

中国科大首次在水溶液环境中实现单个生物分子磁共振谱探测

本报讯 中国科大杜江峰院士领衔的研究团队运用量子技术首次在室温水溶液环境中探测到单个DNA分子的磁共振谱，从而向运用单分子磁共振研究生物分子在生理环境中的构像和分子间相互作用迈出了重要一步。该工作发表在2018年9月出版的《自然·方法》上，并被选为五篇封面标题文章之一。

磁共振技术能够在溶液环境准确无损地获取物质的组成和结构信息，是目前研究生物分子结构和动力学的最有效的工具之一。然而，传统的磁共振技术受限于探测灵敏度，其研究对象通常为数十亿分子的宏观体系，无法实现单分子的研究。杜江峰院士团队利用钻石中的氮-空位点缺陷作为量子传感器（以下简称“钻石传感器”），它在绿色激光和特定频率微波脉冲的调制下，形成对磁信号敏感的量子干涉仪，将微弱的磁信号放大为量子相位信号，并利用光学手段进行读出。同时，由于钻石传感器的尺寸在原子量级，可以实现纳米尺度的空间分辨能力。因此，钻石传感器可以实现单个分子探测，并能通过磁共振谱学解析其结构和动力学等信息。

杜江峰院士领导的团队此前的研究已经表明，基于钻石传感器能够探测单个蛋白质分子的磁共振谱[Science 347, 1135 - 1138 (2015)]，实现了单分子磁共振的首次突破。该实验中的蛋白质分子被生物胶固定在钻石表面。然而，水溶液环境是生物分子保持生物活性并进行



基于钻石传感器实现水溶液中的DNA分子探测

生命活动所必须的环境，在水溶液环境中进行单分子的磁共振探测是研究其生物功能的必经之路。杜江峰院士团队与南加州大学覃智峰教授合作，以双链DNA分子作为探测对象，此DNA分子被放置在钻石表面并填充水溶液以保持其生理状态。首先，为了防止DNA分子在溶液中的扩散，该团队设计了一套化学反应流程，将DNA分子的一条链（下图红色虚线示意）一端通过氨基修饰，化学键合“拴”在钻石表面，这也保证了DNA分子在钻石表面的均匀分布；同时将一种常用的氮氧自由基顺磁标签标记到DNA的另一条链（下图蓝色实线示意），其可以在水溶液中与键合链自由的复合-解链。其次，得益于钻石微纳技术

的发展，加工得到钻石纳米柱，同时改进微波操控技术，使得探测效率大幅提升，能够快速测得单分子磁共振谱，信号获取时间从小时量级缩短到数分钟。最终，该团队成功地获取了水溶液环境下单个DNA分子的磁共振谱，并通过谱分析得到其动力学和环境特征信息。通过谱线展宽和仿真计算得到该DNA分子自由基的运动特征时间信息；通过谱线超精细分裂大小得到该DNA分子所处的疏水性环境信息。

该工作为在水溶液环境中研究单个生物分子的结构和功能提供一种新的技术方法，是朝向细胞原位单分子研究迈出的重要一步。以此为基础，和扫描探针、梯度磁场等技术相结合，未来可将该技术应用于生命科学领域的单分子成像、结构解析和动力学检测，从单分子层面理解生物特性和生命功能，具有广泛的应用前景。审稿人评述该工作：“单分子技术是当代生命科学的发展至关重要的一项技术，实现单个DNA分子的探测及其动力学行为研究将引起相关领域科学家很大的兴趣”。

中科院微观磁共振重点实验室石发展、孔飞和赵鹏举为该论文并列第一作者，杜江峰院士和覃智峰教授为该文通讯作者。

（中科院微观磁共振重点实验室 物理学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心 中科院量子信息与量子科技创新研究院 科研部）

中国科大成功制备仿蜘蛛丝结构的高性能导电水凝胶纤维

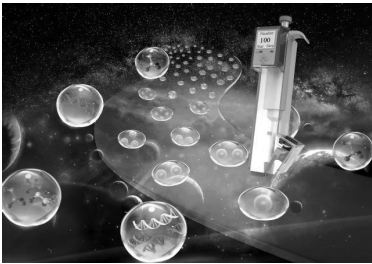
导电性能以及抗冻性能。MAPAH纤维具有高拉伸强度（5.6 MPa）和大断裂伸长率（1200%），并且可以在大幅度拉伸后快速回复。PAAS水凝胶作为导电芯（电导率为2 S m⁻¹），PMA层作为防水和绝缘涂层，使MAPAH纤维可以作为具有高可拉伸性的弹性导线。MAPAH纤维在-350C也能保持其可拉伸性和导电性，表

现出优异的抗冻性能。作为一种高性能和低成本的可拉伸导电水凝胶纤维，MAPAH纤维将可用于开发基于纺织材料的可拉伸电子器件。

该成果发表在《自然·通讯》上，硕士毕业生赵雪和二年级博士生陈芳是文章的第一作者。

（化学与材料科学学院 科研部）

中国科大成功研制具有纳升级精度的手持式数字移液器



数字液滴移液器用于微小体积液体操纵

本报讯 近日，中国科大工程科学学院李保庆副教授与美国加州大学戴维斯分校潘挺睿教授合作，提出并实现了一种具有纳升级精度的液体移取技术。该技术结合普通移液器技术与微流控打印技术，利用微流控芯片可控产生纳升体积的液滴，以单个液滴为最小单元，实现了纳升级精度液体的吸取与分配。该成果发表在工程技术1区著名期刊《Lab on a Chip》，并入选当期封面（Front Cover）。

在生物、化学应用中，对液体试剂的操控是其中最基本的一项操作。而移液器是当前使用最为广泛的一种便携式液体操控仪器。它基于气动活塞式原理进行吸液和分液。对于这种工作方式，在进行微量液体移取，如液体体积小于1微升时，误差急剧上升，移取精度难以

保证。该论文提出一种完全不同于现有工作原理的新型数字液滴式移液法，将当前移液器的分辨率提高两个数量级以上，对亚微升体系液体操控的误差可以减小两个数量级。

文中，作者利用微流控冲击打印的方式产生具有高度一致性的纳升量级液滴。区别于芯片内液滴微流控的方法，液滴打印的位置可以随意选取，并且关键点是可以按所需求的液滴数目来进行打印。单个纳升量级的液滴作为最基本的单元即最小分辨率，以数字化的方式通过累积单个液滴单元的数目来实现不同剂量的液体分发。在这款纳升级精度的移液器中，通过一个小型的打印装置对存有液体的微流控芯片进行敲击，在敲击的过程中实现微液滴的产生。结合传统移液器和新型微流控冲击打印技术，这种新型的移液器不仅具有传统移液器所不具备的高分辨率和高精度，并且在其吸取和分发液体的操作性上同传统的手持式移液器一样方便易用。该设备可广泛应用于各种高精度液体操控的实验。例如，利用该设备可以直接稀释获取不同浓度试剂，取代以往的连续稀释产生浓度梯度的方法，不仅操作简单，节省昂贵试剂，更重要的是避免连续稀释过程中巨大的误差累积。

博士生毛宇昕为论文第一作者，李保庆和潘挺睿为共同通讯作者。

（工程科学学院 科研部）

生命科学与医学部召开研究生教育研讨交流会

本报讯 9月10日晚，中国科大生命科学与医学部研究生教育研讨交流会在生命科学学院召开。医学部党委书记刘同柱，执行部长薛天教授，党委常务副书记、副部长魏海明教授，科大附一院院长许戈良教授等出席会议。2018年新评聘的附院25名博士生导师及13名硕士生导师、院士团队教授代表、生命科学学院研究生教育教学主管、附一院研究生科负责人、2018级研究生班主任和辅导员等参加会议，会议由生命科学学院副院长臧建业教授主持。

首先，薛天代表生命科学与医学部致辞。他向各位附属第一医院的新导师表示教师节的祝贺，向全体参加研究生教育研讨交流会的各位导师表示感谢。他说，中国科大历来有英才教育的优良传统，始终把学生培养作为学校和学院建设发展的中心环节常抓不懈。作为加入科大导师大家庭的各位导师，2018级研究生已经入学，按照科大标准，培养科大的研究生成为各位导师的重大责任和光荣使命。

随后，许戈良代表中国科大附一院致辞。臧建业从研究生招生、课程学习、完成论文、学位申请四个方面，向各位导师介绍了生命科学与医学部的研究生培养过程和要求，尤其是明确了研究生推免、转博、论文发表和毕业论文写作等具体要求，并结合实例做了生动的讲解。生命科学学院研究生教育教学主管杨代霞老师介绍了学生管理要求与导师门户系统使用方法。生命科学学院党委副书记丁丽俐就研究生日常服务与管理工作的要求，尤其是做好思想政治工作，加强德育培养、学生违纪处分条例、研究生奖贷补说明、学生心理辅导等做了细致介绍。

最后，刘同柱鼓励大家，保持初心，坚持“理工医交叉融合、医教研协同创新、生命科学与医学一体化发展”的科大新医学办学理念，为建设具有中国特色、科大风格的世界一流生命科学与医学部而共同努力。

（生命科学与医学部）

第四届中日几何会议召开

本报讯 9月6日-9月12日，第四届中日几何会议在合肥召开，会议邀请了20多位来自日本和国内知名的几何学领域学者，分别就子流形几何、复几何以及几何分析等方向做学术报告。南开大学张伟平院士担任大会主席。来自国内20多所高校的近100名师生参加了会议。

数学科学学院执行院长李嘉禹教授致开幕词，欢迎来自日本和国内各高校的报告人和参会者。他说，此次中日几何会议正逢科大60周年校庆之际，这对于科大几何学领域的合作研究和学术交流有着重要意义，他还简要介绍了合肥市和科大数学科学学院的情况。

田刚院士发言介绍了中日几何会议的渊源。作为中日两国之间的延续性盛会，中日几何会议无疑为两国几何领域研究者提供了很好的交流平台。日本东北大学宫岡礼子教授代表日方发言，感谢科大今年承办中日几何会议，并希望与会者都能在会议中增进交流，有所收益。

中日几何会议是由中国和日本数学家共同发起的数学学术会议，每年由中日双方轮流举办，旨在促进两国几何学家的学术交流，共同培养两国的青年数学家。

第五届中日几何会议将于2019年9月1日-7日在日本立命馆大学举办。

（数学科学学院）

中国科大团队在锂硫电池研究方面取得重要进展

本报讯 近日，中国科大钱逸泰院士团队和王功名教授课题组通过实验和理论结合的方式，研究了金属钴基化合物在Li-S化学中的动力学行为，发现钴基化合物中阴离子的价电子的p能带中心相对费米能级的位置是影响Li-S电池界面电子转移反应动力学性质的主要因素。近日，该研究成果发表在Cell Press旗下的国际顶级能源材料期刊Joule杂志上。论文第一作者是博士后周建斌，副研究员刘晓静和硕士研究生祝琳敏。

DFT模拟结果表明，相比于Co3O4、CoS2和Co4N，CoP对Li2S6以及Li2S的吸附能相对适中。同时电荷差分密度分析表明，吸附能与材料表面电荷的局域程度有很大的相关性；结合其电化学行为，发现过强或过弱的吸附能都不利于多硫化物电化学反应中的Sabatier理论一致；通过尝试关联不同钴基化合物的阴离子价带的p能带中心位置与多硫化物电化学反应的动力学性能，发现改变阴离子价电子的p能带中心相对费米能级的位置，能够有效调控界面电子转移反应动力学，从而成为影响Li-S化学动力学性能的主要因素。

该项研究得到国家重大科学研究计划、国家自然科学基金等项目的资助。

（合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学学院 科研部）