

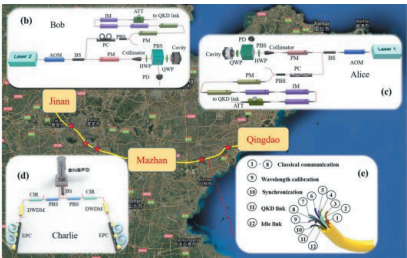
中国科大成功实现500公里量级现场无中继光纤量子密钥分发

创下现场光纤量子保密通信新的世界纪录

本报讯 近日，中国科大教授潘建伟及其同事张强、陈腾云与济南量子技术研究院王向斌、刘洋等合作，利用中科院上海微系统所尤立星小组研制的超导探测器，基于“济南干线”现场光缆，突破现场远距离高性能单光子干涉技术，分别采用激光注入锁定实现了428公里双场量子密钥分发（TF-QKD），同时利用时频传递技术实现了511公里TF-QKD，是目前现场无中继光纤QKD最远的传输距离。相关研究成果分别发表于国际著名学术期刊《物理评论快报》（被选为编辑推荐文章）和《自然·光子学》上，并被APS下属网站Physics SYNOPSIS栏目和英国《新科学家》报道。

量子不可克隆原理保证了QKD的无条件安全性，而未知量子态的不可克隆性，也使得QKD不能像经典光通信那样，通过光放大对传输进行中继，因此实际应用中QKD的传输距离受到光纤损耗的限制。

相比传统协议，TF-QKD协议具有密钥率随信道透过率的平方根尺度下降的优势，所以特别适合远距离QKD。此前，潘建伟团队已经在实验室内实现超过500公里TF-QKD的验证，然而，在实际场景的苛刻环境



下实现TF-QKD是极其困难的。实验室内温度、振动以及人活动引起的声音等噪声都可以被有效隔离，但现场环境中这些是不可避免的。由于昼夜温度起伏引起的热胀冷缩效应，现场光缆一天的长度变化总量，比实验室光纤高两个数量级，相应的长度和偏振变化速率，也比实验室光纤快两到三个数量级；并且现场光缆的损耗要高于实验室光纤，即使对现场光缆的各个连接点进行优化，损耗依然比实验室光纤高约10%；此外，由于现场光缆每根光纤芯承载着不同的业务，同一光缆中的不同光纤所传输的信号会产生一定程度的相互串扰，这种串扰引起的

噪声，比单光子探测器的本底噪声高两个数量级以上。

潘建伟团队基于王向斌提出的SNS-TF-QKD（“发送-不发送”双场量子密钥分发）协议，发展时频传输技术和激光注入锁定技术，将现场相隔几百公里的两个独立激光器的波长锁定为相同；再针对现场复杂的链路环境，开发了光纤长度及偏振变化实时补偿系统；此外，对于现场光缆中其他业务的串扰，精心设计了QKD光源的波长，并通过窄带滤波将串扰噪声滤除；最后结合中科院上海微系统所研制的高计数率低噪声单光子探测器，在现场将无中继光纤QKD的安全成码距离推至500公里以上。

上述研究成果成功创造了现场光纤无中继QKD最远距离新的世界纪录，在超过500公里的光纤成码率打破了传统无中继QKD所限定的成码率极限，即超过了理想的探测装置下的无中继QKD成码极限。上述的工作在实际环境中证明了TF-QKD的可行性，并为实现长距离光纤量子网络铺平了道路。

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

首次紧凑环注入磁约束等离子体实验获成功

本报讯 日前，从依托我校核科学技术学院建设的合肥综合性国家科学中心多途径磁约束核聚变研究中心传来消息：该团队自主设计建造完成国内首台紧凑环注入装备，并成功利用该装备对磁约束等离子体装置进行燃料注入，显著提升了等离子体密度。这是首次在国内磁约束聚变装置利用紧凑环概念实现芯部加料，标志着我国成为世界上第四个掌握此关键技术国家。

在未来聚变反应堆条件下，为提高聚变燃烧率，必须将燃料粒子直接注入反应堆芯部强磁场约束的高温等离子体中，现有的传统加料方式受限于弹丸材质及低速等因素，难以直接注入芯部，新型聚变反应堆加料方

式的探索探究势在必行。据紧凑环实验负责人兰涛副教授介绍，紧凑环注入原理是通过脉冲高压将燃料气体电离，形成高密度的自组织等离子体环，利用强洛伦兹力将紧凑环加速到超高定向速度，从而实现空间深度燃料注入。这种新型注入技术具有寿命长、密度大和速度高的突出优点，可为极强磁场大型托卡马克芯部加料难题提供解决方案。另外还可以通过精确控制注入量和注入深度，实现调节等离子体密度与压力剖面、优化等离子体电流分布及改善约束的目标。

在本轮实验中，由多途径磁约束核聚变研究团队研制的紧凑环注入系统(KTX-CTI)被安装至科大反场箍缩磁约束聚变实验装置

(Keda Torus eXperiment, KTX)上开展等离子体注入研究，紧凑环等离子体以正入射方式注入。KTX-CTI紧凑环注入系统总长3米，由两套20千伏高压脉冲电源进行双电源驱动，电源短路最大电流达550千安；装置同时配备自主研发的高密度高带宽光纤激光干涉仪进行实时等离子体电子密度和注入速度诊断。在KTX反场箍缩等离子体放电过程中，紧凑环高速注入后多道太赫兹干涉仪观测到等离子体密度剖面显著抬升，表明注入紧凑环等离子体已经穿透强磁场实现与主等离子体的融合达到加料效果。实验目前已经实现了最高注入速度285千米每秒、等离子体最大密度 1.2×10^{22} 每立方米和最大粒子数达 7.1×10^{19} ，指标跻身国际前列。

未来多途径磁约束核聚变研究团队将聚焦紧凑环注入在反应堆芯部加料关键问题上的研发，在国内大科学工程上开展相关工作，为磁约束聚变装置芯部加料提供基础实验支撑。

（核科学技术学院）

当生命面临无法挽回的逝去时，有些人选择了捐献器官，去托起另一个在绝望中挣扎的生命，而器官移植医生接过生命的“接力棒”，帮助他们传递“生命的礼物”。6月24、25日，3位器官捐献者在中国科大附一院（安徽省立医院）献出大爱，医院器官移植团队接续奋战，成功开展3例肝脏移植、3例肺脏移植、6例肾脏移植、6例角膜移植，12位器官衰竭患者重获新生，6位眼疾患者重获光明。

肝脏移植

3位肝衰竭患者苦尽“肝”来

对于重度病患者来说，肝移植是拯救生命的唯一方式。6月24、25日，在麻醉科、手术室、ICU、输血科及各医技科室和护理团队的支持配合下，附一院普外科专家刘连新教授团队成功为3位患者实施了肝移植手术，为他们开启了新生。

附一院肝移植团队在刘连新教授带领下，常规开展多种常规、复杂及创新性肝移植手术，技术水平位于全国前列。团队现已开展成人肝移植手术、成人活体肝移植手术、多器官联合移植、劈离式肝移植、儿童肝移植手术、减体积肝移植手术、废弃肝再利用肝移植手术，应用供肝机械灌注扩大边缘供肝利用及延长供肝保存时间，开展肝癌免疫

生命接力 大爱相随中国科大附一院2天完成18例移植手术



肺移植手术 黄敬 摄

治疗或者降期治疗后肝移植。

肺脏移植

呼吸衰竭患者告别“呼吸的痛”

在普通人看来再平常不过的自由呼吸，对呼吸衰竭患者来说却是一种奢望。自2017年以来，附一院肺移植团队已开展单肺移植、双肺移植40例，其中包括急

诊肺移植、ECMO(体外膜肺氧合)辅助下肺移植，术后患者生活质量明显提高，移植例数连续4年位列全国前十。

6位尿毒症患者重获新生

透析或肾移植是目前终末期肾病的两种替代治疗方式，肾移植的优势在于能极大改善患者的



医务人员向器官捐献者致敬 汪志豪 摄

生活质量。两天时间，在肾移植科主任刘洪涛带领下，肾移植团队成功为6位尿毒症患者实施肾移植手术，术后患者均恢复良好。

附一院每年开展亲属活体肾移植200余例，移植例数连续多年位列全国前三。在全国率先开展ABO血型不相容肾移植特色技术，突破了之前肾移植配型要求血型相合的技术壁垒，取得了良好效果。

角膜移植

6位眼疾患者重见光明

角膜病是致盲的主要病因之一，对于角膜病致盲的患者来

说，角膜移植是唯一的复明手段。在医院眼科主任温跃春带领下，角膜移植团队为6位眼疾患者成功开展了角膜移植，帮助他们重见光明。

目前，附一院角膜移植团队除采用常规穿透性角膜移植术外，还根据患者的不同病情，采用内皮移植术、深板层角膜移植术、小植片角膜移植术、双板层角膜移植术、角膜缘移植术等不同手术方式进行有针对性地治疗，有效提高了供体利用率，降低了术后排斥率，取得了很好的治疗效果，得到了患者的高度认可。

附一院是全国为数不多的具有心脏、肺脏、肝脏、肾脏、胰腺、小肠、角膜全部器官(组织)移植资质的医疗机构，也是安徽省四家器官获取组织之一。刘连新教授介绍，自2012年国家启动公民逝世后器官捐献工作以来，截至目前，已累计完成器官捐献152例、角膜捐献205例，通过各类器官、组织移植，为近2200名患者送去新生和光明。

今年5月，由中国器官移植发展基金会和中国医学影像技术研究会联合党支部创立的党建品牌“生命接力先锋队”走进中国科大和附一院，施予受志愿服务合作启动，医院成为全国第45家、安徽首家“施予受”器官捐献志愿登记宣传基地单位。（附一院 姚自勤 王继洲 柯立石磊 叶剑锋 方雯）