

發展多軌道衛星強化國軍通資 韌性之研析

A Study on the Development of Multi-Orbit Satellite Communications
to Strengthen Communications Resilience for the Armed Forces

海軍中校 李怡姍、鄧名言 中校

提 要：

- 一、面對臺海安全環境惡化與共軍快速建構「天地一體化信息網路」趨勢，我國高度依賴「地球同步軌道」系統之通信架構，現已難滿足多域作戰需求。在2022年爆發的「俄烏戰爭」中已實證，由數千顆組成之「低軌道衛星」星座，具備高冗餘與抗干擾特性，在地面設施受損時，仍能維持指管(C2)與情監偵(ISR)鏈路，凸顯多軌道衛星整合之價值。
- 二、衛星通信技術已演進至高、中、低軌之多軌融合架構，藉全球衛星通信規範之新技術，透過數據跨軌傳遞可提升訊號韌性與資源調度效能；故瞭解歐美等大國在衛星治理上的努力及發展趨勢，應能成為我國發展自主多軌道衛星體系之參考。
- 三、我國應仿效建構「聯合多軌道通信管制中心」，配合境內設置之「網路交換中心」與「衛星地面站」，確保數據主權控管；同時換裝「多頻段終端天線」，結合「主要、備用、應急、緊急」(PACE)接替原則，將有助確保C4ISR通資韌性，達成戰場「通信不斷、指揮不亂」之目標。

關鍵詞：多軌道衛星通信、通資韌性、非地面網路 (NTN)、C4ISR

Abstract

1. Amid the PLA's accelerated development of a "space-ground integrated information network," Taiwan's heavy reliance on geostationary (GEO) systems is increasingly insufficient for multi-domain operations. The Russia-Ukraine war has demonstrated that low Earth orbit (LEO) mega-constellations, with high redundancy and anti-jamming resilience, can sustain C2 and ISR links even when ground infrastructure is degraded, underscoring the strategic value of multi-orbit integration.
2. Contemporary SATCOM is shifting toward multi-orbit architectures that

leverage emerging standards such as 3GPP Non-Terrestrial Networks (NTN) to enhance cross-orbit data transfer, signal resilience, and resource orchestration. Examining satellite governance strategies of major spacefaring powers can inform Taiwan's efforts to develop an autonomous multi-orbit satellite framework that safeguards strategic communications and technological sovereignty.

3. This paper proposes establishing a Joint Multi-Orbit Satellite Communications Control Center (JMSSCC), supported by domestic internet exchange points and satellite gateways to ensure local data landing and data sovereignty. Deploying multi-band user terminals and applying the PACE principle (Primary, Alternate, Contingency, Emergency) will strengthen C4ISR resilience and help ensure “uninterrupted communications and unbroken command” in wartime.

Keywords: Multi-Orbit Satellite Communications, Communications Resilience, NTN, C4ISR

壹、前言

當前臺海安全環境日益嚴峻，已被國際軍事觀察家視為地緣政治風險熱點區域，¹其間任何局勢波動，不僅衝擊印太地區軍事與戰略平衡，亦可能透過「衝突擴散」效應，引發南海與周邊海域之連鎖反應，造成全球經濟與印太地緣政治轉變，確實不容輕忽。²當前中共一方面持續以軍機、軍艦越界與聯合戰備警巡等行動對我實施武力脅迫；另一方面大量運用「灰色地帶」手段，模糊「戰與不戰」之界線，加上積極部署由「中國衛星網路集團」

(中央企業)主導之「國網星座」(以下稱「中國星網(GW)」，與上海「千帆星座」(以下稱G60星群)等低軌衛星，企圖建構兼具軍民融合色彩之主權星系，³讓臺海安全環境堪憂。

中共長期的太空戰略正指向「天地一體化信息網路」構想，透過天基衛星與地面網路一體化整合，強化對戰場的指揮管制(Command and Control，以下稱指管，C2)與情監偵(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance，以下稱ISR)之支援能力，⁴並成為全球各國關注焦點。依「美國太空軍」(United States

註1：四年期國防總檢討編纂委員會，《中華民國114年四年期國防總檢討》(臺北市：國防部，2025年3月)，頁4。

註2：Daniel T. Riether, *The Taiwan Strait Situation* (Tartu: University of Tartu, March 2025), pp. 4~5, 17~18。

註3：周若敏，〈中國千帆星座與國網星座的低軌衛星網路發展〉，《國防安全雙週報》(臺北市)，第101期，財團法人國防安全研究院，2025年12月5日，頁21。

註4：Marc Julienne, *China's Ambitions in Space: The Sky's the Limit* (Paris: French Institute of International Relations, January 20, 2021), pp. 15, 29~33。

Space Force，以下稱USSF)發布數據，截至2025年11月，中共在軌衛星總數逾1,301顆，其中具備ISR能力之衛星達510枚以上，⁵顯示其對印太區域中的海空目標長程偵測與持續監控能力正大幅提升。

我國國防部於《114年四年期國防總檢討》(QDR)中提出「多域拒止、韌性防衛」之作戰整備方向，強調增強「去中心化運作」與「複式備援」能力，並確保指揮、管制、通信、電腦、情報、監測與偵察(C4ISR)體系在戰時高強度打擊下之生存韌性。⁶檢視國軍現行衛星通信架構，主要潛在弱點在於高度依賴國際商業衛星資源，如與新加坡合資之「中星二號」(ST-2)通信衛星即為關鍵通信手段之一；而戰時，此類商用頻寬與服務調度優先權，除受制於商業契約不確定性外，亦難完全符合我國對關鍵通信路徑與資料落地的主權管控要求(即通信及數據主權)；尤其在高強度電子戰與反衛星(Anti-Satellite, ASAT)武器的威脅下，存在單點失效的高度風險。

全球各國正由少量的衛星組成架構，逐步演進至整合商業與軍用之低軌道(Low Earth Orbit, 以下稱LEO)巨型星座，並結合中軌道(Medium Earth Orbit, 以下稱

低地球軌道衛星(Low Earth Orbit, LEO)：500至2,000公里。
中地球軌道衛星(Medium Earth Orbit, MEO)：2,000至15,000公里。
地球同步軌道衛星(Geostationary Orbit, GEO)：36,000公里。
高橢圓軌道衛星(Highly Elliptical Orbit, HEO)：36,000公里以上。



圖一：衛星軌道示意圖

資料來源：陳允中、許鎮顯，〈探討低軌衛星對軍事作戰的影響—以烏克蘭「星鏈衛星」運用為例〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第59卷，第5期，2025年10月1日，頁63。

MEO)、地球同步軌道(即高軌衛星Geostationary Orbit, 以下稱GEO)衛星系統(如圖一)，以提升通信韌性，並強化全領域戰場感知；尤其持續逾4年的「俄烏戰爭」中亦實證，LEO在強電磁干擾環境下，仍具備支撐指揮控制與情監偵資料傳輸之韌性。⁷考量當前臺海安全環境惡化與中共衛星戰略擴張，若能比照美軍企業化衛星通信管理平臺的作法，建構「聯合多軌道衛星通信管制中心」(Joint Multi-Orbit Satellite Communications Control Center, 以下稱JMSCC)、推動「多頻段終端天線」整合運用，將有助突破國軍現有通信體系限制，強化平、戰時通信韌性與主權控管，達成捍衛臺海安全之目標，這也是撰文主要目的。

註5：United States Space Force, "Space Threat Fact Sheet," December 2025, <https://www.spaceforce.mil/About-Us/Fact-Sheets/Fact-Sheet-Display/Article/4297159/space-threat-fact-sheet/>, visited date: 2026/3/23。

註6：同註1，頁7~8、33。

註7：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》(臺北市)，第175期，財團法人國防安全研究院，2022年8月，頁60。

表一：各軌道衛星系統技術特性比較表

項 目	地球同步軌道 (GEO)	中軌道衛星 (MEO)	低軌道衛星 (LEO)
軌道高度	35, 786公里以上	2000-35, 786公里	160-2, 000公里
全球覆蓋所需數量	3枚	10-30枚	數百至千枚
延 遲	約500毫秒	約70~150毫秒	約25~40毫秒
技術特性	覆蓋廣、穩定性高	延遲中等、覆蓋廣	即時性強、可快速製造與部署
代表衛星	Intelsat、Inmarsat	O3b mPOWER、GPS	Starlink、OneWeb
應 用	廣播、氣象觀測、長距離通信、電視轉播	精準導航、後勤數據骨幹	戰術指管、無人機情監偵 (ISR)、即時通信
生存韌性	低 (單點失效風險高)	中 (備援路徑有限)	極高 (擴散化架構)

資料來源：作者自行整理製表。

貳、多軌道衛星技術特徵與國際發展分析

全球衛星通信技術已從單純之訊號轉發，演進至具備「衛星間鏈路」(Inter-Satellite Link，以下稱ISL)及「鏈路再生」(Regenerative Payloads)⁸能力之多軌道整合架構，以建構高抗毀即時通信網路，並兼顧平時情資傳遞效率與戰時指揮管制韌性。目前由多個區域電信標準組織(如美國電信產業解決方案聯盟【Alliance for Telecommunications Industry Solutions】、歐洲電信標準協會【European Telecommunications Standards Institute】等)共同組成的「第三代合作夥伴計畫」(3rd Generation Partnership Project，以下稱3GPP)之「非地面網路」

(Non-Terrestrial Networks，以下稱NTN)技術即為其中焦點，亦成為整合高、中、低軌衛星與地面網路核心標準。以下就軌道衛星技術特徵與演進，及美、歐與中共等國多軌道衛星軍事運用與發展趨勢，分述如后：

一、全球衛星系統軌道演進歷程

依據軌道特性與軍事應用價值，區分為GEO、MEO、LEO三層級，特性分析比較(如表一)如后：

(一) 地球同步軌道衛星 (GEO)

1. 一般運行於赤道上空約35, 786公里以上，其運行週期與地球自轉一致，單一衛星即可覆蓋地表約三分之一。⁹1964年美國發射之「Syncom 3」衛星就成功實現跨太平洋即時影像傳輸，除提供長期、穩定且廣域通信鏈路之技術可行性，亦奠定衛

註8：「鏈路再生」係指衛星具備衛星上之訊號處理能力，衛星接收訊號後進行解碼與重新編碼再發射，可有效消除路徑雜訊並提升通訊抗干擾韌性。相關技術說明，參考Gérard Maral, Michel Bousquet, and Zhili Sun, *Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology*, 6th ed. (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, April 2020) p. 6。

註9：同註8, pp. 14, 54。

星通信成為全球傳輸骨幹之基礎。¹⁰GEO具備穩定性高、覆蓋廣且壽期長(約15-20年)之優勢,由於相對地面近乎靜止,地面天線僅需固定指向即可持續通信,被長期視為「指揮、管制、通信、電腦與情報」(C4I)架構中之廣域通信骨幹。

2. 代表性系統如「國際通訊衛星系統」(Intelsat)、「國際海事衛星系統」(Inmarsat),惟受物理距離限制,存在顯著傳輸延遲,其單次訊號「上下鏈往返」(Round Trip Time, 以下稱RTT)約需500毫秒;¹¹且在兩極區域覆蓋能力不足,更導致GEO難以對延遲、高度敏感之即時指管、無人載體遙控或高動態視訊進行串流。由於軌道固定、體積龐大且建設發射成本高,在現代電子戰環境下,極易成為敵方電子壓制或成為「反衛星武器」武器之高價值目標,¹²致其生存韌性面臨挑戰。

(二) 中軌道衛星 (MEO)

1. 運行高度介於2,000至35,786公里之間,由於物理高度適中,RTT較GEO快,

約在150毫秒內,全球覆蓋需約10-30枚,¹³因其技術優勢,故長期做為「全球衛星導航系統」(GNSS),如GPS、歐盟「伽利略」(Galileo)與中共「北斗」等載臺。近年發展的「高通量衛星通信」(High Throughput Satellite, 以下稱HTS),如盧森堡「SES公司」發射之「O3b mPOWER」衛星,能支援大頻寬應用,滿足現代化戰場之數據需求。¹⁴

2. MEO於多軌道整合架構中具「中介銜接」角色,能為海上艦隊或遠洋軍事行動,提供穩定且具低延遲特性的數據中繼鏈路,有效彌補GEO頻寬不足與LEO切換頻繁限制。¹⁵然由於系統規劃、地面站布建較複雜,且訊號易受大氣環境干擾而衰減,在頻譜與系統資源配置上,須投入較高技術與成本。

(三) 低軌道衛星 (LEO)

1. 運行於160至2,000公里之近地空間,由於軌道高度低,RTT較GEO快15至20倍,具備極低傳輸時效與高頻寬特性。¹⁶當

註10: Joseph F. Stockel, Environmental Test Program and System Evaluation of the Syncom Communication Satellite (Greenbelt, MD: Goddard Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration, March 1965), p. 11。

註11: 傳輸延遲主要源於地球靜止軌道(GEO)衛星位於赤道上空約3,5786公里處,電磁波以光速往返所需之物理傳播時間(Propagation Delay)約為240至280毫秒,若計入地面站處理、衛星轉發及多徑效應,完整RTT通常達500毫秒以上。相關技術說明,同註8, p.15。

註12: Michael B. Cerny, Raphael J. Piliero, David Bernstein, and Brandon W. Kelley, Countering Co-Orbital ASATs: Warning Zones in GEO as a Lawful Trigger for Self-Defense (Washington, D.C.: Center for Security Studies, Georgetown University, May 2020), pp. 4, 39。

註13: 同註8, p. 13。

註14: Boeing, "Boeing Delivers Next-Generation O3b mPOWER Satellites to SES," July 2, 2025 <https://investors.boeing.com/investors/news/press-release-details/2025/Boeing-Delivers-Next-Generation-O3b-mPOWER-Satellites-to-SES/default.aspx>, visited date: 2026/3/18。

註15: 同註8, pp. 13, 15。

註16: 同註8, pp. 15, 26。

前衛星通信正朝由數百至數千枚組成之「巨型星座」，並轉化成「數量即韌性」之核心價值，除確保通信鏈路不因節點受損而中斷外，¹⁷能更有效支撐即時指管及無人載具操控與高畫質情監偵傳輸。¹⁸

2. LEO可結合「軟體定義網路」(Software Defined Networking, 以下稱SDN)技術，透過軟體方式動態調整各節點之傳輸路徑，達成自動修復與重構能力；尤其部分衛星節點遭敵電子干擾或實體摧毀時，系統可自動化執行動態路徑導航，確保通信不致中斷。然其同樣面臨諸多限制，包括星座建置成本巨大、壽期較短(約5~7年)、軌道空間壅擠、頻率競爭激烈及地面終端設備成本較高等挑戰；代表性系統如「太空探索技術公司」(SpaceX)之「星鏈」(Starlink)、「一網公司」之「OneWeb」及「亞馬遜公司」(Amazon)之「Kuiper」等。

GEO、MEO、LEO在涵蓋範圍、傳輸時效與通信韌性上各具優劣，傳統單一軌道架構也難滿足現代戰場對全域覆蓋與指管

韌性之需求；因此，如何透過技術標準整合各軌道衛星資源，建構「多軌道融合」通信架構，現已成為各國強化通資韌性之關鍵課題。

二、多軌道衛星融合規範

當前全球衛星通信體系多以「第三代合作夥伴計畫」(3GPP)所訂「非地面網路」(NTN)標準為主，同時克服跨軌道通信與系統整合之限制。自2024年「進階5G」(5G-Advanced)規範後，NTN已正式納入5G全球核心標準，使高、中與低軌衛星與地面行動網路得以在同一體系下協同運作(如圖二)；¹⁹尤其在軍事領域上，衛星通信由傳統備援，轉變為支撐C4ISR及「聯合全域指揮管制」(Joint All-Domain Command & Control, JADC2)體系之關鍵骨幹。²⁰以下分就「衛星間鏈路」、「頻寬分配」(Bandwidth Part, 以下稱BWP)、「波束動態指向」(dynamic beam steering)三大核心技術，簡要說明如后：

(一)「衛星間鏈路」(ISL)技術

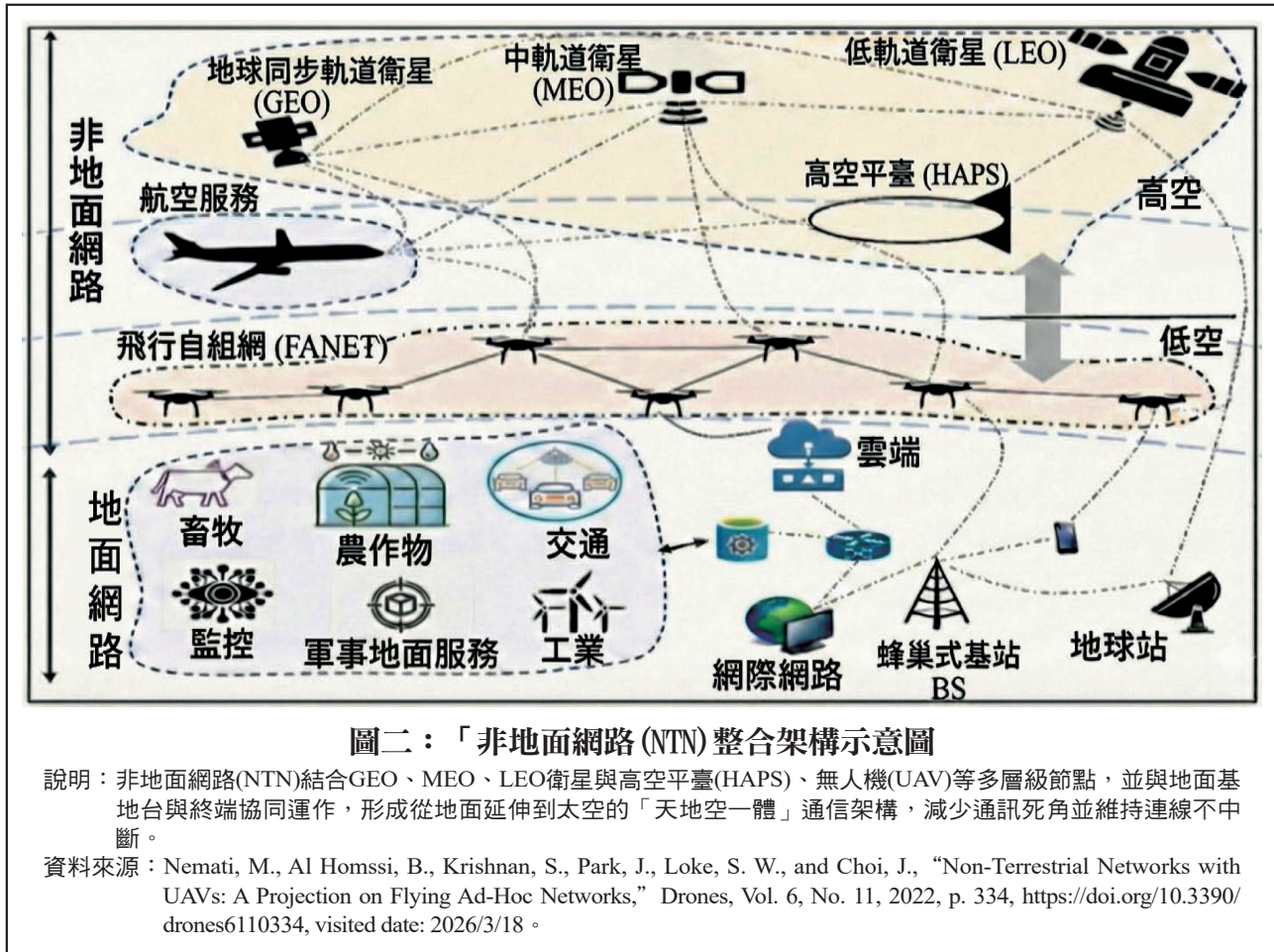
透過「軟體定義網路」(SDN)架構，

註17：張明，〈低軌衛星通信系統的發展及面臨的挑戰〉，《中國無線電》(北京)，2019年第3期(總第281期)，2019年3月25日，頁1。

註18：胡恆鳴，〈低軌衛星通訊接取技術挑戰PartI-通訊基頻技術〉，《電工通訊》(臺北市)，第3期，臺灣區電機工程學會，2023年9月，頁11~12。

註19：European Telecommunications Standards Institute (ETSI), “5G; Service Requirements for the 5G System (3GPP TS 22.261 Version 18.13.0 Release 18),” May 2024, https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/122200_122299/122261/18.13.00_60/ts_122261v181300p.pdf, visited date: 2026/3/20。

註20：「聯合全域指揮管制」(JADC2)為整合各軍種與空、陸、海、太空及網電等作戰領域之指管構想，藉由串聯感測器與武器系統，使聯合部隊能更快速地「感知、判讀與行動」，以取得決策與行動優勢。參考U.S. Department of Defense, Summary of the Joint All-Domain Command and Control (JADC2) Strategy (Washington, D.C.: Department of Defense, March 2022), pp. 3~7, <https://media.defense.gov/2022/Mar/17/2002958406/-1/-1/1/SUMMARY-OF-THE-JOINT-ALL-DOMAIN-COMMAND-AND-CONTROL-STRATEGY.PDF>, visited date: 2026/3/25。



結合衛星本體在太空端之訊號接收與處理(包含解碼與路由交換)能力，可過濾雜訊並實施加密驗證，以克服太空節點之高度動態性與異質性，確保數據在多層級衛星網路中無縫傳遞。²¹透過ISL技術，達成衛星間的高速數據資料轉換，使通信鏈路得以在不經過地面閘道站情況下，完成網狀

網路；²²這對執行遠洋任務艦隊而言，能降低對特定境外地面節點或海底電纜之依賴，即便處於通信中斷或嚴重受阻環境，指管情資仍能透過多個衛星傳輸節點跳轉至安全的地面站落地，有效規避戰區通信中斷風險，提升C4ISR系統之效率。²³

(二) 頻寬分段(BWP)技術

註21：Weiwei Jiang, “Software Defined Satellite Networks: A Survey,” *Digital Communications and Networks (Beijing)*, Vol. 9, No. 5, 2023, pp. 1244, 1247, <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.01.016>, visited date: 2026/3/18。

註22：Techplayon, “5G Satellite Architecture | Transparent and Regenerative Payload,” October 17, 2025, <https://www.techplayon.com/5g-satellites-architecture-transparent-regenerative/>, visited date: 2026/3/21。

註23：陳允中、許鎮顯，〈探討低軌衛星對軍事作戰的影響-以烏克蘭「星鏈衛星」運用為例〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第59卷，第5期，2025年10月1日，頁64~65。

鑑於戰場頻譜資源有限，藉「進階5G」規範導入具高度彈性「頻寬分段」技術，先將單一通信載波切割為多個具備不同傳輸特性之獨立頻段，再依據通信等級需求，實施即時頻寬分配。²⁴在聯合作戰環境下，此技術能確保系統依據任務屬性自動分流，並將低延遲之頻段優先分予「擊殺鏈」指令，或即時監偵影像回傳等關鍵作戰需求。此一技術透過優先權管控，能有效確保高價值資訊在有限頻譜或受敵方干擾時，仍具備優先傳輸權，繼而強化系統應變速度。

(三) 波束動態指向技術

1. 係藉「電子掃描陣列」(Electronically Scanned Array, 以下稱ESA)之電子化訊號轉向能力，由電腦調整天線波束方向，取代傳統機械式天線，使系統具備快速指向與追蹤能力。早期衛星通信因波束涵蓋範圍廣、能量分散，且易遭電子偵測截收；而ESA除將衛星能量精準集中於我方終端所在方位、大幅提升數據傳輸容量外，更因其波束範圍集中且狹窄，能有效降低信號被敵方偵收或遭受大功率壓制干擾之機率，同時提供更隱蔽之通信。²⁵

2. 隨著「高通量衛星」(HTS)技術之

演進，在3GPP「進階5G」規範下進一步強化多波束資源調度與「波束跳轉」(beam hopping)能力；透過衛星波束在不同地區依時間快速切換，將有限功率集中支援高需求區域，使系統能依戰場即時流量，動態調整資源分配。於多軌道融合架構下，此一作法實現不同軌道系統的分工合作，由GEO維持穩定的廣域指揮鏈路，而LEO則憑藉其高機動與多波束特性，在需要時集中容量於特定區域或部隊，確保關鍵時刻能獲得最大數據傳輸能力，支援通信需要(如圖三)。²⁶

三、各國軍事通信應用與發展趨勢

全球正朝向建構多元衛星通信網路架構，並強調納入商業衛星能量，俾在衝突時仍有充足備援通信手段。以下就美國、歐盟及中共等軍事通信應用與發展模式，說明如下：

(一) 美國

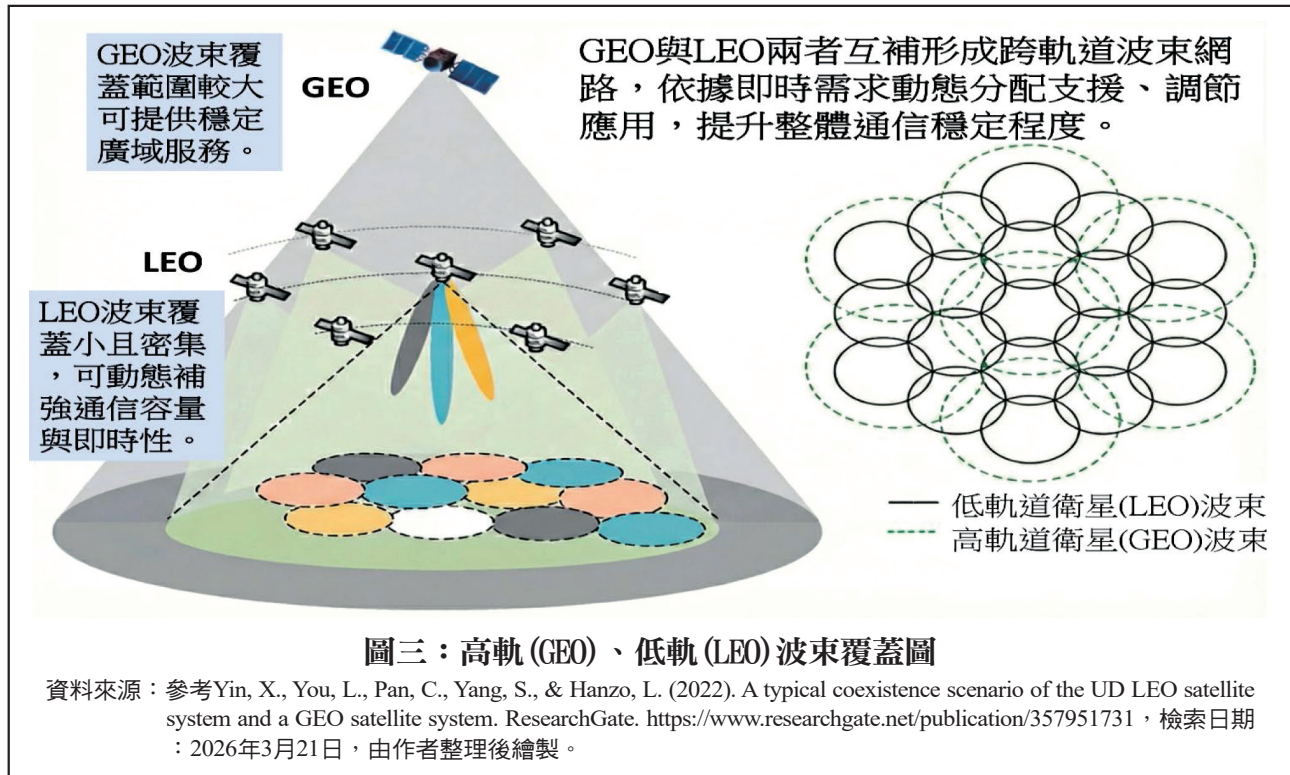
1. 美軍正積極推動建置「混合太空架構」(Hybrid Space Architecture, HSA)，將民間創新的商業衛星方案，整合至C4ISR關鍵領域。²⁷主要由「太空發展局」(Space Development Agency, SDA)負責「增強作戰人員太空架構」(Proliferated

註24：Techplayon, “5G NR Bandwidth Part (BWP),” September 19, 2024, <https://www.techplayon.com/5g-nr-bandwidth-part-bwp/>, visited date: 2026/3/21。

註25：同註8, pp. 22, 520~521。

註26：Jiyuan Qin, “Satellite Communication,” Washington University in St. Louis, <http://www.cse.wustl.edu/~jain/cse574-24/ftp/sat-comm/index.html>, Last updated November 20, 2024, pp. 3, 5~6, visited date: 2026/3/21。

註27：U.S. Space Force, U.S. Space Force Commercial Space Strategy: Accelerating the Purposeful Pursuit of Hybrid Space Architectures (April 8, 2024), p. 5。



Warfighter Space Architecture, PWSA) 建立，透過部署大量的LEO，並區分負責數據傳輸的「傳輸層」與目標監控的「追蹤層」，再利用ISL形成網狀化通信，降低單一衛星故障而斷訊風險，滿足大量數據傳輸需要。²⁸

2. 在地面通信終端層面，美軍導入「多頻段終端天線」，讓單一設備能同時接收軍方高軌衛星(GEO)之「寬頻全球衛星通信系統」(Wideband Global SATCOM，

WGS) 與低軌衛星(LEO)商用「星鏈」(Starlink)等訊號資源。²⁹2025年8月，美國陸軍於演訓中實際部署並測試「SpaceX」專為軍方設計之「星盾」(Starshield)通信系統，驗證其高頻寬、低延遲、小型化及快速部署等特性，俾能在短時間內提供穩定之戰場通信支援。³⁰

3. 美國國防部(已於2025年更名戰爭部)亦指定「太空司令部」(U. S. Space Command)為「全球衛星通信作戰管理者」

註28：蘇紫雲、翟文中，《2023國防科技趨勢評估報告—國防產業新動力》(臺北市：財團法人國防安全研究院，2023年12月)，頁51-52。

註29：SES Space & Defense, "Multi-Band, Multi-Orbit SATCOM Solutions (Data Sheet)," https://sessd.com/wp-content/uploads/2024/02/WEBSITE_SESSD-multi-band-multi-orbit-datasheet.pdf, visited date: 2026/3/22。

註30：Spc. Xavier Chavez, "Army Reserve Soldiers Use SpaceX's Starshield Technology for Faster, More Convenient Military Communication," U.S. Army Reserve News, August 11, 2025, <https://www.usar.army.mil/News/Article/4271149/army-reserve-soldiers-use-spacexs-starshield-technology-for-faster-more-conveni/>, visited date: 2026/3/22。

(global SATCOM operations manager)，負責規劃與執行全球性太空作戰活動，並統籌管理軍、商用及多軌道衛星通信資源，包括各戰區衛星通信需求之整體協調、資源優先順序之決定與受擾情況下之處置，以確保聯合作戰具備統一且具彈性的通信支援。³¹

4. 2023年1月，美國國防部發布《企業衛星通信管理與管制實施計畫》(Enterprise SATCOM Management and Control, ESC-MC Implementation Plan)，提出建構企業級衛星通信管制平臺，以執行衛星通信管理及資源分配等功能，³²同樣由「太空司令部」負責運作，並由「太空軍」(USSF)及各軍作戰單位執行具體終端設備與星系操作，形成上層集中統籌管理、下層分散執行之分層管制體系。

(二) 歐盟 (EU)

EU以「通信主權」做為安全核心，將「戰略自主」視為整體太空與安全政策目標，由「歐盟」與成員國共同出資推動「

衛星構成之韌性、互聯及安全基礎設施」(Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite, IRIS²)計畫，以確保長期且受主權掌控之安全連接能力。³³該計畫強調建立一套由EU成員國主權掌控之多軌道衛星系統，降低關鍵時刻受制於外國商業衛星之風險；³⁴並透過「歐盟政府衛星通訊」(The European Union Governmental Satellite Communications, GOVSATCOM)進行統一資源調度，整合既有高、中與低軌衛星資源，確保歐盟國家在面臨戰爭或重大危機時，能保有其獨立受控且加密之通信管道。³⁵

(三) 中共

1. 「中」方近年以「空天地海一體化」信息網路做為太空與資訊發展之核心方向，持續推動「通信、導航、遙感」一體運用之作戰架構，以強化國家綜合實力與國防能力。³⁶主要作法係透過GEO「天鏈」中繼衛星與LEO衛星群等多軌衛星與地面

註31：Joint Chiefs of Staff, “CJCSI 6250.01G: Department of Defense Satellite Communications,” July 26, 2022, Enclosure B, para. 2.g.(1), <https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Library/Instructions/CJCSI%206250.01G.pdf>, visited date: 2026/3/22。

註32：Department of Defense Chief Information Officer, “Enterprise SATCOM Management and Control (ESC-MC) Implementation Plan,” January 4, 2023, pp. 17, 19, <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/Library/ESC-MC-ImplementationPlan.pdf>, visited date: 2026/3/11。

註33：European Commission, IRIS²: The New EU Secure Satellite Constellation (Brussels: European Commission, December 16, 2024), pp. 1, 4。

註34：黃惠華，〈【國際瞭望】歐盟新太空戰略 確保歐洲自主〉，《青年日報》，2025年2月26日，https://www.ydn.com.tw/tw/News/ugC_News_Detail.aspx?ID=547714，檢索日期：2026年3月18日。

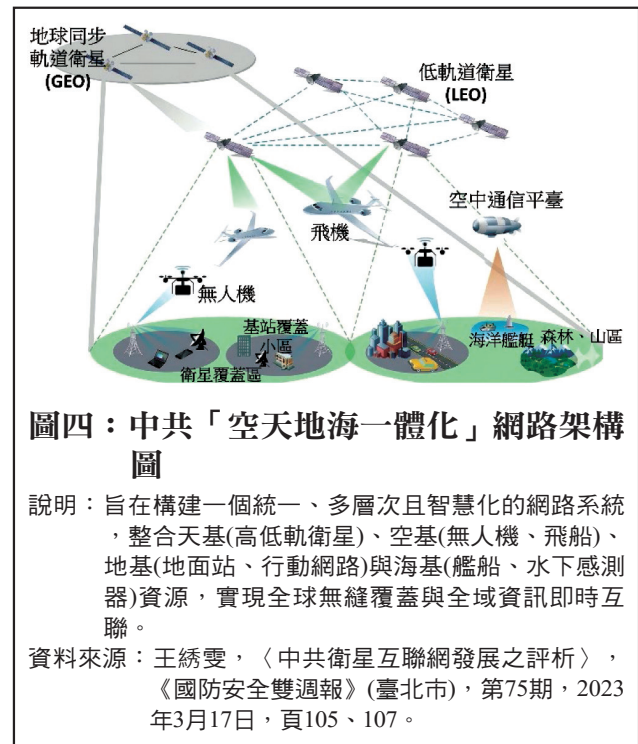
註35：European Union Agency for the Space Programme (EUSPA), “GOVSATCOM,” EU Space Programme, <https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme/secure-satcom/govsatcom>, visited date: 2026/03/21。

註36：The State Council Information Office of the People’s Republic of China, China’s Space Program: A 2021 Perspective (Beijing: State Council Information Office, January 2022), pp. 2, 5, 7。

網路資源，形成「空天地海一體化」之資訊傳輸與監控體系，強化在軌目標監控與任務支援能力(如圖四)。³⁷並藉由「北斗三號」衛星提供之全球定位、導航與授時服務，提升精確導引，並運用其短報文通信能力，確保地面網路受限時，賡續維持戰場通聯。³⁸

2. 中共在LEO領域，正持續加速整合「中國星網(GW)」與「G60星群」等計畫，預劃部署逾2萬5,000枚衛星，建立類似「Starlink」之衛星網路，並採「軍民融合」方式建構平時商用，戰時則轉為作戰模式，³⁹顯示其大規模部署低軌衛星群，就是為強化對太空與戰場資訊的掌握。

當前各國衛星發展方向多以「多軌整合」與「通信不斷」為目標，但對通信主權與應用各有不同，美國以「商軍混合、分散部署」之韌性架構，以支援多域作戰；「歐盟」則秉持「制度治理、跨國協作」方針，強調戰略自主與安全通信；中共方面以「集中主導、一體整合」體系，凸顯國家戰略控管優先，這三方在制度邏輯、產業結構及軍事應用上各有差異(比較，如表二)，但均可提供我國做為建構多軌道衛星發展之參考。



參、我國衛星通信發展現況與限制

我國因受地緣政治與海島地形影響，在「不對稱作戰」與「灰色地帶」威脅下，海底電纜與固定站臺極易淪為首波打擊目標，故對通信網路之「備援能力」與「主權可控性」需求尤為迫切。正因為衛星通信已成為國家安全與社會韌性之核心支柱，且隨相關法令施行及「應變或戰時衛星韌性驗證計畫」推動，顯示其已成為我

註37：王綉雯，〈中共衛星互聯網發展之評析〉，《國防安全雙週報》(臺北市)，第75期，財團法人國防安全研究院，2023年3月17日，頁105、107。

註38：China Satellite Navigation Office, BeiDou Navigation Satellite System Open Service Performance Standard (Version 3.0) (Beijing: China Satellite Navigation Office, May 2021), pp. 5, 11。

註39：周若敏，〈中國千帆星座與國網星座的低軌衛星網路發展〉，《國防安全雙週報》(臺北市)，第101期，財團法人國防安全研究院，2025年12月5日，頁22、24、27。

表二：美、歐與中共衛星應用模式比較表

比較面向	美 國	歐 盟	中 共
戰略定位	戰場韌性、商軍混合、快速創新。	戰略自主、供應鏈安全、多國協作。	自主可控、軍民融合天地一體化。
治理模式	分散式、多軌備援、商業創新導向。	制度化、多層治理、成員國共享。	國家主導、高度集中。
軌道使用	以LEO為主、多軌備援。	LEO、MEO多軌協作。	LEO、MEO、GEO全面整合。
軍事應用重心	JADC2、擊殺鏈、戰區韌性。	危機管理、跨國安全任務。	聯合作戰、戰略控制。
軍事應用	精準導航、後勤數據骨幹。	戰略指揮、廣播通信。	戰術指管、無人機情監偵、即時通信。

資料來源：作者自行整理製表。

國重要國防關鍵基礎設施。⁴⁰以下就我國衛星政策、現行體系結構限制與挑戰等面向臚列分析如后：

一、衛星政策與發展

(一)我國太空發展早期以「福衛一號」衛星進行科學實驗與遙測應用為主，其後逐步拓展到與國際合作之高軌衛星(GEO)應用；2020年起轉向強調自主能力與產業轉型，並著重提升整體衛星韌性；然隨著2021年《太空發展法》公布施行，並將太空產業納入「六大核心戰略產業」之一後，太空領域正成為關乎國家安全與產業競爭力之關鍵制高點。⁴¹

(二)為強化我國通信韌性，政府持續推動由「國家太空中心」(TASA，以下稱太空中心)主導之「國家太空科技發展長

程計畫第三期」，更追加預算逾新臺幣400億元，並將期程延展至2031年，計畫發展自主之「超越五代行動通信」(Beyond 5G，以下稱B5G)低軌衛星通信技術；⁴²並透過掌握通信酬載、衛星本體及地面鏈路等關鍵技術，做為我國建構主權衛星通信與提升通資韌性之重要基礎。

(三)2025年3月26日，政府正式選定屏東九棚做為首座「國家發射場域」，成為邁向「發射主權」之重要里程碑；⁴³儘管短期內系統布建仍需仰賴國外衛星發射服務，但本土場域的建立有助整合國內火箭產業鏈並縮短科研驗證週期，同時具備高度之軍民兩用價值。

二、衛星通信架構與能力現況

(一)高軌衛星之穩定通信傳輸

註40：蘇思云，〈確保戰時通訊韌性TTC將布建低軌衛星773驗證站點〉，中央通訊社，2023年7月7日，<https://www.cna.com.tw/news/afe/202307070277.aspx>，檢索日期：2026年3月18日。

註41：科技部，〈推動我國太空科技發展〉，行政院，2022年8月2日，<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/f441e557-77fd-41a6-b200-41a4a49c8cca>，檢索日期：2026年2月18日。

註42：〈低軌通訊衛星〉，國家太空中心，<https://www.tasa.org.tw/zh-TW/missions/detail/Beyond-5G-LEO-Satellite>，檢索日期：2026年3月17日。

註43：陳這，〈國家發射場域選址定案：推動太空自主的新里程碑〉，台灣太空產業發展協會訊息電子報，第54期，2025年7月21日，<https://www.tsida.tw/uploads/cebe2c35c9e22b270cfa149aaace3462.pdf>，檢索日期：2026年3月2日。

1. 我國核心且長期運作的「中星二號」(ST-2)衛星，係由「中華電信股份有限公司」(以下稱中華電信公司)與新加坡「新電信公司」共同出資之高軌衛星(GEO)，以支撐國際電信與軍用衛星鏈路。該衛星已接近15年設計壽期，頻寬容量亦難以滿足作戰時大數據傳輸之需求；尤其在中共「灰色地帶」威脅及潛在封鎖行動下，僅靠單一GEO實已無法應對威脅。故若能借鏡烏克蘭在「俄烏戰場」上的實戰經驗，由依賴傳統單一軌道衛星的通信機制，調整為GEO與LEO搭配，運用低軌之抗毀性與低延遲，將能建構更完整之國土防衛指管韌性網路。⁴⁴

2. 為延續並擴充衛星通信能量，「中華電信公司」已規劃「中星二號接續衛星」(ST-X)及高通量衛星(HTS)計畫；⁴⁵並與美國「阿斯特尼斯」(Astranis)公司合作，導入「小型同步軌道衛星」(Micro GEO)，⁴⁶透過其搭載之「軟體定義無線電

」(Software Defined Radio，以下稱SDR)技術⁴⁷，提升在軌頻寬與功率之動態調配，以提供多一種衛星通信手段方式，強化我國通信備援能力。

(二) 中低軌衛星補強與備援能力

1. 2024年，「中華電信公司」引進盧森堡「SES公司」之MEO「03b mPOWER」系統，其低延遲、高通量特性，適合執行政府應變備援、海事通信及艦隊資料傳輸等任務，可彌補GEO在動態傳輸及訊號延遲方面之不足。⁴⁸2025年再取得「OneWeb」低軌衛星的商用授權，其RTT更快，並能提供高速、低延遲之全球覆蓋能力。⁴⁹

2. 此外，「國家太空中心」(TASA)正研製「B5G」衛星，加上推動通信酬載、「電子掃描陣列」(ESA)與「衛星間鏈路」(ISL)等關鍵技術之研發與驗證，期藉建立LEO技術能量，強化我國對自主衛星通訊系統的掌握與整體通資韌性，成果確實令人期待。⁵⁰

註44：劉伯軒，〈運用低軌道衛星系統強化海軍通信指管機制之研究〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第58卷，第3期，2024年6月1日，頁85。

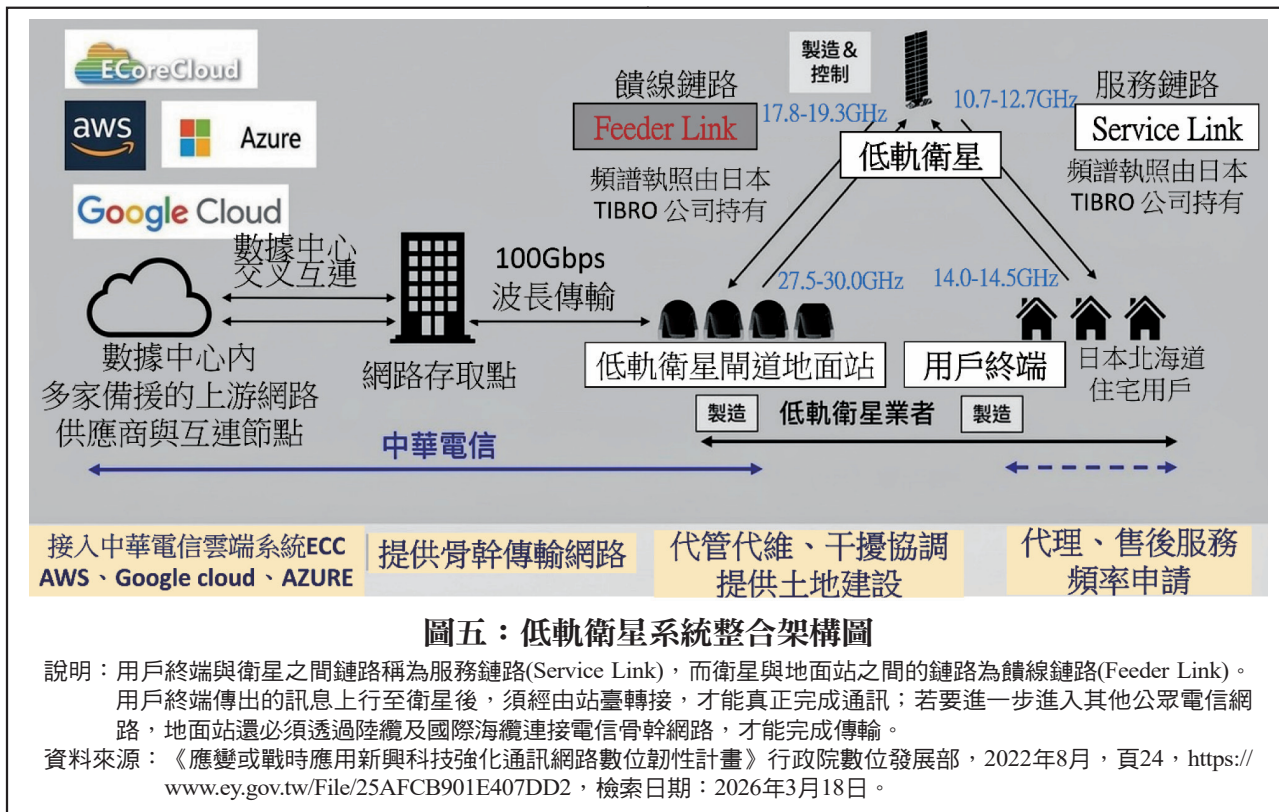
註45：林淑惠，〈中華電攜新加坡電信 發射衛星〉，《工商時報》，2023年3月14日，<https://www.ctee.com.tw/news/20230314701065-439901>，檢索日期：2026年3月15日。

註46：黃松勳，〈中華電信攜手Astranis，提升臺灣通信系統抗風險能力〉，iKnow科技產業資訊室(國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心)，2025年4月16日，<https://iknow.stpi.niar.org.tw/post/Read.aspx?PostID=21713>，檢索日期：2026年3月11日。

註47：「軟體定義無線電」技術係指以軟體實現多數無線電收發與訊號處理，可在不更換硬體下，於一定範圍內調整工作頻率、頻寬與調變等參數，適合用於需在軌彈性調整配置之衛星酬載。參考“Software Defined Radio - an Overview,” ScienceDirect Topics, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/software-defined-radio>, visited date: 2026/03/16。

註48：〈中華電信與SES簽署中軌衛星服務獨家代理契約，達成多軌群星服務的關鍵里程碑〉，中華電信公司，2024年8月21日，<https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2024/0821-0950>，檢索日期：2026年2月18日。

註49：〈中華電取得OneWeb低軌衛星商用許可，領航臺灣衛星通信發展〉，中華電信公司，2025年6月4日，<https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2025/0604-1000>，檢索日期：2026年3月20日。



三、現行體系結構限制與挑戰

我國雖透過商業合作，逐步建構多軌道衛星通信能力，但在地面設施落地、頻譜發展及技術自主等面向仍有許多限制。以下從地面設施與數據主權、頻譜與國家註冊及產業量能與系統整合等部分，逐項分析如后：

(一) 基礎設施與數據主權控制缺口

1. 當前我國引進之「OneWeb」低軌(LEO)衛星服務，用戶訊號可直接透過終

端連結衛星，但其「網路控制中心」(NOC)與關鍵「衛星地面站」(Gateway)多設置於境外(如日本、泰國及關島等地)，⁵¹，用戶數據須經境外地面站處理後，再透過國際海纜回傳(如圖五)；此一架構讓我國「數據主權」自然對境外設施形成高度依賴，衍生通信安全風險。⁵²

2. 當日本與我國之間海纜中斷時，即便「OneWeb」衛星鏈路仍可運作，相關數據最終仍須仰賴國際海纜回傳，這將使衛

註50：〈衛星通訊產業策略(SRB) 議題三、臺灣廠商在低軌通訊衛星的技術發展藍圖〉，國家科學及技術委員會國家太空中心，2024年10月14日，<https://digi.nstc.gov.tw/File/317EF9041E37B2D3>，檢索日期：2026年3月20日。

註51：李中維，〈中共積極發展太空的戰略意圖研析〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第60卷，第2期，2026年4月1日，頁14。

註52：《應變或戰時應用新興科技強化通訊網路數位韌性計畫》行政院數位發展部，2022年8月，頁24，<https://www.cy.gov.tw/File/25AFCB901E407DD2>，檢索日期：2026年3月18日。

星備援能力受到嚴重限制；例如2023年馬祖外海海底電纜中斷事件，雖可能是「中」方製造的「灰色地帶」襲擾，但通信中斷引發的地區紛擾、民怨，甚或隱含恫嚇國人之目的。事件凸顯區域長時間倚賴單一路徑的海纜時，即便啟動微波等備援機制，僅能恢復部分通信服務，亦難滿足整體通信需求，⁵³更代表設置境內地面基礎設施之迫切必要性。

(二) 頻譜協調與國際註冊之困境

1. 衛星通信頻譜與軌道資源受「國際電信聯盟」(International Telecommunication Union, 以下稱ITU)嚴格規範，我國在GEO部分，「中星二號」及接續衛星「ST-X」雖因星國具備ITU會員地位，讓我國能在其出面下，進行相關頻譜資源申請與維護，以穩定取得通信服務、降低政治干預之風險。但在現行ITU依循頻率與軌道分配「先到先得」原則之架構下，隨著全球低軌衛星星座爆發式部署，太空強權與大型業者已陸續完成核心頻段申請與資源布建，我國身為後進者，必須在近乎飽和框架之下進行技術協調，致使可用頻

譜受限，且協商門檻與複雜度均大增。⁵⁴

2. 即便我國自主研發之「B5G」衛星具備技術優勢，然欲在高度競爭環境下取得穩定頻譜配置，仍面臨嚴峻挑戰；加上受限非聯合國會員身分，無法直接提出資源申請，恐須透過友邦協助或採取商業合作等間接途徑，方能取得衛星及軌道資源。面對當前我國衛星通信在國際法制上確實難以取得「法權地位」，一旦戰時遭敵電子干擾或壓制，恐難援引國際電信條約行使法律抗辯；這也限縮國際組織介入調解空間，影響我國自主衛星系統在高強度衝突情境下之穩定性，值得政府高度重視。

(三) 產業量能與系統整合之限制

1. 我國太空產業雖在半導體封裝、資通信零組件與地面接收設備具競爭優勢，但在衛星裝配與測試技術及太空環境運作之關鍵零件，仍存在技術斷層；⁵⁵目前雖具單一關鍵組件實力，但尚未具備完整自主設計、量產與整合之產業能量，亦凸顯我國在太空事業上的跨系統整合，將繼續面臨挑戰。⁵⁶

註53：黃宣凱、駱韋任，〈由海纜安全檢視海巡署在韌性防衛體系中的角色〉，《海軍學術雙月刊》(臺北市)，第60卷，第2期，2026年4月1日，頁14。

註54：Jinxuan Li and Jinyuan Su, “Activating the Principle of ‘Taking into Account the Special Needs of the Developing Countries’ in the Distribution of Low Earth Orbit Frequency/Orbit Resources,” *Telecommunications Policy*, Vol. 50, No. 1 (January 2026), Article 103082, <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2025.103082>, accessed March 18, 2026。

註55：CommonWealth Magazine, “China’s Space Strategy: From Military Competition to Commercial Orbit Traffic Control,” May 22, 2025, <https://english.cw.com.tw/article/article.action?id=4438>, accessed March 18, 2026。

註56：“CesiumAstro to Deliver Space Payloads and Ground Systems for Taiwan’s First National Communications Satellite Constellation,” *Business Wire* (Austin, Texas), April 1, 2025, <https://www.businesswire.com/news/home/20250401400911/en/CesiumAstro-to-Deliver-Space-Payloads-and-Ground-Systems-for-Taiwan's-First-National-Communications-Satellite-Constellation>, accessed March 17, 2026.

2. 至於低軌衛星(LEO)也存在壽命短、需定期汰換之限制，相較美、「中」已具備大規模量產與快速遞補實力，我國衛星發展現況仍屬「單星或少星」試驗模式，更欠缺戰時「快速重建或復原」之能量。故由政府主導，積極建構具自主研製與快速部署量能之衛星產業鏈，才能成為強化作戰持續力之關鍵。

肆、國軍多軌道通信整合構想與建置策略

國軍現行衛星通信因高度依賴GEO系統，戰時易遭針對性毀傷或電子干擾；為提升通資韌性，亟需整合商用LEO與自主「B5G」衛星，以建立多軌備援之通信體系。以下就國軍衛星通信需求與能力概況、多軌道衛星通信發展與構想及軍民協同落實資安防護等項，臚列分析如后：

一、國軍衛星通信需求與能力概況

(一)國軍為強化戰場全域感知，正積極擴充「無人飛行載具」(Unmanned Aerial Vehicle，以下稱UAV)建構高度透明戰場態勢；屆時，即時、高畫質影像傳輸及流量，需求將大幅成長，對現有衛星通

信頻寬造成嚴峻挑戰。⁵⁷尤其戰時執行大範圍情監偵，單一載臺數據傳輸需求量與頻寬不足限制，恐導致情資更新延遲，削弱共同作戰圖像(Common Operational Picture, COP)之即時性，進而影響作戰決策準確性。

(二)由於GEO衛星易受敵方針對性的「上行鏈路干擾」壓制，尤其單一軌道系統缺乏自動化跨軌傳輸應變能力，⁵⁸面對敵方電磁制壓，若無法即時切換至MEO或LEO衛星等備援路徑，任務單位恐陷入「資訊孤島」困境。再者，雖有租用商用衛星補強頻寬，但因缺乏統一調度機制，亦難以發揮多軌道互補效益；且現行租用服務未具「境內落地節點」，一旦國際海纜遭破壞，境外備援服務將形同虛設，嚴重威脅我國通信鏈路之持續性。

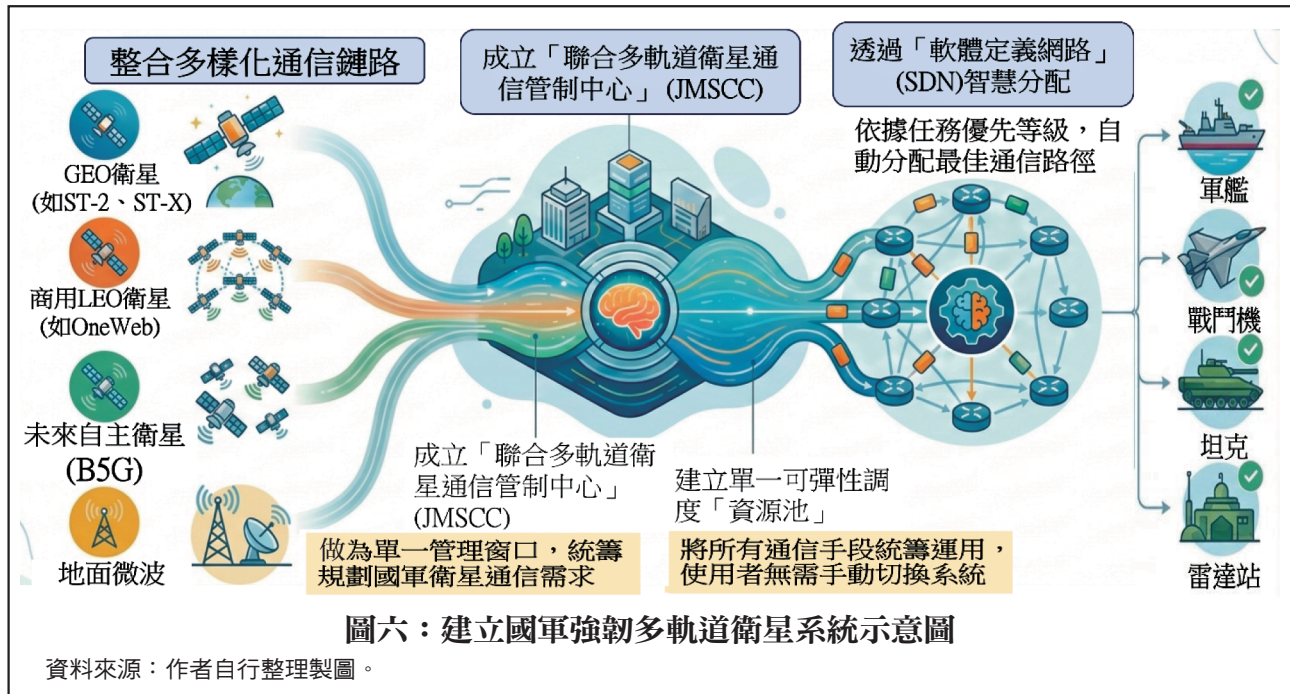
二、國軍多軌道衛星系統發展與構想

(一)為建構具備援彈性與持續性的衛星通信體系，我國多軌道衛星通信運用可參考美軍「主要、備用、應急和緊急通信計畫」(Primary, Alternate, Contingency, and Emergency Plan，以下稱PACE)⁵⁹之構想，依干擾程度優先接取低延遲之

註57：蔡志宏，〈衛星通訊產業策略(SRB)會議 我國衛星通訊技術發展初步規劃〉，行政院智慧國家2.0推動小組網站，2024年10月14日，<https://digi.nstc.gov.tw/File/FC5EE259844AC4CB>，頁8、16，檢索日期：2026年3月17日。

註58：SPARTA, "Uplink Jamming, Technique EX-0016.01," SPARTA Technical Database, April 22, 2023, <https://sparta.aerospace.org/technique/EX-0016/01/>, accessed March 17, 2026。

註59：美軍「主要、備用、應變和緊急通信計畫」係在戰術通信與作戰通資支援實務中，要求各級部隊應建立具冗餘與韌性之通信規劃所發展之工具，針對特定對象預先規劃主用、次用、應變與緊急等四層通信手段，確保在主通信受阻時，仍能透過替代與應變管道維持關鍵通聯。U.S. Army, FM 6-02, Signal Support to Operations (Washington, DC: Department of the Army, 2014), <https://irp.fas.org/doddir/army/fm6-02.pdf>, accessed March 17, 2026。



LEO，當主要鏈路遭壓制時，系統能自動切換至備援鏈路，確保通信韌性。另一方面，亦可比照美國太空軍(USSF)統籌多軌道衛星通信資源之作法，整合軍租、商用及自主發展之衛星資源，建立具「統一管、分層用」特色之「聯合多軌道衛星通信管制中心」(JMSSC)，負責全軍衛星通信資源之整體管制與優先順序配置；⁶⁰再結合「軟體定義網路」(SDN)技術，將不同軌道衛星頻寬整合為可彈性調度之資源池，以實現通信路徑之動態調配，並因應戰場電磁環境與通信需求(如圖六)。

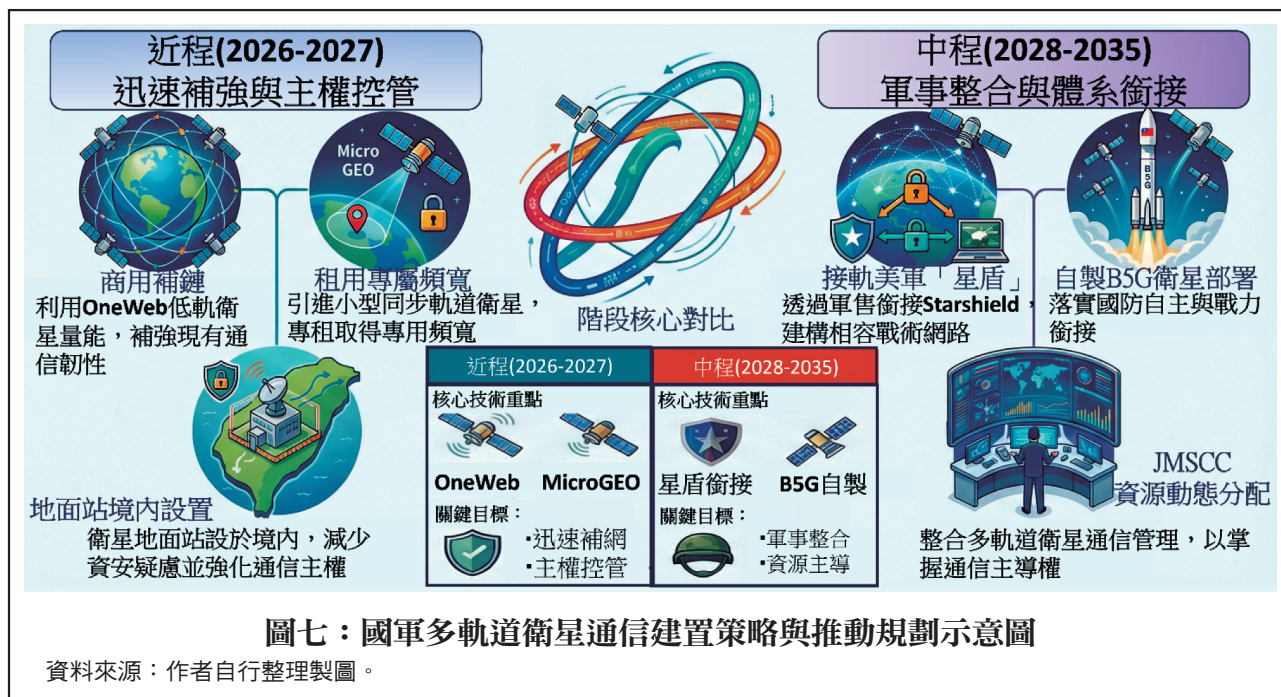
(二)國軍應依任務屬性配置最適合之軌道資源，並採取「分層運用、路徑備援」之方式，在戰略指管層級以高度穩定之

GEO為主，以確保國家決策與戰略命令下達；在戰術行動層級則導入高頻寬、低延遲之LEO，支援即時影像回傳、目標情資傳遞及戰場圖像同步，滿足作戰時效要求；在行政與支援層級上應用MEO或商用衛星進行大流量數據分流，確保頻寬之最適化配置。

三、軍民協同落實資安防護

(一)政府在整合商用衛星資源時，應同步確保資安防護與通信主權掌握，推動「境內落地」與「訊號不離境」，要求商用衛星營運商於我國境內建置「網路交換中心」(NOC)與衛星地面站(Gateway)，確保所有數據處理與交換均在境內完成，即便對外國際海纜遭截斷，衛星訊號仍能直

註60：同註32。



接於境內落地並維持關鍵通信服務，以減低通信鏈路受制於境外節點之風險。此外商用鏈路應導入「零信任」(Zero Trust) 資安架構⁶¹，實施終端對終端之高強度加密與多因子身分驗證，以維護數據存取之機密性與完整性。

(二) 建置具跳頻、展頻、抗干擾技術與波束控制能力之天線，透過快速變換頻率並降低干擾方向之影響，可提高在強干擾環境下之通信穩定性，減少遭敵截收與壓制風險。再者，建立動態頻寬分配機制，確保戰術網路享有最高優先等級，保障作戰傳輸時效性，並透過法治框架明訂戰

時衛星資源徵用權責，將軍用加密模組(或保密設備)配置於衛星與關鍵設備內，以提升國家通資韌性。

四、國軍多軌道衛星通信建置策略與推動規劃

鑑於我國當前對商業衛星之依賴與主權控管之挑戰，國軍應採取「商用補鏈、主權控管、分階演進」之策略，將國際成熟商業衛星能量與本土研發進程予以銜接，並區分二階段完成建置規劃(如圖七)。

內容說明如后：

(一) 近程(2026-2027年)

置重點在於迅速補強通信韌性，先以

註61：零信任架構是一種「永不信任、一律驗證」的網路安全模型，強調不預設信任任何內外部通信，所有連線均須經過身分與設備驗證及風險評估，並依「最小權限」原則嚴格控管存取，以降低未經授權存取與攻擊風險。資料參考 Microsoft, “Zero Trust Security and Strategy,” Microsoft Security, <https://learn.microsoft.com/en-us/security/zero-trust/zero-trust-overview>, accessed March 18, 2026。

商用衛星擔任備援填補我方多軌道通信戰力缺口，除以「中華電信公司」代理之「OneWeb」LEO，落實「商用補鏈」量能外，亦透過美、臺合作引進「小型同步軌道衛星」(Micro GEO)，採專屬租用模式取得專用頻寬，並將多數衛星地面站設於境內，以消弭商用衛星繞經境外節點之資安疑慮，強化通信主權與主動權。


(二) 中程(2028-2035年)

此階段應積極規劃與美軍「星盾」(Starshield)體系之銜接，建置重點為軍事領域與指管整合，推動自製「B5G」低軌(LEO)衛星部署驗證，並透過美方協助，研議由軍售(Foreign Military Sales, FMS)管道接軌軍規「星盾」網路，形塑相容之戰術通信架構。並在此基礎上，結合國軍「聯合多軌道衛星通信管制中心」，俾具備對多軌道來源頻寬與資源動態分配能力，確保在高強度衝突下仍能掌握關鍵通信資源之主導權。

伍、結語

面對中共推動「天地一體化」戰略與日益複雜的電磁環境，國軍應由單一軌道通信邁向多軌道衛星通信，透過軍民協同治理機制，於短期內優先採用商用衛星補強關鍵鏈路，以提升頻寬與韌性，並為未來建構自主衛星體系預做準備。由前述對國際多軌道衛星發展趨勢與我國現行體系

限制之分析可見，建構兼具軍民協同與「通信與資料主權」控管能力的多軌道衛星通信架構，已是國軍強化通資韌性與維持C4ISR運作的必然方向，在發展與規劃時間上亦刻不容緩。

國軍未來應努力推動以「聯合多軌道衛星通信管制中心」為核心之體系，加速整合高、中、低軌衛星與地面通信資源，並落實境內關鍵節點之主權控管，同時提升在平戰轉換與複雜電磁環境下之系統存活率，確實至關重要。另一方面，政府有必要積極延攬具備衛星通訊、頻譜管理與太空作戰素養之專業人才，做為規劃與運用整體資源的重要基礎。唯有在體系建構、軍民協同與人才培育三者相互支撐下，方能確保國軍在戰場環境下，達成「通信不斷、指揮不亂」之目標，並在戰場上獲得勝利。 

作者簡介：

李怡姍中校，海軍軍官學校專業軍官96年班，國立中山大學資訊管理碩士106年班，曾任海軍司令部程式設計官、大氣海洋局電子資訊官、海軍軍官學校資圖中心副主任，現為國防大學管理學院115年班學員。

鄧名言中校，國防大學管理學院正期92年班、國軍電子戰正規班99年班、國管戰略班110年班、國防大學管理學院資管所碩士98年班，曾任國防大學電算中心資參官、國防大學資圖中心副主任，現服務於國防大學管理學院。