研究提出多价离子电池大颗粒级联效应

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/15713.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

研究提出多价离子电池大颗粒级联效应。V2O5（五氧化二钒）作为一种典型的层状结构氧化物，具有理论比容量大、工作电压高以及层间距可调节等特点。近日，中国科学院上海硅酸盐研究所研究员李驰麟团队联合刘建军研究员团队，针对层状正极提出了一种框架支撑激活策略。在V2O5夹层中原位嵌入导电聚合物——聚3,4—乙烯二氧噻吩（PEDOT）支撑体，强化正极结构稳定性和导电率的同时，可诱导离子通道扩张并降低离子迁移势垒，激活镁/锌离子驱动的反应动力学，实现V2O5优异的储镁/锌电化学性能。相关成果近期发表于Energy Environ. Sci.和Small。

作为新型绿色储能技术，镁/锌离子电池展现出负极体积比容量高、成本低、安全性好且在沉积/剥离过程中不易形成枝晶等优点。然而，二价镁/锌离子电荷密度高、极化作用强，会诱导产生与宿主（阴离子）框架之间的强静电吸引。这种强相互作用限制了多价离子在宿主晶格中的体相迁移，并易造成循环过程中结构坍塌。

据介绍，常规的纳米结构正极虽然能一定程度上弥补缓慢反应动力学的缺点，却会引起正极振实密度降低并加速活性物质溶解。因此，开发新型正极结构对镁/锌等多价离子电池的发展至关重要。

PEDOT在V2O5中的深层嵌入可剥离细化活性颗粒，构造多层级结构的纳米线团簇正极（VOP），提升其在镁电池中的反应动力学和循环可逆性。PEDOT支柱体不但扩张层间离子通道，而且可显著缩窄V2O5的带隙，并通过静电屏蔽作用有效降低Mg2+/MgCl+共嵌离子在晶格中的吸附能以及迁移势垒，加速电荷和质量传输。此外，通过在全苯基氯化镁（APC）电解液中引入十六烷基三甲基溴化铵（CTAB）添加剂，进一步支撑扩张层间离子通道。此外，CTA+离子也能够在负极侧通过静电场调节离子流的沉积/剥离行为，降低界面阻抗并稳定金属镁负极。得益于正极结构和电解液组分的协同调制，VOP/APC-CTAB/Mg全电池展现出高达288.7 mA h g-1的可逆比容量以及优异的寿命（500圈循环）。此性能优于大多数报道的无负极钝化困扰的非镁金属基镁离子电池。

V2O5基材料也是经济环保的水系锌电池的热门正极之一，上述的深度支柱-剥离手段有利于正极反应动力学的提高，但是活性颗粒的大幅剪薄易造成其在水系电解液中的溶解加剧，反而不利于长期的循环稳定性。为了避免深度嵌入纳米化带来的负面困扰，该联合团队提出仅在V2O5的浅表层嵌入PEDOT支撑体而扩张层间入口的策略，引导Zn2+嵌入并通过级联效应连续扩张激活更深的体相夹层。这种协同的层间扩张激活机制可在维持完整大颗粒的基础上，促进V2O5彻底且快速的氧化还原反应，有效降低Zn2+在晶格中的吸附能和离子迁移势垒，实现高达10 – 8 cm2 s – 1的锌离子扩散系数。

此外，疏水型PEDOT的掺入能够抑制活性物质的水性溶解，并改善颗粒间的电接触。得益于以上优势，浅层支柱的V2O5表现出极佳的循环性能（10 A g – 1下循环4500圈后的容量保持在269 mA h g-1）和倍率性能，在700.5和5960 W
kg – 1的超高功率密度下，正极能量密度分别可达280.2和205.8 Wh
kg – 1。这一浅层支柱激活概念可拓展到更多的大颗粒电极体系。

相关研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、上海市科技创新行动计划等项目的资助和支持。（来源：中国科学报秦志伟）

相关论文信息：https://doi.org/10.1002/smll.202102168

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。
作者：李驰麟等 来源：Small

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发