

中国科大提出基于拓扑超构表面的可穿戴生物传感技术



拓扑织物实物图以及传感单位



本报讯 中国科大微电子学院提出了一种基于谷拓扑超构表面的体表传感器网络，首次将拓扑物理应用于生物医学领域。相关研究成果1月5日发表于《自然·电子学》。

该研究设计并制备了一种基于柔性导电织

物的谷拓扑超构表面，将其集成于日常服装中，构建了可穿戴、可重构的体表传感器网络。该网络利用拓扑边界态实现高效、低损耗的无线信号传输，显著提升了穿戴式生物传感器在运动状态下的通信质量与生理信号监测能力。

研究团队通过设计具有不同拓扑相的二维模块，实现了多个独立无线通道的灵活配置。实验表明，该拓扑服装在人体表面可实现超过30dB的信号传输增强，且在弯曲、拉伸及人体贴合等复杂条件下仍保持稳定性能。与传统的辐射式通信网络相比，该系统在能量效率、抗干扰性和数据安全性能方面均具有显著优势。

在生理监测实验中，研究团队将该拓扑服装与多个加速度计、蓝牙模块集成，结合自适应滤波与人工智能算法，成功在运动状态下实现了对心率、呼吸率等关键生理参数的高精度监测。实验结果显示，该系统在运动状态下信噪比提升超过两个数量级，心率检测准确率提升约三倍。该研究首次将拓扑光子结构与可穿戴生物医学传感深度融合，为下一代智能健康监护提供了新思路，也为拓扑物理在生物医学工程中的应用开辟了新路径。

中国科大微电子学院特任教授李志鹏为论文第一作者，湖南师范大学副教授刘柱为共同一作和通讯作者，通讯作者还包括湖南师范大学教授景辉以及新加坡国立大学Cheng-Wei Qiu教授。（微电子学院 科研部）

中国科大发表超级陶聚装置加速器概念设计报告

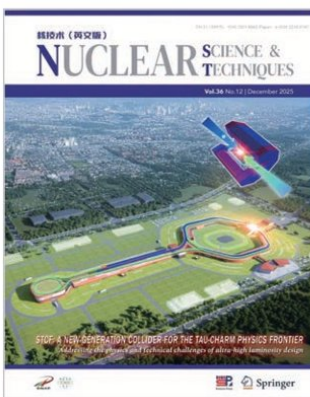
本报讯 超级陶聚装置（STCF）是由中国科大主导的新一代正负电子对撞机，正在申请国家“十五五”重大科技基础设施的立项和建设。作为STCF加速器设计研究的重要里程碑，其概念设计报告已于2025年6月顺利通过国际评审。近日，该报告的英文全文“Conceptual Design Report of the Super Tau-Charm Facility: the Accelerator”在核科学领域知名期刊《核技术》（英文版）发表。报告由来自114个机构（其中中国外单位33个）的455位研究人员共同署名完成，充分展现了广泛的国际合作与学术共识。

正负电子对撞机被誉为探索物质深层结构的“超级显微镜”，历史上催生了诸多改写粒子物理版图的重大发现，如夸克、胶子的发现等。这些突破对揭示微观世界基本规律、构建并验证标准模型起到关键作用，并曾多次荣获诺贝尔物理学奖。STCF的设计质心能量覆盖连续能区

2-7GeV，最高对撞亮度超过 $0.5 \times 10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，较当前陶聚能区对撞机（BEPCH）提升约两个数量级。STCF的建设不仅有望在未来30年内使我国在陶聚能区物理研究保持国际领先地位，也将在推动基础科学前沿突破、引领相关高新技术发展、培养高水平复合创新型人才等方面产生重要而深远的影响。

STCF加速器设计研究采用具有变革性的第三代正负电子对撞机设计理念，紧扣科学目标与陶聚能区物理特征，致力于在宽能区内实现超高对撞亮度。本次发表的概念设计报告系统阐述了STCF加速器的物理设计、技术路线及关键技术的预研成果，为后续开展技术设计和实际工程建设奠定了坚实的理论和

技术基础。（核科学技术学院 物理学院 粒子科学与技术研究中心 核探测与核电子学实验室）



一氧化碳，从而加速乙烯的转化速率。

基于时间分辨荧光光谱的机理研究表明，复合物之间存在高效电子传递路径，荧光探针技术进一步验证了中间体一氧化碳在细胞内的光驱动生成。优化后的系统在连续一周的光照反应中稳定运行，累计产生7.9微摩尔/升乙烯，较传统糖驱动的天然系统提升162%，展现出卓越的催化效率与长期稳定性。

该研究成果不仅拓展了可用于二氧化碳转化的微生物种类，更提出了一种普适性的“细胞内级联”策略，未来有望推广至其他非二氧化碳同化菌株，用于二氧化碳制备生物燃料、生物塑料等多种高附加值化学品。

（原载于《中国科学报》2026年1月12日 记者 王敏）

中国科大新方案有望低成本解决全固态锂电池界面问题

中国科大马骋教授针对全固态锂电池因需要维持良好界面接触而过于依赖外部压力、难以实际应用的问题，提出了一种低成本、较为适合商业化的解决方案。该成果日前发表在《自然·通讯》上。

全固态锂电池兼具高安全性和高能量密度。然而，全固态锂电池的电解质和电极都是固体，两者往往必须在几十甚至上百兆帕的外部压力下才能维持良好的界面接触，而实际场景中几乎不可能实现如此高的压力，导致全固态锂电池无法投入实际应用。解决该问题的关键，在于找到一种在低压力下也能有效改变形状、从而与体积不断变化的电极材料维持紧密接触的固态电解质。这种固态电解质还需具备高离子电导率、低成本、适配规模化生产等一系列商业化所必需的特质。这些苛刻要求给以上问题的解决带来了很大挑战。

研究团队开发了一种新型固态电解质——锂铝氧氮，与包括硫化物固态电解质在内的其他主流无机固态电解质相比，锂铝氧氮的杨氏模量不到它们的25%，硬度不到它们的10%。同时，锂铝氧氮仍然维持无机粉末的状态，从而可以较好适配规模化卷对卷生产。研究团队最终用适配规模化卷对卷生产且经济节能的干法工艺制备了使用超高镍三元正极和金属锂负极的小型软包全固态电池器件。

此外，锂铝氧氮还展示了很高的离子电导率，这使得全固态锂电池稳定循环所需要的压力从几十、上百兆帕降低到了5兆帕，并在5兆帕下实现了数百次的稳定循环。而且，锂铝氧氮的核心原材料是极为经济的四氯化铝，其成本不到主流硫化物固态电解质的5%，具有较好的商业化前景。

（原载于《科技日报》2026年1月13日 记者 吴长锋）

合肥先进光源国家重大科技基础设施项目工程科技委员会第二次会议召开

本报讯 1月6日，合肥先进光源国家重大科技基础设施项目（HALF）工程科技委员会第二次会议在合肥召开。工程科技委员会主任詹文龙院士、副主任孙列院士等21位专家委员出席会议。合肥先进光源工程指挥部成员及总体级负责人列席会议。会议由詹文龙主持。

中国科学技术大学校长常进致辞。他对HALF取得的建设进展予以充分肯定，鼓励工程团队继续发扬主人翁精神，高质量完成工程建设任务，并希望各位专家积极建言献策，为项目建设与长远发展提出宝贵建议，助力合肥先进光源建成国际一流、具有重要影响力的重大科技基础设施。

HALF工程总指挥封东来全面汇报了工程建设进展，系统回顾了工程实施以来取得的阶段性成果。目前，HALF工程总体按照计划推进，各项任务基本按期完成；超过90%工艺设备已完成采购，已完工注入器段安装和储存环段第一阶段安装调试，完成光学加工与检测平台建设；基础设施建设工作接近完成，直线加速器隧道、能源中心基本交付；2026年将全面进入设备安装阶段。封东来还汇报了2026年关键工作节点，并就土建交付、安装调试、人力资源等潜在风险以及线站二期规划建设、AI技术应用等挑战，提出应对举措。

工程科技委员会围绕工程进展、核心技术攻关、风险与挑战以及相关审议事项展开深入研讨。委员们一致认为，HALF总体进展顺利，项目组织管理高效，制度健全，计划执行有力，团队自主研发形成一系列重要技术成果，在同类装置及相关领域中具有良好的应用前景。2026年是工程建设承前启后的关键之年，需完成土建竣工验收并启动设备安装调试。委员会建议工程团队进一步加强质量管控，充分发挥加速器联盟平台的装置协作作用，加大人才引进力度、提前筹划首批科学实验，力争早日产出体现第四代光源先进性的科学成果。团队要继续深化二期线站规划，合理安排“1.5期”线站建设，强化用户主导和智慧光源的建设理念，吸引国内外一流用户科学家参与线站规划和建设，多措并举建好、用好合肥先进光源。

会议期间，委员们实地考察了HALF直线加速器隧道、储存环大厅及综合测试大厅等，对储存环段单元安装、磁体测量、预准直等工作进行了现场指导。

（国家同步辐射实验室）

中国科大提出半人工光合作用新策略

中国科大苏州高等研究院研究员苏有德团队创新性构建了一种基于非二氧化碳同化微生物的级联生物杂合体系，实现了光驱动下从二氧化碳到乙烯的高效、稳定转化，为半人工光合作用技术的发展提供了全新路径。近日，研究成果发表于《美国化学会志》。

团队选用不能直接利用二氧化碳但具备一氧化碳代谢能力、选择性表达钼铁蛋白的棕色固氮菌，首次将其与硫化钼/硫化锌核壳量子点和钴卟啉分子催化剂在细胞内共组装，构建出一种新型“量子点-分子催化剂-细菌”三元生物杂合体系。

该系统通过两步串联光催化反应实现二氧化碳到乙烯的高效转化：首先，在光照下，量子点-分子催化剂复合物光催化二氧化碳还原为一氧化碳；随后，原位生成的一氧化碳被细胞内量子点-钼铁蛋白复合物高效利用，在光驱动下进一步合成乙烯。

该策略巧妙解决了两大关键难题：一是反应环境兼容性问题。需氧的固氮菌能够在细胞内部天然构建微厌氧环境，有效保护对氧气敏感的量子点-分子催化剂复合物，避免光生电子被氧气消耗，显著提升一氧化碳产量。二是传质限制问题。细胞内部原位生成局部高浓度

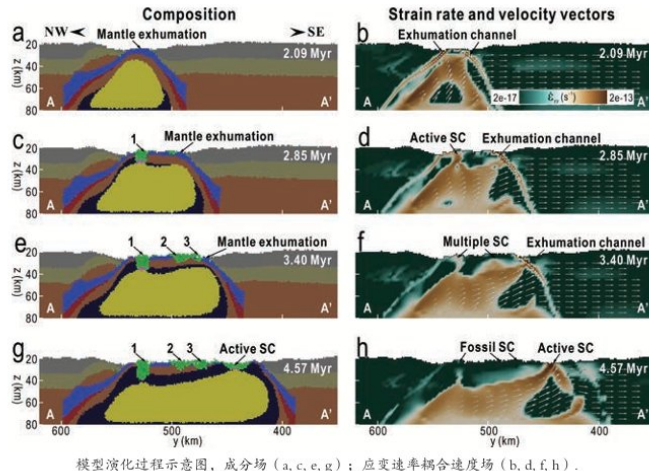
中国科大在非典型洋-陆转换过程机制研究方面取得进展

本报讯 中国科大地球和空间科学学院冷伟教授团队与中山大学、德国地学中心开展合作，通过地球动力学数值模拟研究发现，弱流变地幔驱动了第勒尼安盆地的非典型洋-陆转换过程。相关研究成果1月13日发表在《自然·通讯》上。

典型的俯冲型洋-陆转换以伊比利亚-纽芬兰共轭陆缘为代表，其过程表现为大陆壳破裂后，首先露出上百公里的岩石圈地幔，随后才逐渐形成稳定的洋壳。然而，位于地中海的第勒尼安盆地却展现出不同的结构特征：该区域洋-陆转换带中，岩石圈地幔出露与多个分散的洋壳块体相互交织，形成一种非典型的复杂构造，其成因一直是学界关注的焦点。

地球物理观测结果显示，第勒尼安盆地及其周围的岩石圈地幔在约60到100公里深度存在显著的剪切低速异常。该异常区与俯冲相关的火山活动空间分布高度吻合。火山岩的地球化学信号指示其地幔源区富含水分。地幔富含水会降低其流变学强度参数（内摩擦系数等）。弱流变强度的地幔在岩石圈伸展过程中，易于诱发应变迁移和深部物质剥露。据此，研究团队推测，第勒尼安盆地呈现的地幔出露夹杂洋壳增生的现象，可能与其发育的弱流变强度岩石圈地幔密切相关。

为验证这一猜想，研究团队开展了三维岩浆-热-力学耦合数值模拟。模型结果显示，在伸展作用下，弱流变地幔区域会形成大尺度的剥露通道，促使岩石圈地幔沿通道被剥露至地



模型演化过程示意图，成分场（a, c, e, g）；应变速率耦合速度场（b, d, f, h）。

表。与此同时，熔融的地幔物质流向剥露通道，驱动多个短暂的洋中脊（洋壳增生）形成，最终导致洋-陆转换带呈现出地幔剥露与分散洋壳相互交织的复杂结构。这项研究为非典型洋-陆转换带地幔出露和岩浆增生的机制

提供了新的解释方案。

论文第一作者为中国科大特任副研究员苏浩，通讯作者为中国科大冷伟教授和中山大学廖杰教授，合作者包括德国地学中心的Sascha Brune教授。（地球和空间科学学院 科研部）