



## 我国学者在钠离子层状氧化物空气稳定性研究方面取得进展

日期 2024-09-10 来源: 工程与材料科学部 作者: 谭业强 郝亚楠 路大治 张茜 檀铭一 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

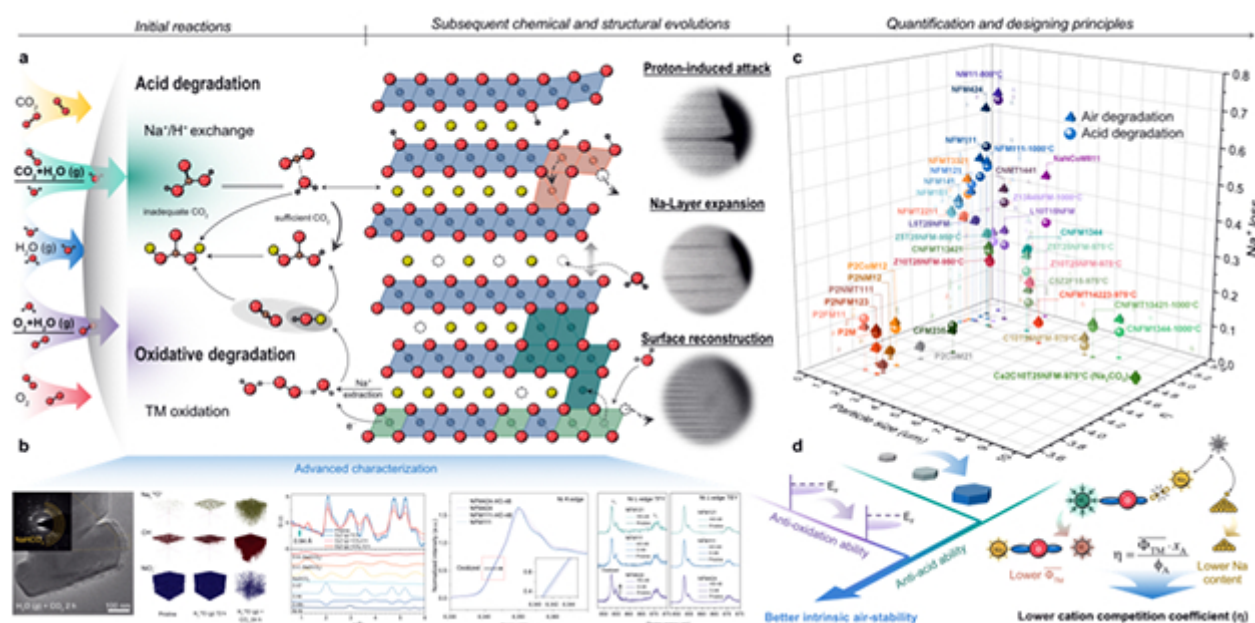


图 钠离子层状氧化物正极材料在空气中的劣化机制、表征与改性。

- (a) O3型钠离子层状氧化物正极材料劣化机制示意图；(b) 本工作借助先进表征手段对材料体相和表面劣化过程的解析；(c) 多种材料在空气劣化和酸性劣化中钠损失的定量结果；(d) 本征空气稳定的钠离子层状氧化物正极材料的指导设计原则

在国家自然科学基金项目（批准号：52394174、52122214）等资助下，中国科学院物理研究所胡勇胜研究员团队和合作者在解耦钠离子层状氧化物空气稳定性研究中取得进展。相关研究成果以“解耦钠离子层状氧化物空气敏感性（Decoupling the air sensitivity of Na-layered oxides）”为题，于2024年8月16日在线发表在《科学》（Science）杂志上。论文链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adm9223>。

层状氧化物因比能量高和易于规模化制备成为钠离子电池正极材料的首要选择。然而，层状氧化物的空气稳定性问题严重制约着材料性能的充分发挥和规模生产、存储环节的应用，困扰该领域近四十年。尽管多年来研究人员致力于揭示层状氧化物在空气中的劣化机制，并寻求解决方案，但由于反应过程的复杂性、原有杂质的干扰以及缺乏有效的原位观测技术和标准的定量评估方法，这一问题至今未能得到有效解决。

为突破这一瓶颈，胡勇胜研究团队以广泛研究的 $\text{NaNi}_{1/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ （NFM111）作为模型材料，并扩展至其同系物，运用先进表征方法，系统解耦不同气体组分与层状氧化物的相互作用，发现水蒸气在劣化过程中通过与二氧化碳或氧气共存，分别引发酸性劣化和氧化劣化过程（图）。为了量化层状氧化物正极材料的空气劣化程度，研究团队开发了一种基于滴定气相色谱技术的标准化空气稳定性测试方法，可用以定量评价不同劣化路径的贡献和比较不同材料的空气稳定性。通过对30余种氧化物材料进行空气劣化后的钠损失量进行定量分析，并受该团队前期工作启发，在这项研究中定义了一个新的参数——阳离子竞争系数

$\eta$ 用以反映 $\text{Na}^+/\text{H}^+$ 交换的难易程度。研究发现，酸性降解是主导整体劣化过程的关键因素；降低阳离子竞争系数和增加颗粒尺寸可以有效地提升材料抵抗酸性劣化的能力；选择高电位的氧化还原对可以有效地增强材料的抗氧化劣化的能力。基于对提升层状氧化物空气稳定性的深入认识，团队设计了 $\text{Na}_{0.96}\text{Ca}_{0.02}\text{Cu}_{0.1}\text{Ni}_{0.35}\text{Fe}_{0.1}\text{Mn}_{0.2}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_2$ ，可将钠损失量由模型材料的0.489降低至0.019。

该工作揭示了材料界面和体相的劣化演变过程，明确了影响材料空气稳定性的本征因素，并提出了相应改善策略，为设计更稳定、更耐用的层状氧化物正极材料提供了技术方法和指导原则。

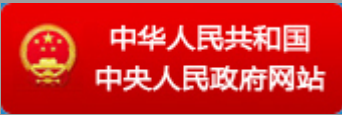
- 机构概况：概况  职能  领导介绍  机构设置  规章体系  专家咨询  评审程序  资助格局  监督工作
- 政策法规：国家科学技术相关法律  国家自然科学基金条例  国家自然科学基金规章制度  国家自然科学基金发展规划
- 项目指南：项目指南
- 申请资助：申请受理  项目检索与查询  下载中心  代码查询  常见问题解答  科学基金资助体系
- 共享传播：年度报告  中国科学基金  大数据知识管理服务平台  优秀成果选编
- 国际合作：通知公告  管理办法  协议介绍  进程简表
- 信息公开：信息公开制度  信息公开管理办法  信息公开指南  信息公开工作年度报告  信息公开目录  依申请公开

相关链接

政府

新闻

科普



版权所有：国家自然科学基金委员会 京ICP备05002826号  
地址：北京市海淀区双清路83号 邮编：100085

