空科技發展長程計畫」，主要方向是要自行研發自製衛星能力，結合精密機械與半導體等產業，建置臺灣衛星產業供應鏈體系。<sup>8</sup>

### 一、太空計畫發展沿革

回顧臺灣太空發展沿革，區分三個歷程(如圖2)，各時期分述(如表四)。

#### (一)第一期（1991年至2006年）

成功執行福衛一、二、三號共8枚衛星之既定任務與科學實驗，為我國太空科技發展奠定良好根基。

#### (二)第二期（2004年至2018年）

以福衛五號及福衛七號計畫為主導，推動學術研究及產業發展，全面提升我國太空科技發展能量。

#### (三)第三期（2019年至2028年）

於天災發生時可提供即時影像，快速監測國土安全與環境變遷，並能監測森林濫墾濫伐、地層下陷，準確判定災害範圍。<sup>9</sup>

6 董慧明，〈從星鏈衛星在俄烏戰爭的應用看中共低軌道衛星的發展〉，《戰略安全研析》（臺北），第175期，2022年8月，頁57~67。

7 〈偏遠之星星鏈〉《財團法人臺灣網路資訊中心》，<https://blog.twinc.tw/2022/09/12/24270/>，檢索日期：2024年11月4日。

8 吳岸明，〈臺灣的衛星發展〉，《天文館期刊》（臺北），第69期，2015年8月，頁6~15。

9 〈推動我國太空科技發展〉《行政院》，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/f441e557-77fd-41a6-b200-41a4a49c8cca>，檢索日期：2024年11月4日。

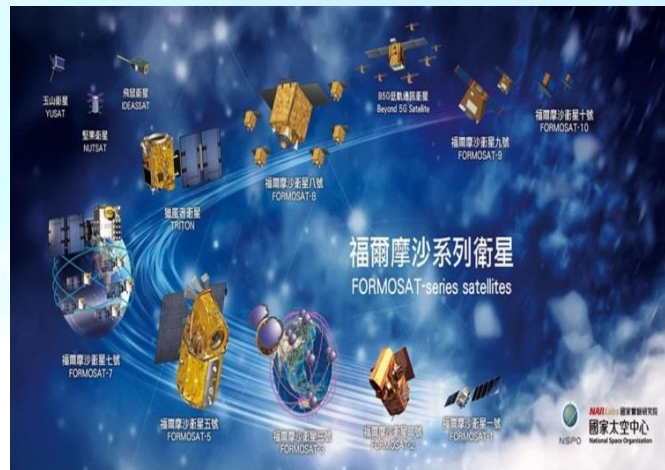


圖 2 福爾摩沙系列衛星

資料來源：<福爾摩沙系列衛星>《國家太空中心》，<https://www.ta sa.org.tw/>，檢索日期：2024年11月4日。

表 4 我國人造衛星發展現況

| 區分       | 升空時間        | 除役時間      | 主要任務                                     | 重大意義                                            |
|----------|-------------|-----------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 福衛一號     | 1999.1.27   | 2004.6.17 | 完成通訊實驗、海洋水色與電離層量測等 3 項科學實驗任務             | 臺灣第一顆人造衛星，並成為第 33 個擁有衛星的國家                      |
| 福衛二號     | 2004.5.21   | 2016.8.19 | 使用遙測影像，應用於國土安全、環境監控、防災勘災、科技外交、科學研究       | 於國內外重大事件發生時，即時提供最完整的影像                          |
| 福衛三號     | 2006.4.15   | 2020.5.1  | 進行氣象變遷研究、全球氣象預報、電離層動態監測                  | 掩星資料的貢獻，獲得太空中最精準的溫度計的美譽                         |
| 福衛五號     | 2017.8.25   | 服役中       | 接續福衛二號全球取像任務，提供對地解析度黑白 2 公尺、彩色 4 公尺的衛星影像 | 我國首枚自主研製的高解析度光學遙測衛星                             |
| 福衛七號     | 2019.6.25   | 服役中       | 接續福衛三號任務，提供更多氣象觀測資料，大幅提升天氣預報的準確度         | 資料量約是福衛三號的 3~4 倍，大幅增加低緯度地區氣象資料                  |
| 獵風者衛星    | 2023.10.9   | 服役中       | 氣象觀測、天氣預報及科學研究提供重要的資料                    | 繼福衛五號後第二顆自製的衛星，為我國首顆自製的氣象衛星                     |
| 福衛八號     | 預計 2025 年發射 |           | 可提供每日多次再訪能力與全球涵蓋之衛星影像及動態監測資訊，達成即時性衛星資源需求 | 具備高解析度遙測衛星的設計、分析、製造與整測能力                        |
| 合成孔徑雷達衛星 | 預計 2025 年發射 |           | 所產生的高解析圖像，將可作為提供全天候科學研究，以及國土監測用途         | 可拍照 100km 以上像幅寬，最遠拍照距離達約 1000km，卻僅有小於 175kg 的重量 |

資料來源：作者整理，參考王季蘭，《福爾摩沙飛向太空》(遠見天下文化股份有限公司，2021年9月)，頁110-125，檢索日期：2024年11月4日。





## 二、我國衛星通信之現況

為了避免干擾訊號，衛星通信所使用的微波及無線電及頻段較寬，依據無線電規則（Radio Regulation），由國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）協助無線電頻率分配及跨國頻率協調，因臺灣不是聯合國會員國，只能與其他國家共同合作，例如：中華電信之中新一號及中新二號(如表5)，採取與新加坡電信合作模式。

### (一)中新一號(ST-1)

為我國首要商用衛星，此衛星由中華電信與新加坡電信共同合作的第一顆衛星共同擁有主控權，於1998年由法屬圭亞那發射升空，主要提供救災通訊電話、導航等跨國通信服務，12年的使用壽命，已於2011年由中新二號接替。

### (二)中新二號(ST-2)

為我國第二顆商用衛星，由中華電信與新加坡合資共同研發發射ST-2，頻段使用Ku頻段及C頻段，服務範圍涵蓋亞洲、中東、印度中亞等地區，預計使用至2029年10月。國軍現行運用的衛星通信系統，運用商用衛星，提供車載終端及可攜式衛星終端等機動通信，突破距離與地形受限；在機動中通訊不中斷，可持續追蹤衛星，提供指揮官數據、視訊、語音等功能(如圖3)；而可攜式衛星終端架撤迅速，重量約達25公斤內，不受地形影響，可配合山區救難回傳即時畫面，以利指揮官掌握即時資訊(如圖4)。

表 5 中華電信發展衛星通訊產業

| 時間     | 內容                      | 運用範圍                             |
|--------|-------------------------|----------------------------------|
| 1998 年 | 發射中新一號(ST-1)            | 提供政府救災電話、導航系統，2011年由中新二號接替       |
| 2011 年 | 發射中新二號(ST-2)            | 提供語音、數據、視訊、網際網路、VOIP             |
| 2022 年 | 與 Garmin 合作低軌衛星服務       | 以覆蓋全球的低軌衛星-鉅衛星為通訊系統提供山區、偏遠地區緊急服務 |
| 2023 年 | 與 OneWeb 簽署台灣低軌衛星獨家代理合約 | 提供衛星通信、固定網路、行動網路、海底電纜、微波通訊       |

資料來源：作者整理，參考<中華電低軌衛星產品>《工商時報》<https://wantrich.chinatimes.com/news/20221004900039-420101>，檢索日期：2024年11月4日。



圖 3 維星系統動中通車載終端

資料來源：<新一代衛星通系車>《青年日報社》，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1225608>，檢索日期：2024年11月4日。

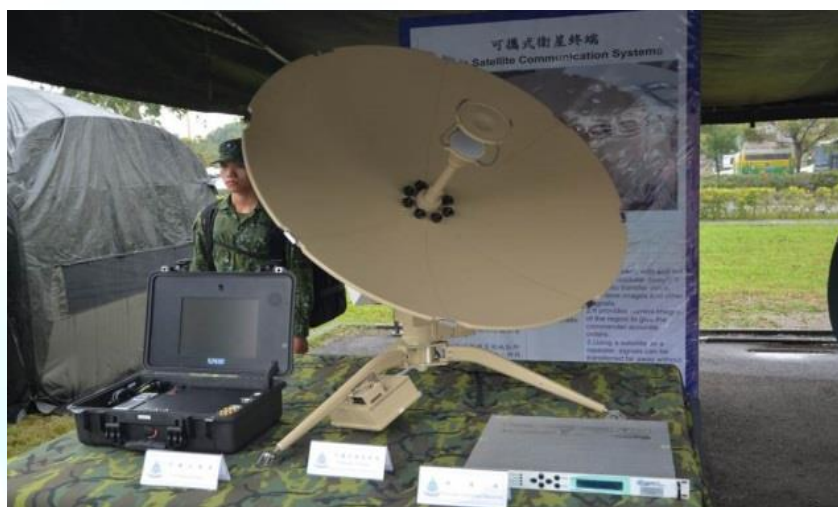


圖 4 可攜式衛星終端

資料來源：<可攜式衛星終端>《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/20160324005712-260417?chdtv>，檢索日期：2024年11月4日。

### 三、我國民間通信業者與其他低軌衛星廠商合作現況

低軌衛星除了公共緊急救難通訊以外，商用功能更是各家電信業者兵家必爭之地，因國內法規限定海外業者持股為49%股權，間接影響國內電信業者與海外業者協議及經營策略。針對偏鄉以及山區災防通訊需求所欠缺的寬頻網路通



訊，臺灣電信業者積極與海外衛星業者協商合作強化網路，例如：中華電信與Garmin及OneWeb兩家公司合作低軌衛星服務，透過政府協商整合，建構完善衛星產業環境，將可創造市場商機及促進太空產業發展，由中華電信向數位部申請低軌衛星頻率使用及執照，提供OneWeb衛星通訊服務在臺灣發展，以利推動低軌衛星做為緊急備援之使用。<sup>10</sup>

#### 四、我國衛星通信未來發展規劃

##### (一) ST-2衛星接續計畫（代號ST-X）

中華電信與新加坡電信於1998年共同研發發射ST-1，於2011年由ST-2接替，而ST-2衛星接續計畫（代號ST-X）仍在研發洽談中，提供網際網路、語音、VoIP、視訊、監控等多項應用。

##### (二) Beyond 5G低軌通訊衛星計畫

第一顆Beyond 5G通訊低軌衛星預計於2027年發射，由國家太空中心負責衛星本體及酬載之製造，委託國外發射，部署高度約600公里，傾角約29度的軌道上，希望藉此帶動國家太空研究與產業發展的能量。<sup>11</sup>

### 我國衛星通信發展窒礙與軍事上因應作為

#### 一、發展窒礙

##### (一)企業投資意願低

我國屬於海島型國家，對外海底電纜共有14條，頻寬為20TB至100TB，光纖海纜登陸站分別為淡水、頭城、八里、枋山等四處，對外通訊傳輸大多仍透過海底電纜為主，且臺灣地狹人稠，基礎通信設施分布密集，企業較無意願投入大量低軌衛星資源。<sup>12</sup>

##### (二)衛星科技產業發展限制

臺灣在開發衛星科技也面臨著一些尚未解決的困境，衛星發展需要龐大的企業資金投入，包含衛星設計、發射方式、地面通訊設施等方面的費用，另衛星相關開發科技項目也需要與世界各國進行合作，這牽涉到技術科技共享、市場開放等問題，更要面對與國際競爭的挑戰。

##### (三)未能與國際接軌

臺灣雖具有經濟實力與發展衛星航太科技的能力，卻因未具備聯合國會

<sup>10</sup> <低軌衛星商用仍待整合，惟業者各有盤算>《科技新報》，<https://technews.tw/2022/12/29/commercial-leo-satellites/>，檢索日期：2024年11月4日。

<sup>11</sup> 「Beyond 5G 低軌衛星產業發展推動計畫」專案計畫期末執行成果報告，2022年1月，頁4~7。

<sup>12</sup> <中國開始破壞臺灣海底電纜，該考慮HAPS了>《上報》，[https://www.upmedia.mg/news\\_info.php?Type=2&SerialNo=168754](https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=2&SerialNo=168754)，檢索日期：2024年11月4日。





員身分，未能申請具有專有的衛星頻率及運行軌道，且中共對我國不停打壓的狀況下，成為我國發展衛星科技的最大窒礙。

## 二、軍事上因應作為

### (一)強化網路韌性，確保通信不中斷

對外網路重要性，可從馬祖海底電纜遭破壞及烏俄戰爭顯見，海纜頻寬容量大但脆弱，可能遭受拖網漁船、抽砂船、船錨或是鯊魚咬損等，若在戰時或天災，仍可透過衛星系統進行緊急對國際通訊傳輸圖像及即時畫面，確保通訊網路韌性。

### (二)建立軍民合作，發展低軌衛星

目前我國太空中心發展及規劃，主要以地球觀測衛星或氣象衛星為主，近期政府與民間廠商共同研發低軌衛星，國防部應結合此時機同步與民間資源或學術單位獲取相關資訊，運用民用科技與資源，強化國軍通信手段(如表6)。

表 6 我國產官學界發展低軌衛星規劃

| 項次 | 規劃內容                                                                                          | 備考 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | 我國太空中心為期 10 年新創追星計劃發展立方衛星，委由國內產業發展 3 個遙測與通訊整合應用立方衛星計畫                                         | 官方 |
| 2  | 行政院科技會報辦公室規劃「Beyond 5G 低軌通訊衛星計畫」，預計於 2027 年發射低軌通訊衛星，2031 年前完成部署                               | 官方 |
| 3  | 鴻海集團企業實驗低軌道兩顆立方體衛星-珍珠號，已於 2023 年 11 月 12 日搭乘 SpaceX 的獵鷹九號火箭升空發射並完成軌道部署                        | 產業 |
| 4  | 112 學年度教育部核定 4 所大學成立太空工程研究所，分別為逢甲大學、成功大學、陽明交通大學、臺北科技大學，課程著重於實務與實作，並以航太人才培育為重點                 | 學界 |
| 5  | 國立成功大學立方衛星團隊自主研製臺灣百合一號 Liliun-1，已於 2023 年 12 月 2 日搭載美國太空探索 (SpaceX) 火箭，從美國加州范登堡基地發射，成功進入低軌道衛星 | 學界 |

資料來源：作者整理，參考「我國太空科技產業與低軌衛星發展現況、監理機制、未來願景及運用、事故調查及處理等相關規劃」專題報告，2022年12月，頁1~8，檢索日期：2024年11月4日。



### (三)多重衛星通信手段，建立備援機制

衛星威脅的方式有4種，分別為雷射、電磁波、高功率微波攻擊、反衛星武器，然我軍事衛星車執行衛星通信，除了與中新二號通聯外，也有與日本衛星實施定時通聯；與盟國合作或租借低、中軌衛星通信使用權，除平時商用營利外，更可作為戰時衛星通信備援機制，以獲得更高的彈性及指管能量，確保戰時指管通聯不中斷。

## 結論

我國土地面積小且是一個海島型國家，對衛星通訊需求有限，然臺灣本島地形多高山及外離島遍布，就國家整體發展及戰略考量，仍有衛星通聯之必要，本研究歸納兩點啟示，期供相關政策單位參用。

### 一、衛星產業相結合，仍有突破契機

我國有強大的電子元件與機械精密加工能力，具有完整衛星上、中、下游之產業鏈，相關廠商多達80家，雖不可取得衛星相關使用頻率及中高軌衛星頻道申請，但對國際尚未明確規範的低軌道衛星，仍有突破的契機。

### 二、建立備援機制，靈活通信手段

在烏俄戰爭初期，星鏈衛星介入，提供烏克蘭軍隊之通信網路、情報蒐集和指揮管制，藉由大容量、低延時和傳輸率高等優勢，保障了烏克蘭軍隊軍事通聯的手段，更確立了低軌衛星運用於作戰的實用性；未來指管講求去中心化及異地的伺服器備援，更能實現機動化，更甚存雲端伺服器，都必須要有一個大頻寬及低延遲的通信手段，低軌衛星是未來提供戰場指管通聯較佳之手段，我國應持續發展低軌衛星建置，以利戰時通信全程暢通。

## 參考資料

### 一、官方文件

(一)國家太空中心年報，2023年，頁9~17。

(二)「Beyond 5G 低軌衛星產業發展推動計畫」專案計畫期末執行成果報告，2022年1月，頁4~7。

(三)「我國太空科技產業與低軌衛星發展現況、監理機制、未來願景及運用、事故調查及處理等相關規劃」專題報告，2022年12月，頁1~8。

### 二、書籍

(一)林羣貴，《陸軍衛星裝備操作手冊(第二版)》(國防部陸軍司令部，2016年)，頁1-4~1-6。



(二)王季蘭，《福爾摩沙飛向太空》(遠見天下文化股份有限公司，2021年)，頁110~125。

### 三、期刊

(一)蔡東宏，〈淺談福爾摩沙衛星五號〉，《天文館期刊》(臺北)，第71期，2016年2月，頁17。

(二)林坤毅，〈衛星間通信技術與應用介紹〉，《電腦與通訊期刊》(臺北)，第187期，2021年9月，頁68~70。

(三)張志立，〈淺談人造衛星〉，《天文館期刊》(臺北)，第70期，2015年11月，頁18~25。

(四)陳怡如，〈低軌衛星商機 臺灣吃得到〉，《工業技術與資訊月刊》(臺北)，第367期，2022年10月，頁26~28。

(五)唐豪駿，〈我國推動低軌衛星產業之發展策略〉，《臺灣經濟研究月刊》(臺北)，第45卷第11期，2022年11月，頁52~58。

(六)董慧明，〈從星鏈衛星在俄烏戰爭的應用看中共低軌道衛星的發展〉，《戰略安全研析》(臺北)，第175期，2022年8月，頁57~67。

(七)吳岸明，〈臺灣的衛星發展〉，《天文館期刊》(臺北)，第69期，2015年8月，頁6~15。

### 四、網路

(一)〈NASA-ESA SOHO衛星〉《交通部中央氣象局太空天氣作業辦公室》，[https://swoo.cwb.gov.tw/V2/page/Outreach/.NASA\\_SOHO.html](https://swoo.cwb.gov.tw/V2/page/Outreach/.NASA_SOHO.html)，檢索日期：2024年11月4日。

(二)〈低軌衛星是什麼？為何火紅？一篇看懂低軌衛星：臺灣這5個產品最有機會〉《數位時代》，<https://www.bnext.com.tw/article/71771/leo-compatible--5g-components0920>，檢索日期：2024年11月4日。

(三)〈低軌衛星產業四巨頭爭奪制空權〉《經濟日報 工業技術與資訊》，<http://money.udn.com/money/story/11162/6724733>，檢索日期：2024年11月4日。

(四)〈偏遠之星星鏈〉《財團法人臺灣網路資訊中心》，<https://blog.twnic.tw/202209/12/24270/>，檢索日期：2024年11月4日。

(五)〈推動我國太空科技發展〉《行政院》，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/f441e557-77fd-41a6-b200-41a4a49c8cca>，檢索日期：2024年11月4日。

(六)〈福爾摩沙系列衛星〉《國家太空中心》，<https://www.tasa.org.tw/>，檢索日期：2024年11月4日。





(七)<中華電低軌衛星產品>《工商時報》，<https://wantrich.chinatimes.com/news/20221004900039-420101>，檢索日期：2024年11月4日。

(八)<新一代衛星通系車>《青年日報社》，<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsi dePage?chapterID=1225608>，檢索日期：2024年11月4日。

(九)<可攜式衛星終端>《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/realtime/news/20160324005712-260417?chdtv>，檢索日期：2024年11月4日。

(十)<低軌衛星商用仍待整合，惟業者各有盤算>《科技新報》，<https://technews.tw/2022/12/29/commercial-leo-satellites/>，檢索日期：2024年11月4日。

(十一)<中國開始破壞臺灣海底電纜，該考慮HAPS了>《上報》，[https://www.upmedia.mg/news\\_info.php?Type=2&SerialNo=168754](https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=2&SerialNo=168754)，檢索日期：2024年11月4日。

## 作者簡介

陳乃瑄士官長，中原大學資管所碩士，陸軍專科學校士官長正規班第48期，曾任臺長、副排長、教官，現任陸軍通信電子資訊訓練中心教勤營第二連連士官督導長。