

科技武器

WEAPON

● 作者/John Antal ● 譯者/趙公卓 ● 審者/楊宗興

通信的明日之星： 機動用戶目標系統

C4I from Above: The Mobile User Objective System

取材/2015年6月德國軍事科技月刊(*Military Technology*, June/2015)

機動用戶目標系統是現有衛星通訊流量的十倍。這是一種足以改變遊戲規則的應用科技產品，它將提供上自最高指揮層級，下至前線各個戰士間所需的持續性通聯，顯著改善美軍部隊的地面通訊。

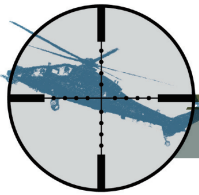


2015年1月20日，美國國家航空暨太空總署(NASA)於佛羅里達州卡納維拉角(Cape Canaveral)空軍基地第41區(Complex 41)發射攜載美海軍機動用戶目標系統(MUOS-3)衛星的亞特拉斯(Atlas)V型火箭。

(Source: NASA)

今日的戰爭中，與散佈戰場的士兵們進行通訊，需要依靠一套功能健全穩固、備份數量充足，以及層次架構分明的通訊網路系統。此類系統多半用於地上通訊。美軍相信持續不間斷的通聯是遂行有效「指揮管制通訊數位化情資」(C4I)的重要關鍵，以確保戰術、戰役及戰略上的成功。強化指管通情是在今日快速變遷的戰場上，達成與維持優質決策品質的關鍵。時間將站在擁有良好決策的一方，贏得時間通常也會贏得戰鬥。

美國防部刻正從事一項劃時代、被稱為「士兵網路」(Soldier's Network)通訊網路計畫之最後部署階段；能夠讓各個單兵藉由隨身小型手持式無線電與全球各站臺進行對話。士兵網路將提供上自最高指揮層級下至各個前線戰士間所需的持續性通聯。該網路包含了「戰術級戰士資訊網路」(Warfighter Information Network-Tactical, WIN-T)、「行動間網路基幹」(on-the-move network backbone)，以及供車輛或地面部隊使用之「人形背包」(MANPACK)



和「單兵無線電」(RIFLEMAN Soldier Radios)。衛星系統係士兵網路遂行全球通信之關鍵元件。此衛星系統被稱為「機動用戶目標系統」(Mobile User Objective System, MUOS)。在經歷了逾十年的發展與部署，機動用戶目標系統即將全面投入作戰運用，使得每個受保護的全球網路節點都能夠享有指管通情能力。

機動用戶目標系統

機動用戶目標系統係「次世代」(next generation)之衛星通訊系統，工作頻率範圍介於超高頻(UHF)300兆赫(MHz)至3千兆赫(GHz)，其流通量(through-put)是現有衛星指管通情系統的十倍。機動用戶目標系統將能同時提供數據、影像、和語音通訊，以及「超視距」(beyond line-of-sight, BLOS)的增程通訊，其運作方式就好像一部從外太空驅動的全球行動電話服務。超高頻使得窄頻通聯數據傳輸率達每秒384千位元(kbits)。這是一種足以改變遊戲規則的應用科技產品，它將能夠顯著改善美軍各個部隊的地面通訊，尤其是在惡劣環境下行動的部隊。該系統將不受簇葉遮掩與天候影響。機動用戶目標系統包含了五部「地理同步軌道衛星」(geosynchronous satellite)，渠等能夠提供足以涵蓋全球各個角落之衛星通訊範圍。根據美海軍的報告，機動用戶目標系統將提供使用者一項具全球性、量身打造，以及超視距的通聯能力，並藉由「高速網路



戰術性戰士資訊網路增量II型安裝於史崔克輪車上。

(Source: US Army)

協定基礎系統」(high-speed Internet Protocol-based system)，傳送與接收高品質語音及任務數據資訊。其他的美軍指管通情系統，包含「戰術性戰士資訊網路」與「手持系統」(Handheld)、以及「人形背包」與「小型套件」(Small Form Fit)無線電，將會與機動用戶目標系統衛星相連結，使得士兵們幾乎能夠於全球任何一個地點進行通聯。為了於全球各地提供士兵們使用現代行動電話服務，機動用戶目標系統對於太空同步衛星的利用方式，非常類似一般行動電話的地面基地臺。只要四部經戰略測算部署(strategically placed)的衛星就能夠涵蓋全球。為了滿足全球同步涵蓋的需求，這四部衛星被精準的放置於距離地球表面2萬2千哩的高空中。第五部地理同步軌道衛星則做為預置於太空的備用衛星，以便於

主要衛星發生故障或遭受攻擊時，接替進入預置位置，俾利恢復機動用戶目標系統功能。新式機動用戶目標系統除了具有超高頻特性外，每一部衛星還配備有傳統的「超高頻跟隨」(UHF Follow-on)系統，該系統自1990年代中期即為美軍所使用。超高頻跟隨系統裝置起始於1993年，目前已經接近設計壽限末期。第一部機動用戶目標系統衛星於2012年發射，並在2013年發射第二部衛星。第三部衛星因為需要進行缺失改正而延宕至2015年1月發射。第四部機動用戶目標系統衛星預計劃於2015年夏季發射，第五部衛星則將於2016年發射。

本系統的領頭羊暨「專案執行辦公室」(Program Executive Office)係位於加州聖地牙哥之「海軍太空系統通訊衛星專案辦公室」(Navy's Communications Satellite Program Office for Space Systems)。參與廠商包含主合約商洛馬公司(Lockheed Martin)、波音(Boeing)公司(負責傳統超高頻跟隨系統)及部分的「寬代碼多分址」(Wideband Code Division

Multiple Access)技術，以及通用動力(General Dynamics)公司(負責地面運輸架構)與哈里斯(Harris)通訊公司負責「移動式網狀反射器」(deployable mesh reflectors)。全案預計劃耗資70億3,400萬美元，打造五部衛星、四個地面工作站，以及一套「地表運輸網路」(terrestrial transport network)。機動用戶目標系統計分為六個區塊：

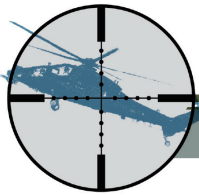
1. 太空運輸區塊由四部作業衛星與一部備用衛星所組成。每部衛星攜帶兩個「酬載總成」(payload)：分別為傳統通訊總成——負責提供超高頻跟隨衛星能量，以及一部機動用戶目標系統通訊總成。
2. 地面運輸區塊設計用來管理機動用戶目標系統通訊服務，以及無線通訊資源分配。
3. 網路管理區塊(Network Management Segment)設計用來管理機動用戶目標系統地面資源，並在既定條件下，執行由政府主導之通訊計畫程序。
4. 地面基礎設施區塊設計用來提供機動用戶目標系統與其

他通訊設施間的通訊與指揮管制流量傳輸。

5. 衛星控制區塊由座落於美海軍衛星作業中心總部與「德塔小組」(Detachment Delta)的機動用戶目標系統電信、追蹤與指管設施所組成。
6. 用戶進入區塊(User Entry Segment)提供「機動用戶目標系統相容端點」(MUOS-compatible terminals)所需之機動用戶目標系統波形(waveform)。「聯合戰術無線電系統」(Joint Tactical Radio System)負責發展與部署機動用戶目標系統相容端點。

「通用動力任務系統」(General Dynamic Mission Systems)主導機動用戶目標系統通訊波形與地面系統之發展與部署，其中包含分布全球的四個地面工作站，以協助繞行於太空之衛星作業。

地面工作站是整體系統的重要組成。每個地面工作站都配有三套高18.4尺的Ka頻獨立天線，天線座落於53呎高的基座上，以及負責與機動用戶目標系統衛星通聯的一個控制



北極地區已逐漸成為軍事或商業上的兵家必爭之地。(Source: NASA)

中心。地面工作站擔任類似行動電話切換裝置(phone switch)的角色，接收無線電訊號後再交由機動用戶目標系統衛星進行中繼傳輸。四個地面工作站分別座落於澳洲西部可哈瑞納(Kojarena)的澳大利亞國防衛星通訊中心、美國維吉尼亞西北部乞沙比克(Chesapeake)的海軍衛星通訊設施、位於夏威夷的美海軍計算暨電訊中心太平洋區域工作站，以及義大利尼榭米(Niscemi)美海軍

無線電傳播站，該傳播站是最後一個預劃完成之站臺，該工程也因為部分西西里島群眾提出抗議而延宕。

北極圈來電

無論在軍事或商業上，北極已漸形忙碌並成為競爭的場域，因為許多國家正在此地探索資源與新航路。北極極度缺乏基礎設施，而且背負著極

度不利於通訊甚至是無法通訊環境的惡名。2014年，機動用戶目標系統衛星在北極進行連結測試。根據2014年1月31日，洛馬公司所提出的報告：

「洛馬公司於2013年底在L-100型飛機上進行兩輪測試，L-100型飛機為C-130力士型運輸機的商用衍生型。數小時的飛行航程由阿拉斯加巴羅(Barrow)出發，以驗證發射與接收能力。該機載有3個端點，提供能夠與機動用戶目標系統相容的無線電訊號，包含通用動力公司的PRC-155背負式裝置、哈利斯公司的PRC-117G背負式裝置、洛克威爾科林斯(Rockwell Collins)公司的ARC-210 V5滯空式(airborne)端點。」藉由使用機動用戶目標系統，空中與地面無線電通訊能夠於移動間，提供安全且能夠區隔優先等級(prioritized)的語音與數據通訊。該系統能夠提供上述服務的關鍵在於它所使用的寬代碼多分址波形技術，此波形屬於第三代商用波形，目前已廣泛運用於智慧型手機。機動用戶目標系統超高頻通訊曲線足以涵蓋大多數的北極區域。該系統在北緯89.5度連結同步衛星，也是目前成功連結同步衛星的最高緯度。這些測試也意味著機動用戶目標系統能夠在南極洲提供類似的能力。

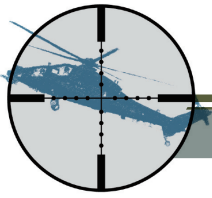
機動用戶目標系統後續衛星計畫

每當創造出軍事上的優勢時，往往也會伴隨產



機動用戶目標系統是下一代的窄頻戰術衛星通訊系統，將提供美軍前所未有的通訊能力。士兵網路是由機動用戶目標系統衛星所延伸而來的通訊網路，透過寬代碼多分址波形技術傳送至身處前線的單兵。(Source: Lockheed Martin)

生某些弱點。美軍清楚地意識到這項足以改變遊戲規則的通訊系統是建立在四部機動用戶目標系統衛星與一部備援衛星的基礎上。這些衛星很容易遭受干擾或是反衛星攻擊。未來戰爭將包括在太空中，干擾及摧毀一系列衛星的能力及行動，特別是摧毀如機動用戶目標系統衛星般的能力，將會帶來嚴重的威脅。其中一個明顯的案例係中共於2007年1月，以SC-19反衛星飛彈，摧毀了



一部報廢的氣象衛星。在2013年5月，中共在中國大陸西部西昌市的衛星發射中心，發射了反衛星飛彈，以驗證其投射武器於同步衛星軌道高度摧毀衛星的能力。

有鑑於上述弱點，美國防先進研究計畫局(DARPA)已著手設計一套「分散式戰術衛星網路(distributed tactical satellite network)」，其將融合無人飛機系統指管通情(UAS C4I)、地面系統(terrestrial system)，以及對流層散射系統(tropospheric scatter system)。」該局耗資近2億2千6百萬美元從事一項計畫，試圖將單一衛星的功能重新分配於一群較小型的衛星。反聚集(disaggregation)是指如何由一群小型衛星產生如同大型衛星所應具備之功能，此舉將有助於製造出更易於存活且便宜的衛星網路。國防先進研究計畫局的原始計畫為「F6系統」(System F6)，該計畫已於2013年取消，不過美空軍仍持續進行此計畫研究，俾為建立一牢靠的太空基地網路奠定基礎，將來有可能會取代機動用戶目標系統衛星，成為未來的軍事太空衛星計畫。美政府責任署(Government Accountability Office, GAO)發行的一份以反聚集方式，將大型衛星化為小型載臺的研究報告建議，需要花費更多時間來研究相關概念，還有「未來兩至三年內所作出的決定將會對於國家的太空系統架構產生長期影響。……」反聚集的潛在優點，例如縮短發展週期和簡易設計理念將使成本降低等，已在許多的空軍刊物中有著充分的討論。不過對於潛在限制卻很少著墨，例如對於地面工作站臺、使用者裝置、和通訊網路等連接系統所需要進行的改裝，以及所必須進行的投資

等。此一分散式系統將可能強化甚至替代機動用戶目標系統，以一群小型、牢靠的衛星來打造一套更為堅韌的網路系統，以提供各個領域中、士兵間持續的通訊連結。

與全球網路相連結

時至今日，世人以近乎瘋狂的步調採用新科技，並且希望能夠隨時隨地享有通訊連結。例如，我們將使用全球衛星定位系統訊號視為理所當然。該系統無處不在，而且可以極低的價格，透過每部行動電話或是汽車導航系統等終端用戶裝置取得。一般人只顧著用卻很少思考為建立該系統所付出的努力。試想若每一位士兵都能夠使用單兵無線電裝置與世界任何一個角落進行通訊，並且可以接收語音通訊、數位資料與傳輸錄像。機動用戶目標系統衛星實踐了士兵網路所帶來的承諾。「通用動力指管通情系統」(General Dynamic C4 System)總裁馬季禮(Chris Marzilli)於2014年12月的訪談中表示，「我們過去一直無法讓身居劣勢的前線士兵，能夠與數千里外的另一個地點進行通話。」機動用戶目標系統衛星網路是美國國家安全的關鍵元素，將能允許位於世界上任一地點的每位士兵及時、安全的通訊。該系統可望於2016年全面運作。

作者簡介

John Antal係美陸軍遊騎兵退役上校，其亦為軍事事務專家，並且定期為《德國軍事科技月刊》撰稿。

Reprint from *Military Technology* with permission.