

中国科大基于金刚石量子传感实现环境界面纳米尺度类冰水定量表征新方法

本报讯 中国科大自旋磁共振实验室石发展教授研究团队与上海大学石国升教授、南京大学孔熙副教授合作，在界面吸附层的纳米尺度表征领域取得重要进展。团队基于金刚石氮-空位色心量子传感的纳米磁共振技术，首次在室温大气开放环境中，实现了金刚石界面纳米级“类冰”水层的定量检测与分子吸附竞争行为的解析，清晰揭示了该类冰水层的形成机制及其与有机污染物的竞争吸附规律。相关研究成果为材料界面调控、催化剂设计等领域提供了新的实验方法与理论依据，该研究论文发表在《物理评论快报》上，并被国际学术界

Phys. Org报道。研究团队利用金刚石中约7纳米深度的氮-空位色心作为量子传感器，结合流式样品腔精准调控金刚石表面的气流环境，对表面纳米尺度的氢核及界面电子的磁共振信号开展探测。实验中，研究团队通过H₂O、D₂O同位素替换的方式，对金刚石表面的吸附层进行分层探测，同时利用分子动力学模拟确认了表面分子的吸附构型。这套纳米量子传感技术方案实现了室温大气固液界面吸附层的亚纳米尺度定量分析，填补了传统技术的空白。

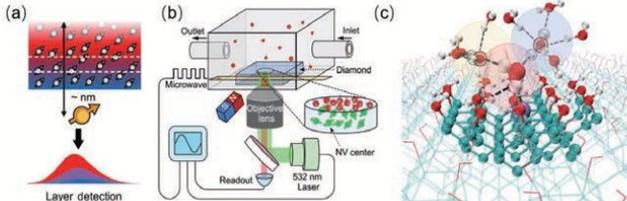


图 (a) 界面水分层探测原理示意图; (b) 基于金刚石氮-空位色心量子传感及流式样品的界面探测分析装置; (c) 界面电子悬挂键附近氢键网络的分子动力学模拟

通过系统的实验与分析，团队研究证实，室温大气下金刚石表面的微观吸附层并非单一结构，而是共存着纳米级类冰水层与紧密结合的有机吸附层，其中水层呈现出典型的固态特征。团队发现水层呈现冰状的重要原因是界面电子：金刚石表面的悬挂键是类冰水层形成的核心“锚定位点”；水分子在悬挂键附近形成了刚性的氢键网络，极大限制了水分子的扩散运动。同时，本次研究首次揭示了有机吸附层与水分子在金刚石表面的吸附竞争规律：空气中的有机分子会与水分子竞争悬挂键的结合位点，随着有机吸附层的不断积累，金刚石表面的亲水性发生改变，类冰水层的氢键网络遭到破坏，水分子的扩散性显著增强，其特征也随之趋向液态。实验还观察到，金刚石表面的类冰水层与气相水分子的交换是一个持续数小时的缓慢过程，这一特性为后续调控界面吸附结构提供了重要参考。

该研究开发出一套基于金刚石氮-空位色心的界面吸附量子传感分析方法，实现了室温大气下表面吸附层的亚纳米精度、非侵入式定量表征，同时首次明确了金刚石表面类冰水层的形成机制与界面分子相互作用规律。界面吸附结构的调控能力直接影响着表面催化效率、二维材料的表面性能与微机电系统的工作稳定性，这项研究成果能够为催化剂设计、低维材料界面调控、微机电系统性能优化等提供新的实验与理论分析方法。

中国科大博士李志杰是该论文第一作者。(物理学院 科研部)

本报讯 近日，中国科大熊宇杰教授团队提出基于等离子和电催化耦合的氮氧合成技术的标准化实施方案。该技术仅需空气和水作为原料，利用可再生能源作为能源，能够在常温常压的条件下快速合成氨。相关研究成果发表于《自然·协议》。

该技术采用“两步法”设计，即前端通过等离体活化空气中的氮气生成氮氧化物，后端再将氮氧化物溶于水形成硝酸根，最后经电催化高选择性还原为氨。与传统氮气还原反应相比，该技术规避了活化难、速率低的问题，同时为电催化硝酸根还原提供了稳定可控的氮源。此外，电催化反应所需的氮氧化物原料也可以从工业含氮废气中获取，这为废弃物的资源化利用带来了新的可能性。

论文详细阐述了该系统的基本原理，就催化剂制备、反应器配置、运行参数控制以及数据分析方法提供了标准化的指导。该研究为氮氧合成的可重复性实验和系统优化提供了可操作性的技术框架，有望推动分散式可持续合成氨技术的发展。

中国科大熊宇杰教授、天津工业大学刘敬祥教授(原中国科学院技术大学特聘研究员)和中国科学院工程研究所邵海研究员为共同通讯作者。(化学与材料科学学院 精准智能化学国家重点实验室 科研部)

中国科大提出常温常压绿氨合成的标准化方案

300亿年误差不超过1秒——我科学家实现时间精密测量新突破

中国科大潘建伟、戴汉宁、陈宇翱、彭承志等在光钟研制方面取得里程碑式进展，成功将铯原子光晶格钟的稳定度和不确定度指标全面突破 10^{-16} 量级，相当于300亿年误差不超过1秒，标志着我国在时间精密测量领域的研究水平已跻身国际最前列。

光钟作为当今最精密的时间频率标准，其核心在于利用原子内部能级跃迁产生的频率信号来定义时间。光钟能提供极高的计时精度，将直接支撑国际单位制中“秒”的重新定义，

使全球时间标准迈入光学时代，精度较现有微波时间标准提升4个数量级。

光钟的性能主要由稳定度与不确定度两大核心指标(均为数值越小则性能越优)衡量。当光钟的稳定度与不确定度均突破 10^{-16} 量级时，将开启一系列重要的前沿应用。例如，实现毫米级重力位与高度精密测量，可用于监测地壳形变、地下水变化、火山活动预警及高精度大地水准面更新，支持空天防控与资源勘探；提供暗物质探测的新方法，可捕捉暗物质

引起的瞬态低频信号，有望超越传统粒子实验平台。值得一提的是，当以上两大核心指标均突破 10^{-16} 量级时，这样的精度水平已显著超过国际计量界对“秒”重新定义的门槛要求，达到这一性能可直接为我国在未来“秒”的重新定义中贡献关键技术。

团队设计并构建了一套精密的双钟比控系统，该系统包含两个完全独立的铯原子光晶格钟：一个是经过细致优化的高性能参考钟，另一个是集成了两套紧凑型原子系统的零死时间钟。零死时间钟通过高精度时钟同步与交替拉姆齐光谱探测，使得合成后的灵敏度函数在整个周期内几乎恒为1，从而实现了对本地区振荡器频率的连续检测，突破了传统瓶颈。通过两台独立铯光钟的直接拍摄对比，验证了2万秒积分

时间内的长期稳定度优于 2.9×10^{-16} 。

在不确定度方面，团队针对制约铯光钟精度的核心系统效应展开了攻关，通过一系列优化，使铯原子光晶格钟综合系统不确定度达到 9.2×10^{-16} ，相当于300亿年误差不超过1秒，成为满足国际单位制秒重新定义要求的高精度光钟之一。

相关成果不仅使得我国在光钟研制方面跻身国际顶尖梯队，也为发展可搬运光钟和星载光钟提供了可行的技术路径，为光钟技术在检验基本物理定律、支撑下一代卫星导航系统、构建全球统一超高精度时间基准等领域的深度应用奠定了坚实的基础。

(原载于《光明日报》2026年3月12日 记者 丁一鸣 冯珂)

中国科大研制出机器人灵巧手指尖六维力传感器

本报讯 中国科大工程科学学院、人形机器人研究院王洪波研究员课题组研制的一种名为“OriCube”的指尖六维力传感器(F-T)传感器。该传感器体积仅 $14 \times 14 \times 12\text{mm}^3$ 、重量4g，在23N量程下实现3mN级分辨率，并可嵌入机器人灵巧手指尖，在曲面接触中实时输出接触点位置与力矢量，为机器人“像人一样用手指触摸与操作”提供关键感知能力。相关研究成果发表在《IEEE/ASME机电一体化汇刊》上。

研究团队提出以嵌入式六轴F/T传感器为核心，结合几何模型实现内生触觉感知(Intrinsic Tactile Sensing, ITS)，以更简洁的系统实现实时触觉感知(图)。

OriCube采用折纸式三维线圈阵列(基于柔性电路板FPC一体制造并折叠成三维结构)，利用电涡流耦合效应，同时测量金属外壳在六个自由度(平移与转动)上的微小位移和转角。该结构设计显著降低了轴间串扰，同时实现了

线圈与信号调理电路的小型化封装集成，便于机器人指尖。在机械设计上，OriCube使用模块化硅胶“微弹簧”弹性体(12个微型弹簧)将外部力/力矩加载转换为壳体的位移与转角，并允许对不同轴间刚度进行调节，可按需设计，实现灵敏度与量程的平衡。

严格标定和测试结果表明，OriCube在“指尖尺寸、低功耗、强鲁棒”约束下实现了高性能六轴力/力矩测量：具有体积小($14 \times 14 \times 12\text{mm}^3$)、重量轻(4g)、功耗低(45mW)等特点；同时具备较低的轴间串扰与较高测量精度(最大误差 $\leq 2\%$ 、最大串扰 $\leq 2.24\%$)，并在6小时连续运行中保持较小漂移($\leq 0.24\%$)。此外，该传感器既能感知羽毛轻触等弱接触，也能承受锤击带来的冲击脉冲，并对外界磁场扰动表现出良好抑制能力，可在复杂工况下为机器人提供可靠稳定的感知信息。

团队将OriCube嵌入三维打印仿生指尖结

构，结合ITS方法在指尖曲面上实现了实时触觉感知，可同时估计接触位置与接触力矢量。实验结果表明，该指尖触觉感知方法得到的结果与外部参考力传感器高度一致。该工作提供了一种

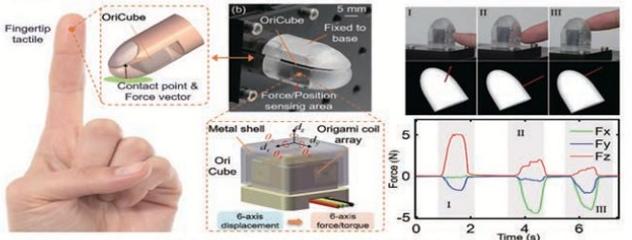


图. 基于指尖六维力传感器的内生触觉感知

低成本、高鲁棒性、易集成的灵巧手触觉感知新方案，可为机器人在不确定环境下的灵巧复杂操作提供关键的触觉感知信息。

工程科学学院精密机械与精密仪器系博士生徐迪澳为论文第一作者，工程科学学院、人形机器人研究院王洪波研究员为论文通讯作者。(工程科学学院 人形机器人研究院)

中国科大师生热议2026年全国两会

(上接1版)

全国政协委员、常务副校长、中国科学院院士潘建伟表示，“十四五”期间，在党中央的坚强领导下，量子科技事业得到大力发展，量子通信持续保持国际领先，量子计算稳居国际第一方阵，量子精密测量的多个方向跃进国际先进水平。经验表明，关键核心技术是要不来等不来的。在“十五五”期间，他将带领团队持续加强原始创新，推动产学研深度融合，加快成果转化，让量子科技更好地服务新质生产力培育、赋能经济社会高质量发展。

全国政协委员、校党委常委、副校长刘连新表示，过去的一年里，他聚焦医学人工智能落地、医疗设备自主创新、医疗产业国际化发展等课题，深入开展调研、积极建言。今年是“十五五”开局之年，也是健康中国建设纵深推进的关键一年。他将坚持临床与调研相结合，捕捉基层实情，形成有理有据的调研成果；找准切口，紧扣国家战略部署，聚焦行业趋势与民生需求，确保建言落在点上；强化履职实效，推动政策转化、建言从纸上落到地上，为健康中国建设贡献智慧与力量。

物理学院党委副书记石发展表示，政府工作报告重点提到了“全面推进科技强国建设战略部署”，“加快高水平科技自立自强”，并且持续提高科技投入，加大对基础研究的长期稳定支持，体现了以习近平同志为核心的党中央领导、推动我国从科技大国向科技强国迈进的决心。作为一名中共党员和基层青年科技工作者，他倍感责任重大。面对新一轮科技革命和产业变革历史机遇，奋进正当其时，个人科学理想与国家需求同频共振。学院将万众一心、砥砺前行，为实现高水平科技自立自强不懈奋斗。

公共事务学院党委委员、团委书记、法律硕士联合党支部书记彭小莹表示，政府工作报告立足高质量发展全局，聚焦科技创新、民生保障、公共服务与治理现代化，为教育事业发展与公共管理人才培养指明了方向。作为一名公共管理学科的教育工作者，他将把报告精神融入立德树人全过程，紧扣公共事务学院专业定位，以培育高素质公共管理人才为目标，引导青年学子胸怀“国之大者”，把个人成长融入国家治理现代化进程。

少年班学院教工党支部书记郭民生表示，政府工作报告强调要一体推进教育科技人才发展，为高校高质量发展指明方向。高校管理工作是保障办学、立德树人的重要环节。未来，他将坚持立德树人、为国育才的初心使命，把报告精神融入日常工作，围绕创新拔尖人才培养、学生全面发展等中心工作，以更严谨的态度、更务实的作风履职尽责、主动作为，不断提升工作效能，为推动高等教育提质增效、培养时代新人贡献自己的力量。

数学科学学院本科新生班主任徐明巧表示，政府工作报告强调教育、科技、人才一体推进，为育人工作指明了方向。未来，她将以思政铸魂，把思政教育融入日常管理主题班会，用榜样力量引领方向，帮助新生扣好人生第一粒扣子，引导他们将个人理想融入国家发展大局；以关爱润心，针对新生适应期特点，多谈心、多倾听、多陪伴，筑牢心理健康根基；以协同聚力，主动做好家校联动，强化学风建设，引导学生夯实数学基础，提升科学素养，努力成长为适应国家战略需求的创新人才。

软件学院研究生高珂表示，政府工作报告重点聚焦新质生产力培育，明确部署集成电路、人工智能等新兴产业发展，提出深化拓展“人工智能+”，为软件工程专业学生提供了广阔的发展

舞台。作为该专业学生，他将两会精神为指引，扎实学好专业基础知识，主动关注量子科技、6G、具身智能等前沿领域，积极参与技术创新，锤炼过硬本领，努力将专业所学与国家需求紧密结合，助力数字经济核心产业发展，为国家科技自立自强贡献青春力量。

临床医学院2025级临床医学博士生彭毅涌表示，政府工作报告强调以创新引领发展新质生产力，生物医药、人工智能等成为医学发展的重要方向，医学新质生产力正推动医疗向精准化、智能化转型。未来，他将立足学业、勤修笃行，把个人成长融入国家科技强国和健康中国建设伟大事业中。

国家同步辐射实验室2021级研究生党支部宣传委员宋玉宝表示，认真学习政府工作报告后，他备受鼓舞、倍感振奋。我国科技发展已从以应用创新为主，转向主动定义标准、引领规则的新阶段。在新型举国体制支撑下，基础研究与社会应用实现了高效贯通，彰显出前所未有的战略纵深。未来，他将融入个人成长于国家发展，在具体科学问题和技术瓶颈中寻求切入点，力争实现从理论到应用的实质性贡献。(党委宣传部)