

子午工程二期 多項設施領先全球

香港科學家首度參與 成果可服務大灣區建設

歷時約5年的建設，「十三五」國家重大科技基礎設施——空間環境地磁綜合監測網（子午工程二期）正式通過國家驗收。這是國際首個覆蓋日地空間全圍層（太陽風—磁層—電離層—中高層大氣）的綜合性空間環境地磁監測設施，一批大型監測設備達到國際領先水平，其建成將顯著提升中國空間天氣預報預警能力，標誌中國空間環境地磁監測能力躍居世界領先地位。香港科學家亦首次參與這一重大工程，子午工程中心主任冀利用監測數據服務大灣區經濟建設。

大公報記者 劉凝哲北京報導



▲中國科學院國家空間科學中心太陽活動與空間天氣重點實驗室副主任羅冰頭介紹空間天氣預報。大公報記者劉凝哲攝

子午工程於1993年提出構想，2005年立項，2008年開工，2012年工程一期正式運行。中國科學院國家空間科學中心副主任，子午工程中心主任李暉表示，子午工程一期是從無到有，而子午二期是從有到強。「我們走出了一條獨立自主自強的道路，自主研製出一系列標誌性的設備，以稻城圓環陣太陽射電成像望遠鏡為代表的一系列大型設備，正屹立於我們的國土之上」，李暉自豪地說。

六年建設 監測網絡遠達南北極

據介紹，子午工程二期於2019年11月開工建設，由中國科學院國家空間科學中心牽頭，聯合8個部門的15家單位協同攻關，創新性構建「一鏈、三網、四聚焦」的監測體系，實現從太陽表面爆發、行星際傳播到地球空間響應的全鏈條追蹤監測。在中國本土、地球南北極區實現對近地空間的協同網絡化監測，從而助力日地空間環境整體變化機理、空間物理基本物理過程等前沿科學研究，並為空間天氣預報和預警服務提供關鍵的自主數據輸入。

子午工程二期建成了一批大型監測設備，其技術指標達到國際先進水平：全球最大綜合孔徑射電望遠鏡——圓環陣太陽射電成像望遠鏡，實現了最大視場達到10個Rs（太陽半徑）的連續穩定的太陽射電成像與頻譜觀測能力以及日冕射電活動的三維層析；國際首台全季節觀測陣列式大口徑激光雷達實現探測高度200-1000公里，其信號靈敏度是國際同類設備的100-200倍；全球探測能力最強的三站式相控陣非相乾射電雷達，實現上千公里電離層的CT掃描和3分量成像探測能力……

聯合港高校 研究灣區電磁環境

值得一提的是，子午工程二期的空間天氣監測儀器也首次在香港理工大學落地。據了解，這台空間天氣監測儀器名為「電離層高頻多普勒監測儀」，可用於研究電離層的擾動和不規則體、電離層對太陽耀斑的響應、磁暴和颱風引起的電離層擾動等。

「香港的科學家非常感興趣，科研團隊也很有優勢。」子午工程二期總工程師徐奇達告訴記者，這次子午工程二期落地香港是合作的開始，期待包括香港科學家在內全國團隊都能在子午工程的平台上合作研究。李暉表示，已聯合香港高校相關的團隊，開展大灣區附近電磁環境擾動機理的研究，希望利用子午工程自主的監測數據來服務大灣區經濟建設。

中國星地量子通信 探路衛星組網

【大公報訊】據中科院之聲報道：中國科學技術大學潘建偉、彭承志、廖勝凱等，聯合濟南量子技術研究院、中國科學院上海技術物理研究所、中國科學院微小衛星創新研究院等研究團隊，在國際上首次實現微納量子衛星與小型化、可移動地面站之間的實時星地量子密鑰分發，在單次衛星通過期間實現了多達1百萬比特的安全密鑰共享。團隊與南非非斯德蘭布什大學科研團隊合作，在中國和南非之間，相隔12900多公里的距離上，建立了量子密鑰，完成對圖像數據「一次一密」加密和傳輸。該工作為實用化衛

星量子通信組網鋪平了道路。研究團隊完成了星載量子密鑰分發載荷、量子微納衛星平台研製，載荷重量約23公斤，光源頻率提升約6倍，密鑰生成時效性由數天時間完成提高到單軌實時成碼。研究團隊進一步發展了小型化地面站系統，重量達到低於100公斤的水平，能夠快速部署，原理上已可支撐移動量子通信。相關研究成果3月20日發表於《自然》雜誌，審稿人稱該成果「代表了實現量子與經典通信衛星星座的里程碑」。

嫦娥六號揭秘月球最大撞擊坑「年齡」：42.5億歲

【大公報訊】記者劉凝哲北京報道：中國科學家通過嫦娥六號採回的月球背面月壤樣品研究取得又一重大突破：確定月球最古老、最大的撞擊遺跡南極—艾特肯盆地（SPA盆地）形成於42.5億年前，為太陽系早期大型撞擊歷史提供了初始錨點，對理解月球乃至太陽系早期演化具有重大科學意義，成果刊登在學術期刊《國家科學評論》。中國科學院地質與地球物理研究所陳意研究員帶領團隊從5克採自月球背面SPA盆地

內部的月壤中挑選出20顆具有代表性的蘇長質岩屑顆粒，從中識別出42.5億年和38.7億年兩期撞擊事件。其中42.5億年蘇長岩呈現不同的礦物粒度和結構，並且礦物的主、微量元素從粗粒到細粒呈現明顯演化趨勢，表明它們來自同一撞擊岩漿池不同層位分離結晶的產物。團隊基於遙感數據，開展了SPA盆地內部及周邊地區大範圍岩性填圖和溯源，發現42.5億年蘇長岩來自SPA盆地內環的成分異常區。綜合以上證據，團隊最終限定SPA盆地形成於42.5億年前。

空間天氣

話你知

日地空間是當前人類航天活動、空間開發利用及空間軍事活動的主要區域，是與人類生存和發展息息相關的「第四環境」。一般來說，日地空間環境是指地表20~30公里（平流層頂）以上直至太陽表面的廣闊區域。

類似於地球天氣是地球大氣環境中短時間尺度的變化，太陽上出現一系列爆發現象，如耀斑和日冕物質拋射等，會引起電離層擾動等日地空間環境狀態變化，被稱為「空間天氣」。突發的、災害性的空間天氣變化，有時會使衛星運行、通信、導航和地面的一些基礎設施遭到破壞，影響天基和地基國民經濟基礎設施的正常運行和可靠性，甚至危及人類的健康和生命。

大公報記者劉凝哲

電離層擾動對人類生活有什麼影響？

通訊：無線電信號可能變弱或中斷

導航：GPS可能不準，影響飛機、船隻定位

電力：磁暴可能損壞電網，導致停電

航空：高空輻射增加，對航班有風險

大公報整理

子午工程「一鏈、三網、四聚焦」

一鏈
太陽—行星際—太陽射電成像望遠鏡等設備，形成對日地空間全鏈條的監測能力。

三網
地磁監測網、中高層大氣監測網、電離層監測網。採用地磁、無線電、光學等手段，對中國區域的電離層、中高層大氣、地磁形成網絡化的監測能力。

四聚焦
極區高緯、北方中緯、海南（南方）低緯、青藏高原重點監測區域。在極區高緯、北方中緯、海南低緯、青藏高原4個重點區域建設國際先進的大規模監測設備，開展對空間環境的精細「顯微」探測。

▲子午工程在中國本土、地球南北極區實現對近地空間的協同網絡化監測。

新華社



為航天員出艙提供準確預報

實際應用

子午工程進行的空間環境地磁監測，為人類太空活動保駕護航。中國科學院國家空間科學中心太陽活動與空間天氣重點實驗室副主任羅冰頭在接受大公報採訪時表示，子午工程的空間天氣預報，服務於載人航天工程、探月工程等多個重大航天工程，目前每天也會向空間站提供預報服務，如果有太陽爆發事件時，還會加密觀測。

據了解，中國空間站位於400公里左右高

度的軌道，除高真空、高能粒子輻射等嚴酷空間環境，還有大量空間碎片。準確的空間天氣預報，確保出艙活動萬無一失。

牽頭全緯度國際觀測計劃

目前，子午工程還是國際空間環境服務組織中國區域警報中心業務開展的重要數據基礎。中國區域警報中心持續向國際空間環境服務組織提供和交換每日空間天氣指數和事件預報產品，為全球共同應對空間天氣災害作出中

國貢獻。此外，以子午工程為核心，中國科學家正牽頭推動開展「國際子午圈大科學計劃」，對地球空間環境進行全緯度、全天候、日不落的全方位觀測。計劃得到熱烈響應，數百位國際科學家參與計劃，來自中國、巴西、俄羅斯等國的30多個研究機構以及國際組織積極支持和參與。

大公報記者劉凝哲

子午工程大型監測設備

圓環陣太陽射電成像望遠鏡



原創性地提出了基於中央定標綜合多環相位定標的實時系統級定標方案，由均勻分布在一公里直徑圓周單元天線構成全球規模最大的綜合孔徑成像望遠鏡，其單元數多達313個。

行星際閃爍監測望遠鏡



中國首台專門用於行星際閃爍監測的射電望遠鏡，國際上首個實現三站雙頻觀測的行星際閃爍監測望遠鏡，可將探測日心距離擴展至20-200個太陽半徑。

三站式非相干散射雷達



世界首套相控陣體制的三站式非相干散射雷達系統，具有持續觀測、全空域覆蓋、局部空間快速掃描等新優勢，突破了低系統噪聲溫度、環境適應性等關鍵技術。

大公報記者劉凝哲整理