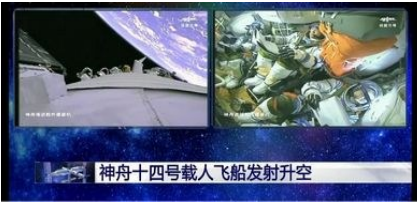


# 中国科大流媒体处理技术应用于神舟十四号载人飞船返回舱图像增强

**本报讯** 6月5日,神舟十四号载人飞船成功发射,约7小时后成功对接于天和核心舱,航天员陈冬、刘洋、蔡旭哲进入天和核心舱,并将按计划开展相关工作。

此次神舟载人飞船返回舱图像首次使用了中国科大吴枫教授课题组研制的流媒体图像质量增强系统,该系统基于他们所建立的非均匀率失真理论,显著提升了图像的清晰度和画质。

神舟载人飞船返回舱是航天员在飞船发射、交会对接以及返回地面阶段需要乘坐的飞船舱。与在轨的空间站不同,返回舱和地面之间的通信链路资源极其有限,使用传统的视频通信技术严重影响了返回舱图像的分辨率和画质。在神舟十三号及以前的飞船中,返回舱图像的有效分辨率仅为 $352 \times 288$ ,难以适应目前高分辨率、



神舟十四号载人飞船发射升空,右侧的返回舱图像已使用图像增强技术

大屏显示的画面要求。

吴枫教授课题组在2021年11月接到需求后,组织人员开展科研攻关,基于他们所建立的非均匀率失真理论,提出了深度学习压缩视频超分辨率增强技术,将图像的分辨率提升16倍以上至 $1920 \times 1080$ ,图

像峰值信噪比提高4dB以上;进一步研制了支持实时流媒体处理的图像增强系统,系统处理速度达到25帧/秒,端到端处理时延小于1秒。该系统用于返回舱和地面之间的视频通信中提升图像的清晰度和画质。系统应用后,主观感受视频画质有显著提升,在4K以上的大屏显示更加明显。系统已在神舟十四号载人飞船的待发段、发射段、上升段和交会对接段全程使用,后期能够用于神舟十四号载人飞船的返回段以及神舟系列载人飞船的后续任务。

中国科大信息科学技术学院的教师、研究生以及合肥综合性国家科学中心人工智能研究院的工程师参与了该项技术攻关和系统研制。

(信息科学技术学院 合肥综合性国家科学中心人工智能研究院)

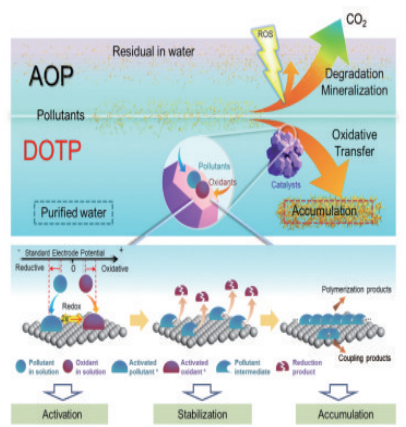
# 中国科大在非均相化学氧化水处理技术方面取得新进展

**本报讯** 我校环境科学与工程系在非均相化学氧化水处理技术方面取得新进展。俞汉青教授课题组与美国耶鲁大学 Menachem Elimelech 教授等合作,揭示非均相催化过硫酸盐氧化体系中普遍存在一种占主导的直接氧化转移过程,并将该过程发展成为一种新的水处理技术。研究结果5月30日发表于《自然·通讯》。

非均相催化过硫酸盐氧化技术作为一种新兴的化学氧化技术近年来发展迅速。前期的研究表明该技术体系中有有机污染物的去除过程主要是高级氧化过程(AOP)。通过文献调研,课题组的博士生张颖捷和博士后黄贵祥发现这些体系中普遍存在电子当量不守恒的现象,即污染物矿化给出的电子总量

远大于氧化剂所能接受的数量。基于此矛盾现象,他们对这些体系进行了系统且深入的研究,从源头上揭示了在这些体系中实际占主导的是一种本质上与AOP不同的DOTP。在DOTP中,污染物和氧化剂在非均相催化剂表面发生2电子的直接氧化还原反应,产生的污染物中间体被催化剂表面稳定化,并自发进行表面聚合反应或表面偶联反应,形成的产物富集在催化剂表面,从而实现水中污染物的有效去除。

该研究阐明了反应过程中非均相催化剂表面的活化、稳定和富集三大功能,揭示了DOTP氧化剂消耗量小、污染物富集容量大、且不产生有毒副产物等优点,并展现了DOTP作为一种新的水污染控制技术用于实



际废水处理的可行性。

论文共同第一作者为我校中科院城市污染物转化重点实验室的博士生张颖捷和博士后黄贵祥。(环境科学与工程系)

# 中国科大揭示陆相二叠纪末生命大灭绝新机制

**本报讯** 约2.5亿年前,地球上发生了一次最大规模的生命灭绝事件,超过70%的陆地生物和90%的海洋生物消失。中国科大沈延安教授课题组最新研究认为,当时西伯利亚“超级火山”把巨量二氧化硫喷入大气,导致地球表层遭受硫酸型酸雨腐蚀等灾害,这可能是陆地生命大灭绝的主要原因。

地球历史上曾发生5次大灭绝,约2.5亿年前二叠纪末的第3次最惨烈。海洋中的三叶虫、棘鱼、古珊瑚等灭绝,陆地上大部分动物和昆虫灭绝,植物的大量灭亡使该时期的煤层缺失。这次生命大灭绝的原因和机制,一直是学界关注的重大课题。

沈延安课题组和国外研究者合作,对澳大利亚悉尼盆地二叠纪到三叠纪地层进行研究。通过对长1000多米的地下钻孔样品和相关地层进行测量分析,研究者测定了陆地生物在悉尼盆地灭绝的层



二叠纪末灭绝的藤本植物单网羊齿化石

位,由此确定了它们的灭绝时间。

进一步对相关地层的黄铁矿进行高精度测试发现,在陆地生物灭绝前后,黄铁矿的硫同位素含量基本一致,唯独在灭绝期显著降低。

“我们研究发现,硫同位素的这种异常,与当时悉尼盆地湖水中的硫酸盐浓度急剧升高有关。”沈延安课题组李梦涵博士说,这些硫酸盐来自大气沉降,源于西伯利亚“超级火山”喷发。

西伯利亚“超级火山”从二叠纪末期起持续喷发数十年,引发地球生态的连锁反应。本次研究表明,火山喷发出的二氧化硫转变成硫酸盐气溶胶在全球扩散,形成“硫酸雨”腐蚀地表环境系统,此外还产生“冰室效应”使全球变冷等,导致陆地生命大灭绝。

日前,国际学术期刊《地球与行星科学通讯》发表了该成果。(徐海涛 戴威)

# 我校在活性物质拓扑结构研究领域取得重要进展

兼容,制备处于平衡态的三维拓扑结构。随后,利用光照驱动液晶分子使其处于非平衡态,并成为具备活性的软物质系统,从而实现三维拓扑结构之间的相互转换。由于在整个过程中,形成三维拓扑结构的二维拓扑图案是可预设计的,研究团队实现了以编程方式控制不同三维拓扑结构之间的转换。研究人

员将生物分子置于此三维拓扑结构中,生物分子就会在拓扑缺陷阵列处完成自组装,此过程无需任何外力或外加场。此三维拓扑缺陷阵列完全由光学构型决定,且可以用光场对其进行复写。可复写的三维拓扑缺陷会被光场引导产生不同的取向,位置以及几何图案。此可编程的三维拓扑结构又可诱导其上

的生物分子自组装随其变化,从而实现光控可编程生物分子自组装功能。

中国科大彭晨晖教授和香港科大张锐教授为本文共同通讯作者,中国科大特任研究员蒋景华博士,孟菲斯大学 Kamal Ranabhat 和香港科大王馨玉博士为本文共同第一作者。(物理系)

# 科学家构建出常规中性大气边界层理论模型

**本报讯** 中国科大工程科学学院特任研究员刘罗勤在大气边界层的理论研究方面取得突破性进展,在国际上首次获得了适用于整个常规中性大气边界层的速度、风向、湍流剪切力预测的解析模型。研究成果近日在线发表于美国《国家科学院院刊》。

“在常规中性大气稳定度条件下,只要无量纲参数Rossby数和Zilitinkevich数已知,通

过理论模型就可以立即预测出速度、湍流剪切力等物理量在整个大气边界层中的垂直分布。”刘罗勤介绍说。

常规中性大气边界层是地球表面热流为零且自由大气底部存在逆温层的一种湍流边界层。它常出现在海上、大型湖泊上方,以及日落后的短暂过渡期或大风多云时的陆地上空,其湍流动力学过程会严重影响地球表面和自由

大气层之间的动量、热量和水汽的交换。因此,深入理解常规中性大气边界层的湍流结构和流动物理,对于风能应用、天气预报、气候模拟等领域具有重要的研究意义和应用价值。

但是,目前的理论预测往往局限于表面层的平均风速分布,还缺乏在包含表面层、逆温层等在内的整个湍流边界层中都成立的普适理论。

此次研究中,刘罗勤系统研究了常规中

性大气稳定度条件下大气边界层的垂直结构,首次给出了在整个大气边界层中均成立的速度、风向、湍流剪切力的解析表达式,并借助大涡模拟结果和大气观测数据验证了该理论模型的正确性。

审稿人评述,“这是对大气边界层动力学和风廓线文献的有趣和有价值的贡献,它将引起可再生能源、边界层气象学、大气建模、远程大气输运等领域科研人员的广泛兴趣。”荷兰特文特大学流体物理组 Richard J. A. M. Stevens 副教授为论文合作者。(王敏)

# 实现基于粒子不可分辨性的量子相干生成和应用

**本报讯** 我校郭光灿院士团队在量子物理基础研究中取得重要进展。该团队李传锋、许金时、孙凯等人有意大利巴勒莫大学 Rosario Lo Franco 教授等国际作者通过调控光子的空间不可分辨性,实现了量子相干性的生成,并展示了其在量子计量任务中的实际应用。该成果于5月20日发表在美国《国家科学院院刊》上。

量子相干性是量子力学中最基础的本质特性,它使得量子系统中会出现“薛定谔猫”等在经典视角下难以理解的现象。对于单粒子量子系统,量子相干性体现在系统处于计算基矢的叠加状态;而对于多粒子量子系统,如果这些粒子是全同粒子,则即使没有任何一个粒子处于相干叠加状态,整个量子系统也可以存在相干性。这种相干性是由于全同粒子之间波函数的空间不可分辨性所导致的。

然而,针对基于粒子不可分辨性的量子相干资源,其实实验研究面临两个问题:一是需要调控全同粒子之间的不可分辨性来生成具有不同相干度的量子资源,二是需要展示这种相干性在具体量子信息任务中的实际应用,从而证明它是物理上可用的量子资源,而不仅仅是描述全同粒子的特定数学形式的结果。

李传锋、许金时、孙凯等人近年来在光学系统中持续开展关于全同粒子不可分辨性的实验研究,在前期已经实现了基于不可分辨性的量子纠缠制备及量子隐形传态。

在本工作中,研究组在一个偏振-路径混合编码的双光子系统中,发展了全同粒子波函数空间分布的按需调控技术,从而实现了一个可控的光子相干性合成器,生成的相干性最大的态的保真度达到98.8%。

研究组进一步设计了一个相位鉴别任务,用来演示所生成的量子相干资源在量子计量学中的实际应用。实验结果表明,基于全同粒子不可分辨性的量子相干性可以提高相位鉴别的成功几率,并且能与基于单个粒子相干叠加的相干性同时存在,因此将在具体的量子信息任务中获得应用。该工作展现了全同粒子的不可分辨性可以作为一种量子资源进行物理应用,并提供了实验调控不可分辨性的方法,从而为其在量子信息任务中的进一步应用打下了基础。

审稿人高度评价该工作:证明相干性与不可分辨性之间存在定量的联系,并将其应用于量子计量学任务中是一个重要的成果。因此我相信实验结果的确很杰出。

论文共同第一作者为中科院量子信息重点实验室特任副研究员孙凯博士和博士研究生刘正昊。

(中科院量子信息重点实验室 中科院量子信息和量子科技创新研究院)