



上海硅酸盐所研制的“纳米...  
 上海硅酸盐所研制的皮肤创...  
 上海硅酸盐所在材料类国际...  
 上海硅酸盐所召开“关键电...  
 上海硅酸盐所在3D打印复杂...  
 上海硅酸盐所慈溪中心联合...  
 上海硅酸盐所在新型氟基因...  
 上海硅酸盐所在激光单晶光...  
 上海硅酸盐所在新型高比能...  
 上海硅酸盐所召开“生命健...  
 上海硅酸盐所举办上海材料...  
 上海硅酸盐所举行第四十期...  
 上海硅酸盐所在仿皮肤柔性...  
 高性能陶瓷和超微结构国家...  
 上海硅酸盐所举办第三十期...

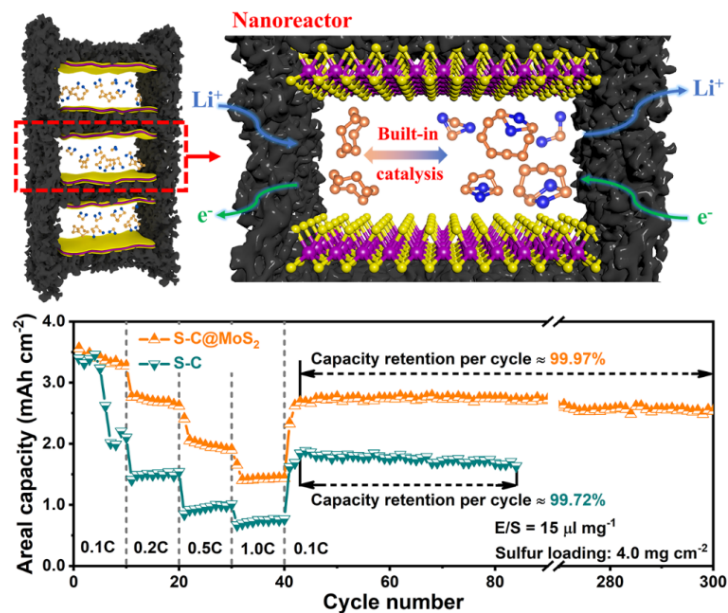
## 上海硅酸盐所在锂硫电池限域催化研究中取得进展

发布时间: 2020-05-04 16:38 | [【小中大】](#) | [【打印】](#) | [【关闭】](#)

锂硫电池以单质硫作为正极材料, 具有高的理论比容量 ( $1672 \text{ mAh g}^{-1}$ ) 和能量密度 ( $2500 \text{ Wh kg}^{-1}$ ), 而且单质硫还具有储量丰富、成本低廉、环境友好等优点, 所以锂硫电池被认为是下一代具有应用前景的储能体系。然而单质硫和硫化锂的绝缘性、电极的体积膨胀和“穿梭效应”等缺点极大地阻碍了锂硫电池的商业化进程。将单质硫与具有特定微观形貌的碳材料复合, 以改善正极导电性和提高活性物质利用率, 是保证电池能量密度的有效办法之一。与具有表面硫吸附作用的低维碳材料相比, 三维(3D)碳骨架由于其相互连接的多孔网络、丰富的异质界面、强大的固硫性能(尤其在交联部位)和电极柔韧性, 故能容纳更多的单质硫。金属有机框架(MOF)具有高比表面积、丰富官能团、开放柔性框架等特性, 在碳化后这些结构上的优点不但能得以保留, 还能产生掺杂金属或者非金属杂原子作为催化活性位点, 是良好的硫宿主前驱体。然而, 多硫化锂的催化转换只能局限在掺杂位点附近的表面区域发生, 碳层对掺杂金属颗粒的封装也或多或少地降低了其催化效果。因此, 迫切需要开发具有规则的纳米孔结构和催化剂布局的3D框架反应器用于锂硫电池。近期, 中国科学院上海硅酸盐研究所李驰麟研究员带领的团队在构筑新型纳米反应器用于高载量锂硫电池的研究中取得进展, 相关成果发表在国际材料/纳米科学领域学术期刊 *ACS Nano* (2020, 14, 3365-3377) 上。

该团队提出内建催化的概念, 利用铝基MOF作为前驱体制备了具有有序孔隙的阶梯状碳框架, 并在碳骨架内层铺设  $\text{MoS}_2$  催化剂, 作为硫正极复合宿主材料。得益于C与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  在  $\text{Al-MOF}$  热解过程中的相分离效应, 在去除  $\text{Al}_2\text{O}_3$  内置模板后, 可留下2D碳层有序堆积的高纵横比的三维梯状骨架, 且在相邻碳层之间具有介孔空隙。此类内部介孔有助于超薄  $\text{MoS}_2$  纳米片的渗透和均匀负载, 碳层和  $\text{MoS}_2$  纳米片之间的二维界面相容性可实现锂硫电池的内置吸附和催化, 从而加速转换反应。受益于这种具有吸附-催化-转换集成功能的限域纳米反应器,  $\text{C@MoS}_2$  宿主可实现80wt%的高硫负载。 $\text{S-C@MoS}_2$  正极在0.2 C倍率下具有  $1240 \text{ mAh g}^{-1}$  的高初始容量, 在2 C高倍率下可实现超过1000个周期的稳定循环, 可容忍高达20 C的充放电过程; 甚至在高硫负载 ( $6 \text{ mg cm}^{-2}$  和180wt%) 和贫电解液 ( $5 \mu\text{l mg}^{-1}$ ) 的条件下, 仍可保持高放电容量和循环稳定性。该复合正极即使在大倍率、长时间循环后仍然维持了初始纳米反应器的形貌, 实现了均质的  $\text{S/Li}_2\text{S}_x$  电沉积, 并且在负极端无明显锂枝晶形成。该工作为如何在锂硫电池正极的3D骨架中构建2D催化-导电界面提供了设计思路。

李驰麟研究员团队致力于高载量锂硫电池正极结构设计的研究, 近期已取得系列进展, 如提供了一种自牺牲模板法制备多孔纳米片壳层自组装的氮/氧双掺杂介孔碳微球作为大颗粒骨架的合成方案 (*Energy Storage Mater.* 2020, 24, 644-654), 提出了用高温熔盐法制备钴-氮共掺杂作为双亲锂-亲硫位修饰的交织二维结构骨架以实现超高硫载量 ( $92.33\text{wt} \%$  和  $9.7 \text{ mg cm}^{-2}$ ) (*ACS Nano* 2019, 13, 9520-9532), 提出了具有协同催化导电机制的多孔  $\text{MoO}_2\text{-Mo}_3\text{N}_2$  异质结 (*ACS Nano* 2019, 13, 10049-10061) 和类三明治(催化剂-导电碳-催化剂)三层结构的紧致(二维)骨架的设计思路 (*Angew. Chem.* 2020, DOI: 10.1002/anie.202004048), 提出了界面氟化和颗粒紧致粘合实现高载量  $\text{FeS}_2$  正极的设计思路 (*ACS Nano* 2018, 12, 12444-12455)。



具有内建催化特性的限域纳米反应器用于高载量锂硫电池

以上研究工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目的资助和支持。

附文章链接:

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.9b09231>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405829719302934>

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.9b04519>

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.9b02231>

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.8b06660>