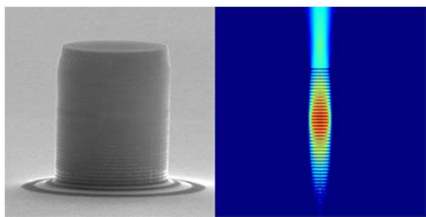


研究进展

中国科大实现综合性能国际最优的单光子源

中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室潘建伟、陆朝阳等在国际上首次实现基于半导体量子点的高效率和高全同性的单光子源，综合性能达到国际最优，为实现基于固态体系的大规模光子纠缠和量子信息技术奠定了科学基础。国际权威学术期刊《物理评论快报》日前以“编辑推荐”的形式发表了这一研究成果，并在美国物理学会的Physics网站专门撰文介绍。

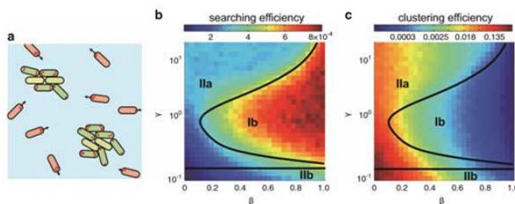
量子点是通过分子束外延方法制备的半导体量子器件，又被称为“人造原子”，原理上可以为量子信息技术提供理想的单光子源。为了能够真正用于可扩展、实用化的量子信息技术，单光子器件必须同时满足三个核心性能指标：单光子性、高全同性和高提取效率。尽管从2000年开始，国际上许多研究机构（包括加州大学、斯坦福大学、剑桥大学等）对量子点光学调控进行了长期和大量的探索，然而这三个核心指标一直无法得到同时满足，因而成为固态量子光学领域15年来悬而未决的重大挑战。



2013年，潘建伟、陆朝阳等首创量子点脉冲共振激发，实现了当时国际上全同性最好的单光子源。但是由于量子点平面腔结构的限制，之前的实验中荧光收集效率较低。为了大幅提高荧光提取效率，研究人员通过高精度分子束外延生长和纳米刻蚀工艺结合，获得了低温下与量子点单光子频率共振的高品质因子光学谐振腔。因此，实验产生的单光子源提取效率达到66%，单光子性优于99.1%，全同性优于98.6%，在国际上首次同时解决了单光子源的三个关键问题，成为目前国际上综合性能最优秀的单光子源。

实验实现的量子点单光子源亮度比国际上最好的基于参量下转换的触发式单光子提高了10倍，同时具有接近完美的全同性，而且所需激光泵功耗降低1千万倍（纳瓦量级），这样的量子点单光子源可在将来应用于大规模光子纠缠，进一步推动多光子纠缠与干涉度量的发展。审稿人评价这个研究成果为“实验杰作”（tour-de-force），“在领域中有重要影响力”。《自然》杂志在最近一期的“研究亮点”栏目中以“可实用化的单光子源”为题做了专门报道。

中科大研究揭示绿脓杆菌表面运动、适应的控制机制



绿脓杆菌是一种在自然界广泛存在的机会性致病菌并可在多种人体器官内形成细菌生物被膜而造成多种急、慢性感染。由于绿脓杆菌对多种抗生素有耐受性，所以绿脓杆菌介导的感染性疾病，尤其是其以生物被膜形式介导的疾病很难治疗，导致致命的重度感染。细菌粘附到组织表面以及之后细菌在组织表面运动并适应其周围环境这一个过程在感染的过程中起到了关键性作用，所以理解这一过程的机制一直是相关医学、微生物学研究的重点问题。

通过和美国休斯顿大学的紧密合作，中科大合肥微尺度物质科学国家实验室金帆教授课题组历经4年的研究，阐明了绿脓杆菌在粘附表面后，对其表面运动、传播控制的分子机制。研究发现细菌对其运动控制是通过控制蛋白FimX在细菌体内的对称性而实现的。研究还通过计算模拟的方法阐明了这种控制机制是如何影响生物被膜形成的过程。该分子机制的阐明对控制、治疗绿脓杆菌介导的感染，以及发展新的抗生物被膜感染疗法有重要的应用意义。此项研究于近日在线发表在自然合作期刊npj Biofilms and microbiomes上。



实验室简讯

◆潘建伟院士应邀做客央视青年电视公开课《开讲啦》并发表演讲

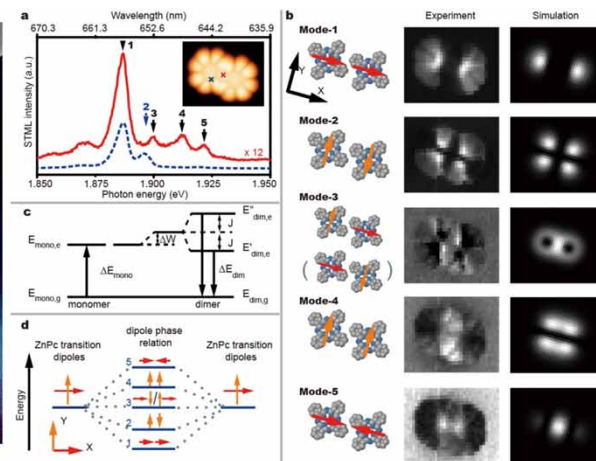
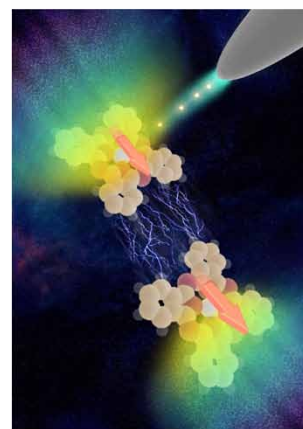
近日，微尺度实验室潘建伟院士应邀做客央视综合频道（CCTV-1）青年电视公开课《开讲啦》，作了题为《探索的动机》的演讲，生动地讲述了他从事科学研究的心路历程、从中获得的巨大快乐以及人生体悟和感受，深入浅出地介绍了量子力学的基本概念、基本原理和最新应用进展，并与现场观众和青年代表互动。

《开讲啦》是中国首档青年电视公开课。节目邀请“中国青年心中的榜样”作为演讲嘉宾，分享他们对于工作、生活和生命的感悟，给予中国青年现实的讨论和心灵的滋养。节目每期有八至十位来自全国各大高校的青年代表，向演讲嘉宾提问互动，300位大学生作为观众现场分享这场有思考、有疑问、有锋芒的思想碰撞。

纳腔等离激元物理化学研究再获重大进展 实现分子间相干偶极耦合的实空间直接观察

最近，中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室单分子科学团队的董振超研究小组利用纳腔等离激元增强的亚纳米空间分辨的电致发光技术，在国际上首次实现在单分子水平上对分子间偶极耦合的直接成像观察，从实空间上展示了分子间能量转移的相干特征。国际权威学术期刊《自然》杂志于3月31日发表了这项成果。《自然》杂志的审稿人认为，“这项工作开辟了研究分子间相互作用的新途径”，“对于许多研究领域——从分子间相互作用的基础研究到捕光体系和量子光学等实际应用，都具有广泛的影响和重要的意义”。《自然》在同期发表的“新闻与观点”栏目中以“耦合分子的特写镜头”为题，对这一物理化学领域的重要进展进行了专门介绍和报道。

中国科大单分子科学团队长期致力于发展将扫描隧道显微镜（STM）高分辨静态表征和光学技术高灵敏动态探测相结合的联用系统，特别是通过巧妙调控隧道结纳腔等离激元的宽频、局域与增强特性，极大地丰富了测量和调控手段，拓展了测量极限，为单分子物理化学研究提供了新的机会。近年来，他们在单分子电致发光与拉曼散射方面取得了一系列突破，例如，通过等离激元共振增强实现了分子的反常热发光和能量上转换电致发光（Nature Photonics, 2010）；通过纳腔等离激元双共振调控，实现了亚纳米空间分辨的单分子拉曼光谱成像（Nature, 2013；Nature Nanotechnology, 2015）。纳腔等离激元调控和STM操纵技术的精妙结合，也是实现分子间相干偶极耦合的实空间直接观察的关键。通过人工构筑锌酞菁染料分子的二聚体结构，他们对不同激子态的偶极耦合模式分别进行了亚纳米空间分辨的电致荧光成像。他们发现，局域电子的激发能量迅速被整个分子二聚体所共有，构成了一个单激子量子纠缠体系，而且不同的偶极耦合能态的光子成像图案具有类似 σ 或 π 成键反键轨道的空间分布特征。这些空间特征不仅反映了分子二聚体的局域光学响应特性，而且还直观地揭示了分子二聚体中各个单体跃迁偶极之间的相干耦合方向和相位信息。以二聚体纠缠体系获得的认识和规律作为指导，他们还进一步构筑了多分子纠缠的人工分子链结构，并通过研究发光最亮的偶极耦合模式的实空间成像特征，提出了实现可控的电致“单分子”超辐射荧光的方法。这项研究为深入理解分子体系的相干偶极耦合提供了前所未有的实空间信息，为分子捕光结构的优化以及量子纠缠光源的制备与调控提供了新的思路。



图注：左图为实验的艺术渲染图。右图是利用亚纳米分辨的光谱成像技术，对锌酞菁染料分子二聚体的各种偶极耦合方式的实空间成像表征。（艺术图由王国燕、孙大平提供。）