

宁波材料所在宽温域锂离子有机电解质研究方面取得进展

锂离子电池应用领域逐步扩大，从笔记本、手机电脑等便携产品迅速向电动工具、电动汽车以及光伏电站储能等领域扩展。随着应用范围不断扩大，锂离子电池除了成本、安全性和能量密度外，还必须适应各种环境条件，拓宽其使用的广泛性。目前，常规锂离子电池在-20 ~ 45 条件下工作，这种电池一般在-20 条件下，放电容量仅为常温的70%左右，而在60 高温条件下长时间工作或存储，电池寿命会急速衰减。因此，为了解决现有电池耐候性差等问题，迫切需要发展新一代宽温域锂离子电池有机电解质体系。

近期，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员夏永高团队提出了通过在循环过程中调控溶剂和锂盐之间的竞争分解的概念，使锂二次电池在宽操作温度窗口下形成稳定的富无机SEI膜，从而提升锂金属电池的循环稳定性。该工作建立了一种简单的通用电解质体系，以己二腈（ADN）为共溶剂，不但拓宽了电解液工作温度窗口和电化学窗口，并且可以通过加入ADN分子调控EC溶剂分子和锂盐的分解。运用原位拉曼光谱、第一性原理计算和分子动力学模拟等手段，证明了电解液中的溶剂化结构会随着温度变化而发生巨大的改变。当温度升高时，ADN分子参与溶剂化的数量基本保持不变，EC溶剂分子参与溶剂化的数量降低，TFSI-和ODFB-锂盐阴离子参与溶剂化的数量提高，即

⁴
/Li、LTO/Li电池的宽温电池性能，其中LFP/Li电池在-20 ~ 120 范围内100次循环后容量基本无衰减，LTO/Li全电池可在-40 ~ 150 进行工作，且120 可以稳定循环超过1000次（图1）。该工作发表在Journal of Materials Chemistry A上。

在此基础上，研究人员通过溶剂-添加剂-锂盐的“鸡尾酒式调控”，实现宽温、高电压、长循环电解质体系的研制。引入的ADN分子来占据Li⁺周围的溶剂化位，减少醚类和酯类的溶剂化，并且和NO₃⁻阴离子有协同作用，促进了阴离子的溶剂化，从而构建了一个含有更多无机成分的大尺寸溶剂化鞘层结构。该独特的溶剂化结构，促进了富含无机组分为主的固体电解质界面膜的形成，从而抑制电解液的持续消耗和锂枝晶的生长，提高了Li/Cu、Li/Li、Li/NCM523、Li/LiFePO₄电池的宽温电池性能。其中Li/LiFePO₄电池在30 下稳定循环1000次以上，容量保持率为95.20%；当温度升高到80 时，电池在200次循环中没有容量损失（图2）。该工作发表在Energy Storage Materials上。

上述工作得到了国家自然科学基金、中科院重点研究计划和宁波市科技创新2025重大项目的支持。

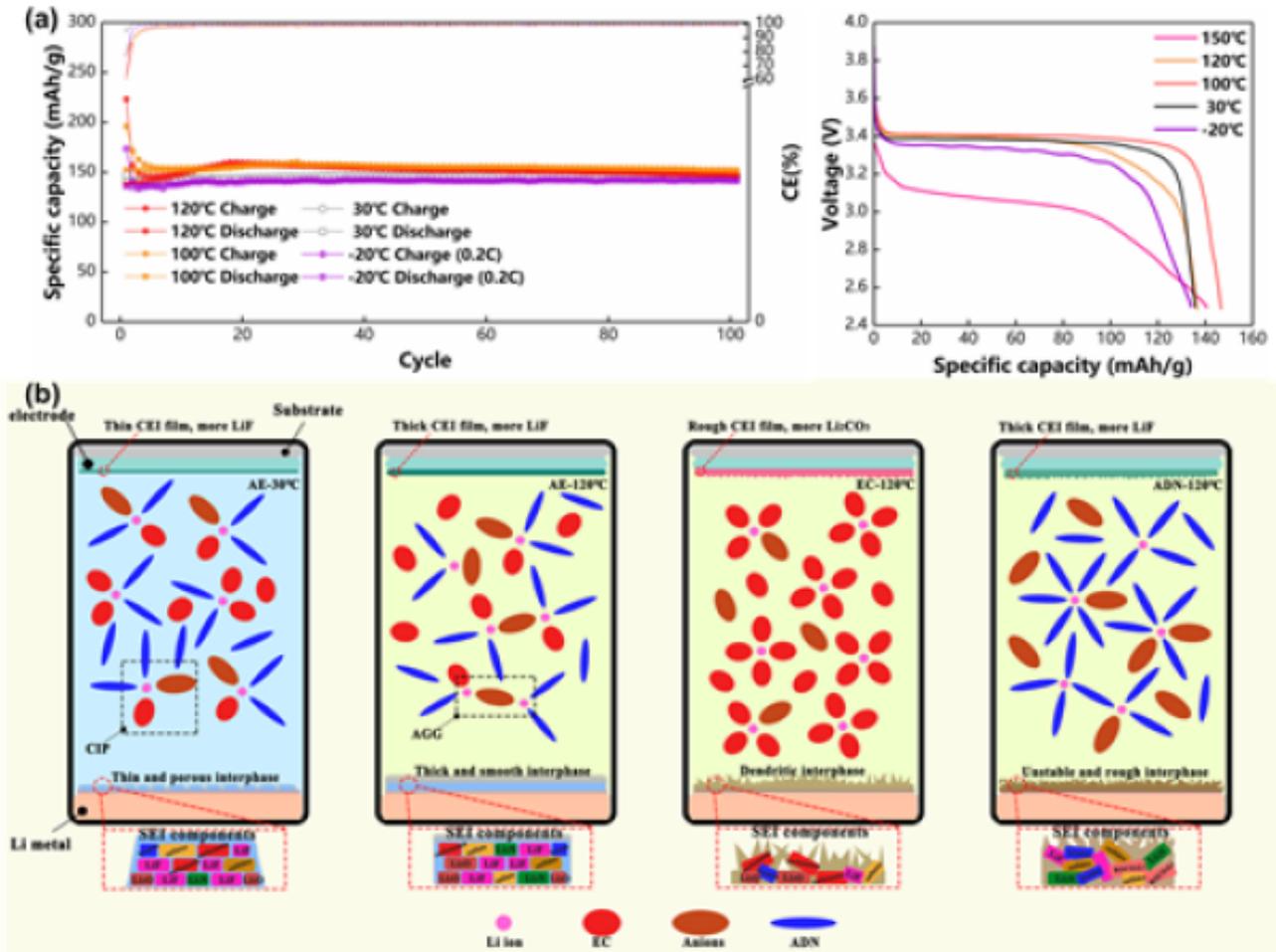


图1 (a) 使用AE电解液的Li/LFP电池在不同温度下的电池性能，(b) 宽温度LIBs的AE电解质中ADN分子平衡溶剂和电解质的竞争分解示意图

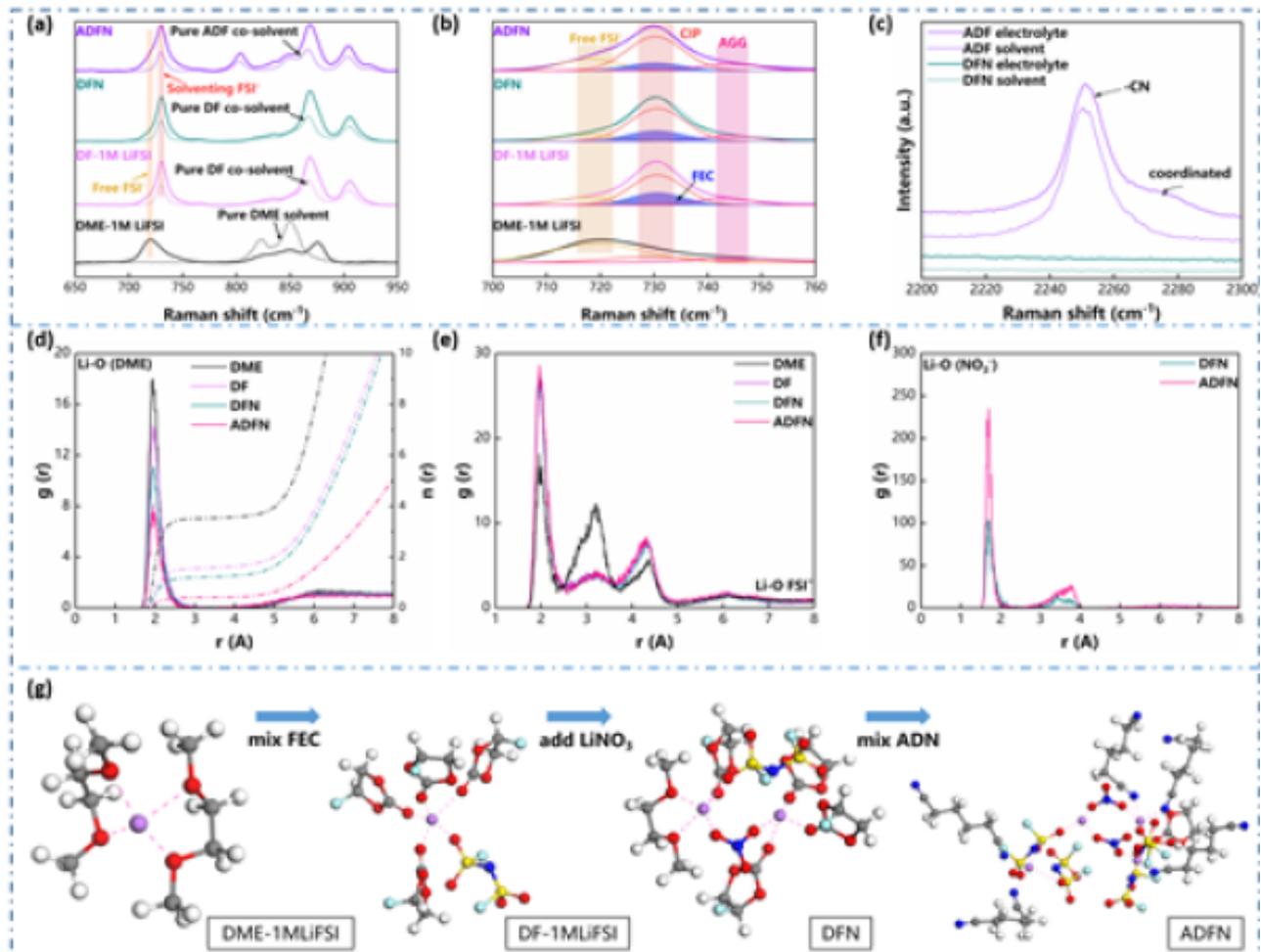


图2 不同电解质的溶剂结构。(a-c) 不同电解质的拉曼光谱范围为650 ~ 950cm⁻¹ (阴离子和溶剂), 700 ~ 760 cm⁻¹ (FSI-和FEC), 2200 ~ 2300cm⁻¹ (ADN分子的C-N伸缩振动峰); (d-f) 温度为303K时进行M

D计算的不同电解液的径向分布函数: Li-ODME、Li-OFSI-和Li-ONO₃⁻

; (g) 不同电解液中的典型溶剂化结构 (Li⁺, 紫色; O, 红色; C, 灰色; H, 白色; N, 蓝色; S, 黄色; F, 浅蓝色)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/171087.html>