上海硅酸盐所提出锂硫电池“三明治”结构催化-导电界面构筑

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/10074.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！

锂硫电池（Li-S）相对于传统锂离子电池具有更高的理论能量密度（2500 Wh/kg），有望成为未来储能应用（包括大规模智能电网、电动汽车和移动电子设备等）最有前景的候选体系之一。近年来，人们提出了多种策略来尝试实现锂硫电池的商业化，如开发新型正极复合材料、中间层或隔膜装饰、多功能粘结剂和电解液添加剂等。其中，针对硫正极的微结构设计可以对硫基活性物质产生最直接的限域效应，极性宿主材料的引入可以更进一步地增强对锂多硫化物的化学吸附，从而提高电池循环稳定性。但是非碳极性宿主固有的低电子导电性通常导致低的硫利用率，尤其是在高负载下硫分布不均匀时这种劣势更为凸显，因此，探索更具导电性的极性宿主材料及其与碳骨架的充分接触方式十分必要。 近期，中国科学院上海硅酸盐研究所研究员李驰麟与中科院宁波材料技术与工程研究所研究员杨明辉合作，设计出催化剂-碳-催化剂“三明治”结构的、具有紧凑型二维催化-
导电界面的硫宿主材料，实现高稳定性的锂硫电池，相关成果发表在国际学术期刊*Angewandte Chemie*（2020，doi.org/10.1002/anie.202004048）上。

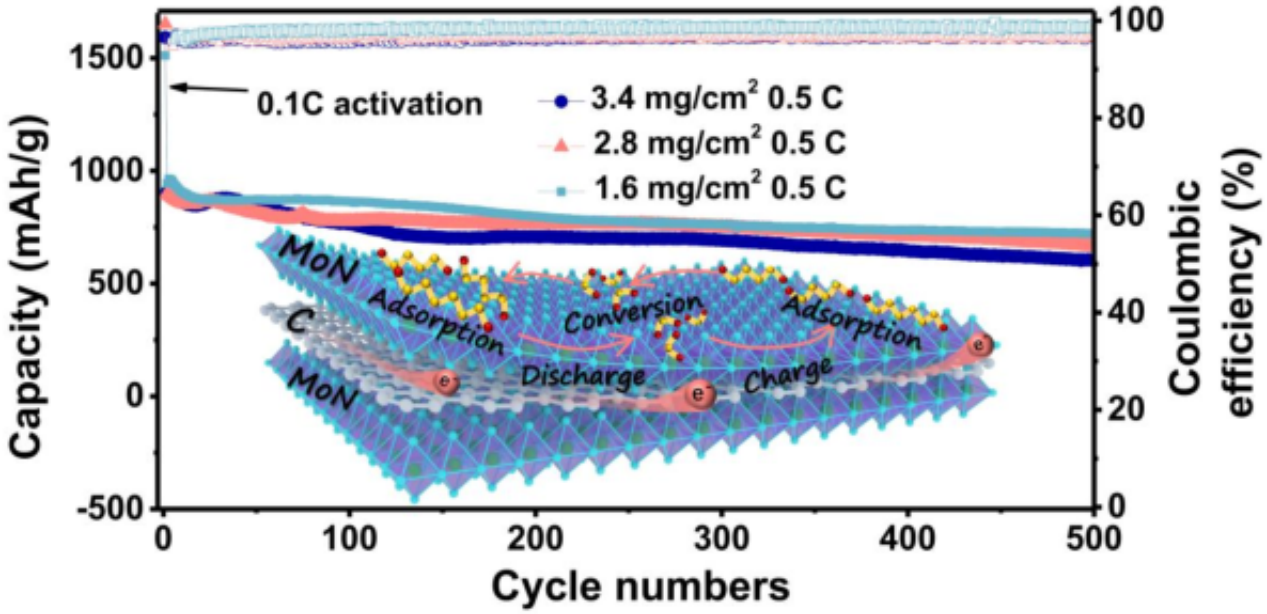
金属氮化物的d-轨道相互重叠，其电子电导率与金属相当，并且在吸附锂多硫化物方面是理想的极性材料，具有促进电荷转移和潜在电催化的作用。然而，金属氮化物在碳骨架中的复合方式有限，通常只是纳米颗粒氮化物与碳骨架的点-点或点-面接触，接触面积有限，以致电荷传输能力受限，因此建立极性宿主颗粒（或位点）与碳骨架之间足够接触的连续界面（面-面接触）仍是一个挑战。另外，空载和非极性体积空间通常在松散的硫宿主框架中占较高的比例，离散的催化剂纳米晶域和导电基底之间的点接触无法消减这类非催化活性空间的占比，这一现象会阻碍高载量锂硫电池的发展。合理的正极设计和微结构复合可以使空载和非极性体积空间最小化，有望促进紧凑型锂硫电池的发展。基于此，该团队提出了一种具有连续二维催化-
导电界面的兼具催化和电子转移功能的MoN-C-MoN“三明治”宿主结构作为锂硫电池的硫正极宿主材料。这种三层结构沿厚度方向存在于单个纳米片颗粒中，促使了双面外层氮化物极性表面对S/Li_2S_x
的强保形吸附和高效转化，以及中间碳夹层的高通量电子转移。这些二维形貌的“三明治”结构单元可进一步自组装成有序的三维织构，进一步加强了导电网络和催化网络的互连。

即使宿主骨架的比表面积低（97
m^2/g），吸附/催化平面的最大程度的暴露使得MoN-C@S电极在高S负载（75.7 wt%）和1C（1C = 1672 mA/g）倍率下仍可稳定循环至少1000圈，且每圈容量衰减率仅为0.033%，即使在4C高倍率下比容量也可维持在515 mAh/g。将S含量增加到3.4
mg/cm^2

后，这种三层结构的紧致硫宿主仍然表现出良好的导电性，在500圈循环后其容量仍能保持在604 mAh/g。这种催化和导电功能之间
的协同工作模式保证了S/Li_2S_x
的均匀沉积，避免了它们在高倍率和长时间循环后的电极厚化和失活（电极钝化）。该工作报道的螯合-氨化方法为C和MoN相的有序分离和面-
面接触提供了保证，也为二维氮化物的制备提供了新的合成方法。

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。

论文链接



催化剂-碳-催化剂“ 三明治 ”结构作为紧凑型二维硫宿主材料助力高稳定性锂硫电池

研究团队单位：上海硅酸盐研究所

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转发