

苏州纳米所在高性能锂金属电池研究中取得进展

便携式智能器件与长续航电动汽车的发展，对可充电的二次电池的能量密度提出了更高的要求。当锂负极与硫正极相匹配时，组成锂硫电池的容量高达 2600 Wh kg^{-1} ，这将适用于未来高能量密度需求的电动汽车。在前期的硫正极研究中，从纳米材料结构设计与表面功能化出发（*Journal of Power Sources*, 2016, 321, 193；*Nano Energy*, 2017, 40, 390），制备出不同的活性纳米催化剂复合材料（*ACS Applied Materials & Interfaces*, 2020, 12, 12727；*Energy Storage Materials*, 2020, 28, 375；*ChemSusChem*, 2020, 13, 3404），并选用原位光谱手段探究其相关作用机制（*Energy Storage Materials*, 2019, 18, 246；*Energy & Environmental Materials*, 2020, DOI: 10.1002/eem2.12152）。

在众多负极中，金属锂负极具有高的理论比容量和低的电极电势。然而，寿命短和稳定性差等问题阻碍其商业化进程。金属锂负极面临挑战：电化学形成的固态电解质中间相（SEI）的脆性与疏松性，使金属锂发生不均匀沉积与溶解，最终形成枝晶；体积膨胀引起的电极结构变形和粉化。这些问题并非相互独立，而是内在关联的。

针对上述问题，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所教授张跃钢与研究员蔺洪振团队，从表面功能化角度出发，在金属锂表面制备出有序结构的有机/无机SEI层，并选用原位和频振动光谱手段研究其相关作用机制。

不同于常规的无序结构或单一组分SEI的负极（图1），研究利用高反应活性Pyr13FSI离子液体在锂金属表面自组装形成有序结构的有机/无机SEI层，通过界面选择性和频振动光谱（SFG）、X射线光谱（XPS）及原子力谱（AFM）表征了有序结构中有机层与无机层的存在（图2）。

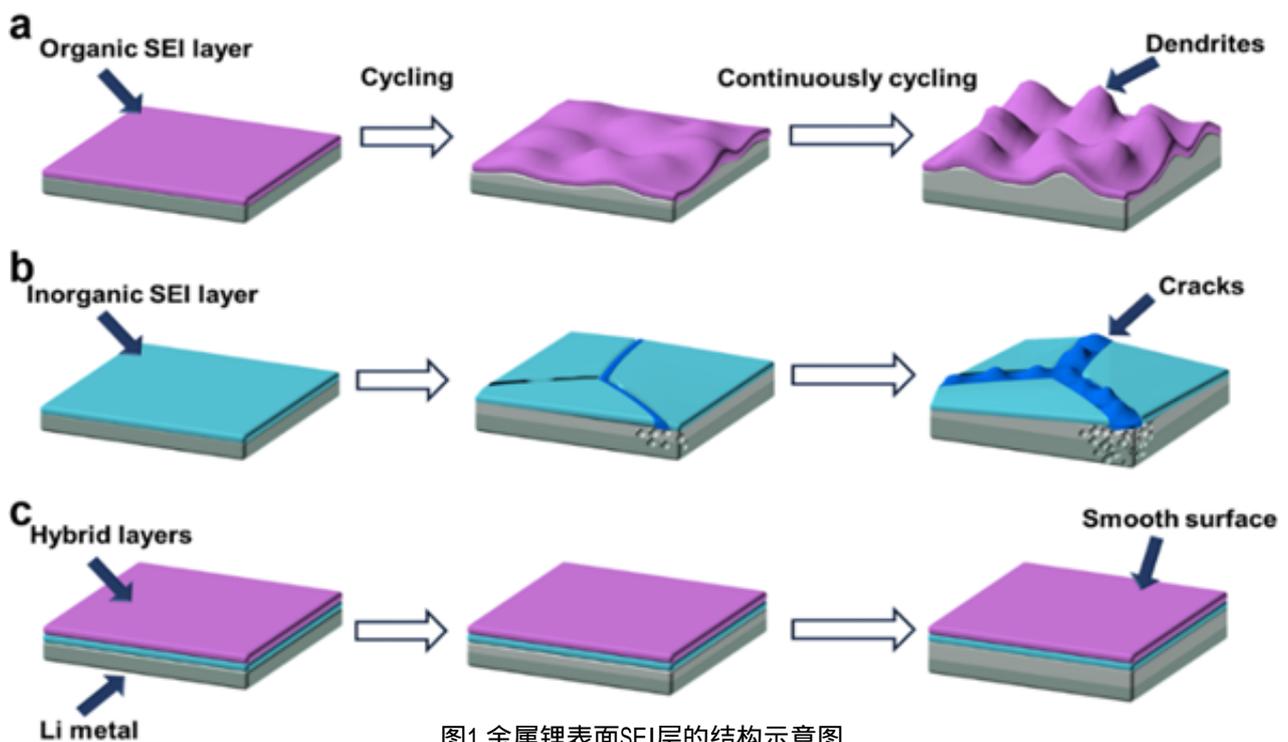


图1.金属锂表面SEI层的结构示意图

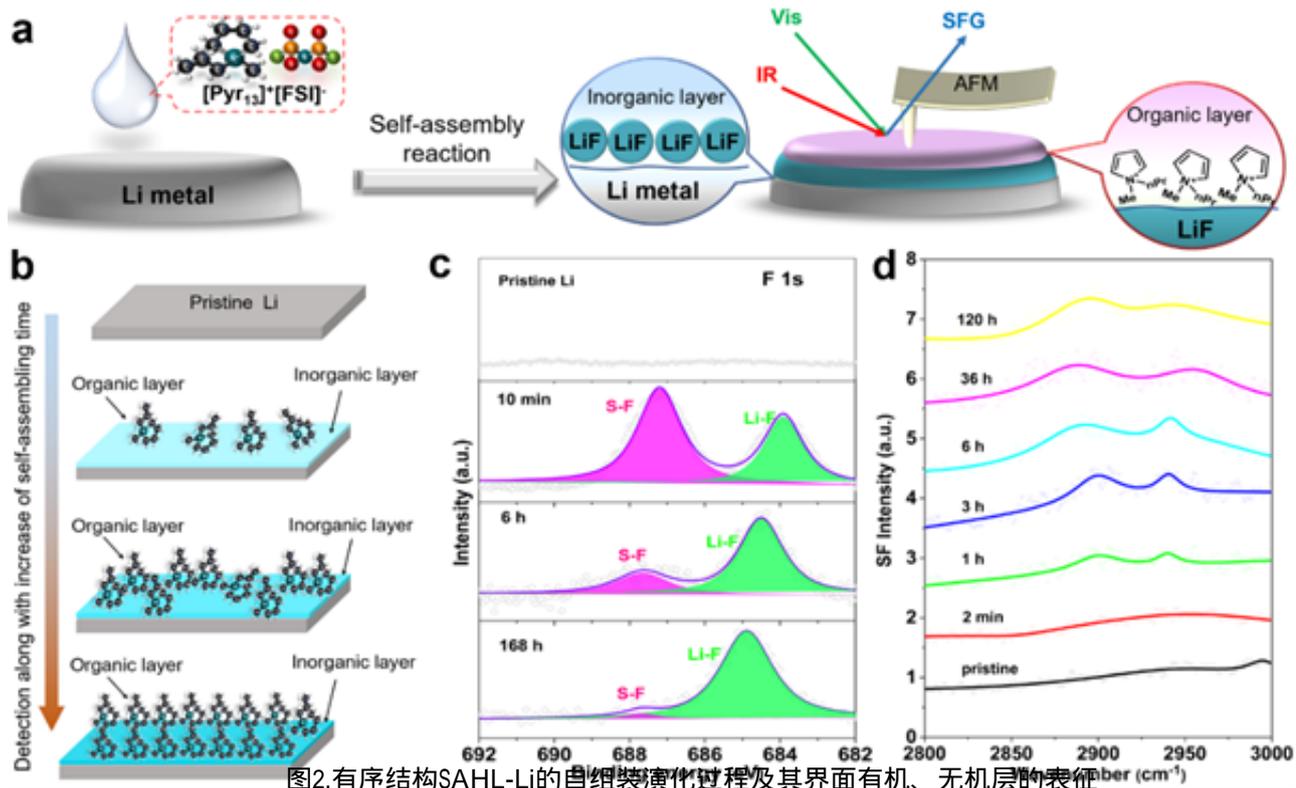


图2.有序结构SAHL-Li的自组装演化过程及其界面有机、无机层的表征

在电化学测试过程中，选用前期课题组报道的LiFSI基醚类电解液体系（ACS Applied Materials & Interfaces, 2019, 11, 30500），预处理的锂金属电极在高达10 mA cm⁻²的条件下表现出优异的可逆性与稳定性，即便在3 mA h cm⁻²的大沉积溶解容量下也保持着高库仑效率，这些电化学结果优于多数报道的文献。循环后的SEM图显示，预处理的金属锂表面光滑平整，而原始锂片则形成众多的裂痕与粉化。

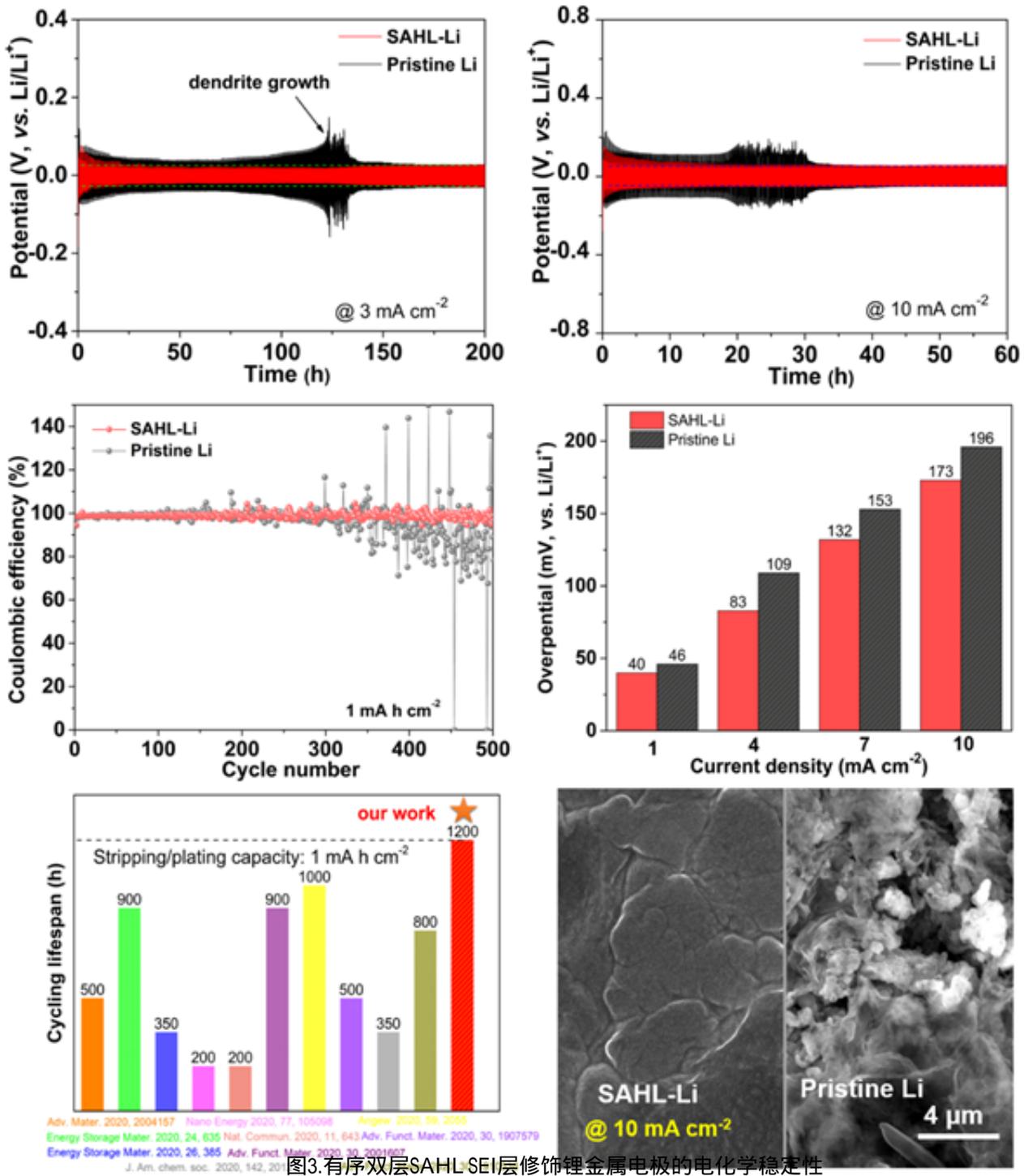


图3.有序双层SAHL SEI层修饰锂金属电极的电化学稳定性

进一步,该团队选用自主设计与研发的原位电化学和频振动光谱技术,原位SFG测试结果显示有序有机/无机杂化SEI层阻碍了溶剂分子在金属锂表面的吸附,对抑制锂枝晶形成的具有优势。

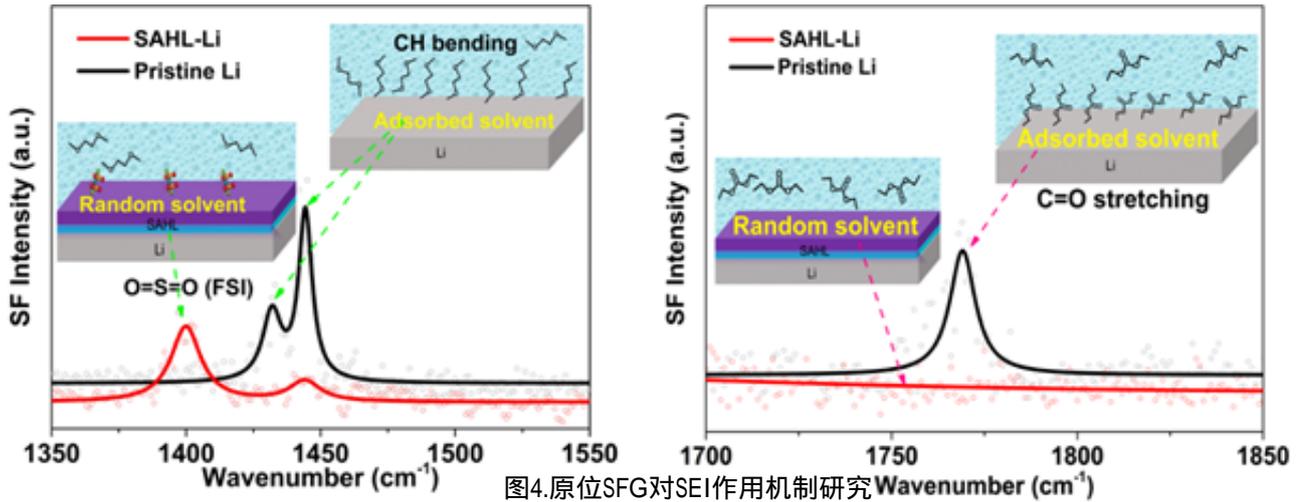


图4.原位SFG对SEI作用机制研究

相关研究成果以In-situ self-assembly of ordered organic/inorganic dual-layered interphase for achieving long-life dendrite-free Li metal anodes in LiFSI-based electrolyte为题，发表在Advanced Functional Materials上，苏州纳米所博士王健为论文第一作者。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金及德国Alexander von Humboldt Foundation（德国洪堡基金会）等的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/164864.html>