

## 第十一章 中國太空站建設之意涵

王綉雯\*、周若敏\*\*

### 壹、前言

中國預定於 2022 年完成「天宮」太空站 (Tiangong, China Space Station, CSS) 之建造，在載人航天工程立項 30 周年時完成其「三步走」策略之第三步。「天宮」太空站是由「天和」核心艙、「問天」實驗艙及「夢天」實驗艙三大部分構成，正式建造始於 2021 年 4 月 29 日「天和」核心艙發射入軌，2022 年 7 月 24 日「問天」實驗艙發射升空，並於 25 日與「天和」核心艙對接，10 月底則發射「夢天」實驗艙且在軌組合成功。中國建成離地 400 公里、約 90 分鐘繞地球一圈的太空站，成為繼美國、舊蘇聯之後第三個獨力建設太空站的國家。

太空站建設其實是一國綜合實力之展現。不僅涉及機械、電子、材料、通訊、基礎科學研究、運載火箭等領域之先進技術，還包括物資和人力之調度配置、計畫執行和管控等組織運籌能力，更必須有充足的預算和經濟實力來支撐。由於目前唯一在軌營運、多國聯合建造的「國際太空站」(International Space Station, ISS) 已屆退役階段，雖經美國以《2022 年晶片與科學法案》(CHIPS and Science Act of 2022) 宣告延役至 2030 年，但是部分結構和零組件老舊導致問題層出不窮。若「國際太空站」無法支撐至 2030 年，且俄羅斯、印度等其他國家亦未能在此之前建造完成獨自的太空站，中國「天宮」太空站可能成為「國際太空站」退役後，全球唯一在軌運作之太空站。

太空是美中科技戰的主要場域之一，中國建成太空站，無疑嚴重威脅美國自冷戰以來的太空霸權地位。中國如何在 30 年內達到獨力建造太空

\* 國防安全研究院中共政軍與作戰概念研究所助理研究員。

\*\* 國防安全研究院中共政軍與作戰概念研究所政策分析員。

站之能力？太空站應用了哪些先進科技？如何應用？中共太空站建設對於全球之政治、經濟、科技、軍事等面向具有何種意涵？以下將進行初步探討。

## 貳、中國太空站發展與建設

中國太空站建設歷經 30 年摸索，才發展至今日之成果。太空技術早在 1986 年即被中國列為「高技術研究發展計畫（又稱「863 計畫）」之七大領域之一，並成立航天專家委員會，提出從載人太空船開始，推動載人航天技術發展之政策建議。1992 年，中共中央確定載人航天工程「三步走」發展策略：第一步是 2002 年前，發射兩艘無人太空船和一艘載人太空船，建成初步的實驗性載人太空船工程、開始太空應用實驗；第二步是 2007 年左右，突破載人太空船和太空飛行器（軌道艙）的交會對接技術，利用載人太空船，發射一個重達 8 噸的太空實驗室，達成有一定規模、短期有人駐留照料的太空應用；第三步則是建成 20 噸重的太空站，達成長期有人駐留照料的太空應用，預期 2022 年達成。簡言之，第一步之發展目標是掌握將人類送入太空及安全送回之技術；第二步是掌握太空站建設之關鍵技術；第三步則是正式開始建造太空站。<sup>1</sup>

中國在 2005 年將載人航天和探月工程列為《國家中長期科學和技術發展規劃綱要》（2006 年至 2020 年）之重大專項，認為可提高中國之國際威望，並讓中國在航天領域之國際合作和競爭中處於有利地位。2010 年 9 月，以胡錦濤為首的中共中央批准《載人空間工程實施方案》，正式啟動載人太空站建設，並確立其戰略目標是「在 2020 年前後，建成和營運近地太空站，是中國成為獨立掌握近地空間長期載人飛行技術，具備長期開展近地空間有人參與科學技術實驗和綜合開發利用太空資源能力的國家」。<sup>2</sup> 載人航天工程自 1992 年至 2005 年間，中國在該計畫上投入了

<sup>1</sup> 周建平，〈我國空間站工程總體構想〉，《載人航太》，第 19 卷第 2 期，2013 年 3 月，頁 1-2。

<sup>2</sup> 周建平，同註 1，頁 2。

350 億元人民幣（約 50 億美元）。<sup>3</sup> 2016 年中國國家航天局表示：「中國航太預算約占中央預算的 1/10」，<sup>4</sup> 2021 年中國太空計畫支出為 103 億美元，僅次於美國的 546 億美元。<sup>5</sup> 目前中國尚未公開「天宮」太空站的建造預算，也未表明是否會與簽署太空站合作協議之國家分攤費用。

按照中國的載人航天工程「三步走」戰略，太空站建設是「第二步」，為了達成目標，中國建造天宮一號、天宮二號、天宮太空站等一系列飛行器，進行多次交會對接、無人與載人飛行的各種活動，以下就天宮一號、天宮二號、天宮太空站概述相關重點活動（詳見表 11-1）。

## 一、天宮一號

2011 年 9 月，中國第一個太空實驗艙「天宮一號」從酒泉發射升空，主要任務是進行太空科學實驗，以及太空飛行器在軌交會對接，並具有許多太空人短期駐留之設計。「天宮一號」曾與「神舟八號」、「神舟九號」與「神舟十號」完成交會對接測試，讓中國能改善、修正相關技術，奠定之後太空站設計的基礎。<sup>6</sup> 整體而言，「天宮一號」主要成果是驗證了中國太空飛行器在軌交會對接、載人天地往返運輸系統、載人航天發射 / 測控 / 搜索回收之能力，特別是低軌長壽命載人太空飛行器之設計、製造、管理、控制之能力。

<sup>3</sup> Yan Xiaoping, "China Reaps Benefits of 'Frugal' Space Program," *China.org.cn*, November 4, 2011, [http://www.china.org.cn/china/special\\_coverage/2011-11/04/content\\_23823161.htm](http://www.china.org.cn/china/special_coverage/2011-11/04/content_23823161.htm).

<sup>4</sup> 〈國家航天局長回應航太預算：約是美國 1/10〉，《科學網》，2016 年 4 月 23 日，<https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2016/4/344183.shtm>。

<sup>5</sup> "Government Expenditure on Space Programs in 2020 and 2021, by Major Country," *Statista*, January 2022, <https://reurl.cc/ZAoxK3>.

<sup>6</sup> 陳小莉，〈中國載人航太工程「三步走」發展戰略與實施情況回顧〉，《中國數位科技館》，2021 年 4 月 27 日，<https://reurl.cc/601NW6>。

## 二、天宮二號

接續「天宮一號」之功能，2016年9月「天宮二號」發射升空。其外型延續「天宮一號」的設計基礎，並與「神舟十一號」、「天舟一號」進行對接，「天宮二號」的主要任務為太空人中長期生活環境測試、推進劑在軌補給及在軌維修技術試驗。「天宮二號」與「天宮一號」不同之處在於，「天宮一號」是測試交會對接的飛行器，而「天宮二號」則是處理科學實驗以及太空艙環境的實驗艙，可視為驗證太空技術及發展長久太空站的過渡站，其中與「天舟一號」之對接，讓中國成為具有大噸位太空貨運能力之國家，「天宮二號」於2019年7月離軌除役進入大氣層後墜毀。<sup>7</sup>

## 三、天宮太空站

其後，中國開始正式建設「天宮」太空站。2021年4月，「天和」核心艙發射入軌，正式展開中國太空站建設階段。同年6月，「神舟十二號」載人太空船從酒泉發射升空，其主要任務是驗證太空站關鍵技術，包括：太空人長期在軌駐留、太空物資補給、出艙活動、艙外操作、在軌維修等。6月17日，「神舟十二號」僅花費6.5小時，即完成與「天和」核心艙自主快速交會對接，連同先行結合的「天舟二號」貨運太空船，形成三船一體之組合體。7月4日，太空人首度出艙活動，驗證太空人和機械手臂之人機協同能力及新一代太空服之性能。

為了加速太空站建設，中國密集發射了多種太空飛行器入軌。例如：2021年9月「天舟三號」貨運太空船、同年10月「神舟十三號」載人太空船、2022年5月「天舟四號」貨運太空船、6月「神舟十四號」載人太空船，以及7月的「問天」實驗艙。其後還發射「夢天」實驗艙、「天舟五號」貨運太空船、「神舟十五號」載人太空船，創下首次有6個太空飛行器在軌組合飛行、首次有太空人駐留6個月以及首次有2組太空人同時在軌及輪替交接之新紀錄。

---

<sup>7</sup> Yan Xiaoqing, *ibid.*, 3, p. 3.

「天宮」太空站之最基本架構，是由三大模塊在軌組裝成為 T 字型，即「天和」核心艙、「夢天」實驗艙和「問天」實驗艙，未來預計還將加上「巡天」太空望遠鏡，使用壽命預估為 10 年至 15 年。除了成為中共國家級太空實驗室和太空科技國際合作平台之外，還將成為「神舟」載人太空船、「天舟」貨運太空船停泊的太空母港（見圖 11-1）。這種如同堆積木的模塊化建設法，使中國得以在 1 年半內完成太空站建設。相較之下，俄羅斯「和平號」太空站建造完成花費 10 年、「國際太空站」則花費 12 年，「天宮」太空站快速建設完成一事，勢必成為中國大外宣之超級亮點。

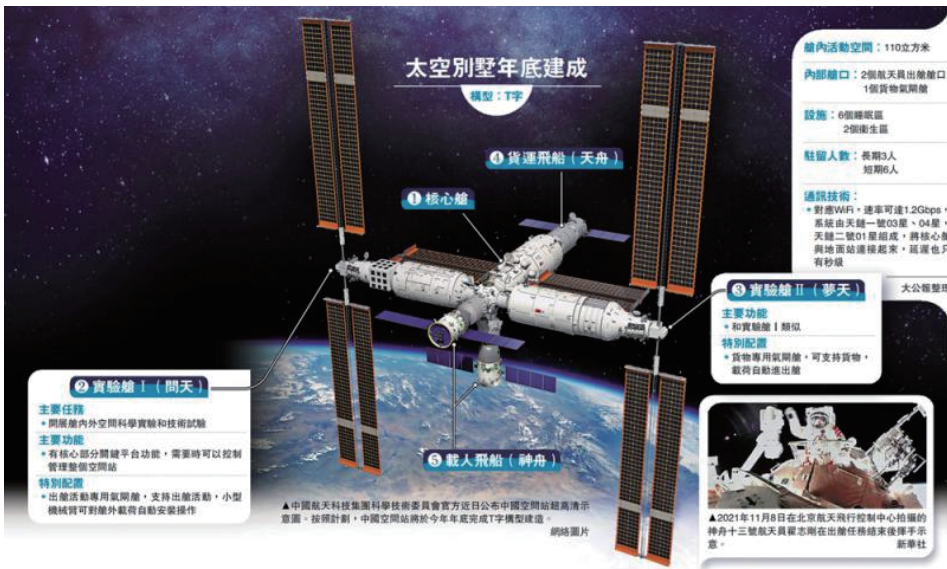


圖 11-1 天宮太空站構造

資料來源：劉凝哲，〈神舟十四號搭載 3 名太空人將擇機征空 太空別墅年底建成〉，《大公網》，2022 年 5 月 30 日，<https://reurl.cc/GE9eMp>。

表 11-1 中共太空站建設之發展歷程

	名稱	時間	成果
1	天宮一號	2011.9.29~2016.3.16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中國第一個太空實驗室，長 10.4 公尺、最大直徑 3.35 公尺、重 8.5 噸。</li> <li>• 2011.11.3 與「神舟八號」無人太空船進行首次在軌自動交會對接成功。</li> <li>• 2012.6 與「神舟九號」載人太空船進行首次載人太空飛行器在軌自動交會對接成功。成果：掌握太空人操控對接技術、載人太空飛行器組合體之管理控制技術、太空人在太空中短期駐留、驗證載人天地往返運輸系統、載人航天發射 / 測控 / 搜索回收之綜合能力。</li> <li>• 2013.6 與「神舟十號」載人太空船在軌自動交會對接，驗證太空飛行器在軌維修及太空站之關鍵技術、對地遙感應用、太空環境探測等。</li> <li>• 整體而言，驗證了低軌長壽命載人太空飛行器之設計、製造、管理、控制之能力。</li> </ul>
2	天宮二號	2016.9~2019.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全長 10.4 公尺、最大直徑 3.35 公尺、重量 8.6 噸。</li> <li>• 主要任務是驗證太空交會對接技術，以及進行太空科學實驗。其中，太空冷原子鐘實驗、伽馬暴偏振探測、太空至地面量子密鑰分配實驗為三大重點。</li> <li>• 2016.10 與「神舟十一號」載人太空船在軌自動交會對接成功。太空人進入「天宮二號」，進行許多太空科學實驗。「神舟十一號」於 11 月返回地球。「天宮二號」在軌自主運行。</li> <li>• 2017.4「天舟一號」貨運太空船發射，並與天宮二號自動對接成功。天舟一號總長 10.6 公尺、最大直徑 3.35 公尺、重達 13.5 噸，運載能力 6.5 噸。其成功建立太空貨物運輸系統，使中國成為具有大噸位太空貨運能力之國家。</li> </ul>
3	天宮太空站	2021.4~	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2021.4「天和」核心艙發射升空，正式開始中國太空站建設階段。其全長 16.6 公尺、最大直徑 4.2 公尺、重達 22.5 噸，是中國目前最大的太空飛行器。</li> <li>• 2021.6.17「神舟十二號」發射升空，是太空站建造階段首次載人飛行。其主要任務是驗證太空站關鍵技術，包括：太空人長期在軌駐留、太空物資補給、出艙活動、艙外操作、在軌維修等。6.17 僅花費 6.5 小時，完成與「天和」核心艙之自主快速交會對接，和「天舟二號」貨運太空船連結成三船一體之組合體。太空人首度進入中國太空站內。</li> <li>• 2021.7.4 太空人首度出艙活動，驗證太空人和機械臂之人機協同能力；新一代太空服之性能。</li> <li>• 2022.5「天舟四號」貨運太空船發射升空。</li> <li>• 2022.6「神舟十四號」載人太空船發射升空。</li> <li>• 2022.7「問天」實驗艙發射升空，並和「天和」核心艙對接成功。</li> <li>• 2022.10「夢天」實驗艙發射升空並對接成功，完成「天宮」太空站主體架構。</li> <li>• 2022.12「神舟十四號」與「神舟十五號」太空人完成在軌交接，「天宮」太空站開始長期有人駐守。</li> </ul>

資料來源：陳小莉，〈中國載人航太工程「三步走」發展戰略與實施情況回顧〉，《中國數位科技館》，2021 年 4 月 27 日，<https://reurl.cc/601NW6>；邱晨輝，〈天宮，不再遙遠〉，《中國青年報》，2021 年 4 月 30 日，<https://reurl.cc/Qby48b>；〈飛行任務〉，《中國載人航天網》，<http://www.cmse.gov.cn/fxrw/>。

## 參、中國太空站之技術應用

中國太空站建設之一大重點是其應用的關鍵技術，其中較為值得特別矚目者，可概略整理如下。

### 一、自主快速交會對接

自主交會對接是指太空飛行器在軌道上自主會合並連成一體，是人工智慧的太空應用。憑藉太空飛行器內部電腦之演算法，進行自主導航測軌、定軌、快速制導、會合對接，取代原先地面控制中心之人工干預。<sup>8</sup>如前已述，中國在 2011 年 11 月「天宮一號」與「神舟八號」無人太空船，完成首次在軌自動交會對接；2012 年 6 月，「天宮一號」又與「神舟九號」載人太空船完成首次載人在軌交會對接。換言之，至 2022 年為止，中國太空自主交會對接技術已發展超過 10 年。

其實，中國專家早在 1980 年代就已指出，「智慧自主控制是航天技術之發展方向」。<sup>9</sup>因此，中國太空科技一直朝此方向推進，隨著中國人工智慧技術突飛猛進，其太空應用更是加速發展。太空飛行器在未知環境中能夠自主感知、識別、決策和學習，使其自主交會對接時間快速縮短，且避免因偏差而發生碰撞。例如：2021 年 9 月，「天舟一號」貨運太空船與「天和」核心艙首度進行自主快速交會對接，僅花費 6 個多小時，而在此之前的太空船交會對接則約需 2 天，且必須要地面飛控中心之人工參與，對接時間縮短，大幅提升效率。

此後，自主快速交會對接不斷被應用。2022 年 5 月，「天舟四號」之對接花費 6.5 小時；2022 年 7 月，「問天」實驗艙和「天和」核心艙兩個重量超過 20 噸的大型飛行器自主交會對接，耗費約 13 小時。這是中國

<sup>8</sup> 〈自主快速交會對接技術〉，《文匯網》，2021 年 9 月 21 日，<https://reurl.cc/7pgROI>。

<sup>9</sup> 中國科學院士、航太科技專家楊嘉墀之言，見〈航太五院 502 所總監劉磊：人工智慧技術賦能空間飛行器控制系統發展 | 2020 空天資訊大會〉，《36Kr》，2020 年 12 月 21 日，<https://36kr.com/p/1020005855003905>。

首次大型太空飛行器在軌道對接，也是太空站首次在有人駐留之下進行交會對接。隨著中國太空站建設之進展，太空飛行器密集升空運補物資，中國自主交會對接技術將越來越純熟。

## 二、機械手臂

中國太空站第二項備受矚目的關鍵技術是機械手臂，這是太空站建造、維護和艙外操作等過程中不可或缺之工具，也是中國第一個長期在太空運作的機械手臂。由於其匯聚機械、電子、熱控、光學、力學、通訊等領域之技術，可視為具有人工智慧之大型太空機器人。

「天宮」機械手臂是中國各種太空機械手臂中最複雜、形體最大且控制精度最高的太空智慧機器人。<sup>10</sup> 中國機械手臂總共有兩個，即「天和」核心艙之大機械手臂（大臂），和「問天」實驗艙之小機械手臂（小臂），兩者不僅可單獨運作，也可連接成為長達 15 公尺的組合式機械手臂，擴大活動範圍。大臂長約 10.2 公尺、重 0.738 噸，最大負重能力達 25 噸；小臂長約 5 公尺、重約 0.35 噸，負重能力為 3 噸，其定位和姿態精度比大臂更高，可完成更精細的動作。<sup>11</sup>

大小兩機械手臂均由兩根臂桿組成，並模仿人類手臂，具 7 個活動關節（7 自由度），即肩部 3 個、肘部 1 個、腕部 3 個，可模擬人類手臂之旋轉運動，進行前後左右任意角度和位置之抓取和拖動等動作。此抓取動作並不是裝上仿人類的機械手掌，而是以鋼絲套索方式抓取和釋放太空船、衛星等。此外，機械手臂之肩部和腕部裝置相同，功能一樣，可隨時頭尾轉換地活動。兩端和肘部均設有 1 台攝影機，可辨識和傳遞即時影像。機械手臂兩端各有一個「末端執行器」，可與設在太空站表面的數個

<sup>10</sup> 中國太空機械手臂還有嫦娥五號月球表面採樣機械手臂，長 3.7 公尺、重 3,100 公克，可在月球表面進行無人自主採樣、封裝和移轉等。見〈張學習及其團隊：為嫦娥五號「挖土」助一「臂」之力〉，《新華網》，2021 年 5 月，[http://www.xinhuanet.com/tech/2021-01/05/c\\_1126949263.htm](http://www.xinhuanet.com/tech/2021-01/05/c_1126949263.htm)。

<sup>11</sup> 〈天宮空間站第二套機械臂：雙臂對接、飛行樣樣精通，還能跨艙搬貨〉，《騰訊網》，2021 年 6 月 8 日，<https://new.qq.com/rain/a/20220608A0253U00>。



適配器連接，使機械手臂在太空站表面如尺蠖蟲般「爬行」移動。<sup>12</sup> 機械手臂之主要用途是：協助太空艙段轉位、托舉太空人出艙活動、搬運艙外貨物、巡檢艙外狀態以及維護艙外大型設備等。<sup>13</sup>

2022年1月，中國太空站以機械手臂抓取「天舟二號」貨運太空船，並使其轉位與核心艙重新對接。這是太空站機械手臂首次對大型太空飛行器進行轉位技術驗證。7月，「問天」實驗艙發射並與核心艙對接，9月底完成首次的實驗艙轉位對接。此外，機械手臂在2021年7月已成功托舉中國太空人出艙活動。2022年11月3日完成「夢天」實驗艙轉位，完成「天宮」太空站基本的「T」型架構。

中國機械手臂是由中國航天科技集團航天五院負責總體研製，由中國科學院瀋陽自動化研究所研發成功。<sup>14</sup> 航天五院在2006年組成太空站機械臂團隊開始研發，至2012年正式立案，2015年和2017年完成主要測試，2021年配置在「天和」核心艙上發射入軌。

相較於其他國家如美國、日本、歐盟、加拿大之太空機械手臂，中國機械手臂具有技術後發之優勢。例如：「國際太空站」上的美國和日本之機械手臂，必須固定在一處定點操作，而中國機械手臂可以爬行；歐洲機械手臂較中國機械手臂輕巧，但負載能力卻低於中國機械手臂；最為先進的「加拿大臂2號」，是國際太空站之主力，其移動則為依賴滑軌的線傳動。由此可看出，中國太空機械手臂更為靈活和精準，成為中國政府太空成就大外宣的一大重點。

### 三、柔性太陽能電池翼

「天宮」太空站之柔性太陽能電池翼（以下稱為「柔性太陽翼」）是中國首次在太空應用。原本設計使用傳統的剛性或半剛性太陽翼，2016年

12 〈揭秘核心艙機械臂：百變金剛「中國臂」〉，《YouTube》，2021年7月4日，<https://www.youtube.com/watch?v=EpFkHy11NS0>。

13 《機械臂，多向全能！》，《中國載人航天官網》，2021年8月5日，<https://reurl.cc/m3VlaY>。

14 〈天宮空間站第二套機械臂：雙臂對接、爬行樣樣精通，還能跨艙搬貨〉，《騰訊網》，2021年6月8日，<https://new.qq.com/rain/a/20220608A0253U00>。

改為柔性太陽翼。柔性太陽翼面積大、可收展、可拆卸、重量輕、厚度僅剛性太陽翼 1/15。這些太陽翼基板上安裝了砷化鎵薄膜電池，光電轉換率比傳統電池更高。「天和」核心艙有兩個柔性太陽翼，單翼展開長約 12.6 公尺、雙翼展開面積達 134 平方公尺；單翼最大發電 9 千瓦，可滿足艙內全部設備運轉所需，預估可為太空站供電 10 年。<sup>15</sup>「問天」和「夢天」實驗艙柔性太陽翼之規格更為龐大，「問天」太陽翼單翼展開長度約 28 公尺、面積 138 平方公尺、發電功率 9 千瓦；雙翼完全展開長度約 56 公尺、面積 276 平方公尺，發電功率 18 千瓦，每日平均發電量在 430 度以上。依據太空站設計構想，將來「天和」核心艙太陽翼之一將轉移到「問天」實驗艙尾部，使「問天」實驗艙負責供給太空站之主要電力。<sup>16</sup>

此外，為了保持陽光 24 小時垂直照射在太陽翼上，以確保高效率發電，「問天」實驗艙太陽翼首次配置了雙自由度、可即時追蹤太陽之大型「對日定向裝置」。這是在太陽翼末端裝設陽光敏感器，即時監測太陽光入射角度。太空站姿態控制系統接收到敏感器發出的訊息後，就向「對日定向裝置」發出指令，使其自主調整自身姿態。同時，因為柔性太陽翼厚度僅 0.7 公厘，容易產生共振而影響飛行器穩定度，中國透過攝影機蒐集柔性太陽翼振動參數，再透過電腦模型計算出飛行器應做之姿態調整後下指令執行，稱為「大柔性高穩定伺服控制系統」。<sup>17</sup>換言之，柔性太陽翼也應用了數位建模和機器學習等人工智慧之技術。

#### 四、霍爾電推引擎

中國太空站另一個技術應用重點是「天和」核心艙上配備的 4 台「霍爾電推引擎」（又稱「霍爾效應推進器」，Hall Effect Thruster, HET）。

15 〈在太空展開雙翼，將為天和核心艙供能 10 年〉，《新華每日電訊》，2021 年 4 月 30 日，[http://www.xinhuanet.com/mrdx/2021-04/30/c\\_139917841.htm](http://www.xinhuanet.com/mrdx/2021-04/30/c_139917841.htm)。

16 〈氣閘艙、小機械臂、柔性太陽翼——解析問天實驗艙的「獨門神器」〉，《中華人民共和國國防部》，2022 年 7 月 24 日，<https://reurl.cc/D3RmGN>。

17 〈我國最大面積柔性太陽翼亮相太空：中國空間站的「能量源泉」〉，《中華人民共和國國防部》，2022 年 8 月 12 日，[http://www.mod.gov.cn/photos/2022-08/12/content\\_4918001.htm](http://www.mod.gov.cn/photos/2022-08/12/content_4918001.htm)；〈我國空間站大型對日定向裝置「首秀」成功〉，《人民網》，2022 年 8 月 19 日，<https://is.gd/0xAkh2l>。

這是利用電力產生電能，使推進劑中的原子被電離成為離子，而後在電磁場中加速離子並使之噴射，以其反作用力推動太空飛行器前進。相對於其他的物理噴射引擎，以及以燃料推進的化學動力引擎，電推引擎雖然推力小而不適用於火箭發射，但其結構簡單、高比衝、<sup>18</sup> 高效率等優點，已被美國、俄羅斯等先進國家應用於衛星姿態控制、變軌和位置維持上，並被視為未來遠距離太空飛行時主要的推進裝置之一。<sup>19</sup>

「天和」核心艙的霍爾電推引擎，是人類首次在載人太空飛行器上使用電力推進，中國媒體甚至認為「天宮」太空站已引發太空動力革命。<sup>20</sup> 雖然 4 台霍爾電推引擎之總推力僅有 0.32 牛頓，但是其推力精準，還可連續工作幾千個小時，可減少太空站維持其軌道高度所消耗之燃料，進而降低太空站之營運成本。然而，此技術目前仍未成熟，欲發展到大推力之電推引擎，仍須解決太空中電力供應、散熱、離子體高溫等問題，<sup>21</sup> 值得繼續關注。

## 五、數位分身<sup>22</sup>

除了人工智慧之外，天宮太空站還運用了「數位分身」（Digital Twin）技術。這是指實體或系統的虛擬分身，藉由感測器蒐集實體資料，將之顯示於虛擬分身上，可即時監控實體狀態以快速精準應變，並針對數據加以分析和預測，以提供決策參考。<sup>23</sup> 此概念始於 2002 年，主要用於產品生命週期（全壽期）管理，後成為工業 4.0 智慧製造或數位轉型之重要部

<sup>18</sup> 比衝是指每單位燃料在單位時間內所產生之衝力。

<sup>19</sup> 〈中國「牛級推力霍爾推力器」首點火成功 可支援衛星軌道機動轉移〉，《香港 01》，2020 年 1 月 14 日，<https://reurl.cc/MNaRrX>。

<sup>20</sup> 〈配置 4 台霍爾電推進發動機「天宮」掀起太空動力變革〉，《中國新聞網》，2021 年 6 月 21 日，<https://www.chinanews.com.cn/gn/2021/06-21/9503717.shtml>。

<sup>21</sup> 〈從吹紙到吹書，中國航太霍爾推進器世界第二，真不是吹牛〉，《知乎》，2020 年 1 月 29 日，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/463170107>。

<sup>22</sup> 中國稱為「數字孿生」。

<sup>23</sup> 陳佳榮，〈數位分身技術將成為智慧城市發展基礎〉，《IEK 產業情報網》，2019 年 3 月 29 日，<https://reurl.cc/gMOZKV>。

分。在太空領域，最早是 2011 年左右應用於飛機和太空船運作情形之模擬，後成為美國和法國飛機製造大廠應用於飛行器設計、製造、維修之主要關鍵技術。<sup>24</sup>

至於天宮太空站之數位分身技術，主要用於即時監控和維修管理。航天五院（中國空間技術學院）載人航天總體部人員黃震，曾於 2020 年發表共同論文，提出數位分身技術在太空站建設和營運的初步應用架構。相較於傳統上建立地面物理伴飛系統之管理模式，論文中提出「數字孿生（數位分身）伴飛系統框架」，以對太空站進行全壽期追蹤和預示其行為狀態。<sup>25</sup> 至 2022 年 4 月，北京航天飛行控中心更明白指出，「天宮」太空站除了建構可自動規劃和執行在軌飛行任務的自動化飛控系統之外，也「利用數字空間站（數位太空站）進行輔助健康管理，可以對故障情況進行智慧化診斷，定期對空間站進行『體檢』，全面研判健康狀態，對異常情況及時進行有效處置」。<sup>26</sup> 換言之，中國（主要是航天五院）不僅建立「天宮」等比例的地面太空站，也以數位分身技術建立虛擬的數位太空站，形成三站協同運作模式。透過數位分身技術，太空站任何狀況均可即時反映在北京飛控中心的數位太空站上，使其能對太空站之異常情形進行「智慧化診斷」和採取處置，甚至包括太空人的緊急撤離。

其次，數位分身技術也已被應用在太空站的科學實驗和研究上。2021 年「天和」核心艙發射入軌後，中國科學院建立了「數字孿生模型」（數位分身模型）與實物鏡像比對的新型態實驗模式，目前已取得天地往返延遲低於 2 秒的遠距科學實驗能力，可高效率支持在軌科學實驗。<sup>27</sup> 換言之，日後「天宮」太空站上進行任何太空科學實驗，中國科學院可同步遙控實驗進行和取得結果，縮短中國或其他國家進行太空科學研究的時間。

<sup>24</sup> 餘佩儒，〈數位分身（Digital Twin）技術發展趨勢與不同層次應用模式〉，《FINDIT》，2020 年 9 月 24 日，<https://findit.org.tw/researchPageV2.aspx?pageId=1521>。

<sup>25</sup> 孟松鶴、葉雨玫、楊強、黃震、解維華，〈數字孿生極其在航空航太中的應用〉，《航空學報》，第 41 卷第 9 期，2020 年 10 月。

<sup>26</sup> 此為北京航太飛行控制中心空間站任務總師孫軍之言，〈中國空間站建造進展情況新聞發佈會召開〉，《中國載人航太工程網》，2022 年 4 月 17 日，<https://reurl.cc/0X5E7M>。

<sup>27</sup> 此為中國科學院空間應用工程與技術中心研究員鍾紅恩之言，〈中國空間站建造進展情況新聞發佈會召開〉，《中國載人航太工程網》，2022 年 4 月 17 日，<https://reurl.cc/0X5E7M>。

然而，上述的太空站數位分身技術仍屬於初步應用，後續推廣還必須克服複雜系統建模、傳感監測、大數據分析、數位分身軟體平台等關鍵技術問題，<sup>28</sup> 可留待日後觀察。

## 六、天地往返運輸系統：「長征」系列運載火箭

中國建設太空站，最不可或缺的就是在太空和地面之間的安全運輸。不僅必須運送太空人安全往返，也必須確保太空站相關物資如：燃料、食物、實驗設備等之運送補給，這涉及中國「天地往返運輸系統」之發展。儘管中國已在研發次世代太空運載飛行器，如：亞軌道太空飛行器、超音速太空飛機等，但是運載火箭，特別是重型運載火箭，關係著其後載人登月和載人登陸火星等計畫之成敗，仍是中國載人航天工程重中之重。

在「天宮」太空站建設過程之中，負責運載「天舟」系列貨運太空船的是「長征七號」運載火箭；負責運載「神舟」系列載人太空船的是「長征二號 F 型」運載火箭；負責運載太空站各艙段的則是專為「長征五號 B 型」運載火箭。其中，「長征五號 B 型」運載火箭之低地球軌道運載能力，最大可達 25 噸，是中國目前運載能力最大的火箭，名列全球十大運載火箭之內。

這些運載火箭由中國航天科技集團旗下的「中國火箭技術研究院」（航天一院）負責總體管理，主要部分的研製分工為：箭體結構由航天一院、上海航天技術研究院（航天八院）、科工四院負責；引擎由航天四院、航天六院、科工六院負責；電子設備則由航天九院、科工四院負責。<sup>29</sup>

值得注意的是，中國運載火箭發射的高密度化和常態化。<sup>30</sup> 「長征」系列火箭之發射，從 2020 年 5 月至 2022 年 8 月 20 日為止，已連續成功

<sup>28</sup> 陳佳榮，同註 23；孟松鶴、葉雨政、楊強、黃震、解維華，同註 25，頁 023615-1-12。

<sup>29</sup> 〈我國運載火箭產業：兩大航太集團為主體，民企進軍勢不可擋〉，《中信建設證券》，2018 年 1 月 5 日，頁 16。

<sup>30</sup> 〈安信軍工周觀察：長征火箭 25 個月連續 103 次發射成功，我國就日方消極行為提出嚴正交涉〉，《安信證券》，2022 年 8 月 21 日，頁 1。

發射 103 次，打破先前連續發射成功 102 次之紀錄。該 102 次紀錄是從 1996 年 10 月至 2011 年 8 月，花費 15 年才達成，而這次打破紀錄卻只花費 2 年 3 個月（約 830 多天），這意謂中國平均每 8 天就發射成功一次，<sup>31</sup> 且在 2022 年 9 月 6 日還創下 12 小時內連續兩次發射成功之紀錄，顯見中國運載火箭發射能力進展快速。

## 七、天地通訊系統：「天鏈」中繼衛星系統

太空站和地面之通訊聯絡、地面對太空站狀況之追蹤監控等，都必須依賴「天鏈」中繼衛星系統。中國原先依靠分散多地的陸基測控站，以及「遠望」系列海洋測量船，對衛星和太空飛行器進行發射測控和在軌通訊，但是由於地球曲率影響和載人太空船速度飛快（90 分鐘繞地球一圈），大多時候無法進行即時通訊。為此，中國在發展太空站構想的同時，也努力建設分布在地球同步軌道（距地 35,786 公里）、可將各種太空飛行器和地面連成一網的中繼衛星系統。

從 2008 年發射「天鏈一號」01 星開始，至 2012 年 7 月發射「天鏈一號」03 星為止，中國初步建成以 3 顆衛星組成的「天鏈一號」中繼衛星系統，成為繼美國和蘇聯之後第三個建成可覆蓋全球之中繼衛星系統的國家。其後，又陸續於 2016 年 11 月發射「天鏈一號」04 星、2019 年 3 月發射「天鏈二號」01 星、2021 年 2 月發射「天鏈二號」02 星、2022 年 7 月發射「天鏈一號」05 星和「天鏈二號」03 星入軌，完成第二代中繼衛星系統之基本建設，大幅提高中繼衛星之數據傳輸和通訊能力。該系統對中低軌道覆蓋率達 100%，可對「天宮」太空站、「神舟」系列載人太空船、「天舟」系列貨運太空船提供數據傳輸和測控服務、支援太空飛行器在軌交會對接、為「資源」「高分」系列等各種中低軌遙感衛星傳輸數據和在軌測控，並為「長征」運載火箭提供發射測控，可謂中國天基通訊之關鍵基礎設施。<sup>32</sup>

<sup>31</sup> 同註 30。

<sup>32</sup> 〈中國「天鏈」：天地「金橋」（築夢「太空之家」——中國空間站建設記）〉，《人民網》，2021 年 7 月 19 日，<http://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2021/0719/c1004-32161259.html>。

「天鏈」中繼衛星系統和太空站、地面站之運作方式，以上行傳輸為例，先由地面站將訊息上傳至「天鏈」中繼衛星，而後由中繼衛星之星間鏈路天線追蹤搜尋太空站，尋獲後將該訊息傳給太空站，此過程之時間延遲縮短至僅數秒，且語音／影片雙向通訊和大量數據傳輸之穩定性大幅提高。同時，相較於以往「天宮一號」等太空實驗室，「天和」核心艙內裝設了 WIFI 通訊系統，太空人在太空艙內以手機和平版電腦等行動通訊裝置即可上網進行即時通訊，甚至和地面小學生進行互動式的太空授課。<sup>33</sup>

## 八、其他技術

其他的技術應用也有許多值得關注之處，例如：關係著太空人糧食供給的水稻太空栽培技術、太空人生命保障系統、太空艙能源再生系統、防範太空碎片技術，以及對量子技術發展之協助，例如：「天宮二號」曾在 2016 年至 2018 年間，協助世界第一顆量子科學衛星「墨子號」建立量子通訊管道，並進行高達 19 次的次量子密鑰分發等。<sup>34</sup>

## 肆、「天宮」太空站背後之企圖與目標

在太空探索發展史上，建造太空站的國家有前蘇聯「和平號太空站」、以美國為主要發射國的「國際太空站」以及中國的「天宮」太空站（如圖 11-2）。「和平號」太空站從 1986 年至 1996 年間在軌組裝而成，為人類第一座模組化可長期居住的太空研究中心，並於 2001 年除役墜入大氣層與尼莫點。接續「和平號」太空站的是「國際太空站」，1998 年起在軌組裝至 2011 年，由以美國為首等 15 國合力建造，目前主要由美俄兩國維持運作，美國已經延長使用年限至 2030 年。因美國政府禁止與中國

<sup>33</sup> 〈「天宮課堂」：中國科普新高度〉，《人民網》，2022 年 3 月 28 日，<https://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2022/0328/c1004-32385268.html#>。

<sup>34</sup> 〈「量子星座」研究首次披露「天宮二號」曾立大功〉，《人民網》，2022 年 8 月 24 日，<https://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2022/0824/c1004-32509957.html>。

共享數據，導致中國太空人無法登上「國際太空站」，此舉也促使中國加速建造「天宮」太空站，採取模組化架構，並以不到兩年時間建造完成。

中國建設太空站之主要目標有五：一、建造和營運近地太空站；二、發展長期載人太空飛行技術；三、建立國家太空實驗室；四、開展國際合作；五、驗證後續在軌服務和月球／深空探測所需之技術。其中，最優先的目標是建造和營運近地太空站，以突破、掌握和發展大型複雜太空飛行器在軌組裝建造、長期安全飛行、營運管理維護之技術，以提升中國太空技術水準、帶動相關領域和行業之科技進展、增強綜合國力。換言之，中國建設太空站之最主要目的是擁有「具有中國特色和時代象徵」之太空站，使其具有「與中國不斷增強的大國地位相匹配和適應的能力，體現國家發展的戰略目標」，最終目標是成為「航天強國」和「科技強國」。以下就軍事、政治、外交、經濟等面向進行解析：

## 一、軍事意涵

中國建設「天宮」太空站，當然有其軍事意圖。繼陸權論、海權論和空權論等傳統地緣政治論，以及文明衝突論等現代地緣政治論之後，美、俄、中等國都致力爭奪「制太空權」（space power）。2015年的《中國的軍事戰略》白皮書提出：「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。中國一貫主張和平利用太空，反對太空武器化和太空軍備競賽，積極參與國際太空合作。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」。<sup>35</sup>從上述內文可看出，中國認為要達到掌握太空態勢、應對太空威脅、保衛太空資產、維護太空安全等目的之主要關鍵，即是建立有人常駐的太空站。

<sup>35</sup> 〈《中國的軍事戰略》白皮書（全文）〉，《中華人民共和國國務院》，2015年5月26日，<http://www.scio.gov.cn/zfbps/ndhf/2015/Document/1435161/1435161.htm>。



關於中共建設「天宮」太空站之軍事目的，可大致歸納如下：

- (一) 成為太空 C4ISR（指管資通情監偵）之指揮中樞。不僅可控制軍事衛星、監控敵方洲際飛彈動向、引導反飛彈進行攔截，也可匯集衛星等太空飛行器蒐集之情資，在太空中迅速判定和採取因應行動。
- (二) 運用太空站作為武器平台。首先，是攻擊敵國在各種不同軌道之衛星，使敵方快速喪失太空通訊等情資偵蒐能力。<sup>36</sup> 美國太空軍司令 James Dickinson 曾表示，中國衛星上的機械手臂可用來抓取或摧毀其他國家衛星，在開戰幾分鐘內就摧毀敵人之通訊或導航系統。<sup>37</sup> 此外，中國在 2021 年測試了結合極音速乘波載具（Hypersonic Glide Vehicle）和部分軌道轟炸系統（Fractional Orbital Bombardment System, FOBS）的新武器平台。這種極音速滑翔彈可停留在太空軌道上，接受指令後以 25 倍音速返回大氣層，進行太空對地面之攻擊，已超越美軍目前的事先警示能力。<sup>38</sup> 目前，「天宮」太空站已具有高感度攝影機與能在艙體表面爬行之機械手臂，未來若能指揮前述的極音速空對地飛彈，或是配置雷射等定向能太空武器，將具有敵國難以防禦之破壞或癱瘓能力。<sup>39</sup> 而在太空中對此極音速滑翔彈或其他各種太空武器發號施令者，極可能就是太空站內的人類指揮官。

36 王清安，〈中共太空站發展對本軍威脅評估之研究〉，《陸軍通資半年刊》，第 129 期，2018 年 4 月，頁 34-35。

37 〈美軍發現中國特殊裝備衛星 擔心抓走美衛星〉，《華人今日網》，2021 年 4 月 22 日，<http://mobile.chinesedaily.com/plus/view.php?aid=495741>。

38 “Russia and China’s Space Weapon Plans Spur High-level Pentagon Meeting,” *Defense News*, August 31, 2022, <https://reurl.cc/rRmLMb>.

39 鍾堅，〈本世紀決勝關鍵的太空作戰兼論中國大陸發展太空戰力〉，《展望與探索》，第 19 卷第 12 期，2021 年 12 月，頁 133-134；Brett Tingley, “The Pentagon is Worried about Space Weapons from Russia and China. Here’s Why,” *Space.com*, August 31, 2022, <https://www.space.com/pentagon-worried-space-weapons-russia-china>.

## 二、政治意涵

「天宮」太空站是中國 2045 年前建成「航天強國」之主要項目，中國媒體將建造太空站視為衡量國家經濟、科技之綜合型國力指標，大內宣可向人民宣傳中國在科學研究、先進技術上有所成就，大外宣也可就多項太空活動向國際展現中國政府領導的成就。<sup>40</sup> 在現有的「國際太空站」已逐漸老舊的情況下，中國建立「天宮」太空站是把中美兩國在經濟、技術和政治的競爭領域擴展至太空，因太空技術連帶關乎軍事科技發展和國家經濟發展等國際實力，中國可利用「天宮」太空站，向國際營造出中國有能力可以挑戰美國主宰的太空地位形象，因此即便中國實際上尚未達到能與美國並駕齊驅的程度，但卻已引起國際的關注。

然而，中國的終極目標並不僅止於此，中國太空站是其後續探月工程和其他行星探測等太空工程之中繼站。依照 2022 年 1 月公布、規劃「十四五」期間主要發展項目的《2021 中國的航天》白皮書，詳細描繪出未來 5 年（「十四五」期間）太空發展之藍圖，中國的最終目標是在太空中建構「人類命運共同體」，<sup>41</sup> 其中，載人航天的未來目標除了全面建成並營運太空站之外，主要就是載人登月為最優先，預計將研製新一代載人太空船，充實載人探索和開發地月空間之基礎。同時，中國也計畫繼續探月工程和其他行星如：火星、木星等探測，甚至時間更遠的太陽系邊際探測。<sup>42</sup> 這是繼上一本白皮書《2016 年中國的航天》提出 2030 年躋身航天強國目標之後，更為遙遠且龐大的發展願景。其背後所隱含的是中國在太空發展領域對全人類命運之主導權和話語權，企圖心遠遠超過《中國製造 2015》或一帶一路倡議。可能正因為如此，美國才會在 2022 年內針對中國太空科技發展祭出種種管制。

40 薑天驕，〈探秘「天宮」：中國空間站將促進形成產業化的太空經濟〉，《中國經濟網》，2018 年 5 月 7 日，[http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201805/07/t20180507\\_29045658.shtml](http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201805/07/t20180507_29045658.shtml)。

41 《2021 中國的航天》，《中華人民共和國中央人民政府》，2022 年 1 月 28 日，[http://www.gov.cn/zhengce/2022-01/28/content\\_5670920.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2022-01/28/content_5670920.htm)。

42 同註 41。

### 三、外交意涵

中國太空站最主要的目標之一，是建立中國國家級的太空實驗室，亦即成為太空基礎科學研究之平台。雖然中國太空站規模比「國際太空站」小，但是鑑於「國際太空站」使用超過年限且有安全上的疑慮，例如：2018年8月開始長達兩年多的漏氣事件、太空碎片對太空站之撞擊等，新建成的中國太空站對其他國家太空科學研究者具有相當的吸引力。「國際太空站」預計在中國完成「天宮」太空站部署幾年後脫離軌道，雖然美國與俄羅斯已宣布要各自建造新的太空站，但仍可推測若美俄兩國建造進度落後，未來有一段時間中國是唯一能夠在太空軌道上永久駐留人類的國家，而中國可以利用這一點獲得外交影響力，因為對太空研究感興趣的國家可能會被迫在沒有其他選擇的情況下尋求與中國太空計畫合作；其次，中國一再強調太空站是太空科學研究之國際合作及交流之平台，「天宮」太空站歡迎任何符合中國太空站標準的他國太空船到訪與利用。這顯然是要求他國必須遵守中國太空站之規格和標準，例如：「天宮」太空站內所有文字顯示都是中文，其他國家的太空人為了操作器材進行太空實驗就必須學習中文。如果「天宮」太空站未來是唯一在軌運作的太空站，中國將取代美國與俄羅斯，成為太空站國際標準之設定者。

太空站科研活動的國際合作成為中國擴展外交之利器。至2022年3月為止，中國和歐洲太空總署（European Space Agency, ESA）正進行10個太空站合作計畫。此外，中國早在2016年就和聯合國簽訂《利用中國太空站開展國際合作諒解備忘錄》，2018年透過聯合國外太空事務辦公室（Office for Outer Space Affairs）之發布儀式，公開向全球募集太空站科研計畫，並已選出9個國際合作計畫。<sup>43</sup>

至於中國在太空中最主要的合作夥伴，毫無疑問是俄羅斯。俄羅斯（舊蘇聯）是人類第一個發射人造衛星、太空船和建造太空站的國家，擁

43 〈中國空間站將支持大規模科學研究〉，《新華網》，2022年3月16日，<https://reurl.cc/yMpkzI>；〈中國與聯合國共邀各國參與中國空間站合作〉，《中國政府網》，2018年5月29日，<https://reurl.cc/V1r8kN>。

有許多中國夢寐以求的太空技術。中國太空站之設計近似俄羅斯「和平號」太空站、中國太空人所穿著的太空服也類似俄羅斯太空服。中俄兩國在 2019 年宣布將合作在 2026 年前將人類送上月球南極；2021 年更進一步發布《國際月球科研站路線圖》及《合作夥伴指南》。

上述這些進展對於美國主導的國際太空合作計畫，如：阿提米絲協定（Artemis Accords），或是現存的各個太空集團，如：非洲太空總署（African Space Agency）、拉丁美洲及加勒比海太空總署（Latin American and Caribbean Space Agency）、阿拉伯太空協調集團（Arab Space Coordination Group）等，無疑造成很大的影響，中國活躍的太空活動將牽動著地緣政治勢力之變動。<sup>44</sup>

#### 四、經濟意涵

太空站建設由於匯聚許多先進技術，可以大幅促進產業升級和經濟發展。首先，太空飛行器和運載火箭不僅提升先進材料、機械、能源等產業之技術水準，其自主控制和通訊等能力又可帶動半導體、電子、光學等產業，最後驅使冶金、化工等傳統產業升級；其次，隨著國際商業太空之發展趨勢，太空站建成後若能商業化，例如：太空旅遊等，將有助於帶動運載火箭、商業太空等產業之發展。

中國太空站之產業鏈，目前已知太空站各艙段、載人太空船、貨運太空船、「長征」系列運載火箭，都由中國「航天科技集團」負責研發製造。其他民間企業，如：「華力創通」為太空站設備提供模擬測試；「全信股份」為天和核心艙、神舟載人太空船、天舟二號及三號貨運太空船、運載火箭等提供光電傳輸和控制系統；「江航裝備」設計太空站應急呼吸裝置、太空服艙外氣液控制系統等；「航天電器」主要提供太空站相關產品；「航天動力」參與神舟十四號引擎研發及生產；「康拓紅外」提供地

---

<sup>44</sup> Svetla Ben-Itzhak, “Space Blocs: The Future of International Cooperation in Space is Splitting alone Lines of Power on Earth,” *THE CONVERSATION*, April 21, 2022, <https://reurl.cc/V1r8k6>.

面測試模擬設備及服務；「北新建材」提供耐高低溫防銹之塗料，為太空站艙內電機及電器線圈提供絕緣保護等，甚至中國「海爾電器」都負責太空站冷鏈裝置和太空人生活所需之太空冰箱（表 11-2）。

然而，值得注意的是參與其中的新創企業，其研發生產之新技術或新產品，可能發展出新的市場應用。例如北京中關村的「北京中航智科技有限公司」，是中國第一個將有人直升機改型為無人直升機之企業。其所改型之無人直升機，重 700 公斤、最大時速 180 公里，已運用在「神舟十三號」太空人返回地面後的太空搜救上。又如：中關村的「利亞得公司」，從海南文昌衛星發射中心開始，酒泉衛星發射中心、北京飛控中心之全套指揮顯示系統都由其負責，可說是中國太空活動的重要設備供應商。<sup>45</sup>

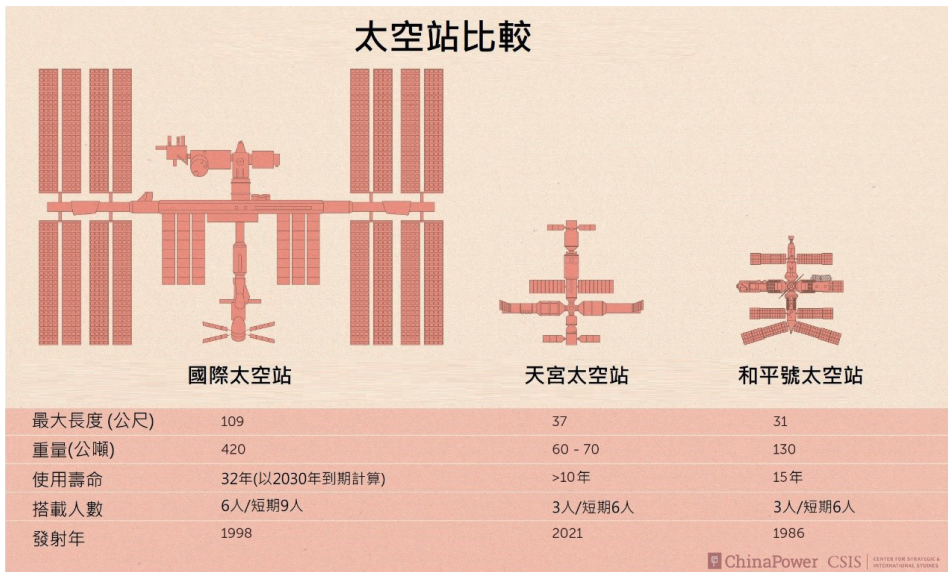


圖 11-2 太空站之比較

資料來源：周若敏譯自“*What’s Driving China’s Race to Build a Space Station?*”, CSIS, April 21, 2021, <https://chinapower.csis.org/chinese-space-station/>。

<sup>45</sup> 科技北京，〈神舟十四號成功發射，中關村企業在背後保駕護航〉，《微博》，2022年6月5日，<https://weibo.com/2118890771/LwjFTmeNA>。

## 伍、小結

綜合以上之整理，可得出初步結論如下：

第一，中國太空站建設雖成為其宣揚國威和外交攏絡之利器，卻也刺激美國強化對中的科技制裁，尤其是聚焦於人工智慧晶片上。無論是 2022 年 8 月 23 日增列 7 家中國航天實體進入出口管制清單（entity list）、以《2022 年晶片與科學法案》補助太空總署（NASA），維持現行國際太空站運作至 2030 年，或是宣布用於晶片設計之 EDA（電子設計自動化系統）軟體禁令，以及嚴厲管制人工智慧晶片之出口，都顯示美國極力阻止中國太空計畫之進展。

第二，中國將努力爭奪太空領域之標準制定權和事務話語權。從中國透過聯合國組織向各國募集太空站實驗計畫提案、太空站內部標示全部是簡體字中文，以及宣稱欲對接中國太空站之外國飛行器必須合乎中國標準等現象來看，中國將積極嘗試取代美俄在太空事務之標準制定權和國際話語權。這是繼華為爭取全球 5G 通訊標準制定之後，另一項攸關各國國家安全的重大科技和經濟發展，也將會是美中科技戰之關鍵焦點。

第三，如前所述，太空站建設是一國綜合國力之展現，其維持和營運更需要大量經濟實力支撐。隨著中國經濟急速下行、中國製造逐漸被破解，太空站是否成為中國拖垮其國家財政和經濟的「錢坑」之一？抑或是向合作夥伴國提出分攤費用？值得持續關注。

表 11-2 中國「天宮」太空站之產業鏈（部分）

機關 / 企業名	負責部分
中國空間技術研究院（航天五院）	太空站總裝、機械臂
航天八院	對接系統之分系統研製
中國火箭技術研究院（航天一院）	運載火箭，長征七號、長征五號
中國電科	為太空站及太空船搭載光學雷達及光學成像感測器
中國衛通	航天科技集團直接控股之上市企業。航天一院、航天五院為其股東。亞洲第二大、全球第六大固定通訊衛星營運商
中國衛星	航天五院控股之企業，主要從事小衛星、微小衛星、衛星地面應用系統、衛星營運

表 11-2 中國「天宮」太空站之產業鏈（部分）（續）

機關 / 企業名	負責部分
中天火箭	航天科技集團旗下唯一負責太空火箭研製之單位
航天工程	運載火箭液體引擎之研製生產
航天機電	航天科技集團控股之企業，主要生產太陽能光電產品和複合材料
華力創通	為太空站之部分設備提供模擬測試
全信股份	為天和核心艙、神舟載人太空船、天舟貨運太空船、運載火箭提供重要且持續之光電傳輸和控制系統
江航裝備	設計製造在軌應急呼吸裝置、太空人艙外太空服之氣液控制系統等
國機精工	「天和」核心艙之耐腐蝕軸承
鋼研高納	中國高溫合金之龍頭企業，生產中國渦噴及渦扇太空引擎用之高溫合金關鍵精鑄件達 90%
西部材料	中國稀有金屬新材料之龍頭企業，生產鈦合金製品、金屬纖維、稀有金屬材料等
航天電器	特種連接器之龍頭企業，主要生產連接器、微特電機、繼電器等。在連接器方面，僅次於排名第一之中航光電；在微特電機方面，為太空站研發出多種電機產品。其高速電機、高功率密度電機、太空電機產品之技術居於領先，在航太裝備和導彈用微特電機領域居龍頭地位
鉑力特	中國 3D 列印及金屬 3D 列印之龍頭企業，產品被應用於多個型號之航空引擎、衛星、火箭、飛彈及太空站
ST 樂材	由航天科技集團旗下中國樂凱集團控股，中國訊息記錄材料業中，提供磁記錄和熱敏記錄材料之龍頭企業
康拓紅外	太空站與太空船對接裝置中的仿真與操作模擬器
北京中航智科技	中關村新創企業，以無人直升機參與神舟十三號降落後搜救及神舟十四號發射保障
利亞德	中關村新創企業，提供酒泉發射中心及北京飛控中心指揮顯示系統全套
海爾電器	太空站科研及生活保障相關之冷鏈裝置及整體廚房解決方案
泰林生物	太空站生命保障系統之水微生物採樣及檢測裝置

資料來源：〈神舟十四號發射圓滿成功！受益概念股名單來了〉，《華盛通》，2022 年 6 月 5 日，<https://reurl.cc/GE9eWd>；〈我國今年將全面建成空間站兩家產業鏈公司受益行業高景氣〉，《雲掌財經》，2022 年 2 月 11 日，<https://reurl.cc/ER3G3A>；〈航空航天建設發展態勢空前火熱，全產業鏈中哪些上市公司相關〉，《東方財富網》，2022 年 4 月 11 日，<https://reurl.cc/O4lV9A>；〈神舟十四號成功發射，中關村企業在背後保駕護航〉，《微博》，2022 年 6 月 5 日，<https://weibo.com/2590508220/Lwjys5sfx>。

