

太空「功夫秀」三式「定蒼穹」

第一式 神龍擺尾

入軌後首先對接於天和核心艙前向對接口，形成「一」字構型，組合體「神龍擺尾」轉體約180度，接着問天艙「白鶴亮翅」二次展開太陽翼，進入全功率狀態。

第二式 四兩撥千斤

問天艙太陽翼單翼展開長度達27米，柔性太陽翼不僅能單翼翻轉，兩翼還可以像直升機的螺旋槳一樣360度轉起來，控制驅動器，可精準、穩定地驅動起重達1200公斤的太陽翼，堪稱「四兩撥千斤」。

第三式 乾坤大挪移

幾個月後夢天實驗艙將發射入軌，問天艙先轉位至側向停泊口，將前向對接口預留出來。問天艙自帶轉位機械臂，屆時將依靠天和核心艙上的被動對接與轉位控制器，與問天艙上的對接與轉位控制器驅動轉臂，帶動實驗艙進行「乾坤大挪移」，形成L構型。

資料來源：中新社



問天實驗艙  
神州十五號  
天和核心艙  
夢天實驗艙  
神州十四號  
天舟五號

中國空間站的完整構型示意圖

航天員破天荒在軌迎接 新家園探索生命奧秘

問天奔赴天宮 打造太空實驗室

國家太空實驗室知多啲

更大平台

• 發射問天、夢天2個實驗艙，為開展空間科學實驗（試）驗提供更大平台。在空間站建造階段，共安排近百項實驗研究項目，後續轉入常態化運營後，還將實施較大規模科學研究。

國際一流

• 中國空間站艙內可以部署25台科學實驗櫃，每台實驗櫃都是一個小型的太空實驗室，可支持開展單學科或多學科交叉的空間科學實驗，整體達到國際先進水平。

揭秘生命

• 問天實驗艙主要面向空間生命科學研究，配置了生命生態、生物技術和變重力科學等實驗櫃，能夠支持開展多種類植物、動物、微生物等在空間條件下的生長、發育、遺傳、衰老等響應機制研究，以及密閉生態系統的實驗研究。

聚焦重力

• 夢天實驗艙主要面向微重力科學研究，配置了流體物理、材料科學、燃燒科學、基礎物理以及航天技術試驗等多學科方向的實驗櫃，支持相應的物質本質規律研究以及超冷原子物理等前沿實驗研究。

太空時計

• 在天宮二號空間冷原子鐘的基礎上，將建立世界上第一套由氫鐘、鈷鐘、光鐘組成的空間冷原子鐘組，構成在太空中頻率穩定度和準確度最高的時間頻率系統，開展引力紅移、精細結構常數測量等前沿的科學研究。

巡天觀測

• 後續，中國還將發射與空間站共軌飛行的巡天空間望遠鏡研究設施，開展廣域巡天觀測。

天宮家族重量級成員 問天實驗艙

麻雀雖小 五臟俱全

• 音頻單元是為空間站新研的音頻設備，可支持多類型、多通道音頻終端的輸入輸出，可實現天地電話，不同艙段航天員之間及地面測控中心的會議通話。

多孔端口

• 問天艙適配器為中小型標準艙外載荷提供通用化的機械、供電、信息和熱接口，暴露科學實驗載荷的在軌無人安裝、長期在軌支持、多輪次更換離不開它。

照明系統

• 艙外透光照明子系統，將為航天員長期在軌駐留及開展艙外維修、科研活動提供照明，也為出艙活動任務提供美輪美奐的光影效果。

WiFi天線

• 「艙外WiFi天線」主要用於航天員在艙外接收和發送5G無線信號，配合後端設備完成無線通信任務。大公報記者劉凝哲整理

發電基地資源艙

• 為實驗艙提供能源、動力等支持，是高性能「發電機」與「配電器」

太陽帆板翼

• 雙自由度柔性太陽帆板翼展55米以上  
• 是目前內地最大的柔性太陽翼

宇宙攝影裝置

• 設置了兩台雲台燈、4台高清攝像機，能夠一邊打光追光一邊拍攝錄製

外方內圓氣開艙

• 內部是圓柱狀的出艙預備「更衣間」  
• 外殼是看似方形的艙外暴露實驗平台  
• 在問天實驗艙交會對接停靠之後，氣開艙就會作為航天员出艙時的一個主要艙口  
• 氣開艙的出艙門直徑達1米，更便於航天员攜帶設備開展出艙活動

機臂

• 小機械臂5米長，具有7自由度，既可以單獨使用也可以跟核心艙的大機械臂組成長達15米的組合臂。基於艙表爬行功能，可實現空間站外表面的全觸達

勞逸結合工作艙

• 近10米長  
• 是中國目前為止最大的載人密封航天器艙體  
• 包括工作區、睡眠區、臨時就餐區、衛生區、鍛煉區  
• 裝載了8個實驗機櫃  
• 支持大規模的太空科學實驗  
• 主要面向空間生命科學研究

冷鏈護航 長五「冰箭」穿越火線

7月24日14時22分，長征五號B遙三運載火箭上雲霄，成功將問天實驗艙發射至預定軌道。值得一提的是，這是長征五號系列運載火箭首次執行「零窗口」任務，發射獲得圓滿成功。

由於問天實驗艙需要與空間站天和核心艙進行快速交會對接，因此必須在規定時間分秒不差地發射，否則將無法到達指定位置，需要耗費巨大代價調整軌道，甚至導致發射終止，嚴重影響任務周期。航天科技集團一院長五B火箭總體副主任設計師劉秉介紹，為保證準時發射，科研人員對射前10分鐘的發射流程進行了優化，將部分流程前置。其實，距離發射2.5分鐘時，火箭就已完成發射前各項準備工作，具備了點火發射能力，隨時可發射。

大公報記者劉凝哲、何孜

七步展開 太陽蟬翼收放自如

正在太空中飛行的問天實驗艙，張開一對柔性太陽翼，猶如有一雙翅膀。航天科技集團八院介紹，問天實驗艙配有目前內地研製的最大面積可展收柔性太陽翼，單翼全展開狀態下長達27米，面積可達134平米。柔性翼全部收攏後厚度只有18厘米，與一部手機的長度相當。厚度不足1毫米的問天實驗艙柔性太陽翼猶如一張能發電的「薄紙」，不僅繼承了天和核心艙柔性太陽電池翼的優點，更是青出于藍而勝於藍。

對於一般航天器來說，太陽翼的成功在軌展開是發射任務圓滿成功的重要標誌。問天艙太陽翼採用三維七步的動作，分二個階段展開，整個過程持續80分鐘。為何採用了全球首創的「二次展開」關鍵技術？據介紹，在問天與天和交會對接過程中，兩個數十噸級的航天器，以約7.9km/s的速度運動，需要精準控制它們的位置、速度、姿態才能保證可靠的對接，稍有偏差航天器就會發生碰撞。如果太陽電池翼完全展開，實驗艙就好比兩隻手各持一面巨大的帆，微小的抖動，都會導致實驗艙的速度、相對位置和飛行姿態的控制精度嚴重下降，控制難度指數級增加。

因此，航天科技集團八院團隊突破了「二次展開」的關鍵技術，在實驗艙發射後獨立飛行階段，柔性太陽電池翼首先展開一部分電池板以滿足實驗艙能量需求，可以降低飛行控制難度使得交會對接又穩又準。在對接完成後，再次完成全展開，建立完整的能源系統。

◀ 科研人員對問天實驗艙進行測試。

▼ 7月24日14時22分，搭載問天實驗艙的長征五號B遙三運載火箭，在中國文昌航天發射場準時點火發射，約495秒後，問天實驗艙與火箭成功分離並進入預定軌道，發射取得圓滿成功。 新華社

中國空間站「完全體」萬眾期待

2022年7月24日 問天實驗艙發射升空

2022年10月 夢天實驗艙發射升空

容後公布 天舟五號貨運飛船和神州十五號載人飛船升空

大公報整理

航天突破

2022年7月24日14時22分，搭載問天實驗艙的長征五號B遙三運載火箭，在中國文昌航天發射場準時點火發射，約495秒後，問天實驗艙與火箭成功分離並進入預定軌道，發射圓滿成功。神州十四號乘組陳冬、劉洋、蔡旭哲通過直播觀看發射盛景，他們歡呼雀躍，等待問天艙經過13個小時的飛行，在25日凌晨時分與空間站天和核心艙進行交會對接，完成空間站「三」字構型。此次是中國航天員首次在軌迎接航天器來訪。屆時，航天員們將開啟兩房太空新家園，而隨着國家太空實驗室建設推進，將開展探月、探火、探礦等太空新任務。

大公報記者 劉凝哲北京報道

增3床位 6航天员「太空會師」

據介紹，空間站問天實驗艙體型巨大、功能強大、結構複雜、指標先進，在中國航天器研製歷程中創下多個新紀錄。問天實驗艙由工作艙、氣開艙及資源艙三部分組成，艙體總長17.9米，直徑4.2米，發射重量達23噸。這塊碩果和分量，跟北京地鐵13號線列車的一節車廂差不多，是全世界現役在軌最重的單艙主動飛行器。當重量達21噸的問天艙手近22.5噸重的天和核心艙，便締造中國航天史上「分量最重」的「太空之吻」。

此外，問天實驗艙的工作艙是迄今中國最大、世界第二大單密封艙體。艙內設有3個睡眠區、1個衛生區。完成對接後，中國空間站將更加溫馨舒適，自由活動空間將增加近50立方米（原為110立方米），而且「床位」數增加到6個。神州十五號載人飛船發射後，神十四、神十五兩個乘組、6名航天员將實現「太空會師」，空間站「滿宮」運行。

8實驗櫃 研生命起源進化

問天實驗艙是中國空間站系統中艙外活動部件最多的艙體，大量艙外設施設備更好地保障了出艙活動，也為更精細的艙外操作提供了支持。問天實驗艙將在氣開艙外攜帶一套5米長的小型機械臂，這套7自由度的機械臂小巧、精度高，「小手」方便抓中小型設備，做更為精細的操作。小臂還可以與核心艙大臂聯動成15米長的組合臂，開展更多的艙外操作。中國空間站建成後，組合臂能夠在天和、問天、夢天的空間站三艙組合體之間飛行。

問天實驗艙還是集平台功能與試驗載荷功能於一體的「全能型」選手。在平台功能方面，問天實驗艙與天和核

▲ 神十四號乘組在核心艙觀看問天實驗艙發射全程，興奮鼓掌。

▲ 工作人員在海南文昌航天發射場的控制室慶祝發射任務圓滿成功。

心艙互為備份，保障航天员在軌長期駐留，並可提供專用氣開艙和應急避難場所。在試驗載荷功能上，問天實驗艙裝載了8個實驗機櫃、22個艙外載荷適配器，就像是把一個大型科學實驗室搬到了太空。

在空間科學應用方面，問天艙任務以生命科學和生物技術研究為主，在空間生命科學與生物技術、微重力流體物理、空間材料科學、空間應用新技術試驗等四個領域規劃部署了10餘個研究主題。其中，生命生態實驗櫃以多種類型的生物個體，如植物種子、幼苗、植株、兼顧小型動物等為實驗樣品，開展擬南芥、線蟲、果蠅、斑馬魚等動植物的空間生長實驗，揭示微重力對生物個體生長、發育、代謝的影響，促進人類對生命現象本質的理解，研究空間輻射生物學和亞磁生物學效應與機制，探索建立應用型受控生命生態系統，為航天员在軌輻射損傷評估、防護提供科學依據。

生物技術實驗櫃以組織、細胞和生物分子等不同層次多類別生物樣品為對象，將開展細胞組織培養、空間蛋白質學等實驗，探索微重力環境下細胞生長和分化規律和機制，為人類健康、生殖發育提供理論基礎；探索重力效應對生命起源和進化影響；在高效蛋白質/多肽藥物、納米晶體生物技術等方面取得突破性發現，對指導組織工程、生物醫藥的研究和應用發揮重要作用。

