

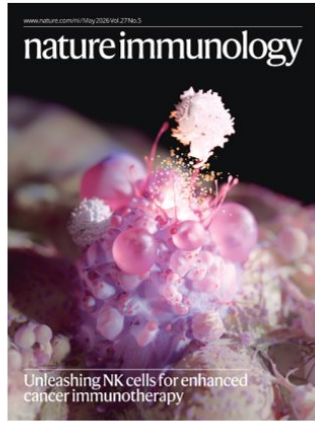
中国科大研究成果登上《自然·免疫学》封面

本报讯 近日，中国科学技术大学生命科学与医学部、免疫应答与免疫治疗全国重点实验室孙成教授团队最新研究成果“Tangting NK cell CLEC12B enhances cancer immunotherapy”登上国际免疫学知名期刊《自然·免疫学》2026年5月封面。该研究系统鉴定了自然杀伤(NK)细胞的全新免疫检查点CLEC12B，深入解析了其调控肿瘤微环境(TME)中免疫逃逸的分子机制，并率先开发出具有临床转化潜力的靶向纳米抗体。

自然杀伤细胞是先天免疫的核心效应细胞，但在复杂的实体瘤微环境中，其杀伤潜能极易受到抑制，表现为功能耗竭，这已成为当前肿瘤免疫治疗的核心瓶颈。针对这一难题，研发团队整合多中心临床队列及单细胞RNA测序发现，在肝癌、结直肠癌及黑色素瘤等实体瘤中，CLEC12B在肿瘤浸润的NK细胞中显著高表达，且与患者不良预后独立相关，提示CLEC12B是控制NK细胞功能耗竭的关键“开关”。

进一步机制解析表明，脂蛋白脂肪酶(LPL)是CLEC12B的功能配体。锚定于肿瘤细胞表面的LPL与NK细胞上的CLEC12B结合后，会触发胞内抑制性基序信号，招募磷酸酶SHP-1，系统性抑制SYK/P13K/AKT/S6等活化通路，最终导致NK细胞丧失分泌穿孔素和颗粒酶等杀伤因子的能力，促进肿瘤免疫逃逸。

在这一突破性机制发现的基础上，研发团队成功开发了高亲和抗CLEC12B单抗抗体



Unleashing NK cells for enhanced cancer immunotherapy

(H6-Fe纳米抗体)。该抗体能高效阻断CLEC12B-LPL的相互作用，强效逆转NK细胞的耗竭状态。在多项实体瘤临床前模型中，该纳米抗体不仅单抗抗肿瘤活性显著，且在与PD-1抑制剂联合使用时展现出强大的协同效

应，实现了先天性适应性免疫的双重激活。同时，该抗体展现出良好的组织耐受性和极低的肝毒性。

该研究被选为《自然·免疫学》2026年5月封面，彰显了国际学术界对该项成果的高度认可。该成果进一步完善了肿瘤微环境中NK细胞的免疫调控机制，并为靶向NK细胞的新型免疫治疗药物研发提供了明确的靶标与转化依据。

中国科学技术大学孙鹏、许啸宇为本文共同第一作者，孙成教授为唯一通讯作者。本研究的核心技术成果已获得全面的知识产权保护。团队已就CLEC12B靶点及H6-Fe纳米抗体的核心技术申请中国发明专利及PCT国际专利，专利保护范围覆盖靶点分子、结合配体、纳米抗体序列及其肿瘤免疫治疗应用等核心内容，为该成果的后续产业化提供了坚实的法律保障。目前团队已与多家药企就合作开发及成果转化开展实质性洽谈。

这项工作亦是孙成团队近年来在肿瘤免疫研究领域的又一成果。孙成团队长期聚焦NK细胞功能调控机制研究，系统鉴定了多个具有原创性的NK细胞抑制性受体，并深耕空间免疫组学与临床转化。2025年，团队研发的TIMES空间免疫组学系统荣获中国十大科技进展及十大医学科技亮点，相关成果以封面论文形式发表于《自然》，彰显了实验室在该领域的持续深耕。

(生命科学医学部 科研部)

中国科大建立“星汉二号”多模式量子中继并实现城域量子非局域性检验

本报讯 近日，我校郭光灿院士团队在量子网络领域取得原创性成果。该团队李传锋、周宗权、黄运锋等提出新型量子中继方案，并在合肥市成功建成“星汉二号”多模式量子中继，首次实现城域量子中继的量子非局域性检验。该成果5月7日在线发表于国际知名学术期刊《自然·光子学》。

量子中继是构建未来量子互联网的关键技术，其原理是将长距离信道分解为多段短程链路，分段建立量子存储的纠缠后再连接，从而克服光纤信道中的指数级损耗。此前，量子中继协议主要分为单光子干涉和双光子干涉两类；前者仅需在中间站探测到一个光子，速率较高，但对信道相位抖动敏感，保真度受限；后者需同时探测到一对光子，保真度高但速率低。这一速率与保真度之间的权衡，成为制约量子中继性能与应用的根本矛盾。

为解决这一两难困境，团队提出基于时间测量的多模式量子中继方案(MQR-TM)。该方案不再要求一对光子同时到达中间站点，而是允许它们“一先一后”到达，通过精确测量其时间差来预报纠缠，并借助多模式量子存储实现任意延迟时纠缠光子的按需读取。该方案成功结合了单光子干涉的高速率和双光子干涉的高保真度优势，支持高保真、高保真的纠缠分发，且无需光纤相位锁定，可直接兼容现有光纤网络基础设施。

依托这一原创方案，团队在合肥市建立“星汉二号”多模式量子中继光纤网络。网络

包含三个站点：中国科大与合肥国家实验室各部署一个基于掺铈硅酸钪晶体的量子存储器；中间站点(中国联通机房)执行光子的探测与预报。根据中间站点的预报信号，量子存储站点执行本地量子门操作，从而实现确定性的目标纠缠态分发。该系统实现了1205个模式的时分复用，城域量子纠缠分发速率达到0.94 Hz。纠缠保真度达78.6%，首次在城域量子中继上实现量子非局域性的实验检验。两个量子存储器的直线距离达14.5公里，是迄今报道的最远直线距离的量子存储纠缠。

该成果提出原创理论方案解决了量子中继协议中长期存在的速率与保真度之间的矛盾，并实现了城域量子中继的量子非局域性检验。这一工作标志着团队此前发布的“星汉一号”多模式量子中继[Nature 594, 41 (2021)]从实验室原理验证推进到城市网络环境中的应用展示，彰显出多模式复用技术有望与经典网络的时分复用一样，成为未来量子互联网的根技术性技术路线。

审稿人对此给予了高度评价：“……核心贡献是提出MQR-TM方案，解决量子中继协议中长期存在的速率-保真度矛盾难题。这是城域量子中继中首次实现量子非局域性检验……而且无需相位锁定。这种相位抖动不敏感的架构展现了该工作的系统级价值。”

朱天翔副研究员、张超特任教授和博士研究生陈忠文为论文共同第一作者。研究工作得到了合肥国家实验室、国家自然科学基金委以

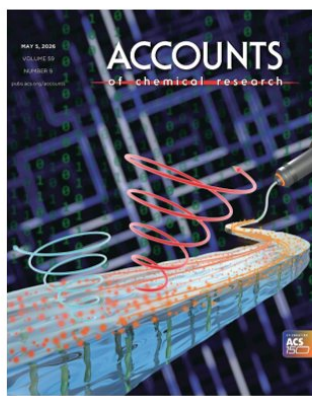


“星汉二号”多模式量子中继示意图；跨越城市的量子存储纠缠。

及中国科学院的资助。周宗权得到中国科学院青年创新促进会优秀会员的资助。专线光缆的铺设得到了中国联通安徽省分公司支持。

(量子网络安徽省重点实验室 物理学院 中国科学院量子信息和量子科技创新研究院 科研部)

中国科大在《化学研究评述》发表关于圆偏振发光的综述论文



该文被评选为当期封面论文

本报讯 近日，中国科学技术大学庄海涛教授团队受邀在国际知名期刊《化学研究评述》(Accounts of Chemical Research)发表题为“Processable, High-Performance Circularly Polarized Luminescence Architectures for Information Interaction”的综述文章。该论文总结了庄海涛教授课题组关于高性能圆偏振发光(CPL)材料的研究及应用方面的研究工作。

CPL是一类兼具旋光特性和光学自旋角动

量的手性光学现象，能够产生左旋和右旋不对称圆偏振光发射。与传统发光材料相比，CPL材料能够提供丰富的光学信息维度，在信息安全、高端显示、成像传感和人工智能等领域具有重要的应用前景。然而，面向实际应用的CPL材料仍面临手性光学性能、稳定性和可加工性难以兼顾的挑战。

在综述论文中，作者首先梳理了CPL的增强机制与材料设计策略，重点总结了通过手性组装、功能化封装、限域聚合等方法构建高性能且可灵活加工CPL材料体系的研究进展；随后概述了其在信息安全与识别、三维空间显示和偏振成像传感等领域的代表性应用；最后对该领域面临的挑战与未来发展方向进行了展望。具体内容如下：

通过量子点与液晶的螺旋共组装，提升体系的CPL性能(J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 4246)；利用限域螺旋共组装，制备出兼具强发光不对称性和可灵活加工的CPL材料(Sci. Adv. 2025, 11, ead1001)。在此基础上，进一步发展全彩CPL体系(Sci. Adv. 2023, 9, ead9944)，揭示跨尺度手性传递机制(J. Am. Chem. Soc. 2024, 146, 32498)；建立面向手性光电与信息交互的新型器件构筑策略，展示了圆偏振差分成像传感器(Nat. Commun. 2025, 16, 10644)、光电逻辑门与信号处理(Adv. Mater. 2026, 38, e17985)、白光CPL器件(Nat. Commun. 2024, 15, 251)以及首个电驱动柔性三维显示面板(Sci. Adv. 2025, 11, ead2721)。

中国科学技术大学化学系博士生张铭江为论文的第一作者，庄海涛教授为通讯作者。该研究得到了科技部、国家自然科学基金、中国科学院、安徽省等提供的项目支持。

(化学与材料科学学院 科研部)

中国科大提出涡旋场下相对论自旋流体演化方程

本报讯 近日，中国科学技术大学中高能核物理课题组在相对论自旋流体力学研究中取得重要进展，提出了涡旋场下相对论自旋流体的演化方程，为理解相对论重离子碰撞中强相互作用物质的自旋极化现象提供了新的理论框架。相关成果以“Relativistic Spin Hydrodynamics with Antisymmetric Spin Tensors and an Extension of the Bargmann-Michel-Telegdi Equation”为题，5月6日在线发表于《物理评论快报》。

相对论重离子碰撞是实验室中研究极端强相互作用物质的重要手段。在这一类实验中，两个重原子核被加速到接近光速后发生碰撞，从而产生极端高温、高密度的强相互作用物质，即夸克胶子等离子体。因此，相对论重离子碰撞为研究极端条件下强相互作用物质的性质提供了重要实验平台。

2005年，梁作堂院士与王新年教授开创性地预言了相对论重离子碰撞中的自旋极化现象。在相对论重离子非对撞碰撞中，碰撞系统携带巨大的初始轨道角动量，该角动量可能通过自旋-轨道耦合使末态粒子的自旋更倾向于沿初始角动量方向排列。因此，实验上有可能观测到 Λ 超子沿初始轨道角动量方向的整体极化现象。2017年，RHIC-STAR国际合作组首次在实验中观测到相对论重离子碰撞中 Λ 和 Λ 超子的整体极化。该发现表明，碰撞产生的夸克胶子等离子体具有极强的局域涡旋场，是迄今发现的旋转速度最快的流体。相关成果发表于《自然》杂志，并入选封面文章，引发了国际学界的广泛关注。如何从理论上描述这种由

中国科大在液晶中实现多场可控斯格明子环与单极子的拓扑成核

本报讯 中国科学技术大学物理学院彭晨晖教授、蒋景华研究员团队与香港科技大学张锐教授合作，在取向液晶体系中，实现了室温下分数斯格明子环以及拓扑单极子的可控成核，并证实该过程可通过光、电场、局域加热三种方式精准触发。相关成果以“Multistimuli-Controlled Topological Nucleation of Skyrmion Loops and Monopoles in Liquid Crystals”为题，于5月12日发表于《物理评论快报》，并被选为编辑推荐论文与Physics特色报道。

拓扑孤子是凝聚态物理与信息科学的前沿研究对象，在低功耗存储、拓扑光子学可与可编程超材料等领域极具应用潜力。然而，传统固态体系中，拓扑孤子的可控生长长期面临两大瓶颈：成核能垒过高、触发方式剧烈且随机，难以实现像电子开关一样的按需写入与擦除与改写。

取向液晶凭借分子取向易受光、电、温度调控的独特优势，成为突破这一难题的理想平台。研究团队设计了上下非对称拓扑图案的液晶盒；上表面为可用光重写的均匀取向层，下表面为精密光控图案化基底。通过线偏振光旋转上表面取向，可在液晶内部连续累积弹性扭曲，当扭曲应力达到临界阈值，拓扑平庸的初始结构会确定性成核为稳定的三维分数斯格明子环。实验以及基于朗道-德朗纳自由能的模拟结果共同揭示，该拓扑相变伴随 2π 扭曲突变与显著的能量降低。同时，斯格明子环的截面可在半奈尔型斯格明子、反反斯格明子、半反半子之间连续演化，呈现丰富的拓扑形态。

更具突破性的是，团队证实该拓扑成核机制具有多场普适性：除光场外，施加低频交流电场或局域激光加热，均可精准触发斯格明子环成核；在成核过程中会同步产生一对拓扑单极子，沿环自主迁移以最小化系统自由能，最终稳定在低能组态。

该成果首次将软物质体系中，将拓扑孤子的生成从“随机偶然”变为“可控确定性”，攻克了固态体系难以逾越的高能垒难题。室温、低能耗、光学可擦写的特性，让取向液晶成为构建三维拓扑纹理可编程超材料的理想载体，为可重构拓扑光子器件、拓扑平台材料与低功耗信息存储开辟了全新技术路径。

中国科学技术大学博士研究生石青田和中国科学技术大学博士研究生张倩为论文共同第一作者，彭晨晖教授、蒋景华研究员与香港科技大学张锐教授为文章共同通讯作者。该工作得到国家自然科学基金、中国科学院相关计划以及香港研究资助局等项目的大力支持。此工作的推进也得到了中国科大微纳研究与制造中心以及工程与材料科学实验中心的支持。

(物理学院 科研部)

