

合肥研究院废旧锂离子电池直接再生研究获进展

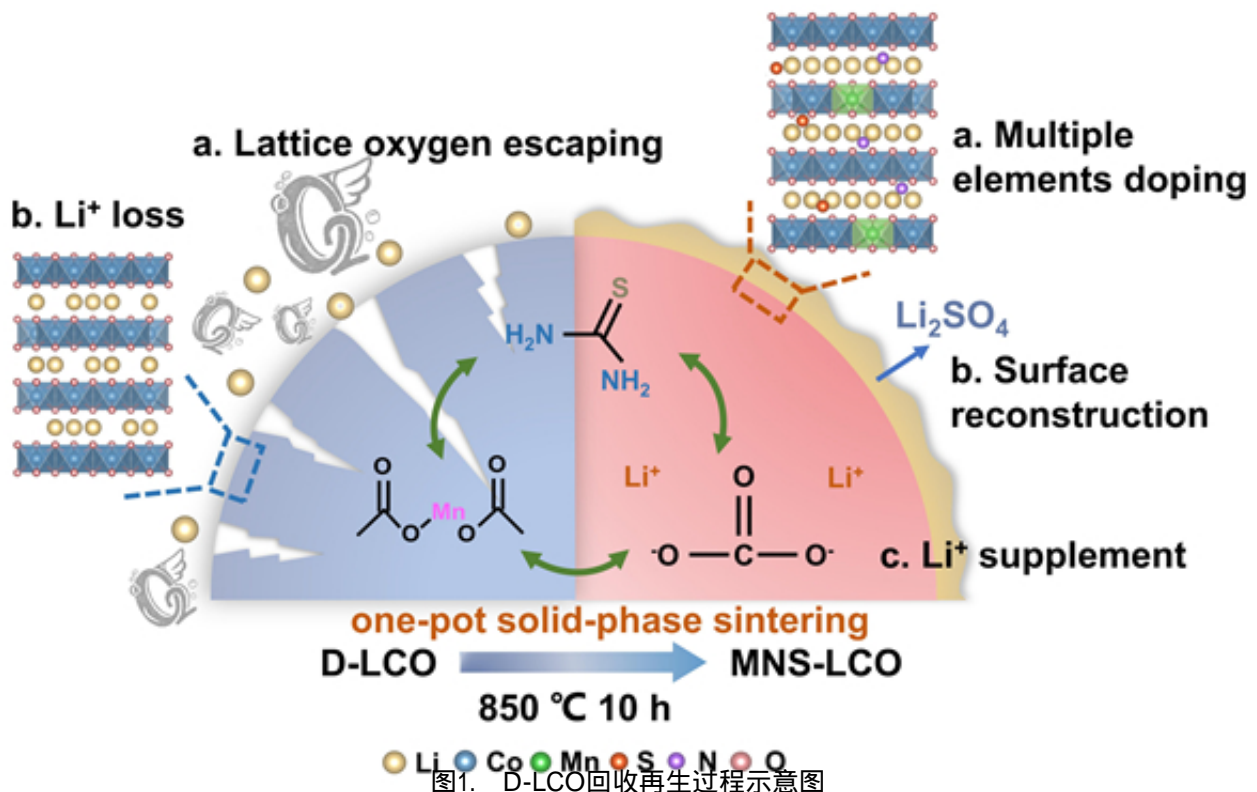
近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所在废旧钴酸锂电池直接再生为电化学性能优异的正极材料研究中取得新进展。通过一种简单的“一石三鸟”固相烧结策略，可有效地将废旧钴酸锂（D-LCO）回收升级为高性能的正极材料高压钴酸锂（MNS-LCO）。相关研究成果发表在《先进能源材料》（Advanced Energy Materials）上。

锂离子电池具有高能量密度、长寿命、低成本、低自放电等特点，广泛应用于便携式电子产品、电动汽车、电网级储能系统等领域。其中，钴酸锂由于固有的高能量密度以及方便大规模生产等优点，在便携式电子器件中占据主导地位。而全世界每年废弃的便携式电子产品中产生的废旧锂离子电池超过10万吨，若处理不当，将造成严重的环境危害和宝贵金属资源的浪费。同时，随着人们对电池能量密度需求不断增加，提升截止电压成为提高能量密度最有效的策略之一。因此，如果将废旧钴酸锂回收再生为高压钴酸锂，不仅实现了金属资源的可持续利用，而且可以满足高压钴酸锂材料的发展趋势。

传统的回收技术主要以火法冶金和湿法冶金为基础，提取有价值金属成分制备相应的前驱体。然而，火法冶金过程涉及高温还原煅烧和分解钴酸锂为混合合金，需要消耗大量的能量。湿法冶金工艺采用酸浸替代高温还原阶段，但强酸和还原试剂的大量消耗增加了整个操作的成本，同时不可避免地会产生二次污染（如废酸）。总体而言，现有的火法冶金和湿法冶金工艺缺乏经济可行性和环境友好性。因此，亟需探索绿色、节能、无损的锂离子电池直接再生策略。

基于此，研究采用“一石三鸟”的固相烧结方法，以碳酸锂、硫脲和乙酸锰分别作为锂源和掺杂剂，同时实现成分/结构缺陷修复（补锂）、外表面重建（表面包覆硫酸锂涂层）以及元素掺杂（Mn掺杂到Co位以及N、S掺杂到Li层中）三重效应耦合，将废旧钴酸锂电池升级为高压MNS-LCO正极材料。研究通过修复D-LCO存在的成分/结构缺陷、表面晶格氧逸出和结构畸变等问题，确保再生MNS-LCO的电化学性能优于未受损的钴酸锂材料。MNS-LCO在截止电压为4.5 V、电流倍率为0.2 C时的容量为188.2 mAh/g；当电流倍率为0.5 C时具有优异的循环性能，100圈循环后的容量保持率为92.5%，300圈后容量保持率为86.4%。同时，来自不同厂家或不同失效程度（Li/Co比）的废旧钴酸锂正极材料均可有效地升级为高性能锂离子电池，证实了“一石三鸟”的固相烧结策略具有通用性。此外，研究采用原位XRD和DFT理论计算等方法探讨了充放电过程中材料内在的结构演变和潜在的再生机理。该工作有望为废旧锂离子电池回收再生和升级再造造成具有长期循环稳定性的高能量密度电池提供新思路。

研究得到国家自然科学基金等的支持。



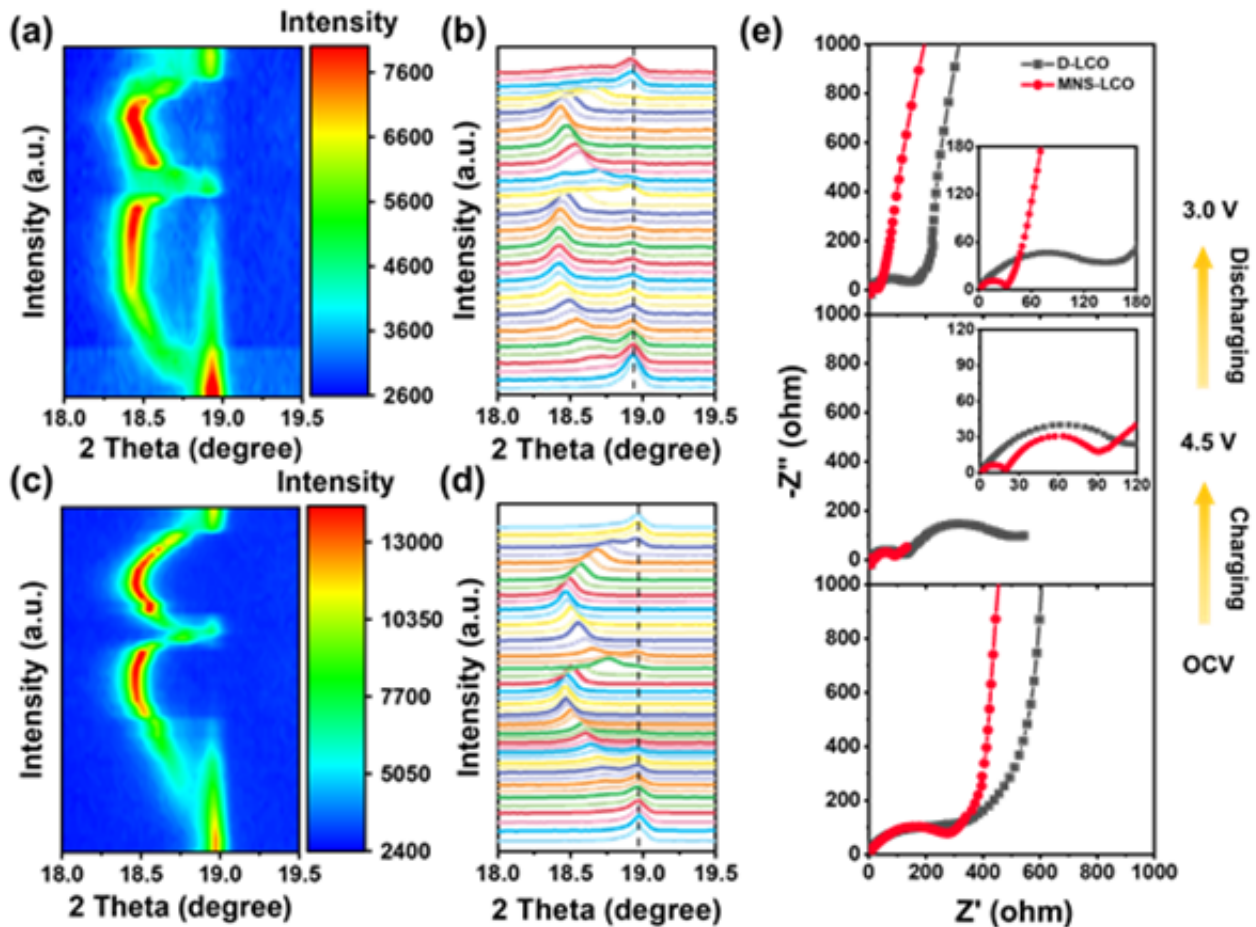


图2. (a) 扫描速率为0.1 mV/s时D-LCO和MNS-LCO的CV曲线；(b) 0.1 C时D-LCO和MNS-LCO的dQ/dV曲线；(c) D-LCO、P-LCO、M-LCO、NS-LCO和MNS-LCO在0.2 C时的首圈充放电曲线；(d) 3.0~4.5 V不同电流密度下的倍率性能；(e) D-LCO、P-LCO、M-LCO、NS-LCO和MNS-LCO在0.5 C下的循环性能。

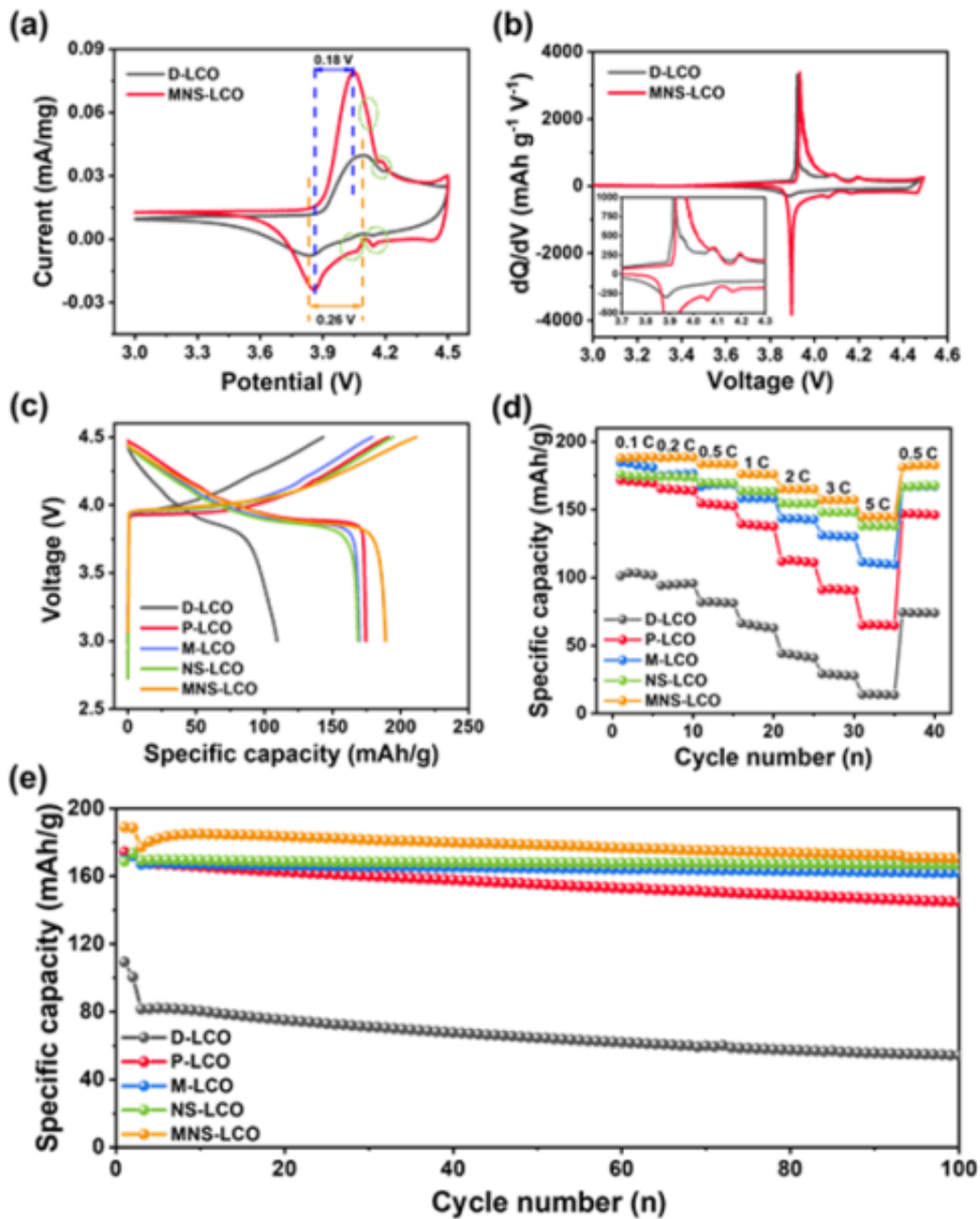


图3. 在OCV~4.5~3.0 V电压范围内, 0.2 C初始充放电过程中, D-LCO (a-b) 和MNS-LCO (c-d) 的原位XRD; (e) 初始循环过程中在OCV、4.5 V和3.0 V时检测到的D-LCO和MNS-LCO的EIS谱图。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/200069.html>