

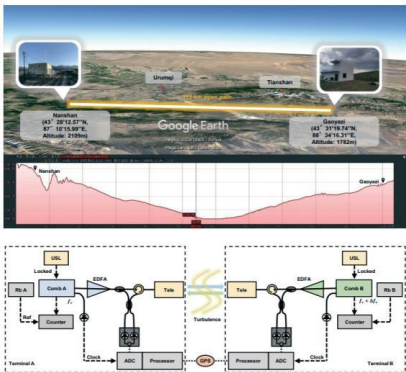
中国科大实现百公里开放大气双光梳精密光谱测量

本报讯 由中国科学技术大学潘建伟、窦贤贤、张强和薛向辉教授等人组成的交叉研究团队，通过发展大功率低噪声光梳，结合时间频率传递等量子精密测量技术，在国际上首次实现百公里级的开放大气双光梳光谱测量。该技术可应用于监测大尺度范围的地球大气温室气体（GHG）和污染气体，还可以扩展到卫星和地面之间的大气双光梳光谱测量，用于全球尺度的温室气体监测和精确校准。相关研究成果于9月12日在线发表于《自然·光子学》上。

大气光谱学是研究大气化学和物理性质的关键技术，通过探究光与大气中分子和颗粒的相互作用来研究大气问题，广泛应用于全球气候变化、碳预算评估和空气污染研究等领域。目前大气光谱遥感所使用的光栅光谱仪（FTS）等技术能够以不同的时间和空间分辨率提供地球大气成分的光谱学数据。然而，这些技术存在诸多限制，如无法在夜间进行测量、无法同时测量多种组分等。

近年来，开放大气双光梳光谱技术被证明是进行准确、连续、多气体测量的理想技术。双光梳光谱技术具有高采样速度、溯源至原子钟级别的绝对频率精度和可以同时测量多个组分等优点，在油田监测、城市车辆排放、畜牧排放测量和温室气体监测等领域有广泛应用。该技术不受湍流扰动和背景噪声的影响，在原理上能够在不校准的情况下测量更长的距离，因此被认为是用于大气遥感的理想精密光谱工具。然而，当前国际上所能实现的最近的测量距离不超过20公里，只能针对工厂、牧场等小范围区域实现监测，而无法应用于更大的区域，如大城市、雨林等。

在本工作中，研究团队开发了一种新的双光梳方案开放大气双光梳光谱测量方案。相比于传统单光梳方案，该方案无需在测量远端放置反射器，光只需要经过待



百公里开放大气双光梳光谱测量示意图

域有广泛应用。该技术不受湍流扰动和背景噪声的影响，在原理上能够在不校准的情况下测量更长的距离，因此被认为是用于大气遥感的理想精密光谱工具。然而，当前国际上所能实现的最近的测量距离不超过20公里，只能针对工厂、牧场等小范围区域实现监测，而无法应用于更大的区域，如大城市、雨林等。

在本工作中，研究团队开发了一种新的双光梳方案开放大气双光梳光谱测量方案。相比于传统单光梳方案，该方案无需在测量远端放置反射器，光只需要经过待

测路径一次即可完成测量，从而极大地减小了链路损耗，因此更适用于远距离、大尺度的测量。利用该方案，研究团队在乌鲁木齐成功测量得到113公里水平开放大气中水汽和二氧化碳的强度谱和相位谱，该距离比国际上最近的测量距离高了约一个数量级。该工作创新性地融合了潘建伟、张强等前期发展的高精度自由空间时间频率传递技术，频率准确度达到了10kHz，并通过自主研发的高精度反演算法，实现的二氧化碳反演精度在36分钟内小于0.6ppm。

该工作使得双光梳光谱能够测量的大气距离从几十公里提升至一百多公里，扩大了该技术的应用范围。同时，系统可容忍最大损耗为83dB，与中高轨星地链路损耗相当，为实现未来的星地大气双光梳光谱测量奠定了坚实基础。

该工作是量子信息科学与地球科学深度融合所取得的重要成果，预示着基于光频梳的量子精密测量技术将在地球科学、深空探测、环境科学和油气行业等领域得到广泛应用。

中国科学技术大学博士生韩金剑、钟伟和副研究员赵若灿是本论文的共同第一作者。

（科技部 物理学院 合肥微尺度物质科学国家研究中心 中国科学院量子信息与量子科技创新研究院）

中国科大在仿生光电神经感知器件领域取得新突破

本报讯 近日，中国科学技术大学微电子学院孙海定教授iGaN Lab课题组与武汉大学刘胜院士团队合作，在仿生光电神经感知器件的前沿研究中取得重要进展。研究团队成功开发以第三代半导体氮化镓（GaN）为核心材料的光电神经感知器件，实现了具有化学调控的神经形态功能。该器件首次提出利用光电化学器件架构，结合传统半导体构建新型光电/电解质界面，并逼真模拟了生物体内的复杂视觉行为。相关研究成果发表在《自然·通讯》上。

随着人工智能和大数据时代的迅猛发展，数据量与信息处理需求急剧增长，而光电感知技术作为现代信息传输和处理的核心手段，显得愈发关键。受生物视觉启发的光电神经感知器件，有望将光电感知、信息存储和信息处理功能集成到同一系统中，为多功能集成感知系统的发展提供全新途径。然而，现有的光电神经感知器件主要依赖于传统光电物理过程，无法有效模拟生物视觉系统中复杂的化学-光电全过程，较大程度限制了其功能性和应用前景。

近年来，光电化学器件因其将物理和化学过程相结合的独特工作优势，逐渐成为研究热点。在前期研究中，团队利用分子束外延技术所制备的高质量GaN纳米线，在p-n异质结纳米线中首次实现光电流极性翻转现象，并将其应用于光电逻辑门和光下加密通信系统中。在光电化学器件原型基础上，针对对现有光电神经感知器件所面临的挑战，团队提出基于GaN纳米线的光电化学神经形态器件架构。该架构首次将生物系统中的溶液介导的化学-电过程与固态器件中的光电过程相结合，显著提升了器件的功能性和生物兼容性（图1（a）和（b））。

通过这种新型器件的构建，团队实现了双模式的突触行为，并通过表面铂金属的化学修饰，利用新型半导体/电解质界面结构，成功调控了器件的突触响应行为。同时，该器件还展现了类生物系统的光电化学突触特性。更为重要的是，该器件能够模拟人体内的氧化应激过程，并进一步重现氧化应激引发的视觉认知衰退现象。

具体地说，由于向错线中拓扑结构的转变，诱导胶体纠缠结构手性的可控转换。研究团队通过操纵向错线的拓扑模式和几何形状，还实现了胶体纠缠的合并和分裂等多种集体行为。手性转换表现为胶体自组装的集体旋转的“多米诺效应”，此外，通过调控向错线网络的时空演化，还实现了一种复杂的胶体纠缠螺旋结构。

通过深入理解拓扑结构的形成和重组机制，研究团队能够精确控制材料的微观结构，从而实现对其宏观性能的调控。拓扑学在软物质系统中的应用不仅为材料科学开辟了新的研究方向，而且为智能活性材料和自组装微型机器人的设计和开发提供了新的思路。

中国科学技术大学研究员蒋景华博士、孟菲斯大学Oluwafemi Akomolafe和香港科技大学王馨玉博士为论文的共同第一作者，蒋景华教授和张锐教授为论文共同通讯作者。（物理学院 科研部）

和应用场景。

近年来，光电化学器件因其将物理和化学过程相结合的独特工作优势，逐渐成为研究热点。在前期研究中，团队利用分子束外延技术所制备的高质量GaN纳米线，在p-n异质结纳米线中首次实现光电流极性翻转现象，并将其应用于光电逻辑门和光下加密通信系统中。在光电化学器件原型基础上，针对对现有光电神经感知器件所面临的挑战，团队提出基于GaN纳米线的光电化学神经形态器件架构。该架构首次将生物系统中的溶液介导的化学-电过程与固态器件中的光电过程相结合，显著提升了器件的功能性和生物兼容性（图1（a）和（b））。

通过这种新型器件的构建，团队实现了双模式的突触行为，并通过表面铂金属的化学修饰，利用新型半导体/电解质界面结构，成功调控了器件的突触响应行为。同时，该器件还展现了类生物系统的光电化学突触特性。更为重要的是，该器件能够模拟人体内的氧化应激过程，并进一步重现氧化应激引发的视觉认知衰退现象。

具体地说，由于向错线中拓扑结构的转变，诱导胶体纠缠结构手性的可控转换。研究团队通过操纵向错线的拓扑模式和几何形状，还实现了胶体纠缠的合并和分裂等多种集体行为。手性转换表现为胶体自组装的集体旋转的“多米诺效应”，此外，通过调控向错线网络的时空演化，还实现了一种复杂的胶体纠缠螺旋结构。

通过深入理解拓扑结构的形成和重组机制，研究团队能够精确控制材料的微观结构，从而实现对其宏观性能的调控。拓扑学在软物质系统中的应用不仅为材料科学开辟了新的研究方向，而且为智能活性材料和自组装微型机器人的设计和开发提供了新的思路。

中国科学技术大学研究员蒋景华博士、孟菲斯大学Oluwafemi Akomolafe和香港科技大学王馨玉博士为论文的共同第一作者，蒋景华教授和张锐教授为论文共同通讯作者。（物理学院 科研部）

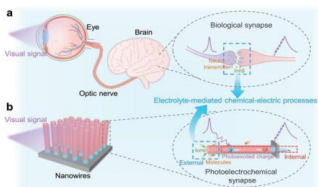


图1. 生物视觉系统（a）和光电化学神经器件（b）对比

这一器件架构不仅突破了传统光电神经感知器件的局限性，借助其独特的溶液工作环境，还能够与生物系统兼容并实现一体化集成，有望在仿生视觉、神经形态生物传感、光脑接口和神经假肢修复等领域开辟新的应用前景，为未来光电子与生物电子的交叉与集成应用提供新的发展方向。

中国科学技术大学博士刘鑫、已毕业汪丹浩博士和博士生陈伟为论文的共同第一作者，孙海定教授为论文通讯作者。（微电子学院 科研部）

中国科大在单原子催化剂 配位环境调控研究中取得新进展

本报讯 近日，中国科学技术大学曾杰教授研究团队发现氧化镍负载的铱单原子催化剂在阳极水氧化反应中的活性和铱单原子的第二层配位-氧-镍配位数呈火山型关系。相关研究成果发表在《德国应用化学》上。

精准构建单原子催化剂金属中心原子的配位环境对阐明单原子催化剂结构和催化活性之间的关系非常重要。然而，即使是具有相同组成和化学性质的单原子催化剂，关于局部配位环境影响的争论也相当复杂，需要更多地关注第二配位壳层的调节。对于氧化物载体，由于其结构的稳定性，精准调控负载在氧化物载体上单原子的第二层配位环境仍然面临挑战。

在本工作中，研究人员通过设计不同的键合策略，合成了三种具有不同铱原子第二层配位数的氧化镍负载的铱单原子催化剂，铱单原子第二层配位-氧-镍配位数分别为3、4、5。电化学测试表明，铱第二层配位数为4的Ir₂-NiO催化剂表现出最优异的活性，在过电势300mV时，可以达到0.4毫安每平方厘米的本征电流密度，分别是Ir₃-NiO催化剂和Ir₅-NiO催化

学校举办2024科创项目成果展
本报讯 9月11日，中国科学技术大学2024科创项目成果展在中安创客全球路演中心举行，校党委常委、副校长周从照出席开幕式并发表讲话。校长特别助理，苏州高研院党委书记、执行院长褚家如，安徽省投资集团党委委员、副总经理汪世杰，省高新技术投资有限公司副总经理、安徽中安创客科技园有限公司董事长王芳，学校创新创业导师代表、各院系领导、公益性创新创业基金立项项目团队代表以及学生基金管理团队代表等参加成果展。

周从照在讲话中表示，在安徽省委省政府和校内外各界专家、老师的关怀支持下，我校众多学生、校友创新创业团队经过扎实的理论学习 and 丰富的实践锻炼，不少创新创业项目取得了突破性进展和成果。本次成果展展出了150个项目，涵盖工程技术、材料能源、信息技术、生物医药等多个领域。希望同学们借此机会多交流、多学习、多思考，为国家进步、社会发展贡献科大智慧与科创力量。

汪世杰在致辞中指出，中安创客科技园作为中国科大“大学生创新创业实践基地”，将进一步通过“基地+基金+科创服务”模式，依托“众创空间—孵化器—加速器—产业园—科创社区”全链条科创孵化服务体系，与中国科大的人才、技术等创新资源全方位链接贯通，建立产业资本与优质成果转化项目无缝对接、资源互补和联动发展的链接通道，共同推动科技创新和产业创新深度融合。

成果展上，有的项目展示了最新研发的智能肌电假肢、智能冲洗机器人、穿戴式监护仪、量子探测器、超窄线宽激光器样品样机，正在积极推进产业合作；有的项目已经获得市场认可，实现了营业额快速增长；更有多个“挑战杯”“互联网+”国赛金奖项目已经产业化，充分展现了我校学生“硬核科技创新”的强劲实力和独树一帜的创新创业教育体系的良好成效。

本次成果展吸引了省内外数千位行业专家、企业家、投资机构负责人、青年创客、科技爱好者等参观交流。

经过展示交流、专家和观众现场投票，共有20个学生创新创业项目脱颖而出，荣获“最受导师青睐奖”“最受观众喜爱奖”。

成果展期间，还举办了科创项目资本对接会，多个项目经过项目路演、专家提问、洽谈交流，获得7000余万元的投资意向和多项产业合作意向，不仅为项目的持续推进和发展壮大提供了资源支撑和产业对接，更标志着资本市场对我校学生科创项目的创新性和产业化前景的高度认可。（创新创业学院）

中国科大在拓扑驱动胶体纠缠研究领域取得重要进展

本报讯 2016年，关于拓扑相变和拓扑相的理论研究工作被授予诺贝尔物理学奖。因此，将数学中拓扑的概念引入至凝聚态物理系统中产生了各种新奇物理现象。其中，拓扑纠缠是理解固体系统中拓扑排序的关键。而在软物质凝聚态系统，特别是液晶体系中，拓扑纠缠则以具有三维拓扑结构的向错线缠绕胶体颗粒的形式存在。驱动非平衡态拓扑纠缠并实现其可重构自组装一直是凝聚态物理领域内的巨大挑战。针对此科学问题，中国科学技术大学物理系晨晖教授团队和香港科大张锐教授团队合作，利用液晶为研究体系，首先解析了具有不同拓扑结构的向错线和胶体颗粒形成胶体纠缠结构的机制，而后展示了拓扑结构的非平衡态相互转换可激发胶体纠缠结构的手性变化。该团队阐明了如何利用向错线的拓扑和几何特性实现胶体纠缠结构的集体手性转换的物理机制。这项工作为设计智能胶体复合材料开辟了新的方向。相关研究成果通过直投的方式近日发表于《美国科学院院刊》。

在微观尺度，胶体颗粒周围的拓扑结构与向错线拓扑结构如何耦合形成胶体纠缠结构，且向错线拓扑结构的变化如何引起胶体纠缠结构的变化等问题一直悬而未决。因此，研究团队通过在向列液晶中

引入两种不兼容的拓扑模式，制备了胶体纠缠结构。胶体纠缠的形成机制源于向错线拓扑结构与胶体拓扑结构的耦合。在没有外部刺激的情况下，非手性向列液晶中可随机产生左手和右手两种不同手性的胶体纠缠结构。然而，向错线在光驱动至非平衡态时，胶体纠缠结构的重组得以实现。

具体地说，由于向错线中拓扑结构的转变，诱导胶体纠缠结构手性的可控转换。研究团队通过操纵向错线的拓扑模式和几何形状，还实现了胶体纠缠的合并和分裂等多种集体行为。手性转换表现为胶体自组装的集体旋转的“多米诺效应”，此外，通过调控向错线网络的时空演化，还实现了一种复杂的胶体纠缠螺旋结构。

通过深入理解拓扑结构的形成和重组机制，研究团队能够精确控制材料的微观结构，从而实现对其宏观性能的调控。拓扑学在软物质系统中的应用不仅为材料科学开辟了新的研究方向，而且为智能活性材料和自组装微型机器人的设计和开发提供了新的思路。

中国科学技术大学研究员蒋景华博士、孟菲斯大学Oluwafemi Akomolafe和香港科技大学王馨玉博士为论文的共同第一作者，蒋景华教授和张锐教授为论文共同通讯作者。（物理学院 科研部）

剂的3.1和2.2倍，催化活性和铱-氧-镍配位数之间呈现火山型的关系。

研究团队随后对此现象进行了电化学原位谱学和理论计算研究。原位拉曼光谱研究表明，铱单原子是Ir₂-NiO催化剂发生阳极水氧化反应的主要活性位点。理论计算结果表明，Ir₂-NiO的高活性归因于Ir₂-NiO减弱了对OOH中间体的吸附，使得反应决速步的能量更低。此外，Ir₂-NiO的d_{z²}轨道能量和电子数更高，导致了Ir₂-NiO结合OOH中间体的铱-氧键更弱，从而减弱了对OOH的吸附，从而提高了阳极水氧化的活性。

以上研究通过调控键合策略实现了在氧化物载体表面精准调控单原子的第二层配位环境，深入理解了单原子催化剂第二层配位数和催化活性之间的火山型关系，为设计高效的水氧化催化剂提供了新思路。

中国科学技术大学特聘副研究员魏杰和博士生唐彬为论文的共同第一作者，曾杰教授和刘彦特任副研究员为通讯作者。（合肥微尺度物质科学国家研究中心 科研部）