



◀3月21日20時50分，經過約7小時出艙活動，神十九航天员乘組圓滿完成第三次出艙活動，完成了空間站空間碎片防護裝置和艙外輔助設施安裝、艙外設備設施巡檢等任務。

新增195台(套)監測設備，觀測能力覆蓋日地空間全圈層，將顯著提升中國空間天氣預報預警能力。21日，國家重大科技基礎設施——子午工程二期通過國家驗收，這個巨大的「監測網」，助力中國空間環境地基監測能力達到世界領先水平。

同日，神十九航天员乘組圓滿完成第三次出艙活動，航天员蔡旭哲的太空出艙次數累計達到5次，成為目前中國在艙外執行任務次數最多的航天员。這個閃耀在中國載人航天工程30多年來非凡征程上的新紀錄，背後有中國子午工程保駕護航。

預報空間天氣 護航太空漫步

【大公報訊】

據新華社報道：什麼是空間天氣？為什麼要開展空間天氣研究？據介紹，太陽耀斑、日冕物質拋射等太陽活動引起的日地空間環境在短時間尺度上的變化，被稱為空間天氣。災害性的空間天氣會對衛星、通信、導航、電力系統等造成不良影響。太陽風暴會引起電離層擾動，干擾衛星通信，使車載導航的精度受到影響，人們在開車時跟着導航就有可能走錯路。

給地球戴上「太空護目鏡」

「日地空間是當前航天活動、空間開發利用的主要區域，被認為是陸海空環境之外，人類活動的「第四環境」。」中國科學院國家空間科學中心副主任李暉說，掌握日地空間環境特徵，揭示空間天氣變化過程

及規律，既是科學研究前沿，也具有重要經濟社會價值。李暉形容，剛建成的子午工程二期，就像給地球戴上了「太空護目鏡」，其監測網更大、裝備更精密、觀測更清晰，能更早發現危險徵兆並發出警報。

據全國人大代表、「子午工程」二期工程總指揮王亦院士早前介紹，「子午工程」面向國家重大需求，為空間站等重大航天活動提供60餘次空間環境保障服務，為航天器發射返回、在軌運行和航天员出艙窗口規劃和決策提供了重要參考數據。

國家衛星氣象中心空間天氣技術研發室正高級工程師薛炳森表示，中國空間站位於400公里左右高度的軌道，要經歷嚴酷的空間環境，比如高真空、高能粒子輻射、從-100°C到100°C的高低溫交變等，這就需要準確的空間天氣預報，保護航天员的安全。

航天员出艙活動時間會經過嚴密計算與

安排。「準確的空間天氣預報，將為航天员「太空漫步」保駕護航，不會讓其遭遇太陽質子事件。」薛炳森說，「地面系統時刻監視着太陽高能粒子的變化，一旦突破閾值就會緊急命令航天员返回艙內。」

預警太陽質子事件爆發和強度

國家衛星氣象中心(國家空間天氣監測預警中心)作為國家級空間天氣業務單位，為航天器發射及在軌運行提供空間天氣預報及影響評估服務，為載人航天任務提供出艙時間窗口預報，避免航天员出艙活動時剛好遭遇嚴重的太陽高能粒子輻射。

預報員根據太陽表面黑子的形態和演化特徵，能提前1至3天知曉太陽質子事件的爆發和強度，航天地面系統可以根據預報結果安排航天员出艙，提供更高的出艙安全系數。

空間天氣是什麼？

1957年人造衛星上天，人類進入空間時代。從此，人們開始意識到在陸地、海洋和大氣環境之外，還存在與人類生存發展息息相關的第四環境——空間環境。瞬時發生的爆發性太陽活動通常會引起空間環境的劇烈變化，影響地面和空間技術系統的運行和可靠性，人們稱之為空間天氣(Space Weather)。與普通天氣的「風雨雷電」類似，空間天氣也有多種表現形式，包括電磁場、等離子體、高能粒子等多種不同尺度、不同程度的擾動，可以說是太空中的「風雨雷電」。

風

太陽每時每刻都在向外吹拂着等離子體，我們稱之為「太陽風」，平時，地球就浸泡在太陽風中。日冕物質拋射就像是源自太陽的「颶風」，它肆虐太陽系空間，會引起地球空間環境的劇烈擾動。

雨

空間天氣也會產生高能粒子「雨」。太陽爆發向外釋放大量的高能粒子，並衝擊地球空間。

雷

日冕物質拋射襲擊地球時，會引起地球磁層中帶電粒子的加速，產生高能電子暴；太陽活動對地球的衝擊也會引發空間電流的擾動，引起地面磁場的跳變，還會產生極光等現象，這些都是太空中的「雷電」現象。

航天员為什麼要看「天氣預報」？

防範帶電粒子

• 航天器發射以及進入軌道運行的整個過程中，都易受帶電粒子的侵擾。其中能量相對較低的粒子，會在航天器內部電路板、元器件等位置產生電荷堆積，引發靜電擊穿效應；而能量高的粒子則能直接穿透航天器，轟擊內部器件，引發設備載荷發生異常或故障，甚至使儀器製造錯誤代碼造成指令異常。

躲避太空垃圾

• 「太空垃圾」給航天活動帶來了極大的風險。空間碎片碰撞預警服務，能夠通過實時監測近兩萬枚直徑超過10厘米並高速運動的空間碎片，對可能發生的碰撞事件做出預警，為人造航天器在軌安全運行提供保障。

預警高能輻射

• 充滿高能射線的輻射環境直接影響航天安全。比如，發生在1972年8月的太陽質子事件，經月面輻射儀器測量，當時的強度已經達到危及生命的級別，國際空間站曾多次出現宇航員眼底閃光事件，這是高能射電穿透艙壁擊入人眼視神經導致的。因此，監測預警空間環境的輻射變化非常重要。

確保安全出艙

• 根據空間天氣預報結果，結合神舟飛船飛行軌道參數，可以為航天员執行出艙任務提供時間窗口預報，避免航天员因太陽質子事件、輻射異常區等因素遭受過量輻射，提升出艙任務的安全系數。

資料來源：中國氣象局



掃一掃有片睇

1 「羲和號」——太陽專屬「攝影師」

- 全稱：太陽H α 光譜探測與雙超平台科學技術試驗衛星。
- 發射時間：2021年10月14日
- 目標：觀測太陽耀斑和日冕物質拋射的光球及色球表現、觀測太陽暗條形成和演化過程的色球表現以及獲取全日面H α 波段多普勒速度分布。



1 圓環陣太陽射電成像望遠鏡

- 位置：四川省甘孜州
- 結構：由313部直徑6米的拋物面天線構成，這些天線均勻分布在直徑為1公里的圓環上。
- 用途：目前全球規模最大的綜合孔径射電望遠鏡，能監測太陽的各種爆發活動。



中國子午工程 日地空間 全圈層覆蓋

子午工程一期沿東經120度附近和北緯30度附近部署了15個觀測台站，建設87台(套)不同類型的監測設備，2012年正式運行。二期在第一期基礎上，新增16個台站、195台(套)監測設備，具備從太陽表面爆發、行星際傳播，到地球空間響應的全鏈條追蹤的地基監測能力。試運行期間，子午工程二期成功捕捉到2024年5月的超級磁暴事件，完整記錄日地空間環境對太陽活動響應的全過程，展現對空間天氣事件的快速、高精度、全局監測能力。新華社

2 行星際閃爍望遠鏡

- 位置：內蒙古錫林郭勒盟
- 結構：一主站兩輔站協同聯測，三台站之間的兩兩連線近似組成等邊三角形，站間距約200公里。
- 用途：聚焦行星際空間，可以感知太陽風湍流引起的射電流量的閃爍，遙測太陽風的動態傳播過程。



3 三站式非相干散射雷達(SYISR)

- 位置：海南省
- 結構：主站由八千多個天線單元共同組成。
- 用途：是世界最先進的地基電離層探測設備之一，捕捉監測電離層中各種小尺度的現象的「一舉一動」。



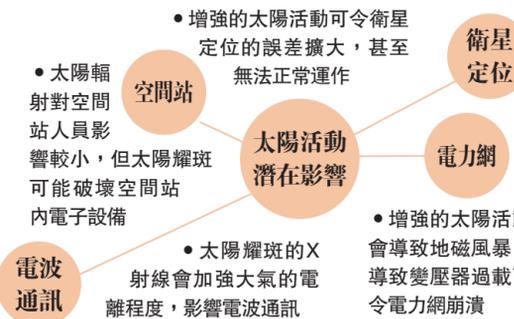
2 夸父一號 ——中國首顆綜合性太陽探測衛星

- 全稱：先進天基太陽天文台
- 發射時間：2022年10月9日
- 目標：「一磁兩暴」，即在一個衛星平台上同時觀測太陽磁場和太陽上兩類最劇烈的爆發現象——耀斑和日冕物質拋射，研究它們的形成、演化、相互作用和彼此關聯。



4 北方中緯高頻雷達網

- 位置/結構：3站(吉林龍井站、內蒙古四子王旗站、新疆和靜站)6部高頻相干散射雷達組成。
- 用途：首次形成對歐亞扇區中高緯度電離層的廣域高精度連續探測。圖為新疆和靜站全景。



「羲和」「夸父」緊盯太陽舉動

天地互動

天氣預報講究「未雨綢繆」，空間天氣預報也是一樣。相關機構需要盡可能提前對空間天氣事件的發生時間和強度進行預報，判斷其可能產生的影響範圍和程度，提醒各方面採取針對性措施。

早在1992年，中國科學院國家空間科學中心就成立了空間環境預報中心，這是我國第一個專業的空間天氣預報機構，20多年來，為我國載

人航天工程國家重大航天任務提供了全過程的空間環境預報保障。該中心同時也是國際空間環境服務組織中國區域警報中心的運行機構，面向全球發布空間天氣預報。

進入本世紀，我國在空間天氣和空間環境監測和研究方面的投入迅速增加。空間環境監測主要分為地基監測和天基監測兩種方式。簡單來理解，就是「基於地面」和「基於太空」，可以合力布下「天羅地網」。

在天基探測方面，針對空間天氣的源頭——太陽，我國先後發射了「羲和號」和「夸父一號」衛星，緊盯着太陽的一舉一動。

在地基監測方面，目前，子午工程一期、二期已實現融合運行，沿東經100度、東經120度附近，北緯40度、北緯30度附近形成「井」字形布局，在我國本土、地球南北極區實現對日地空間的協同網絡化監測。央視新聞