苏州纳米所制备出宽温度高电压锂金属电池安全电解液

高电压锂金属电池被视为下一代极具前景的高能量密度储能器件之一，不断朝着电动汽车、太空探索、海底作业和大规模电网储能等应用领域发展。这意味着储能电池需要兼顾高能量密度、高安全性和宽的应用温度范围。但是目前广泛使用的商业碳酸酯类电解液很难满足上述需求，一方面，商业电解液中碳酸酯类溶剂较高的熔点和低的电化学窗口会大大限制电池在低温和高电压条件下的性能；另一方面，锂金属表面不稳定的固体电解质中间相(SEI)会导致锂枝晶的生长，极易刺穿隔膜，导致电池发生内短路从而引起热失控，同时碳酸酯类有机溶剂极易参与燃烧反应，从而造成严重的安全隐患。

为了解决上述问题，中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所吴晓东团队研究人员在不可燃电解液和安全锂金属电池方面取得一系列研究进展。他们从调控锂离子溶剂化结构的角度出发，采用高浓度锂盐搭配离子液体溶剂和低粘度有机溶剂，构建了双阴离子型阻燃电解液，并成功应用于高电压锂金属电池体系（Energy Storage Materials, 2020, 30, 228-237）。为了改善电解液的润湿性和锂金属电池倍率性能，研究团队进一步采用非极性氢氟醚稀释剂策略，在不改变高浓度电解液溶剂化结构的前提下，有效降低电解液黏度和成本，构建了本质不燃局部高浓度离子液体基电解液，成功提高电解液离子电导率和对隔膜的浸润性，有效提高锂金属电池倍率和循环稳定性（Advanced Energy Materials, 2021, 11, 2003752）。

近期，为进一步降低成本以便更好地满足应用需求，研究团队将不燃的低粘度低熔点氢氟醚惰性稀释剂与低熔点离子液体溶剂混合，同时创新性地采用超低浓度（0.1 mol/L）的双氟草酸硼酸锂LiDFOB作为锂盐，成功制备出了一种可应用于宽温度范围和高电压锂金属电池体系的新型电解液。该类电解液具有极宽的液态温度范围(-100~ +70 °C)，超高的电化学窗口(~ 5.75 V)和完全不燃等特性。同时由于其具有特殊的锂离子溶剂化结构和离子液体有机阳离子的静电屏蔽作用，有利于形成稳定的SEI层，从而有效抑制锂金属负极锂枝晶的生长，大大提高锂金属电池库伦效率和循环性能。采用此类超低浓度电解液可以有效降低成本，同时组装的NCM622/Li锂金属电池在4.5 V高电压和-60~ +70 °C超宽温度范围都展现出优秀的电化学性能。

相关成果以Advanced Ultralow-Concentration Electrolyte for Wide-Temperature and High-Voltage Li-Metal Batteries为题发表于Advanced Functional Materials。该工作得到了国家自然科学基金面上项目等资助。

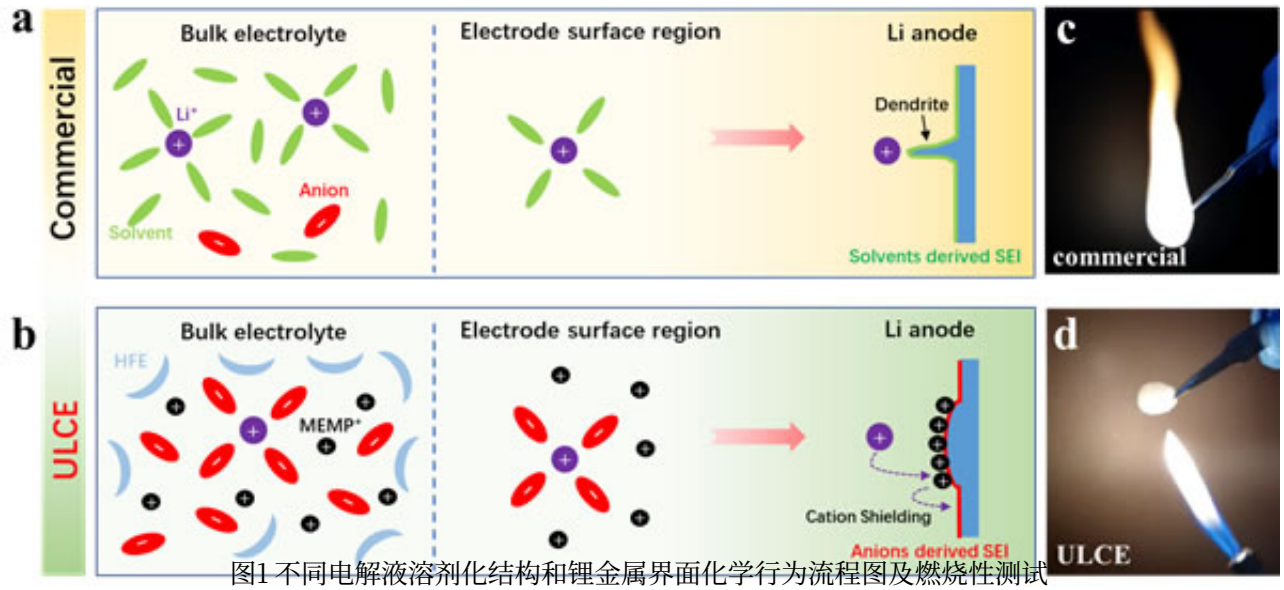

图1 不同电解液溶剂化结构和锂金属界面化学行为流程图及燃烧性测试

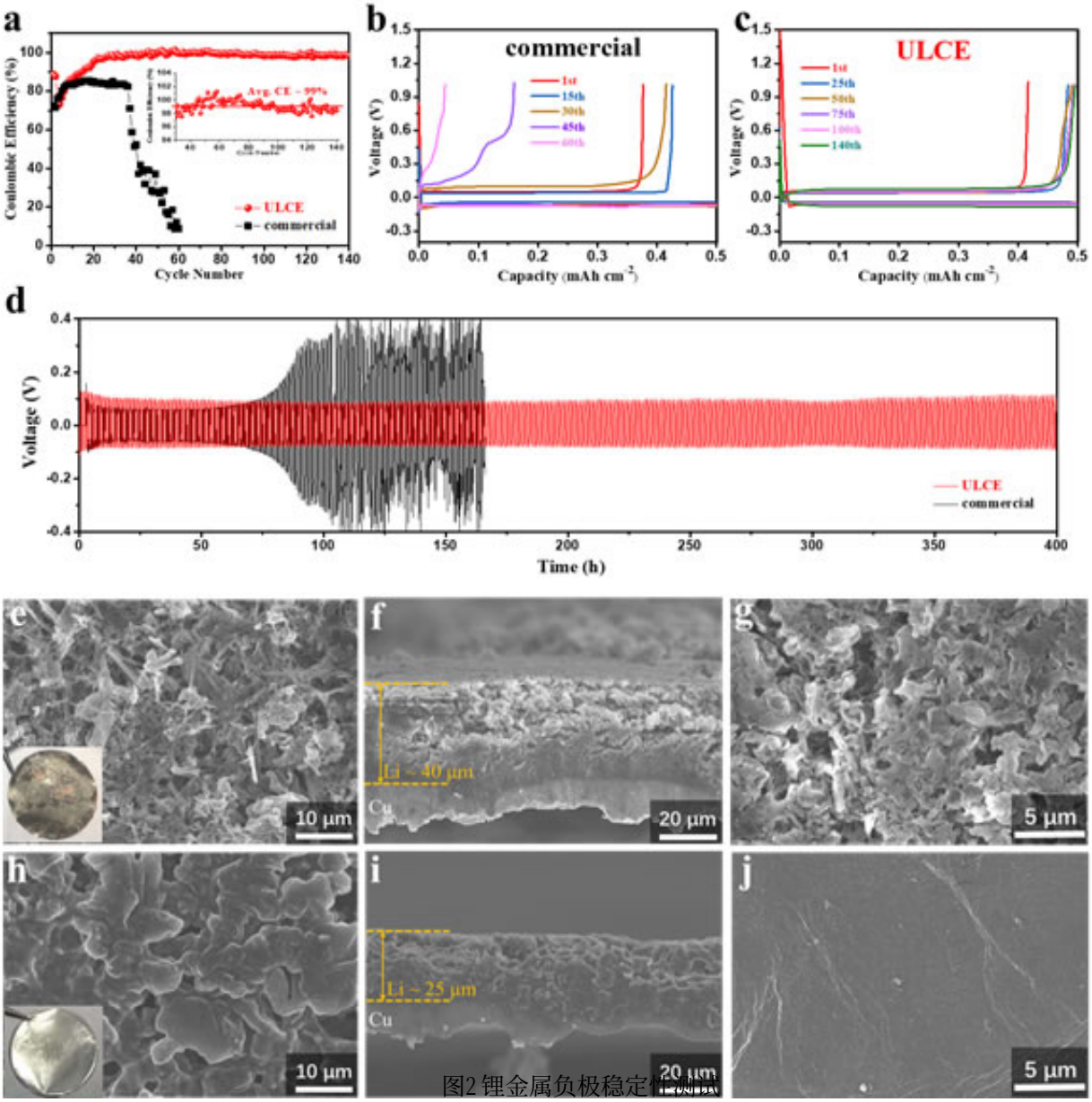

图2 锂金属负极稳定性测试

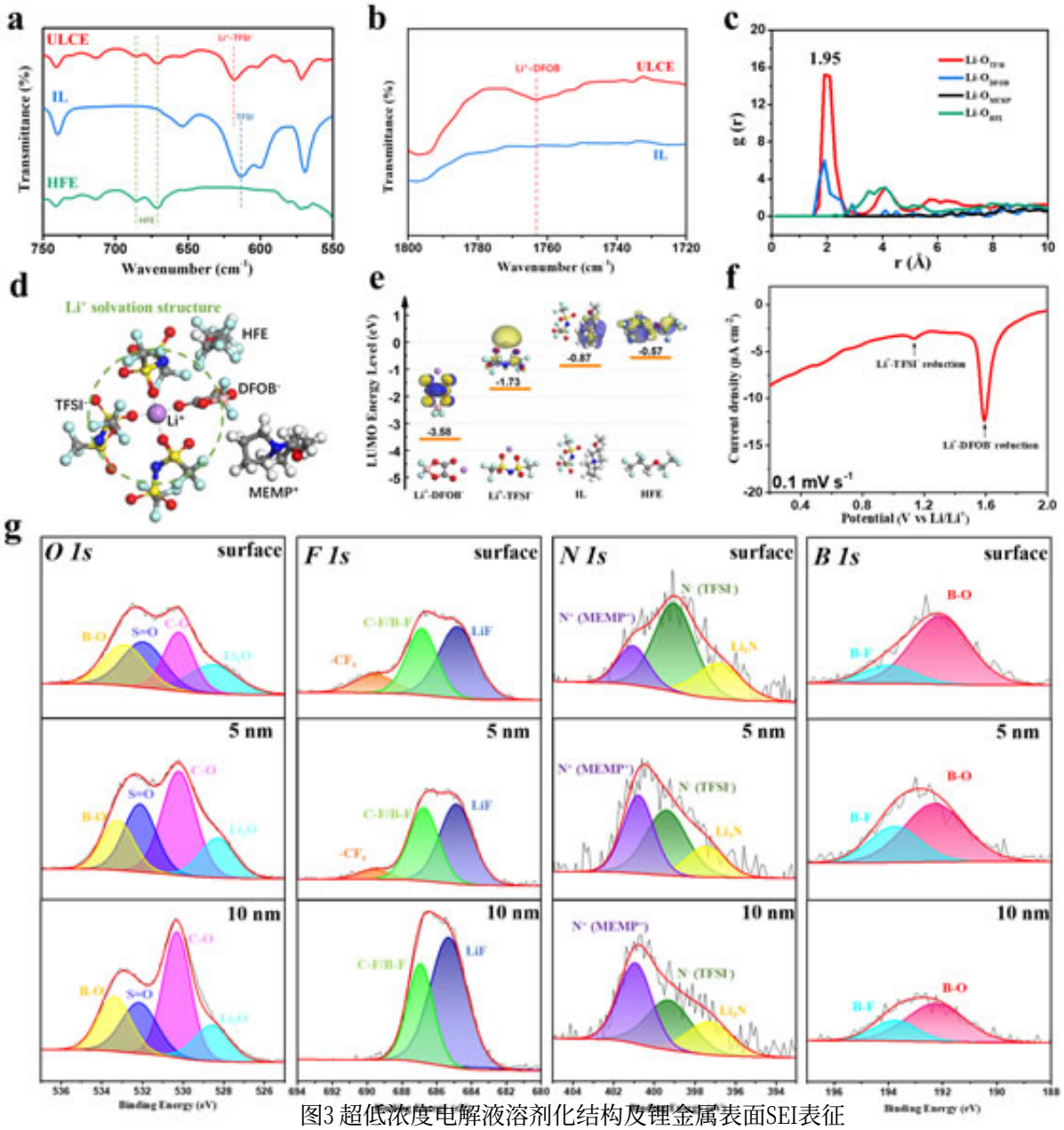

图3 超低浓度电解液溶剂化结构及锂金属表面SEI表征

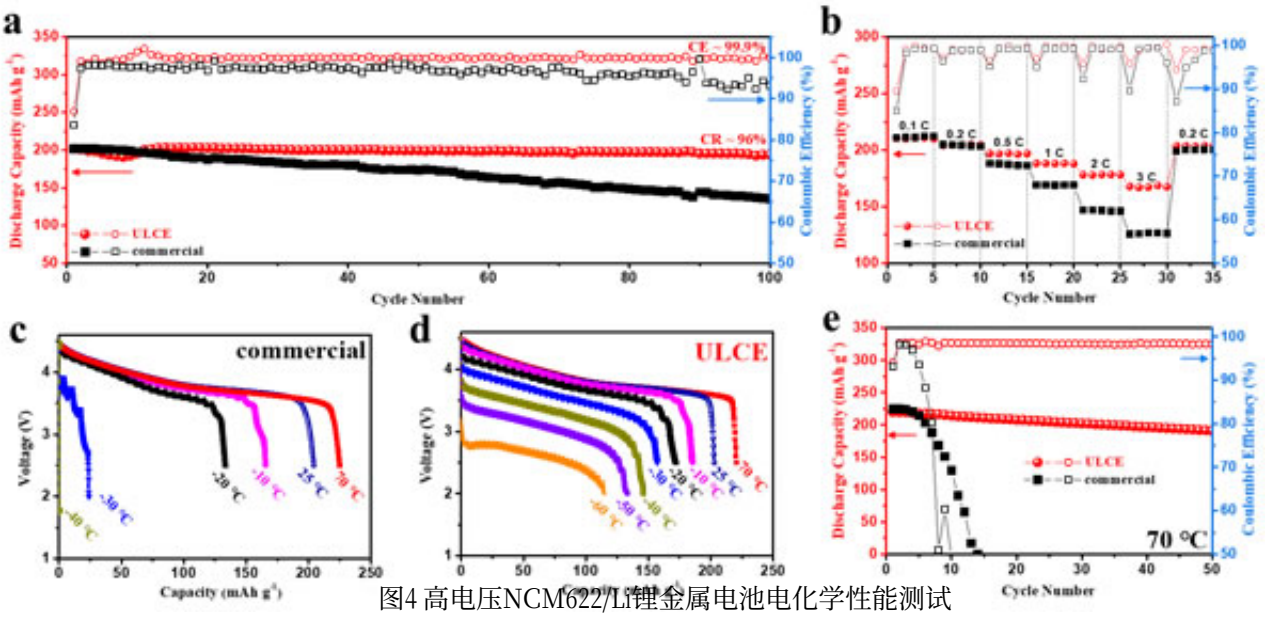

图4 高电压NCM622/Li锂金属电池电化学性能测试

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/179472.html