



FOCUS

專題報導

● 作者/Greg Hadley and Chris Gordon

● 譯者/張彥元

● 審者/黃坤銘

太空戰鬥序列與先進戰場管理系統

Space Order of Battle and Operationally Focused ABMS

取材/2023年8月美國空軍暨太空軍月刊(Air & Space Forces Magazine, August/2023)

科技日新月異，敵對勢力襲擾手段日趨多元，為因應日趨複雜的作戰環境，美空軍與太空軍著手發展太空戰鬥序列與先進戰場管理系統，期能精進太空競爭耐力，強化聯盟聯合全領域指揮管制能力，贏得決策優勢。

(Source: Shutterstock)

太空戰鬥序列

2022年美空軍暨太空軍協會空戰研討會(AFA Warfare Symposium)上,肯達爾(Frank Kendall)首次揭露七個作戰要務。會中更進一步表示,發展韌性有效的太空戰鬥序列,在七個作戰要務中「或許涵蓋最廣」,但也是「最具潛在影響力」。

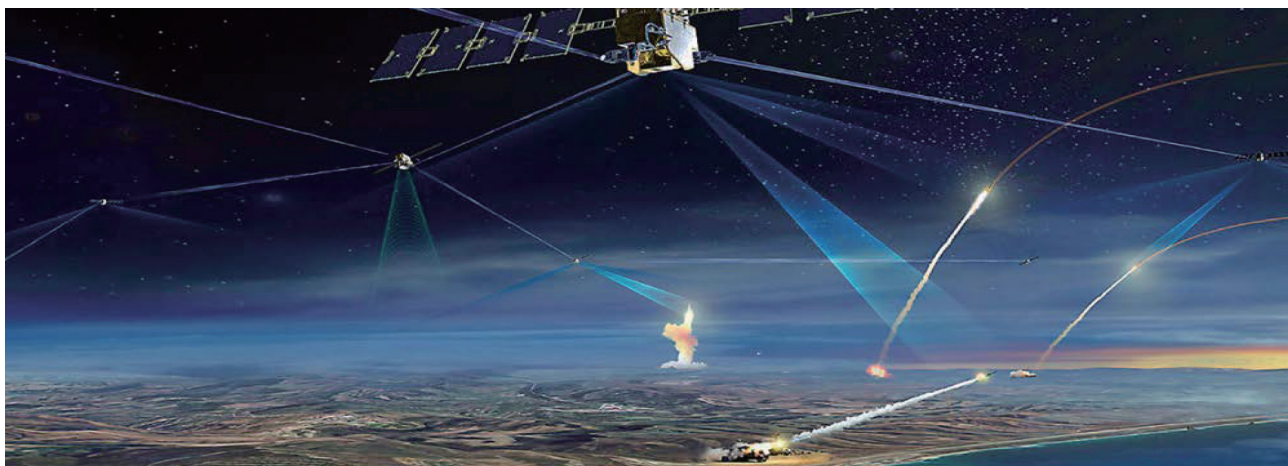
隨後一年內,美太空軍軍令部長薩茲曼(B. Chance Saltzman)上將規劃完成「競爭性耐力」(Competitive Endurance)理論,並提出未來戰鬥序列指導原則。

薩茲曼競爭性耐力理論的基礎,乃是避免

對手先發制人。

薩茲曼表示:「現行軍事太空架構下,太空衛星能見度佳、突發事件肇生率低,以及太空裝備受損後重建時程較長,前述種種因素均有利於先發制人。但這種情況不穩定,不適用嚇阻思維。因此,我們不能繼續採取這種架構。」

自2007年中共首次成功進行反衛星測試迄今,「鬼斧神工」的功能型衛星顯然面臨風險。2017年,美國戰略司令部時任司令海頓(John E. Hyten)上將稱前述美國衛星為「令人垂涎三尺的目標」。2022年,薩茲曼前任司令雷蒙(John



諾格公司低軌道衛星座偵獲不明對手發射飛彈。該公司成功得標，為太空發展局第1批次追蹤層(Tranche 1 Tracking Layer, T1TRK)構建14顆紅外線感測器衛星，用以偵測、識別及追蹤極音速武器與飛彈發射全程。

(Source: Northrop Grumman)

挑戰

我們必須保護太空戰力，確保前述各項太空戰力即時支援聯部隊任務，並反制相應太空敵對行動。

W. “Jay” Raymond)上將曾經承認，儘管「這些衛星性能無人能比……但很難加以防禦」。

針對這個問題，美太空軍主要解決方案是擴散(Proliferation)——建立更多軌道，配置更多衛星。太空軍將建立一個軌道網狀網路(Mesh Network)，布滿數百甚至數千顆衛星，而不再只部署少數「肥美」目標，使得摧毀衛星座變得難上加

難，讓敵人想都不敢想。

太空發展局(Space Development Agency)目前主導前述工作，而龐大的「擴散式太空作戰架構」(Proliferated Warfighter Space Architecture, PWSA)即是前述方案首次在軍事太空領域落實應用。太空發展局規劃朝低軌道(Low-Earth Orbit, LEO)發射數百顆衛星，並設法在2030年前，將升空軍方衛星數量提升到當前數量的四到六倍。

2023年4月5日米契爾航太研究所太空戰力安全論壇(Spacepower Security Forum)上，太空發展局局長圖尼爾(Derek M. Tournear)表示：「我們在空中將有數百顆衛星，而擊落衛星的

手段

聚焦具備韌性的太空戰力，亦即前述戰力能夠加以防護、在敵方戰火下存活，即便功能可能因蒙受長時間攻擊而緩慢喪失，但必須在可接受的時間區間內完成戰力重建。發展適切戰力，阻止潛在對手由太空攻擊美國地表目標。

成本將高於衛星單顆造價，我們已澈底改變成本價值的計算公式。」

初期，太空發展局預劃「第0批次」發射28顆衛星。2023年4月，該局發射該批次第一顆。

2024年，「第1批次」150顆衛星將開始發射。圖尼爾預劃在「第2批次」中，發射超過250顆衛星，並於2026年開始執行。

與此同時，太空發展局正快速擴大採購範疇。美太空軍太空系統指揮部(Space Systems Command, SSC)正於中軌道(Medium-Earth Orbit, MEO)，建構一個至少擁有36顆衛星的「全天候飛彈預警與飛彈追蹤」(Resilient Missile Warning/Missile Tracking)星座。這些衛星將按階段或期程發射，首批規劃發射九顆衛星。

美空軍部主管太空採購與整合的助理部長卡爾維利(Frank Calvelli)對此提出嘉許，並將前述規劃納入實際採購規範。

2022年6月，卡爾維利表示：「我認為軌道多樣化，部署衛星於低軌道、中軌道或橢圓軌道(Elliptical Orbits)——例如極地軌道(Polar Orbit)或日暈軌道(Halo Orbit)，甚至在其它軌道上不斷嘗試新

做法等，都可以大幅提升太空作戰韌性。」

為了符合成本效益，卡爾維利提出「擴散式太空作戰架構」四項基本發展戰略：

- 建構更小型系統。
- 採用現有科技與設計，減少運用「一次性工程」(Non-Recurring Engineering)。
- 授予合約時，明定研發至發射週期不可超過三年。
- 採用固定價格合約，避免物價影響。

2023年6月網路研討會上，美軍太空司令部(US Space Command)作戰處處長米勒(David N. Miller)少將表示，追求完美已不再是我們的目標，並進一步說明：「太空發展局亦有同感……太空系統指揮部也正著手努力，希望開發更多基礎系統——不盡然稱得上尖端科技，只要是世界級水準即可。」

儘管製造與發射衛星成本不斷下降，但美太空軍仍在未來幾年增列預算，實現預期目標。僅在2024年，該軍種即要求增加15%的年度預算。

未來五年，美太空軍爭取122億美元預算，建構「擴散式太空作戰架構」衛星，另外35億美元支應中軌道飛彈預警與飛彈追蹤研發作業。除了上述預算，未來五年也另行規劃92億美元支應「下一代高空持續紅外線系統飛彈預警追蹤衛星計畫」(Next-Generation Overhead Persistent Infrared System, Next-Gen OPIR，以下簡稱OPIR)的研發、測試及評估、13億美元研發全新全球衛星定位系統，以及25億美元開發前述定位系統衛星。

當然，過程中也面臨阻礙。2023年5月，美國政府問責署(Government Accountability Office,



薩茲曼擘劃競爭性耐力理論，以避免對手先發制人為前提，訂定未來戰鬥序列指導原則。

(Source: USAF/ Eric Dietrich)



GAO)發布五角大廈重要武器計畫年度總檢討，報告中提醒太空發展局「所面對的挑戰乃是，將多個供應商與各式組件所構成的複雜系統，整合成涵蓋數百顆衛星的擴散式星座」。此外，OPIR具有「數個高風險」組件，且可能無法依期進行首次發射。眾議院撥款委員會國防小組委員亦指出，太空軍計畫「錯漏百出、前後矛盾」，建議太空軍300億美元年度預算案，統刪10億美元。

■地面系統

2023年2月，美國國防部主管太空政策的助理部長普蘭姆(John F. Plumb)指出，太空系統韌性必須仰賴地面系統。

確保衛星地面站與發射系統免遭網路攻擊至關重要，不可延誤，必須立即予以因應。薩茲曼曾表示，網路漏洞是美太空軍太空系統「後門」，而太空作戰指揮部指揮官懷汀(Stephen N. Whiting)中將則警告：「網路空間是太空軍的弱點。」

卡爾維利希望美太空軍「在發射新款衛星前，先確保地面系統與該系統之更新均已準

備就緒」。懷汀指出，當前網路安全從系統開發初期即加以整合。與此同時，太空軍任務防禦小組(Space Force Mission Defense Teams)負責監控軍種所屬系統網路安全。

■加速發射

在發射方面，美太空軍正在穩步推進「戰術應變發射」(Tactically Responsive Launch)——快速將衛星送上太空的能力。

2023年，征服黑夜(Victus Nox)任務規劃驗證前述戰力。

事先未訂定確切發射日期，目的是讓合約商在不知情的情況下，提前60小時通知衛星製造商千禧年太空系統公司(Millennium Space Systems)交付備便太空航具，並於衛星升空前24小時，通知太空發射服務供應商螢火蟲航太公司(Firefly Aerospace)。

第二次戰術應變發射任務預計於2024年進行。

■太空反制

雖然「韌性」已成為美太空軍標語，但肯達爾與其他領導

人所設想的作戰序列並非僅止於守勢。

2022年，肯達爾表示：「倘若敵方太空作戰支援系統——特別是目獲系統——可肆無忌憚執行任務，則我方地表部隊將無法在戰場上存活與執行所望任務。」

在太空領域仍無敵對行動時，太空反制系統——具備干擾或摧毀軌道衛星的動能與非動能武器——曾被視為禁忌，但鑑於中共與俄羅斯曾執行各項太空測試，太空領域已醞釀兵兇戰危氛圍。

美空軍暨太空軍協會智庫米契爾航太研究所所長德普拉(David A. Deptula)退役中將近指出：「不久前，大家不曾將太空與攻勢相提並論」，但當前局面已截然不同。

事實上，薩茲曼已經呼籲，藉由展示美國戰力，進行負責任的太空反制行動(Responsible Counterspace Campaigning)。米契爾航太研究所資深常駐研究員蓋布瑞斯(Charles S. Galbreath)退役上校表示，此舉有其必要，並於2023年6月一篇研究論文中主張，絕不能輕忽太

空領域潛在威脅，「視太空為一個戰鬥領域，代表太空武器不可或缺，屬於維護太空安全重要環節。建立全新軍種，賦予維護太空利益使命，卻未配賦相應武器，則兩者實為自相矛盾」。

美太空軍許多太空反制任務均屬機密。然而，太空軍2024年預算案臚列6,400萬美元研發預算需求，以及3,600萬美元武獲經費，採購兩項公開太空反制武器，亦即衛星通訊反制系統(Counter Communications System)與賞金獵人(Bounty Hunter)等二項非動能武器。

先進戰場管理系統

當前，美「中」俄對抗如日中天，美軍將網路資訊戰力視為抗衡敵方的戰略基礎。美軍未來展望令人神往：武器系統共享陸、海、空及太空感測器情資、縮短擊殺週期及提高對手守勢

挑戰

我們必須明定先進戰場管理系統應用範疇並編列相關預算，俾能為我軍創造有利作戰優勢。



「戰力1」(Capability 1)是「先進戰場管理系統」專案的首批產品，實質上是一個通訊英艙，可由KC-46搭載，支援F-22與F-35II型進行安全通聯。「先進戰場管理系統」整合所有作戰系統網路，以滿足「聯合全領域指揮管制」作戰需求。(Source: USAF)

作戰複雜度。

起初，前述概念為「多領域作戰」構想，隨著時間推移，逐漸演變為「聯合全領域指揮管制」(Joint All-Domain Command and Control, JADC2)，後於2023年年初，美國國防部在原名前端加上「聯盟」(Combined)一詞，強調國際夥伴共同參與作戰的重要性。根據五角大廈計畫，美軍各軍種均負責部分「聯盟聯合全領域指揮管制」系統開發，而美空軍負責「先進戰場管理系統」(Advanced Battle Management System, ABMS)。

肯達爾曾指出，過往複雜指

手段

美國國防部必須超越概念展示與實驗層面，將投資重點置於明確、可量化任務成效，以及發揮作戰影響之具體戰力。

管工作通常言過其實且效能不彰。肯達爾就任空軍部長前，美空軍曾進行一連串「先進戰場管理系統」實驗。肯達爾認為，前述實驗「僅是花拳繡腿」，而非指揮官得以遂行戰鬥的重要作戰戰力。

2022年3月，肯達爾發布七個作戰要務，而聚焦作戰之「先進



戰場管理系統」列居首位。

2022年9月，肯達爾在航太暨網路大會(Air, Space and Cyber Conference)中表示：「目前，作戰要務工作推展執行窒礙是，我們沒有體認現代化規模與過程中所需投注的心力，各項努力無法充分聚焦，亦未充分整合。」

肯達爾指派克羅普西(Luke C.G. Cropsey)准將負責空軍部指管通暨戰鬥管理系統(Command, Control, Communications Battle Management, C3BM)與先進戰場管理系統總負責人。

2019年迄今，克羅普西是第三位「先進戰場管理系統」採購作業主管，工作重點是區別確實可行項目與不切實際空想。

2023年7月，克羅普西表示：「如果放任工程師不管，他們肯定會為賦新詞強說愁，隔靴搔癢且抓不到工作重點。因此，我們首要任務就是找出關鍵問題，才能要求工程師絞盡腦汁解決。」

2023年11月，克羅普西對記者表示他所面對的挑戰：「我們在技術整合上的挑戰是，如何整合擊殺鏈各個環節，包括偵獲目標、更新情資、追蹤、鎖定、接戰及戰果評估，全盤整合前述流程，讓我們所望戰力得以落地生根。」肯達爾擘劃的未來場景是，主要指管中心分散部署，未來前述中心戰場存活率，勢必要高於美空軍現行夏威夷與卡達主要空中作戰中心。

克羅普西概述美空軍2024會計年度預算需求時表示：「我們必須放棄固有以空軍作戰中心為主軸的作戰概念，刻正群策群力、絞盡腦汁擘劃未來發展方向。」

然而另一個問題是，美空軍未來科技須與其他



2022年凝聚計畫演習期間，美陸軍官兵測試先進尋標與殺傷輔助系統(Advanced Targeting and Lethality Aided System, ATLAS)。(Source: DVIDS)

軍種武器系統進行有效整合。2023年1月，美國政府問責署報告指出：「各軍種常以軍種本位研擬指管層面解決方案，而其他軍種可能對此渾然不知。」

即使明確如空域管制的作業，也可能成為問題。2022年加州厄溫堡(Fort Irwin)凝聚計畫(Project Convergence)演習中，主張整合戰場偵攻系統的美陸軍參謀長麥康威爾(James C. McConville)上將相當忿忿不平，認為不該採用「工業時代」過時方法，管理載人/無人飛機及陸射火箭重疊空域。

凝聚計畫清楚顯示各軍種未來精進空間。肯達爾表示：「當前情況很複雜，牽涉多方利害關係人，因此協調工作經緯萬端、曠日廢時。」

「中」俄以癱瘓美國指管系統列為優先要務，試圖藉此奪取戰場優勢。因此，先進戰場管理系統不僅要能在遭受網路攻擊與電子干擾時保持常態，更要能在對空中載臺虎視眈眈的敵方長程火力威



數十年前，E-3空中預警管制系統(如圖)與E-8聯合監視暨目標攻擊雷達系統問世，在當時搖身一變成為革命性戰力。然而，新型態威脅層出不窮，劃時代科技有如雨後春筍，因此必須研擬先進解決方案，汰舊換新，方可因應當前敵情威脅。(Source: Matthew Plew)

脅下正常運作。目前，美空軍老舊E-3哨兵空中預警管制系統(Airborne Early Warning and Control System, AWACS)已分批除役，由E-7楔尾鷹(Wedgetail)接替，而E-8聯合監視暨目標攻擊雷達系統(Joint Surveillance Target Attack Radar System, JSTARS)將全數汰除，多數任務轉由太空基武器系統接替。

這也表示美太空軍可能承擔戰鬥管理任務。肯達爾表示：「這對太空軍來說前所未有。」而這也代表太空軍未來要整合更多系統。

大約於克羅普西擔任總負責人之時，美空軍擘劃「先進戰場管理系統」數位基礎設施，旨在鏈結各式武器系統。目前，空軍正尋求軟體相關網路科技，試圖建構可快速重組的安全網路，用以連接感測器與指管系統。

2023年7月，克羅普西表示：「如果沒有數位基礎設施串連系統各部組成，那麼系統將無法正常

發揮性能。」美空軍也試圖將KC-135(1950年代開始服役)改裝為空中通信中繼載臺，將情資回饋至「先進戰場管理系統」。根據先進戰場管理系統第1號戰力發布(ABMS Capability Release 1)，新型KC-46飛馬(Pegasus)加油機也將具備前述戰力，最初構想是要讓F-35與F-22可共享資料，但囿於前述二型戰機通信系統不同，目前仍無法達成所望目標。後續因為空軍規劃以下一代制空(Next Generation Air Dominance, NGAD)載臺取代F-22，相關整合計畫也嘎然而止。

同時，美空軍規劃部署全新雲端指管網路(Cloud-Based Command and Control Network, CBC2)，整合防空資料以支援國土防禦。先前第2號戰力發布(Capability Release 2)系統蒐整軍民資料，回饋至北美防空司令部，並取代老舊過時系統。

2023年11月，克羅普西向記者表示：「過往，策定計畫、評估需求、編列預算及執行武獲都是以武器系統為中心，但當前面臨的問題與過往截然不同。」

2023年9月，肯達爾表示，解決上述問題是「畢生賦予的最艱難採購任務」。

最終，先進戰場管理系統能將資料回饋至美空軍「戰鬥網路」(Battle Network)。2023年3月，美空軍參謀長布朗(Charles Q. Brown Jr.)上將在空戰研討會中表示：「我們將為空軍、太空軍、聯合部隊及盟國贏得決策優勢。」

版權聲明

Reprinted by permission from *Air and Space Forces Magazine*, published by the Air and Space Forces Association.