中國載人航天返回技術不斷更新迭代

神舟飛船回家之路 更快速更舒適

神23返航 大公報記者現場連線

首位香港航天員黎家盈隨神舟二十三號載人飛船返航，各方高度關注。返回段是載人航天工程中最危險的環節之一，飛船以每秒數公里速度衝入大氣層，艙外是上千攝氏度熱流，中間有一段無線電中斷的黑障，直到降落傘打開、緩衝發動機點火，返回段的各個環節都絲絲相扣。從神舟五號楊利偉首飛返回時的有驚無險，到神舟二十一乘組指令長張陸「淡定」出艙時舉起的蘋果，23年間，中國載人航天工程返回技術不斷迭代更新，航天員的回家之路更安全、更快速、更舒適，這不僅是技術的進步，更有來自祖國親人們的人文關懷。

大公報記者　劉凝哲內蒙古額濟納旗報道



◀中國載人航天工程返回技術不斷迭代更新，航天員的回家之路更安全、更快速、更舒適。首位香港航天員黎家盈隨神舟二十三號載人飛船返航，各方高度關注。 視頻截圖

2003年10月16日，楊利偉乘神舟五號返回。再入大氣層時，右側舷窗外防燒塗層出現裂紋，他一度以為「這回看來是真的要光榮了」。事後確認，裂紋來自窗外的防燒塗層，並非舷窗玻璃本身。飛船落在內蒙古四子王旗阿木古郎草原，偏離理論落點4.8公里，他的嘴唇被頭戴式麥克風磕破，鮮血流了下來。他向指揮部報告「我已安全着陸」，幾分鐘後搜救人員趕到，為他打開艙門。

從前坐「快車」現在坐「高鐵」

23年後，航天員們的回家之路已完全不同。2026年5月29日，神舟二十一號乘組搭乘神舟二十二號飛船在東風着陸場着陸，返回艙以難得的直立姿態「站」在預定區域。當天天氣正好、地形平坦，航天員協作到位。艙門打開，醫監醫保人員確認三人身體狀態良好。指令長張陸滿面笑容，掏出一枚從空間站帶回的蘋果，上面寫着「平安」二字。次日是5月30日全國科技工作者日，他說，要把這枚蘋果送給所有科技工作者。

從楊利偉驚險的首飛，到張陸的「淡定」歸來，航天員回家的時間首先短了下來。神舟一號至神舟十二號，飛船採用11圈返回方案，繞地飛行超過18小時，還要依託地面測控多次調整軌道；自神舟十三號起，返回圈數壓縮到5圈，時間縮至約9小時。2025年11月14日，神舟二十號乘組換乘神舟二十一號飛船返回，首次實施3圈自主快速返回，從分離到落地約5.5小時。關鍵變化在於，離軌控制制動參數由地面計算改為船上計算機自主更新計算。2026年5月29日，神舟二十二號沿用3圈方案，獨立飛行約4.5小時，返回着陸過程約50分鐘。航天科技集團五院載人飛船系統總體設計師彭華康曾形容，以前坐的是「快車」，現在坐的是「高鐵」。

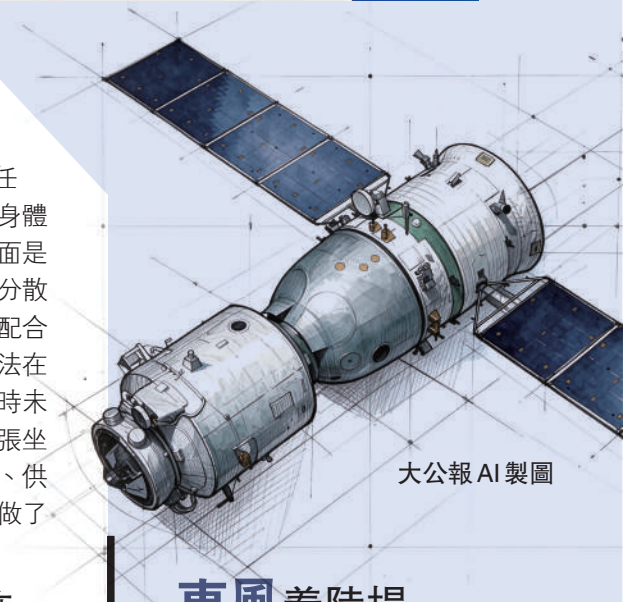
安全上的一處補強，來自一次意外。2025年11月，神舟二十號飛船返回前檢查發現舷窗最外層玻璃被空間微小碎片擊出貫穿性裂紋，不再滿足載人安全返回條件。此後工程對舷窗結構作了優化，並把原計劃用於神舟二十四號的方案提前到神舟二十三號：防燒蝕玻璃由一層增至兩層，再加一層艙內保護，形成三重防燒蝕。

2026年5月發射前，團隊在發射場完成更換，這是中國載人航天史上第一次在已經組裝好的飛船上更換舷窗。

航天員返回地球更快，更安全，也更舒適。神舟五號起，每名航天員的座椅就配一塊按體形量身定製的賦形緩衝減振坐墊。神舟七號任務時要採集幾萬個數據點，在電腦裏形成數字化身體模型；到神舟十一號，採集點增至百萬級。接觸面是硬的，目的不是軟，而是在着陸撞擊的瞬間均勻分散人體應力；座椅讓航天員以「平躺」姿態落地，配合緩衝抬升與吸能結構，衝擊被層層卸掉。這套辦法在太空還臨時執行過一次，神舟二十二號應急上行時未配適配坐墊，神二十一乘組把神舟二十一號的3張坐墊按座次拆下裝到新船，話音、生理信號、通風、供氧組件逐一插接測試，重量重新分配，相當於重做了一次「人—船匹配」。

返回艙內有黎家盈專屬生活設施

神舟二十三號的座椅，同樣按本乘組三名航天員的體形定製；艙內還搭載了適合女性航天員使用的生活設施，供黎家盈使用。按計劃，神舟二十四號11月內發射，兩乘組完成太空會師與輪換後，神舟二十三號撤離返回，同船返回的還有首位到訪中國空間站的巴基斯坦航天員。



大公報AI製圖

東風着陸場 夜間搜救回收流程

1. 空中分隊5架直升機（指揮機、通信機、醫監醫救機、兩架醫療救護機）在距理論落點約40公里集結，地面分隊在約20公里處待命。
2. 暗夜無環境光條件下，直升機依靠大功率搜索探照燈、紅外光學吊艙和雙目、四目夜視儀搜索鎖定返回艙，地面分隊打開全部車燈向落點疾馳。
3. 現場採用空地結合照明：空中繫留無人機提供大範圍天幕補光，地面多套燈具聚焦返回艙作業核心區分層布光，使救援現場「亮如白晝」且避免強光直射。
4. 搜救分隊及時發現目標、抵達着陸現場，返回艙着陸與直升機降落幾乎同步，實現「艙落機臨」。
5. 開艙手開啓艙門後，醫監醫保人員進艙對航天員進行身體檢查和健康狀態判斷。
6. 航天員在搜救隊員協助下依次安全出艙，低溫之夜隨即套上保暖型睡袋或保溫毯，進入醫監醫保車，進行重力再適應、生理數據採集、健康體檢和生活護理，在車內吃上返回地球的第一餐。
7. 針對冬季夜間低溫，醫監醫保車確保溫度適宜、車尾貼熒光反光貼防止登車意外，醫療救護隊提前備好禦寒物資。
8. 航天員乘機飛往北京，進入隔離恢復期並接受全面醫學檢查和健康評估。
9. 地面分隊隨後完成返回艙的現場處置與回收轉運，搜救回收任務結束。

大公報整理



▲東風着陸場日前展開神舟二十三號載人飛船返回前的全系統綜合演練。圖為演練現場。 網絡圖片



▲30日凌晨近兩點，採訪團從駐地出發前往東風着陸場。 大公報記者劉凝哲攝

從四子王旗到東風着陸場

特稿

2003年10月16日6時23分，神舟五號返回艙着陸於內蒙古四子王旗阿木古郎草原腹地。數分鐘後，一名年輕戰士趕到，打開艙門。楊利偉後來憶述，看清那張臉時，腦海中第一個念頭是「可見着親人了」。那名戰士叫李濤。

十八年後，同樣的動作發生在另一片土地。2021年9月17日13時34分，神舟十二號返回艙在東風着陸場着陸，開艙手馮毅在老開艙手李濤協助下打開艙門，說了一聲「你們好，歡迎回家」。李濤，正是當年為楊利偉開門的人。

四子王旗曾長期擔任主着陸場。2003年神舟五號至2016年神舟十一號，六次載人返回均在阿木古郎草原。據央視《國家記憶》，神舟六號任務時，着陸場西北方向有兩棟二層小樓及一條高壓線，工程最終將理論瞄準點向東移動九公里；後來該處成了「打卡地」，核心區可以封閉，周邊卻難以管控。換場的根本原因，在於任務形態變化：空間站階段，航天員一次駐留半年，一年內多次發射與返回，搜救隊須常年值守，臨時轉場已難以為繼。

無人機照明 增強搜救能力

從2021年起的五年間，東風着陸場已多次迎接航天員回家。東風着陸場位於額濟納旗中南部、巴丹吉林沙漠腹地，緊鄰酒泉衛星發射中心，面積一萬多平方公里，人煙稀少，地勢平坦。着陸場系統副總設計師卞韓城曾介紹，這裏「返回機會多、測控設備可充分利用」，一支搜救力量即可兼顧發射、運行、返回三段任務，也可搜尋火箭殘骸，建設維持費用低，而搜救能力更強。

在東風着陸場，搜救力量分為空中分隊、地面分隊、信息支援分隊及搭載照明設備的無人機分隊。夜間搜救，依靠無人機照明。三架搭載高功率LED燈組的繫留無人機可懸於目標區域上空，組成照明陣列，覆蓋半徑約300米。空中分隊的光電吊艙配備紅外熱成像設備，返回艙在暗夜中再小，也能及時捕獲。戈壁深處常有信號盲區，搜救隊因此搭建了一張通信網。新一代無線通信專網組網靈活，可隨隊伍移動，哪裏有盲區，就填補到哪裏；搜救隊到哪裏，網絡就延伸到哪裏。 大公報記者劉凝哲



▲11月26日，東風着陸場展開神舟二十三號載人飛船返回前的全系統綜合演練，做好迎接航天員回家的準備。 網絡圖片

乘機返京 進入隔離恢復期

全面保障

神舟二十三號返回艙落地後，醫監醫保人員會先進艙做檢查和健康判斷；隨後協助航天員脫去艙內壓力服，通過抬送座椅轉移到醫監醫保車上。在車上，他們將接受量血壓、測心電圖等全面監測，讓身體慢慢認回重力。之後，航天員們會吃上返回地球後的第一餐。

空間站上的美食可不少，航天食品已有190多種，太空食譜10天不重樣；落地這頓，反倒越家常越好。中國航天員科研訓練中心航天員系統副總設計師李瑩輝曾說，第一餐是「上下結合」：航天員回到地球最想嘗到家鄉的味道，菜單以個人喜好為主；同時要保證易消化、易吸收，適應返回後的身體狀況。

黎家盈的第一頓飯吃什麼，官方尚未公布。她是土生土長的香港人，最愛的是雞蛋仔。返回地球後，地面科研人員會為黎家盈準備什麼家鄉美食，也成為這次任務有趣的關注點之一。

監測身體功能 逐步恢復訓練

神舟二十三號返回艙落地後，三名航天員將乘機抵京，隨後進入隔離恢復期。中國航天員科研訓練中心航天員醫監醫保室主任徐沖此前介紹，航天員的恢復期分為三段：隔離恢復3到4周，主要消除飛行對身體功能的不利影響，先看心血管和運動系統；療養恢復4到5周，借療養機構的條件做身心全面恢復；恢復觀察約4個月，一邊監測身體功能，一邊陸續開展訓練。半年後完成健康評估總結，才轉入正常任務訓練。

中國載人航天工程官網的科普文章提到，隔離期每天睡眠不少於10小時，前7天要吃易消化、高營養、含維生素和微量元素豐富的新鮮食物，第8到14天才能恢復原有飲食標準。 大公報記者劉凝哲

中巴科研合作 齊尚·阿里攜藍藻樣品返航

【大公報訊】據新華社報道：神舟二十四號任務期間，將首次在中國空間站開展4項中巴國際合作科學實驗。這批國際合作實驗，由巴基斯坦方面主導實驗方案設計、科學目標論證；中方則提供工程保障，支撐在軌實驗順利實施。此前，實驗材料光合微生物藍藻、特色糧食作物藜麥、石墨烯雜化複合材料、碳纖維複合材料已經抵達「天宮」。本次太空之行，巴基斯坦航天員穆罕默德·齊尚·阿里的在軌任務之一就是實施光合微生物藍藻實驗。

選擇藍藻作為研究對象，有着深遠的探索意義。藍藻是地球上最古老的光合放氧生物，也是構建太空閉環生態系統極具潛力的候選物種：它可以固定二氧化碳、釋放氧氣，同時自身富含優質蛋白。打造穩定可控的地外生命保障體系，始終是人類邁向深空的核心課題。

「目前，藍藻項目首輪在軌取樣工作已經完成，其餘批次樣品將在後續按計劃完成取樣及保存操作。」中國科學院空間應用工程與技術中心工程師張宇昕介紹。

待到返程之時，齊尚·阿里將攜首批藍藻樣品歸來，供科研團隊開展更為深入的分析研究。



▲巴基斯坦航天員穆罕默德·齊尚·阿里日前在中國空間站與黎家盈交流。 央視截圖