



天舟天宮自動交會對接過程



舟宮合體 太空速遞報捷

陽光下牽手考「眼力」今起驗證在軌加油



天舟貨艙內部曝光。視頻截圖

天舟貨艙內部曝光 格狀貨架 具天地感

香港文匯報訊 隨着天舟一號與天宮二號順利完成自動交會對接，天舟一號貨物艙昨日首次曝光。據央視的視頻顯示，天舟一號貨物艙為圓柱形，艙壁周圍為格狀結構的貨架，上面裝有天藍色把手，中間形成一個矩形過道。為了讓未來的「客戶」在艙內活動更安全、舒適，內部的地板採用了深色硬質結構，方便蹬踏，天花板為淺色。

「上淺下深顏色的佈局，可以營造出一種天地感，讓人不會眩暈。」天舟一號貨運飛船系統總體副主任設計師張健對新華社記者說，在失重環境下，把手位置的設計要合理，必須要裝在容易使力的地方，就連艙內的儀錶、計算機的每個旋扭力也都要經過測試。

首個太空包裹「揭秘」

- 重量：6噸左右的貨物和推進劑
- 貨包：大大小小100多個
- 內容：
- 按照3名太空人30天需求量配置的真實生活物資或質量模擬件，包括1套模擬艙外服、軟質水箱和硬質水箱各1個、氧瓶和氮瓶模擬組件各2個
 - 10餘項載荷，包括非牛頓引力實驗檢驗裝置、探測跟蹤技術驗證試驗裝置等

資料來源：新華社

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）天舟一號即將開啟推進劑補加狀態準備設置。專家表示，「太空加油」的過程非常複雜，分為29個步驟，每一步都需精細控制。「太空加油」技術難度極大，全球僅有俄羅斯曾實現過。中國的航天科研人員通過10餘年的努力，突破外國對此技術的封鎖，也用事實破除了當年外國專家關於「中國搞不出『太空加油』」的預言。

中國太空站建成後，需要不斷進行軌道維持，這就需要消耗大量推進劑。保證太空站的長期運轉，「太空加油」技術必須掌握。依照天舟一號任務的安排，在完成與天宮二號的交會對接後，從今日（23日）開始準備進行首次「太空加油」。在此之後，在天舟一號為期5個月的任務期內，還將與天宮進行兩次交會對接，以及兩次「太空加油」。

「太空加油」：29步驟保滴油不漏

推進與補加系統一體化

與地面加油不同，「太空加油」不僅要加注燃料，還需要加注供燃料燃燒的氧化劑。在天舟一號的對接機構上裝着四個液路浮動斷接器，分別用於補加氧化劑和燃燒劑。天舟與天宮對接後，通過兩個航天器之間產生的氣體壓力，把推進劑源源不斷輸送到天宮二號。這看起來容易，但實際上既要保證準確對接，又要滿足密封要求，一點也不能漏。在航天器的「油管」連接起來之後，就要對其進行檢漏。之後一個油箱一個油箱的加，首次「太空加油」大約要加滿四個油箱。

天舟飛船採用推進系統與補加系統的一體化設計，在不影響各自獨立功能的前提下，實現補加系統的推進劑供應推進系統的發動機工作，推進系統的推進劑可以用於補加，從而實現推進劑的最大利用。另外，在某個系統故障時，可通過隔離及切換，確保推進和補加功能均可順利完成。

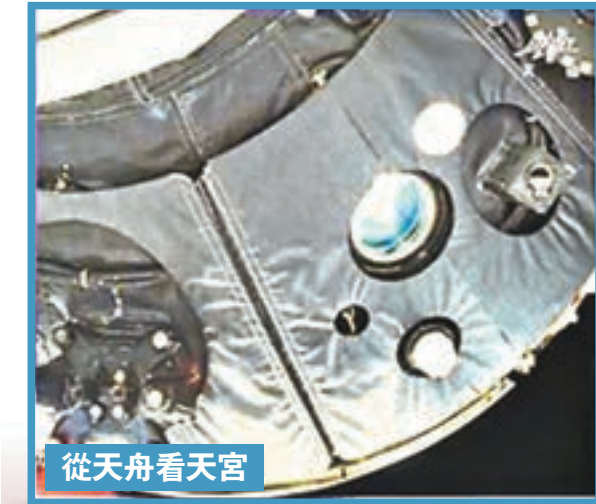
香港文匯報訊（記者 劉凝哲、何玫 北京、海南報道）在太空中飛行約40小時的中國天舟一號貨運飛船，在22日12時23分與天宮二號順利完成自動交會對接。這是中國自主研製的貨運飛船與太空實驗室的首次交會對接，是重量遠超以往的大噸位航天器進行的自主交會對接，更是天舟、天宮在陽光下（陽照區）的「牽手」，其難度可想而知。在地面人員的精準控制下，天舟貨運任務初戰告捷，「太空快遞」使命必達！依照計劃，天宮、天舟組合體今日（23日）開始展開「太空加油」的準備工作，目前各項計劃進展順利。

天舟一號貨運飛船在20日晚間於文昌發射場啟航，展開為期逾5個月的太空旅程。21日凌晨開始，地面先後對天舟一號實施了5次遠距離導引控制，包括抬高近地點、修正軌道面、抬高遠地點、軌道圓化等。22日9時許，天舟一號和天宮二號的相對導航建立，兩個航天器開始互相捕提到對方的身影。

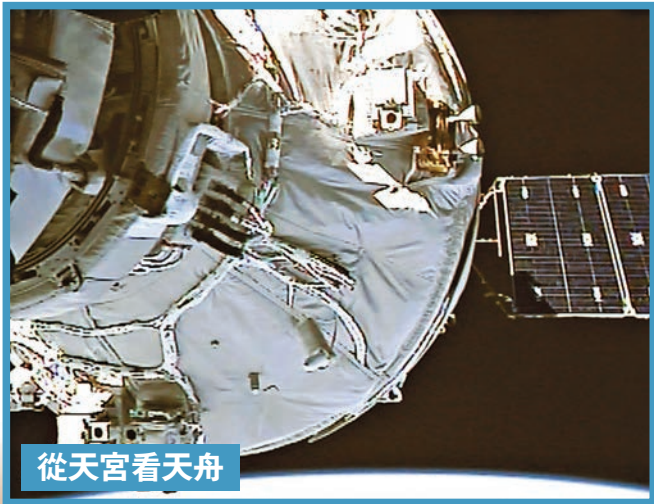
升級設備標識目標

10時許，天舟一號順利飛行到天宮二號後下方52公里處，天舟飛船轉為自主控制。這時，天舟一號自主打開變軌發動機，準確發出了尋的段第一脈衝，開始向天宮二號慢慢挺近。11時許，經過四次變軌的天舟一號，成功進入到距離天宮5公里的停泊點。經過40多分鐘的緩慢前行，天舟一號進入400米停泊點。

12點10分，天舟一號進入120米停泊點。太空中傳來的實時影像顯示，交會對接區域的陽光十分耀眼，在陽照區進



從天舟看天宮



從天宮看天舟



4月22日，天舟一號與天宮二號順利完成首次自動交會對接。圖為科技人員在北京航天飛行控制中心大廳內工作。新華社

行的交會對接也將是一大考驗。中國空間技術研究院的專家表示，這是新研的光學成像敏感器首次在陽照區開展工作。這要求敏感器等設備，在已經非常明亮刺眼的環境下，找到標識目標，就好比人們對着陽光看天上的景物，帶來的考驗比之前更難，而陽照區的試驗，將有力檢驗中國交會對接「全天時」作戰能力。

組合體由天宮掌控

120米、30米……「天舟轉最後靠

攏！」「對接機構捕獲！」隨後，對接機構順利拉回鎖緊，天舟一號與天宮二號緊緊相連在一起。12時23分，天宮二號、天舟一號組合體正式成立。「太空快遞小哥」敲響天宮太空實驗室的門，準時將6噸多的物資和科研設備送達，乾脆利落，一氣呵成，順利完美！

天宮、天舟組合體形成後，地面上的飛控人員繼續忙碌。天宮二號隨後開始掌握組合體的控制權，在能源、信息等方面融合、併網。

加油要求穩紮穩打

首次交會對接成功後，天舟一號任務將繼續迎來更大的挑戰。依照計劃，推進劑在軌補加從23日開始進行準備工作。在未來的幾天內，將先後分別對天宮二號實驗室的燃料和氧化劑進行補加。這是中國進行的首次「太空加油」，此前僅有俄羅斯曾進行過相關實驗。專家表示，第一次「太空加油」要穩紮穩打，要慢慢加滿4個儲箱，並獲得相關的實驗數據。

中美俄飛船同台競技 天舟6.5噸載貨量稱霸

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）就在中國天舟一號升空之際，美國和俄羅斯「前後腳」發射了天鵝座貨運飛船及聯盟號飛船，向國際太空站運送物資和搭載太空人，客觀上似乎拉開了中美俄三國飛船「同台競技」的架勢，航天專家就此向本報透露，雖然貨運飛船以及「太空加油」技術已出現多年，但中國天舟飛船具有後發優勢，尤其是高達6.5噸的載貨量已超過美國天鵝座、俄羅斯進步號之和。

美天鵝座3.5噸 俄進步號2.6噸

針對同期發射的三艘飛船，航天專家表示，就載貨量來說，中國的「快遞小哥」天舟以6.5噸的能力獨佔鰲頭。美國商業飛船天鵝座的運載能力為3.5噸，俄羅斯專門用作貨運的進步號運載能力最高為2.6噸。兩種貨運飛船同時向國際太空站送貨，也不抵天舟「快

遞」一次的數量多。

意外多發 太空站屢斷糧

值得一提的是，國際太空站近年來屢遭「斷糧」危機，貨運飛船發射曾多次出現事故。專家表示，美國軌道科學公司曾與美國太空總署（NASA）簽訂總價高達19億美元的合同，原計劃在2016年前執行至少8次天地運輸任務，為國際太空站送去20噸補給物資。但天鵝座在2014年執行任務時遭遇爆炸，直到2015年新一代天鵝座歷經三次延遲發射後，終重上太空。目前唯一能對國際太空站進行「太空加油」的進步號誕生於上世紀70年代，也曾多次發生意外，先後遭遇5次失敗。

改造接口 天舟可對接國際

俄航天專家表示，使用新型複合材料及現代化、數字化的機載設備部件使中國首艘貨運飛船天舟一號領先於同類貨運飛

船。在飛船總重與所運物資的比例方面，天舟的指標要高出美俄飛船很多。性價比高，功能全面，是業界對天舟飛船的普遍評價。

未來，中國能否承擔向國際太空站送貨的任務？中國權威專家曾向本報表示，由於接口等技術標準問題，天舟飛船目前並不能與國際太空站交會對接。但是如果這種需要，可以對天舟進行改造，「技術上沒有問題」。

中國太空站 (預計2020年左右建成)

