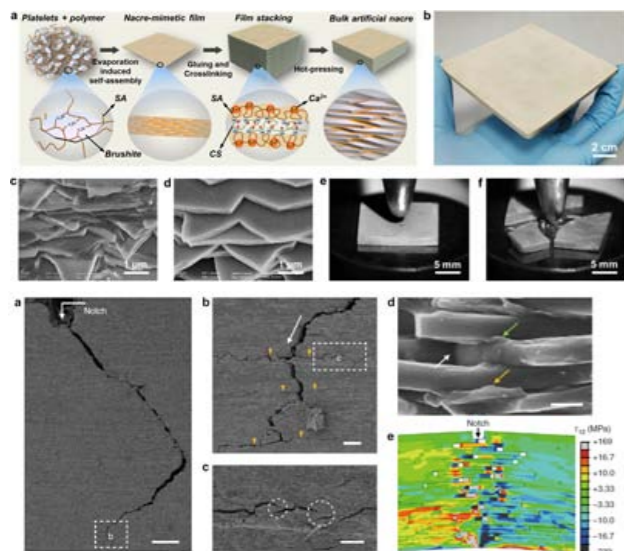


研究进展

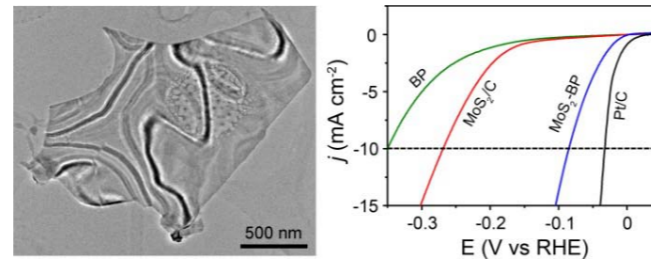
中国科大实现高性能大尺寸体型人工珍珠层仿生材料的宏量制备

中国科学技术大学俞书宏教授课题组和倪勇教授课题组在人工珍珠层材料仿生宏量制备方面取得重要进展,设计并成功发展了适用于高性能、大尺寸、体型人工珍珠层材料的仿生宏量制备新策略。相关成果以“Mass production of bulk artificial nacre with excellent mechanical properties”为题于2017年8月18日发表在《自然-通讯》上(Nat. Commun. 2017, 8, 287)。

俞书宏教授领导的团队在之前的工作-介观尺度“组装与矿化”相结合的方法合成块状人工贝壳珍珠层材料工作的基础上(Science 2016, 354, 107-110),提出了一种高效且通用的组装新策略,通过将溶液蒸发组装法构筑的仿珍珠层结构二维薄膜进一步叠合热压,成功实现了由微纳基元到高性能、大尺寸、三维体型仿珍珠层材料的快速宏量构筑。他们与中国科学技术大学工程科学学院倪勇教授课题组合作,提出了所制备体型人工珍珠层材料的多级次增韧机理。研究人员发现,基于该方法可以从分子尺度到宏观尺度的各个层面对材料结构进行优化,从而使所得材料可以成功地复制天然珍珠层材料的多级结构和增韧机理,并且其力学性能可与多种自然结构材料和工程材料相媲美。研究表明,这一多级组装新策略具有灵活性、高效性、普适性的特点,可以应用到其他多种材料体系中,因此有望在今后进行其他三维体型人工珍珠层材料的仿生宏量制备方面获得广泛应用。该研究成果对设计和制备面向实际应用的高性能仿生结构材料具有重要的指导意义。



电解水产氢催化剂的研制取得重大进展



二硫化钼-黑磷杂化纳米片及其电解水产氢反应性能

近日,中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家实验室和化学与材料科学学院曾杰教授课题组开发出了一种廉价、高效、稳定的电解水产氢催化剂。他们通过界面调控,设计出一种二硫化钼-黑磷杂化的纳米片催化剂,在电解水产氢反应中表现出高活性和高稳定性,能够大幅降低成本,加快电解水产氢技术的商业化应用进程。该成果以“Molybdenum disulfide-black phosphorus hybrid nanosheets as a superior catalyst for electrochemical hydrogen evolution”为题,发表在《纳米快报》杂志上(Nano Lett. 2017, 17, 4311-4316)。

化石能源的广泛利用造成了能源短缺、环境污染等诸多问题。社会的可持续发展需要进行能源结构的调整,寻求更为清洁且可再生的替代能源。作为一种可再生能源,氢气热值高,且被利用后的产物仅为水,因此其被认为是未来最理想的能源形式。氢气的来源多样化,其中电解水的方式由于效率高、无需消耗化石能源、产物纯度高等优点广受关注。目前,电催化制氢通常选用贵金属铂作为催化材料,高成本和低储量是制约该技术走向规模化应用的主要障碍。因此,开发产氢效率高的廉价、高效电催化剂是催化领域的研究热点。

针对这些问题,研究人员借助于界面调控技术,近期设计并合成出一种廉价高效的二硫化钼-黑磷杂化的纳米片催化剂。在该催化剂中,由于二硫化钼和黑磷界面处存在电荷转移现象,富集电子的硫化钼部分成为了高活性的催化中心。研究表明,这种新型催化剂在达到10毫安每平方厘米的电流密度下,所需要的过电位仅有85 mV,已经接近了商用的铂碳催化剂。同时该催化剂在循环使用10,000次或是连续使用3个多小时后,催化剂本身没有明显变化,催化活性也基本没有损失。

中国科大在基于星座的量子通信实验研究领域取得重要进展

近日,中国科学技术大学潘建伟教授及其同事彭承志、张强等组成的研究小组,在国际上首次成功实现了白天远距离(53km)自由空间量子密钥分发,通过地基实验在信道损耗和噪声水平方面有效验证了未来构建基于量子星座的星地、星间量子通信网络的可行性。相关成果“Long-distance free-space quantum key distribution in daylight towards inter-satellite communication”以长文形式在线发表在国际权威学术期刊《自然·光子学》上(Nature Photonics doi:10.1038/nphoton.2017.116)。

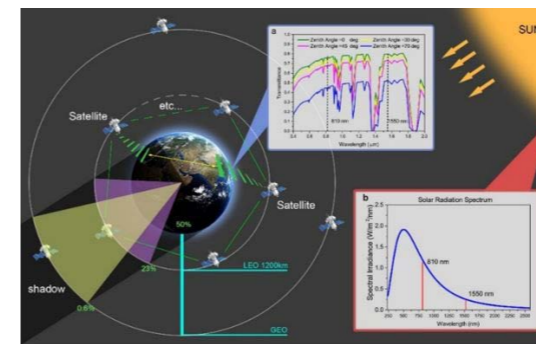


图1 量子星座为基础的量子通信网络示意图(子图a:不同波段大气透过率曲线(1550nm波段约高于810nm波段),子图b:太阳光谱分布图(1550nm波段辐照度约为810nm波段的1/5))。

为抑制白天阳光背景噪声,潘建伟团队从三个方面发展关键技术:阳光背景噪声主要包括太阳光直射部分和经大气分子散射部分组成,太阳光谱中1550nm成分较低,大气散射对该波段散射也较小,利用这个特点采用1550nm波段光子开展实验,优化光学系统,将噪声降低超过一个数量级;发展频率上转换单光子探测技术,在保持单光子高效探测的同时,实现了光谱维度的窄带滤波,降低噪声约两个数量级;发展自由空间光束单模光纤耦合技术,实现了高效耦合和空间维度的窄视场滤波,降低噪声约两个数量级。综合这三项技术,研究小组在青海湖相距53公里的两点间完成了白天阳光背景下的量子密钥分发实验,在全链路衰减48dB(大于星地、星间链路衰减)情况下,误码率~1.65%,安全密钥成码率达到~150 bps。实验结果验证了太阳光背景下开展星地、星间量子密钥分发的可行性,为下一步构建量子星座打下了坚实的技术基础。

《Nature Photonics》杂志几位审稿人称赞该成果“应对了白天自由空间量子密钥分发的一个重要挑战”(“addresses an important challenge for day-time operation of free-space QKD”),是一项“卓越的成就”(“a remarkable achievement”)。

中国科大在超冷化学量子模拟领域取得重要进展

中国科学技术大学潘建伟教授及其同事赵博、陈宇翱等在超冷分子和超冷化学量子模拟研究领域取得重要进展,他们首次在实验上直接观测到超低温下弱束缚分子与自由原子间发生的态态的化学反应,实现了可控态态反应动力学的探测,从而向基于超冷分子的超冷量子化学的研究迈进了重要一步。7月4日,这一重要研究成果以研究长文的形式发表在国际权威学术期刊《自然·物理学》上[Nature Physics 13, 699-703 (2017)]。

在该项研究成果中,中国科学技术大学的研究团队首次成功观测到了超低温下弱束缚的分子和原子发生的可控态态的化学反应。在实验中,他们巧妙的利用弱束缚分子的束缚能可以调节的特性,精确控制反应中释放的能量,实现了对反应产物的囚禁。在此基础上,他们利用精密的射频场操作技术,成功探测了反应的分子产物和原子产物,并进一步研究了态态反应动力学。实验结果证实了弱束缚分子之间化学反应通道的选择性,验证了W. Stwalley约40年前的预言(早在1978年,化学家W. Stwalley就曾指出弱束缚分子具有非同寻常的反应性质,它的反应会选择性地通过一个反应通道进行)。

该实验的重要意义在于,这是第一次在超冷化学反应中观测到态态的化学反应,从而将化学反应动力学的实验研究推进到量子水平。这一工作得到了《自然·物理》审稿人的高度评价:“探测超冷化学反应的产物是目前该领域的重大研究目标,本工作向这个目标迈出了第一步”;“该工作是超冷化学领域的一个重要的里程碑,将引起化学和物理学研究者的广泛兴趣”。