

超级电容器电极材料掺杂锰氧化物的电化学循环稳定性研究获进展

近日，合肥工业大学材料科学与工程学院教授闫建与中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心研究员王俊峰课题组毛文平合作，研究 Al^{3+} 掺杂二氧化锰的电化学循环稳定性，相关成果发表在ACS Appl. Mater. Interfaces杂志上。

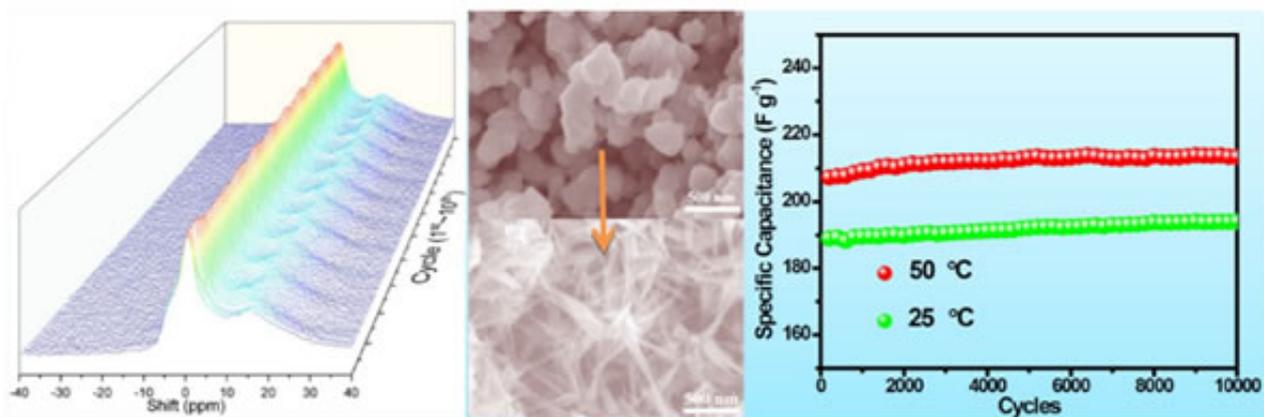
超级电容器具有比容量高、循环寿命长、环境友好等特点，在电子产品和混合动力系统中充当着绿色能源的角色。超级电容器电极材料是影响超级电容器电化学性能的关键因素。二氧化锰(MnO_2)不仅理论比容量高，而且原料丰富，是一种具有较好应用前景的电极材料。但由于其导电性和循环稳定性差，在电化学循环过程中的电容量保持率有待提高。通过掺杂金属离子能够提高二氧化锰的电化学性能和循环稳定性。

研究人员采用化学沉淀法制备了 Al^{3+} 掺杂 MnO_2 (Al-MO)和纯 MnO_2 (MO)两种电极材料并分析二者的电化学性能。测试发现：Al-MO电极在1A/g的电流密度下比容量为264.6F/g，高于MO电极(180.6F/g)，并在室温和50 °C高温下均具有较好的循环稳定性。通过场发射扫描电子显微镜观察电极在不同循环次数后的微观形貌，发现Al-MO电极逐渐由颗粒状变成了针片状结构，但是晶型并没有发生变化，而MO电极在循环过程中同时发生了形貌和晶型的变化。

为进一步理解电极形貌演变与电化学稳定性之间的关系，研究人员借助原位固体核磁共振观察不同充放电周期中 Na^+ 在Al-MO和MO正极中的嵌入/脱嵌过程，发现充放电过程中MO电极的 ^{23}Na 谱峰在不同电位、不同周期下呈现明显的变化，表明MO电极在循环中发生了结构的变化；Al-MO电极充放电过程中 ^{23}Na 谱峰则没有发生明显变化，甚至在第一个循环周期都没有任何变化，说明 Na^+ 在Al-MO电极表面发生了快速可逆的嵌入/脱嵌反应，也表明Al-MO电极结构稳定。

基于以上测试结果，研究人员推测MO电极在循环过程中的形貌演变可能遵循“粉末化—自组装”的过程。 Na^+ 的嵌入/脱嵌导致 MnO_2 纳米颗粒体积发生变化从而引起表面粉末化，这些粉末化的纳米颗粒重新组装后表现出形貌变化。在弱键结合的情况下，重新组装后的微小颗粒可能脱离母体而溶解于电解液中。随着活性电极材料的损失，电容量将逐渐下降。对 MnO_2 进行 Al^{3+} 掺杂，能够增强粉末化颗粒之间的结合，从而有利于提高 MnO_2 的结构稳定性。

该研究中的部分实验在中科院合肥战略能源与物质科学大型仪器区域中心的600 MHz固体核磁共振谱仪上结合自作静态探头完成。



图： Al^{3+} 掺杂 MnO_2 充放电过程 ^{23}Na 谱图、微观形貌以及室温和50 °C时的比容量

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/125268.html>