



## 中国科大成功融合远距离量子密钥分发和光纤振动传感

近日，中国科学技术大学潘建伟、张强等与济南量子技术研究院王向斌、刘洋等合作，实现了一套融合量子密钥分发和光纤振动传感的实验系统，在完成光纤双场量子密钥分发(TF-QKD)的同时，实现了658公里远距离光纤传感，定位精度达到1公里，大幅突破了传统光纤振动传感技术距离难以超过100公里的限制。相关研究成果以“编辑推荐”的形式发表在《物理评论快报》上，并被美国物理学会(APS)下属网站“Physics”报道。

潘建伟、张强研究组基于济南量子技术研究院王向斌提出的“发”或“不发送”TF-QKD(SNS-TF-QKD)协议，利用时频传输等关键技术精确控制两台独立激光器的频率，与中国科大陈旻和赵东锋合作，利用附加相位参考光来估算光纤的相对相位快速漂移，恢复了加载在光纤信道上的人工可控振源产生的外部扰动，结合中科院上海微系统所尤立星团队研制的高计数率低噪声单光子探测器，最终实现了658公里的光纤双场量子密钥分发和光纤振动传感，对链路上人工振源的扰动位置进行了定位，精度优于1公里。

上述研究成果表明，TF-QKD网络架构不仅能够实现超长距离分发安全密钥，同时也能应用于超长距离振动传感，实现广域量子通信网和光纤传感网的融合。

## “墨子号”实验实现相距1200公里两个地面站之间的量子态远程传输

近日，中国科学技术大学潘建伟及其同事彭承志、陈宇翱、印娟等利用“墨子号”量子科学实验卫星在远距离的量子态传输方面取得重要实验进展。该实验首次实现了地球上相距1200公里两个地面站之间的量子态远程传输，向构建全球化量子信息处理和量子通信网络迈出重要一步。相关研究成果于4月26日在线发表在国际知名学术期刊《物理评论快报》上。

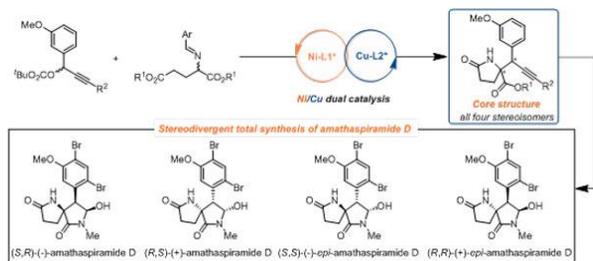
远距离量子态传输(Quantum state transfer, QST)通常可以利用量子隐形传态来实现，是构建量子通信网络的重要实现途径之一，也是实现多种量子信息处理任务的必要元素。通过远距离量子纠缠分发的辅助，量子态可通过测量然后再重构的方式完成远距离的传输，传输距离在理论上可以是无穷远。但在实现中，量子纠缠分发的距离和品质会受到信道损耗、消相干等因素的影响，如何不断突破传输距离的限制，一直是该领域的重要研究目标之一。

利用星载纠缠源向遥远的两地先进行纠缠分发，再进行量子态的制备与重构，是实现远距离量子态传输的最可能路径之一。然而，由于大气湍流的影响，光子在大气信道中传播后，实现基于量子干涉的量子态测量是非常困难的。在以往的实验中，量子态传输的制备方都是量子纠缠源的拥有者，无法真正意义上由第三方提供纠缠来实现先分发后传态的量子态传输。2016年，随着“墨子号”量子科学实验卫星的成功发射，研究团队首先实现了千公里的双站纠缠分发[Science356, 1140 (2016)]，“墨子号”平台为量子通信实验提供了宝贵的纠缠分发资源。

为了克服远距离湍流大气传输后的量子光干涉难题，实验团队利用光学一体化粘接技术实现了具有超高稳定性的光干涉仪，无需主动闭环即可长期稳定。利用该技术突破，结合基于双光子路径-偏振混合纠缠态的量子隐形传态方案，在云南丽江站和德令哈地面站之间完成了远程量子态的传输验证。实验中对六种典型的量子态进行了验证，传送保真度均超越了经典极限。千公里的距离为目前地表量子态传输的新纪录。该工作为未来构建全球化的量子信息处理网络奠定了重要基础。

## 研究进展

## 中国科大在立体发散性合成领域取得重要进展



图注：天然产物amathaspiramide D的立体发散性全合成

多手性中心化合物广泛存在于具有生物活性的天然产物以及药物分子中，发展高效高选择性不对称合成方法，同时实现相邻立体中心的相对和绝对构型的精准控制，可快速提供手性先导化合物或天然产物的所有立体异构体，并为研究立体结构—活性关系提供手性物质基础。

近期，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心郭昌教授研究团队实现了系列立体发散性炔丙基取代反应。相关成果近日以“Combining nickel and squaramide catalysis for the stereodivergent  $\alpha$ -propargylation of oxindoles”和“Catalytic stereodivergent total synthesis of amathaspiramide D”为题先后发表于《自然·合成》杂志（*Nat. Synth.* 2022, 1, 322–331; *Nat. Synth.* 2022, 1, 393–400）。

研究人员开发了一种金属/有机小分子协同催化立体发散性合成策略，从相同的反应原料出发，通过改变镍或方酰胺手性催化剂的构型，以高产率、高立体选择性实现炔丙基取代产物所有四种立体异构体的合成。基于该合成策略，实现了天然产物(-)-Physovenine、(-)-Esermethole和(-)-Physostigmine的立体选择性合成，展现了良好的应用前景。

此外，研究人员还发展了一类新型双金属协同催化立体发散性合成策略，通过Ni/Cu双金属协同催化体系，两种金属手性催化剂分别活化两种底物并控制手性中心的立体构型，以优异的对映选择性和非对映选择性合成了具有相邻手性中心季碳氨基酸衍生物的所有四个立体异构体。基于统一的合成路线，精准可控地实现了天然产物amathaspiramide D的立体发散性全合成，充分证明了该类方法在立体多样性导向合成中的应用前景。

## 中国科大在常压二氧化碳加氢制备长链烯烃研究中取得新进展

近日，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心和化学物理系曾杰教授研究团队设计构筑了铜-碳化铁界面型催化剂，实现了常压下二氧化碳加氢高选择性制备长链烯烃。相关成果以“Ambient-pressure hydrogenation of CO<sub>2</sub> into long-chain olefins”为题发表在《自然·通讯》上。

长链烯烃(C<sub>4+</sub>)在精细化工领域具有广泛的应用，例如用于合成洗涤剂、高辛烷值汽油、润滑油、农药、增塑剂等。如果利用可再生能源电解水制氢，再与温室气体二氧化碳反应直接制备长链烯烃，则会有巨大的环境效益。由于电解水设备规模小、布局分散，为了直接对接电解水制氢，需要使二氧化碳加氢反应在常压下进行。然而，目前二氧化碳加氢制备长链烯烃多在高压反应条件下进行。并且，根据勒夏特列原理，常压不利于长链烯烃的形成。因此，实现二氧化碳常压加氢制备长链烯烃仍然是一个巨大的挑战。

研究团队选择了一氧化碳中间体路径，该路径的挑战在于在常压下设计合适的费托合成(FTS)活性位点。借鉴用于合成醇的改性费托催化剂的设计思路，研究人员在铁基催化剂的基础上引入具有一氧化碳非解离吸附能力的铜位点，制备了具有铜-碳化铁界面在常压下工作的铜-铁催化剂。研究人员发现，该催化剂经过长时间反应后长链烯烃选择性会下降，但经过简单的再生处理即可使其长链烯烃选择性恢复。

研究人员结合原位表征和理论计算研究了碳碳键的偶联机制。理论计算的结果表明在铜-碳化铁界面处发生一氧化碳插入的反应能垒远低于单独的碳化铁，并且其CH<sub>2</sub>偶联的反应能垒也低于单独的碳化铁。因此，研究人员认为，除了与传统铁基催化剂一样在碳化铁上通过碳化物路径进行碳碳偶联外，铜-碳化铁界面处还可以进行一氧化碳插入过程进行碳链增长，这样可以利用大量催化剂表面由于低压而未解离的一氧化碳。碳化物路径和一氧化碳插入路径的协同作用导致了良好的长链烯烃选择性。

这项研究结果揭示了二氧化碳加氢反应过程中的碳碳键偶联机制，也为二氧化碳加氢制长链烯烃催化剂的设计提供了思路。