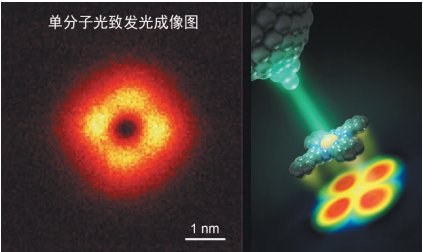


# 中国科大在世界上首次实现亚分子分辨的单分子光致荧光成像

**本报讯** 8月10日,中国科大侯建国院士团队的董振超研究小组,在世界上首次实现了亚分子分辨的单分子光致荧光成像,为在原子尺度上展显物质结构、揭示光与物质相互作用本质提供了新的技术手段。该成果发表在国际知名学术期刊《自然·光子学》上。

用光实现原子尺度空间分辨一直是纳米光学领域追求的终极目标之一。扫描近场光学显微镜(SNOM)的出现点燃了实现这一目标的希望,然而,荧光发射与拉曼散射过程不同,分子荧光在金属结构非常靠近分子时会由于非辐射过程被放大并占主导而导致荧光信号被淬灭,这极大限制了近场荧光显微镜的分辨率发展,也是迄今为止SNOM荧光成像空间分辨率很少达到10纳米左右水平的根本原因。

针对以上挑战,该团队对等离激元纳腔结构进行了进一步的精细调控,特别是探针



左图为亚纳米分辨的单分子光致发光成像图设计设计,右图为光致发光成像技术艺术化原理示意图。图片设计制作黄雯、陈磊、徐凌。

尖端原子级结构的制作与控制。他们通过精致的针尖修饰方法在探针尖端构筑了一个原子尺度的银团簇突起结构,并将纳腔等离激元共振模式调控到与人射激光和分子发光的

能量均能有效匹配的状态,再采用超薄的三个原子层厚的介电层隔绝分子与金属衬底的电荷转移,从而成功实现了亚纳米分辨的单分子光致发光成像。

他们惊喜地发现,当探针逼近分子时,即便间距在一纳米以下,光致发光的强度还是一直在随间距的变小而单调增强,通常存在的荧光淬灭现象完全消失。这充分保证了这项技术发明的普适性,为广泛应用于物理、化学、材料、生物等领域提供了坚实的基础。

这些研究结果实现了扫描近场光学显微镜领域长期期待的用光解析分子内部结构的目标,为在亚纳米尺度上探测和调控分子局域环境、以及光与物质相互作用提供了新的技术方法,对于近场光谱学和显微学的基础认知与技术发展都至关重要。

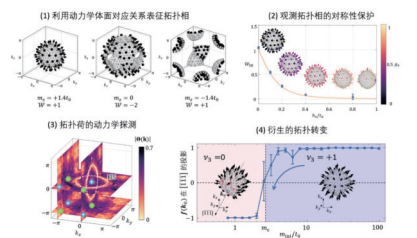
(吴长锋)

# 中国科大在金刚石量子模拟研究领域取得新进展

**本报讯** 7月30日,中国科大中科院微观磁共振重点实验室杜江峰、王亚等人与合作者北京大学刘雄军等合作,在金刚石氮-空位(NV)色心体系的量子模拟实验研究方面取得新进展。他们利用量子淬火动力学在实验上模拟了凝聚态体系中尚未观测到的三维手性拓扑绝缘体,并第一次对体内和表面的拓扑物理进行了全面的实验研究。该研究成果发表在《物理评论快报》上。

最近北京大学刘雄军教授组提出了平衡态拓扑物相的动力学表征理论,可以在动量空间得到普适的体-面(能带反侧面)对应。随后,中科大杜江峰院士和王亚教授等利用金刚石氮-空位缺陷自旋体系首先在二维拓扑体系上实验观测到了该动力学体-面对应关系。

实验中使用的金刚石固态单自旋体系因其在室温下就易于初始化、操控和读出,是



当前发展较为成熟的量子调控实验体系,在实现固态量子计算、量子模拟和量子精密测量等研究中具有很好的应用前景。

我校博士研究生季文韬和北京大学博士研究生张林为共同第一作者。

(宗合)

## 中国科大近期刊科研成果集锦

**实用化量子度量方案实现取得重要进展**

7月16日,杜江峰院士领导的中科院微观磁共振重点实验室在实用化量子度量方案实现上取得重要进展。该室彭新华教授与理论合作者新加坡南洋理工大学Mile Gu教授提出并验证了一种实用化的量子度量探针态优化方案,为实现大尺度量子系统中最优探针态的制备提供了一种可扩展的方法。研究成果在线发表在国际学术期刊《npj Quantum Information》上。

量子度量是量子技术中最具潜力的应用方向之一,相较于经典方式,它可以实现对待测参数测量精度的大幅提升,因而获得了广泛的研究和关注。这项工作巧妙借助量子模拟器自身的演化以及纯度测量的策略,克服了极耗资源的量子系统经典模拟及控制目标评估这两个难题,节省了大量的实验资源。博士研究生杨晓东为第一作者,彭新华教授和Mile Gu教授为共同通讯作者。

**我校找到量子磁力仪测量磁场矢量的最终理论精度极限**

7月8日,郭光灿院士团队在量子精密测量研究中取得重要理论进展。该团队李传锋、项国勇研究组与香港中文大学袁海东教授在量子磁力仪同时测量磁场矢量三个分量的平行纠缠方案中,找到了平衡不同参数测量精度间的最小制衡方法,首次给出同时测量磁场矢量三分量的最终理论精度极限。研究成果在线发表在国际知名期刊《物理评论快报》上。

项国勇等人发现这种精度制衡源于最优探针态之间的不兼容性,并巧妙将磁场三个分量的测量精度与探针态的不兼容性建立联系。最终找到了一种平衡不同磁场分量精度制衡的方法,得到了磁场矢量测量的最终理论精度极限。此外,项国勇等人进一步证明了这个精度极限可以达到,并且构造出了所需的最优量子探针态和最优量子测量。论文第一作者为我校副研究员侯志博和香港中文大学陈洪震和刘力强,通讯作者为项国勇教授和袁海东教授。

**硒硫化锑太阳能电池研究取得重要突破**

7月20日,我校陈涛教授、朱长飞教授团队,与新南威尔士大学的Xiaojing Hao教授等合作,发展了水热沉积法制备硒硫化锑(Sb<sub>2</sub>(S,Se)<sub>3</sub>)半导体薄膜材料并将其应用到太阳能电池中,实现了光电转换效率10%的突破。成果发表在Nature Energy。审稿人给予该工作高度的评价,认为这是一个里程碑的效率,为硒硫化锑太阳能电池的发展带来新的曙光。论文共同第一作者是化学与材料科学学院博士后唐荣凤、博士生王小敏和连伟涛。朱长飞教授、xiaojing Hao教授、陈涛教授为共同通讯作者。合作者还包括我校杨上峰教授、澳门大学邢贵川教授以及华东师范大学陈时友教授等。

**肿瘤光热治疗和疗效实时成像评估实现**

7月29日,国际著名学术期刊《ACS Nano》在线发表了我校梁高林教授课题组与安徽医科大学第二附属医院王龙胜主任医师课题组的合作研究成果。报导了一种有机纳米粒子用于肿瘤光热治疗及疗效实时成像评估的“智能”策略,在肿瘤治疗与疗效评估一体化方面取得了重要进展。论文第一作者为我校硕士生王延芳和博士生杜蔚。王龙胜主任医师和梁高林教授为共同通讯作者。

**ATLAS实验组在首次发现希格斯玻色子衰变到双缪子证据的工作中做出重要贡献**

8月3日,欧洲核子中心重点报道了在大型强子对撞机LHC上首次找到希格斯粒子衰变到双缪子末态证据这一突破性进展。首次对希格斯粒子与第二代费米子耦合直接探测,这是一个全新的里程碑意义的结果。我校ATLAS实验组在该工作中做出了重要贡献。报道中的ATLAS结果由数家单位合作完成,中国科大与山东大学和清华大学系统地参与了欧洲组的研究。我校吴雨生教授与山东大学李海峰教授为共同联系作者。

**我校首次实验验证量子信道容量的**

**不可加性**

8月6日,郭光灿院士团队李传锋、唐建顺等与合作者合作,首次设计并实验实现了一种特殊的“退相并擦除”量子信道,并在该量子信道中验证了量子相干信息的不可加性。研究成果发表在国际知名期刊《物理评论快报》上。

该成果对证明量子相干信息的不可加性和量子信道容量的测量都具有重要意义。审稿人评价“该实验研究对信息科学和量子技术领域都会有很大的帮助”。该工作构建了“退相并擦除”信道,为量子信息论的深入实验研究打下基础。论文共同第一作者为我校博士研究生俞上和孟雨。

**首次发现磁通量绳内部的磁场重联**

8月7日,近地空间环境重点实验室陆全明、王荣生研究团队和北京航空航天大学符慧山教授合作,在磁场重联的磁能消散研究领域取得重要进展。他们利用MMS卫星高分辨率观测资料,首次发现在磁场重联产生的磁通量绳内部丝状电流中,可发生次级重联并导致磁能的快速耗散。相关结果在线发表在《自然·通讯》上。第一作者是博士生王诗谋,通讯作者是王荣生和陆全明教授。

**飞秒激光结合自组装复合加工技术研究取得新进展**

8月10日,工程科学学院微纳米工程实验室利用飞秒激光引导毛细力自组装复合加工方法实现了手性可控三维微结构和三维金属纳米间隙结构的灵活制备,实现了在涡旋光手性检测和高灵敏度生化检测方面的应用,相关研究分别发表在《先进材料》和《先进功能材料》上。胡衍雷副教授、劳召欣博士为第一作者;胡衍雷副教授、吴东教授为共同通讯作者。

**我校研制可降解仿生透明薄膜**

塑料制品为人们生活带来了极大便利,而丢弃的塑料垃圾对生态环境造成了难以想象的危害。8月12日,由俞宏院士团队

**本报讯** 由我校魏海明教授与附一院徐晓玲教授联合攻关团队提出的传统药物托珠单抗联合常规治疗的“科大方案”被纳入新冠诊疗方案第七版,已被20多个国家采用。

8月3日,我校生命科学部瞿昆教授团队在《自然·通讯》杂志发表研究论文,揭示了托珠单抗能够有效治疗重症新冠患者的原因。托珠单抗的治疗在减弱单核细胞炎症因子风暴对机体带来损伤的同时,可以维持新冠患者正常的抗病毒免疫应答,为“科大方案”提供了理论依据。

研究中,研究团队应用单细胞转录组测序(scRNA-seq)技术,对2例重症新冠患者治疗初期和治疗缓解期的外周血单个核细胞进行分析,发现重症新冠患者特有的单核细胞亚群,该亚群高显著表达炎症细胞因子风暴相关基因,可能参与介导重症患者的炎症反应,而托珠单抗治疗则明显减弱患者单核细胞的炎症免疫应答。

团队在进一步研究中还发现了参与调控炎症细胞因子风暴的重要转录调控因子,可能作为治疗疾病的潜在药物靶点。此外,研究人员还对CD8+T细胞和B细胞进行了研究,结果发现在托珠单抗治疗后,以CD8+T细胞为代表的细胞免疫应答和以B细胞为代表的体液免疫应答均有一定程度提高。以上结果说明托珠单抗对重症新冠患者的治疗,有效减弱了炎症细胞因子风暴可能对机体带来的损伤,同时可以帮助机体持续维持高水平的抗病毒免疫应答,有效治疗疾病。该研究为“科大方案”治疗重症新冠感染疾病提供了理论依据。

瞿昆教授、林俊副研究员和金腾川教授为共同通讯作者,特任副研究员郭闯和黎斌为共同第一作者。

(生命科学部 科研部)

基于微生物发酵过程,成功研制了一类超强、超韧、透明的高性能可持续仿贝壳复合薄膜。该薄膜基于可持续的生物材料,采用一种气溶胶辅助的生物合成法制备,集成了多种优异的宏观特性,展现出比塑料薄膜更突出的综合性能,在新型显示、光电转换、柔性电子器件等领域具有竞争力。成果发表于Matter。

**2.5-5um波段红外天光背景测量仪研制成功**

8月13日,由近代物理系“核探测与核电子学国家重点实验室”王坚课题组带领的光电探测技术团队经过两年攻关,根据InSb探测器在2.5-5um波段上高响应的性能,利用线性可变滤波片在此波段线性可变的特点完成了此波段上连续扫描观测的红外天光背景测量仪。团队攻克了微弱信号检测,高增益灵敏放大,暗流及背景噪声抑制,高真空低温封装,高精度数字锁相放大等关键技术,相关成果发表在JATIS上。同时申请专利“用于窄波段连续红外光谱扫描的天光背景测量装置和方法”并获得授权。