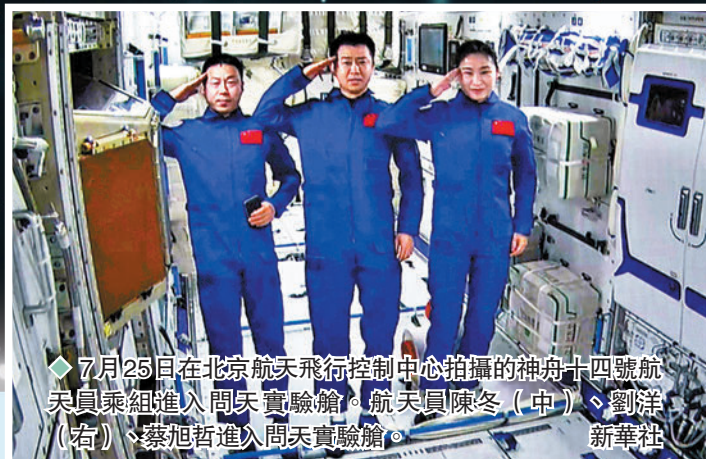


◆7月25日在北京航天飛行控制中心拍攝的神舟十四號航天员乘組進入問天實驗艙。這是航天员陳冬開啓艙門及進入問天實驗艙。

新華社



◆7月25日在北京航天飛行控制中心拍攝的神舟十四號航天员乘組進入問天實驗艙。航天员陳冬（中）、劉洋（右）、蔡旭哲進入問天實驗艙。

新華社

神十四乘組順利進入問天艙

中國太空站步入多艙運行時代 航天员將實現在軌輪換

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）中國空間站首個科學艙段問天實驗艙在發射入軌約13個小時後，於北京時間2022年7月25日3時13分以快速交會對接模式，成功對接於天和核心艙前向端口，這是中國兩個20噸級航天器首次在軌實現交會對接，也是中國空間站有航天员在軌駐留期間首次進行空間交會對接。10時03分，神舟十四號航天员乘組成功開啓問天實驗艙艙門，順利實現中國航天员首次在軌進入科學實驗艙。這意味着中國空間站已步入多艙運行時代，而根據相關計劃，當空間站建造完成，中國將實現航天员在軌輪換。

在長征五號B運載火箭托舉問

天艙升空前10分鐘，神舟十四號航天员陳冬、劉洋、蔡旭哲從空間站中拍下了海南文昌發射場，他們首次在空中觀看到問天艙升空時的盛大場景。「漂亮！」陳冬脫口而出，三人齊齊鼓掌。

在軌對接一氣呵成

在問天艙即將與天和核心艙交會對接時，正值太空日出，整個天空都被陽光染成金色。問天艙保持在200米停泊點，並在這個關鍵點停泊將近40分鐘，航天员沒有啟動遙操作，說明整個自動控制系統狀態非常正常。

此前載人、貨運飛船與天和核心艙的對接，是來訪性的交會對接，而問天、天和的艙艙對接則是組裝建造，也是中國首次進行20噸級航天器在軌交會對接，控制必須更加穩妥、可靠、準確。官方媒體公布北京航天飛控中心的畫面顯示，在問天與天和交會對接的400米停泊保持點，神舟十四號航天员一直守在核心艙內的遙操作控制台前，準備隨時用遙操作模式控制交會對接。

19米，兩個巨大的航天器越貼越近。終於來到「萬里穿針」的最後一步，問天艙從後方逐漸「追」上天和艙，最後穩穩地「吻」了上去，並與天和緊緊鎖在一起，空間站組合體正式啟動。問天艙二次展開其巨大的太陽翼，在陽光下熠熠生輝。

八分鐘入伙新居

神舟十四號乘組在經歷中國首次有航天员在軌駐留期間的空間交會對接後，經過短暫休息，在早上8點就早早起床「上班」，準備開啓問天艙。在進入問天艙前，航天员們需要打開兩道門，一道是節點艙的前艙門，航天员需要經過一條對接通道，再打開



◆在地面上未裝配火箭的問天實驗艙。

航天员將再太空出艙

後續，神十四號乘組將按計劃開展組合體姿態融合控制、小機械臂爬行和大小臂組合測試等在軌工作，並利用問天艙氣閘艙和小機械臂進行太空出艙活動。值得一提的是，問天艙精彩的太空表演仍將繼續。幾個月後，夢天實驗艙將發射入軌，在這之前，問天實驗艙將會先轉位至側向停泊口，將前向對接口預留出來。問天實驗艙將通過自帶的轉位機械臂，以及分布在核心艙上的被動對接與轉位控制器等裝置進行「乾坤大挪移」，空間站組合體屆時將形成L型構型。等到夢天實驗艙的到來，再次經歷一番「移形換影」般的操作後，中國空間站將迎來最終的T型構型的「完全體」。在中國空間站建造完成之際，神舟十五號三名航天员飛往太空，入駐問天艙，並與陳冬、劉洋、蔡旭哲進行在軌輪換。

問天實驗艙上的「毫厘必較」

特稿

「問天實驗艙是空間站家族裏的大塊頭，艙體總長17.9米，發射重量達23噸，是我國目前最重、尺寸最大的單體飛行器，功能強大、結構複雜、指標先進。」航天科技集團五院空間站系統總體主任設計師張昊介紹。

「更大、更強、更全、更優、更細」——為使問天實驗艙達到這樣的目標，設計研製隊伍團結攻克了一系列工藝瓶頸，研發了多項關鍵技術，最終得以保證問天實驗艙高質量交付、成功發射。

數學矩陣計算助高精裝配

問天實驗艙中的工作艙，是我國目前最大的載人密封航天器艙體，艙段長度近10米。為了保證艙外安裝載荷的正常工作，艙外72個設備支架的接口精度要求非常高。但正是因為「個子大」，艙體結構上的精密接口尺寸受溫度的影響也被放大，導致支架裝調過程中測量誤差大。

與此同時，當前大型艙體研製使用的廠房空間大，產品研製周期長，實現廠房長時間恒定溫度環境的難度很大。為此，航天科技集團五院529廠載人航天領域總師趙長喜帶領團隊，巧妙提出了一種虛擬恒溫測量方法，依靠數學矩陣計算原理，使易受溫度影響的測量環節可靠穩定，最終實現了支架裝配的高精度，成功為問天實驗艙這個大體格雕琢出一個精準的外形，保證了問天實驗艙艙外載荷的高可靠工作。

研新法解曲面焊接難題

氣閘艙是問天實驗艙最重要的組成部分之一，是未來航天员的主要出艙通道。然而在艙體的柱段上進行出艙艙門焊接，給研製人員出了難題。以往的型號艙門處大多為規則的平面曲線焊縫，焊接厚度僅2毫米，而這個艙門焊接的位置在一個馬鞍形空間曲面上，焊接厚度還增加到5毫米，傳統的手工焊接已無法滿足要求。經過反覆研究測試和大量工藝試驗，航天科技集團五院的研製人員提出了空間曲線自動化焊接新技術，自主研發了可柔性變化的焊接工裝，順利完成了密封艙門門框的焊接，各項指標均滿足設計要求。

正是近乎苛刻的對完美的追求，才打造出更優質的太空之家。 ◆新華社

問天「吻」天和 科技多維助力

「胖五」優化流程拓展發射窗口

◆為完成問天艙與天和核心艙的交會對接，長五B火箭從優化射前流程、拓展發射窗口、釋放運載能力三方面進行性能改進提升。為確保大型低溫火箭可靠發射，團隊將原來的零發射窗口拓展至2.5分鐘。

「天線網絡」保障測控通信暢通

◆為在茫茫太空中找到天和核心艙並完成對接，問天實驗艙必須與地面建立聯繫，搭建各種指令及通信信號通道，在地面測控站準確引導下，與空間站天和核心艙「會面」。研製人員為問天實驗艙研製的「天線網絡」通過提供專門的測控與通信信號傳輸通道，為問天實驗艙與地面建立高速、暢通無阻的指揮和反饋信息通道。

太陽翼「二次展開」簡化測控難度

◆問天實驗艙的太陽翼面積大、柔性也大，帶着這樣大的一對「軟翅膀」進行交會對接，控制難度之高堪稱空前。

◆為了降低系統複雜性和在軌風險，科研團隊首創了太陽翼二次展開關鍵技術。第一步，「問天」入軌

後，以與天和核心艙相同姿勢展開6.47米，滿足交會對接時基本的能量需求；第二步，完成交會對接後，再次展開22.97米。

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

各艙段能源互通
航天员用電無憂

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）問天實驗艙與天和核心艙成功對接，中國空間站正逐步建設成為可容納六名航天员的太空家園。「豪宅」擴建，人丁興旺，需要配置更強大的能源系統。航天科技集團八院811所的科研團隊已為此做好準備，空間站各個艙段能源可以互通，使航天员能夠「用電無憂」。

據介紹，空間站建造過程中，相繼會經歷一字構型、L型構型和T型構型。每一個階段，因為新成員的加入，或空間站組合體變軌、姿態調整等一系列飛行事件的發生，會給神舟飛船、貨運飛船，甚至是天和核心艙，這些因在組合體中位置不佳、或因身材相對「小巧」的成員，帶來不同程度的光線遮擋，問天實驗艙加入後，其龐大的身軀將給空間站其他成員帶來更為嚴重的遮擋，直接影響到了太陽帆板的發電能力。

「問天」單翼供電達天和2倍

據航天科技集團八院811所的科研團隊設計規劃，空間站的實驗艙、核心艙、神舟飛船、貨運飛船組成太空「供電大聯盟」，各個艙段的能源可以實現互通。問天艙與天和艙對接後，將與未來的夢天艙共同肩負起空間站主要能量來源的任務。

專家介紹，從能源系統的功能來看，如果說天和核心艙是1.0版本，「問天」可以稱為2.0版本。在問天艙上，使用了天和核心艙同款大面積可展收柔性太陽電池翼，將在光照區將太陽能轉化為電能，供給整艙，同時為蓄電池儲存能量，以備陰影區使用。為了讓供電能力更上一層樓，問天艙的太陽翼單翼翼展，從天和的12.6米增加到了27米，相當於從一座羽毛球場擴建到一座籃球場。在供電能力上，「問天」實驗艙單翼供電能力實現了天和的2倍之多，最大可達9千瓦。同時，通過鋰離子蓄電池數量的擴充，進一步提升了供電能力。

◆7月25日在北京航天飛行控制中心拍攝的問天實驗艙與空間站組合體交會對接。這是問天實驗艙成功對接天和核心艙前向端口的模擬圖像。

新華社