

科研工作简报

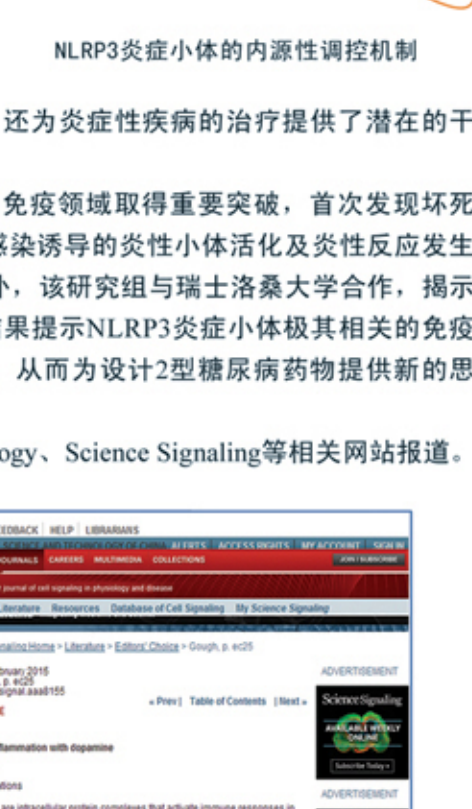
中国科学技术大学科研部 编

科研动态

天然免疫领域取得重要突破——发现缓解炎症新机制

天然免疫反应及其诱导的炎症反应是机体抵抗病毒感染的的核心手段，机体依靠天然免疫和炎症反应清除病毒。但另一方面，炎症反应过度活化或者持续存在又是病毒感染引起器官和组织损伤的重要原因。近年来的研究表明，病毒感染引起的炎症小体活化是机体产生天然免疫炎症反应的重要原因，但是病毒活化炎症小体的分子机制一直不清楚。

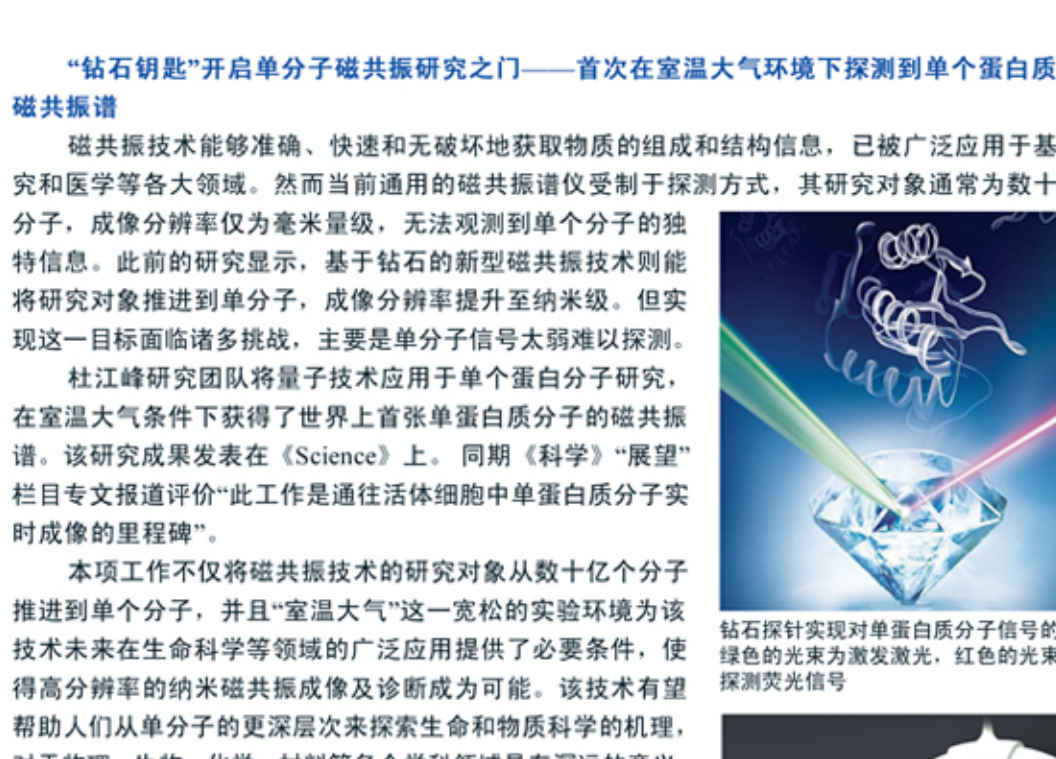
周荣斌研究组、田志刚研究组与北京蛋白质组中心合作，在NLRP3炎症小体调控机制研究方面取得重要突破。发现神经递质多巴胺可以通过抑制NLRP3炎症小体缓解神经炎症和系统炎症。该研究成果发表在《Cell》上。该项工作不仅发现了一种NLRP3炎症小体的内源性调控机制，还为炎症性疾病的的治疗提供了潜在的干预靶点。



NLRP3炎症小体的内源性调控机制

此前，该研究组与厦门大学合作，在机体抗病毒天然免疫领域取得重要突破，首次发现环死小体蛋白复合物RIP1-RIP3及其下游信号通路在RNA病毒感染诱导的炎性小体活化及炎症反应发生中起关键作用。[Nature Immunology 15,1126(2014)]。另外，该研究组与瑞士洛桑大学合作，揭示了Omega-3脂肪酸抑制炎症和缓解2型糖尿病的新机制，结果提示NLRP3炎症小体极其相关的免疫信号通路有可能成为潜在的2型糖尿病进行干预的靶标，从而为设计2型糖尿病药物提供新的思路。[Immunity 38,1154(2013)]。

该成果被Nature Reviews Immunology、Nature Immunology、Science Signaling等相关网站报道。



第1页共8页

科研工作简报

“钻石钥匙”开启单分子磁共振研究之门——首次在室温大气环境下探测到单个蛋白质分子磁共振谱

磁共振技术能够准确、快速和无破坏地获取物质的组成和结构信息，已被广泛应用于基础研究和医学等各大领域。然而当前通用的磁共振谱仪受制于探测方式，其研究对象通常为数十亿个分子，此前分辨率仅为毫开尔文量级，无法探测到单个分子的独特信息。此前的研究显示，基于钻石的新型磁共振技术能够将研究目标推进到单分子，分辨率提升至纳开尔文。但实现这一目标面临诸多挑战，主要是单分子信号太弱难以探测。

杜江峰研究团队在《Science》上，同期《科学》“展望”栏目专文报道评价“此工作是通往活体细胞中单蛋白质分子实时成像的里程碑”。



钻石探针实现对蛋白质分子信号的检测，绿色的光为激发激光，红色的光为可探测荧光信号

本项工作不仅将磁共振技术的研究对象从数十亿个分子推进到单个分子，并且“室温大气”这一宽松的实验环境为该技术在未来的生命科学等领域的广泛应用提供了必要条件，使得高分辨率的纳米磁共振成像及诊断成为可能。该技术有望帮助人们从分子的更深层次来探索生命和物质科学的机理，对于物理、生物、化学、材料等多个学科领域具有深远的意义。

此前，该研究团队已成功探测到金刚石体内两个¹³C原子核自旋，并通过刻画其相互作用强度以原子尺度分辨率解析出了这两个同位素原子的空间取向，向单分子磁共振谱学和成像迈出了重要一步。[Nature Physics 10, 21(2014)]。另外，该研究团队通过与德美研究组合作，检测到(5nm)有机晶中质子信号，取得纳米尺度磁共振技术的突破性进展。[Science 339, 561(2013)]。

该成果被《科学》展望、美国科学促进会 EurekAlert、Phys.org、Max Planck Institute、美国化学会C&EN等相关网站报道。



展示基于该成果技术的一个未来发展方向——单分子磁共振成像，为了直观显示，以大块熟知的DNA双链代替了文中的蛋白质分子。



第2页共8页

科研工作简报

量子信息实验研究取得重大突破——首次实现多自由度量子体系的隐形传态

量子隐形传态在概念上非常类似于科幻小说中的“星际旅行”，利用量子纠缠，能够把量子态传输到遥远地点，而无需传输载体本身。量子隐形传态作为量子信息处理的基本单元，在量子通信和量子计算网络中发挥着至关重要的作用。1997年，国际上首次报道了单一自由度量子隐形传态的实验验证，该工作随后与量子纠缠、爱因斯坦建立相对论、沃森和克里克发现DNA双螺旋结构等影响世界的重大科技成果一起入选了《自然》“百年物理学21篇经典论文”。



对单光子自旋和轨道角动量的量子隐形传态过程的图片展示，具有轨道角动量的光子以螺旋线向前传播，光子携带的角动量由箭头表示

此后，作为国际学术界量子信息实验领域的研究热点，量子隐形传态先后包括冷原子、离子阱、超导、量子点和金刚石色心等许多物理系统中得以实现。然而，以往所有的实验实现都存在着一个根本的局限，只能传输单个自由度的量子状态，而真正的量子物理体系自然拥有多种自由度的性质。多自由度的量子隐形传态作为发展可扩展量子计算和量子网络技术的必经之路，成为近二十年来量子信息实验领域的研究团队的一个巨大挑战。

潘建伟院士及其同事陆朝阳、刘乃尧等组成的研究团队在国际上首次成功实现多自由度量子体系的隐形传态。该研究成果以封面标题的形式发表在《Nature》上。

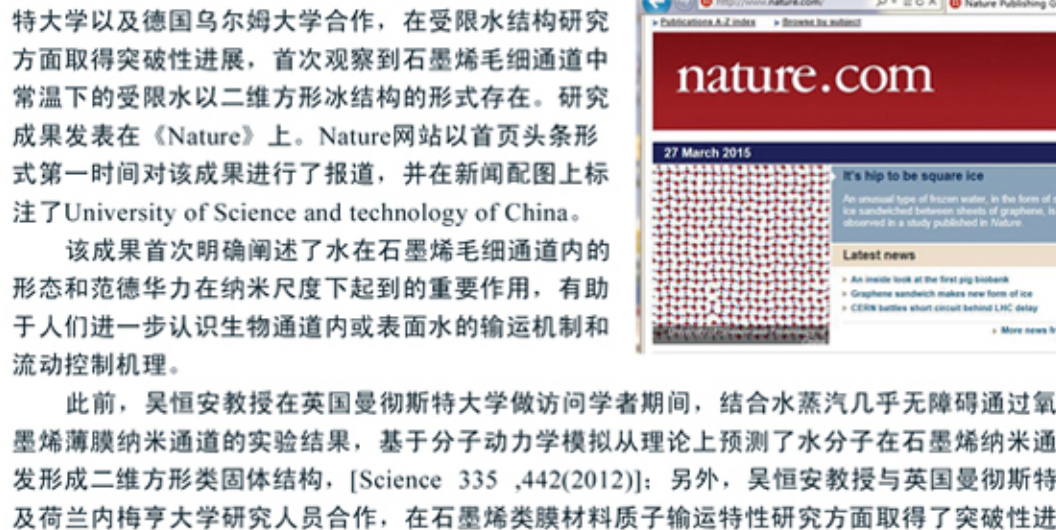


利用独特金属纳米结构表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

这项工作自1997年国际上首次实现单一自由度量子隐形传态以来，科学家们经过18年的努力，取得了从单一量子信息实验研究领域的重大突破，为可扩展的量子计算和量子网络技术奠定了坚实的基础。

此前，该研究团队已成功实现了世界上最远距离的量子隐形传态，将量子隐形传态的实现距离扩展到16公里，此前的世界纪录提高了20余倍。[Nature Photonics 4, 376(2010)]。另外，该研究团队还在国际上首次成功实现了百公里量级的自由空间量子隐形传态和纠缠分发，通过地基实验切实地证明了实现基于卫星的全球量子通信网络的可行性。[Nature 488, 185(2012)]。

该成果被Physics World、《自然》“新闻视角”栏目、Science News等相关网站报道。

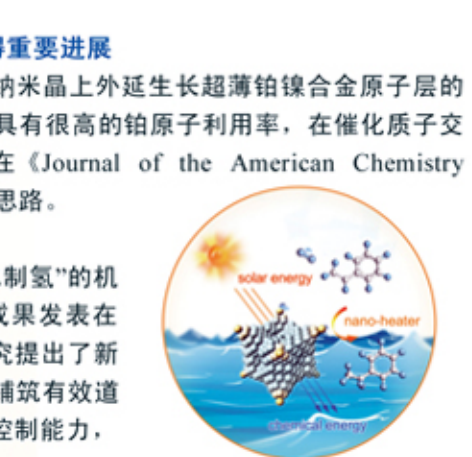


第3页共8页

科研工作简报

常温下受限水的二维方形冰结构研究取得重要进展

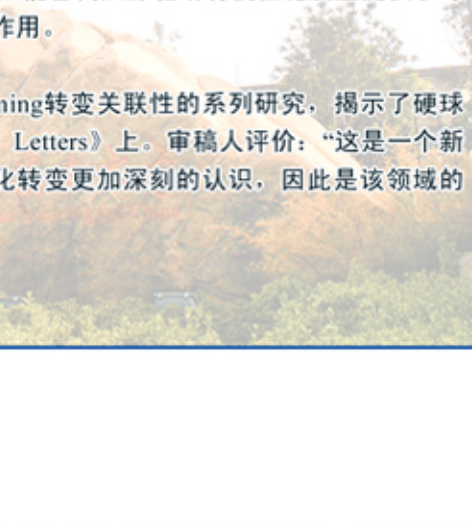
吴恒安教授和王春超特聘研究员与英国曼彻斯特大学取得突破性进展。在受限水冰晶结构中，常温下的受限水以二维方形冰结构的形式存在。研究成果发表在《Nature》上。Nature网站在首页头条形式第一时间对该成果进行了报道，并在新闻配图上标注了University of Science and Technology of China。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

该成果首次明确阐述了水在石墨纳米通道内的形态和范德华力在纳米尺度下起到的重要作用，有助于人们进一步认识生物通道内或表面水的输运机制和流动调控机理。

此前，吴恒安教授在英国曼彻斯特大学做访问学者期间，结合水蒸气分子几乎无障碍通过石墨薄层膜的实验结果，基于分子动力学模拟研究了水分子在石墨纳米通道中形成的二维方形冰晶结构。[Science 335, 442(2012)]。另外，吴恒安教授与英国曼彻斯特大学及荷兰内梅亨大学研究人员合作，在石墨类碳材料质子输运特性研究方面取得了突破性进展，发现石墨类以及氧化石墨烯等具有单原子层厚度的二维纳米材料可作为良好的质子导体。[Nature 516, 227(2012)]。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

双金属材料制备取得重要进展

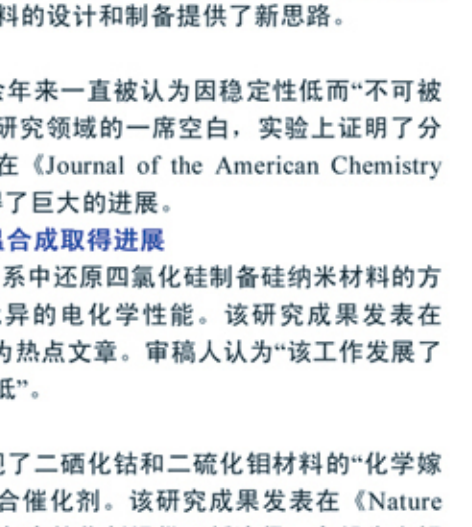
曾杰教授研究组通过对铂铜双金属晶体的合成及生长进行动力学调控，成功合成了不同尺寸和三角双锥外形的铂铜双金属纳米结构。该材料在电化学催化甲酸氧化的反应中表现出了优异的性能。该成果发表在《Angewandte Chemie International Edition》上，对于今后关于金属多结构的研究具有重要的指导意义。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

用于燃料电池阴极反应的高效铂铜双金属催化剂研究取得重要进展

曾杰教授研究组与美国Akron大学合作，通过在铂纳米晶上外延生长超薄铂钯合金原子层的方法，成功构筑了Pd@Pt-Ni核壳纳米催化剂。该催化剂具有很高的铂原子利用率，在催化质子交换膜燃料电池阴极还原反应中表现不俗。该成果发表在《Journal of the American Chemical Society》上。为开发新一代的燃料电池电极材料提供了新思路。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

首次揭示了硅纳米线表面“光解水制氢”的机制

曾杰教授课题组首次揭示了硅纳米线表面“光解水制氢”的机制，并为制氢性能的提高提供了新的途径。该研究成果发表在《Angewandte Chemie International Edition》上。该研究提出了新的表面工程思路，为开发高效、自然界丰富的光催化制氢有效途径，并将拓展人们对化学转化中“微观引擎”的控制能力，对高效催化剂的理性设计具有重要推动作用。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

发光二极管驱动有机反应的金属催化剂

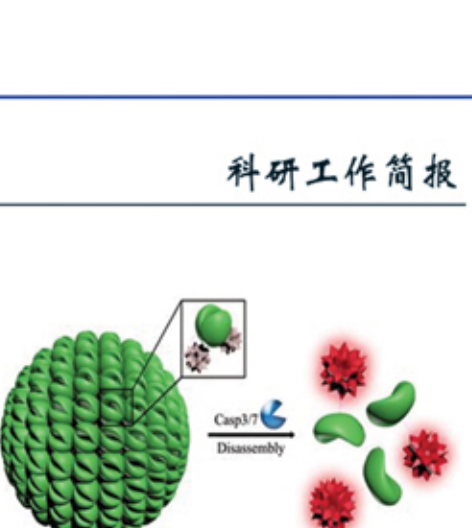
曾杰教授课题组设计了一类独特的金属铂纳米结构，同时具有高性能化表面和太阳能利用特性。在光驱动有机加氢反应中展现出优异的性能。该研究成果发表在《Angewandte Chemie International Edition》上。该研究不但为利用太阳能替代热驱动有机催化提供了可能性，也对等离激元催化材料的理性设计具有重要推动作用。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

揭示硬球胶体玻璃化的本质

徐宁教授课题组延续之前对胶体玻璃化转变和Jamming转变关联性的系列研究，揭示了硬球胶体玻璃化的本质。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。审稿人评价：“这是一个新的、非常重要的结果。它导致我们对物理和玻璃化转变更加深刻的认识。因此是该领域的一项重要进展”。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

第4页共8页

科研工作简报

水凝胶研究取得重要进展

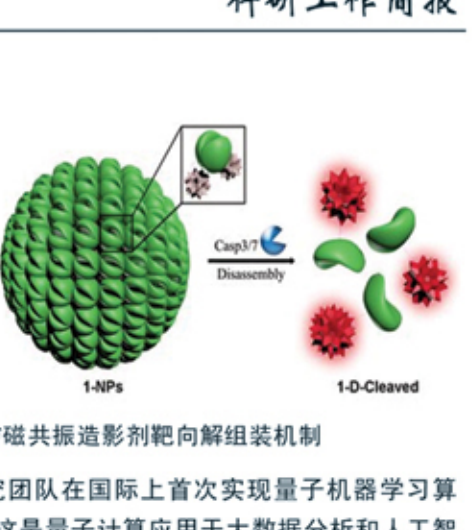
梁高林教授课题组利用自己发展出的一个独特的综合反应平台，研制出一种新型低聚物水凝胶。该研究成果发表在《Angewandte Chemie International Edition》上。此种新型的低聚物水凝胶在力学强度上超过小分子水凝胶，而其低聚物的性质使其兼具生物相容性，使之在组织工程和长时间药物释放的领域有着广泛的应用前景。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

成功合成混价硫氧化物的三维纳米结构

余彦教授课题组与德国马普固体研究所合作，发展了一种室温氧化还原自组装方法，成功合成了混价硫氧化物的三维纳米结构，并将该材料应用于高能密度锂离子电池正极材料。取得了优异的研究性能。该成果发表在《Nano Letters》上。该工作对于今后氧化物体系或其他体系的研究展现出了重要的指导意义，为高性能锂离子电池材料的设计和制备提供了新思路。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

成功捕获“消失”的富勒烯

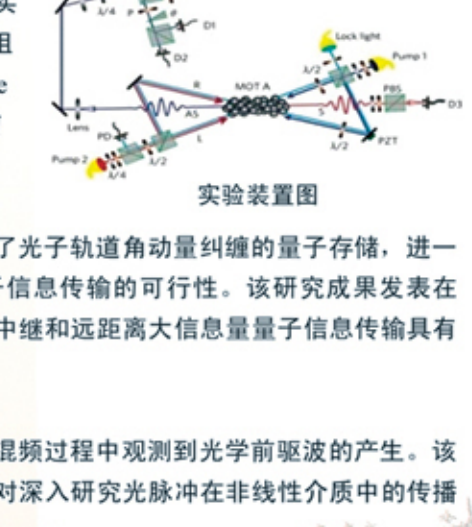
杨上峰教授课题组成功地将合成并分离表征了一种十余年来一直被认为因稳定性低而“不可被分离”的新结构内嵌富勒烯，这一发现弥补了内嵌富勒烯研究的一座空白。实验上证明了分离出低稳定性的新富勒烯的可能性。该研究成果发表在《Journal of the American Chemical Society》上。这项工作标志着在全金属富勒烯科学领域取得了巨大的进展。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

“Simply silicon”-硅纳米线锂离子电池低温合成取得重要进展

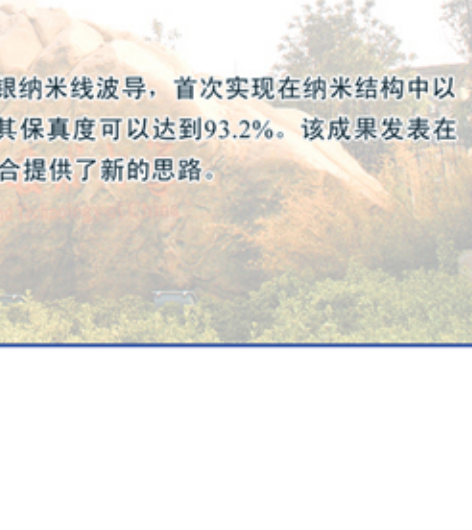
钱彦泰院士课题组发展了一种低温（200℃）熔盐体系中还原四氯化硅制备硅纳米线的方法，将该材料应用于锂离子电池负极材料，展示了优异的化学性能。该研究成果发表在《Angewandte Chemie International Edition》上，并被选为热点文章。审稿人认为“该工作发表了合成Si纳米线负极材料的一个新方法，且方法简单、成本低”。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

成功实现高效电催化制氢电极材料的“化学嫁接”

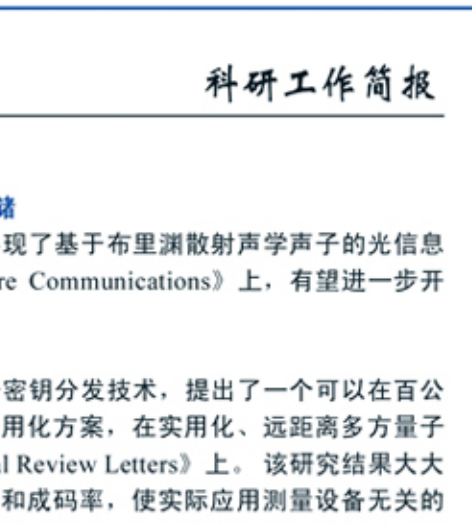
曾杰教授研究组发展了一步合成技术，成功实现了二硫化钨和二氧化钨材料的“化学嫁接”，研制了具有析氢性能接近贵金属铂的水还原高效复合催化剂。该研究成果发表在《Nature Communications》上。该工作为设计和制备非贵金属新型复合催化剂提供了新途径，有望为电解水工业提供新型、廉价、高效、耐用的水还原和水的氧化反应电催化剂。



利用独特金属纳米结构的表面等离元特性进行太阳能向化学能转换的原理示意图

研究揭示肿瘤细胞氨基酸代谢的新机制

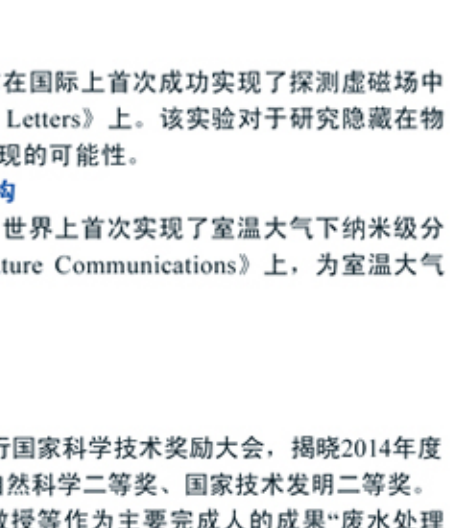
张华凤课题组、高水平课题组与中山大学肿瘤防治中心以及中科院武汉数所等机构合作发现在营养匮乏压力下条件下，癌细胞mCys介导的丝氨酸生物合成途径的激活对于肿瘤的发生发展起着至关重要的作用。该研究成果发表在《Cell Research》上。本研究不仅在于分子机制揭示了营养压力下SPP的活化与mCys的关系，而且还为临床肝癌的诊断和治疗提供了新的潜在靶点。



miRNA调控细胞代谢和体细胞重编程的新机制

研究揭示miRNA调控细胞代谢和体细胞重编程的新机制

高水平课题组和北京大学合作研究，发现了miRNA对于维持干细胞代谢水平和调控细胞重编程中代谢途径至关重要。该研究成果发表在《EMBO Journal》上。本项研究揭示了miRNA调控细胞代谢和体细胞重编程的新机制。



miRNA调控细胞代谢和体细胞重编程的新机制

发现新型非编码RNA

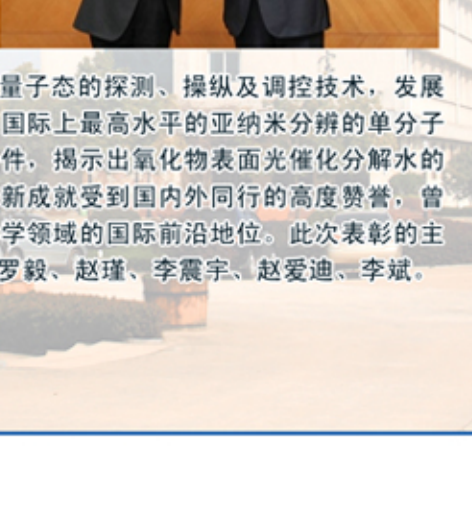
单军教授课题组发现了一类新型的环状非编码RNA，并对此类非编码RNA的功能和能机理进行了研究。该研究成果发表在《Nature Structural & Molecular Biology》上。本项研究加深了研究人员对非编码RNA种类和功能认识。



miRNA调控细胞代谢和体细胞重编程的新机制

研究揭示绿脓杆菌传播机制

金韵教授课题组发现在较宽表面爬行的绿脓杆菌可利用其菌毛在表面爬行的速率比自由运动对表面的高侵袭力可使表面的有效粘附力降低，从而减小菌毛在表面爬行的速率。这种独特的适应性机制可以极大的帮助细菌在较宽表面的扩散和传播。该研究成果发表在《Nature Communications》上。这项发现对于理解绿脓杆菌对器官组织造成感染的初始机制具有重大意义。



miRNA调控细胞代谢和体细胞重编程的新机制

第5页共8页

科研工作简报

首次实现基于布里渊散射声学声子的单向光子信息存储

郭光灿院士领导的董春华研究组首次在介质腔内实现了基于布里渊散射声学声子的光子信息存储，存储寿命可达十几微秒。该研究成果发表在《Nature Communications》上，有望进一步开拓光子与声子的强相互作用以及量子存储器的研究。



“F”磁共振成像靶向解组装机

多光子通信理论取得重要进展

陈增祺教授课题组结合诱态态和测量设备无关的量子密钥分发技术，提出了一个可以在百公里量级分发后选择多光子诱态态并进行多方量子通信的实用化方案，在实用化、远距离多方量子通信方面迈出了重要的一步。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。该研究结果大大提高了利用多光子诱态态的多光子通信系统的传输距离和成码率，使实际应用测量设备无关的多光子通信成为可能。



“F”磁共振成像靶向解组装机

首次实现量子机器学习算法

潘建伟院士及其同事陆朝阳、刘乃尧等组成的研究团队在国际上首次实现量子机器学习算法。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。这是量子计算应用于大数据分析和人工智能的开创性实验工作。



“F”磁共振成像靶向解组装机

量子点单光子源量子调控方面取得系列重要进展

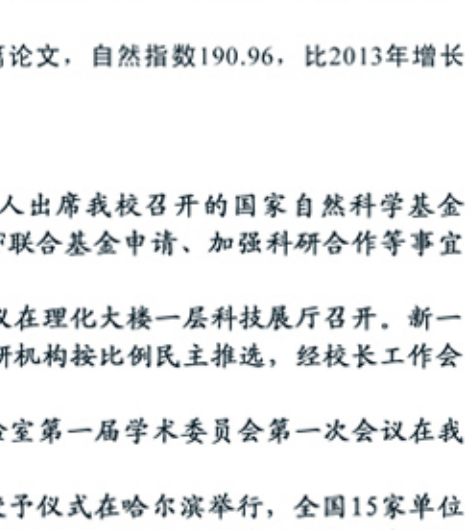
潘建伟院士及其同事陆朝阳等组成的研究团队在国际上首次发展了量子光学实验方法动态调控“人造原子”的单光子发射，在两级级原子体系中通过多态光场耦合和量子干涉消除自发辐射射线，证实了多光子斯塔克效应和自发辐射相干。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。为固态体系高性能单光子源和量子计算的研究开辟了新的途径。



“F”磁共振成像靶向解组装机

量子模拟—人工合成自旋-轨道耦合体系研究取得重要进展

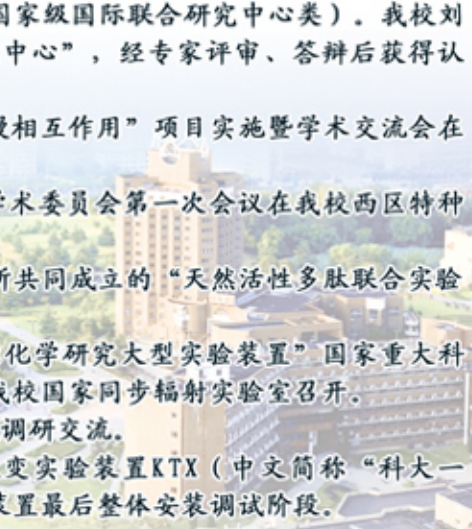
潘建伟院士及其同事陈师刚、邓友金等首次在实验上精确测量了该体系完整的激发谱特性，发现深入研究了该激发谱中“旋子-声子”结构的特性。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。该实验首次揭示弱且短程的相互作用体系可以具有旋子形式的激发谱，为今后强关联体系的量子模拟提供新的途径。



“F”磁共振成像靶向解组装机

首次实现基于拉曼过程的光子混合纠缠的量子存储

郭光灿院士领导的史保森教授研究组在国际上首次实现了光子偏振纠缠态的量子存储，进一步证明了基于高维量子中微子传输量子偏振纠缠态的可行性。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。该工作对实现量子中继和远距离量子信息传输具有重要意义。



“F”磁共振成像靶向解组装机

首次实现非线性过程中观测到光学前驱波

郭光灿院士领导的史保森教授研究组首次在线性非线性过程中观测到光学前驱波的产生。该研究成果发表在《Physical Review Letters》上。该工作对深入研究脉冲在非线性质介质中的传播行为具有重要意义。



“F”磁共振成像靶向解组装机

量子纳米显微技术取得重要进展

郭光灿院士领导的任奇峰研究组利用微纳光纤级联纳米线波导，首次实现纳米尺度中以表面等离元（SPP）的形式传输量子偏振纠缠态，其保真度可以达到93.2%。该成果发表在《Nano Letters》上。为纳米光子学和量子信息的有机结合提供了新的思路。

“F”磁共振成像靶向解组装机

第6页共8页

重要成果

2014年度国家科技奖揭晓 我校2项成果获奖

1月9日上午，中共中央、国务院人民大会堂隆重举行国家科学技术奖励大会，揭晓2014年度国家科学技术奖的评选结果。我校两项成果分别荣获国家自然科学二等奖、国家技术发明二等奖。由于在环境保护研究领域做出重要贡献，命名吴恒安教授等为主要完成人的“成果-废水处理系统中微生物聚集体的形成过程、作用机制及调控原理”被授予国家自然科学二等奖。



“F”磁共振成像靶向解组装机

同时，我校袁兴龙教授与东南大学合作者的研究成果“高稳定高耗散碳基材料制备关键技术及装置”发表及工程应用“被授于国家技术发明一等奖，袁兴龙教授作为第二完成人研制了高稳定磁流变弹性体、磁流变弹性体，提出了磁流变弹性体的高阶分形模型，合作研制了磁流变阻尼器和磁流变弹性体减振装置及控制系统。”

“F”磁共振成像靶向解组装机

“单分子尺度的量子调控研究集体”获中国科学院杰出科技成就奖

1月29日，2014年度中国科学院杰出科技成就奖颁奖仪式在中国科学院举行。侯建国院士领导的“单分子尺度的量子调控研究集体”荣获中国科学院杰出科技成就奖。中国科学院院长、党组书记白春礼为获奖代表侯建国院士颁奖。

“F”磁共振成像靶向解组装机

单分子尺度体系具有丰富的功能结构和独特的量子性质，是未来量子信息技术的物理物质载体之一，也是新能源材料中发挥着极其重要的作用。十余年来，侯建国院士领衔的“单分子尺度的量子调控研究集体”坚持对上述体系开展系统的探索，取得了一批重要的创新成果。近年来，他们进一步发展和提升了单分子尺度量子态的探测、操纵及调控技术，发展了一批具有重要学术价值的新方法和新理论，率先实现了国际上最高水平的亚纳米分辨率的量子显微成像，成功设计并实现具有多重功能集成的分子器件，揭示出国内外同行高度赞赏的微观机制，提出了红外光分解水的全新原理。该集体的创新成果得到国内外同行的广泛赞誉，曾先后三次入选为侯建国、杨金龙、王兵、董振超、王晓平、罗毅、赵继、李震宇、赵爱迪、李斌。

“F”磁共振成像靶向解组装机

第7页共8页

科研工作简报

“量子通信安全传输创世界纪录”入选2014年中国十大科技进展新闻

1月31日，2014年中国“世界十大科技进展新闻”在北京揭晓。我校潘建伟教授团队“量子通信安全传输创世界纪录”入选2014年中国十大科技进展新闻。至此，我校先后有14项成果入选12个年度中国“世界十大科技进展新闻”。

“F”磁共振成像靶向解组装机

量子密钥分发为安全信息加密提供了理论上的绝对安全保障。然而，若要实现实用化的量子保密通信，则需要解决由于现实条件不完善而带来的两大漏洞，即光子探测器和探测器漏洞。潘建伟团队于2006年利用清华大学王向研究员提出的诱态态方法在实验上验证了光源漏洞。2013年，潘建伟团队在国际上首次实验实现了测量器件无关的量子密钥分发，完美解决了所有针对探测器的攻击，被美国物理学会《物理》杂志（Physics）评为2013年度“国际物理学领域的十一项重大进展”。2014年，该研究团队与中科院上海微系统所清华合作，结合诱态态方法和测量器件无关协议，将安全距离突破200公里，并进行了合肥量子通信网的3个节点进行了现场验证，创下了新的世界纪录。

“F”磁共振成像靶向解组装机

自然指数2015发布，我校位列国内高校第四

3月26日，英国自然出版集团发布《自然指数2015（亚太区）》。我校位列亚太区第9位，国内高校排名第四。

“F”磁共振成像靶向解组装机

2014年，我校在68种自然科学杂志上共发表536篇论文，自然指数190.96，比2013年增长8.7%。其中，在物理、化学领域研究实力较为雄厚。

“F”磁共振成像靶向解组装机

新闻回放

◆1月5日，中国工程物理研究院专家组一行7人出席我校召开的国家自然科学基金NSAF联合基金申请工作交流会，针对2015年度NSAF联合基金申请、加强科研合作等事宜与我校老师展开讨论。

◆1月8日，第十届核技术委员会第一次全体会议在理化大楼一层科技展厅召开。新一届核技术委员会共有51位委员，由各学院和直属科研机构按比例民主推选，经校长工作会议讨论通过，校长聘任。

◆1月11日，中国科学院无线光电通信重点实验室第一届学术委员会第一次会议在我校西校区实验楼召开。

◆1月15日，国家国际科技合作基地认定证书授予仪式在哈尔滨举行，全国15家单位被国家科技部认定为“国家国际科技合作基地（国家级国际研究中心类）”。我校研究员牵头申报的“大尺度火灾国际联合研究中心”，经专家评审、答辩后获得认定，成为我校首个国家级国际联合研究中心。

◆1月17-18日，国家973计划“大陆俯冲带壳幔相互作用”项目实施暨学术交流会在我校召开。

◆1月27日，火灾科学国家重点实验室第五届学术委员会第一次会议在我校西校区特种实验楼召开。

◆3月5日，由我校和中国科学院昆明动物研究所共同成立的“天然活性多肽联合实验室”举行揭牌仪式。

◆3月21-22日，“基于可调谐红外激光的能源化学研究大型实验装置”国家重点研发计划专项研制的仪器设备研制和年度总结会议在我校国家同步辐射实验室召开。

◆3月31日，江南大学副校长顾正一行来我校考察交流。

◆3月31日，我国首台大型压裂车组制造项目在我校聚变实验室KITX（中文简称“科大一环”）各系统的部件研制建造工作全面完成，进入装置最后整体安装调试阶段。

“F”磁共振成像靶向解组装机

“F”磁共振成像靶向解组装机

“F”磁共振成像靶向解组装机

“F”磁共振成像靶向解组装机

“F”磁共振成像靶向解组装机

“F”磁共振成像靶向解组装机

