

## 第十章 中共新式運載火箭與軌道載具評估

陳靖惠、顏翰銘\*

### 壹、前言

根據中共官方公布數據，2021年國防支出預算約1.35兆人民幣，<sup>1</sup>相較2020年成長6.8%，規劃用於四大重點發展項目：一、確保十四五規劃中的與軍隊相關的重大工程項目能如期啟動與執行；二、透過升級與汰換，加速軍隊武器裝備進行現代化升級；三、改善訓練條件並建構人培制度，推動軍事人才養成；以及四、使軍人福利及生活待遇，能與國家的經濟社會條件相當。

針對軍隊現代化的部分，主要採取「軍民融合」（Military-Civil Fusion, MCF）與「科學技術（Science and Technology, S&T）產業創新」兩大策略。首先，致力於模糊軍事與民生經濟兩者的界線，使經濟社會發展得以「融合」軍事發展與國家安全需求，執行策略包含軍民工業基地融合、軍民科技創新整合、軍民通用人才養成、軍民建設相互轉化等，目的是將社會經濟的各個層面納入軍事體系，建構一體化的國家戰略系統及能力。其次，積極尋找具備發展潛力的關鍵技術，目的是要以此作為軍隊現代化的基石，因此中共投入相當多的資源資助具有戰略科技潛力的企業及研究計畫，並積極促進產官學研合作開發新進技術，包含人工智慧（AI）與先進機器人、半導體與先進計算、量子科技、生物科技、極音速及導能武器（directed-energy weapon）、先進材料與替代能源等。

基於上述軍事發展策略，近年來在軍事設備及關鍵載具的現代化提升頗有成效，美國國防部甚至在其2020年出版之《中國軍事與安全發展報

\* 陳靖惠，財團法人金屬工業研究發展中心產業研究組研究員；顏翰銘，財團法人金屬工業研究發展中心產業研究組副研究員。

<sup>1</sup> 〈中國軍費1.35兆算不算高？是否威脅世界和平？德國軍事專家深度解析〉，《風傳媒》，2021年3月6日，<https://www.storm.mg/article/3519423?page=1>。

告》中，不諱言地指出中共在部分軍事現代化領域（如：太空載具）的發展已經達到甚至超越美國的水準，以下本文便針對被國際視為戰略關鍵角色的太空領域進行說明。

## 貳、太空關鍵載具發展

由於太空載具如：火箭的製程技術與飛彈具有高度共通性，加上太空載具系統及零組件複雜，能同時帶動其關聯性產業的發展，因此中共認為太空與國家安全及社會經濟發展具有密不可分的關係。在「國富、民富、不等於國強」的理念之下，雖然過去一直處於科技落後與財政貧窮的環境中，中共仍然傾全國之力發展太空工業，歷經五十餘年的發展，已具備完整的太空發展規劃。目前中共的太空計畫皆由解放軍火箭部隊進行管理，包含陸基導彈（ground-based missile）與巡弋飛彈（Cruise Missile）開發與部署以及新型核洲際飛彈（intercontinental ballistic missiles, ICBM）開發，預計在 5 年內增加至 200 枚，能對美國產生實質型的威脅。中共亦投入大量資源推動各種型態的太空計畫，包含軍事與民用領域（如商業發射、科研、太空探索等），形成一股關鍵推力，持續推進中共航太及太空產業的發展與成長。其目前幾個重要的太空載具如下：

### 一、火箭

1958 年，在蘇聯與美國相繼發射人造衛星上太空的刺激下，中共開始擬定人造衛星的發射規劃（代號 581 計畫），並著手興建第一個運載火箭發射場；1959 年中共調整太空技術研究任務，全力發展探空火箭；1960 年先後成功地仿製了近程導彈、地空導彈及自行設計了中、近程導彈。1964 年在廣德發射基地發射第一枚內載白老鼠的生物火箭（T-7A），自此成功邁出太空生物探測的第一步，之後中共開始擬訂人造衛星發展計畫，在此同時，火箭和導彈發射技術的研製已奠定了深厚的基礎。中共之所以極度重視火箭科學的發展，主要乃由於太空戰對於一個國家整體發展

具有指標性的意義，不論政治、經濟、社會、軍事、科技、心理層面的發展都可以從中體現之外，更重要的是，火箭此一軍民兩用（dual-use）科技可有效帶動軍工業與金屬加工、材料、機械、電子、電機、資訊等相關產業的發展。火箭於民用可作為多軌衛星星系建築、太空站建立以及外星探索，而軍用則與洲際飛彈的射程直接相關，也因此自 1950 年代起便大力發展火箭，時至今日，2020 年更是蓬勃發展的一年，全年一共進行了 39 次的發射任務，在全球太空戰之中，僅落後於美國的 44 次<sup>2</sup>。

目前中共最主要的發射載具為「長征」火箭（Chang Zeng, 後簡稱為 CZ），其為國營中國航太科技集團有限公司（China Aerospace Science and Technology Corporation, CASC）旗下之上海航太技術研究院（Shanghai Academy of Spaceflight Technology, SAST）所開發。長征系列運載火箭起步於 1960 年代，發展至今共完成了四代太空載具的研製。長征一號（CZ-1）、長征二號（CZ-2）為其第一代太空載具，於 1970 年代，長征一號（CZ-1）即首次發射「東方紅一號」衛星成功。此第一代火箭乃根據戰略武器型號改進而來，具有明顯的戰略武器型號特點，解決了中共運載火箭從無到有的問題，但其運載能力等總體性能偏低、使用維護性差、靶場測試發射週期長、採用類比控制系統；第二代太空載具以長征二號丙系列（CZ-2C）、長征二號丁（CZ-2D）、長征三號系列（CZ-3）、長征二號 E（CZ-2E）為代表。第二代太空載具仍然帶有戰略武器型號的痕跡，在第一代火箭的基礎上進行了技術改進，但缺點乃其採用有毒推進劑四氧化二氮和偏二甲，對於環境並不友善；第三代為長征二號 F（CZ-2F）、長征三號甲系列（CZ-3A）、長征四號系列（CZ-4）。同樣是立基於過去的基礎上，第三代太空載具持續提高可靠性及任務適應性，2003 年 10 月，長征二號 F（CZ-2F）火箭將第一位中共宇航員楊利偉送入太空，通過這次任務，中共成為全球第三個將人類送入軌道的國家。長征前三代之火箭詳如（圖 10-1）所示。

2 Bryce Briefing (2020). Global Orbital Space Launches. BRYCETECH.

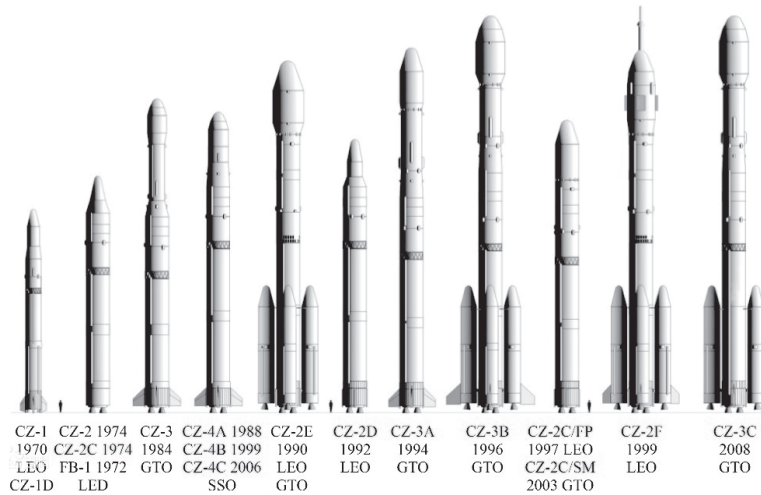


圖 10-1 中共長征系列第一代、第二代、第三代運載火箭

資料來源：中國航太科技集團公司網站。

第四代太空載具以長征五號（CZ-5）、長征六號（CZ-6）、長征七號（CZ-7）、長征八號（CZ-8）、長征九號（CZ-9）、長征十一號（CZ-11）等為代表。第四代改善前幾代的缺點並在其運載能力上進行大幅提升。長征 6 號（CZ-6）小載荷發射器於 2015 年首飛，而長征 7 號（CZ-7）中型火箭和長征 5 號（CZ-5）重型火箭均已於 2016 年進行首飛。特別值得注意的是，最新一代——長征十一號系列之火箭，該火箭全長 20.8 米，箭體最大直徑 2.0 米，重 57.6 噸，起飛推力 120 噸，700 公里於太陽同步軌道（Sun-synchronous orbit, SSO）運載能力大於 420 公斤，低地球軌道（Low-Earth Orbit, LEO）運載能力 700 公斤。同時，該火箭採用國際通用星箭介面，可滿足不同任務載荷、不同軌道的多樣化發射需求；而長征十一號甲（CZ-11A）則由中國運載火箭技術研究院在長征十一號基礎上研製的更大規模的商業型固體運載火箭，火箭起飛推力 115 噸，一級直徑 2.65 米，整流罩直徑有 2.4/2.7/2.9 米三種尺寸可供選擇，運載能力為低軌道 2.0 噸，700 公里太陽同步軌道 1.5 噸。火箭採用簡易台架熱發射的發射方式。此乃中共第一款以成本考量為目標所設計、生產、運營的火箭，

具備發射成本更低，發射週期不超過 72 小時的能力，並通過單機集成，實現火箭上機電一體化。該型火箭將可覆蓋絕大多數低軌衛星發射需求。此款火箭目前正在研製中，預計於 2022 年首飛，而現階段中共長征系列運載火箭的服役概況詳如（圖 10-2）所示。中國航太科技集團除了上述著名的長征火箭外，另有「穀神星」、「朱雀一號」、「快舟十一號」等負責不同任務型態的運載火箭。

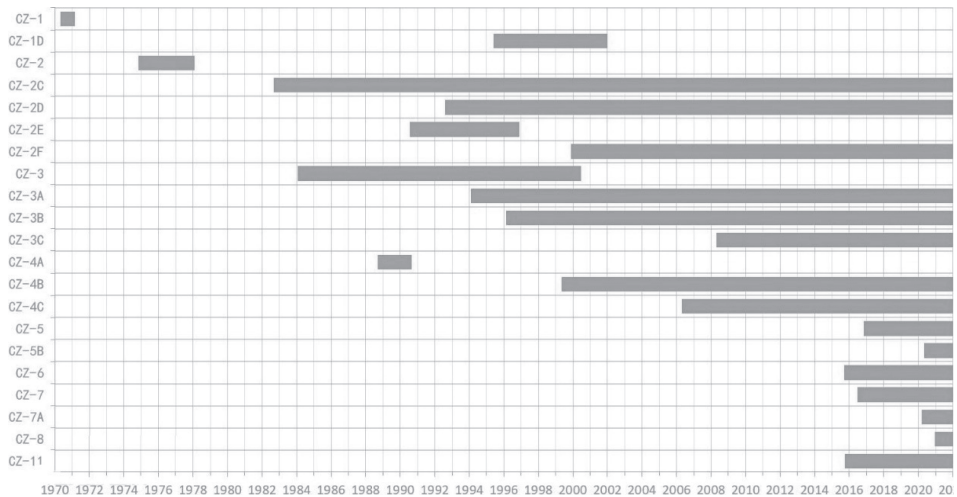


圖 10-2 中共長征系列運載火箭服役概況

資料來源：中國航太科技集團公司網站。

目前中國軌道發射目前來自四個發射場，太原衛星發射中心、西昌衛星發射中心、酒泉衛星發射中心和文昌航太發射中心。中國目前正著手對其太空發射機群進行現代化改造，同時也致力於設計和推出比以前更環保的新火箭，過去中國發射器經常使用有毒的自燃推進劑，而目前的新設計已開始改用煤油或氫氣作為一級和二級發動機的燃料。值得注意的是其中採用固態推進的快舟與長征十一號，係以東風洲際飛彈進行改良。而除了國營企業外，亦有民營企業如星際榮耀（i-Space）、中國火箭（China Rocket）與翎客航天（LinkSpace）等，而其中翎客航天在近幾年更是以發展可回收火箭為目標。

## 二、太空站

國際太空站（International Space Station）位於低地球軌道上，由美國國家航空太空總署（NASA）、俄羅斯聯邦太空總署（RKA）、日本宇宙航空研究開發機構（JAXA）、加拿大太空總署（CSA）與歐洲太空總署（ESA）等五個太空專責機構進行營運，其作為微重力實驗室，推進生物學、醫學與製造技術的發展，而太空人的生理數據（如骨密度、肌肉含量）亦可作為未來人類殖民外星的關鍵資料。而中共的太空站計畫於 1992 年啟動，由中國載人航天工程（China Manned Space, CMS）所負責，分為三階段，分別為發射載人並具實驗空間之載具、太空人進行太空環境活動以及太空站建造。中共自 2011 年失去國際太空站使用權後，便開始積極發射如太空實驗室「天宮一號」、載人載具「神舟九號」，並已完成一系列的科學實驗後返回地球，而今年發射了天宮太空站核心艙「天和號」<sup>3</sup>，後續將太空人以及太空站模組送入軌道進行對接，依照規劃，太空站將於 2022 年落成，若國際太空站未延長其壽命並於 2024 年退役，<sup>4</sup>屆時太空中將有可能僅剩下一座中共太空站。太空領域的競賽長久以來被視為是國力的展現，中共在太空領域技術是否超越美國、俄羅斯等大國尚不明朗，但其發展野心可見一斑。

## 三、其他太空載具

除上述發展與應用較為成熟的太空載具外，中共亦積極投入開發滿足新興需求之載具，包含太空仿生機器人與太空資源探測載具，分別介紹如下：

---

<sup>3</sup> Jones, A., “China Launches Tianhe Space Station Core Module into Orbit,” *SPACENEWS*, April 29, 2021.

<sup>4</sup> Xiaoci, D., et al., “China Successfully Launches Core Module for Its Space Station, kicking off intense construction phase,” *Global Times*, April 29, 2021.

### （一）太空仿生機器人<sup>5</sup>

2021年初，天津大學機器人學中心發布了其開發的仿生機器人，其外型類似於章魚，並具有柔軟且可伸縮的細長手臂，搭載於衛星上一同發射入軌，未來將用來抓取太空垃圾並移出軌道，但據太空專家指出，若要進行清除垃圾則必須能夠預測其移動路徑，否則機器人系統有可能受到外力影響而失去控制，導致其他衛星的損傷，另外根據目前的外型設計，很難不讓人聯想到其透過改變敵方衛星移動路徑，進而作為反衛星（Anti-satellite weapons, ASAT）的可能。

### （二）太空資源探測載具

中共將太空資源探測視為爭取全球領導地位的重要手段之一，也是展現其國家經濟與科技發展的重要指標。自中共實行「十三五」計畫至今，已進行多次太空探測任務，包含月球探測及稀土採集（玉兔號、嫦娥號系列探測器）、火星探測（祝融號火星車、天問一號探測器<sup>6</sup>）等。而太空站「天宮」搭配太空資源探測車／探測器的發展，將有可能成為中共用來鏈結美國以外國家的手段，提供太空實驗室資源給予其他國家，作為共同取得重大科技突破的機會，藉此實現其成為全球霸主的目標。

## 參、潛在瓶頸與挑戰

綜整上述，顯見中共對於太空領域的重視，以及與美國競爭全球太空領導地位的企圖心。隨著愈來愈多新興技術、材料的問世，如何藉此突破太空載具現有能力的限制，將成為大國搶占太空領域的關鍵。然而，綜觀中共目前的科技發展進程與國際政治地位，提出以下兩點潛在的瓶頸與挑戰：

<sup>5</sup> Harrison, T., Johnson, K., & Young, M., "Space Threat Assessment 2021," Center for Strategic & International Studies, 2021.

<sup>6</sup> "Tianwen-1 and Zhurong, China's Mars Orbiter and Rover," *The Planetary Society*, <https://www.planetary.org/space-missions/tianwen-1>.

## 一、半導體科技仍需仰賴他國技術

中共預計於 2035 年才完成軍隊現代化的「基本」目標，目前積極透過軍民融合與科學技術產業創新取得重大科技突破。然而，在高階半導體科技需求上，短期內仍需借助他國技術，以極音速飛彈開發為例，<sup>7</sup> 中共藉由美國晶片科技取得突破，推測其透過飛騰信息技術公司所開發的超級電腦，取得由美國設計、台積電製造完成的晶片，完成極音速飛彈穿越大氣層時的高熱與阻力模擬。換言之，中共目前的半導體科技實力仍有待精進，短期內仍需透過軍民融合策略，讓私人企業隱瞞其與解放軍的關聯性，悄悄地將民用技術轉為軍用，已取得太空載具關鍵性科技突破。

## 二、軍民融合策略受國際政治情勢牽制

中共視軍民融合為完成軍隊現代化的重要策略，目的為透過民用市場的力量加速技術創新、取得突破，進而推進軍用技術發展。然而，中共在國際上的政治地位較為敏感，加上許多中共科技公司皆與解放軍有關聯，致使美國商務部及國防部更加嚴格的提列實體清單上的企業名單，反而壓縮到其他中共企業在美國市場的利潤，恐讓軍民融合策略因國際政治情勢而受到牽制，失去軍民通用科技發展綜效之效益，知名的案例如華為、大疆等。

## 肆、小結

歷經五十餘年的努力，中共在全球太空競賽中已是不容小覷的參與者，自 1958 年著手建造第一座運載火箭發射場開始，至今已達到每年可進行三十餘次發射任務的水準。而在軍民融合的國防發展策略基礎上，中

<sup>7</sup> 〈美極音速飛彈試射失敗 中國卻藉美晶片科技突破〉，《中央通訊社》，2021 年 4 月 8 日，<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202104080173.aspx>。



共近二十年來在太空載具上有多項重大且具影響力的發展，包含著名的長征系列火箭、負責不同任務的運載火箭、太空站、太空仿生機器人及太空資源探測車等。中共的野心不僅止於與美、俄等大國平起平坐，而是透過復興中華民族之目標，讓中共重新取回全球的領導地位，而太空載具與相關科技的發展，不僅能有效提升實體與非實體戰力，更能以此優勢，作為拉攏其他國家、展現領導者地位的重要手段。基於前述，未來中共與美國的科技競賽將會持續進行，在中共企業蓬勃發展、觸角無限延伸的條件下，以軍民融合來帶動軍事現代化仍將是中共重要的軍事發展戰略之一。

