



中華民國 110 年 6 月 28 日

第 9 期

國防情勢特刊

太空與國防---戰略發展篇

強權的太空戰爭手段	Paul Szymanski	1
美國太空軍及未來太空安全挑戰	舒孝煌	31
英國脫歐後在太空領域的作為	吳宗翰	43
英德法太空軍事戰略與部隊發展之評析	許智翔	56
法國航太產業發展及新冠肺炎衝擊的應處	洪瑞閔	67

Space & Defense on Strategy Development

Techniques for Great Power Space War	<i>Paul Szymanski</i>	1
The U.S. Space Force and Future Space Security Challenges	<i>Hsiao-Huang Shu</i>	31
UK's Space Commitments in the Post-Brexit Era	<i>Tsung-Han Wu</i>	43
Analysis of Space Military Strategy and Development of Space Force in France, Germany and the United Kingdom	<i>Jyh-Shyang Sheu</i>	56
The Development of the French Aerospace Industry and its Response to the Impact of the Covid-19 Crisis	<i>Jui-Min Hung</i>	67

特邀導讀

黃居正*

在距離地表一百公里的高度之上，有一個所有人類都共同想望的應許空間。因為物理與科學技術上的障礙，自有信史時起就未曾休止的征戰，還沒有蔓延到這塊無垠的領域。也許是推測其資源豐富足供全人類所需，也許是想為次世代救贖乙片安全的淨土，自第一顆人造衛星在地球物理年劃過低軌道天際時起，多數國家就已同意，太空是屬於全體人類的共享領域。任何有能力加以開發的先行者，都應將從太空所獲取的惠益，無條件提供給所有國家成員共享。但同時也必須對開發活動所造成的風險，負擔國家責任。在太空中活動的人類，是代表全體人類利益與福祉的共同使者，因此，對於太空人與其載具設施，各國有義務加以救助並協助其返還。另外，既然太空不是競奪資源的戰場，各國就不應在其中行使武力。以上的信念與共識，構成了拘束各國太空活動迄今的「國際太空法原則」(*corpus iuris spatialis*)。

不過，「國際太空法原則」是一套隨著技術進展、變化並增長、辯證其內容的規範體系。從美蘇冷戰時期發軔，到現在由舊太空霸權與歐洲、印度、日本、中國及開發中國家共同擔任其「行動參與者」的新太空世紀，「國際太空法原則」被條約與國家實踐不斷充實、更新，結合了古典國際法之自然資源規則與現代技術的複雜特徵，成為國際社會秩序中最前端也最多變的法律。在太空科技進程、太空政策與法律意識方面皆有不同的太空國家，也都各自透過條約解釋與內國法制，努力參與「國際太空法原則」內涵的形成與演進。

對於太空的「和平利用」，是在太空規範演進中最具爭議性的論題。「武力不行使原則」固然已被承認為地表的國際強行法，對任意發

* 國立清華大學科技法律研究所專任教授，加拿大 McGill 大學法學博士 (D.C.L.)。

動戰爭的國家與個人，也都有國際刑法可供追訴處罰，但是先制性地保有與部署足以自衛回擊、甚至摧毀對方的武裝能力，是否仍構成行使武力？國際法院在「以核子武器進行威脅或使用核子武器之合法性案」諮詢意見中曾表示，在國際現勢下，無法認定其是否違法。但此一解釋能否套用在規範用語更嚴格的太空中？畢竟「國際太空法原則」所要求的，不只是不行使武力，而是必須要「和平利用」？

在 1958 年的「國家航空與太空法」以及 1962 年聯合國和平利用太空委員會致辭中，美國都持續將「和平利用」解釋為「非侵略性」利用，保留了在太空中籌建武裝自衛力量的空間，顯然與外太空條約所採取的「非軍事化」立法解釋有別，也開啟了太空軍事活動的扉頁。本刊特輯中「強權的太空戰爭手段」一文，固為太空戰之交戰規則建立了預想的基準，但所列舉的諸多軍事準則包括人造衛星之姿態、準則與意志、戰前定位等，仍都圍繞著先制自衛與優勢反制之原則而展開。足證即使在太空戰的新紀元，美國在軍事行動上，仍將堅持著遵約的義戰原理。而「美國太空軍及未來太空安全挑戰」與「英德法太空軍事戰略與部隊發展之評析」二論文，則是分別探討美國與英德法在遵約太空軍事活動的基礎下，如何具體規劃太空戰略，並籌建對應軍事組織與設施。

除了對於「和平利用」太空的消極解釋問題外，隨著積體電路與自動控制系統的微型化，商業性利用太空活動的大幅成長與其對應規範，也成為「國際太空法原則」相關議題的新焦點。國際公約對從事太空活動之個人的拘束力，必因各國憲政體制有所差異，況創設國際太空法原則的年代，個人尚未晉升為國際法的準主體，因此，美、英、日與歐盟諸國，紛紛制定內國太空法作為遵約機制，一方面當然也試圖藉由行動參與者的片面實踐，確立太空活動規範之具體內容。本刊特輯中「英國脫歐後在太空領域的作為」與「法國航太產業發展

及新冠肺炎衝擊的應處」二文，適足說明兩國在成熟技術支持下，推動太空產業之政策取徑與所籌建之本國基礎設施。

台灣於 1990 年代開始，已以第一期、第二期之「國家太空科技長程發展計畫」為政策綱領，逐步從事太空活動。其後歷經兩期長程計畫與一期中程計畫，籌建了低軌道衛星之自製與營運能量。2004 年並開始草擬以含括太空載具之投射與遙測資訊之取用等活動在內的「太空基本法」、「太空活動法」（其後統整為「太空發展法」），作為滿足因國際法地位特殊，無法參加「國際太空法原則」諸條約及其嗣後實踐的替代機制。適逢「太空發展法」在今（2021）年順利三讀通過，結合其後所公告實施之子法，將能有效規範台灣的太空活動風險、損害賠償責任分配、產業推動配套措施，以及商業性太空活動的管理，無異宣告台灣已經進入太空國家之林。而本刊特輯所載之重要論文，恰為此一前瞻發展，提供最佳之證言。

強權的太空戰爭手段

Paul Szymanski

壹、前言

相較於地表戰爭（terrestrial warfare），太空與太空戰爭大抵構成了一個較為獨特的領域，例如太空戰範圍涵蓋全球並可在數小時內對任何地點產生影響、許多國家所使用的商用與民用衛星影像及雷達衛星可同時嘉惠軍民部門。太空戰可被用來強化情緒並可能驅使國家走向地表衝突。無人自主系統（unmanned automated systems）及可能與之搭配的武器將無可避免地形塑太空戰的樣態。

不同於大眾看法，雖然太空中的每一個目標都具有戰略性且成本動輒數百萬美元，但太空並不是一個目標眾多（target-rich）的環境。要想查證敵方蓄意攻擊行動、驗證哪一個國家或實體（entity）應當承擔責任、判定太空攻擊對地表上的戰役與戰爭最終戰局之影響，在太空環境之中極其困難。尤有甚者，敵人在太空發動奇襲遠比在地表上容易許多。太空與地表兩者之間存有重大的差異，關於地表戰爭有許多具體例子可供參考，太空戰爭則過於抽象且沒有任何實戰經驗可做為建構參考架構。真實太空戰似乎更像是衛星控制者（satellite controllers）之間所進行的精密電玩遊戲。因此，即使是太空戰的參與者，也不見得都能意識到自身行動背後所代表的潛在意涵。

近期人們開始大量闡述太空部隊及太空戰的可能性。對若干強權言，建立太空戰力至關重要，這是因為這些國家的國防仰賴太空系統，或是認為其潛在敵人對太空能力的依賴更甚於本身。然而，由於在這個嶄新軍事領域缺乏廣泛經驗，贏得太空戰爭的最佳準則、戰略與戰術究竟為何，這些往往難以讓人全盤理解。這引出了一個問題，美國有沒有打贏未來太空戰爭的原則依據？雖然未來強權衝突中的太空戰戰略與戰術尚未有任何國家驗證過，但是太空戰的確也離我們越

來越近。

學者艾瑞克森（Andrew Erickson）和戈德斯坦（Lyle Goldstein）在兩人合著的《中國航太力量》（*Chinese Aerospace Power*）一書中，提出了一個令人關注的看法，他們認為中國太空戰準則與德國在廿世紀採用的戰略準則相似。¹中國具有和德國相同的戰略觀，皆認為美國基於科技優勢，將在任何長期衝突中佔上風。因此，中國與美國之間所爆發的任何大國衝突，都將會以太空閃擊戰（space blitzkrieg）的形式揭開序幕。中國會發動閃電般奇襲來攻擊美國的太空資產，抑或是純粹以威脅美國太空資產作為手段，來讓美國難以決策並自我嚇阻（self-deter）？在缺乏太空狀況覺知（Space Situational Awareness, SSA）能力的情況下，倘若美國亦將制太空權的資產用來威脅中國的太空系統，是否會導致迫在眉睫的戰略僵局而一觸即發，甚至意外演變成全面性太空大戰？首先發起攻擊的一方大抵會在未來太空戰爭勝出嗎？這些情況聽起來是否類似於缺乏相互大規模毀滅（mutual mass destruction）嚇阻機制所可能導致的核子戰爭風險？中國發展太空戰理論與準則正因為從無到有，所以不受任何太空傳統所影響。過去半個世紀，美國並不認為有發展太空戰準則之必要。美國或許較其任何潛在對手擁有更好、更多的太空戰力，但是如果缺乏適當的準則、戰略與戰術，其有可能被任何更靈活的部隊所擊敗。或許敵人在這個領域屬於新手，但正因為如此反而彈性更大、創新計畫更多，尤其是策畫奇襲。若能將地表戰爭的傳統準則、戰略與戰術運用進一步拓展至太空環境，將能豐富現代的太空戰思維。

本文透過對太空戰戰略與理則的探索，從而對這個議題帶來一些啟發。提供決策者在太空中作戰的一套規則，以及有關太空戰爭衝突升級與終止的一些想法。儘管判定太空發生異常狀況之原因相當困

¹ Andrew S. Erickson and Lyle J. Goldstein, eds., *Chinese Aerospace Power: Evolving Maritime Roles* (Annapolis, MD: Naval Institute Press, 2012).

難；可能來自蓄意攻擊、意外事件或自然因素，瞭解潛在敵人的攻擊選項有哪些，仍然相當有助於最佳反應之決斷。

貳、太空戰爭的戰略與原理

奇襲與集中攻擊（mass attack）等 2,500 年前已運用在希臘的方陣戰略，同樣適用於今日的太空系統。²如何執行戰爭（軍事準則）是在衝突中贏得勝利之關鍵。軍事史上有許多例子顯示，一支理論上享有優勢的部隊卻被處於極端劣勢的部隊擊敗，主要是因為後者擁有較佳的準則概念與執行力。

太空戰爭的戰鬥人員通常僅從戰爭的戰術層面進行考量，因而忽略了在作戰與戰略層面的意涵。由於太空戰爭具有深厚的政治性本質，所有操作人員皆需要全盤瞭解他們的行動在戰術領域之外可能產生的深遠影響。剝奪敵人一枚人造衛星的能力，也可能等同於剝奪敵人整個情報圈監控太空系統威脅的能力。攻擊一枚敵人衛星或將直接揭露盟軍的意圖與戰爭計畫、暗示未來可能的作戰行動以及暴露敵方先前一無所悉的我方太空能力。更有甚者，使用太空武器可能帶來更嚴重的後果，即在衝突過後引發敵我陣營的政治洗牌。

許多人對中國古代兵學家孫子（西元前 544 年至 496 年）及其著作《孫子兵法》知之甚詳，這是他研究古典軍事戰略與戰術的經典之作。令人驚訝的是，這本書中揭示的許多古代原則仍可適用於現代的太空戰。在太空戰思維發展初期階段，光是將孫子的概念引入太空戰戰略，就能對未來的太空戰役發揮決定性作用。舉例來說，倘若預測戰場覺知（Predictive Battlespace Awareness, PBA）的相關技術顯示，一個潛在敵手正在為了不久後將發動的太空攻擊而重新預置部分威脅性資產，那麼根據孫子兵學原理，最好的防禦戰略，即是不斷調度衛星

² Christopher Matthew, *A Storm of Spears: Understanding the Greek Hoplite at War* (UK: Pen & Sword Military, 20 February 2019), ASIN: B00AHITZHE, http://astorm_ofspearsunderstandi.hatena.blog.com/.

使得敵人目標方案的執行變得更加複雜化。此外，亦可將若干衛星機動至敵方衛星附近，用以佯攻掩飾真實意圖。衍生自孫子兵法的太空戰戰略之例如下：³

- 一、持續或間歇性執行小範圍的機動，使敵人無法取得精確的軌道參數而難以對盟國的衛星進行標定，防止盟國太空計畫、準則、戰略與戰術等為敵人所知悉。
- 二、祇有下列情況方能使用太空武器，即所獲效益需要符合政治和財政成本、喪失未來奇襲能力之成本，以及喪失未來作戰能力（包括武器系統彈藥耗盡之情況以及敵人反應對我方與中立國的影響）之成本。
- 三、對敵人的太空準則、戰略、戰術、組織與領導階層個人特質進行研究，用以探究其長處與弱點，如此可趁敵人不備時對其太空系統發動奇襲。
- 四、持續對敵人固定的太空系統進行持續騷擾，如此敵人將持續地處於失衡、忙亂且難以及時達成他們的任務目標。
- 五、需謹記在心的是，你戰鬥的對象並非只有敵人的部隊與機器，還有敵方指揮官的認知、偏見、經驗、訓練、組織結構、軍事與政治高層、情報、精神與情感優勢、劣勢與持久力進行戰鬥。太空系統中的最脆弱處可能是人因要素，包括了科學家、工程師、技術人員與其他支援參謀。
- 六、將誘人的太空系統目標擺在敵人的面前，用來引出敵人的太空控制資源、軍事計畫與意圖。
- 七、引發衝突與首先攻擊的一方，知道即將到來的太空戰役中，最佳的地點與時間何在。

³ Sun Tzu, *The Art of War* (United States: Filiquarian Publishing, 2006). Edition approved by the Holden- Crowther Organization for Asian Studies. Contact the author for the full list of 546 space warfare strategies derived from Sun Tzu.

- 八、由於軌道動態與衛星運動，太空戰役的地點與時間經常不斷地移動與改變。這種不可預測性，使得太空戰較地表戰需要更多不同的戰略與戰術視野，這需要獨特的圖解方案（graphical solutions）與高速動態電腦處理能力，方能對戰場規劃提供必要的支援。
- 九、許多時候，在戰鬥中快速反應的一方將會是贏家，而非循序等候大規模兵力集結的一方。
- 十、一項好的太空計畫需要敵人自投羅網，耗費比我方耗更多機動資源，如此盟國的太空系統方能在爾後執行更具積極主動的攻擊行動。
- 十一、你可以犧牲若干太空資產，使敵人相信你精心佯攻的軍事目標之所在。
- 十二、定期發射新的太空載具，使你的敵人處於混淆與失衡狀況。
- 十三、發射或部署一枚嶄新且神秘的衛星接近敵人的重要衛星，迫使敵方暫停執行軍事計畫、展示我方決心以及警告敵方退讓。
- 十四、重兵保護特定軌道，迫使敵人太空航具轉往我方所選擇的其他軌道。
- 十五、太空衝突期間，我方可用軌道空間換取時間。換句話說，你可單方面放棄重要的軌道與機動空間（maneuvering room），這樣一來你的敵人將需要花上一段時間來填補這個真空或追擊你，或純粹迫使敵方衛星耗盡可貴的燃料，如此讓我方有較多時間做好反制攻擊的準備。
- 十六、發起多個欺敵行動——例如對太空與地表戰機動進行威脅——例如誘使你的敵人持續進行衛星機動，藉此在實際衝突發生前，耗費其衛星攜行的燃料庫存。
- 十七、最容易進入的軌道亦可能是最佳的獵殺區域。

參、太空重心

對於擬定與執行一個太空戰戰略，重心（Center of Gravity, COG）是非常重要的概念。聯合作戰出版品 5.0《聯合作戰規劃》（Joint Publication 5-0, *Joint Planning*）將重心定義如下：「一個力量來源，其可提供精神力量、實體力量、行動自由或是行動意志」。⁴這個概念同樣適用於地表戰與太空戰的作戰規劃。目前太空戰的管理與規劃尚難以體現前揭重心概念。圖 1 試圖將瓦登（John Warden）上校發展的重心模型予以改進，使其能擴大運用至太空戰的規劃。⁵圖 2 則將此模型進一步地發展，用以勾勒出太空政治/軍事重心，同時兼論其意志與意圖，這些皆為敵人發動戰爭的主要因素。⁶

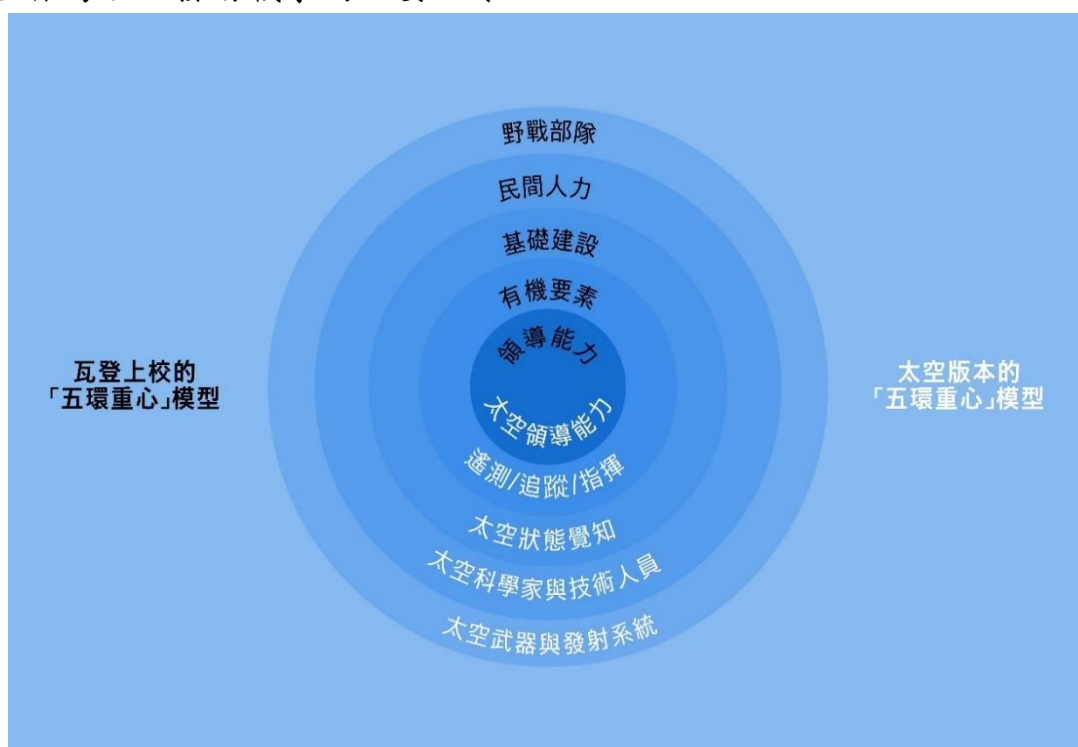


圖 1、太空重心模型

資料來源：翟文中、蔡榮峰翻譯重繪自作者原稿。

⁴ JP 5-0, Joint Planning, 16 June 2017, IV-23.

⁵ Richard T. Reynolds, Colonel, USAF, *Heart of the Storm—The Genesis of the Air Campaign against Iraq* (Maxwell AFB, AL: Air University Press, January 1995)

⁶ View a detailed list of possible strategic, operational, and tactical space COGs in app. 2 of this article. The appendices for this article are available online only at https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/SSQ/documents/Volume-13_Issue-4/Szymanski_Appendices.pdf.

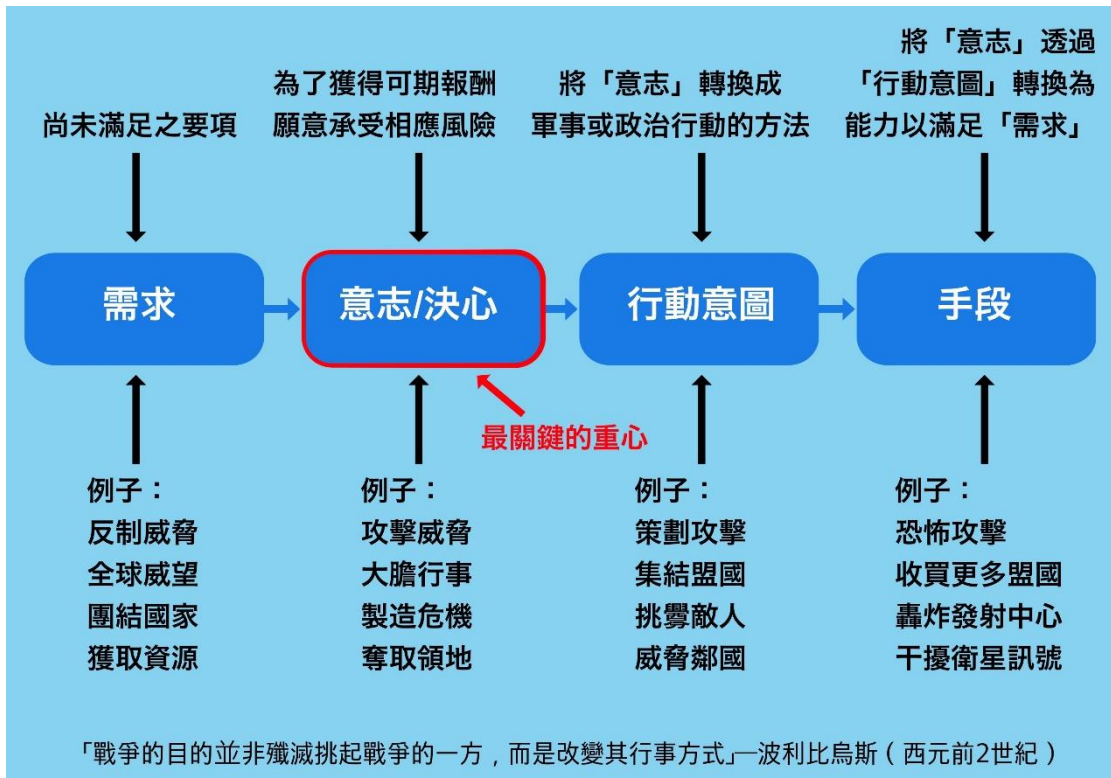


圖 2、太空政治/軍事重心

資料來源：翟文中、蔡榮峰翻譯重繪自作者原稿。

在一場太空衝突中，儘管戰略與重心為戰事勝利不可或缺的要素，然而久經歷史淬鍊的戰爭原則仍須納入考量。

肆、太空戰爭原則

傳統的軍事戰爭原則可以且應該被運用於太空戰。區分這些原則在地表戰與太空戰運用的不同之處是很重要的，下文揭示的九項原則將帶來一些啟發。⁷無論是地表戰或太空戰，這些原則是完全相同的。然而在運用這些原則時，需要對於太空的一些面向有所瞭解。這些太空戰爭原則由太空規劃者應提出的一系列問題所構成。

一、打擊目標

(一) 地表：「指揮所有軍事行動朝一個定義明確的、具決定性的、可達

⁷ 1981 年，本文作者為了曾對經典軍事戰爭原則（美國三軍、英國和俄羅斯）進行過一項研究，這些原則經過融合整理和更新以適用於太空戰。當時美國參謀長聯席會議正評估是否建立太空司令部（Space Command）或大陸防衛司令部（Space Command），因此委託了該項研究。

成且可產生巨大效應之目標前進」。

- (二) 太空：你的目標是否為個別衛星或是由衛星與地面系統共同支援的整體系統？攻擊這枚敵方衛星能否阻卻特定資訊的傳遞？目標在戰場上是否擁有巨大的影響力？此敵方系統用以支持何種軍事目標？敵方使否還能滿足這些軍事目標之需求？

二、攻勢作戰

- (一) 地表：「奪取、保有、利用主動權」。
- (二) 太空：在地表衝突的最初階段，是否有足夠政治意志開啟太空戰來奪取太空主動權？或是單單奪取太空地面設施就足以達成目標？我們是否設定了太空戰的時間、地點與條件？攻擊節奏是否包括持續性的太空攻擊，使敵人長期處於失衡狀況？太空武器系統能否支撐發動持續攻擊？是否存在一個預先核可的太空計畫以逐步升高攻擊，透過不同階段的勝利一步步擴大展獲？

三、集中戰力

- (一) 地表：「在決定性的地點與時間集中壓倒性的戰鬥力量」。
- (二) 太空：是否有足夠的武器能延續或支持有效制太空？敵人能否重組其太空系統來迴避打擊？對試圖以某種軍事功能抵抗的敵方，我方太空武器是否具有壓倒性優勢？我方是否具有執行太空集中攻擊的政治意志？太空武器能否在決定性地點與時間就定位？我們是否真的瞭解太空武器運用之決定性地點與時間？不同的太空武器能否同步，並與地表攻擊進行協調作業？

四、節約戰力

- (一) 地表：「儘可能地以最有效率的方式運用全部戰鬥力量；分配最低限度的必要戰鬥力量至次要方向」。
- (二) 太空：所有的太空控制與武器系統是否整合成在一個部署/運用計

畫之中？目標清單是否為運用最少武器的最佳化之結果？是否整合不同現象學層面（phenomenology）的武器攻擊（例如：網路攻擊與雷射武器攻擊同步地進行）？制太空之結果對戰場是否有決定性的影響？在衝突的整個過程中，全部的制太空系統皆能有目的地運用，包括延遲、限制與欺敵等作為，使敵人的注意力偏離我方的主攻方向？

五、機動部署

- (一) 地表：「透過戰鬥力量的靈活運用使敵人陷於不利態勢」。
- (二) 太空：太空武器是否部署在最佳位置與時空相位（time-space phasing）？將太空武器施加於敵人將會產生何種效應？是否已經取得了戰場上空的太空高地（high ground of space）？對於爭取太空優勢極其重要的相關全球重要軌道/時間相位/發射走廊（launch corridors）/通訊途徑是否皆納入考量？是否已可拒止敵人與其盟國進入太空、最佳化我方及盟國運用太空之能力？當敵方在太空的行動自由減至最低時，我方在太空是否獲得最大程度的行動自由？制太空武器的投入點是否持續轉移，藉此混淆敵人的反應、防止我方運作模式為敵所預測，從而提高我方太空資產的存活率？在太空衝突發生前，所有重要的太空優勢系統是否已備足燃料？

六、統一指揮

- (一) 地表：「針對任一目標，尋求指揮與作為之統一」。
- (二) 太空：制太空、資訊戰與空中/地面攻擊計畫是否整合為一，同時情報蒐集需求亦滿足了此等需求？傳統打擊目標分配程序是否適切將太空/資訊打擊目標納入考量？太空/資訊戰的指揮鏈（chain of command）與決策責任是否已清晰區分？太空打擊目標之清單是否

可溯源至敵我雙方的意圖？敵我雙方地表戰場指揮官是否了解太空對其戰爭指導的重要性？基於太空領域的全球性，我方盟國是否已成為太空戰決策過程的一部分？

七、安全

- (一) 地表：「永遠別讓敵人取得預料之外的優勢」。
- (二) 太空：包括武器系統在內的太空兵力是否能在戰場環境中生存？是否已考量到作戰安全與誤擊（fratricide）？我方太空扼制點（軌道/時間相位/發射走廊/通訊途徑）、重心（遙測、追蹤、指揮及發射地點）、後勤及指揮架構是否已確認並予以必要保護？我方是否有太空相關的感測器、處理、指揮與通訊途徑的替代方案？是否對敵方的太空戰略、戰術、準則、組織、指揮官與意圖進行評估？

八、奇襲

- (一) 地表：「在敵人尚未備戰的時間或地點對其發動攻擊」。
- (二) 太空：敵人是否知道制太空武器的存在已部署於戰區之武器？這些武器是否已掩蔽了我方作戰模式以利對敵發動奇襲？在一系列奇襲中，是否有足夠制太空武器能用來交互掩護？使用這些武器是否可能被敵方所偵測並溯源至特定國家？即使太空武器的存在眾所周知，其運用的時機與節奏仍可用於奇襲。即使太空武器當前並不存在，威脅使用該武器仍可收奇襲之效。

九、簡約

- (一) 地表：「清晰簡約的計畫與簡潔易懂的指令，用以確保理解無誤」。
- (二) 太空：太空武器相當複雜，敵我雙方非太空指揮官是否能簡單理解太空武器的複雜性以及其運用所產生之效應（他們是否能瞭解

本身已遭受到嚴重戰損)？倘若作戰失敗或成功，制太空作戰是否具有其他後續行動？

伍、執行太空戰的規則

戰略與原則是遂行太空戰的關鍵因素。然而，當戰鬥開始時某些原則將變得至關重要。這類原則將決定勝敗優劣。這些原則為攸關如何在未來打一場太空戰並獲得勝利。⁸更重要的是，在地表上的主要軍事衝突揭開序幕之前，一個精明的敵人將事先在太空關鍵位置部署具威脅性的太空資產，如此一來可將對我方發動奇襲時所需之燃料需求降到最低。倘若國家在地面與太空對太空狀況覺知網路（雷達、光學與情報）有所投資，在即將到來的太空攻擊與遭遇敵人時就能夠早期預警—或可避免地表與太空衝突。

一、人造衛星姿態

衝突前將衛星置於於支配與高生存位置，並增加額外攜行燃料至關重要。

二、太空覺知

敏銳的太空狀況覺知與預測戰場覺知，這兩者將決定所有攻擊性武器的能力。

三、準則與意志

有效的準則與堅決的政治意志是在太空環境中反制敵人軍事行動的必要條件。

四、機動

一枚衛星具經常性地執行大規模、小規模或持續性機動的能力—特別是在太空衝突事前與過程—可說是使敵人持續猜想你的制太空意

⁸ 本文作者根據他在該領域的 46 年經驗制定了這些規則。

圖與計畫的最佳能力（使其目標解決方案變得更加複雜化），特別是當敵人可能缺乏覆蓋全球的太空偵察感測器時最為顯著。

五、不尋常的軌道

不尋常的軌道將會增加敵人判定你意圖的難度，同時亦無法對你的衛星進行快速標定。

六、戰前定位

在最後一刻要改變衛星軌道十分困難（特別是改變衛星的軌道傾角），即時的太空戰鬥僅能運用當地區域現有資源進行。太空部隊無法立即透過跨戰場兵力重整來對突遭攻擊的部隊提供援助。因此，太空資產的戰前定位可能是太空戰略中最重要的部份。這項原則與其他將太空資產機動能力最大化的原則息息相關。

七、太空的價值

由於太空戰是一個嶄新的作戰方式，你的敵人可能完全不瞭解太空對其本身和對手的真正價值何在。這種複雜的屬性可能打亂他律定標定計畫順序的能力，使他耗費了珍貴的衛星機動燃料並限制了太空武器的「發射數量」，因而將時間與節奏上原有優勢讓予對手。

八、政治後果

由於太空戰是一個嶄新的作戰方式，我們的敵人或甚至我們本身可能對於使用太空武器系統所產生的政治面、外交面、經濟面與國際關係面的深遠影響理解有限，特別是衝突過後所帶來的衝擊。

九、有效的準則

由於太空戰是一個嶄新的作戰方式，我們的敵人或甚至是我們本身，對於能有效執行太空戰的最佳理論、準則、戰略、戰術與技術理解有限，兩造均有可能犯下重大失誤。

十、犯錯

由於太空戰是一個嶄新的作戰方式，大部份精心擬定的計畫、準則、戰略、戰術與技術，以及政治、科技與用兵相關的假設一旦被發現是錯誤的，必須馬上拋棄（或者最糟的情況，誠摯擁抱這些觀點將招致挫敗）。這項原則對於衝突雙方來說都很適用，除非其中一方幸運地擁有較另一方更正確的太空準則。

十一、多樣化的太空武器

由於太空戰是一個嶄新的作戰方式，最好能夠擁有各種跨領域、能提供不同行動選項的各種太空武器系統。如此一來，將可增加你準確發展預先計畫與太空準則的機率，用以因應一場類型前所未見的衝突。不要忘了，以前所有戰爭的首批人員傷亡主要是來自衝突前的計畫（pre-conflict plans）。

十二、定義勝利

太空戰的「勝利」這個概念尚未被明確定義。為其創造定義的政治領袖，可能只具有有限的科技或軍事知識，並根據單純的政治、宣傳或失準的準則原理對其進行定義。你的敵人肯定對勝利有截然不同的定義，這也意味著敵我雙方可能都認為他們「贏了」太空衝突並導出完全不同的結論。未來數十年，這種差異將支配著雙方的軍事、政治、外交與經濟（商業與軍購策略）之思維。為了在衝突過後取得有利位置，一個國家戰前擬定太空戰略時，應將各項因素納入考量，包括衝突時的戰略運用、未來政治效應以及敵人與盟國在衝突過後的反應。

十三、太空殘骸

太空衝突期間，雙方可能在太空中製造了太多的殘骸，使得戰敗國在衝突結束後長期不為其他國家所接納。

十四、未來政治效應

在一場主要太空戰爭後，國內協定與國際協議、條約、行為準則與同盟關係都將因為太空領域而出現重大改變。

十五、敵人在衝突結束後的反應

在進行主要太空戰爭後，你的敵手與其他國家將從戰爭後習得若干教訓，並著手建立自己的太空武器系統，即使必須秘密進行亦然。

十六、太空衝突升高階梯（Space Escalation Ladder）

由於太空系統遠端遙控的特性，（特別是低層級太空衝突發生時）世界各國民眾可能被矇在鼓裡而難以得知衝突真相。這種特性為太空衝突升高提供了更多、更細微的階梯層級，讓國家行為者可隱密地展現其決心並傳達堅定的政治訊息。

十七、太空戰本質上就容易導致衝突升高

由於一枚小型且價廉的太空地雷（space mine）即能摧毀一枚大型與價值十億美元的人造衛星，而後者對於執行軍事行動來說又至關重要。考慮到敵人的反衛星武器（Anti-SATellite weapons, ASAT）可能以極高速度逼近而難以防禦。因此，在太空戰中採取攻勢作為可能比防禦措施來得好，這使得太空戰衝突升高本質上不易控制。

十八、快速太空攻擊的可能性

由於太空中的人造衛星遠端遙控的特性，小規模的太空攻擊可能從發動、執行、乃至結束，被攻擊的一方可能都還對攻擊者、攻擊戰略與最終攻擊目標一無所知。還在狀況外的資深政治領袖何時可確認此攻擊行動，並在軍事、政治、外交與經濟面向予以回應？大規模太空攻擊行動的發動、執行與結束可在 24 小時至 48 小時完成。若無足夠與及時的太空狀況覺知能力、堅定與果斷的政治意志，敵人可以輕易

地進入我方的太空「觀察、指導、決心、執行」指管迴路，並造成我方隨之而來的震驚與困惑。

十九、太空展示了升高不平衡

由於太空中的人造衛星遠端遙控的特性，太空偵察資產難以判斷太空攻擊的本質。再者由於太空攻擊的發動、執行與結束可在 24 小時至 48 小時完成，率先發起太空攻擊的一方較可能在太空戰當中獲勝。

二十、隱蔽和奇襲是最重要的

由於太空中的人造衛星遠端遙控的特性，太空偵察資產難以判斷太空攻擊的本質。再者由於太空攻擊的發動、執行與結束可在 24 小時至 48 小時完成，隱蔽和奇襲對於打贏太空戰來說，佔有舉足輕重的地位。

二十一、聯合軍事與商業太空的運用

一枚同時配備軍事與商業系統的衛星，將增加太空衝突升高的可能性，因為一般民眾可以立即發現衛星喪失功能，隨後將對政治人物施壓迫其迅速採取因應行動。在這種情況下，原本可細部調控、穩定合理的衝突升高機制將失控。

二十二、地表系統受益於太空系統

太空衝突的核心在於排除敵方衛星支援其地面軍方部隊與平民人口，而非單純為了摧毀衛星系或在太空戰當中比較毀滅戰績。

二十三、少量太空兵力可以擊敗數量較大兵力

就像過去與現在的許多其他衝突案例一樣，即使太空兵力在數量與技術擁有優勢，卻不保證在所有情況下其可贏得勝利。在數千年的軍事歷史中，存在著以寡敵眾的例子。許多時候，擁有良好準則、計畫、士氣（政治意志）或恰當定位的部隊才會獲勝。這對沒有太多軍

事案例的太空衝突新時代來說仍然是真實無誤的。

二十四、果斷堅決的政治意志

若非除非有果斷堅決的政治意志能夠充分與迅速地運用兵力，太空部隊在數量與技術上擁有優勢是沒有用的。這項規則可能意味者獨裁國家較民主國家佔有優勢，猶豫不決與不確定性將快速地導致外太空作戰失利。

二十五、太空狀況覺知與太空武器射程

敵人如果無法發現並且接近你的關鍵太空設施，那麼的敵方太空武器系統的數量與性能就一點都不重要。因此如果能經常機動調度讓敵人找不到、將衛星部署於不易到達或難以探測的軌道、擁有為數眾多且幾可亂真的衛星誘標，你的敵人就無法真正壓制你。

二十六、公眾意見將使軍事行動受到限制

儘管與地表戰爭相較之下，太空戰爭導致的人員傷亡數量可說是微乎其微但國際輿論會認為進行太空戰爭比地表戰爭在政治上更不能被接受。除此之外，太空戰爭將激發本國國民與全球民眾的想像力，不管是好的或壞的，主要原因是人們無法主動參與太空衝突。

二十七、盟國在太空戰爭無法提供太多的軍事協助

由於未來擁有太空武器系統的國家十分地有限，再加上在國際政治上的敏感性，因此需要隱蔽性。任何一方都可能得獨自地進行。在即將到來的太空衝突中，其盟國將無法或無意願公開提供重大協助。

二十八、太空條約遭到違反

在太空戰爭爆發的最初幾小時內，大多數的太空條約將會遭到違反。在大多數先前的主要地表衝突當中，國際條約也通常遭到違反。由於太空距離我們相當遙遠，有關太空軍事運用的條約更容易遭到忽

視，特別是當全球一般平民甚至可能未能察覺進行中的太空衝突及違約的事實時。

二十九、數據中繼衛星是主要打擊目標

負責數據中繼與遙控指揮其他衛星進入重要太空系統扼制點的這兩類衛星，有可能成為主要的目標。對缺乏全球性衛星地面控制站的國家尤其如此。

三十、防禦與攻擊

當國家在軍事領域擁有較多太空系統時，其亦擁有更多的太空系統用於防衛，在這種情況下，這些國家在科技發展與軍事規劃時，大部份會刻意強調防禦先於攻擊。倘若你的敵人只擁有少量太空系統，也就表示你的攻勢太空武器可攻擊的目標有限，因此你必須強調防禦態勢。除非你相信自身擁完善的太空狀況覺知能力，並知道敵人及其盟國的太空攻擊武器位於何處，並確信能在太空衝突的早期階段，搶在敵人執行其太空攻擊計畫前，標定敵人的太空武器系統或使其功能完全癱瘓。在軍史中，對情報蒐集資產能力的過份自信，經常導致失敗下場。

三十一、太空狀況覺知能力是首要的

由於太空戰中，攻勢對守勢具有內在的不穩定性，對資深軍事與政治領袖來說，配備自動評估演算法的太空監視與識別感測器是相當重要的工具，特別是那些能提供預測性戰鬥空間評估（Predictive Battlespace Awareness, PBA）者。

三十二、太空武器系統未經測試

倘若敵人擁有的太空武器系統未經過實際的持續性戰鬥測試，它們的真實戰力充滿著不確定性，也可能擁有致命弱點。不幸地，相同

的情況亦適用於你所擁有的太空武器系統（無論你相信與否），然而雙方真正的脆弱之處與敗筆可能並不明顯或甚至令人難以置信。即使如此，基於太空戰具有嶄新的性質，請相信這種情況所在多有。

三十三、不同的文化與軍事傳統

由於你和你的敵人具有不同的文化與軍事傳統，所以他們的不同觀點使他們更有可能偵測到你太空武器系統毫不起眼的致命弱點，反之亦然。

三十四、你總是脆弱的

和遠古以來的其他軍務一樣，人們在高壓戰鬥下特別地聰明機敏，你的敵人最終將會發現你的弱點，同時攻破你自以為固若金湯的防線。

三十五、果斷的指揮官

對於那些在戰爭中擁有大致相等的太空戰力的國家來說，主要的決定性因素可能是哪個國家可能有幸發現並相信一個具有決斷力的指揮官，他須是一位在太空戰組織、準則、戰略與戰術各方面的天才。基於太空戰爭非傳統的特質，這個前提尤其重要。此外，在太空戰爭獲得勝利的關鍵性因素還有一國政治人物對軍事事務干涉降到最低（雖然有可能會「失去」和平）。

三十六、幾乎無人傷亡

由於太空戰甚少造成人員的傷亡，因此相對地面戰鬥，指揮官在計畫與執行時特別地果斷堅決與冷酷無情。前美國空軍太空司令部副司令 Roger G. DeKok 中將曾指出：「人造衛星沒有母親」。⁹此外，士氣與勇氣在太空戰場上較不重要性，雖然指揮的果斷仍是一個關鍵性因

⁹ 作者與該員的親身對話內容。

素。

三十七、低成本的攻擊武器

由於衛星在地球軌道以極高速度運轉，無人能真正為太空航具裝上適切的鎧甲。一枚小型且價廉的太空地雷即可摧毀你執行重要軍事任務所需、造價十億美元的大型衛星。

三十八、太空「戰爭迷霧」

潛在的混亂被稱為「戰爭迷霧」，在地表戰爭這是有據可考的。對太空戰而言，這種情形有可能更加地惡化，原因在於這種衝突發生在嶄新的戰區，這個戰區除距地表遙遠外且範圍涵蓋全球。

三十九、商業衛星自求多福

太空衝突期間，商業衛星操作者期盼軍方能對其太空系統提供保護，這可能會令其感到失望。

四十、清單的脆弱性

衛星操作者被訓練要依清單行動對回應不尋常的情況，如此一來極可能被一個聰明的敵人愚弄與操控，尤其在對抗環境下和高司單位的通訊受到阻絕或失能時。¹⁰

陸、太空衝突升級的控制

太空衝突全面升高可能加劇或甚至引發地表衝突。太空戰的一個重要面向，就是在衝突發生時將武器運用與作戰區域限制在特定的層級。此外，太空在衝突上升階梯上提供了更多梯級階段，而國家能藉此展現其決心。當我們的衛星遭到摧毀尚未展開任何反擊前，華府的資深領導人可能會要求絕對的證據來證明誰是攻擊來源。由於反衛星

¹⁰This rule was suggested by Paul Day, Space Command and Control Requirements Lead, Headquarters Air Force Space Command, Peterson AFB, Colorado.

武器不太不可能會在其兩側漆上巨大的紅星，同時攻擊行動亦可能含有西方製造的零組件，想要快速溯源將十分棘手。就本質言，這會使國家領導階層的決策陷入自我嚇阻與癱瘓的狀況。當前，倘若一枚衛星停止運作，找出真正原因可能需要數周至數月的時間，最後仍只能對其原因進行猜測，因為這些太空系統通常難以被直接觀察。基於美國的敵人八成不會跟著出現自我嚇阻的狀況，最終結果就是在美國察覺到戰爭開打之前，太空站可能就已經結束了。

下列各個表格為我們提供了一個初步操作依據，指出何種行動會引發我們的潛在敵國以升高方式予以回應。表 1 指出依據既有衝突層級，何種攻擊方式會被各方所允許。換句話說，倘若潛在敵國與其盟國正處於承平時期，那麼跟傳統戰爭已經爆發比起來，自然對於各類武器的運用將多有限制。大概僅有探查與可反轉的網路攻擊（reversible cyber-attack）被允許於承平時期運用，破壞力更大的攻擊行動則僅能於戰時執行。¹¹在此必須提及，這些表格將地表戰與太空衝突予以區分，因為後者可能難以為一般平民所察覺。最後，使用武器的授權層級僅適用於特定衛星，這些衛星所覆蓋和支援的地表區域正發生衝突，所以使其成為具有正當性之目標。攻擊衝突區域之外的人造衛星，使用武器的授權就有更多限制。

表 1、使用武器的接戰規定

戰爭層級	接戰規定 (Rules of Engagement, ROE)				
	欺敵	中斷	阻卻	使其失能	摧毀
和平	是	可能	否	否	否
太空危機	是	是	是	否	否
傳統地表戰	是	是	是	否	否
傳統地表戰與 太空衝突	是	是	是	是	是

資料來源：翟文中、蔡榮峰翻譯自作者原稿，並重製表格。

¹¹ See app. 3, “Space Glossary List,” for definitions of the differing levels of space attacks. The appendices for this article are available online only at https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/SSQ/documents/Volume-13_Issue-4/SzymanskiAppendices.pdf.

表 2 顯示對不同衝突層級相對應的武器的授權層級。使用武器授權層級定義於附錄當中，是以空戰準則發展而成。¹²倘若使用武器強度超過處理特定衝突需要時，表 3 則提供了衝突升高的可能性。請注意，這些都涉及到對於衝突層級與武器強度的感知程度，而當事涉太空戰時，你的對手使用的可能是另一本完全不一樣的教戰守則。由於太空距離我們十分遙遠，使得情況更是如此，因為這增加了能夠對衛星事故刻意推諉不知的可能性。

表 2、潛在衝突升高（假設衛星無法對其責任區域或衝突現場提供支援）

戰爭層級	使用武器的授權層級				
	太空絕對管制	太空獨立作戰	太空武器待命	太空武器停止射擊	太空武器自由射擊
和平	是	否	否	否	否
太空危機	是	可能	可能	否	否
傳統地表戰	是	是	是	可能	否
傳統地表戰與太空衝突	是	是	是	是	可能

資料來源：翟文中、蔡榮峰翻譯自作者原稿，並重製表格。

表 3、潛在衝突的可能性（假設使用武器將使衝突升級）

戰爭層級	使用武器的授權層級				
	太空絕對管制	太空獨立作戰	太空武器待命	太空武器停止射擊	太空武器自由射擊
和平	0%	10%	20%	80%	90%
太空危機	0%	20%	30%	90%	90%
傳統地表戰	0%	30%	50%	100%	100%
傳統地表戰與太空衝突	0%	20%	30%	40%	50%

資料來源：翟文中、蔡榮峰翻譯自作者原稿，並重製表格。

¹² 本文附錄僅提供線上英文版本，請見 https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/SSQ/documents/Vol-ume-13_Issue-4/SzymanskiAppendices.pdf。

最後，表 4 表現了潛在太空衝突的上升階梯，其與一個地表戰的升高階梯相相互連結。¹³ 這種排列顯示出太空與地表衝突兩者如何相互影響，及由一個領域溢出（spill over）至另一個領域的可能性。儘管太空戰也可能發生在沒有地表衝突的時候，但太空衝突不必要的升高情勢，也可能導致地表戰爭的爆發或升高情勢。此外，太空衝突升高的階梯不一定有先後順序，衝突可能在任何梯級突然爆發。可以想像在未來，輸掉太空站的國家甚至可能不會想打地表戰並直接停止反抗。

表 4、太空衝突升高階梯

地表戰役階段	太空戰役階段全名	升高層級	升高效果
階段 0: 戰前集結 (形塑)	第一波攻擊階段 A— 戰前嚇阻	戰前嚇阻	嚇阻、阻卻
階段 0: 戰前集結 (形塑)	第一波攻擊階段 B— 戰前勸服	勸服	嚇阻、阻卻
階段 0: 戰前集結 (形塑)	第一波攻擊階段 C— 戰前隱蔽	隱蔽	嚇阻
階段 1: 部署/嚇阻	第二波攻擊— 平戰轉換期嚇阻	平戰轉換期嚇阻	嚇阻、阻卻、 中斷
階段 2: 制止入侵 (取得主動)	第三波攻擊階段 A1— 地表至太空的 暫時部份效果	來自地表的 暫時部份殺傷	嚇阻、阻卻、 中斷
階段 2: 制止入侵 (取得主動)	第三波攻擊階段 A2— 地表至太空的 暫時整體效果	來自地表的 暫時整體殺傷	中斷
階段 3: 空中反擊 (支配)	第三波攻擊階段 B1— 太空對太空的 暫時部份效果	來自太空的 暫時部份殺傷	延遲、阻卻
階段 3: 空中反擊 (支配)	第三波攻擊階段 B2— 太空對太空的 暫時整體效果	來自太空的 暫時整體殺傷	中斷
階段 4: 聯合反擊以	第四波攻擊階段	來自地表的	使其失能

¹³ 作者於 10 年前發展了該表中的資訊內容。

復原至戰前有利狀態 (穩固邊境)	A1— 地表至太空的 永久部份殺傷	永久部分殺傷	
階段 4: 聯合反擊以 復原至戰前有利狀態 (穩固邊境)	第四波攻擊階段 A2— 地表至太空的 永久整體殺傷	來自地表的 永久整體殺傷	摧毀
階段 5: 聯合反擊以 佔領首都 (促立新 政權)	第四波攻擊階段 B1— 太空對太空的 永久部分殺傷	來自太空的 永久部分殺傷	使其失能
階段 5: 聯合反擊以 佔領首都 (促立新 政權)	第四波攻擊階段 B2— 太空對太空的 永久整體殺傷	來自太空的 永久整體殺傷	摧毀、嚇阻
階段 6: 防禦敵人對 我友盟施以反擊	第五波攻擊— 太空對在軌人員的 永久性殺傷	太空—太空對 在軌人員的永 久性殺傷: 殺 死敵國太空人 員	使其失能、摧 毀
階段 6: 防禦敵人對 我友盟施以反擊	第六波攻擊— 太空對地球的 永久性殺傷	太空對地球的 永久性殺傷	使其失能、摧 毀
階段 7: 防禦敵方太 空核攻擊我軍	第七波攻擊— 針對太空使用核生 化武器	針對太空使用 核生化武器	使其失能、摧 毀
階段 8: 防禦敵國對 我友盟軍事目標的 核生化攻擊	第八波攻擊階段 A— 針對太空與地表的 軍事目標使用核生 化武器	針對太空與地 表軍事目標使 用核生化武器	使其失能、摧 毀
階段 9: 防禦敵人使 用核生化武器攻擊 所有友盟標 (軍事 與平民)	第八波攻擊階段 B— 針對太空與地表的 平民目標使用核生 化武器	針對太空與地 表的平民目標 使用核生化武 器	使其失能、摧 毀
階段 10: 結束敵對 狀態 (重建與穩 定)	第九波攻擊— 戰後嚇阻	戰後嚇阻	外交行動

資料來源：翟文中、蔡榮峰翻譯自作者原稿，並重製表格。

下列為太空衝突升高階梯每一層級所允許使用的太空武器類型：

一、第一波攻擊階段 A—戰前嚇阻

公開武器測試與部署；條約；武力恫嚇；太空聯盟；常規的太空監視；追蹤與偵察活動；衛星接近偵測器（Satellite Close Inspectors）。

二、第一波攻擊階段 B—戰前勸服

外交需求與新措施（Démarches）；經濟行動；禁運；法律行動；行政活動；播送宣傳廣播；干擾宣傳廣播；增加間諜與監視活動；太空監視與追蹤活動異常地增加；對敵人的盟國進行威脅；機動迴避攻擊。

三、第一波攻擊階段 C—戰前隱藏

偽裝；停止活動；機動；隱匿科技發展；小規模秘密特戰部隊攻擊；網路攻擊；違反國際條約的各項秘密行動；切斷終止外交關係；激化社會的分裂與騷動；使用致命性武器對付本國的人民（獨裁政權）；動員部隊；提升軍事預警層級；刻意機動靠近敵人衛星展現威脅；揭露秘密計畫用以做為威脅；重要衛星進入戰力保存模式（War-Reserve Mode）或是開始隱蔽；隱藏資深領導階層；在敵人運用的軌道上強化其輻射環境（radiation environment）；啟動衛星防衛措施；調動國際太空站上的本國籍太空人執行軍事偵察與監視任務；對全球發送欺騙與偽造的衛星軌道追蹤資訊。

四、第二波攻擊—平戰轉換期嚇阻

挑釁佯攻；連環攻擊；示威攻擊；代理人國家攻擊；封鎖；大規模秘密特戰部隊攻擊；恐怖份子攻擊；對祕謀破壞者就地正法（Summarily Execute Saboteurs）；逮捕與隔離涉嫌的恐怖份子；反衛星系統待命；啟動衛星自衛機制；反飛彈防禦待命；空防系統待命；武裝國際太空站的盟國太空人。

五、第三波攻擊階段 A1—地表至太空的暫時部份效果

延遲；阻卻；秘密暗殺敵國外交使節；使用雷射炫目武器（laser dazzler）使敵國的太空人暫時失明；公開對敵國衛星系統發動電戰。

六、第三波攻擊階段 A2—地表至太空的暫時整體效果

中斷太空系統（造成太空系統功能暫時性受損，通常不會實體損傷到成為太空碎片的程度）。

七、第三波攻擊階段 B1—太空對太空的暫時部份效果

延遲或阻卻太空系統（造成太空系統暫時失能，通常沒有實體損傷）。

八、第三波攻擊階段 B2—太空對太空的暫時整體效果

中斷太空系統（造成太空系統暫時失能，通常不會實體損傷到成為太空碎片的程度）。

九、第四波攻擊階段 A1—地表至太空的永久部份殺傷

使太空系統失能（造成太空系統暫時失能，通常伴隨實體損傷）

十、第四波攻擊階段 A2—地表至太空的永久整體殺傷

摧毀太空系統，亦包括摧毀太空相關的地面場站、直接上升型反衛星飛彈（direct-ascent ASAT missiles）、反飛彈武器系統。

十一、第四波攻擊階段 B1—太空對太空的永久部份殺傷

使太空系統失能；宣佈實施戒嚴；轟炸敵方主要人口區域。

十二、第四波攻擊階段 B2—太空對太空的永久整體殺傷

摧毀太空系統；威脅將逮捕敵國在國際太空站的太空人。

十三、第五波攻擊—太空—太空對在軌人員的永久性殺傷

摧毀、逮捕敵國在國際太空站的太空人或使其失能。

十四、第六波攻擊—太空對地球的永久性殺傷

摧毀敵國的地面系統或使其失能。

十五、第七波攻擊—針對太空使用核生化武器

使其失能、摧毀之、要求核武防衛部隊備戰。

十六、第八波攻擊階段 A—針對太空與地表的軍事目標使用核生化武器

摧毀太空與地面系統或使其失能。

十七、第八波攻擊階段 B—針對太空與地表的平民目標使用核生化武器

摧毀太空與地面系統或使其失能。

十八、第九波攻擊—戰後威懾

外交請求；經濟型動；法律行動；行政活動；干擾宣傳廣播；強制人口重新安置。

柒、太空衝突終止標準

根據聯合作戰出版品 5.0《聯合作戰規劃》指導，任何作戰規劃的第一步都是必須說明終止戰爭（投降）的標準為何。¹⁴此成功定義的標準可為以後的作戰提供參考，包括軍事目標，效果，任務和行動方針。對地表作戰而言，衝突終止標準簡明易懂，諸如朵取並控制領土、罷黜獨裁者與摧毀敵國軍事能力等等。然而，對太空戰而言，終戰標準就並非如此顯而易見。任何一方能攻佔具有主權意義的太空領域、完全阻卻對方使用太空武器或限制對方進入特定軌道嗎？

儘管並非十分詳盡，在下文中列舉了若干可能終止太空戰爭的標準，提供讀者參考。¹⁵太空戰爭的參戰方可依政治現實、其盟國對於防

¹⁴ JP 5-0, *Joint Planning*, IV-19–IV-20.

¹⁵ 完整表列僅提供線上英文版本，網址同註腳 12。

止爆發下一場太空衝突的決心，採用這些標準作為太空戰終戰依據。

一、戰爭的政治目標已達成。

二、降低敵人太空部隊能力的目標已達成。

三、敵人裁減太空軍備成為事實。

四、敵我間的太空軍力平衡已對其形成了威懾，未來十年內無法對我發起任何的太空攻擊。

五、敵方將其衛星從可立即威脅我方重要太空資產的區域移走。

六、敵方失去戰場解析度低於 1 公尺的觀測能力。

七、敵國開放太空發射基地、火箭燃料製造設施與太空研究設施接受檢查。

八、敵國揭露其地表反衛星武器的位置與計畫。

九、敵國對我方與中立國太空系統永久失能/損毀提供戰爭賠償。

十、敵國擬定計畫清除其軍事行動所造成的太空殘骸。

十一、敵方已將其偵測型衛星的控制權交給我方。

十二、敵方交出部分國際分配的地球同步軌道位置（geosynchronous orbital position slots）。

十三、敵方太空指揮中心建立與我方太空指揮中心的熱線。

十四、敵方保證後續太空發射皆會於三十天前預告。

十五、任何敵方衛星不得接近我方重要衛星 100 公尺範圍內。

十六、敵方 80% 的衛星在軌加油站點與加油衛星已關閉。

十七、阻止敵方輸入敏感性太空科技與次系統的禁運機制已經建立。

十八、敵方應在其未來發射的衛星上安裝訊號追蹤器（tracking beacons），我方應建立宣示性政策，表示未來十年內若敵方衛星未安裝訊號追蹤器，將立即遭我方摧毀。

十九、未來十年，敵方對任何其進行的太空任務必須正式說明。這些任務必須接受我方查證，敵方衛星執行秘密任務一但被發現，將

立即遭到摧毀。

捌、結論

軍史上諸多例子顯示，具有軍力優勢的一方敗給了屬於技術劣勢的一方，主因在於後者較靈活有彈性，同時運用較佳的準則概念進行戰鬥。這種不對稱會因為衛星距離遙遠的特質而更加強化，因為更難以驗證誰正發動何種攻擊、欲達到何種目的。此外，在這個嶄新的作戰領域還沒有任何經過驗證準則概念、保證可達成指揮官所欲的效果。

美國應該建立一個新的組織，用以發展先進太空戰理論、政策、準則、戰略與戰術來支援新的太空軍，例如蘭德公司的空軍計畫（Project Air Force）與艾羅約中心（Arroyo Center）。這個新組織應該是了解太空軍事行動之方法和技術的主要中心。我們需要一個適用太空權的嶄新戰略理論，如同馬漢（Mahan）、杜黑（Douhet）與密契爾（Mitchell）發展的古典空權與海權理論，或甚至是孫子或克勞塞維茨（Clausewitz）的戰爭通論。為了發揮作用用，這些新概念必須能影響美國太空與地表戰爭指揮者與規劃人員。下文所列各項提議，可以協助整個新組織順利開展相關任務：

- 一、發展測試嶄新太空準則概念的模式暨模擬（models and simulations）技術。
- 二、對重要太空戰主題的演講與討論會提供贊助。
- 三、透過商業承包商與其他政府機構，對前項議題的進一步研究給予贊助與資金。
- 四、對太空戰研究報告傑出者提供贊助獎金。
- 五、參與或資助太空戰相關兵棋推演，包括太空對地表戰衝擊的兵棋推演。
- 六、提供軍事太空課程教材。

- 七、於軍事與太空期刊發表文章。
- 八、贊助軍事院校內增設太空相關職位。
- 九、贊助學生參加太空研討會。
- 十、支持將太空戰概念納入《聯合出版品 5-0》與《聯合出版品 3-14》太空作戰 (*JP-14 Space Operations*) 等軍事準則文件——這兩者對執行太空戰均略嫌不足，需要更明確的指引。
- 十一、確保盟國參與新機構，大幅擴大新概念的發展，參與環境最好是聯合與混編的情況（諸如北約）。

這個新的太空準則智庫初期規模可能很小，其核心成員由分析師與若干模式與模擬人員所組成。著名的太空與軍事專家可暫時擔任諮詢者與兼職顧問的工作，這些顧問可以是資深退休軍官、政府行政官員、外交官員、情報參謀、政治專家也可能是國際夥伴。

多年來，作者不斷提議美國國務院應該要被納入太空武器理論科技與系統研究的長期架構規劃之中。軍方花了多年時間並投入了數十億美元發展特定型式武器，然而卻常遭國務院卻禁止運用。倘若美國國務院在武器開發循環的初期即已涉入，外交考量就能在投入時間與預算之前的設計或選擇武器領域階段，先行提出。如此一來，美國國務院也能夠在需要發展新的太空條約，或是重新談判修訂舊條約時，提出合理適當建議。

初期智庫的骨幹不僅應有太空專家，同時應將非太空但具廣泛地表戰鬥經驗的各軍人員納入，如此才能確保自由廣泛的思維激盪並與地表作戰計畫相結合。這些核心參謀可為美國太空部隊發展嶄新的概念與準則。

未來太空戰已近在咫尺，然而其理論、準則、戰略與戰術仍充滿著不確定性。不論您是否相信太空戰的可能性或是全力試圖阻止其發生，太空衝突終究會出現，因為當強權在地表衝突越演越烈，太空的

重要性使其早已不可能再是單純的庇護所。太空與地表戰場的終局緊密相連，儘管太空衝突產生的傷亡人數的確會比地表衝突要少得多。

作者

希曼斯基 (Paul S. Szymanski) 現為網站「太空戰略中心」(Space Strategic Center) 執行長，其曾在美國空軍、陸軍、海軍與地表戰隊服務，從事太空與飛彈系統發展長達四十六年之久。他研究的領域涵蓋外太空戰理論、政策、準則、戰略、戰術與科技及太空戰鬥管理與兵棋推演、太空太空狀況覺知、太空戰力保存/韌性 (space survivability/resiliency) 與太空預測戰場覺知 (space predictive battlespace awareness)。他曾在五角大廈、洛杉磯的太空與飛彈系統中心以及空軍研究實驗室與空軍參謀共事，亦曾於加州中國湖 (China Lake) 從事飛彈系統野戰測試，個人檔案參見 www.linkedin.com/in/PaulSzymanski。

譯者

本文譯者翟文中為財團法人國防安全研究院特約研究員；蔡榮峰為澳洲國家大學戰略及外交碩士，現為財團法人國防安全研究院國家安全研究所政策分析員。

譯文來源

Paul Szymanski, "Techniques for Great Power Space War," *Strategic Studies Quarterly*, Winter 2019, pp.78-104.

美國太空軍及未來太空安全挑戰

舒孝煌

中共政軍與作戰概念研究所

壹、前言

美國太空軍（U.S. Space Force, USSF）是美軍專責太空作戰的軍種，為繼陸、海、空軍、陸戰隊、海岸巡防隊之後的第6個軍種，這也是自1947年美國空軍成立後，第一個新建的武裝部隊。美國太空軍成立不僅是成立新軍種，也是在面對日益增加的太空威脅，以及面對中國及俄羅斯將太空快速軍事化的競爭，整合相關太空資源、所提出的具體作為，然而要使太空軍發揮應有角色，建立太空秩序，並確保美國太空優勢，拜登政府雖已確立繼續支持太空軍的發展，太空軍也在2020年提出太空作戰準則，然而其挑戰仍十分巨大，包括應付俄、中在太空的發展、建立太空秩序、以及確保美國在太空的優勢。

貳、太空軍成立及演進

太空軍在2019年12月20日，前總統川普在安德魯空軍基地（Andrew AFB）簽署2020年國防授權法案（2020 National Defense Authorization Act, NDAA），正式宣布太空軍成立。¹拜登上任後也重申全力支持太空軍，以及航空太空總署的新登月計畫，以確保能維持美國太空優勢。²

一、太空軍組織及任務

太空軍是在美國空軍太空司令部（Air Force Space Command）的基礎上建軍，仍由空軍部長領導，向國防部長報告，最資深軍官是太空

¹ “With the stroke of a pen, U.S. Space Force becomes a reality,” USAF, December 20, 2019, <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2046061/with-the-stroke-of-a-pen-us-space-force-becomes-a-reality/>.

² “Biden’s declaration of support puts Space Force on firmer ground,” *Spacenews*, February 21, 2021, <https://spacenews.com/on-national-security-bidens-declaration-of-support-puts-space-force-on-firmer-ground/>.

作戰司令 (Chief of Space Operations)，其階級為四星上將。除非太空軍軍職擔任參謀首長聯席會議的主席或副主席，否則這位最高階軍官將負責指揮與監督太空軍各單位，並成為參謀首長聯席會議的成員之一。³ 首位太空軍司令是雷蒙德上將 (Gen. John W. “JAY” Raymond)，接受空軍部長指揮。

太空軍與太空司令部 (US Space Command) 雖然名稱類似，但角色與任務不同，太空軍與其他軍種相同，負責組織、訓練及裝備太空部隊，不負責指揮作戰。太空司令部則是美國單一作戰司令部的其中之一，原在 2002 年解編後併入戰略司令部 (Strategic Command)，2019 年復編，向總統及國防部長負責，負責指揮及執行太空作戰任務，包括太空軍或其他軍種的太空任務部隊。⁴ 太空司令部司令與其他作戰司令部相同，可由各軍種資深軍官出任，但也可由太空軍司令兼任，首位司令即為雷蒙德上將，2020 年則由陸軍上將迪金森 (James H. Dickinson) 接任。

目前太空軍下轄太空作戰司令部 (SpOC) 及西部太空作戰司令部 (SpOC West)。太空作戰司令部麾下部隊稱為「三角」(Delta)，而不再是空軍的「翼」(Wing，即聯隊)，顯示其欲建立自己的組織文化。

表 1、美國太空軍組織架構表

單位	任務	備註
太空作戰司令部 SpOC	執行太空作戰任務	
西部太空作戰司令部 SpOC West	執行太空作戰任務，指揮旗下 9 個 Delta，2 個發射聯隊，2 個基地	由太空作戰司令部副司令指揮，同時也兼任聯合部隊太空單位司令部 (Combined Force Space Component Command) 司令，指揮美國各軍種及聯

³ “ABOUT THE SPACE FORCE,” U.S. Space Force, <https://www.spaceforce.mil/About-Us/About-Space-Force/>.

⁴ “Space Command to launch Aug. 29,” *Defense News*, August 20, 2019, <https://www.defensenews.com/space/2019/08/20/space-command-to-launch-aug-29/>.

		軍部隊之太空資產
Delta 1	負責太空戰備及訓練	又稱 Space Training and Readiness (STAR) Delta Provisional
Delta 2	太空領域監控	
Delta 3	太空電子戰	
Delta 4	飛彈預警	
Delta 5	指揮管制	
Delta 6	網路戰	
Delta 7	情報、監視及偵察	
Delta 8	定位、導航、計時及通訊	
Delta 9	軌道作戰	
Launch Delta30	西岸太空發射任務	太空系統司令部 (Space Systems Command) 成立後，該 2 單位改劃歸旗下
Launch Delta45	東岸太空發射任務	
Peterson-Schriever Garrison	任務及醫療支援	
Buckley Garrison	任務及醫療支援	
太空及飛彈系統中心 Space & Missile Systems Center		未來將改為太空系統司令部

資料來源：US Space Force，<https://www.spaceforce.mil/>。

太空軍的職責是保護美國的太空利益、阻止藉由太空進行的侵略，以及遂行太空作戰任務，其主要任務包括組織、訓練及裝備太空部隊，保護美國及盟邦太空利益，提供美國各軍種太空相關能力，發展軍事太空專業能力，採購軍事太空系統、發展制太空權 (space power) 的相關軍事準則，及為各作戰司令部提供太空部隊。⁵

太空軍仍歸美國空軍部管轄，成為空軍部底下兩個平行的軍種，一個是美國空軍，另一則是太空軍，但太空軍將運用美國空軍 75% 的太空資源，以降低成本，空軍並提供支持，包括基本運作、後勤、文職人員管理、審計等。太空軍原架構由空軍衍生而來，直到今年

⁵ “USSF Mission,” U.S. Space Force, <https://www.spaceforce.mil/About-Us/About-Space-Force/Mission/>.

(2021) 4 月，太空軍終於吸納陸軍及海軍的太空單位，並盡快轉移至太空軍麾下。⁶

太空軍有獨立預算，確保獨立於美國空軍之外，並負責所有太空採購計畫。太空軍將會納入國防部內所有負責與支持太空任務的軍職及文職人員，以利集中管理太空專業人員，同時可能設立太空作戰、情報、工程、科學、採購及網路等的相關職務專長，不過在創建之初，美國國防部將同意跨軍種的通用職務轉移及平行調動。

二、美國太空部隊演進

美國空軍在越戰時代即運用太空支持作戰任務，1970 年代開始發展衛星定位系統 (GPS) 及太空通訊系統，1960 至 70 年代，太空任務歸空軍的航空太空司令部管轄，但在 1980 年解散，其太空監視及飛彈預警任務轉移至戰略空軍司令部，不過在空軍的準則中，則是首度將太空視為是任務領域之一。

但美國空軍認知其太空軍事任務的不足，相關太空資源分散在戰略空軍司令部、空軍系統司令部及航太防禦中心。1982 年 9 月，美國空軍太空司令部 (Air Force Space Command, AFSPC) 創設，成為空軍的主要司令部之一，負責所有空軍的太空任務，包括飛彈預警、太空發射任務、衛星控制、太空監控、衛星通訊等。在 1991 年第一次波斯灣戰爭時，太空任務對美國作戰發揮關鍵作用，並在 1990 年代完成 GPS 系統及軍事戰略及戰術中繼衛星 (Military Strategic and Tactical Relay, MilStar) 的建立。

2001 年時美國即有獨立建立太空部隊的考慮。這年設立，由前國防部長倫斯斐 (Donald Rumsfeld) 主持的「太空委員會」(Space Commission)，成立目的在審查太空組織發展，結論認為美國需要發展太空獨立作戰的準則、概念及能力，包括可在太空部署的武器。太空委員會並認為，空軍只把太空任務視為是次要任務，在空中作戰之

⁶ “Space Force Finalizing Plans to Absorb Army, Navy Systems,” *Airforce Magazine*, April 21, 2021, <https://www.airforcemag.com/space-force-finalizing-plans-to-absorb-army-navy-systems/>.

後，因此建議在空軍內創設太空部隊，長期目標則是建立一支專責太空的軍事部門。

經過 20 年，終在 2017 年，兩黨協議在空軍麾下建立一支太空部隊，以免太空任務長期被當成次要任務，不過提案在協商時被參院刪除。但在川普支持下終告復活。繼 2018 年 3 月演講中提議獨立建立太空軍，6 月在國家太空委員會（National Space Council）中，他再指示國防部開始太空軍的建軍程序。美國國防部也依指令，在同年 8 月提出規劃草案，預計整併空軍的太空司令部、海軍的太空和海上作戰系統司令部（Navy's Space and Naval Warfare Systems Command）、海軍衛星作戰中心（Naval Satellite Operations Center）和陸軍第一太空旅（1st Space Brigade），以及相關軍職及文職人員，並在 2020 國防預算中進一步確定。

三、拜登政府太空政策的挑戰

2019 年 2 月，川普簽署太空政策命令第四號，指示將太空軍設在空軍指揮之下，直到創立獨立負責太空軍事事務的太空軍部（Department of Space Force）為止。成立太空軍被認為是川普的政策，拜登上任後外界認為拜登對太空軍及太空政策興趣不高，從未對太空政策表示意見，可能會將太空軍重新歸回空軍建制，不過 2 月拜登政府澄清外界傳聞，表示拜登全力支持太空軍，也支持航空太空總署的新登月計畫。⁷另外，太空軍預算及人事任命均經國會聽證會後同意，該軍種的存廢並非行政機關所能單獨決定。

拜登未來最重要的國家安全議題之一，即是如何應對俄羅斯及中國在太空對美國的威脅。⁸ 太空軍本身也面臨諸多挑戰，包括太空軍未來發展、太空交通管理、國防太空計畫現代化、以及 2024 年的登月計

⁷ “Biden's declaration of support puts Space Force on firmer ground,” *Spacenews*, February 21, 2021, <https://spacenews.com/on-national-security-bidens-declaration-of-support-puts-space-force-on-firmer-ground/>

⁸ “HOW SPACE BECAME THE STAGE FOR THE NEXT BIG 'POWER GRAB' BETWEEN US AND CHINA,” *New York*, Jan. 26, 2021, <https://www.firstpost.com/tech/science/how-space-became-the-stage-for-the-next-big-power-grab-between-us-and-china-9239621.html>.

畫。外界擔心太空軍是川普的政策宣示，在拜登任內其受關注程度恐降低，為維持美國太空優勢，拜登將在今年提出太空軍的擴編計畫，包括將空軍、海軍及陸軍人員中抽調，進一步整合各軍種的太空人員。

參、太空軍與美中太空競爭

美國建立太空軍，不僅是建立一支獨立軍種，因美國面對中國及俄羅斯在太空領域的挑戰，除了要確保美國太空優勢，保衛其太空資產外，也要建立新太空秩序，因此建立僅 2 年的太空軍責任與挑戰極為艱鉅。

一、中、俄太空發展挑戰美國優勢

美國在太空領域最大的挑戰者，在冷戰時代一直是前蘇聯，而現今俄羅斯仍持續部署反衛星飛彈，以及軌道殺傷載具，擴大其反太空能力，而過去 10 年中，俄羅斯的挑釁行動日益升高；此外中國也在努力追趕，其發展太空的意圖並非良性或是和平意圖，中國發展廣泛的反太空能力，包括地面反衛星能力、反衛星飛彈、軌道反衛星武器、太空電子戰，以及直接能武器，這些都不是屬於和平用途，另外中國也將太空、網路、電子及心理戰集中至戰略支援部隊統籌運用，說明中國對太空能力的重視。

目前美國、中國、俄羅斯三大太空發展領先國家，都在致力將太空軍事化，三大國均在使用類似的技術，例如太空接合及近距離運動，即讓衛星在另一枚衛星旁邊進行運動。中國可能已經在為這種太空系統進行近距離機動的演練，中國早在 2007 年就在發展專供反衛星的中段飛彈防禦系統；俄羅斯也將極大精力放在發展相對的領域，例如一種地面發射的 A-235「努多爾」(Nudol) 反衛星彈道飛彈系統、一種 1980 年代發展的技術，使用一架 IL-76 運輸機，以大型雷射損壞或「致盲」衛星（使其偵測能力失效），以及衛星使用的核反應爐，以為電子戰衛星提供動力。美國前副總統龐斯（Michael Pence）指出，「一

些國家」正將新式武器帶進太空，從反衛星武器、太空雷射、難以追蹤的極超音速飛彈，以及其他具有高度威脅性的行動，這些競爭對手一直在發展及運用科技，將美國的繁榮及安全置於危險中。⁹

這說明美國成立太空軍在確保其太空優勢的重要性，也顯示主導太空已是美國的當務之急。然而太空軍必須獲取必要的資源，獲得適當裝備及技術，同時向美國大眾、政治人物及國防產業說明美國在太空優勢地位的威脅，以及對新興軍事太空力量的要求。¹⁰

二、改革採購計畫引進新興技術

美國智庫「總統及國會研究中心」(Center for the Study of the Presidency and Congress, CSPC) 在一份報告「在國家太空安全保持優勢」(*Maintaining Momentum In National Security Space*) 指出，若太空軍不進行採購改革，將會在與俄羅斯及中國的太空競爭中失敗。太空軍雖已獨立，並且在定義自己的文化，小型採購計畫也見到創新，但其大型採購計畫仍依循舊方式，由大型集團全包，目前「聯合發射聯盟」(United Launch Alliance, ULA) 及「太空探索技術公司」(Space Exploration Technologies Corp, Space X) 以 60% 比 40% 的比例平分 2022 年至 2027 年間所有太空軍及國家偵察局的發射合約。美國應獲得更為多元化的太空發射能力，開發更多類型的太空載具，以及更多發射選擇，讓更多公司有機會將新的發射技術引進太空體系。該報告並建議拜登政府要維持太空軍的發展動力，並將「國家安全太空產業」視為是一個完整體系，並有必要建立以美國為首，基於規則的多邊秩序，納入太空軌道、包括月球在內的其他星體等。¹¹

另外，商用太空服務也在美國軍方的衛星發展及太空發射上扮演

⁹ 〈美國創建太空軍 應對中國俄羅斯競爭與威脅〉，《BBC 中文網》，2019 年 12 月 21 日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-50878499>。

¹⁰ “It’s imperative America preserve its space power advantage,” *Defense News*, April 27, 2021, <https://www.defensenews.com/opinion/commentary/2021/04/27/its-imperative-america-preserve-its-space-power-advantage/>.

¹¹ “US ‘Will Fail’ If Space Acquisition Doesn’t Reform: CSPC,” *BreakingDefense*, May 4, 2021, <https://breakingdefense.com/2021/05/us-will-fail-if-space-acquisition-doesnt-reform-cspc/>.

重要角色，但太空軍未來將對這些商用太空服務進行更大整合，尋求更快速的技術創新，也創造更多讓小型及非傳統供應商合作的機會，也讓廠商能與軍種有更多互動機會，因此太空軍需要與民間企業建立更緊密的聯結。¹²

三、太空軍裝備及任務

美國將太空發展重點置於防禦性反太空能力及太空情況覺知（Space Situational Awareness, SSA），其他包括太空電子戰能力、太空會合及鄰近作戰（rendezvous and proximity operations, RPO）能力、以中段（middle-course）飛彈攔截系統對付低軌道衛星、太空直接能武器（如雷射）。美國最受矚目的太空裝備是 X-37B 太空飛機，其 6 次任務中共在太空飛行 2,865 天，最近一次任務在太空中飛行超過 2 年。美軍對其任務極度保密，不允許公開討論，但某一次任務中用來發射 3 枚未經註冊的小型衛星。一般猜測，X-37B 任務可能與情報，或是發展進攻型太空技術有關。¹³目前 2 架 X-37B 均已移轉太空軍，2020 年 5 月並執行首次在太空軍麾下的發射任務。另外，原美國空軍太空司令部轄下的先進極高頻通訊衛星（Advanced Extremely High Frequency communication）、太空追蹤監視—先進科技風險降低（Space Tracking and Surveillance System-Advanced Technology Risk Reduction, STSS-ATRR）衛星、國防氣象衛星（Defense Meteorological Satellite）、國防衛星通訊系統（Defense Satellite Communications System）、國防支援計畫（Defense Support Program）衛星、全球定位系統（Global Positioning System, GPS）衛星、全球變化觀測—先進微波掃描輻射計—演算法軟體（GCOM-W1 AMSR2 Algorithm Software Package, GSSAP）衛星、地球同步軌道運行的軍事戰略及戰術中繼衛星、太空紅外線發射警告系

¹² “A new constellation? Space Force wants to get into tactical satellite imagery business,” *C4ISRNET*, April 16, 2021, <https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2021/04/16/space-force-wants-to-introduce-commercial-capabilities-to-all-mission-areas/>.

¹³ “America’s adversaries keep investing in weapons to take out satellites.” *Defense News*, March 30, 2020, <https://www.defensenews.com/battlefield-tech/space/2020/03/29/countries-keep-investing-in-weapons-to-take-out-satellites/>.

統 (Space-Based Infrared System, SBIRS)、太空基太空監視系統 (Space Based Space Surveillance, SBSS)、寬頻全球衛星通訊系統 (Wideband Global SATCOM, WGS) 等，均在 2019 年中移交太空軍。

肆、太空軍未來挑戰

除確保美國太空優勢，應付中、俄太空挑戰外，太空軍還有其他艱鉅任務待克服。太空安全已日益受到關注。一方面愈來愈多國家關注對脆弱太空能力的依賴，另外，攻勢性反太空能力 (offensive anti-space) 激增，可用於破壞、拒止或減緩太空系統的能力，此外，為地表衝突擴展到太空做準備的相關討論日益增加，這對太空安全亦造成嚴重威脅。

一、太空秩序管制

未來太空軍角色之一是太空秩序管制，設法建立軌道運行規範，避免增加危險。近年衛星數量增加很快，大部分是低軌道的商業衛星，主因是發射成本下降。目前太空軍正追蹤太空中約 3 萬塊碎片，還有 50 萬個其他物體，這使得太空日益擁擠。太空軍將扮演太空交通管制角色，確保軌道物體不會碰撞，並向世界提出警告。太空軍執行此任務原因是為保持太空安全。由於各國競相發展衛星，太空軍面臨更大挑戰。太空軍司令雷蒙德指出，他鼓勵各國建立在太空運作的行為規範，雖然 1968 年《外太空條約》(Outer Space Treaty) 規定各國從事太空活動應遵守的規範，但除此外，其他行為都不在管制之列。雷蒙德表示，太空軍將會與國際夥伴及跨政府機構緊密合作，為如何運作建立一個供未來運作的框架。¹⁴

二、太空軍發展仍待整合

美國的軍事作戰早已依賴太空科技，太空軍事化也不是新鮮事，

¹⁴ “CSO: Space is the ‘Wild, Wild West,’ Requiring New Norms for Operating in Orbit,” *Airforce Magazine*, April 30, 2021, https://www.airforcemag.com/cso-space-is-the-wild-wild-west-requiring-new-norms-for-operating-in-orbit/?fbclid=IwAR114kCc_Qi5rxflEJ3_Sc-R-hxboafgqM6udqz2ip0n20k7Ev8D954gP2M.

但獨立成為一個軍種則另當別論，如何部署武器、原各軍種的太空任務如何協調、如何獨立遂行太空作戰、並支持在地球表面的作戰，乃至如何發展「制太空權」，都將是嚴肅課題。另外，在規劃太空軍時，空軍部與國防部意見亦不一致，國防部認為戰略情報單位如國家偵察局不宜整併入太空司令部，並擬建立太空發展署（Space Development Agency）統籌採購事務，但當時的空軍部長威爾森（Heather Wilson）則主張空軍要扮演太空軍建軍的關鍵角色，並認為國家偵察辦公室應併入太空軍，顯示國防部高階官僚的意見仍待整合。

美國智庫戰略暨國際研究中心（Center for Strategic and International Studies, CSIS）太空安全專家陶德哈里森（Todd Harrison）表示，太空軍並不是要派遣部隊進入太空，而是透過遙控的衛星等方式，另外，目前美國有太空人參與的太空計劃都是非軍事的。他估計，美國太空軍組建仍需數年時間，甚至需要 10 年才能完成。¹⁵

三、制太空權將是未來發展方向

太空軍在 2020 年 8 月 10 日出版首部太空作戰準則——「太空權：太空部隊準則」（*Space Power: Doctrine for Space Forces*），用於鞏固民用及軍事太空的相互依賴關係。文件指出，在太空保持行動自由是軍太空權的本質，這也是太空軍的第一優先。5 項核心任務是為美國及合作夥伴創造安全環境，透過 GPS 和通信實現各地作戰任務，以新的方式在太空中移動資源、更容易轉移數據、追蹤太空碎片及其他太空事件。該準則認為，需要透過軌道戰，或稱發動攻擊及防禦的軌道移動系統、電磁戰、網路、情報、戰場管理、太空介入及系統維持、工程及採購等 7 項專業，來完成上述任務。¹⁶ 這顯示，美國為確保其軍事優勢，必須掌握制太空權。

目前太空軍所接手的任務，大部分仍屬支援地表軍事任務性質，

¹⁵ 同註 10。

¹⁶ “First Space Force Doctrine Lays Foundation for Future Ops,” *Airforce Magazine*, Aug. 10, 2020 <https://www.airforcemag.com/first-space-force-doctrine-lays-foundation-for-future-ops/>.

例如通訊、衛星定位、偵察、監視、預警等任務，還不是派人進入太空作戰。然而，若未來若太空競爭白熱化，太空軍勢須加速在太空的軍事部署，例如派駐人員、裝備、武器，強化其運用太空的能力，太空軍事化勢不可免。

伍、結論

未來美國太空軍會扮演何種角色，是增加太空衝突機會，或是擔任太空秩序管理者，目前仍難斷言。目前還無法預測太空軍的未來發展，但如同過去空軍在二戰時獨立建軍的發展，未來太空軍將從支援各軍種太空任務的輔助角色，逐漸轉變成一支能從太空獨立行作戰任務的部隊，而太空的軍事化幾乎可以預期，例如發展及部署反衛星武器，然而是否將軍事任務由地面擴展至太空，由太空部署對地武器，或派駐軍事人員，以直接協助地面作戰，仍需相當時日。然而除美國成立太空軍外，世界各國都成立類似的太空單位，這已暗示未來太空競爭將日趨激烈。

本文作者舒孝煌為淡江大學國際事務與戰略研究所博士，現為財團法人國防安全研究院中共政軍與作戰概念研究所副研究員。

The U.S. Space Force and Future Space Security Challenges

Hsiao-Huang Shu

Associate Research Fellow

Abstract

The U.S. Space Force (USSF) is the U.S. military branch focused on space operations. It is the sixth service after the Army, Navy, Air Force, Marine Corps, and Coast Guard. It is also the US's first new armed force since the establishment of the US Air Force in 1947. The USSF is a new service that faces increasing space threats, as well as the rapid militarization of space by China and Russia. However, in order for the USSF to play its intended role, establish a "space order", and ensure US space superiority, the challenges remain enormous even though the Biden administration has promised to continue to support its development.

Keywords: Space Force, satellite, U.S.-China relations

英國脫歐後在太空領域的作為

吳宗翰

網路安全與決策推演研究所

壹、前言

脫歐（Brexit）前後可以視為是英國太空科技發展的重要分水嶺。在冷戰與後冷戰時期，由於英國在軍事國防事務與美國的緊密合作以及參與歐盟組織，其太空科技發展也在後續年間大致分別整合進美國與五眼聯盟（Five Eyes, FVEY）的全球體系以及歐盟（European Union, EU）與歐洲太空總署（European Space Agency, ESA）的框架之中而占有重要地位。這種「嵌」進盟友安全鏈、發展鏈、產業鏈的結果俾使英國呈現出儘管擁有關鍵先進技術與廠商（如薩里衛星技術公司，Surrey Satellite Technology Ltd, SSTL），但是也極度依賴盟友的圖像。

2016 年以來隨著脫歐公投通過提供的契機，英國不得不重新尋求其在全球的角色與定位。在此脈絡下，太空領域被英國政府認定為該國成為具備全球競爭力國家的關鍵項目。英國逐步調整過去高度依賴歐盟與美國的政策，循序漸進轉向成為相對自主但仍然與傳統盟友高度合作的路線。一方面，英國透過入股商用衛星 OneWeb 企圖打造自主導航系統與強化通訊技術，在軍事面也宣布投入第 6 代「天網」（Skynet）軍事衛星計畫。2021 年 4 月 1 日英國更正式成立太空司令部，引發外界關注。

貳、英國太空科技發展概要

一、脫歐前科技發展沿革

英國的太空科技發展歷程幾乎如實反映了它的地緣位置與政治外

交經濟關係。¹ 在冷戰時期，英國曾基於研發衛星與彈道飛彈的技術累積使其太空科技能力一度躋身主要國家行列。而後，隨著冷戰情勢演變以及英國參與歐洲整合過程，它逐漸融入盟友體系成為其中重要行為者。在軍事國防與情報方面它高度整合至美國以及五眼聯盟的全球架構，而在科學研究以及商貿民用領域則與歐盟組織以及歐洲太空總署等緊密合作。² 冷戰結束後，此一結構仍大致持續，直到脫歐。

1978 年，英國參與了歐洲太空總署的成立。在這前後，英國陸續批准了《外太空條約》（*Outer Space Treaty 1967*）、《太空人救援協議》（*Rescue Agreement 1968*）、《空間物體所造成損害的國際責任公約》（*Liability Convention 1972*）以及《關於登記射入外太空物體的公約》（*Registration Convention 1975*）等聯合國有關太空行動的重要條約。在國內，1986 年英國國會通過《外太空法》（*Outer Space Act 1986*），該法奠定了英國管理個人或組織在太空的行動規範。而在前一年，政府將原來貿易與工業部（Department of Trade and Industry）下的太空部門所成立的委員會擴大而成立了英國國家太空中心（British National Space Centre, BNSC），由 11 個政府部門及研究單位派出代表組織，負責協調太空科學、地球觀測、衛星通訊、全球定位系統等領域的研究。該中心之後一直扮演英國在太空政策的重要角色。2010 年，英國太空總署（UK Space Agency, UKSA）成立，取代英國國家太空中心。

2011-2015 年間，英國陸續發布幾份有關太空領域的文件，包括《國家太空安全政策》（*National Space Security Policy*）以及政府發布的《國家太空政策》（*National Space Policy*）。這些文件體現英國逐步意識到太空領域對英國國家安全與經濟發展均有重要潛力，也重視與

¹ 有關英國太空軍事戰略發展，可同時參閱本期特刊許智翔〈英德法太空軍事戰略與部隊發展之評析〉一文。

² Bleddyn E. Brown, "The Integrated Review and UK Spacepower: The Search for Strategy," *Freeman Air and Space Institute* (King's College London, 2019), p.4.

美國與歐盟會員國之間的合作，藉此促進英國的總體安全環境、科研創新能力與商機發展。³

二、脫歐公投通過引發太空政策自主總體檢

2016 年 6 月底的脫歐公投通過為英國帶來全面性的新變局。儘管隨後的幾年間英國朝野就該如何實踐該公投結果或是否舉行二次公投反覆辯論，英國與歐盟脫歐談判進度亦跌宕起伏，但是英國公私部門仍然著手準備退出歐盟的因應計畫。

脫歐帶來的影響與不確定性是全面的。長期以來英國在歐盟執委會（European Commission）能參與制定全體歐洲的太空政策權力將喪失，以往藉由歐盟管道所參與的世界性組織或會議也需要重新以新會員身分加入。由於脫歐，英國的新身份使得英國政府與企業不得不中止參與許多由歐盟主導的太空計畫或地球觀測計畫，除非雙方重新訂立協議。例如，英國無法再參與歐盟的全球導航系統伽利略（Galileo）衛星系統的相關計畫，但可以以「第三方」名義在 2021-2027 年持續參與「哥白尼」（Copernicus）地球觀測計畫，之後再議。由於歐洲太空總署是一獨立於歐盟外的組織，脫歐之後的英國在身份上並不會被中止。然而，基於歐盟與歐洲太空總署已在實際運作上的深度結合，儘管仍然保有會員身分，但脫歐仍然使得英國在持續參與後續計畫時可能受到限制。這些挑戰導致英國必須要思考替代方案。⁴

2018 年英國的太空政策開始明顯轉變得更加積極。首先，科學政府辦公室（Government Office for Science）發布研究報告，認為英國許多重大關鍵基礎設施與緊急服務過於仰賴 GPS 系統，一旦遭遇干擾，將有許多功能無法運作的風險存在。該年五月，英國國防部亦發布

³ “National Space Security Policy,” *GOV.UK*, April 30, 2014, <https://www.gov.uk/government/publications/national-space-security-policy>; “National Space Policy,” *GOV.UK*, December 13, 2015, <https://www.gov.uk/government/publications/national-space-policy>.

⁴ “UK involvement in the EU Space Programme,” *GOV.UK*, December 31, 2020, <https://www.gov.uk/guidance/uk-involvement-in-the-eu-space-programme>.

《太空防衛戰略》（*Towards a Defense Space Strategy*），提出三大目標：包括加強對前線部隊的太空支援、強化太空韌性和作戰效果、向政府活動提供更廣泛的支持。時任防衛大臣的威廉森（Gavin Williamson）表示，英國預計至2023年時把在太空部門工作的國防部人員增加五分之一，以應對不斷升高的太空威脅。同時，由於脫歐造成英國未來在伽利略系統計畫中的角色所受到的質疑，英國也宣布將尋求建立「替代性的衛星導航系統」，此一構想後來在2020年7月由英國政府攜手印度 Bharti Global 電信集團買下 OneWeb 實現。

與此同時，英國國防部宣布由皇家空軍（Royal Air Force, RAF）負責指揮英國太空軍事行動，承擔太空控制等任務。2019年7月，時任國防大臣的佩妮（Penny Mordaunt）宣布將2012年成立的聯合部隊司令部（Joint Forces Command）改組為戰略司令部（Strategic Command），強化跨陸、海、空、網路與太空一體作戰能力以因應不斷演變的「灰色衝突」。在同年底的女王演說（Queen's Speech）中，伊莉莎白二世（Elizabeth II）宣布英國正在籌辦成立國家太空會議（National Space Council）；2020年6月，英國首相強生（Boris Johnson）在內閣委員會中正式成立國家太空會議，由他擔任主席。這樣的單位層級顯見英國對太空領域的重視程度。2020年底，強生在國會提出要讓英國在2022年前具備從本土發射衛星的能力。⁵

2021年3月16日，強生發布《競爭時代的全球化英國：安全、防衛、發展與外交政策整合總檢討》（*Global Britain in a Competitive Age*：

⁵ Jonathan Saul, "Britain reviewing risks to its satellite-reliant infrastructure," *Reuters*, January 31, 2018, <https://www.reuters.com/article/uk-britain-security-technology-idUKKBN1FJ29M>; "UK must counter 'threats' in space - Williamson," *BBC NEWS*, May 21, 2018, <https://www.bbc.com/news/uk-44192345>; "Defence Secretary Outlines Future Space Programme," *Royal Air Force*, July 18, 2019, <https://www.raf.mod.uk/news/articles/defence-secretary-outlines-future-space-programme/>; Caleb Henry, "British Government and Bharti Global Buy OneWeb, Plan \$1 Billion Investment to Revive Company," *SPACENEWS*, July 3, 2020, <https://spacenews.com/british-government-and-bharti-global-buy-oneweb-plan-1-billion-investment-to-revive-company/>; George Allison, "New RAF Space Command to Launch Rockets from Scotland," *UK Defense Journal*, November 19, 2020, <https://ukdefencejournal.org.uk/new-raf-space-command-to-launch-rockets-from-scotland/>.

Integrated Review of Security, Defence, Development and Foreign Policy) ; 該報告被認為是冷戰結束以來英國最全面的一次外交與國防政策總檢討，並闡述了英國至 2030 年前被需要被重視的優先事項，其中之一，即是太空能力的建設。強生指出要使英國要成為「太空中有地位的一員」，並重申在 2022 年前從蘇格蘭發射衛星的計畫。一周之後，英國國防部再公布了《競爭時代的防務》 (*Defence in a Competitive Age*) 文件。在對新形勢下英國各軍種與作戰領域的討論中，太空能力的發展再次被視為重中之重。⁶

綜合言之，英國的太空科技發展歷程倒映了二戰後的英國越發融入歐洲的過程，卻又在脫歐啟動後重新定位，體現了「全球性的英國」 (Global Britain) 。

參、英國收購 OneWeb 與脫歐後產業鏈重組

太空產業的商業潛力一直為英國所重視。根據 2019 年的報告，英國在 2016-2014 年間的產值達 148 億英鎊，佔全球 5.1% 市佔率；英國全國有 13 個地區有相關產業。政府計畫在 2030 年於該領域取得全球 10% 的市佔率。⁷

2015 年，英國發布了首份《國家太空政策》 (*National Space Policy*)，肯認太空對英國的戰略安全、國家安全、公共服務、科學創新與經濟的價值，並承諾保障太空環境的安全。在該白皮書中，英國矢言支持太空部門的商業發展。⁸ 面對脫歐，英國更加意識到太空產業帶動經濟的潛力，而衛星相關產業則被視為重要的火車頭。

2020 年 7 月英國政府與印度 Bharti Global 電信集團各自分別以 5 億美元共同買下衛星電信公司 OneWeb，分別取得其公司各 45% 的股權。

⁶ Reuters Staff, "UK's Johnson Seeks a Minor Seat in the Space Race," *Reuters*, March 16, 2021, <https://www.reuters.com/article/uk-britain-politics-foreign-space-idUSKBN2B81HR>; Ministry of Defense, *Defence in a Competitive Age* (Ministry of Defense, 2021).

⁷ London Economics, *Size & Health of the UK Space Industry 2018* (London: London Economics, 2019), p.1.

⁸ "National Space Policy," *GOV.UK*.

OneWeb 創於 2012 年，公司原先的目標是透過低軌道（Low Earth Orbit, LEO）衛星技術向全球範圍提供寬頻網路。但受到新冠肺炎（COVID-19）的爆發，2020 年 3 月疫情期間以資金不足為由而宣告破產。英國政府的收購行動不僅著眼於透過 OneWeb 公司的基礎加強英國的 5G 建設，更企圖透過 OneWeb 逆轉英國因為脫歐造成的損失。

英國在脫歐行動啟動後，政府需要尋求替代性資源用以彌補其未來無法再參與歐盟的伽利略計畫或是其他例如歐洲同步衛星導航覆蓋服務（European Geostationary Navigation Overlay Service, EGNOS）等太空計畫。透過政府挹注資金以及結合 OneWeb 原來奠定的基礎，英國的目標之一是打造一個獨立的導航系統，建立美國 GPS、歐盟伽利略、中國北斗以外的另一選擇，並在商用領域與市場巨頭 Space X 的星鏈（Starlink）分庭抗禮。此外，與英國政府合作的 Bharti Global 集團目前是全球第二大行動網路營運商，亦是歐洲電信巨頭沃達豐（Vodafone）的重要合作夥伴，業務主要橫跨南亞地區與非洲，在全球 18 個國家提供服務。透過 OneWeb 合作案，英國可望能拓展其相關能力，俾使雙方共享資源。

2021 年四月底，世界第三大衛星營運商歐洲通信衛星公司（Eutelsat Communications S.A.）宣布以 5.5 億美元投資 OneWeb。由於金額之高，該行為不吝被解讀為是對 OneWeb 前景的支持。⁹

強生政府希望透過在太空科技的表現兌現「全球的英國」路線的政見。英國清楚的意識到太空領域在未來經濟、商貿、通訊等領域的潛力，並企圖透過 OneWeb 公司帶動相關太空產業，從而帶動更多經濟成長。

⁹ Jonathan Amos, "OneWeb Receives Major Investment from Eutelsat," *BBC News*, April 27, 2021, <https://www.bbc.com/news/science-environment-56906121>; Thomas Seal, "France's Eutelsat Invests \$550 Million in Musk Satellite Rival OneWeb," *Bloomberg*, April 28, 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-04-27/france-s-eutelsat-invests-550m-in-musk-satellite-rival-oneweb>.

由於 OneWeb 公司的總部就在英國，又早已經啟動打造衛星網路的計畫，英國政府因此可以大為省去從零開始的起步工作，並可將原有用於歐盟太空計畫的人員與資源重新調整，部署整合，並且重整相關的供應鏈，使相關產業部門盡可能往英國集中，例如與 OneWeb 合作生產衛星的空中巴士（Air Bus）就有意因此將相關的製造部門從美國佛羅里達移往英國。

另一方面，OneWeb 也能與其他公司合作，將其低地軌道衛星結合中地軌道（Medium Earth Orbit, MEO）衛星等組成策略混合聯盟，未來得以從事更多用途。至 2021 年 5 月，OneWeb 已經發射了 182 顆衛星（見圖 1），並計畫在 2022 年中前部署完成第一代衛星群共 648 顆，屆時將能向英國、冰島、格陵蘭、北歐、阿拉斯加、加拿大、北極海等地區提供服務。¹⁰

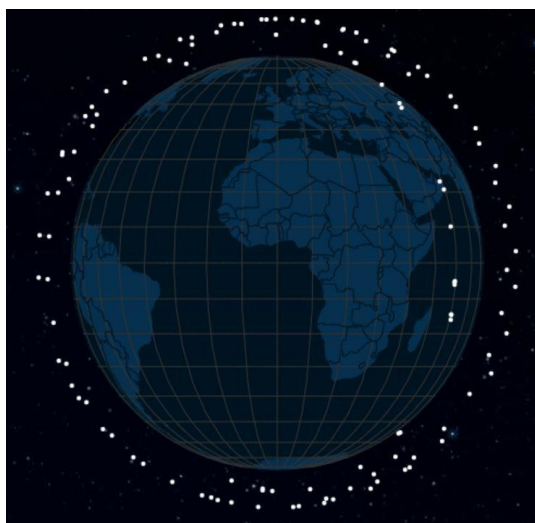


圖 1、OneWeb 衛星圖（至 2021 年 5 月）

資料來源：<https://satellitemap.space/oneweb.html>。

¹⁰Mark Jackson, “Airbus May Move OneWeb Satellite Manufacturing to UK After All,” *ISPreview*, December 27, 2020, <https://www.ispreview.co.uk/index.php/2020/12/airbus-may-move-oneweb-satellite-manufacturing-to-uk-after-all.html>; Jonathan Amos, “OneWeb Sends Up 36 Broadband Internet Satellites,” *BBC News*, March 25, 2021, <https://www.bbc.com/news/science-environment-56515678>; Sandra Erwin, “Satellite Operators Weigh Strategies to Compete against Growing Starlink Network,” *SPACENEWS*, April 6, 2021, <https://spacenews.com/satellite-operators-weigh-strategies-to-compete-against-growing-starlink-network/>.

肆、構築新一代太空軍事能力

一、打造「天網-6」軍事通訊衛星

英國自冷戰時期就開始打造並發射天網（Skynet）軍事衛星，用以支撐英國在全球的軍事通訊服務，它也同時能與美軍通訊衛星或部分商用衛星連線分享資料。從 1969 年發射「天網-1」以來，英國陸續發射了「天網-2」、「天網-4」，並在 2008 年發射了「天網-5」的最後幾顆衛星。在 2021 年 3 月發布的《競爭時代的防務》中，英國國防部表示英國將在未來 10 年間投入 50 億英鎊經費研發第 6 代的天網衛星。至今，該計畫已經通過初步設計檢視（Preliminary Design Review）階段而進入關鍵設計檢視（Critical Design Review）階段。「天網-6」衛星將利用空中巴士集團的 Eurostar Neo 平台打造。¹¹

有關「天網-6」的資訊目前被揭露的部分有限。不過，根據之前有關英國國防部投資 Carbonite-2（或稱 EiX2）的報導，「天網-6」計畫可能與該專案有關，若是如此，研判它將會可能採低地軌道衛星星座形式，並能提供高解析度畫質、全彩影像等。¹²不僅為情報蒐集貢獻頗大，對於英軍未來在全球範圍採取精準打擊時更能提供關鍵協助。

二、成立太空司令部協同盟國合作

2021 年 4 月 1 日，英國宣布正式成立太空司令部（UK Space Command），選址目前同於皇家空軍司令部所在的海威科姆（RAF High Wycombe），首任指揮官亦由空軍出任。根據英國政府網站至 4 月中披露的資料，它的成立是英國掌握太空知識、實施太空作戰、保

¹¹George Allison, "What is Skynet? A Look at Britain's Military Communications Satellites," *UK Defense Journal*, May 21, 2018, <https://ukdefencejournal.org.uk/what-is-skynet-a-look-at-britains-military-communications-satellites/>; "Skynet 6A successfully passes Preliminary Design Review," *AIRBUS*, January 14, 2021, <https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2021/01/skynet-6a-successfully-passes-preliminary-design-review.html>.

¹²Andrew Chuter, "British Military to Test Space-based Intelligence Gathering," *Defense News*, November 29, 2017, <https://www.defensenews.com/breaking-news/2017/11/29/british-military-to-test-space-based-intelligence-gathering/>.

護國家利益發展總體政策的重要舉措。在全作戰情況下，司令部將負責指管國防部全部的太空能力，包括負責防衛英國軌道資產的英國太空作戰中心（UK Space Operations Centre, SpOC），「天網」衛星的通訊系統以及皇家空軍菲林代爾基地等。¹³

英國太空司令部是一個聯合司令部，由三軍人員、文職人員以及商業部門代表組成，最高指揮官為二星編制。司令部主要履行三方面的功能：包括太空作戰、太空人才培養以及太空能力建立。¹⁴

從組織架構與工作流程來看，英國太空司令部將主要與英國國防部的太空局（Space Directorate）合作，後者負責太空防衛政策、戰略以及跨政府與國際協調業務。英國國家太空會議的指示將透過太空局傳達給太空司令部與其他部門。在必要時，英國太空司令部也將與英國太空總署合作。此外，英國太空司令部也將與英國的戰略司令部（Strategic Command）與國防科技實驗室（Defence Science and Technology Laboratory）保持緊密合作，為多領域整合以及將國防研究成果轉為民間用途並開發出經濟價值提供協助。¹⁵

在國際交流方面，英國太空司令部將持續參與 2019 年由澳洲、紐西蘭、美國、加拿大、法國、德國、英國發起的《太空行動聯合聲明》（*Combined Space Operations*），追求太空領域的國際合作並確保太空環境的安全與穩定。司令部也將代表英國參與美國太空軍主導的「奧林匹克防衛者行動」（Operations Olympic Defender），共同分享太空數據。現任皇家空軍參謀長麥可·威格斯頓（Mike Wigston）表示，英國太空司令部與太空軍都將與美國太空司令部與太空軍保持密切聯繫，並企圖在歐洲的整體太空領域中扮演領頭羊的地位。司令部也將持續參與北約的太空行動。¹⁶

¹³ “UK Space Command,” *GOV. UK*, April 1, 2021, <https://www.gov.uk/guidance/uk-space-command>.

¹⁴ 同註 9。

¹⁵ 同註 9。

¹⁶ 同註 9；Aaron Mehta, “British Royal Air Force Invests in Space Capabilities,” *C4ISRNET*, May 14, 2021,

總體而言，甫成立的太空司令部不啻是英國近年來防衛事務最為重大的事件。政府已多次表明，逐年提高的國防預算將會重點用於太空領域。太空司令部的發展動態值得追蹤關注。



圖 2、英國太空司令部隊徽

資料來源：Tim Ripley, “RAF air commodore to be first head of UK Space Command,” *Janes*, February 21, 2021, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/raf-air-commodore-to-be-first-head-of-uk-space-command>.

伍、結論

一、邁向相對自主的太空能力

順應尋求「全球的英國」的路線來看，脫歐後的英國無論在口號上以及實際作為上均正朝向發展相對於過去更為獨立自主的太空科技能力。在此轉變的過程中，英國並未切斷與傳統盟友美國以及歐盟的聯繫，而是循序漸進地運用與盟友的合作機制，國家調整資源配置並針對特定項目投入更多資源，同時力圖維持本國優勢科技、提升當前

<https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2021/05/14/british-royal-air-force-invests-in-space-capabilities/>.

不足之處，總體而言呈現出「整合與自主並進」的面貌。

一方面，英國政府在組織方面針對太空事務做出調整，尤其是於內閣會議中成立太空會議，顯見太空在當前強生政府施政事務中的優先地位。在產業面，英國也企圖透過入股 OneWeb 公司彌補脫歐所造成的損失，並運用其基礎進一步整合資源，打造通訊與導航系統。在軍事方面，最為人矚目的當屬進行中的天網-6 計畫以及甫成立的太空司令部。透過這些作為，英國在商用與軍事衛星系統均有進展，逐步推進太空主權能力。

二、潛在挑戰仍待克服

儘管如此，英國的能力與至今所做的努力並非完全沒有受到外界的質疑。理由之一，脫歐後的英國實際上成為了「第三方」而喪失了過去在歐盟內可與其他會員國共享的資源，而歐盟近年來也正積極發展太空能力，同時英國亦需要修補與歐盟的外交關係，這使得它在拿捏與歐盟進退關係須格外謹慎，避免雙方成為競爭對抗關係。

再者，對比目前英國相對有限的財政能力與其所宣稱欲達成的目標，中間需要付出的成本極大，增加的支出可能壓縮政府其他預算；尤其，2020 以來突然爆發的疫情更是對總體財政負擔造成沉重打擊，至今未歇。目前英國雖企圖運用 OneWeb 的衛星系統最終完成兼具導航與通訊能力，但這並非 OneWeb 當初設計的目的。重新設計系統無可避免將有預算增加以及能力是否真能建立的風險。另外，不論是與其他國家或是企業合作，不啻是又只是重蹈「依賴」的歷史，有違背「自主」的核心。

這些因素均使得有論者認為英國是否理想陳義過高，主張英國的自主太空能力發展目標應當僅能是達到「相對的自主」而非「絕對自主」，亦會持續與美歐之間的整合或者借助民間私部門的經驗。¹⁷

¹⁷James Titcomb, "Shake Up for UK's Space Plans after OneWeb Row," *Telegraph*, January 21, 2021;

三、對臺灣的啟示

最後，英國經驗對臺灣或可有一定啟示。首先，同樣是資源有限的國家，英國「整合與自主並進」的太空能力發展策略可提供臺灣在相關政策方向指引。我政府可選定特定領域，透過與民間產業協力，運用我在資通訊科技與半導體代工的實力崁進盟國或是相關國際科研合作體系，推動我國成為其中重要的參與者，並同時有計畫性地投資太空新創公司，培植未來自主能力的提升。第二，英國入主 OneWeb 的經驗也值得我國借鑒。可能的作法，是政府領銜國內航太企業共同投資國際衛星產業。一方面，透過投資創造收益，再者，也能經由相關交流擴大我國對外合作的管道。

本文作者吳宗翰為英國倫敦大學國王學院博士，現為財團法人國防安全研究院網路安全與決策推演所助理研究員。

Alexandra Stickings, "Failure to Lift Off: The UK's Space Launch Ambitions," *RUSI*, February 24, 2021, <https://rusi.org/commentary/failure-lift-uk-space-launch-ambitions>.

UK's Space Commitments in the Post-Brexit Era

Tsung-Han Wu

Assistant Research Fellow

Abstract

Brexit was arguably a watershed in the UK's space technology development. In the Cold War and the post-Cold War period, the UK mainly built its capability with the US and its ally-based organizations (such as Five Eyes) with regard to defense, and the EU and the European Space Agency with regard to civil and scientific aspects. Through this, the UK was successfully embedded in the security chain, technology chain, and industrial chain of the US and Europe. Given such a landscape, the UK is a significant actor in the space domain, but dependent on the countries mentioned above.

Since 2016, with Brexit offering a new window, the UK has sought a reset of its global role. In this context, space was raised as a key area that could help the UK strengthen its competitive capability. The UK has followed this strategy and looked for autonomy from its traditional allies while maintaining collaboration with them. First, the British government bought OneWeb, aiming to build a navigation system on its own on the company's basis. Also, the government announced investment in the Skynet-6 project for the purpose of advanced military communications. In addition, the UK established a space command under the MoD in April 2021. Through these the UK has committed to be a significant and independent actor in the post-Brexit era.

Keywords: Brexit, Space Command, OneWeb

英德法太空軍事戰略與部隊發展之評析

許智翔

中共政軍與作戰概念研究所

壹、前言

世界局勢重新轉回大國競爭態勢後，太空再次成為各國重視的競爭場域。太空與軍民科技緊密相連，在軍事上的重要性，更隨技術及戰略環境逐漸上升，如美國全球衛星定位系統 GPS，就是目前精準導引武器所高度倚賴的系統，而政治、社會經濟與通訊、太空等技術的緊密連結，也使太空成為綜合性安全問題。

也因此，以美國為首，已有多國正在加強太空作戰能力，並建構太空軍事戰略。歐洲國家若置身事外，將使自身在軍事、政治、民生與工商業等領域陷於險境。作為一個國力中等的國家，台灣無法如同大國般進行太空技術、甚至太空作戰的投資，因此本文將檢視英、德、法三國近期在太空軍事戰略與太空部隊的發展，試圖從國力較美中等大國為弱的重要國家途徑，探討我國的方向。由於吳宗翰博士前文主要聚焦英國，因此本文在英國部分僅簡要敘述，重心置於德法。簡要來說，國力相對有限的歐洲，顯然採取較為防禦性的策略，目標為維持己方太空關鍵基礎設施與相關能力的運作，以避免對手的作為導致軍事、甚至社會與經濟能力的癱瘓。

貳、歐洲國家太空軍事戰略發展

北約與歐盟都針對太空的作戰與防衛需求，提出概念、框架與規劃，歐洲各國仍有必要針對其自身防衛上的需求，制定其太空軍事戰略。就歐洲國家而言，目前已有英、德、法、西等四國提出太空軍事戰略，惟本文主要仍探討英、德、法三國之發展。

一、英國

英國國防部在 2010 年曾推出《英國軍事太空入門》(The UK military space primer)，介紹太空的可能軍事用途、環境、衛星，法律問題及戰略等概念。¹英國 2014 年推出的《國家太空安全政策》(National Space Security Policy)，將重心放在加強抵禦太空能力中斷之風險，及對「太空氣象」的預測與了解，可視為近年太空軍事戰略的正式開端。²隨後，英國推出多項太空軍事戰略密切相關之文件，逐漸探討各項重要定義、行動的準則及方向（詳細之發展脈絡請參閱吳宗翰博士的前文）。值得注意的是，英國國防部於 2018 年 5 月宣布預計將推出《防衛太空戰略》(Defence Space Strategy) 時，強調的重要目標：(1)增加太空彈性與行動效率，(2)最佳化太空對前線的支援，(3)支援更廣泛的政府活動；³明確點出發展之重點方向。

2021 年 3 月 22 日發布的《競爭時代的防務》(Defence in a competitive age) 文件，則進一步指出接下來的重點項目為，「天網 6」(Skynet 6) 衛星計畫、成立「太空司令部」(Space Command)，並建立相關培訓人力及產業的能力。⁴

二、法國

在 2008 年的《防衛與國家安全白皮書》(Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale) 中，儘管法國表明仍持續反對太空軍事化及戰場化等作為，仍強調太空場域在國家安全及軍事上的重要性，並希望歐洲能發展自己的太空監測能力，確保太空關鍵基礎設

¹ “The UK military space primer,” UK Ministry of Defence, June 1, 2010, <https://www.gov.uk/government/publications/the-uk-military-space-primer>.

² “National Space Security Policy,” HM Government, April 30, 2014, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/307648/National_Space_Security_Policy.pdf.

³ “UK poised for take-off on ambitious Defence Space Strategy with personnel boost,” HM Government, May 30, 2018, <https://www.gov.uk/government/news/uk-poised-for-take-off-on-ambitious-defence-space-strategy-with-personnel-boost>.

⁴ “Defence in a competitive age,” UK Ministry of Defence, March 30, 2021, <https://www.gov.uk/government/publications/defence-in-a-competitive-age/defence-in-a-competitive-age-accessible-version>.

施安全。⁵

隨後的相關戰略文件，逐漸建立法國太空軍事戰略的基礎。2012 年的《法國太空戰略》(*Stratégie spatiale française*) 認為，當務之急是維持軍事太空能力自主、鼓勵軍方最大限度運用太空資產的雙重用途，並探討發展歐洲之監視能力；2013 年的《防衛與國家安全白皮書》裡，再次強調監視能力的重要性，並認為歐洲應集中太空能力；2017 年的《防衛與國家安全戰略回顧》(*Revue stratégique de défense et de sécurité nationale*) 中，則強調應加強現有低地面軌道 (LEO) 與地球同步軌道 (GEO) 的監視預警手段，認為法國應強化太空資產彈性，並認識到部分國家正在發展多樣化的反衛星能力。⁶

2019 年的《太空防衛戰略》(*Stratégie Spatiale de Défense*) 則概述到 2030 年之戰略藍圖。針對太空垃圾、干擾、致盲與定向能武器等威脅，法軍認為應強化太空狀況覺知 (SSA) 能力，以確保能偵測與歸因在所有與利益相關的軌道上之不友善、甚或敵對的活動；在 SSA 上，法國除自行研製外、也重視與他國 (尤其德國) 或商業部門共同合作、或與盟友所運用的相關能力；同時，為確保「和平與負責任的運用太空場域」，此戰略將在現有的法律框架下進行，如《聯合國憲章》的「自衛權」定義等，並透過外交行為強化確保各國和平運用太空，並調整國內法律框架以改善軍事太空作業的靈活性。

《太空防衛戰略》中，法國將基於支援太空服務、狀況覺知、作戰支援及積極太空防禦等四層面，重新審視並修改軍事太空作業

⁵ “The French White Paper on Defence and National Security,” *Odile Jacob Publishing*, 2008, <https://www.mocr.army.cz/images/Bilakniha/ZSD/French%20White%20Paper%20on%20Defence%20and%20National%20Security%202008.pdf>.

⁶ Mathieu Bataille and Valentine Messina, “Europe, Space and Defence: From ‘Space for Defence’ to ‘Defence of Space’,” *European Space Policy Institute*, February 2020, p.52, <https://espi.or.at/publications/espi-public-reports/send/2-public-espi-reports/502-europe-space-and-defence>.

準則，及設定優先項目：(一)調整跨部會層級的國內法框架以適應未來目標，《法國太空作業法》(The French Space Operations Act)並無法適用於軍事太空作業，因此將給予軍事太空作業更多自由、並考量近年激增的私部門太空活動，以確保國家利益。(二)重新編組太空單位，在空軍指揮下成立太空部門、將空軍更名為「航空與太空軍」(Armée de l'Air et de l'Espace)，並將逐步與各軍事太空單位整合、及與法國國家太空研究中心 CNES 緊密合作，以達到：1.加強法國從太空支援陸海空作戰的能力；2.發展各軌道上的 SSA 能力，包含監視、太空相關的情報與環境數據，同時需有堅實指管(C2)系統為其後援；3.強化保護太空能力。(三)能力上，則需確保太空重要資產的長期生存，自動化大數據處理等，在這些需求會從未來建軍計畫的初始就納入，並儘快發展全面性 SSA 能力；換言之重點將放在監測與防護兩方面的能力，前者也將與德國合作以追求歐洲自身之太空能力，並推動「歐洲太空監視與追蹤」(EU Space Surveillance and Tracking, EUSST)，法國也不排除與美國為首的其他國家合作，防護面則將採取主動與被動防禦以保護衛星，並重點強化「主動防禦能力」。

《太空防衛戰略》也提及需建立「太空學院」以建立專業團隊。2018年的《2019-2025 軍事計畫法》中已規劃了36億歐元到太空項目中，預計在2030年前具備所有能力，更在2019年額外追加7億歐元給予太空軍事能力規劃。⁷

此外，該戰略中法國亦明確表明對「新太空」(New Space)產業的興趣，如小型衛星群可作為現有或計畫中裝備的補充、並可強化觀測、通訊能力，而大量增加的數據資訊、則有賴運用人工智能

⁷ “Florence Parly Unveils France’s Military Space Strategy,” *Defense-Aerospace*, July 25, 2019, <http://www.defense-aerospace.com/cgi-bin/client/modele.pl?shop=dae&modele=release&prod=204790&cat=3>.

等技術，以協助有限人力進行分析並處理，新的衛星發射選項如 SpaceX 等，也在傳統發射途徑（如法國研發中的 Ariane-6 火箭）外，帶來新的可能。

三、德國

針對太空場域發展需求，2010 年德國聯邦政府經濟事務與能源部（Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMWi），曾推出太空戰略，該戰略認為太空場域的競爭因私營企業及中印等新進對手加入而激烈化，並嘗試在地球觀測雷達系統、衛星通訊、導航應用程序、機器人與自主系統等，確保技術及關鍵零組件供應的獨立性，並考慮在多國合作下尋求諸如載人飛行、無人登月等可能性。軍事層面上，2010 年德國太空戰略主要強調通訊、導航與地球觀測等層面，對軍事及國際政治上的重要性；德國希望加強軍民兩用太空技術發展，因此需跨政府部門協調及統籌管理調度以達成此目標。⁸

德國國防部在《2016 年白皮書》（2016 Weißbuch）中，進一步將新興安全議題整合進其安全政策視野中，除網路安全外，也將太空納入整體安全政策中。儘管如此，在 2016 年的白皮書中，並未詳細界定德國聯邦國防軍（Bundeswehr）在國際情勢大幅轉變後的未來發展及定位等議題，但在太空作戰方面，仍提到德軍必須監控其太空關鍵基礎設施，以及嘗試進一步發展包括太空在內的軍備控制工具等目標。⁹2017 年，德國國防部推出《太空戰略方針》（Strategische Leitlinie Weltraum）確立軍方的任務與角色，認為聯邦

⁸ “Für eine zukunftsfähige deutsche Raumfahrt: Die Raumfahrtstrategie der Bundesregierung,” Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, November 2010, https://www.dlr.de/content/de/downloads/publikationen/broschueren/2010/fuer-eine-zukunftsfaehige-deutsche-raumfahrt.pdf?__blob=publicationFile&v=16.

⁹ “Weissbuch 2016: Zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr,” Bundesministerin der Verteidigung, July 13, 2016, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975292/736102/64781348c12e4a80948ab1bdf25cf057/weissbuch-zur-sicherheitspolitik-2016-download-data.pdf>.

國防軍所操作的偵查與通訊衛星對覺知及指管至關重要，是德國國家安全的重要部分，也是海外部署的先決條件之一，因此德軍將在此領域上進一步強化能力；德軍定義「太空作戰」一詞包含任何與太空相關的方面，並且是其外交及安全政策的重要部分、追求政府各部門間，及國際領域上與友盟國家共同對太空活動進行協調與控制。¹⁰

2018 年的《聯邦國防軍概念》(Konzeption der Bundeswehr) 文件中，進一步強調應建立政治、法律與組織上的基礎，使聯邦國防軍能獨立行動，或與其他北約及歐盟成員國、公私部門共同確保狀況覺知的與行動的能力。德軍認為，需確保能持續軍事控制太空中的軍用系統，以便迅速、獨立與自信應對危機發展；需透過對太空物體的監偵，貢獻政軍決策所需的狀況覺知能力，能採取有效方式對抗對太空系統攻擊或干擾企圖的能力，以保護太空系統與服務；並希望改善對太空人員的訓練與專業，及改善與維持太空安全領域專家的能力。¹¹

參、英德法太空作戰單位發展

一、英國

如同吳博士前文所提到，英軍的太空作戰能力早先由 2012 年 4 月達到初始作戰能力的「聯合部隊司令部」(Joint Forces Command, JFC) 掌管。2018 年，英國皇家空軍接管英國所有軍事太空基 (space-based) 活動，但 JFC 仍持續掌管衛星通訊及太空基 ISR 能力；JFC 於 2019 年更名為「戰略司令部」(Strategic Command)。¹²

¹⁰ “BMVg legt „Strategische Leitlinie Weltraum“ fest,” Bundesministerium der Verteidigung, March 7, 2017, <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/bmvg-legt-strategische-leitlinie-weltraum-fest-11148>.

¹¹ “Konzeption der Bundeswehr,” Bundesministerium der Verteidigung, Juli 20, 2018, <https://www.bmvg.de/resource/blob/26544/9ceddf6df2f48ca87aa0e3ce2826348d/20180731-konzeption-der-bundeswehr-data.pdf>.

¹² Gareth Jennings, “UK to launch new Space Command,” *Jane's*, November 19, 2020, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/uk-to-launch-new-space-command>.

此外，英國在 2019 年 6 月宣布成立「國家太空委員會」(National Space Council) 因應複雜太空計畫與活動所需之高度跨部門以及官民合作需求。¹³

2020 年 11 月，更進一步宣布將成立皇家空軍 (RAF) 領導之聯合軍種「太空司令部」(Space Command) 負責太空作戰，培訓與發展人力，以及太空能力如發展及交付裝備等工作。¹⁴

二、法國

2010 年法國成立了「聯合太空司令部」(Commandement Interarmées de l'Espace, CIE)，旨在制定並實施軍事太空政策，如提出軍事太空能力之要求與指揮，執掌工作包含作業專門知識與武器計畫、協調太空事務的國際合作、協調各單位在其獨自指揮鏈下的軍事太空能力等。¹⁵

2019 年，法國除將空軍改為航太軍外，也成立了專職的法國太空司令部 (Commandement de l'Espace, CDE)，其主要任務有三：1. 加強法國由太空支援作戰的能力，2. 在所有軌道上發展自主 SAA 能力，3. 發展太空主動防禦能力；為此，CDE 集中並整合各軍種與太空作業有關之單位部門。CDE 雖屬於法國航太軍，然實際上由法國參謀總長及空軍參謀長共同指揮，法國參謀本部負責實際進入衝突時的作戰行動、及太空政策領域，而空軍參謀長則負責組織、訓練與設備等方面。CDE 同時也是軍隊所有部門涉及太空事務時的對話者，需要時可向參謀本部建議任務的優先順序，以及能力面的需求如發射能力、太空狀況覺知等。¹⁶

¹³ Sylvia Pfeifer, "UK to set up National Space Council," *Financial Times*, June 5, 2019, <https://www.ft.com/content/7f03dde6-86ec-11e9-97ea-05ac2431f453>.

¹⁴ Gareth Jennings, "UK stands-up Space Command," *Jane's*, April 1, 2021, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/uk-stands-up-space-command>.

¹⁵ "Space Defence Strategy," Ministère des Armées, July 25, 2019, p.40, https://www.defense.gouv.fr/layout/set/popup/content/download/574375/9839912/version/5/file/Space+Defence+Strategy+2019_France.pdf.

¹⁶ Mathieu Bataille and Valentine Messina, " op. cit., p.55, <https://espi.or.at/publications/espi-public-62>

而針對法國在戰略中重視、並強調的太空合作需求，也使法國在 2021 年 3 月進行其第一次的太空軍事演習「紫菀-X」(Aster-X)。在這項演習由法國出主導，與美國太空軍、及德國太空單位合作進行，在一週內模擬了 18 次「危機事件」想定，如特工襲擊衛星以取得其監偵數據，或不規則墜落穿透大氣層的太空垃圾威脅人口等。¹⁷

三、德國

德國並未進行類似專職的「太空軍」編組，仍將太空場域軍事任務交由德國空軍 (Luftwaffe) 負責。2009 年開始，德國空軍即已成立軍民共同指揮之「太空狀況覺知中心」(Weltraumlagezentrum, WRLageZ) 以監測近地物體，辨識並排除可能的太空威脅、維護軍民衛星系統 (如聯邦國防軍衛星通信系統 SATCOMBw、監偵衛星 SAR-Lupe，民用 TanDEM-X) 安全，WRLageZ 的成員雖以軍方為主，作業與操作由民間機構如德國航太中心 (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., DLR)、夫朗和斐高頻物理與雷達技術研究所 (Fraunhofer FHR) 進行，並負責部分任務，如 2021 年初正式投入運用的、德國第一座太空雷達 GESTRA (German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar 德國實驗型太空監視與追蹤雷達) 就由夫朗和斐研發與建造，其所收集的資訊則交由 WRLageZ 處理。¹⁸

2017 年 4 月，德國聯邦國防軍成立新的軍種「網路與資訊空間部隊」(Cyber- und Informationsraum, CIR)，CIR 不僅負責地理資訊 (Geoinformation)、其下的戰略偵查司令部 (Kommando

reports/send/2-public-espi-reports/502-europe-space-and-defence.

¹⁷ Amanda Morrow, "Sky's the limit as space drills show off French military prowess," *Radio France Internationale*, March 12, 2021, <https://www.rfi.fr/en/france/20210312-sky-s-the-limit-as-space-drills-show-off-french-military-prowess-aster-x-florence-parly-emmanuel-macron-toulouse>.

¹⁸ "Mehr Sicherheit im All – Weltraumradar GESTRA ist startklar," Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., October 13, 2020, https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2020/04/20201013_weltraumradar-gestra-ist-startklar.html.

Strategische Aufklärung) 即負責 ISR 任務，並操作 SAR-Lupe 衛星，而資訊科技司令部 (Kommando Informationstechnik der Bundeswehr) 也負責衛星通訊，成為德軍太空作戰的重要部隊。¹⁹

由於軍事太空關鍵基礎設施由商業部門掌管，而負責監測的 WRLageZ 欠缺分層監偵體系，因此德軍仍須建立「太空單位」，定義各層級職掌與任務、建立任務規範，以求迅速應對危機；因此德國空軍於 2020 年 9 月成立「航空與太空作業中心 (Air and Space Operations Centre, ASOC)」，針對可能的太空意外事件，與加強防範可能的潛在對手，以網路及反制太空系統發動攻擊，同時並將納入對聯邦國防軍衛星進行任務控制的能力，作為太空作戰的規劃與管理一環。²⁰

肆、審視與小結

審視英國、德國與法國三個歐洲重要國家的太空戰略及其部隊發展，可以注意到其共通重點為：一、建立專責太空作戰單位，以整合資源與運用太空能力，可見到組織層面上的不斷重組及升格；二、強化太空監視能力；三、強化太空資產的韌性以維持關鍵能力的運作。然而相對上而言，各國的戰略與概念仍待進一步發展與更詳細定義。

而資源與能力的限制，使英德法等三國，儘管嘗試主動應對可能威脅，其戰略目標仍傾向防禦性、以保衛自身重要關鍵太空資產及能力能順暢運作為主，目的是使高度依賴衛星及通訊的多項重要現代技術，能不因太空成為作戰場域而遭癱瘓，而非考量及發展反太空技術攻擊對手的太空能力，可見其與美中等國家在策略與發展規劃上的差異。但總體而言，都是在 2010 年代大國競爭激烈化後，

¹⁹ Mathieu Bataille and Valentine Messina, op. cit., p.61.

²⁰ Sascha Müller, "Fähigkeitsaufbau Weltraumoperationen durch die Luftwaffe," Bundeswehr, September 21, 2020, <https://www.bundeswehr.de/de/organisation/luftwaffe/aktuelles/faehigkeitsaufbau-weltraumoperationen-durch-die-luftwaffe-2620948>.

才開始強化其對太空軍事行動的注意力，另一方面也是因為反恐戰爭時期、與對手在科技能力上的落差所致。

事實上，由於太空資產與能力對現代國家的重要性，西班牙也在太空軍事層面上探討了相關戰略，更有其他也國家針對議題廣泛的太空領域，提出戰略構想，北約與歐盟也正視太空安全議題之重要性，如 2019 年，北約也在其太空政策中，同樣將太空視為陸海空及網路外的第五個作戰領域，並為其需求建立卓越中心。²¹

儘管英、德、法等歐洲老牌強權，在政軍經上的實力仍遠超過台灣，然而相較於美中資源有限、必須專注於選定特定關鍵領域的處境，使得其戰略選擇與發展之優先順序，可作為台灣的重要參考。就歐洲國家的發展來看，強化韌性，使太空能力盡可能在威脅環境下、維持其運作，避免太空能力被破壞造成之嚴重軍事、甚至民間與整體社會的損壞，顯然必須列為最高優先。

此外，儘管法國在其相對完整的《太空防衛戰略》中表達了對運用「新太空」技術的興趣，英國近年對小型衛星公司「OneWeb」的收購，已實際上為英國政府、乃至於英國在太空軍事作業上的「新太空」技術運用開啟了可能性，英國國防部在考量下一代「天網 6」（Skynet-6）架構時，就已將小型衛星群技術納入考量，「OneWeb」的收購將使得相關技術能更快整合進「天網 6」當中。²²「新太空」技術對太空能力的助益，或許也是資源有限的後進國台灣，在發展時須重視的方向。

本文作者許智翔為德國杜賓根大學博士，現為財團法人國防安全研究院中共政軍與作戰概念研究所助理研究員。

²¹ German-Foreign-Policy.com, “Europas erstes Weltraummanöver,” *Pressenza*, March 22, 2021, <https://www.pressenza.com/de/2021/03/europas-erstes-weltraummanoever/>.

²² Caleb Henry, “British military finalizes Skynet-6A contract with Airbus,” *Space News*, July 19, 2020, <https://spacenews.com/british-military-finalizes-skynet-6a-contract-with-airbus/>.

Analysis of Space Military Strategy and Development of Space Force in France, Germany and the United Kingdom

Jyh-Shyang Sheu

Assistant Research Fellow

Abstract

As competition between countries gradually intensifies, space has become more important with regard the issue of security in recent years. Although major European countries such as France, Germany and the UK have substantial technological power and economic scale, they do not have the national power of the US and China and are thus unable, like the US and China, to expend a large amount of resources establishing comprehensive space capability. Their corresponding actions in terms of development of strategy and forces reflects the priorities of these countries in face of relatively limited resources.

Even though, in term of development of strategy, a country's requirements, strategic objectives and corresponding details need years to be gradually established, however, the directions adopted by France, Germany and the UK such as defensive strategic thinking, priority preservation of space capability and close cooperation and integration between government agencies, between countries and even with civil units are perhaps a development direction that Taiwan, a medium sized country with even more limited national power, can use as reference to seek maximum benefit with respect to enhancing space security with limited resources.

Keywords: European countries, space force, space strategy

法國航太產業發展及新冠肺炎衝擊的應處

洪瑞閔

國防戰略與資源研究所

壹、前言

2018 年 9 月法國國防部長帕莉 (Florence Parly) 指控俄羅斯衛星「盧奇-奧林普」(Louch-Olymp) 於 2017 年逼近法國與義大利聯合衛星「雅典娜-費多思」(Athena-Fidus) 並多次嘗試竊取其中的軍事通訊，此一間諜事件加強了法國對於太空事務的重視，2019 年 7 月 13 日，法國總統馬克宏 (Emmanuel Macron) 宣布法國將在空軍內部成立「太空司令部」(Commandement de l'espace)，目的是確保法國太空能力的發展與強化，法國空軍也因此於 2019 年 9 月更名為「航空與太空軍 (Armée de l'air et de l'espace)」。¹

本文將聚焦在法國大西南部 (Grand Sud-Ouest) 城市土魯斯 (Toulouse) 航太產業聚落，²除了是因為土魯斯擁有歐洲「航太矽谷」之稱，是法國與歐洲首屈一指的航太產業重心以外，法國國防部也宣布「太空司令部」將設立在土魯斯，負責整合協調法國在國防太空領域上的所有戰力工具。³從這個角度出發，土魯斯是一個探討太空產業與國防間互動關係的最佳觀測場域。⁴在文章架構上，主要可分為三個部分，首先，將介紹土魯斯的航太產業發展狀況，其中將就航太產業生態系、研發與創新的推廣以及「新冠肺炎」

¹ “Armées : Macron annonce la création d'un commandement militaire de l'espace,” *Le Monde*, July 19, 2019, https://www.lemonde.fr/international/article/2019/07/13/armees-macron-annonce-la-creation-d-un-commandement-militaire-de-l-espace_5489134_3210.html.

² 在產業面向上，航空領域與太空領域是密不可分的，企業往往同時跨足此二領域，因此本文不特別區分航空與太空的差異，而是以航太產業作為一整體進行分析。

³ Philippe Henarejos, “La ministre de la Défense précise ce que sera le commandement de l'espace,” *Ciel & Espace*, July 25, 2019, <https://www.cieletespace.fr/actualites/la-ministre-de-la-defense-precise-ce-que-sera-le-commandement-de-l-espace>.

⁴ 本文主要著重於法國航太產業面向之發展評析，有關法國太空軍事戰略發展請參見本期特刊許智翔〈英德法太空軍事戰略與部隊發展之評析〉一文。

(Covid-19) 疫情大流行 (pandemic) 所帶來的衝擊等三方面進行論述。第二，本文將探討法國政府在大流行下於振興產業上所扮演的火車頭角色，其中包括政策規劃、財政資源投入與大型計畫發展等三面向。最後，在結論部分則嘗試以土魯斯的經驗為我國的太空產業發展提出建議。

貳、土魯斯的航太產業發展狀況

一、完整的產業生態系

土魯斯的航太產業最早可追溯至第一次世界大戰期間，其時已開始進行航太產品的生產，在歷經了一個世紀的發展之後，目前已是歐洲的航太產業重鎮，並且形成了一個產官學組織完備的生態系。

在產業界方面，空中巴士集團 (Airbus) 旗下的空中巴士防衛與太空公司 (Airbus Defence and Space) 在 1978 年就在土魯斯設廠，包含承包商在內，直間接雇用員工達 5,800 人，⁵ 主要負責通訊衛星、觀測衛星、地面衛星操控系統與相關服務的製造與銷售。法國與義大利合資的達利思阿萊尼亞航太公司 (Thales Alenia Space) 則是專精於通訊與觀測衛星星座 (satellite constellation) 的發展，包括旗下 500 家承包商在內，直間接雇用員工達 5,500 人。⁶ 除了此兩大龍頭企業以外，其餘國防大廠也都在此設有廠區，如賽峰集團 (Safran) 在此設有約五百餘人的動力系統部門，負責燃氣渦輪發動機 (gas turbine engine) 的研發製造。⁷ 僱有 90 位員工的阿麗安娜集團 (ArianeGroup) 土魯斯廠區，則負責生產該公司火箭發動機所使用燃料主要組成成份高氯酸氫 (Ammonium perchlorate) 以及自然推進

⁵ Gile Bousquet, "Toulouse. Capitale du spatial," *Ladépêche*, February 13, 2017, <https://www.ladepeche.fr/article/2017/02/13/2516327-capitale-du-spatial.html>.

⁶ *Ibid.*

⁷ "Entreprise Safran Power Units à Toulouse," *Le Figaro*, April 13, 2021, <http://entreprises.lefigaro.fr/safran-power-units-31/entreprise-630800084>.

劑 (Hypergolic propellant)，⁸此外，尚有規模不一的中下游廠商，如專精於機體結構、互聯系統與衛星線束 (satellite harnesses) 項目，雇有 80 名員工的拉特科耶集團 (Groupe Latécoère)⁹ 等等。

在政府組織方面，負責主導法國國家太空政策的法國國家太空研究中心 (Centre National d'Études Spatiales, CNES) 在 1963 年成立，除了火箭推進器的製造以及發射外，在土魯斯的分部承擔了法國國家太空研究中心絕大多數的任務，包括各項計畫的管理、科學研究、軌道衛星的控制、資訊與數學研究，擁有約 1,800 位員工。¹⁰ 此外，歐洲太空總署 (European Space Agency, ESA) 也在土魯斯設有分部，負責在地企業與研究單位之間的協調。

在研究單位方面，成立於 1946 年的國家航太研究辦公室 (Office national d'études et de recherches aérospatiales, ONERA) 進行航太領域的各項研究，其在土魯斯的分部擁有 420 名員工，大多數人員皆為負責科研的工程師，除了與當地的企業合作進行重要系統開發以外，國家航太研究辦公室也負責航太技術在新領域的應用 (如無人機與自動駕駛汽車) 以及航太系統的認證等任務。¹¹ 此外，法國民用航空學院 (École Nationale de l'Aviation Civile, ÉNAC) 與法國高等航空航太研究所 (Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace, ISAE-SUPAÉRO) 均是法國的航太重點學校，每年為土魯斯當地培育與提供大量的科研人才。上述三個單位更在 2018 年 5 月 14 日成立「未來航太系統」(The Aerospace systems of the future) 研

⁸ Bryan Faham, "Les emplois d'ArianeGroup à Toulouse en danger ?," *La Tribune*, November 21, 2018, <https://toulouse.latribune.fr/entreprises/2018-11-21/les-emplois-d-arianegroup-a-toulouse-en-danger-798236.html>.

⁹ "Latécoère," *Centre National d'Études Spatiales*, April 12, 2021, https://cnes.fr/sites/default/files/drupal/202003/default/latelec_prod_2020-03-11.pdf

¹⁰ Gile Bousquet, "Toulouse. Capitale du spatial," *Ladépeche*, February 13, 2017, <https://www.ladepêche.fr/article/2017/02/13/2516327-capitale-du-spatial.html>.

¹¹ "L'ONERA, au cœur de l'écosystème de la recherche aérospatiale toulousaine," *CCI Occitanie*, <https://www.occitanie.cci.fr/lonera-au-coeur-de-lecosysteme-de-la-recherche-aerospatiale-toulousaine>.

究聯盟，目標是形塑航太工程的區域網絡，使土魯斯地區的航太產業能夠更有效的回應來自法國或是歐盟的各項航太計畫需求。¹²

綜上所述，我們可以觀察到土魯斯形成了一個相當完整的產業聚落，有助於產官學之間的交流以及合作。同時，以土魯斯為核心的航太產業聚落也不斷向外擴展，根據法國國家統計及經濟研究局（Institut National de la Statistique et des Études Économiques, INSEE）的調查顯示，截止 2018 年底，以土魯斯為首的奧西塔尼（Occitanie）大區的航太產業，共計 687 家企業，其直接雇用 87,719 名員工，所衍生出的間接就業機會共計 22,543 個，¹³2020 年航太產業的就業人口即占了當地總就業人口的 10%，¹⁴ 已是法國西南部的經濟發展重心。

二、研發與創新為核心

為了能夠持續維持歐洲與全球航太重鎮的地位，土魯斯的航太產業主要行為者均相當重視研發與創新的推動。一方面，空中巴士集團在 2015 年 3 月於土魯斯成立航太新創公司園區 Airbus Bizlab，起初是邀集航太領域的新創公司進駐，並向空中巴士集團內部提供各式創新計畫，在經過 6 年的發展後，該園區迄今已經邀集 75 家新創企業進駐並提出了 54 項計畫，¹⁵其範圍也擴大至人工智慧、無人機、大數據、區塊鏈、網路安全與電動車等相關領域。

另一方面，面對目前美國在「新太空產業」(New Space) 領域

¹² “Creation of the “Aerospaces Systems of the Future” Research Federation,” *Isae-Supaéro*, June 28, 2018, <https://www.isae-supaero.fr/en/news/creation-of-the-aerospace-systems-of-the-future-research-federation/>.

¹³ “Une dynamique toujours favorable dans la filière aéronautique et spatiale du Grand Sud-Ouest,” *Institut National de la Statistique et des Études Économiques*, January 30, 2020, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4294174#figure1>.

¹⁴ “Chiffres clés de l’économie de la Haute-Garonne,” *La Chambre de commerce et d’industrie Toulouse*, September, 2020, <https://www.toulouse.cci.fr/conseils-de-vos-experts-cci-nos-publications-economiques/chiffree-haute-garonne>.

¹⁵ “Toulouse, une dynamique industrielle et entrepreneuriale à la française,” *Escadrille*, July 18, 2018, <https://www.escadrille.org/fr/blog/toulouse-dynamique-industrielle-entrepreneuriale>.

的蓬勃發展以及私人企業在太空產業的強大推動力量，法國國家太空研究中心在 2016 年設立了創新應用與科學署（Direction de l'Innovation, des Applications et de la Science, DIA），目標是推動新太空經濟的發展，其主要扮演媒合平台的角色，協助航太領域中小型企業的新服務與計畫之推廣，促進其他領域企業的太空技術應用，如在運輸領域，創新應用與科學署協助法國國家鐵路公司（Société Nationale des Chemins de Fer français, SNCF）應用歐盟「全球衛星導航系統」（Global Navigation Satellite System, GNSS）的「伽利略定位系統」（Galileo）進行車輛與鐵道狀況監控以及水災影響模擬。在農業領域，創新應用與科學署幫助農業技術企業利馬格蘭集團（Limagrain Groupe）應用太空科技所衍生的電子化健康、遠距流行病學等技術推展其業務。¹⁶

這些公私部門行為者對研發與創新大力推動使得奧西塔尼大區成為全法國研發投資最為蓬勃發展的區域，其國內生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）的 3.7% 進行研發投資，新創企業的數量居全法國第三，¹⁷ 土魯斯也在 2018 年更獲選為法國最適合創業城市。¹⁸ 由此可看出透過各項鼓勵措施的創設，土魯斯的航太產業聚落能夠得到源源不絕的新人力與新技術，使其常保國際競爭力。

三、新冠肺炎大流行的衝擊

如同其他產業，新冠肺炎大流行對於航太產業造成相當嚴重的衝擊，特別是在民用航空部門，其帶來的負面影響包括生產線暫時

¹⁶ Lionel Suchet, "ESPACE : Le CNES s'est doté d'une Direction de l'Innovation, des Applications et de la Science. Dans quel but ?," *Entreprises Occitanie*, October 1, 2016, <https://www.entreprises-occitanie.com/espace-le-cnes-sest-dote-dune-direction-de-linnovation-des-applications-et-de-la-science-dans-quel>.

¹⁷ Lionel Suchet, "Toulouse, une dynamique industrielle et entrepreneuriale à la française," *Escadrille*, July 18, 2019, <https://www.escadrille.org/fr/blog/toulouse-dynamique-industrielle-entrepreneuriale>.

¹⁸ Pierre Falga, "Les 100 villes où entreprendre en 2018," *L'Express*, March 28, 2018, https://lentreprise.lexpress.fr/creation-entreprise/le-palmares-2018-des-villes-ou-il-fait-bon-entreprendre_1985485.html.

停工、訂單的取消或減少以及付款的延遲，使得航太領域的企業面臨相當嚴峻的考驗，對法國而言也不例外，如圖 1 所示，受到疫情影響，2020 年法國大西南部（包含土魯斯在內）航太產業從業人口共計減少了 8,800 人。¹⁹奧西塔尼大區的航太產業工作機會減少 6,250 個。如表 1 所示，其中又以提供工程與冶金服務的中小型企業承包商的受災情形最為嚴重，2020 年共減少了 10.9% 的從業人口，²⁰反應出其對於市場與景氣波動承受能力的脆弱性。

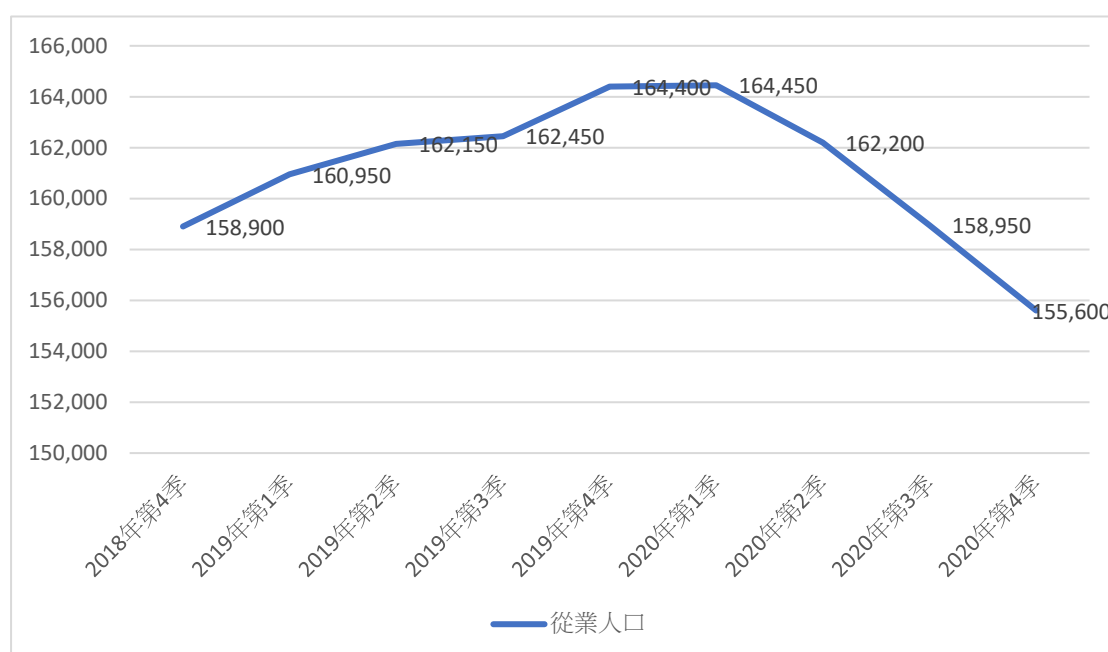


圖 1、法國大西南部航太產業從業人口成長趨勢

單位：人

資料來源：Noémie Morénillas, “En 2020, la filière aérospatiale perd 8 800 salariés dans le Grand Sud-Ouest,” *Institut National de la Statistique et des Études Économiques*, April 16, 2021, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5354628#graphique-figure1>.

¹⁹ 大西南部包括奧西塔尼大區與新阿基坦大區 (Nouvelle-Aquitaine)。

²⁰ Lucie Fraisse, “Plus de 6 000 emplois perdus dans la filière aérospatiale en 2020 en Occitanie, Toulouse très touché,” *actu Toulouse*, April 10, 2021, https://actu.fr/occitanie/toulouse_31555/plus-de-6-000-emplois-perdus-dans-la-filiere-aerospatiale-en-2020-en-occitanie-toulouse-tres-touche_40956908.html.

表 1、2020 年大西南部航太產業從業人口減少情況

行業別	減少數量
冶金	2,150
建造	1,150
電子設備與機具生產	1,150
維修	400
其他工業產品生產	350
工程與其他特定學術與技術活動	3,000
資訊活動	700

單位：人

資料來源：Noémie Morénillas, “En 2020, la filière aérospatiale perd 8 800 salariés dans le Grand Sud-Ouest,” *Institut National de la Statistique et des Études Économiques*, April 16, 2021, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5354628#graphique-figure1>.

參、法國政府在振興產業上的角色

一、政策擘劃帶動產業發展

一方面，國防需求所帶動的組織創設，為土魯斯帶來了新的生力軍。首先，新設立的「太空司令部」將法國既有的「聯合太空司令部」（Commandement interarmées de l’espace, CIE）、「軍事衛星觀測中心」（Centre militaire d’observation par satellites）以及「太空物體軍事觀測作戰中心」（Centre opérationnel de surveillance militaire des objets spatiaux, COSMOS）等三個單位進行整合，主要目標是強化法國在太空領域的監控、監聽與定位等能力，最初將擁有約 220 人力，目標在 2025 年將人員擴編至 450 人。再者，2021 年 1 月 28 日，北大西洋公約組織（North Atlantic Treaty Organization, NATO）宣布將在土魯斯成立北約在軍用太空領域的卓越中心（center of excellence），提供北約盟國人員在太空領域的教育訓練，其中包括

發展準則、技能學習、模擬演習以及協同作戰能力提升等。²¹此一卓越中心預計將會設置在國家太空研究中心的內部，在 2021 年的夏天開始正式運作，並有 42 名的常駐人員編制。²²

此外，這些單位的設立也為地方帶來了許多就業機會，除了組織編制所帶來的直接就業機會以外，據估計太空司令部與卓越中心的成立與相關活動將會為土魯斯帶來約 10,000 個就業機會。²³

另一方面，太空領域的「國防產業科技園區」（la base industrielle et technologique de défense, BITD）也成為巴黎的太空戰略核心。法國國防部在 2019 年 7 月發布《國防太空戰略》（*Stratégie Spatiale de défense*）中已經將太空領域的「國防產業科技園區」發展列為施政重點，包含運載火箭（代表進入太空的能力）與衛星（代表使用太空的能力）都被認為是達成太空領域戰略自主的關鍵之所在。²⁴此外，法國國家太空研究中心於 2020 年 4 月 12 日於線上公布了英法語雙語介面的《法國太空產業能力目錄》（*French Space Industry Capabilities Catalogue*），²⁵當中詳列了全法國太空產業廠商的各項資訊，包括專業能力、產品服務、參與過的太空計畫與企業基本資料等等，其目的在於透過資訊交流與知識分享，強化法國太空產業鏈的整體內部合作，以面對未來挑戰。透過此一目錄，使用者可以很快速地找到位於土魯斯地區的 78 家主要廠商資訊，對於強化法國最重要的太空產業聚落之內部連結有相當助益。

²¹ Christina Mackenzie, “NATO names location for new military space center,” *Defense News*, February 5, 2021, <https://www.defensenews.com/space/2021/02/05/nato-names-location-for-new-military-space-center/>.

²² Armée de l’Air et de l’Espace, “Un nouveau centre d’excellence OTAN pour l’espace va s’implanter à Toulouse,” *Délégation à l’information et à la communication de la Défense*, February 9, 2021, <https://www.defense.gouv.fr/air/actus-air/un-nouveau-centre-d-excellence-otan-pour-l-espace-va-s-implanter-a-toulouse>.

²³ Laurent Marcaillou, “La guerre de l’espace renforce l’activité du Centre spatial de Toulouse,” *Les Echos*, February 23, 2021, <https://www.lesechos.fr/pme-regions/occitanie/la-guerre-de-lespace-renforce-lactivite-du-centre-spatial-de-toulouse-1292797>.

²⁴ Ministère des Armées, “Stratégie Spatiale de défense,” *Délégation à l’information et à la communication de la Défense*, July, 2019, p.33.

²⁵ Jean-Yves Le Gall, “French Space Industry Capabilities Catalogue,” *Centre National d’Études Spatiales*, April 12, 2020, <https://cnes.fr/en/french.space.industry.catalogue>.

二、財力資源挹注協助企業面對挑戰

在疫情爆發前，相較於美國在「新太空產業」(New Space)領域的蓬勃發展以及其私人企業所扮演的強大推動角色，法國航太產業即已面臨投資不足的問題，透過《2019-2025 軍事計畫法》(*La Loi de Programmation Militaire 2019-2025*)，法國國防部已規劃 36 億歐元的預算於太空事務的發展上，2020 年 1 月，法國國防部長帕莉 (Florence Parly) 宣布在 2025 年前額外再投入 7 億歐元用於太空監控工具與自我防衛能力的開發上。²⁶新創企業是巴黎主要的協助目標，法國國家太空研究中心在 2018 年成立 CosmiCapital 基金，其募集將近 1 億歐元的資金為太空領域的新創企業提供支援，土魯斯的新創企業是該基金的重點對象，如以土魯斯為基地的小型衛星研發與移動新創公司 Exotrail 為例，它在 CosmiCapital 基金共約 1,800 萬歐元的支持下，於 2020 年 11 月所進行的進入軌道示範任務中得到成功。²⁷這些金錢的投入已說明巴黎當局意識到若要在太空領域保持自身能力並面對美國優勢急起直追，大量財力資源的投入是絕對必要的。

在疫情爆發後，紓困方案更成為危在旦夕航太產業的強心劑，法國政府首先於 2020 年 12 月提供「航太國家擔保貸款」(*pret garanti par l'État Aéro, PGE Aéro*)，主要是針對中型企業 (*entreprises de taille intermédiaire, ETI*) 與中小型企業 (*petites et les moyennes entreprises, PME*) 為對象所提供的貸款，²⁸目的是協助這些企業解決因為主要

²⁶“Florence Parly dévoile la stratégie spatiale française de défense,” *Ministère des Armées*, January 9, 2021, <https://www.defense.gouv.fr/portail/mediatheque/publications/florence-parly-devoile-la-strategie-spatiale-francaise-de-defense>.

²⁷ Ilana Lignel, “Exotrail reports full success of its first of its kind in-orbit demonstration mission,” CosmiCapital, January 12, 2021, <https://cosmicapital.com/exotrail-paves-the-way-for-new-space-mobility-with-first-of-its-kind-successful-in-orbit-demonstration-mission/>.

²⁸ 在法國，大型企業 (*grande entreprise*) 指的是員工人數 5000 人以上，年營業額超過 15 億歐元的企業；中型企業指的是員工人數介於 250-4,999 人之間，年營業額不超過 15 億歐元的企業；中小型企業指的是員工人數介於 10-249 人之間，年營業額不超過 5 千萬歐元的企業。

大廠的訂單延遲或取消，所面臨到庫存過多與資金調度問題。

此外，法國「經濟、財政與振興部」(Ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance) 也在 2020 年 8 月公布總計 3 億歐元的戰略性產業振興計畫「航太產業現代化、差異化與綠化基金」(Le fonds de modernisation, de diversification et de verdissement des procédés de la filière aéronautique)，目的是在不景氣的大環境下，鎖定脫炭(decarbonization)、打入國際供應鏈、創新與現代化等四項主要目標，由企業提出計畫，政府出資協助其升級與轉型，在目前通過的 287 個計畫中，其中有 23 項計畫來自於奧西塔尼大區，總計得到 4,120 萬歐元的政府援助。²⁹同時，如附表所示，獲得計畫補助的土魯斯航太企業多以中型與中小型企業為主，其計畫目標除了新技術的研發以外，多以運用「工業 4.0」(Industry 4.0) 的科技達成生產程序的現代化為主。

三、大型計畫開展提升技術能力

巴黎也透過各項大型太空計畫來確保土魯斯航太產業聚落的競爭力，這些大型計畫主要由法國國家太空研究中心所負責主導，其擁有約 5 億歐元的預算負責相關業務的推動。一方面，土魯斯的兩大龍頭空中巴士防衛與太空公司與達利思阿萊尼亞航太公司承接了法國國家太空研究中心所委託的太空電磁情報與監聽能力計畫 (Capacité d'Ecoute et de Renseignement Electromagnétique Spatiale, CERES)，將在 2021 年底發射 3 顆電磁監測衛星，計畫總金額達 4.5 億歐元。³⁰同時，兩家公司也負責新一代通訊衛星 Syracuse 4 發射計

²⁹ “Occitanie : douze nouveaux lauréats des fonds de soutien à la modernisation des filières aéronautique et automobile,” *Entreprises Occitanie*, December 17, 2020, <https://www.entreprises-occitanie.com/occitanie-douze-nouveaux-laureats-des-fonds-de-soutien-la-modernisation-des-filières-aeronautique-et>.

³⁰ “Thales et Airbus vont réaliser le système de renseignement électromagnétique français,” *Vipress*, March 16, 2015, <https://vipress.net/thales-et-airbus-vont-realiser-le-systeme-de-renseignement-electromagnetique-francais/>.

畫，預計在 2021 至 2023 年間發射 3 顆衛星，總預算為 38 億歐元。

另一方面，法國國家太空研究中心也努力為土魯斯的航太產業爭取國際計畫。近來最著名的案例為參與美國國家太空總署的毅力號（Perseverance）火星探測計畫，毅力號在 2021 年 2 月 18 日順利登陸火星，當中用來對岩石進行化學與礦物分析的超級相機（SuperCam）以及年代鑑定的傳聲器，即是在法國國家太空研究中心指導下，分別由土魯斯的天體物理與行星研究所（Institut de recherches en astrophysique et planétologie, IRAP）以及法國高等航空航太研究所負責設計與製造。³¹此外，歐盟執委會（European Commission）也將伽利略定位系統（Galileo）計畫中的 12 顆衛星製造交由空中巴士防衛與太空公司與達利思阿萊尼亞航太公司監造，總金額達到 14.7 億歐元。³²綜合言之，藉由承接這些大型計畫，土魯斯的太空「國防產業科技園區」得以維持其運作，而不致因民航需求的驟減而使產業聚落面臨生存危機。

肆、結論

作為全世界少數具有製造衛星能力的航太產業聚落，擁有兼容產官學各層級行為者的完整生態系是土魯斯航太產業能夠成為歐洲「航太矽谷」的主因，同時透過各項鼓勵研發與創新的措施，土魯斯能夠在全球航太產業中常保競爭力。此外，面對新冠肺炎對航太產業所帶來的衝擊，法國所採取的應對之道呈現出相當強的國家主導特徵，在面臨私人企業因疫情而需求大減的困境下，國家政府的推動力量更形重要，透過法國國防部與國家太空研究中心所主導的各項措施與計畫，土魯斯的航太產業聚落能夠保持活力，特別是相

³¹ Séverine Bertrand, Jean-Paul Héran, François Hild and Noémie Morénillas, “Une fin d’année difficile pour l’emploi, en particulier en Haute-Garonne,” *Institut National de la Statistique et des Études Économiques*, April 9, 2021, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5352360>.

³² “Galileo : l’UE signe un contrat de 12 satellites à 1,47 milliard d’euros pour Thales Alenia Space et Airbus,” *Vipress*, January 20, 2021, <https://www.ladepeche.fr/2021/01/20/galileo-lue-signe-un-contrat-de-12-satellites-a-147-milliard-deuros-pour-thales-alenia-space-et-airbus-9323197.php>.

對脆弱的中小型企業能在疫情衝擊下得以存續，更能夠因為國防需要所進行的各項研究使其技術能力持續強化。

從土魯斯的發展經驗反思，可為我國太空產業發展帶來兩種啟發。一方面，相較於法國，我國規模更小的太空產業更需要縝密規畫，選擇關鍵重點項目進行發展，現階段可考慮結合較具規模與競爭力之資通產業，全力投入其在太空領域的建設與應用，同時也可建立如《法國太空產業能力目錄》的廠商能力公開資料庫增進國內外行為者對我國實力的了解以便增加向外擴展與合作的機會。

另一方面，如同法國國防部近幾年來在太空事務的積極角色，我國國防部可結合國防需求在太空領域的研究上扮演火車頭的角色，同時為產業發展帶來新的推動力，目前已可看到如低軌道運載火箭等研發計畫推展，³³其他如近地軌道的雷射光通訊等衛星通訊技術領域也都值得國防部進一步納入下一階段的研發目標。

附表、土魯斯在地企業所獲「航太產業現代化、差異化與綠化基金」支持計畫情況

(單位：百萬歐元；人)

公司	企業規模	年度太空部門營業額	太空部門員工人數	目標	主要內容
SPHEREA Test & Services	中型企業	104.05	379	創新、現代化	數位化推動
SOGECLAIR Aerospace	中型企業	4.9	50	創新	研發計畫進行
LATECOERE	中型企業	9	80	創新、現代化	廠區工業 4.0 技術應用、互聯系統現代化
Aviacomp	中型企業	-	-	現代化	數位化推動
ECA AEROSPACE	中型企業	39	220	創新、	數位化推動

³³ 朱明，〈離多彈頭技術不遠了！中科院力拚運載火箭發射多衛星〉，《上報》，2019年2月1日，https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=57047。

				現代化	
SERMA INGENIERIE SAS	中型企業	46	600	創新、 現代化	工程工具與程序 數位化
Liebherr Aerospace Toulouse SAS	大型企業	672.10	1,520	脫碳、 搬遷、 創新	離心泵研發、燃 料電池與氫技術 hydrogen technologies 使用
Dedienne Aerospace	中型企業	-	-	創新、 現代化	發動機維修工具 數位化
SYNTONY -	中小型企業	5	50	創新	無線電導航系統 研發
MECAPROTEC	中型企業	37.54	411	創新	機身製造維修程 序效率提升
ST COMPOSITES	中小型企業	2.37	49	創新、 現代化	高效能複合材料 生產程序的數位 化、機械化
ATMOSPHERE	中小型企業	-	-	創新	衛星飛行系統的 研發
GIT S.A.S	中小型企業	7.08	97	創新、 現代化	機身處理領域新 生產方式的提出
NEXIO TECHNOLOGIES	中小型企業	1	12	創新	無線電與電力電 子產品研發

資料來源：作者整理自“Douze nouveaux lauréats en Occitanie des fonds de soutien à la modernisation des filières aéronautique et automobile,” *Préfet de la région Occitanie*, December 11, 2020, <https://www.prefectures-regions.gouv.fr/occitanie/content/download/75690/489449/file/Douze%20nouveaux%20laur%C3%A9ats%20en%20Occitanie.pdf>.

本文作者洪瑞閔為比利時法語魯汶大學政治學博士，現為財團法人國防安全研究院國防戰略與資源研究所助理研究員。

The Development of the French Aerospace Industry and its Response to the Impact of the Covid-19 Crisis

Jui-Min Hung

Assistant Research Fellow

Abstract

This paper discusses the development of the aerospace industry cluster in the city of Toulouse in France's Grand Sud-Ouest. Toulouse is nicknamed Europe's "aerospace valley" and is the aerospace center of both France and Europe. The French Ministry of Defense has also announced that the Space Command will be headquartered in Toulouse and will be responsible for integrating and coordinating all France's space combat tools. From this angle, Toulouse is the best observation field for discussing the interactive relationship between the space industry and national defense.

This paper has three parts; part one introduces the development situation of the aerospace industry in Toulouse; the complete ecosystem and emphasis on R&D and creativity are the main characteristics of the Toulouse aerospace industry cluster. However, the COVID-19 epidemic has had a severe impact on France's aerospace industry, in particular on the civil aviation element. Part two focuses on the leading role of the French government in revitalizing the industry under the impact of the epidemic, including policy planning, input of financial resources and development of large-scale plans. Lastly, the conclusion attempts to make some suggestions for the development of Taiwan's space industry based on the Toulouse experience. Apart from first investing in key areas, the Ministry of Defense should play the role of R&D and innovation locomotive.

Keywords: French aerospace industry, Toulouse, space industry development

出版說明

「財團法人國防安全研究院」設立宗旨為增進國防安全研究與分析，提供專業政策資訊與諮詢，拓展國防事務交流與合作，促進國際戰略溝通與對話。

現設有 4 個研究所，本院研究範圍涵蓋：國家安全與決策、國防戰略與政策、中共政軍、非傳統安全與軍事任務、網路作戰與資訊安全、先進科技與作戰概念、國防資源與產業、量化分析與決策推演等領域。

本刊各篇文章由本院研究人員、以及外部學者、專家撰擬，以 3,000 至 4,000 字以內為度，稿件均經審稿程序，其著作權為本刊所有，未經同意，請勿轉載。

※本特刊內容及建議屬作者意見，不代表財團法人國防安全研究院之立場。

發行人：霍守業 | 總編輯：林成蔚 | 副總編輯：柏鴻輝

編輯主任：蘇紫雲 | 執行主編：洪瑞閔、蔡榮峰

責任校對、助理編輯：陳亮智、林彥宏、江忻杓、劉姝廷、陳力綺

出版者：財團法人國防安全研究院

院址：10048 臺北市中正區博愛路 172 號

電話：(02) 2331-2360 傳真：(02) 2331-2361

Institute for National Defense and Security Research

No.172, Bo-Ai Road, Chongcheng Dist., Taipei City, Taiwan (R.O.C.)

Tel:886-2-2331-2360 Fax:886-2-2331-2361



財團法人國防安全研究院

Institute for National Defense and Security Research