

## 上海硅酸盐所锂空气电池电极材料的设计和机理研究获进展

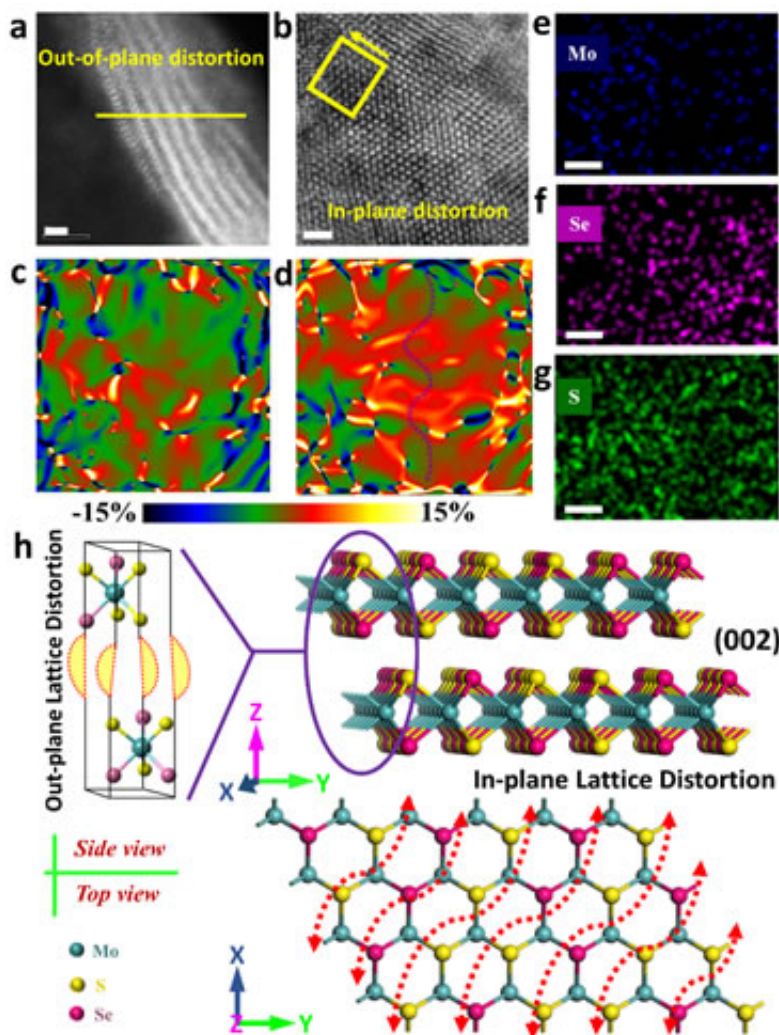


图1 MoS<sub>2</sub>/MoSe<sub>2</sub>材料 (002) 晶面层间和层内晶格畸变的球差电镜分析和计算

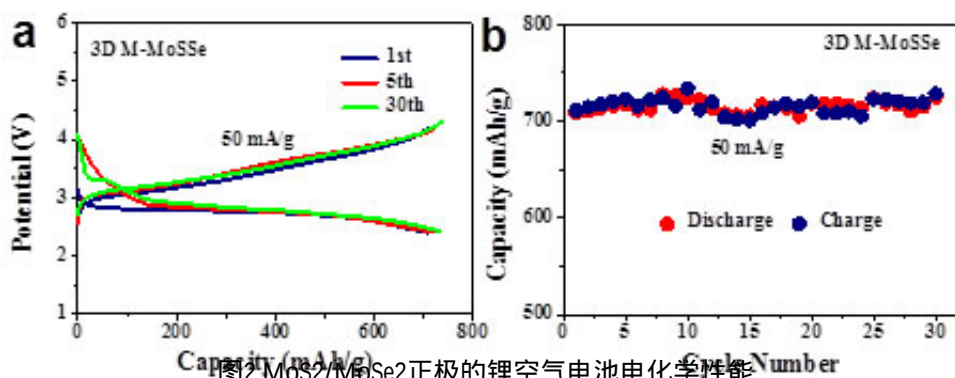


图2 MoS<sub>2</sub>/MoSe<sub>2</sub>正极的锂空气电池电化学性能

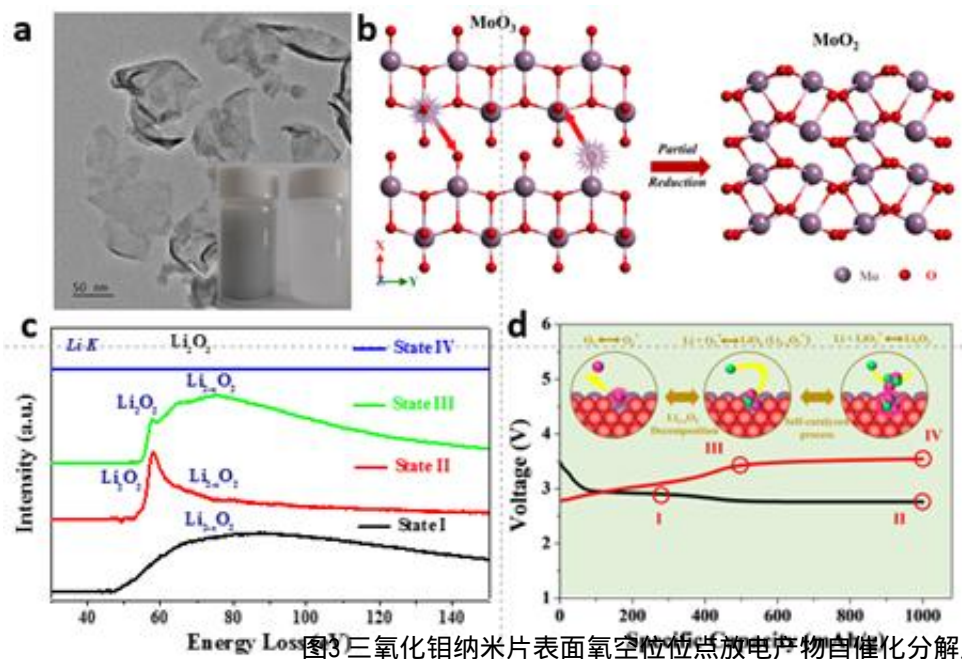


图3 三氧化钼纳米片表面氧空位点放电产物自催化分解反应机理

锂空气二次电池因具有超高的理论比能量而成为国际上的研究与开发热点,然而由于其正极复杂的气-液-固共存的三相结构,及其在循环稳定性、能量效率等方面所存在的问题,其实际应用仍然面临很大的挑战,开发高效的空气电极催化剂等材料十分迫切。近日,中国科学院上海硅酸盐研究所研究员温兆银带领的团队在锂空气电池电极材料的设计和机理研究方面取得新进展。他们针对金属硫化物的催化惰性,以材料晶体结构修饰为手段,成功制备了具有高度晶格畸变的亚稳态金属硫化物正极材料,具有潜在的应用价值,相关研究成果于近期发表于《纳米快报》(Nano Letters, 2017, DOI: 10.1021/acs.nanolett.7b00603)。同时,他们还成功揭示了锂空气电池中间放电产物在氧空位位点的自催化分解反应,放电产物自催化分解现象的发现也可以为未来高效正极的设计提供新的思路和解决方案,该项成果于近期发表《纳米能源》(Nano Energy, 2017, 36, 186-196. DOI: 10.1016/j.nanoen.2017.04.038)。

温兆银团队在前期成功合成定向结构三维二硫化钼材料的基础上(ACS Nano, 2015, 9 (12), 12464-12472. DOI: 10.1021/acsnano.5b05891),采用低温液相法成功地设计了层内二硫化钼/二硒化钼异质结构,通过与美国伊利诺伊斯大学合作进行的球差校正扫描透射电镜分析证明了该层状材料层间和层内高度的晶格畸变,且沿相同晶面呈现间距不规则的特性,这种高度畸变的亚稳结构能够显著提升材料的催化活性。原位透射电镜揭示了锂离子在材料结构中的快速穿梭和传输。此种高活性的催化剂首次成功地实现了金属硫化物在锂空气电池中的稳定深度循环,具有潜在的应用价值。

同时,经过两年的努力,该团队还在相关催化机理上获得了突破。他们在成功制备超薄三氧化钼纳米片的基础上引入氧空位缺陷,在电池的测试过程中,这种富氧空位正极材料呈现独特的四个独立阶段的特征。针对这四个典型的过程进行深入分析发现,在放电过程中,这些氧空位的活性位点可以形成局部的高浓度活性氧聚集点,与锂离子发生反应形成稳定的超氧化锂类似物( $\text{Li}_2\text{-xO}_2$ ),当氧空位逐渐饱和后,在 $\text{Li}_2\text{-xO}_2$ 表面逐渐形成稳定的 $\text{Li}_2\text{O}_2$ 放电产物。充电起始阶段, $\text{Li}_2\text{-xO}_2$ 与氧缺陷位点可以作为 $\text{Li}_2\text{O}_2$ 分解的高效催化剂,实现<3.5V的低充电电压,而超氧化锂能够在~3.5V的电压平台快速分解,有效地降低了电池的充电过电势。该项成果不仅解释了氧空位缺陷在 $\text{Li-O}_2$ 电池充放电过程中的催化机理,同时放电产物自催化分解现象的发现可以为未来高效正极的设计提供新的思路和解决方案。

相关研究工作得到了国家自然科学基金重点项目和上海市科委等项目的资助和支持。

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/109751.html>