發佈：2020-05-07, 週四 10:28
點擊數：18521



當年第一個將人類送上月球的美國，一度在冷戰後獨霸太空，於各種外太空技術應用層面一枝獨秀。30年後的今日，當全球太空公共財已高度仰賴美國，人們才驚訝地發現美國部署於太空的基礎建設卻處於幾乎不設防的狀態；其現有運行的850多枚衛星當中，居然高達99%都不具有抗干擾能力。[1]

這反映出美國的「先發劣勢」（first-mover disadvantage）可能遭到利用，無法有效抵禦戰略競爭者以新科技遂行不對稱作戰。美國或許還會從「第一太空大國」變成「第一個在太空遭受奇襲

Phoca PDF

」的大國，連帶使得所有盟國一起暴露於一場「太空珍珠港」將帶來的風險之中。[2]

有鑒於此，現在不只兩個美國戰略競爭者—繼承蘇聯「GLONASS全球定位系統」的俄羅斯、擁有「北斗衛星導航系統」的中國，已具備了獨立於美國「GPS」之外的導航星系，就連歐盟也建立起自己的「Galileo」，而日本與印度也都分別建置了各自的區域導航系統「QZSS」與「NavIC」。

即使近年興興向榮的太空新創企業潮仍然以美國為首，但相關技術擴伴隨著中國崛起確實帶來了新的戰略挑戰，太空科技的全球化侵蝕了美國過去「無與倫比」的太空能力。當越來越多行為者進入地球太空軌道，也暗示著「泛美和平」(Pax Americana)的太空時代儼然告終。

休士頓，我們有麻煩了

《2018年美國國防戰略》（2018 National Defense Strategy of the United States of America
）明確指出，以中俄
為對手的大國競爭將是美國未來戰略轉向
的重心所在，[3]
從近年美國各種分析報告的篇幅與編排順序可明顯觀察到，中國已超越俄羅斯，成為美國政治菁英心目中太空競爭的主要對手，例如隸屬於美國空軍的「國家航空暨太空情報中心」（The National Air and Space Intelligence Center, NASIC）2019年公開的《太空競爭》（Competing in Space

Phoca PDF

）報告裡，中國是出現次數最多的國家，而且即便提及俄羅斯，大多以「中國與俄羅斯」的敘事順序出現。[4]

這種心理上的重大轉變，來自於一種認知：美國正在喪失冷戰以來將太空應用於軍事的寡占地位。

美軍於1990年代波灣戰爭首次展現以太空為主要節點的資訊化作戰能力，使北京的戰略決策者受到極大刺激，展開了中國版的「軍事事務革新」（Revolution in Military Affairs）。當美國把焦點轉向打擊恐怖主義的期間，中國則利用加入世界貿易組織的全球化契機大舉吸收資金與技術，針對美軍資訊化最薄弱的環節—衛星，發展出各種不對稱作戰概念（見附表1），解放軍認為太空將是21世紀戰爭當中，先發制人的「戰略高地」。

在2015年中國首次發表的國防白皮書《中國的軍事戰略》

當中關於太空領域的部分，於第一章〈國家安全形勢〉開宗明義點出「太空和網絡空間成爲各方戰略競爭新的制高點，戰爭形態加速向信息化戰爭演變」，第三章〈積極防御戰略方針〉也提到「應對太空、網絡空間等新型安全領域威脅」並在第四章〈軍事力量建設發展〉部分言明「太空是國際戰略競爭制高點。有關國家發展太空力量和手段，太空武器化初顯端倪……密切跟蹤掌握太空態勢，應對太空安全威脅與挑戰，保衛太空資產安全，服務國家經濟建設和社會發展，維護太空安全」。[5]

從後來的第二本白皮書2019年《新時代的中國國防》更能明顯感受到解放軍對於太空能力的自信心，第三章〈履行新時代軍隊使命任務〉則寫道「太空是國際戰略競爭制高點，太空安全是國家建設和社會發展的戰略保障。著眼和平利用太空，中國積極參與國際太空合作，加快發展相應的技術和力量，統籌管理天基信息資源，跟蹤掌握太空態勢，保衛太空資產安全，提高安全進出、

Phoca PDF

開放利用太空能力」。[6]

2015

年解放軍出現的兩大軍種—「火箭軍」與「戰略支援部隊」更證實了這個發展：未來以飛彈擊殺衛星的「升擊反衛星」（direct-ascent anti-satellite, DA-ASAT）作戰將由掌握了短中長程各型飛彈的「火箭軍」負責，而「在軌反衛星」（Co-orbital ASAT）的摧毀手段，則將由「戰略支援部隊」負責。「戰略支援部隊」因為負責整合所有包括衛星在內的解放軍太空活動，因此被視為中國的太空軍。

美對中太空政策改弦易轍

事實上，中國首次在太空戰略方面引起西方高度關注的舉動，為2007年的反衛星試射，當時解放軍以「雙城19號」飛彈（SC-19）成功擊落一枚報廢的氣象衛星「風雲1號C」。美國國會隨即於2008年通過《2009財年國防授權法》（FY2009 National Defense Authorization Act, FY09 NDAA），要求美國國防部與國家情報總監辦公室（Office of the Director of National Intelligence, ODNI）在2010年作成《太空態勢檢閱報告》（Space Posture Review），並於2011年彙整成《國家安全太空戰略》（National Security Space Strategy）。[7]美國參議院2011年也通過《聯邦公共法案》第539節（Public Law 112-55, SEC. 539
），禁止美國國家航空暨太空總署（NASA）或者科學與技術政策辦公室（OSTP）與任何中國籍法人或自然人合作，也不得接待中國官員。[8]

Phoca PDF

發佈：2020-05-07, 週四 10:28
點擊數：18521

另一方面，著眼於太空相關技術具有軍民轉用特質，美國私部門又擁有相當完整的衛星產業鏈，無論是降低製造與發射成本、提高部署效率、增加抗干擾能力或是研發反衛星武器，都能協助美軍提升太空韌性（space resilience）、拉高敵方發動太空攻擊的戰略門檻。美國政府希望將方興未艾的太空產業研發能量納為己用，特別是一改冷戰後在太空發射領域過度依賴俄國的情況，遂於2015年通過《美國商業太空發射競爭法案》（US Commercial Space Launch Competitiveness Act）。[9]

從上游的材料元件、次系統，到中游的系統整合、太空發射以及後端的衛星操作、衛星數據處理與應用，美國希望進一步強化自身太空產業鏈（見附表2），並阻止中國繼續吸收包括者些太空領域在內的美國技術。[10]

2018年8月13日美國總統川普簽署通過的《2019財年國防授權法》（National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2019, NDAA FY2019）之下，包裹了《外國投資風險審查現代化法案》（Foreign Investment Risk Review Modernization Act, FIRRMA），對美國「外來投資審查委員會」（Committee on Foreign Investment in the United States, CFIUS）進行改革，將「外資與其國籍政府的連結」，及「此項連結是否可能影響美國國家安全」納入考量。《出口管制改革法案》（Export Control Reform Act, ECRA），則強化了美國商務部下轄之工業安全局（Bureau of Industry and Security, BIS）對14項新興科技的出口審查。[11]2020年1月，美國首次引用《出口管制改革法案》，禁止涉及AI在內的衛星影像應用技術繼續流往中國。[12]

主權國家太空軍事化再起

Phoca PDF

發佈：2020-05-07, 週四 10:28
點擊數：18521

川普上台後，美國太空國防建制明顯加速。川普於2017年6月恢復了1993年遭小布希解散、隸屬於美國總統行政辦公室（Executive Office of the President）的「國家太空委員會」（National Space Council），該委員掌理所有軍用、民用太空事務以及相關國際合作。2018年4月，美國參謀長聯席會議發布最新版《太空作戰準則》（Space Operations），首次確立「太空聯合作戰區域」概念。2019年2月，[13]川普簽署「第4號太空政策指令」（Space Policy Directive-4, SPD-4），[14]要求美國國防部制定太空軍建軍計劃，8月先將「空軍太空指揮部」（Air Force Space Command）升格為「太空司令部」（Space Command, SPACECOM），接著12月20日簽署《2020財年國防授權法》（FY2020 NDAA）正式批准預算成立美國太空軍，首任太空軍司令與太空參謀長（Chief of Space Operations）皆由原「空軍太空指揮部」司令四星上將雷蒙德（John Raymond）擔任。

值得一提的是，到目前為止，俄羅斯（2015）、中國（2015年）、美國（2019），還有預計2020年成軍的法國和英國；聯合國五個常任理事國都建立或規劃了太空軍的編制。除此之外，日本也宣布要在2020年於航空自衛隊轄下設立「宇宙作戰隊」，印度則為太空軍做了前置準備，新德里先於 2018 年 9 月成立「國防太空署」（Defence Space Agency, DSA），2019 年 6 月再成立支持機構「國防太空研究局」（Defence Space Research Agency, DSRA）。在過去的短短的五年裡，地球上的軍事強權已經用行動表明，繼美蘇太空競賽後，太空二次軍事化已是大勢所趨。

小結

Phoca PDF

發佈：2020-05-07, 週四 10:28
點擊數：18521

1957

年蘇聯發射史波尼克號衛星（Sputnik）至今已超過一甲子，人類第一次的太空軍事化參與者，在前30年的時間裡，只有美國和蘇聯，蘇聯崩潰後，美國漫不經心地獨攬這個領域的軍事使用權，大部分的科技創新展現於民用領域。儘管並沒有公認的分隔點，2007年中國反衛星測試後，全球第二次太空軍事化的趨勢越演越烈，至2020為止，參與者已涵蓋了聯合國的五個常任理事國，以及印度、日本等曾表達希望藉著「入常」獲得大國地位的國家。

國際間越來越白熱化的大國競爭態勢，將進一步刺激各強權將國家主權行為延伸到有如公海的外太空之中，「月軌內空間」（Cislunar Space）將變得越來越擁擠，在無法規畫疆界的太空中，各國太空軍有可能將發展出類似海軍所使用的作戰指導原則，大量現在尚未存在的國際法原則也會逐步建立，讓我們所熟知的5個太空國
際法相形見拙。[15]屆時，聯合國將需要建立一個比現行的「和平利用外太空委員會」（The Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS）更強而有力的執行機構。

太空競爭同時也反映了美中科技戰的特質，未來太空產業鏈是否隨著科技管制壁壘的升高，開始出現如部分科技產業「斷鏈」（decoupling）的壓力，或進一步發展成美中兩大供應鏈陣營，則是在產業面向未來值得進一步觀察的現象。

附表1、針對衛星通訊環節的太空攻擊列表

名稱	攻擊內容
軌道攻擊	

Phoca PDF

核爆電磁脈衝	在太空中引爆小型核武，以電磁脈衝癱瘓一定範圍內的所有衛星
物理撞擊	以具有變軌功能的衛星或其附載物撞擊目標衛星，使其永久偏離軌道
衛星捕捉	以具有變軌功能與機器手臂的衛星直接破壞目標衛星零組件，或以物理鎖定方式強迫其永久偏離軌道
寄生星	以具有變軌功能的衛星，施放微型機器人以寄生目標衛星，可定時破壞或造成局部破壞
高能微波	以具有變軌功能的衛星搭載發射器，以高能微波武器破壞使目標衛星過熱
星載雷射	以衛星搭載的直接能武器攻擊目標衛星，使其燒毀或破壞其光電感應元件
化學噴灑	以衛星搭載的化學藥劑攻擊目標衛星，破壞其結構或光電感應元件
衛星訊號干擾	以衛星搭載的電子干擾裝置，使目標衛星轉發器失去通訊功能
對地訊號干擾	對目標地面接收站發射干擾訊號
訊號擷取	以具有變軌功能的衛星疊合目標衛星移動軌跡，截收目標衛星正在蒐集的地表訊號
網路攻擊	針對衛星軟體進行攻擊
近地攻擊	
升擊反衛星(動能擊殺)	以飛彈摧毀衛星
機載雷射	以飛機搭載之直接能武器致盲衛星
地面攻擊	
視覺偽裝	以視覺擬態降低衛星圖像辨識度
訊號偽裝	以輻射波束降低衛星圖像辨識度

Phoca PDF

發佈：2020-05-07, 週四 10:28
點擊數：18521

訊號干擾	以定位訊號干擾裝置製造漂移假象
網路攻擊	破壞站台運作或挾持站台將波束指向目標衛星進行干擾
物理破壞	直接以物理攻擊破壞地面站台

說明：「軌道攻擊」、「近地攻擊」、「地面攻擊」的分類方式是以攻擊來源所在位置區分。

資料來源：蔡榮峰整理自公開資訊。

附表2、太空產業鏈分工示意表

上游 (研發/設計/顧問)				中游 (系統整合工程/金融/基礎建設)			下游 (軟體研發/設備	
材料與元件	微電子	次系統	酬載	系統整合	載人太空船	太空發射	衛星操作	

Phoca PDF

	微波		儀器		發射載具			
	太陽能電池		航電		衛星製造			
	燃料		推進		衛星測試			
	特殊金屬		結構		地面系統			
	先進複合材料		熱控					
	密封材料							
	扣件							
	線材							

資料來源：蔡榮峰整理自Danish Technological Institute, “Study on Internationalisation and Fragmentation of Value Chains and Security of Supply-Final Report”, March 29, 2012, p.38。

[1] War Is Boring, "China Knows America's Greatest Military Weakness (And Is Planning to Exploit It)", The National Interest, March 17, 2019, https://nationalinterest.org/blog/buzz/china-knows-americas-greatest-military-weakness-and-planning-exploit-it-47742.

[2]蒙克，〈報告：若中國或俄羅斯發動太空珍珠港式突襲 美國及盟友將癱瘓〉，《BBC中文網》，2019年8月16日，https://www.bbc.com/zhongwen/trad/chinese-news-49372879。

[3] "2018 National Defense Strategy of the United States of America," US DoD, January 19, 2018, https://dod.defense.gov/Portals/1/Documents/pubs/2018-National-Defense-Strategy-Summary.pdf.

[4] "Competing in Space," US National Air and Space Intelligence Center, January 23, 2019, https://www.nasic.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Article/1738710/competing-in-space/.

[5]《中國的軍事戰略（全文）》，中華人民共和國國防部， 2015年5月26日，

http://www.mod.gov.cn/big5/regulatory/2015-05/26/content_4617812_2.htm。

[6]《新時代的中國國防 白皮書全文》，中華人民共和國國防部， 2019年7月24日，

Phoca PDF

http://www.mod.gov.cn/big5/regulatory/2019-07/24/content_4846424.htm。

[7] "Space Posture Review Key Points & Facts," US DoD, https://dod.defense.gov/News/Special-Reports/SPR/;

"National Security Space Strategy," US DoD, https://archive.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/.

[8] "Public Law 112-55, SEC. 539," GPO, 2012, https://www.congress.gov/112/plaws/publ55/PLAW-112publ55.pdf
；這個條款一度在2018年又震碎了不少中國玻璃心，因為2018年8月19日蔡英文總統「同慶之旅」過境美國休士頓時，曾參訪NASA詹森太空中心，部分中國網民似乎無法理解原文當中禁止造訪的「official Chinese visitors」為何不包括台灣總統。

[9] "H.R.2262 - U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act," Congress.Gov, November 25, 2015, https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262/text.

[10]中國吸收美國科技的策略，見Michael Brown and Pavneet Singh, "China's Technology Transfer Strategy," Defense Innovation Unit Experimental (DIUx), January 2018, https://admin.govexec.com/media/diux_chinatechnologytransferstudy_jan_2018_(1).pdf。

[11] (1)生物奈米與合成技術；(2)人工智慧與機器學習技術；(3)定位、導航和定時技術；(4)微處理器技術；(5)先進計算技術；(6)大數據分析技術；(7)量子資訊和感應傳輸技術；(8)物流技

術；(9)積層製造技術；(10)機器人；(11)腦機介面；(12)極音速；(13)先進材料；(14)先進監控

技術，見"Review of Controls for Certain Emerging Technologies," Industry and Security Bureau, November 19,

2018, https://www.federalregister.gov/documents/2018/11/19/2018-25221/review-of-controls-for-

certain-emerging-technologies。

[12] James Vincent, "US announces AI software export restrictions," January 5, 2020, The Verge, https://www.theverge.com/2020/1/5/21050508/us-export-ban-ai-software-china-geospatial-analysis.

[13] "Space Operations," Joint Chiefs of Staff, April 10, 2018

https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/jp3_14.pdf.

[14] "Text of Space Policy Directive-4: Establishment of the United States Space Force," White House, February 19, 2019, https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/text-space-policy-

Phoca PDF

directive-4-establishment-united-states-space-force/.

[15] 1967
年《關於各國探索和利用外太空包括月球及其他星體之活動所應遵守原則協定》（Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies）、1968
年《營救太空人、送回太空人和歸還發射至外太空之客體協定》（The Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space）、1972 年《太空客體所造成損害國際責任公約》（The Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects）、1975
年《關於登記發射進入外太空客體公約》（The Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space）、1979 年《關於各國於月球及其他星體之活動協定》（The Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies）。

作者 蔡榮峰 任職於國防安全研究院

Phoca PDF