

航天員出艙活動經過時間表

① 等待出艙 7時30分許

劉伯明、湯洪波身着艙外航天服出現在節點艙。軌道艙艙門、節點艙前艙門、節點艙與小柱段之間的雙向承壓艙門都已關閉。藟海勝在大柱段的計算機前，時刻關注着兩人的狀態，並不時發出操作指令。

② 劉伯明出艙 8時11分

節點艙內氣壓接近真空狀態，劉伯明打開節點艙上方的出艙口艙門出艙。



③ 機械臂設備組裝 9點30分許

兩名航天員協作完成在機械臂上安裝腳限位器和艙外工作台等工作。兩人就像地面建築施工隊似的，湯洪波負責「搬磚」，劉伯明負責「搭建」。

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）2021年7月4日8時11分，隨着航天員劉伯明成功開啟天和核心艙節點艙出艙艙門，開啟中國太空站階段的首次太空出艙活動。經過約7小時的出艙作業，神舟十二號航天員乘組密切協同，圓滿完成太空站機械臂上安裝腳限位器和艙外工作台、艙外全景相機抬升操作、應急返回演練的工作，在14點57分圓滿完成首次出艙活動。「現在，跟隨我的步伐，一起自由地飛翔吧！」面對星辰大海，劉伯明在太空中激昂地喊出這句話，令國人歡騰鼓舞。

中國載人航天工程辦公室宣布，北京時間2021年7月4日8時11分，航天員劉伯明成功開啟天和核心艙節點艙出艙艙門，截至11時02分，航天員劉伯明、湯洪波身着中國自主研製的新一代「飛天」艙外航天服，已先後從天和核心艙節點艙成功出艙，並已完成在機械臂上安裝腳限位器和艙外工作台等工作，後續將在機械臂支持下，相互配合開展太空站艙外有關設備組裝等作業。其間，在艙內的航天員藟海勝配合支持兩名出艙航天員開展艙外操作。12時09分，航天員劉伯明、湯洪波協同完成太空站艙外全景相機抬升操作。14點57分，航天員劉伯明、湯洪波安全返回天和核心艙，標誌着中國太空站建造階段航天員首次出艙活動取得圓滿成功。

檢驗新一代出艙服性能

此次出艙活動，天地間大力協同，艙內外密切配合，圓滿完成了艙外活動相關設備組裝、全景相機抬升等任務，首次檢驗了中國新一代艙外航天服的功能性能，首次檢驗了航天員與機械臂協同工作的能力及出艙活動相關支持設備的可靠性與安全性，為太空站後續出艙活動的順利實施奠定了重要基礎。

機械臂托舉到指定位置

中國航天員上次執行太空出艙任務，還是在2008年的「神七」任務。與「神七」任務相比，此次太空站階段的首次出艙任務難度、時間持續度更長。神十二飛行乘組的航天員各有分工，劉伯明要為機械臂安裝上臂支架，包括腳限位器、工具台等，並站上機械臂進行移動作業。湯洪波要借助艙壁上安裝的扶手，爬行一段距離到作業點進行輔助工作，並進行一次應急返回演練。藟海勝則坐鎮艙內指揮，發出操作指令。

「他們的表現非常優秀，從動作的完成，到出艙，上機械臂，工作台的安裝，基本上是按照計劃在推進」。中國首位航天員楊利偉這樣評價神十二飛行乘組的首次出艙活動。中國航天員科研訓練中心選訓室主任王焰磊表示，通過航天員在中國太空站的首次出艙活動，航天員出艙能力、應急能力都能夠得到有效驗證，特別是在艙外進行長時間工作，人與裝備的結合為後續航天員對太空站進行維護提供了寶貴經驗。



●7月4日，在北京航天飛行控制中心，航天科研人員在緊張工作。 新華社

中繼終端「搭天路」保「天地」通信暢順

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）在太空出艙任務中，劉伯明、湯洪波在艙外執行任務時，可與艙內的藟海勝實時通話、視頻。地面的航天飛控人員也可以實時聽到、看到他們的聲音和影像。在這場太空出艙直播中，航天科技集團五院研製的第三代中繼終端產品，通過與中繼衛星天鏈一號和天鏈二號建立中繼鏈路，實現中繼通信，確保航天員與地面通信的實時暢通，好比在太空中搭建了地面與中繼衛星、中繼衛星與航天員之間的「天路」。

多措增太空環境抗電磁干擾能力

航天科技集團五院的專家介紹，出艙通信子系統可以實現艙內外航天員之間、艙內外航天員與地面人員之間以及艙外航天員之間的全雙工語音通信，在航天員艙外活動範圍內實現無線通信全覆蓋。與上一代出艙通信系統相比，該產品具有通信距離更遠、通信速率更高、工作壽命更長等特點，同時由於採用了功率控制、抗多徑等措施，該產品具有更強的太空環境抗電磁干擾能力，並支持多名航天員同時出艙活動時的通話功能。

此外，艙外圖像傳輸子系統為艙外提供無線網絡覆蓋，通過出艙無線收發設備提供的「熱點」進行圖像傳輸，實現了航天員出艙活動進行實時顯示，實時記錄等功能以及為太陽翼總行測量試驗提供數據傳輸功能。

中國太空站設計壽命超過15年，這對於通信系統的要求更高。據介紹，通信中繼終端與其他航天器型號在設計上最大的區別在於，為了保證在軌使用的長壽命，需要具備在軌可維修性。太空站中繼終端採用了集成化、模塊化的設計思路，在保證傳輸信號質量的同時，更方便航天員維修更換。



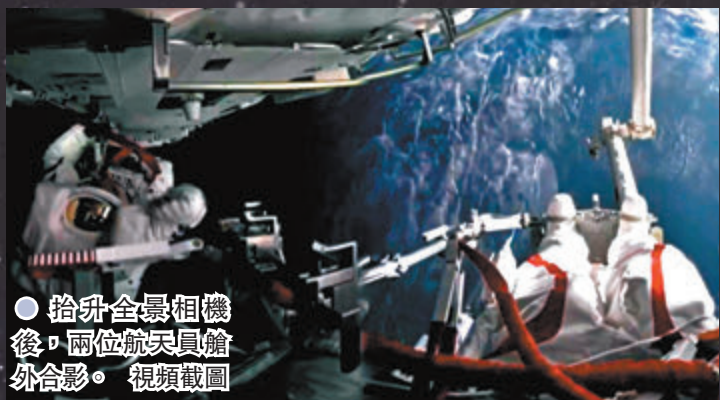
④ 站上機械臂 10點20分許

劉伯明站上機械臂，機械臂移動到接設備點，準備進行艙外全景相機抬升作業。



⑤ 湯洪波出艙 11時許

湯洪波出艙，開始借助艙表扶手，用手「爬行」，準備進行艙外全景相機抬升作業。每走一步，湯洪波都要把身上安全繩的另一端掛在扶手上，防止飄走。



⑥ 艙外全景相機抬升 12時09分

劉伯明、湯洪波協同完成太空站艙外全景相機抬升操作。這一操作通俗講就是給全景攝像機安裝一個「自拍桿」，使其在原來的位置上抬高一段，具備更佳的視場。隨着全景攝像機開始工作，透過它的鏡頭可以看到蔚藍色的地球。「現在外面的光景特別漂亮，整個地球是藍色的球體，上面有白雲朵朵，還有成片的像海洋一樣的，跟着我的步伐一起自由飛翔吧！」劉伯明說。

⑦ 應急返回

隨後，進入太空出艙活動的第三項工作，應急返回演練。湯洪波要徒手爬到天和核心艙最遠處。接到撤離指令後，他第一時間折回，以最快速度返回艙口，並直接進入節點艙。

劉伯明隨着機械臂的移動，也很快來到艙口，他把工具一取下下來遞給湯洪波，最後把操作台和腳限位器卸下來，並在湯洪波的配合下，完成艙外工具箱和腳限位器的安裝。

⑧ 任務完成 14點57分

劉伯明進入節點艙後，關閉艙門、復壓、脫艙外航天服。中國太空站建造階段航天員首次出艙活動取得圓滿成功。



整理：香港文匯報記者 劉凝哲 圖：新華社、美聯社及視頻截圖

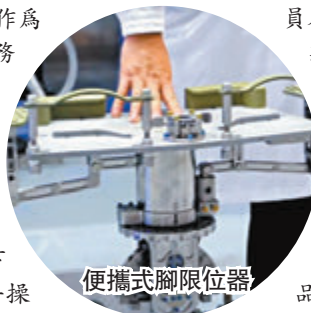
中國太空站航天員首次艙外作業報捷

兩雄出艙7小時 神臂助完成任務

助克服高難動作 解艙外維修難題

專家解讀

在出艙活動中，作為航天員執行出艙任務的「機械夥伴」——艙外維修輔助工具，也首次亮相。據介紹，艙外維修與輔助工具可協助航天員有效克服在執着航天服狀態下手套充壓後操作不便、航天員需單手操



助航天員在執着航天服狀態下開展艙外行走、位姿轉換、設備更換、產品安全防護等多項功能，是航天員執行艙外活動必不可少的工具。

具防飄便攜單手完成功能

航天科技集團五院介紹，艙外維修與輔助工具不僅有用於艙外設備維修的艙外電動工具、艙外扳手、通用把手等工具，也有各種配合航天員艙外姿態穩定、轉換的便攜式腳限位器、艙外操作台等輔助工具。

艙外電動工具作為太空站維修工具產品的「一號選手」，是此次維修任務用到的唯一一個機電類工具，可以適應艙外複雜的真空和高低溫環境，具有定力矩掙緊、掙緊的工作模式，並且設置有休眠模式。艙外通用把手可以安裝到維修設備上用於航天

員在軌維修時進行待維修設備的轉移及防飄，通過與設備端的通用把手底座配合，實現航天員單手完成對設備的快速鎖定、解鎖。

艙外輔助維修工具包含便攜式腳限位器、兩種便攜式安全帶、艙外操作台及微型工作台。便攜式腳限位器是此次維修任務中機構設計最為複雜的產品，共設計旋轉、俯仰、滾轉、偏航四個關節自由度，可協助航天員在艙外調整至執行

任務的工作姿態，與之配合使用緊密的艙外操作台，可協助航天員進行維修任務時掛放設備和維修工具，解放航天員雙手，實現設備或維修工具的臨時存放；便攜式安全帶則協助航天員實現艙外作業位置設備及維修工具的防飄；與航天服直接相連的微型工作台，則像一根多功能腰帶一樣環繞在航天服腰部，將航天員出艙使用的艙外電動工具、艙外通用把手和艙外扳手隨身攜帶，確保航天員隨用隨取。

太空站長期運行有力保障

專家表示，此次航天員出艙任務的成功實施，充分驗證了艙外維修與輔助工具在軌應用的可靠性，後續將配合航天員完成更多的在軌出艙任務，是中國太空站長期在軌運行的有力保障。

香港文匯報記者 劉凝哲 北京報道

機械臂可「爬行」 核心部件全國產

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）中國航天員劉伯明、湯洪波順利出艙後，太空站核心艙機械臂首次托舉航天員劉伯明到指定位置

圓滿完成出艙操作，抬升天和核心艙艙外全景相機的位置，並驗證了機械臂的大範圍轉移能力。引起人們關注的太空站機械臂，展開長度為10.2米，最多能承載25噸的重量，是目前同類航天產品中複雜度最高、規模最大、控制精度最高的太空智能機械系統，堪稱太空站任務的「大力士」。

具七關節 可任意角度位置操作

航天科技集團五院介紹，太空站核心艙機械臂是中國首個可長期在太空軌道運行的機械臂，主要承擔艙段轉位、航天員出艙活動、艙外貨物搬運、艙外狀態檢查、艙外大型設備維護等八大類在軌任務。機

械臂肩部設置了三個關節、肘部設置了一個關節、腕部設置了三個關節，一共七個關節，每個關節對應一個自由度，就如同人的手臂一般，具有七自由度的活動能力。通過各個關節的旋轉，能夠實現自身前後左右任意角度與位置的抓取和操作，為航天員出艙順利開展出艙任務提供強有力的保障。

通過末端執行器對接口標適配器轉移

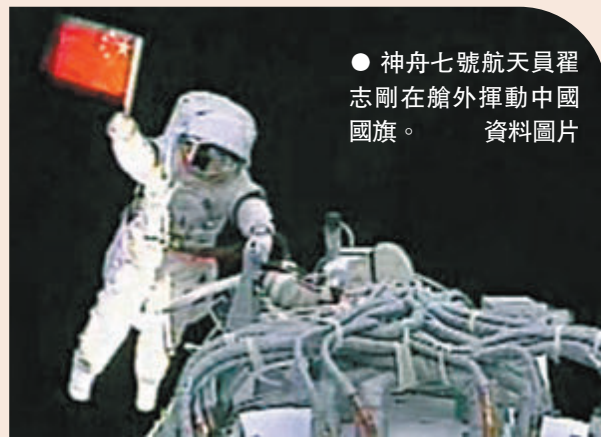
此外，為擴大任務觸及範圍，太空站核心艙機械臂還具備「爬行」功能。由於核心艙機

2008年神七與2021年神十二航天員出艙活動比較

神舟七號任務首次太空出艙

2008年9月27日16點45分，神舟七號航天員翟志剛邁出中國人在太空的第一步。16點59分，結束太空行走，返回軌道艙。

歷時：15分鐘



● 神舟七號航天員翟志剛在艙外揮動中國國旗。 資料圖片

神舟十二號任務首次太空出艙

2021年7月4日8時11分，神舟十二號航天員劉伯明啟天和核心艙節點艙出艙艙門，開啟中國太空站階段的首次太空出艙活動。14點57分，航天員劉伯明、湯洪波安全返回天和核心艙。其間，神十二飛行乘組圓滿完成太空站機械臂上安裝腳限位器和艙外工作台、艙外全景相機抬升操作、應急返回演練等工作。

歷時：約7小時

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

總重量：130公斤

支持艙外自主工作：8小時

使用次數：3年15次（第一代為2年5次）

頭盔：

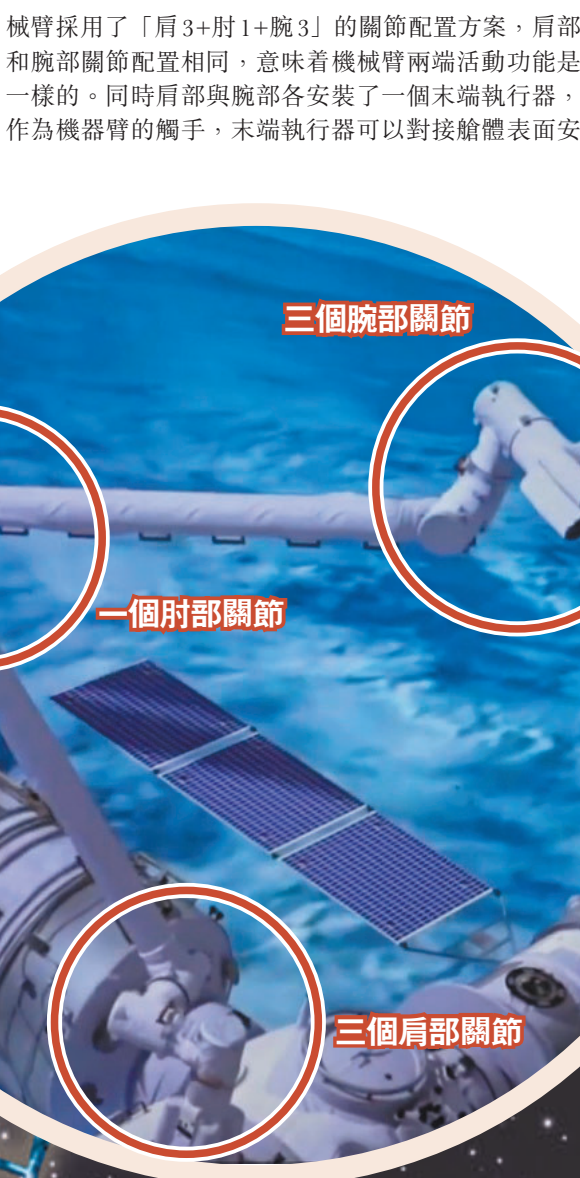
- 視野較其他同類產品要大
- 上裝有攝像頭，可拍攝航天員出艙操作
- 兩側各有照明燈及報警指示燈

面窗：

- 有4層，其中裏面兩層為充壓結構，即兩層之間充高純氮氣和防霧劑，外面是防護面窗，最外層是鍍金的遮光面窗，對太陽光折射率低，防止太陽光線直接照射人眼



●第二代艙外太空服在劉伯明（右）、湯洪波早前開展準備工作時亮相。 視頻截圖



天和核心艙機械臂



末端執行器

展開長度：10.2米

承載能力：25噸

●機械臂有7個自由度，有自動與手動兩種工作模式，綜合技術指標居於國際領先水平。

●核心艙機械臂由7個關節、兩個臂桿、兩個末端執行器、3台視覺相機組成，機械臂與人體手臂一樣分為肩部、肘部、腕部三個活動部位，肩部與腕部各有3個關節，肘部一個關節，具備七自由度運動能力。

●機械臂具備「爬行」功能。機械臂的肩部與腕部各安裝了一個末端執行器，作為機械臂的觸手，末端執行器可以對接艙體表面安裝的目標適配器，機械臂通過末端執行器與目標適配器對接與分離，同時配合各關節的聯合運動，從而實現艙體上的爬行轉移。

圖：視頻截圖 整理：香港文匯報記者 劉凝哲