

请输入关键字



中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所
Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics (SINANO), Chinese Academy of Sciences

首页 > 新闻动态 > 科研进展

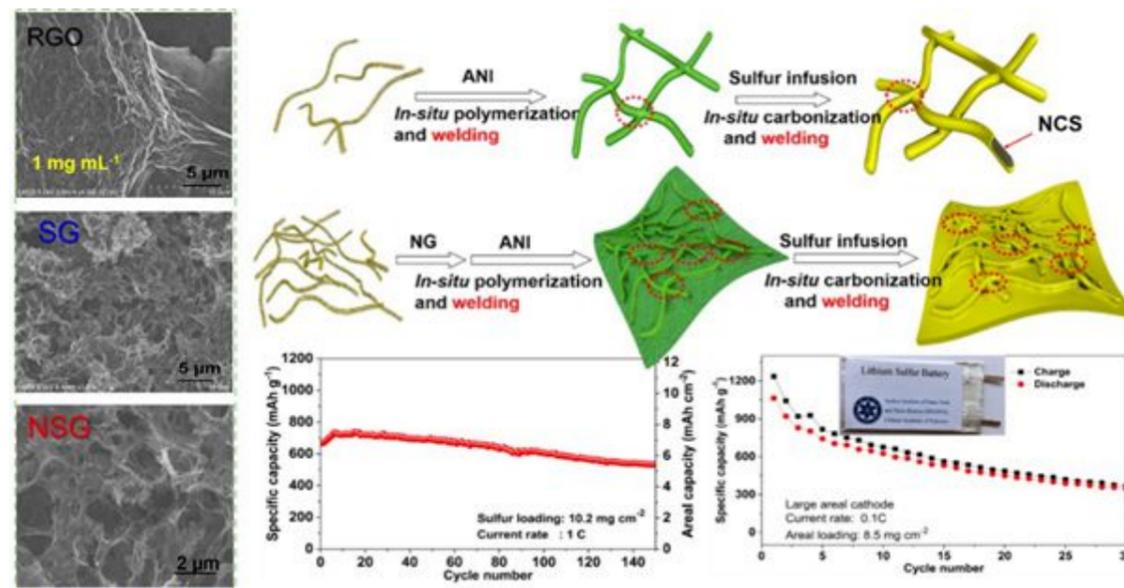
苏州纳米所张跃钢与蔺洪振研究团队在高性能锂二次电池研究方面取得系列进展

发布时间: 2020-10-21 | 文章来源: 国际实验室 王健 | 【大 中 小】 | 【打印】 【关闭】

随着电动汽车和移动电子产品的发展，当今社会对能源存储与转化提出了更高的要求，继锂离子电池之后，人们对可充电电池提出了更高的要求：高能量密度、高倍率充放电、高循环稳定性。锂硫电池凭借其高能量密度 (2600 Whkg^{-1})、经济环保等优势成为下一代储能体系的有力候选者。然而，一些问题如单质硫与硫化锂的不导电性、多硫化锂中间产物的穿梭效应及充放电过程中体积的变化，降低了锂硫电池的利用率，使得容量衰减迅速，阻碍了其实际商业化。

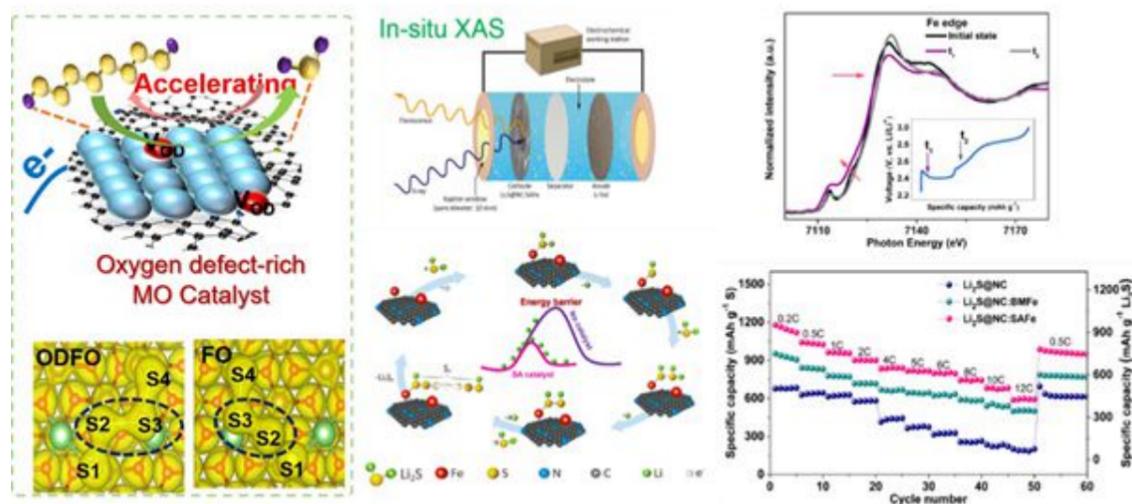
针对上述问题，中科院苏州纳米所张跃钢教授与蔺洪振研究员团队分别从纳米材料结构设计与表面功能化出发，制备了不同的活性纳米催化剂复合材料，并选用原位光谱手段研究了其相关作用机制。

首先，我们优化调控三维石墨烯的孔隙结构及其功能团，实现了对可溶的多硫化物的物理与化学强吸附作用 (*J. Power Sources*, 2016, 321, 193)。进一步，研究团队利用原位化学聚合的方式，增强了三维石墨烯/碳纳米管的复合纳米材料的结构稳定性。实现了高面积载量 (10.2 mgcm^{-2}) 硫正极的长寿命稳定循环 (图1) (*Nano Energy*, 2017, 40, 390)。

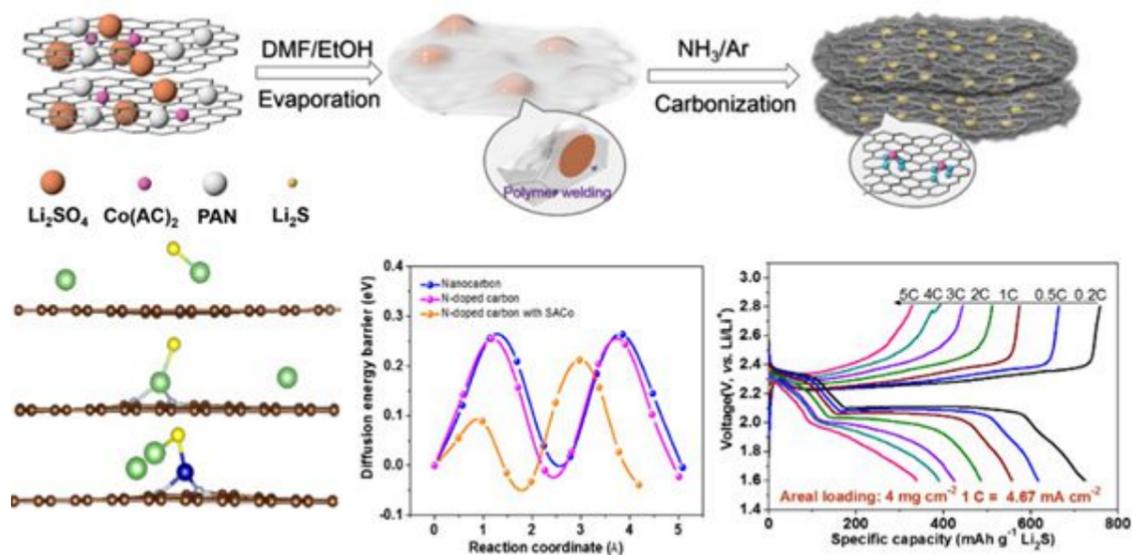


其次，研究发现仅依靠物理化学吸附的手段来抑制穿梭效应具有局限性，不能满足电池的快速充放电特性。鉴于此，我们提出多种“吸附+催化”的策略，来综合解决锂硫电池的关键问题和挑战。成功地用一步法合成可高活性的氧缺陷金属氧化物 (ODMO) 纳米团簇催化剂，实验和理论模拟结果证实，氧缺陷活性位点能显著加快多硫化物中 S-S 键的断裂与生成，使得电池的容量减率低至 0.055%，满足了快速充电/放电以及长期稳定的性能要求 (*ACS Appl. Mater. Interfaces* 2020, 12, 12727)。为了降低不导电性反应产物硫化锂充电时脱锂离子的难度，加快电化学反应的速度，我们首次将单原子催化引入到锂电池领域，结合球差矫正电镜和同步辐射 X 射线吸收光谱 (XAS) 证实了单原子催化剂的存在。结果显示，单原子催化剂能够显著改善基于转换反应电池的充放电速率，在 12C (理论 5 分钟充满) 时电池的容量仍有 588 mAh g^{-1} ，在 5C 时 1000 次循环容量衰减率为 0.06%。我们也通过原位 XAS 手段初步研究了单原子铁催化剂在脱锂过程中的演化规律 (*Energy Storage Mater.* 2019, 18, 246)。

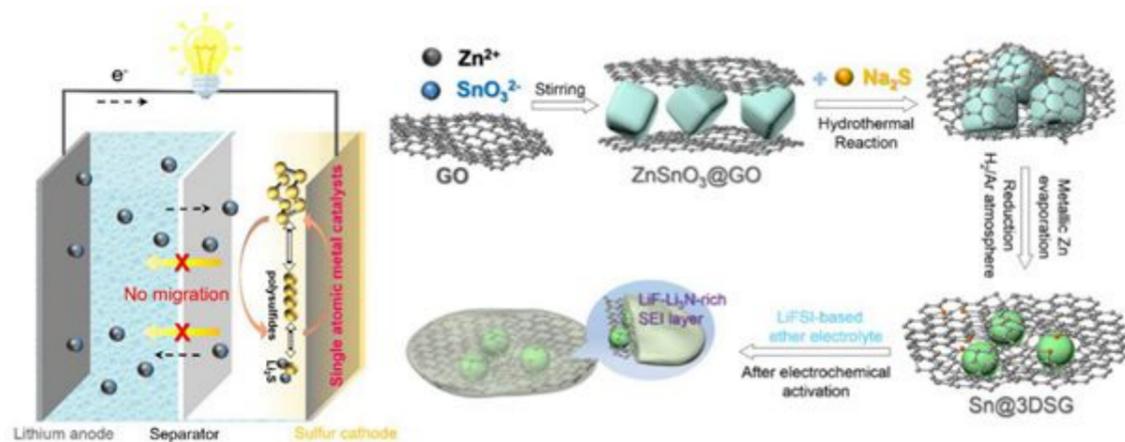




为了满足高面积载量锂硫电池的商业化要求，大容量电池必须要实现电池的快速充放电。为了解决此问题，我们在纳米碳基底上成功制备出均匀负载分布单原子钴(SACo)催化剂复合正极材料，并证明了单原子催化剂可以加快锂离子在高面积载量 Li_2S 电极反应中的扩散速率，为实现高能量密度与功率密度的锂电池提供了可能研究思路 (*Energy Storage Mater.*,2020,28,375)。



基于上述研究，我们还受到ChemSusChem编辑的邀请撰写了题为“Single-Atomic Catalysts Embedded on Nanocarbon Supports for High Energy Density Lithium-Sulfur Batteries”前瞻性概念 (Concept Article) 文章 (*ChemSusChem*, 2020, 13, 3404)，详细概述了近两年来锂硫电池领域应用碳纳米材料负载单原子催化剂的研究工作，阐述了原子级催化剂在电池领域催化电化学反应中的重要作用并作了重要展望。



最后，除了在正极外，我们还在金属负极取得了进展，发现选用合适的电解液能够在Sn电极表面形成稳定的固体电解质中间相 (SEI)，使得电池的稳定性与寿命显著提高 (*ACS Applied Mater. Interface*2019, 11, 30500)。

以上相关研究成果的第一作者均为**王健博士**，这些工作受到了国家重点研发计划、国家自然科学基金及德国 Alexander von Humboldt Foundation (洪堡基金) 等基金项目支持。



