研究为高性能混合电化学电容器设计提供新思路

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/33779.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！

研究为高性能混合电化学电容器设计提供新思路。

近日，大连理工大学教授胡方圆团队在混合型电化学电容器正负极高效匹配研究方面取得新进展。团队针对混合型电化学电容器正负极匹配理性设计中的电化学耦合问题，基于正负极电势自匹配效应，提出了结合电化学耦合效应解耦正负极动力学匹配研究新方法。相关成果发表在《先进材料》。

混合型电化学电容器结合了二次电池和电化学电容器的电荷存储机制，兼具高能量密度、高功率密度、长循环寿命等优势，这种复合储能特性使其在智能电网调频调峰、工业储能系统等高功率需求场景中展现出显著技术优势，是构建新型电力系统和推进储能产业升级的重要技术之一。然而，混合型电化学电容器性能主要取决于正负极电化学性能以及正负极电荷存储动力学的合理匹配。但是，传统的电化学测试仅呈现正负极匹配后的综合性能，且混合电化学电容器在工况下是黑箱系统，系统内部正负极并非孤立运行，即当外部工作电流改变时，由于电荷守恒和动力学差异会导致正负极电势自发进行重新匹配，这种电化学耦合效应对电化学性能的影响往往在设计过程中被忽视，从而严重限制了电极材料在器件应用中的实际性能。

本研究中，团队以钠离子电容器作为研究模型，结合控制工作电压和工作电势的三电极测试方法，聚焦器件运行过程中正负极电势区间的动态演化规律，提出了正负极电势自匹配效应作为动力学匹配和电化学耦合的理论基准，通过量化分析电极间电化学耦合效应，揭示了正负极动力学匹配度与器件电化学性能之间的内在联系，阐明了器件内部正负极电化学耦合与匹配机制。

为了进一步量化比较不同系统的正负极动力学匹配程度，团队通过将内部负极工作电势区间与外部动力学电流关联，开创性提出了临界匹配电流密度这一动力学参数，以量化器件中正负极在电化学耦合下的动力学匹配程度。基于实验测定的临界匹配电流密度与理论计算，进一步证明了器件在快充/放过程中，匹配电势窗口内的负极电化学行为对器件性能起主导作用。实验表明，通过优化电极间电化学耦合作用，器件在复杂工况下的能量密度保持率提升20%。

该器件的整体优化策略在解决正负极动力学失配问题方面具有重要的指导意义，该研究也为新型高性能混合电化学电容器的理性设计提供了新思路。（来源：中国科学报 孙丹宁）

相关论文信息：https//doi.org/10.1002/adma.202507061

作者：胡方圆等 来源：《先进材料》

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