

SPM 表征钾离子电池材料

SPM-038

摘要: 随着储能技术的发展,钾离子电池(PIBs)因钾资源储量丰富、成本低廉且电化学存储机制与锂离子电池相似,成为极具潜力的新型储能体系。但 K^+ 半径较大导致的反应动力学迟缓、电极循环过程中体积变化等问题,限制了其实际应用。高性能钾离子电池电极材料的研发需精准表征其微观结构在循环过程中的演变规律。本文利用扫描探针显微镜(SPM)对电极材料进行表征,揭示其在高电流密度循环后的表面形貌、粗糙度及结构稳定性变化,为理解该类高性能钾离子电池电极材料的结构优势提供微观依据,也为新型碱金属离子电池电极材料的研发与结构设计提供指导。

关键词: 钾离子电池 电极材料 扫描探针显微镜 表面形貌 结构稳定

技术特点:

- ❖ 可精准表征电池电极材料的微观表面形貌,直观反映材料循环后的表面平整度、结构完整。
- ❖ 可定量测定电极材料的表面粗糙度数值,为评价材料循环过程中的结构稳定性提供量化指标。

随着全球能源结构向清洁化、低碳化转型,电化学储能技术成为能源领域研究与产业发展的核心方向,锂离子电池虽已实现广泛应用,但锂资源储量有限、成本较高的问题限制了其大规模储能场景的拓展。钾离子电池(PIBs)因钾资源储量丰富、成本低廉,且电化学存储机制与锂离子电池高度相似,成为极具潜力的下一代新型储能体系。但受 K^+ 离子半径较大的影响,钾离子电池存在反应动力学迟缓、电极材料在充放电循环过程中体积变化显著等问题,导致电池循环稳定性差、倍率性能不佳,严重限制了其实际产业化应用。

为解决上述问题,研究者们致力于研发新型电极

材料并进行精细化结构设计,而高性能钾离子电池电极材料的研发与优化,亟需精准的微观表征技术来揭示其在循环过程中的表面形貌、结构完整性及稳定性演变规律。本文将利用 SPM 技术,对钴单原子锚定的高氮掺杂一维大孔径介孔碳/碳纳米管复合电极($Co-NMC@CNTs$)及对比样品电极进行系统表征,重点分析三种电极材料在高电流密度下循环 100 次后的表面形貌特征、粗糙度数值变化及结构完整性差异,揭示 $Co-NMC@CNTs$ 电极优异结构稳定性的微观成因。研究结果为理解该类高性能钾离子电池电极材料的结构设计优势提供了重要的微观实验依据。

实验部分

1.1 仪器

岛津扫描探针显微镜 SPM-9700HT Plus



图 1 扫描探针显微镜 SPM-9700HT Plus (带环境控制舱)

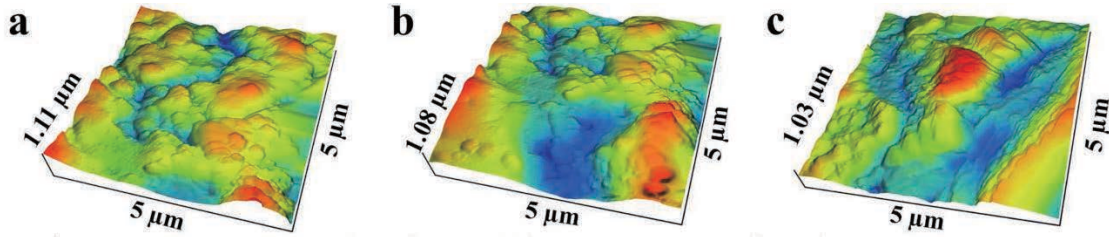


图3 循环 100 次前后的电极材料的形貌图：(a) Co-NMC@CNTs, (b) NMC@CNTs, (c) NMC 电极

■ 结论

使用岛津 SPM-9700HT 扫描探针显微镜，对 Co-NMC@CNTs、NMC@CNTs、NMC 三种钾离子电池碳基负极材料在 1000 mA g^{-1} 高电流密度下循环 100 次后的电极进行了微观表面表征，通过三维形貌直观观察与粗糙度数值定量分析，清晰揭示了不同结构设计的电极材料在循环后的结构稳定性差异，为下一代碱金属离子电池（锂、钠、钾）高性能电极材料的研发、结构优化与性能评价提供关键的微观表征支撑。

岛津应用云

