



神二十一乘組抵京 23 實驗項目樣品交付

人類「人工胚胎」返回 助探索星際移民

神二十一任務告捷



▲5月29日，神舟二十二號載人飛船返回艙與月球同框合影。



▲5月29日，載着神舟二十一號航天员乘組的神舟二十二號載人飛船返回艙在東風着陸場成功着陸。圖為航天员乘組指令長張陸出艙。



▲神舟二十一號航天员乘組駐留中國空間站期間，持續開展多項實驗。

神舟二十一號航天员乘組5月29日乘坐神舟二十二號飛船返回地球，圓滿結束為期7個月的太空之旅，他們於30日乘坐飛機平安抵達北京。

大公報記者從中國科學院空間應用工程與技術中心獲悉，中國空間站第十批空間科學實驗樣品也隨神舟二十二號飛船順利返回，包括生命科學類、材料類、燃燒類實驗樣品涉及23項實驗項目。其中生命類科學實驗樣品如人類「人工胚胎」、腦類器官等已轉運至中國科學院空間應用工程與技術中心，經檢查確認後將交付科研團隊進行深入分析，為星際移民奠定科學基礎。

大公報記者 劉凝哲北京報道

中國空間站第十批空間科學實驗樣品本次隨神舟二十二號飛船下行返回，包括生命科學類、材料類、燃燒類實驗樣品涉及23項實驗項目，其中有9種生命實驗樣品，12種材料實驗樣品和2種燃燒實驗樣品，總重量約41.14公斤。

有望揭示生命在太空環境適應規律

生命類科學實驗樣品如人類「人工胚胎」、腦類器官等於5月30日凌晨4時05分轉運至北京，並交付科學家開展後續研究。據了解，人工胚胎實驗此前隨天舟十號貨運飛船運送至中國空間站，經過約20天的太空實驗，此次順利返回。這是世界首次在太空開展人類「人工胚胎」實驗，被認為是一場關乎人類太空生存與星際移民的生命探索實驗。

目前，人工胚胎、腦類器官等生命類科學實驗樣品已完成卸載，並轉運至中國科學院空間應用工程與技術中心。經工作人員對樣品狀態進行檢查確認後，將正式交付科研團隊進行深入分析。

據介紹，科學家後續將聚焦人工胚胎這一前沿領域，通過轉錄組測序、蛋白組學檢測等生物學分析，闡述空間環境對人類「人工胚胎」發育和幹細胞行為的影響，解析空間環境對人類植入後胚胎發育的影響；多層面闡明空間環境影響胚胎發育的具體分子機制；闡明微重力環境對腎臟器官發育及纖維化的調控機制，驗證特定基因敲除在微重力環境下對腎纖維化的抑制效果；從蛋白穩態調控角度揭示失重性骨代謝平衡及心血管功能紊亂的分子機制；揭示空間輻射對癌症早期事件發生的影響機制，發掘生物標誌物；揭示分子進化系統中核糖核酸對不同手性氨基酸成肽過程的影響。這些研究有望揭示生命在太空環境下的適應規律，為未來人類長期駐留太空及深空探測提供至關重要的生命健康理論依據。

火焰合成半導體納米材料

除生命類科學實驗樣品外，其餘材料類、燃燒類科學實驗樣品後續將隨神舟二十二號飛船返回艙運抵北京。據介紹，燃燒類實驗樣品燃燒器、碳煙採集板及採集蓋返回後，科學家將開展對半導體納米材料火焰合成產物、碳煙樣品及納米碳顆粒生成特性的分析研究。研究結果有望為地外納米材料火焰合成、新型能源系統開發、空間防火技術以及先進功能納米材料製備提供技術支持。

在材料科學領域，新型鈦合金、高強韌鋼、弛豫鐵電單晶等材料類實驗樣品返回後，科學家將對空間樣品進行組織形貌、化學成分及其分布差異等測試分析，研究重力對材料生長、成分偏析、凝固缺陷及性能的影響規律。研究成果將為指導新型合金的性能優化，以及高性能壓電/鐵電功能晶體、高強韌結構鋼等關鍵材料的地面製備提供技術支撐，助力其應用於航空航天、高端裝備製造、精密傳感與醫療超聲成像等領域。



▲5月30日，人工胚胎等中國空間站第十批科學實驗樣品隨神舟二十一乘組順利返回並交付科學家。受訪者供圖

空間站第十批科學實驗樣品 (部分)

生命實驗樣品

- 人工胚胎
- 腦類器官芯片等

燃燒類科學實驗樣品

- 燃燒器
- 碳煙採集板等

材料類科學實驗樣品

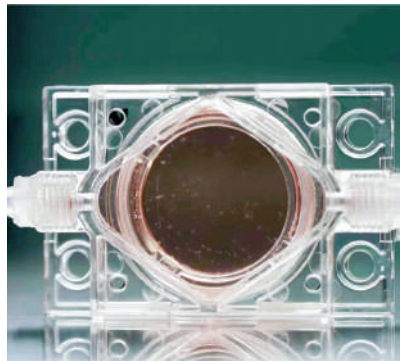
- 新型鈦合金
- 高強韌鋼
- 弛豫鐵電單晶等

大公報記者劉凝哲整理

人工胚胎

人類人工胚胎，是科學家利用胚胎幹細胞，在體外培養出的具有胚胎早期形態和功能特徵的三維結構，與真實人類早期胚胎高度相似。其並非由精子和卵子結合而來，不具備發育成為個體的能力，但是它具有自然胚胎的分化潛能，能模擬胚胎譜系分化過程，可作為模型用於人類早期發育研究。

大公報記者劉凝哲



▲首次進入中國空間站的人工胚胎實驗樣本有兩種模型，分別模擬胚胎早期發育的兩個關鍵階段。

微重力環境下 晶體形態近乎完美

特稿

在高性能計算等新興領域具有極大應用潛力的InSe (錳硒)半導體，可以彎曲、扭轉、壓縮而不易破碎，不僅具有傳統半導體材料優異物理性能，還可像金屬一樣塑性變形和機械加工。但錳硒晶體缺陷密度極高，嚴重影響半導體器件性能和材料應用。中國科研團隊此前的研究顯示，空間站微重力環境下產生的「非接觸效應」和穩定的固液界面可解決這一難題。

晶體製備器件性能大幅提升

中國科學院上海硅酸鹽研究所研究員劉學超表示，空間環境相關的微重力條件，為半導體材料製備和相關機理研究提供了獨特的平台和條件。「以非接觸效應為例，在空間站微重力條件下，晶體材料和石英坩堝之間可以形成間隙，避

免熔體和容器直接接觸，進而消除應力對材料生長的影響。」

劉學超表示，InSe半導體晶體是在中國空間站高溫材料科學實驗櫃進行的一個材料實驗，在軌實驗時間為70個小時，順利完成了生長實驗，獲得了完整的晶體樣品。後續研究發現，在微重力下成功實現了高質量InSe生長。空間InSe晶體具有近乎完美的In-Se六方晶格，晶體位錯缺陷密度大幅降低，晶格條紋清晰規則，晶格損傷或明顯的原子空位極低，由該晶體製備的器件性能也得到了大幅提升。

「我們還發現晶體材料『變胖』了！在微重力環境下，晶體結構可能發生了膨脹現象。」劉學超表示，在微重力環境中，晶體缺陷密度大幅降低、結晶質量更好、晶體管器件性能提升，這些現象將為在地面突破InSe半導體關鍵製備技術提供重要支撐。

大公報記者劉凝哲

形狀記憶複合材料 載人登月大派用場

性能驗證

在中國載人航天工程發布的2025年中國空間站科學研究與應用進展報告中，有一則關於形狀記憶聚合物及其複合材料，在太空中服役性能的研究。由哈爾濱工業大學冷勁松團隊主導的研究顯示，團隊在空間站開展了環氧、氰酸酯、聚酰亞胺、酚醛等多種形狀記憶聚合物及其複合材料的暴露實驗。

結合空間輻照結果，篩選了可應用於空間可展開結構和在軌鎖緊釋放結構的優質基材。對比分析地面樣品和在軌暴露不同時間樣品的微觀形貌、材料性能等變化，空間輻照後樹脂表面由於原子氧侵蝕導致的氧化分解，普遍出現侵蝕厚度低於50μm (微米)的細密溝槽與淺坑。

宏觀性能測試表明，形狀記憶聚合物材料經過1年空間輻照後表面侵蝕並未明顯影響到材料

的形狀記憶性能、力學及熱學性能。上述研究系統揭示了空間輻照環境下形狀記憶聚合物及其複合材料梯度損傷機理和在軌演化規律，以及宏觀形狀記憶/力學性能與微觀結構損傷的關聯規律。

在應用與前景方面，研究顯示，基於形狀記憶聚合物複合材料的可展開結構和鎖緊釋放結構具有結構簡單、輕質、展開可控、可靠性高等優勢，可實現材料—結構—功能一體化，為新型空間可展開結構設計和研製提供了材料基礎。

科學家認為，基於形狀記憶聚合物複合材料的鉸鏈、鎖緊釋放機構、柔性太陽能電池系統等結構未來有望應用於中國空間站、探月工程、載人登月、行星探測等重大航天工程。

大公報記者劉凝哲

研「抗輻射」芯片 助建太空AI系統

尖端科研

中國空間站圍繞半導體納米材料的實驗引起高度關注。隨著太空探索和衛星技術的不斷進步，確保半導體具備「抗輻射」性能，能於太空惡劣的輻射環境中保持穩定，成為人工智能半導體製造企業所面臨的關鍵挑戰。去年底，英國太空鍛造公司利用「鍛造星」-1衛星，首次在太空中創建適合半導體材料製造的關鍵環境。該衛星尺寸約為微波爐大小，主體為可產生1000°C高溫「太空熔爐」。試驗中，熔爐內部產生高溫等離子體發光現象，證明已具備後續半導體晶體生長的合格、穩定的高

溫環境。與地面半導體生產相比，太空的微重力和高真空環境有助於原子有序排列，可生成純度高4000倍的半導體材料。該公司後續將研製更大的衛星，實現在太空中製造氮化鎵、碳化硅、氮化鋁和金剛石等材料。

高純度半導體材料的誕生，可望支撐芯片於更極端的條件下運行。韓國科技信息通信部年初表示，一個韓國研究團隊已證實，一種名為「突觸晶體管 (synaptic transistor)」的關鍵組件 (用於下一代人工智能芯片) 在高輻射空間環境中具有潛在應用價值。這一發現來自韓國原子能研究機構與忠北大學以及比利

時電子研究中心IMEC公司合作開展的神經突觸晶體管研發項目。

上述項目在試驗中取得突破性進展：研究人員使用錳鎵氧化物材料 (IGZO) 製造突觸晶體管，通過質子加速器進行測試：該晶體管經受住33MeV高能質子束的輻照處理，所施加的輻射劑量相當於在太空中停留20年的輻射強度，超過低軌道衛星的5至15年的典型使用壽命。測試結果證實，有關技術應應用於太空級別人工智能半導體，提升AI系統在太空運行的可靠性。

綜合報道



▲中國空間站第十批空間科學實驗樣品經檢查確認後，將交付科學家開展後續研究。受訪者供圖