

过程工程所等开发出新型钠离子电池聚阴离子型磷酸盐正极材料

钠离子电池因其原料丰富、价格低廉，且与锂离子电池技术高度兼容等优点，成为下一代大规模储能系统最有潜力的电池技术之一。近日，中国科学院过程工程研究所绿色化工研究部研究员赵君梅团队与四川大学磷基功能材料与新能源实验室、中科院物理研究所清洁能源团队合作，在钠离子电池聚阴离子磷酸盐正极的组成设计和性能优化方面取得进展，开发出具备长循环稳定性、高能量密度和低原料成本的富钠-低钒新型磷酸盐正极材料，对钠离子电池规模化应用具有重要意义。相关研究成果发表在ACS Energy Letters上。

随着智能手机、电动车和电动工具等电子商品的普及，铅酸电池、锂离子电池和钠离子电池等二次电池技术受到关注。受锂资源储量和地域分布的限制，锂基化学制品价格上涨，无法满足日益增长的储能需求。近年来，钠离子电池因其资源成本低及安全环保等优点，在大规模储能领域应用前景广阔。

赵君梅团队致力于聚阴离子型磷酸盐化合物研究。部分磷酸盐产品已实现公斤级放大，集成的商业级26650圆柱电池证实了其高功率和长循环特性。为进一步降低成本，科研团队开发了三元磷酸盐正极—— $\text{Na}_4\text{VFe}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}(\text{PO}_4)_3$ (Adv. Energy Mater. 2021, 2100729)。在此

前成果的基础上，研究团队研发

出系列富钠-低钒的磷酸盐正极材料磷酸铝锰钒钠 $\text{Na}_{4.0}\text{V}_{0.8}\text{Al}_{0.2}\text{Mn}_{1.0}(\text{PO}_4)_3$ 和 $\text{Na}_{4.2}\text{V}_{0.6}\text{Al}_{0.2}\text{Mn}_{1.2}(\text{PO}_4)_3$

。

由于

铝替代了

其中的钒，这些含

铝材料的原材料成本降低，如磷酸铝

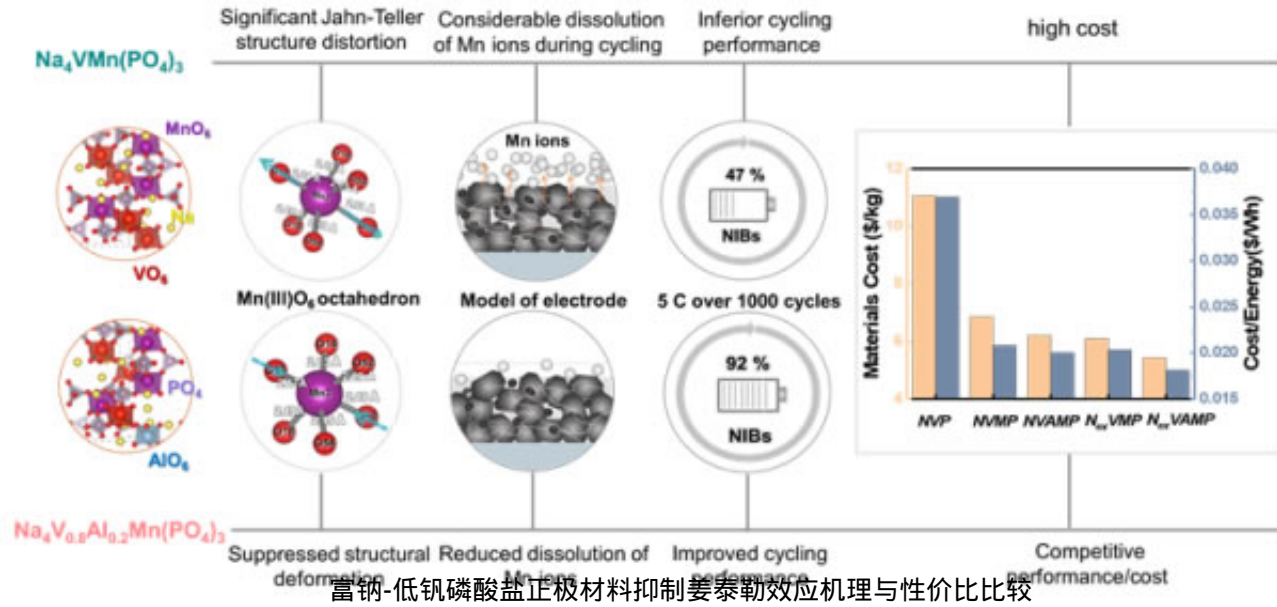
锰钒钠 ($\text{Na}_{4.0}$) 的成本，较磷酸钒钠 (Na_3V_2) 和磷酸锰钒钠 (Na_3VMn) 分别下降了44%和10%左右。此外，理论计算结果表明，引入铝后形成了较强的离子-共价键，可以有效抑制材料中由于锰存在引起的姜泰勒结构扭曲，即使在高度充电状态下，材料仍展示出对称的正八面体结构。DFT计算表明，铝掺杂的材料相比于未掺杂的磷酸锰钒钠，具有更宽的三维离子扩散通道， Na^+ 扩散势垒明显降低，展示了优异的动力学性能。因此，含铝的磷酸锰钒钠的倍率和长循环性能得以显著提升。如在40

C的高倍率下，磷酸铝锰钒钠 ($\text{Na}_{4.0}$) 正极可获得 84 mA h g^{-1} 的可逆容量，而磷酸锰钒钠的容量仅有 62 mA h g^{-1} ；在5

C下循环1000周后，磷酸铝锰钒钠 ($\text{Na}_{4.0}$) 可实现超过92%的容量保持率，达到磷酸锰钒钠容量保持率的近2倍。由于锰在材料中的比重较大，材料的电压平台高，具备了较高的能量密度。如磷酸铝锰钒钠 ($\text{Na}_{4.0}$) 和磷酸铝锰钒钠 ($\text{Na}_{4.2}$)

的全电池能量密度可分别达到 232 Wh kg^{-1} 和 224 Wh kg^{-1} ，优于以往文献报道中的多数聚阴离子正极的全电池数据。

研究工作得到内蒙古自治区科技计划项目、国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项、中科院洁净能源创新合作基金项目及中科院绿色过程制造创新研究院的支持。



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/176595.html>