科学家提出具有封装溶剂化结构的超轻电解液策略

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/26136.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！

随着科学探索逐渐步入地核与深空等难以充电的未知领域，高能量密度一次电池再次成为科学家关注的重点。在目前所有的电对中，锂硫电池具有2600 Wh/kg的极高理论能量密度，是颇具潜力的一次电池体系之一。然而，锂硫
一次电池面临着两个挑战，
尚未实现实用化。一是低于预期的实际能量密度：过多用于促进硫转化的非活性物质（电解液与导电碳）的加入，增大了体系质量负担；缓慢的固体-液体-固体转化降低了容量利用率。二是差强
人意
的储能性能：单质硫不断从正极溶解，并通过浓度梯度扩散到负极对金属锂腐蚀产成Li_2S_x（$S_{8sol} + Li \rightarrow Li_2S_x$），导致正负极的容量在储存过程中不断损失。这些本质上相互关联的问题发生在整个电池体系中（正极侧、电解液侧和负极侧），因此传统的局部优化方式如添加正极催化剂或强化负极SEI往往不能兼顾实际能量密度与储存性能的需求。鉴于电解液在整个电池系统中的桥梁作用，科学家从电解液入手，逐步解决上述两大困难成为切入点。锂硫电池的过大质量主要来源于电解液，如何在不影响性能的前提下降低电解液质量成为提高能量密度的重中之重。为此，传统解决方法为降低电解液体积。然而，多孔正极和硫的固-液-固转换机制对电解液的量有本质的要求。无限制地减少电解液体积会造成正极浸润不足，损害容量释放，最终适得其反。相反，质量公式$m = \rho \times V$表明，当降低电解液体积趋近边际效应时，降低密度能够进一步有效降低电解液质量。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心怀柔研究部、北京清洁能源前沿研究中心研究员索鎏敏课题组，联合北京科技大学毛慧灿课题组，针对锂硫一次电池实用化的两个挑战，提出了具有封装溶剂化结构的超轻电解液策略。研究通过针对性地引入链状单氧甲基叔丁基醚（MTBE）来构建超轻电解液（UE，0.4 m LiTFSI + 0.2 m $LiNO_3$ in DME/MTBE = 1/1 vol%），使电解液质量降低了23.1%，更使容量利用率提高了38.1%。此外，结合引入氟化石墨（CFx）的复合硫基正极策略，体系的能量密度得到进一步提升。在为期31天的静置实验中，S-CF_x UE
Li体系展现出优异的存储性能。在软包级别的评估中，该体系组装的300 mAh级电池实现了661 Wh/kg的突破性能量密度以及低自放电率。

相关研究成果以*Ultralight Electrolyte with Protective Encapsulation Solvation Structure Enables Hybrid Sulfur-Based Primary Batteries Exceeding 660
Wh/kg*为题，发表在《美国化学会志》（*JACS*
）上。研究工作得到中国科学院青年人才计划以及“怀柔科学城”清洁能源材料测试诊断与研发平台的支持。

论文链接

研究团队单位：物理研究所

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