

中国科大首次实验演示纠缠交换过程的自检验

本报讯 我校郭光灿院士团队在量子纠缠网络的研究中取得重要进展，该团队李传锋、陈耕等人把纠缠态的非局域性和Bell基测量定量的联系起来，从而首次实现了纠缠交换过程中Bell基测量的自检验。该研究成果3月8日发表在国际权威期刊《物理评论快报》上。

量子纠缠是量子通信和量子计算的重要的资源。在构建量子纠缠网络的过程中，不仅需要制备高品质的量子纠缠态，还需要在节点之间进行高品质的纠缠交换，才能把各个节点纠缠起来。纠缠交换需要通过Bell基测量来实现。比如一开始Alice这个节点上有A1和A2两

个粒子是纠缠的，Bob这个节点上B1和B2两个粒子也是纠缠的，但是Alice和Bob的粒子之间不纠缠。与设备无关的纠缠态和Bell基测量的品质检验被学术界称为纠缠的自检验，通过自检验可以在设备不可信的情况下依然保障构建的量子纠缠网络的安全性。此前李传锋、陈耕等人已经实现了纠缠态自检验[*Phys. Rev. Lett.* 121, 240402 (2018)]和高维纠缠态的自检验，然而对于Bell基测量，学术界一直没有找到合适的方法来度量其品质，因而无法对其准确性进行定量表征，更无法实现对它的自检验。

李传锋、陈耕等人通过把Bell基测量

和纠缠态的非局域性定量的联系在一起，在光学系统中实验实现了与设备无关的对Bell基测量的度量。实验中不仅包含了对纠缠产生的两体纠缠的自检验，而且对纠缠交换前的两对纠缠态的独立性也进行了自检验。这使得实验结果具有非常好的鲁棒性，最终对Bell基测量的保真度估计达到0.87。这是国际上首个针对Bell基测量的自检验的原理性验证实验，为实现量子纠缠网络的自检验、保障量子网络的安全性解决了关键难题。

文章第一作者为博士生张文豪。

(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)

《自然·通讯》在线发表中国科大新成果

新方法合成共轭聚合物可用于肿瘤光热治疗

本报讯 3月13日，国际著名期刊《自然·通讯》在线发表了中国科大化学与材料科学学院梁高林教授课题组以及生命科学学院王育才教授课题组的合作研究成果，成果报道了一种便捷合成共轭聚合物的新方法，并将该聚合物用于肿瘤的光热治疗，获得了优异的肿瘤光热治疗效果。

研究人员一直致力于合成具有高的光利用率及光热转换效率的光热材料。除了一些碳基纳米材料，共轭聚合物是一种前

景广阔的光热材料。但是目前用于共轭聚合物的单体和具有优异光热性能的共轭聚合物非常少。梁高林教授课题组基于前期发现的CBT-Cys点击缩合反应，重新设计反应原料，用相对温和的反应条件，非常便捷地高产率合成出了具有良好光热转换性质的共轭聚合物PPBBT及其衍生物。在模拟太阳光源的氙灯照射下，PPBBT与明星材料单壁碳纳米管具有可比的升温速率和光热转换效率。利用纳米沉淀技术，王

育才教授课题组将PPBBT包裹得到稳定分散在水里纳米粒子NPPBBT。原位瘤模型小鼠实验证明，该纳米粒子可被动靶向富集在肿瘤部位并具有优异的肿瘤光热治疗效果。这种新方法提供了便捷合成更多共轭聚合物的途径，在生物医学或光电等领域有着极大的应用前景。

该论文第一作者为我校博士生陈佩瑶、郑珍和马寅初。王育才和梁高林为共同通讯作者。(化学与材料科学学院)

中国科大揭示日冕物质抛射初发过程的物理机制

本报讯 3月6日，我校日地物理研究团队在太阳爆发活动的研究中取得重要进展，揭示了日冕物质抛射初发过程的物理机制，相关成果在线发表于科学旗下子刊《科学·进展》。

CME与太阳耀斑紧密联系，是太阳系尺度最大、最剧烈的爆发现象之一。CME携带巨量的物质和能量，通常在爆发1-3天后到达地球，引起地球空间环境的强烈扰动，对通讯、导航、航天器等高技术系统可能造成灾害性影响。自上世纪70年代初被美国OSO-7飞船上的

首个空间日冕仪发现后，CME的物理机制一直是太阳物理和日地空间物理研究的核心问题。近地飞船的局地探测表明行星际CME内部普遍存在具有螺旋形磁场的磁绳。

在最新的工作中，研究团队利用太阳边缘的观测资料，相当于从一个横截面观测到CME形成和演化的完整过程。最初剪切磁拱下的一个高温电流片结构被撕裂为多个等离子体团，逐渐合并为电流片顶端的较大的等离子团，我们称之为CME的“种子”。“种子”在经历缓慢上升后突

然快速上升和快速膨胀，爆发为气泡状的CME，并形成高温的边界层；爆发过程同时产生大量高能电子，在耀斑区域产生大量脉冲式的硬X射线辐射，是电流片撕裂为多尺度的“分形”结构，导致磁重联率在时空上快速变化的证据。

中国科大苟廷玉博士为论文的第一作者，中国科大刘睿教授与德国波茨坦大学Bernhard Kliem博士为共同通讯作者。部分工作是苟廷玉读博期间在国家留学基金资助下访问奥地利格拉茨大学时完成的。(地球和空间科学学院)

在强散射环境OAM光通信研究中 中国科大取得新进展

本报讯 3月6日，我校物理学院李银妹、黄坤课题组在强散射环境下OAM光通信的研究中取得新进展。李银妹教授团队在克服生物组织强散射实现活体细胞光操控的研究基础上，龚雷特任副研究员与黄坤研究员合作将复杂介质光场调控技术应用于OAM光通信，实现了在强散射环境下的高质量光通信，研究成果在线发表于自然出版集团旗下《Light Science & Application》杂志上。

近年来，光学轨道角动量被广泛应用于经典通信和量子通信。光学轨道角动量在理论上提供了无穷多维度的正交基，可用于信息编码，基于OAM复用技术的光通信可提升通信速率。然而，在无线光通信中，当携带OAM的光束在空间中传输时，易受大气湍流、雾霾或空气中尘埃的影响，微粒的多重散射严重降低光束质量，导致接收端的光束成为随机散斑，这增加了通信的误码率。

在此项工作中，研究人员提出了一种基于散射矩阵的信息恢复技术，简称SMART。利用该SMART平台，该团队从多次散射的光场中精确地提取了多个OAM信道上的信息。在光学传输实验中，该团队利用8和24个信道分别实现了灰度图和彩色图的精确传输，实验误码率低于0.08%，比之前的报道降低了20倍。本研究提出的SMART为散射环境下的自由空间光通信、光纤通信和量子通信提供了有效技术手段。

论文共同第一作者为龚雷和博士生赵倩，通讯作者为李银妹、龚雷和黄坤。

(物理学院光学与光学工程系)

关于共轭“分子皇冠”及其超分子异质结光电响应研究 我校杜平武课题组取得新成果

下而上法制备大共轭碳纳米管片段，实现了嵌入大共轭片段的扶手椅型[18,18]碳纳米管片段的合成，首次利用STM观测到弯曲共轭纳米管片段的分子形貌。

在刚刚发表的工作中，该课题组将共轭程度逐渐增大的纳米石墨烯作为“分子皇冠”侧壁嵌入到弯曲共轭的碳纳米环中，成功合成了不同共轭延伸的扶手椅型[10,10]碳纳米管片段。该工作首先通过稳态光谱和电化学方法，系统研究了共轭程度对碳纳米管片段性质的影响。然后通过与本校杨上峰教授合作，研究了“分子皇冠”与富勒烯C60之间的超分子作用，随着侧壁共轭依次增大，皇冠分子与C60的结合常数依次增大。并且首次发现将其与富勒烯构建超分子异质结薄膜作为光导

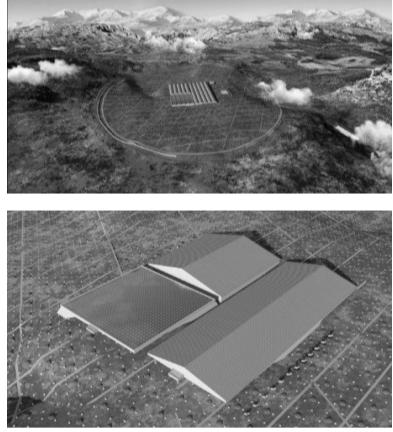
层，在光照条件下能够产生强烈的光电流，与参比物相比较，其最大光电流可急剧增加约1000。

该工作还利用超快光谱测定了大共轭碳纳米管片段和C60复合物的光诱导中间态变化。光谱结果清楚地表明，大共轭碳纳米管片段(电子给体)与富勒烯(电子受体)之间存在快速电子转移过程，可以检测出给体和受体的自由基离子的瞬态吸收特征峰。侧壁共轭增大的碳纳米管片段为分子碳纳米管的合成及性质研究提供了借鉴，对碳纳米管与富勒烯超分子异质结在光电器件方面的应用提供了实验基础。

中国科大博士生黄强、贾洪兴和浙江工业大学庄桂林为共同第一作者。杜平武教授和杨上峰教授为共同通讯作者。(宗合)

本报讯 近日，我校参与的“国家发改委十二五”规划——LHAASO (Large High Altitude Air Shower Observatory)项目中水契伦科夫探测器阵列(Water Cherenkov Detector, WCDA)一号水池注水试运行成功，这表明探测器、电子学和DAQ均正常工作，为下一步LHAASO 1/4探测器阵列的科学观测提供了有效保障。

我校核探测与核电子学国家重点实验室长期以来一直参与LHAASO的预研及工程实施工作，负责其中WCDA大尺寸光敏探头与全部电子学系统的设计及制作，其中读出电子学由安琪教授、赵雷教授和曹喆副教授带领团队展开工作，8"光敏探头由李澄教授、唐泽波副教授和江琨博士带领团队进行研制。WCDA是LHAASO中的核心组成部分之一，共包含3个水池，总面积达约8万平方米，采用超过3000个基于光电倍增管的光敏探头来捕获



LHAASO 总体以及其中的WCDA 示意图

宇宙线簇射粒子产生的契伦科夫光，探测宇宙线簇射粒子的多重数和到达时间。要求探测器和电子学在单光子至4000光子大动态范围内进行高精度的信号读出和测量，这在国际宇宙线探测试验中是具有挑战性的工作。在预研中科大工作组成功完成四项重大技术突破，并于2018年1月正式开始WCDA一号水池的工程实施，并成功按时完成探测器和电子学的批量制作和测试。

2018年10月，科大工作组派人赴稻城现场开始进行系统的安装和调试。在完成一号水池安装之后，2019年2月25日开始进行注水作业，目前成功进行了试运行，获得了理想的宇宙线结果，这表明了整个系统正常工作。作为1/4 LHAASO阵列的主要部分，由我国自主研发建设的WCDA在规模上将是世界上最大的同类探测器，探测灵敏度最高，比正在运行的大型宇宙线实验HAWC高30%，运行取得数据即可用于甚高能伽马天文研究。

注水试运行中获取数据得到清楚的宇宙线簇射事例

LHAASO 是国家重大科技基础设施建设项目，是国务院发布的《国家重大科技基础设施建设中长期规划》中被列为16个优先安排的重大项目之一。LHAASO 起准世纪难题——宇宙线的起源，将开展高能物理和天文学领域的前沿科学研究。LHAASO 项目建在平均海拔4410米的四川省稻城县海子山，由国家发改委于2015年12月31日批准立项，投资约12亿元人民币，预计2020年底全部建设完成。

(核探测与核电子学国家重点实验室)

我校参与高海拔宇宙线观测站建设的
WCDA 一号水池注水试运行成功的
WCDA 示意图