

中国科大合作提出分子内结新概念实现光催化甲烷一步高效制乙醇

本报讯 中国科大精准智能化学国家重点实验室、化学与材料科学学院黄伟新教授课题组与合作研究者提出分子内结新概念，发明了CTF-1聚合物光催化剂。在常温、常压下，一步高效且高选择性地将甲烷转化为C₂液体产物—乙醇。相关研究成果于3月13日发表在《自然》上。

光催化利用光子产生高活性光生电子和空穴，能够在温和条件下驱动氧化还原反应，在甲烷合成高值化学品中展现出巨大的潜力。英国伦敦大学学院/清华大学唐军旺教授课题组基于异相调控光催化剂光生电子和空穴动力学实现高效甲烷光催化选择转化反应的系统研究结果和对激子和极化子物理学的理解，合成了由苯环和三嗪单元交替排列，形成苯环—三嗪单元分子内结的CTF-1聚合物光催化

剂，发现了CTF-1聚合物高效光催化甲烷+O₂+H₂O流动相反定向生成乙醇的全新光催化甲烷制C₂+含氧化合物反应体系，开展的同位素标记实验结果表明产物乙醇中的氧源自氧气、甲醇中的氧源自水、CO₂中的氧源自氧气或者氧气/水，基于此提出了催化反应路径。

中国科学技术大学黄伟新教授合作开展了系统的CTF-1聚合物，及对照催化剂g-C₃N₄和TiO₂、光催化甲烷+O₂+H₂O反应界面化学研究。他们利用自行发展的光照原位X-射线近边吸收谱数据分析方法观察到CTF-1聚合物光照产生的光生电子和空穴分别聚集在苯环和三嗪单元，对比研究反应物分子甲烷和水在CTF-1聚合物、g-C₃N₄和TiO₂的吸附提供了CTF-

1聚合物对甲烷和水独特的吸附活化行为，利用自行建立的吸附微量热技术和脉冲气相吸附技术提供了CTF-1聚合物强吸附甲烷醇产物分子和弱吸附乙醇目标产物分子的实验证据，以及利用高灵敏度同步辐射单光子电子质谱谱仅在甲烷+O₂+H₂O光催化反应体系在线检测到光催化中间产物乙醇。这些结果与英国伦敦大学学院/香港大学Zheng Xiao Guo教授课题组的其他实验表征结果、英国卡迪夫大学/伦敦大学学院C. Richard A. Catlow教授课题组的理论模拟结果相互印证，揭示了CTF-1聚合物苯环—三嗪单元分子内结实现光生电子和空穴的空间分离，以及由此引发的甲烷氧化和氧气还原位点的空间分离，反应中间体甲基自由基和乙醇与具有强氧化性的羟基基自由基的空间分离的新机制，理

解了CTF-1聚合物高效光催化甲烷+O₂+H₂O反应定向生成乙醇的反应机理和构—效关系。该研究也在国际上首次提出了分子内结（intramolecular junction）调控光生电子和空穴动力学的新概念，为分子基高效光催化剂创制提供了新思路。

英国伦敦大学学院Jia Xie为文章第一作者，中国科学技术大学博士傅聪为文章第二作者（文章无共同第一作者），英国伦敦大学学院/清华大学唐军旺教授、英国卡迪夫大学/伦敦大学学院C. Richard A. Catlow教授、中国科学技术大学黄伟新教授和英国伦敦大学学院/香港大学Zheng Xiao Guo教授为文章共同通讯作者。

（精准智能化学国家重点实验室 化学与材料科学学院 科研部）

中外团队合作解析RNA结构中的复杂水网络

本报讯 3月11日，中国科学技术大学张凯铭、李珊珊团队和美国斯坦福大学Wah Chiu、Rajhu Das团队合作在《自然》杂志上发表了一项突破性研究，成功利用冷冻电镜技术（Cryo-EM）解析了RNA结构中的复杂水网络。这一研究不仅为RNA结构的稳定性和功能提供了新的见解，也标志着RNA结构生物学研究进入新的阶段。

研究团队聚焦于RNA结构中的水分子作用，通过Cryo-EM，获得了2.2Å和2.3Å分辨率的Tetrahymena核酶结构。这项研究的亮点包括：1)首次直接观察到RNA核心区域的水分子网络，并揭示水分子如何在RNA的非经典相互作用中发挥桥接作用。2)结合分子动力学模拟

（MD），发现某些区域的水分子存在高度动态的行为，传统的结构解析方法难以捕捉。3)开发了基于密度分割的水与离子建模方法（SWIM），能够自动化建模并交叉验证RNA结构中的水分子和Mg²⁺离子，提高了水网络解析的准确性。

这一研究表明，水分子不仅仅是RNA折叠的“溶剂”，还在RNA的结构稳定性、催化活性和功能调控中起到重要作用。特别是RNA核心区域的复杂水网络，可能是RNA能够在生理条件下稳定并高效催化的关键。此外，该研究提供了一种新的RNA结构研究思路，结合Cryo-EM、MD模拟和自动化水分子建模，为RNA的功能研究开辟了新的方向。这一突破也

可能对RNA药物设计、RNA生物传感器等领域产生深远影响。

随着Cryo-EM分辨率的不断提高，研究团队计划进一步解析RNA在动态环境下的结构变化，并探索RNA与其他分子（如蛋白质、金属离子等）之间的相互作用。希望这些研究不仅能加深对RNA催化机制的理解，还能为RNA分子设计与应用提供新的理论支持。

美国斯坦福大学博士研究生Rachael C. Kretsch、中国科大生命科学与医学部副教授李珊珊和斯坦福大学研究科学家Grigore Pintilie为共同第一作者，斯坦福大学Rajhu Das教授、中国科大生命科学与医学部张凯铭教授和斯坦福大学Wah Chiu教授为共同通讯作者。

（生命科学与医学部 科研部）

中国科大提出制备高强韧仿珍珠母结构陶瓷-金属复合材料的新策略

本报讯 近日，《国家科学评论》刊发中国科学技术大学俞书宏院士团队最新研究成果，报道了一种基于可变形微球有序组装制备高性能仿珍珠母陶瓷-金属复合材料的新策略。该材料兼具高抗弯强度与高断裂韧性，且可通过简易工艺实现大规模、多形状定制化生产，为仿珍珠母结构复合材料走向实用化提供了新路径。

贝壳类动物拥有坚固的保护外壳，这得益于其内部精妙的珍珠母结构。这种天然的纳米复合材料，由微米尺度的文石片（“OR”）与少量有机质（“泥”），通过“砖泥堆砌”的方式巧妙地结合而成。研究团队打破传统的“砖泥”分步制备思路，采用“一步液法”首先制备了尺寸可调的氧化铝微球，经过筛后得到粒径一致的微球并在其表面包裹镍盐层，进一步通过模具组装和热压烧结，在此过程中修饰后的复合微球被压扁成片状陶瓷，金属镍层则形成分隔结构，精准地复刻了天然珍珠母

的微观“砖泥”结构（如图所示）。结构表征显示，该材料在多个尺度上得到了优化。在宏观层面，氧化铝陶瓷片与金属镍层叠排列。在微观层面，镍颗粒渗入陶瓷片内部增强韧

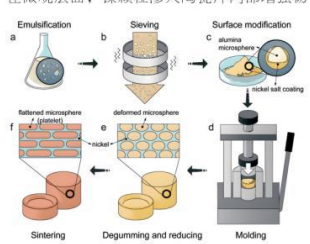


图 仿珍珠母陶瓷—金属复合材料的制备流程示意图。分别依次经过乳化、过筛、表面修饰和热压烧结步骤，最终制备成型。

性，同时，两相界面结合紧密。这种跨尺度协同效应优化后的复合材料在室温下抗弯强度达到386 MPa，在600℃的高温下仍保持286.86 MPa，其断裂韧性更突破至12.76 MPa·m^{1/2}（室温）与12.99 MPa·m^{1/2}（高温）。所制备的仿珍珠母复合材料在受力发生破坏时，裂纹会沿陶瓷—金属界面发生偏转，通过能量耗散避免瞬间失效，这一特性使其在极端环境（如航天器热防护、高速冲击防护涂层）中极具应用潜力。

这项研究是该团队实现人工合成珍珠母工作的基础上，进一步将仿珍珠母结构设计理念拓展至陶瓷—金属复合材料体系，并与快速成型制备技术相结合，为助力仿生结构材料从实验室走向实用化迈出了关键一步。

中国科学技术大学硕士研究生陆宇杰、博士生孟祥森为论文共同第一作者。俞书宏院士和茅崇波教授为通讯作者。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学与材料科学学院 科研部）

验证极端苛刻反应条件下催化剂的抗烧结性能，研究人员将Ru/La₂O₃-SiO₂催化剂应用于甲烷干重整反应。此反应因其温室气体资源化利用方面的巨大潜力备受青睐。实验结果表明，Ru/La₂O₃-SiO₂在800℃、高气体系流速下，能够实现单程400小时的稳定转化，且反应后超细Ru纳米颗粒的尺寸仍维持在1.4nm，完美应对了因反应高温、还原性气氛导致的催化剂失活困局。相比之下，Ru/SiO₂催化剂则出现明显失活，并且反应后Ru纳米颗粒最大烧结至40nm。通过定制活性金属和载体，纳米岛结构催化剂有望为多种催化反应中所面临的烧结失活难题提供切实可行的解决方案。

中国科大曾杰教授、严蔚特任副研究员为论文通讯作者，中国科大博士研究生周海、电子科技大学李旭研究员、中国科大赵建康特任副研究员为本工作的共同第一作者。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 科研部）

应用效能，推进量子计算与医学的深度融合。

今年政府工作报告中明确指出，建立未来产业投入增长机制，培育生物制造、量子科技、具身智能、6G等未来产业。

郭国平告诉记者，今年全国两会，他聚焦我国自主超导量子计算机制造建设，从国家产业布局、量子计算人才培养、量子计算生物医药等领域融合应用着眼，提出相关建议，推动量子计算技术研发与应用落地。

在郭国平看来，量子计算正处于从实验室迈向产业化的关键阶段。如何发挥其算力优势，体现其价值，正成为全球共同探索的课题。

“在未来，我们期待看到量子计算与更多前沿技术碰撞出创新火花，为全球科技发展和人类社会注入源源不断的动力。”郭国平相信，在各国科技人员的共同努力下，量子计

中国科大实现可寻址可感知的磁软体机器人原位动态编程

本报讯 近日，中国科学技术大学工程科学学院、人形机器人研究院李术军副教授、张世武教授，联合计算机科学与技术学院李向阳教授，提出了一种新型动态重编程磁软体机器人。通过感知磁谐振耦合结合可变材料设计，实现了单个或多个磁软体机器人的原位重编程，并演示了其在复杂任务、多机协作和原位组装等方面的应用。相关研究成果发表在《自然通讯》上。

磁控软体机器人因其无线可控性、多功能性和生物安全性，在生物医学中得到广泛应用。但传统磁软体机器人依赖固定磁化模式，其功能与适应性受限于单一预设形态，同时由于全局磁场的存在，如何实现多机系统间选择性驱动和共同协作也一直是磁控软体机器人应用的关键问题。

针对上述问题，研究团队提出了一种多磁场协同作用的控制策略。通过柔性谐振电路设计，利用高频磁场（50–400 kHz）选择性加热机器人特定区域，可实时感知能量传输状态。同时，采用低温相变磁性复合材料，并利用脉冲磁场打破磁颗粒间作用力，在40 mT低频磁场下即可通过固—液相变实现磁化方向快速重构，磁化强度较传统方法提升104%。该控制策略在生物安全温度范围（30–70℃）内即可完成磁化重构，避免生物体高温灼伤。

研究团队提出的动态重编程磁软体机器人在多场景应用中展现出显著优势，从单机多模态变形到多机选择性驱动与协作，从靶向送药到生物实验，实现了多场景应用的突破。为了展示其多模态变形的能力，研究团队开发了一种基于机械臂的磁控系统和小型化设计的轮式磁控机器人，在胃部环境中，轮式机器人可通过动态磁化控制实现多目标药物释放，精准定位病灶区域，实现了其在精准医疗与靶向送药中的应用。

此外，通过动态重编程策略，研究团队实现了多机系统的选择性驱动与协作。在生物实验操作中，微型化设计机器人可分别携带不同试剂，在细胞培养场景中实现选择性染色，分别标记细胞骨架与细胞器。还通过机械锁链机制，使多个机器人间能够动态组装/解离，形成适应任务需求的复合结构（如跨越沟槽的加长体），突破单体尺寸限制，提升系统可扩展性。

中国科学技术大学博士后孙宇轩、博士研究生孙博熙和崔朝为论文共同第一作者。李术军副教授、张世武教授、李向阳教授为共同通讯作者。澳大利亚伍伦贡大学李卫华教授，中国科学技术大学生命科学与医学部、附属第一医院何立教授为论文共同作者。

（工程科学学院 人形机器人研究院 科研部）



参观者在参观“本源悟空”超导量子计算机模型
新华社记者 黄博涵 摄

算这台产业变革的“新引擎”，将推动世界驶向更具想象力的科技新时代。

（转自新华社客户端2025年3月9日）

中国科大提出催化剂抗烧结新策略

本报讯 中国科学技术大学曾杰教授团队在抗烧结催化剂的研究中取得重要进展，研究人员通过构筑“纳米岛”结构催化剂，解决了在甲烷干重整反应中催化剂极易烧结失活的问题。相关研究成果于3月10日发表在《自然·材料》上。

研究团队在催化剂载体与金属纳米颗粒之间嵌入一种均匀分布、小尺寸且互不相连的金属氧化物团簇，其因岛状结构被命名为“纳米岛”。相较于载体，纳米岛可实现对纳米颗粒更强的锚定作用，因此颗粒无法通过整体迁移（PMC）的路径烧结。此外，纳米岛互不相连的结构特征使得从颗粒表面脱离的金属原子难以跨岛迁移，从而抑制了Ostwald熟化（“OR”）。通过同时切断两种烧结路径，纳米岛结构有望显著提升超细金属纳米颗粒的抗烧结性能。

为了构筑纳米岛结构催化剂，研究人员首先在氧化物载体与载体间构建强吸附作用，通过高温受控团聚获得小尺寸、高密度的氧化物纳米岛。与常规的多组分催化剂相比，纳米岛结构催化剂创制的精髓在于实现金属颗粒在纳米岛上的精准落位。为此，研究人员巧妙地引入电性匹配原理，利用载体与纳米岛间的电性差异窗口构建定向吸附作用，使金属离子优先落于纳米岛上；结合溶剂蒸发，驱动金属离子向纳米岛周围富集。经过高温氢气处理，还原得到被锚定在纳米岛上的超细金属纳米颗粒。基于以上思路，研究人员发展了纳米岛结构催化剂的合成库，其中涵盖了常见的催化剂载体，氧化物纳米岛以及活性金属。

在所建立的合成库中，SiO₂负载的La₂O₃纳米岛对Ru纳米颗粒的稳定效果尤为突出。为了

量子计算，未来已来

2025年全国两会上，来自科技领域的声音格外引人注目。全国人大代表、中国科学院量子信息重点实验室副主任郭国平，带着对量子计算技术发展的深刻思考，步入两会会场。

作为21世纪最具战略意义的前沿科技之一，量子计算技术已然成为全球科技竞争的核心焦点之一。去年1月，他带领团队成功推出第三代自主超导量子计算机“本源悟空”。截至目前，“本源悟空”全球访问量突破2000万次，刷新我国自主量子算力服务规模纪录。

郭国平认为，第一次量子技术革命，基于量子的不连续特性，为人类带来了激光、晶体

管、磁共振成像等改变生活的技术。如今，量子科技浪潮再次来临，基于量子叠加性和非确定性，量子计算、量子通信、量子精密测量等新兴技术如雨后春笋般涌现。

“如果将量子科技比作一架飞机，量子计算便是那至关重要的‘发动机’，为整个科技体系提供着强大的动力支撑。”郭国平说，量子计算利用量子叠加与纠缠特性，在特定问题上可实现指数级算力突破，能够为国防安全、生物医药、能源材料、人工智能等算力密集型领域提供革命性解决方案。

郭国平介绍，我国已成立合肥量子计算与数据医学研究院，专注提升医疗数据安全性和