

苏州纳米所高性能锂二次电池研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11508.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

随着电动汽车和移动电子产品的发展，社会对能源存储与转化提出更高要求，继锂离子电池之后，可充电电池的高能量密度、高倍率充放电、高循环稳定性成为需求。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候选者。然而，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等问题，降低锂硫电池的利用率，使得容量衰减迅速，阻碍其商业化。

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所研究员张跃钢与蔺洪振团队分别从纳米材料结构设计与表面功能化出发，制备不同的活性纳米催化剂复合材料，选用原位光谱手段研究其相关作用机制。研究人员优化调控三维石墨烯的孔隙结构及其功能团，实现对可溶的多硫化物的物理与化学强吸附作用（Journal of Power Sources, 2016, 321, 193）；利用原位化学聚合的方式，增强三维石墨烯/碳纳米管的复合纳米材料的结构稳定性，实现高面积载量（10.2

mgcm⁻²）硫正极的长寿命稳定循环（图1）（Nano Energy, 2017, 40, 390）。同时，研究发现仅靠物理化学吸附的手段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，该研究提出多种“吸附+催化”的策略，综合解决锂硫电池的关键问题，用一步法合成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，氧缺陷活性位点可显著加快多硫化物中S-S键的断裂与生成，使电池的容量减率低至0.055%，满足快速充电/放电以及长期稳定的性能要求（ACS Applied Materials 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，研究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）证实单原子催化剂的存在。结果显示，单原子催化剂可明显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58 mAh

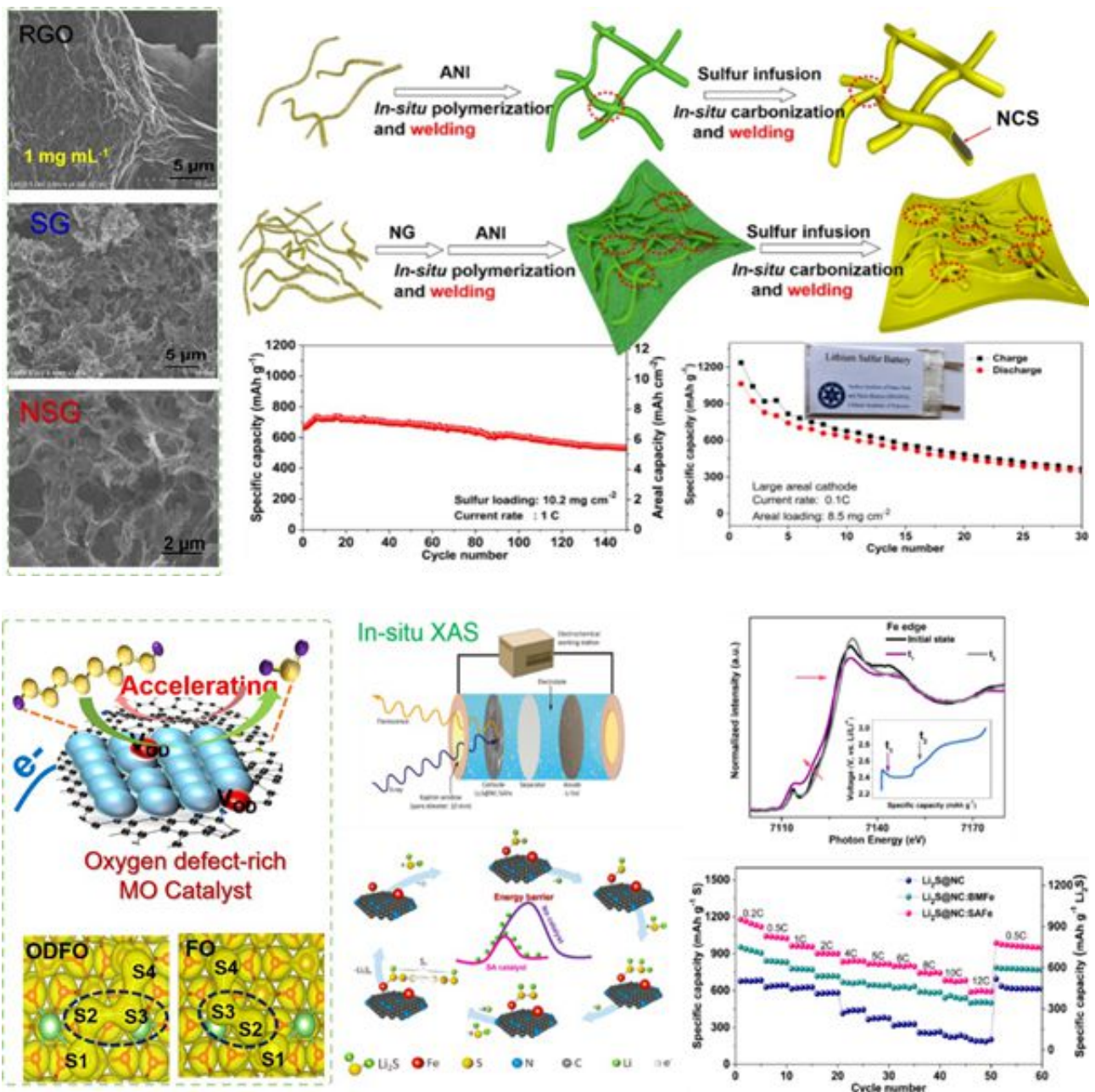
g⁻¹），在5C时1000次循环容量衰减率为0.06%。研究团队还通过原位XAS手段，初步研究单原子铁催化剂在脱锂过程中的演化规律（Energy Storage Materials, 2019, 18, 246）。此外，为了满足高面积载量锂硫电池的商业化要求，大容量电池需实现电池的快速充放电。为解决此问题，研究人员在纳米碳基底上制备出均匀负载分布单原子钴（SACo）催化剂复合正极材料，证明单原子催化剂可以加快锂离子在高面积载量Li₂

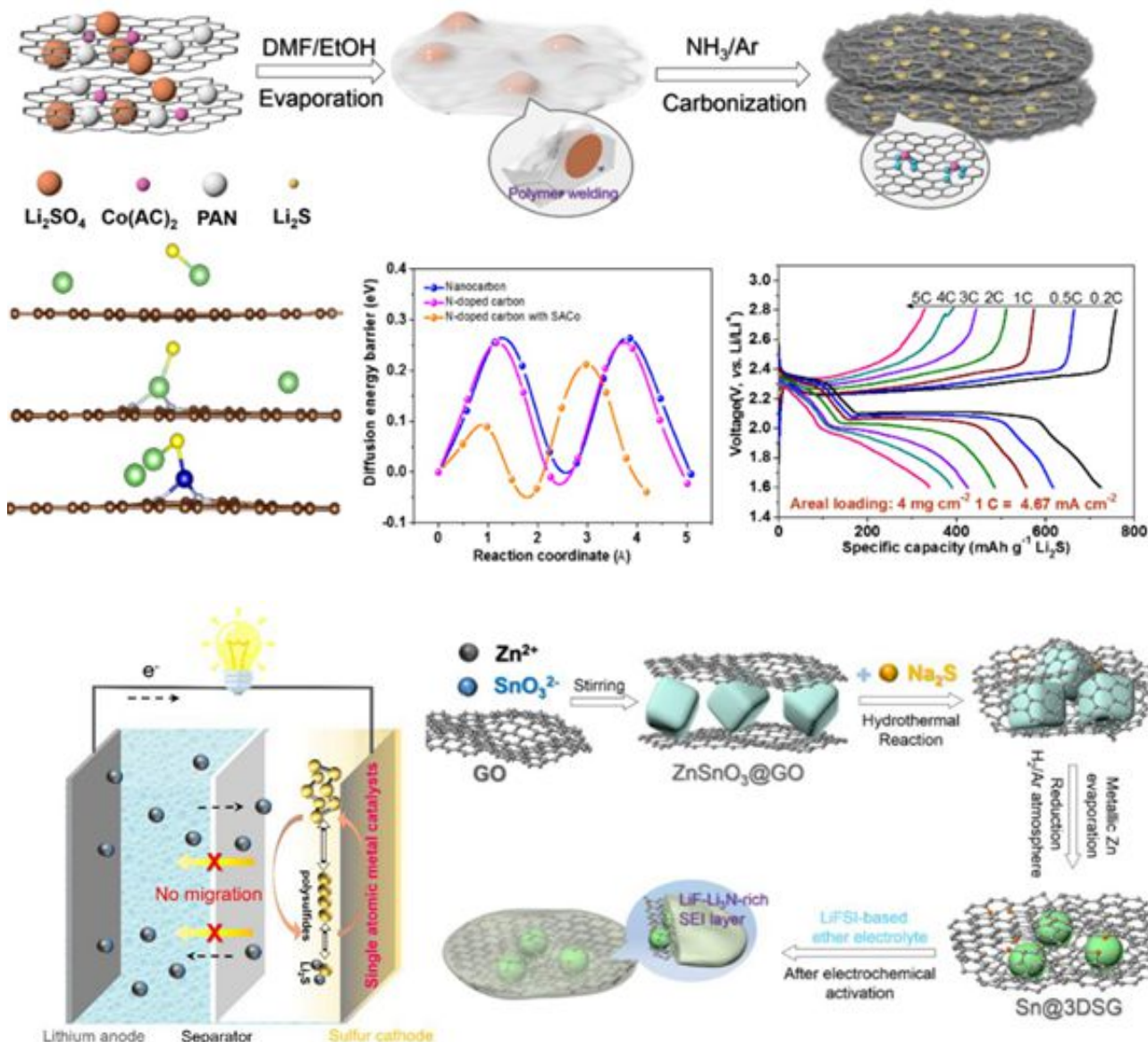
S电极反应中的扩散速率，为实现高能量密度与功率密度的锂电池提供研究思路（Energy Storage Materials, 2020, 28, 375）。

基于上述研究，研究人员在ChemSusChem撰写题为Single-Atomic Catalysts Embedded on Nanocarbon Supports for High Energy Density Lithium-Sulfur Batteries的概念文章（ChemSusChem,

2020, 13, 3404), 概述近两年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出展望。除了正极, 研究团队还在金属负极研究中取得进展, 发现选用合适的电解液可在Sn电极表面形成固体电解质中间相 (SEI), 提高电池的稳定性与寿命 (ACS Applied Materials Interfaces, 2019, 11, 30500)。

相关研究成果的第一作者均为博士王健, 研究工作受到国家重点研发计划、国家自然科学基金及德国洪堡基金会 (Alexander von Humboldt Foundation) 等的支持。





苏州纳米所高性能锂二次电池研究获进展

研究团队单位：苏州纳米技术与纳米仿生研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发