

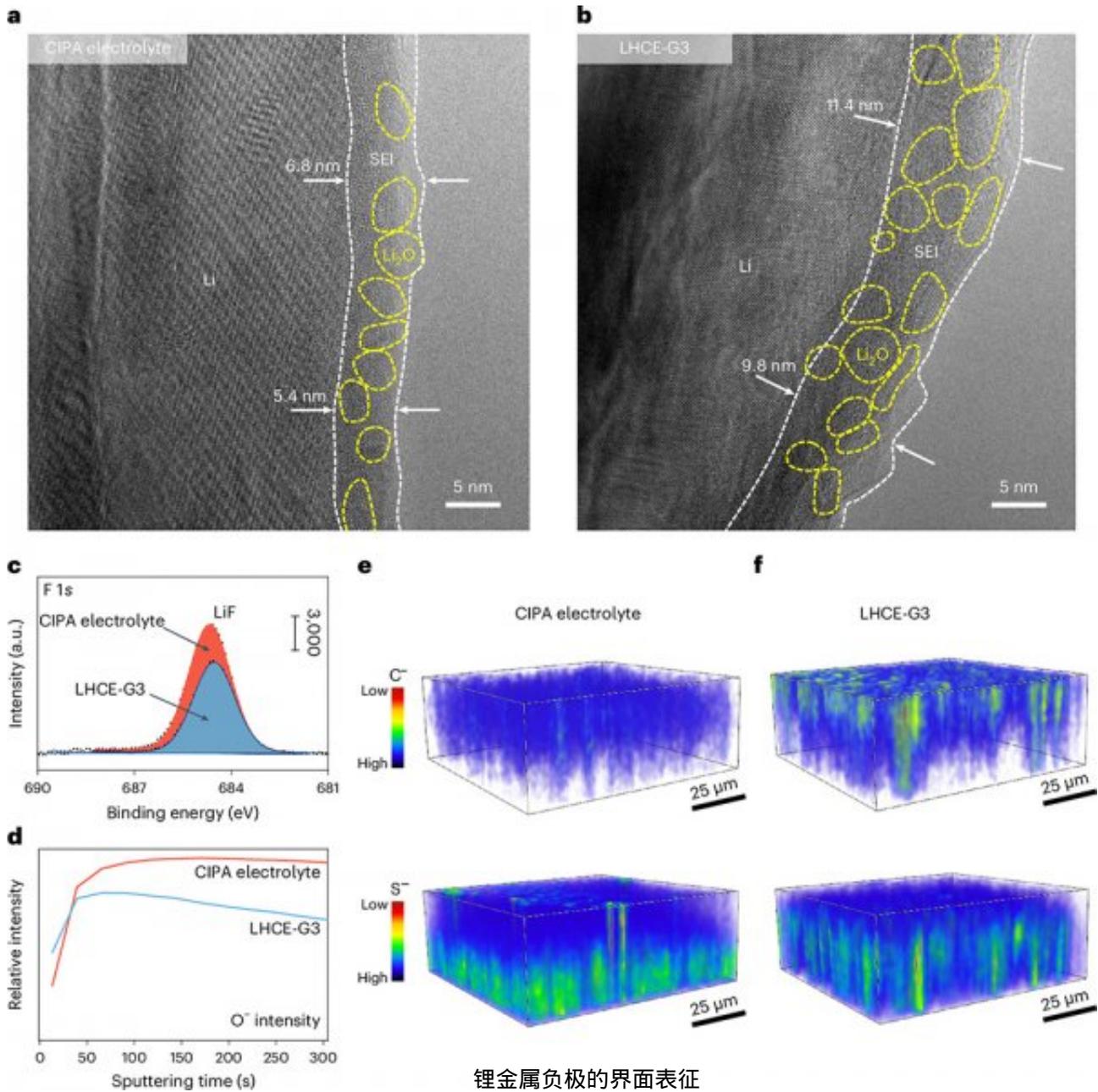
物理所等利用新型电解液发展出长寿命锂金属软包电池

随着移动设备、电动汽车和大规模储能系统对能源需求的日益增长，开发具有更高能量密度、更长循环寿命和更高安全性能的电池变得尤为重要。锂金属电池因理论能量密度超过 500 Wh kg^{-1} 而成为研究热点。而锂金属电池的商业化进程受限于其有限的循环寿命，这主要是由于电解液与电极界面稳定性较差。传统的电解液难以兼容锂金属负极和高压正极，经常需要在两者之间做出妥协。因此，设计出在负极和正极均具有高稳定性界面的电解液，是实现高能量密度锂金属电池的关键。

近期，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心特聘研究员王雪峰联合北京大学、中国科学技术大学、苏州大学的科研人员，报道了具有独特纳米级溶剂化结构的接触离子对聚集体（CIPA）电解液。其中，离子对密集地排列形成大尺寸的聚集体，可以通过集体电子转移过程促进锂金属负极快速界面还原动力学，从而形成稳定的界面。采用高镍正极组装的 505.9 Wh kg^{-1} 锂金属软包电池，经过130个循环后能量保持率为91%。

该工作采用冷冻透射电子显微镜，结合一系列先进的表面分析技术，研究固态电解质界面膜的结构、成分和空间分布。在结构上，CIPA电解液在锂金属负极表面形成薄且均匀的SEI膜。该膜平均厚度约为6.2 nm，低于局部高浓电解液中所形成的SEI膜。两种电解液中形成的SEI膜都表现出有机-无机复合结构，其中CIPA电解液所形成的SEI膜中 Li_2O 纳米晶粒尺寸和分布表现出更高的均匀性。在成分上，与CIPA电解液相比，LHCE-G3电解液形成的SEI中 LiF 含量较少且C-和O-的信号更强，表明FSI-阴离子分解减少，溶剂分解更为严重。在空间分布上，CIPA电解液衍生的SEI膜中C-和S-元素从内到外分布更加均匀，而LHCE-G3电解液在SEI膜的外层检测到明显的C-信号，而S-信号则在内层集中，说明LHCE-G3电解液的还原行为是不均匀的，这会引发局部的锂沉积，导致锂枝晶的形成。研究综合界面表征结果发现，CIPA电解液中FSI-阴离子通过集体电子转移机制迅速还原，形成富含 LiF 和 Li_2O 且低有机含量的SEI膜。这种稳定的SEI层为锂金属负极提供了有效保护，防止了进一步的副反应，从而增强了锂金属电池的循环稳定性和安全性。

相关研究成果以Towards long-life 500 Wh kg^{-1} lithium metal pouch cells via compact ion-pair aggregate electrolytes为题，发表在《自然-能源》（Nature Energy）上。研究工作得到国家自然科学基金、国家重点研发计划、中国科学院战略性先导科技专项等的支持。



锂金属负极的界面表征

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/214491.html>