



当前位置：首页 > 新闻动态 > 科研进展

青岛能源所高比能锂电池富锂锰基正极材料研究获系列进展

供稿部门：固态能源系统技术中心

发布时间：2022-09-15 | 【大 中 小】 | 【打印】 【关闭】

近日，青岛能源所崔光磊研究员带领的固态能源系统技术中心在高比能锂电池正极材料富锂锰基层状氧化物（LLOs）的阴离子氧稳定性调控和锂离子传输异质研究方面取得重要进展。相关成果分别发表在 *Advanced Energy Materials* 《先进能源材料》和 *Angewandte Chemie International Edition* 《德国应化》上。

LLOs是一种新型的锂电池正极材料，因兼具阴（ O^{2-} ）、阳离子（ Ni^{2+} 、 Co^{3+} 、 Mn^{3+} ）的可逆氧化还原反应，具有远高于高电压钴酸锂、高镍三元正极材料的放电比容量（ $\geq 280 \text{ mAh g}^{-1}$ ），在开发高能量密度锂电池尤其是全固态锂金属电池（能量密度预期超过 550 Wh kg^{-1} ）时极具应用潜力。目前LLOs由于阴离子氧的氧化还原反应会导致非稳态 O_{2p} 空穴和 O_2 的产生，严重降低电池稳定性、循环寿命和安全性能，成为制约高比能、高安全固态电池技术发展的瓶颈问题，此外，LLOs材料在全固态电池中性能快速衰减的微观机制尚未探明。因此，发展创新材料制备技术解决其瓶颈问题，探索先进表征技术阐明富锂锰基全固态电池性能衰减微观机制的关键科学问题，是促进LLOs材料发展的重要前提。

为解决上述问题，固态能源系统技术中心提出一种非恒温烧结的新型材料制备技术，实现了LLOs体相晶格氧的稳定化并减少了非稳态 O_{2p} 空穴的产生。采用该技术制备的正极材料其放电比容量、循环稳定性等电化学性能与传统恒温烧结技术相比，得到显著提升，此外非恒温烧结技术的可行性在无钴富锂锰基正极材料体系（ $Li_{1.2}Mn_{0.6}Ni_{0.2}O_2$ ）也得到了验证（*Advanced Energy Materials* 2022, 2202341），这为实现LLOs材料晶体结构、电化学性能的稳定化提供了重要指导。同时，该团队基于原位差分相位衬度成像的扫描透射电子显微镜技术（DPC-STEM），首次研究了LLOs在硫化物固态电池中的电化学反应机制，观测到LLOs材料中纳米尺度的两相分离（NCM111相和 Li_2MnO_3 相）是导致 Li^+ 在正极材料体相、界面处存在传输异质的决定因素，并严重限制了富锂相 Li_2MnO_3 的容量发挥（*Angewandte Chemie International Edition* 2022, e202209626）。该项工作研究了微观晶体结构与锂离子传输动力学、正极材料电化学性能之间的构效关系，揭示了全固态电池中LLOs正极材料性能衰减的微观机制，为精准优化LLOs材料的晶体结构、改善正极/电解质的界面锂离子传输动力学提供了指导。上述工作作为开发高能量密度与高安全性的富锂锰基硫化物全固态电池奠定了研究基础。

基于非恒温烧结技术，调控LLOs晶格氧稳定性的工作中，论文第一作者为博士研究生张育涵，通讯作者为崔光磊研究员、马君副研究员、德国马普学会固体化学物理所胡志伟教授和武汉工程大学/太原理工大学张鼎教授。基于原位DPC-STEM技术，揭示LLOs在硫化物全固态电池中性能衰减微观机制的工作中，论文共同第一作者是天津理工大学硕士生刘博文、青岛能源所博士后胡乃方、天津理工大学李超副教授，通讯作者是崔光磊研究员、马君副研究员和李

超副教授。上述工作得到国家自然科学基金、中国科学院战略先导项目、中科院青年创新促进会 and 山东能源研究院等项目的支持。(文/图 张育涵 胡乃方 马君)

原文链接1: <https://doi.org/10.1002/aenm.202202341>

Yu-Han Zhang, Ding Zhang*, Lin-Rong Wu, Jun Ma*, Qun Yi, Zhaoxiang Wang, Xuefeng Wang, Zhen Wu, Chu Zhang, Naifang Hu, Shu-Chih Haw, Jin-Ming Chen, Zhiwei Hu*, Guanglei Cui*. Stabilization of Lattice Oxygen in Li-Rich Mn-Based Oxides via Swing-like Non-Isothermal Sintering. *Adv. Energy Mater.* 2022, DOI: 10.1002/aenm.202202341.

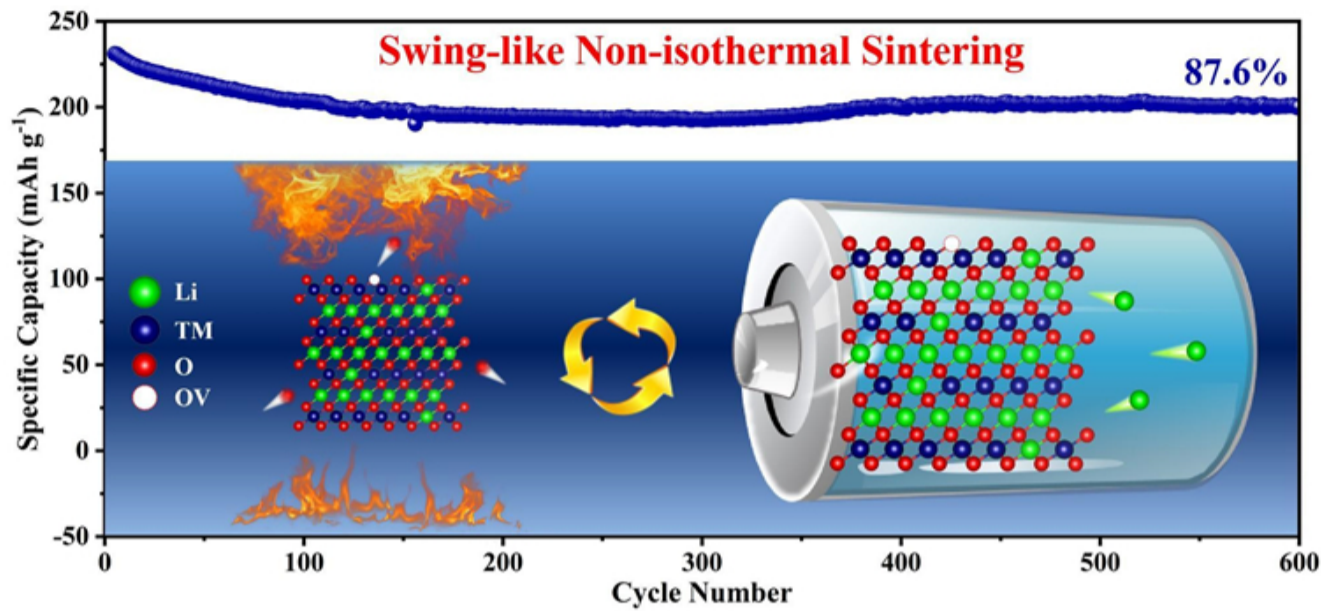


图1. 基于非恒温烧结技术助力LLOs阴离子氧的稳定, 实现锂电池的优异循环性能

原文链接2: <https://doi.org/10.1002/anie.202209626>

Bowen Liu#, Naifang Hu#, Chao Li#*, Jun Ma*, Jianwei Zhang, Yuan Yang, Deye Sun, Bangxun Yin, Guanglei Cui*. Direct Observation of Li-Ion Transport Heterogeneity Induced by Nanoscale Phase Separation in Li-rich Cathodes of Solid-State Batteries. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2022, DOI: 10.1002/anie.202209626.

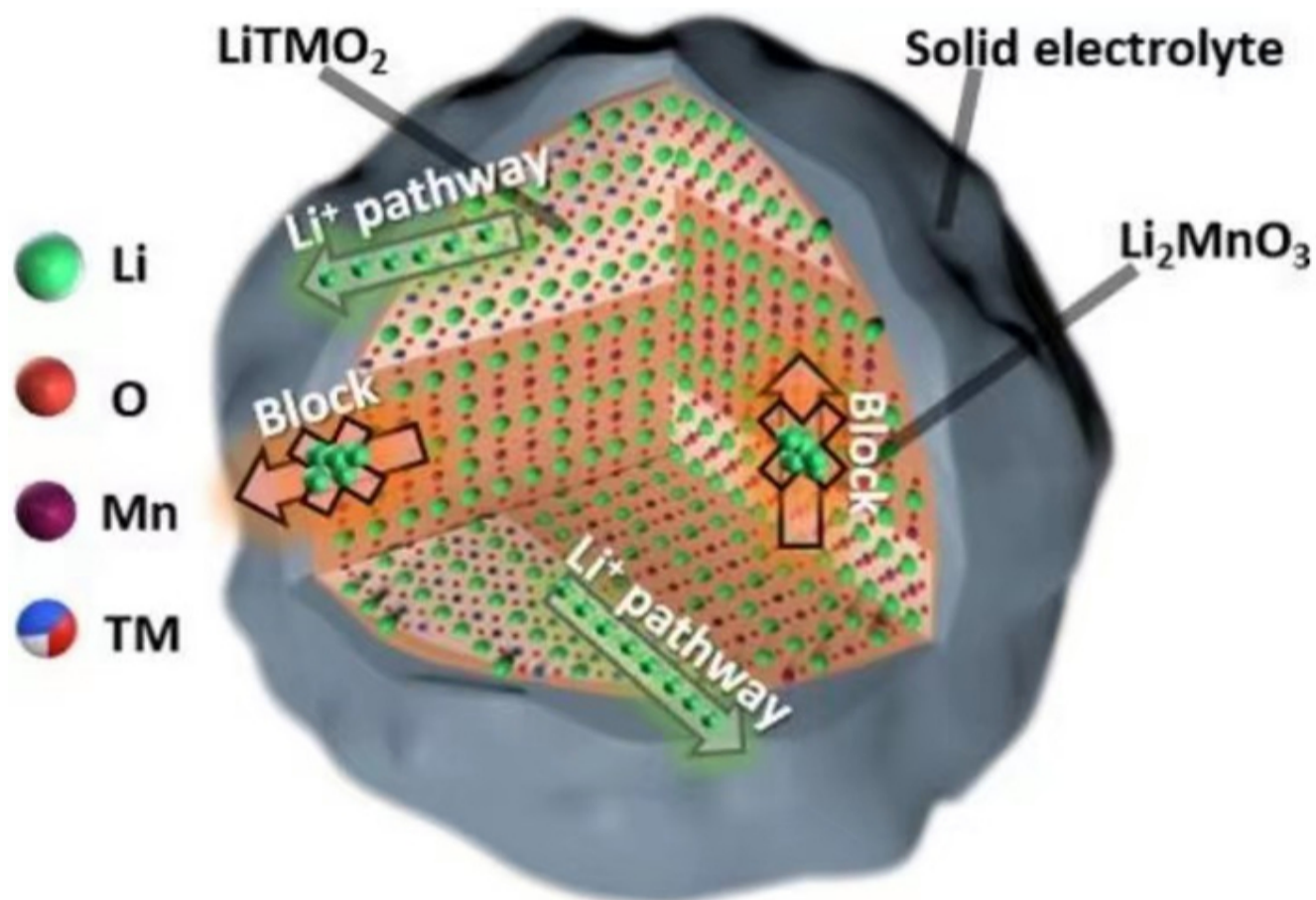


图2. LLOs材料纳米尺度的两相分离诱导固态电池中锂离子传输的异质性

版权所有 © 中国科学院 鲁ICP备12003199号-2 鲁公网安备 37021202001253号
地址：山东省青岛市崂山区松岭路189号 邮编：266101 Email: info@qibebt.ac.cn
电话：+86-532-80662776 传真：+86-532-80662778

