
可持续储能新方案：原位表面取代

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16855.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！

可持续储能新方案：原位表面取代。 锰基普鲁士蓝因其低成本、高容量和高工作电压等优势，成为最具潜力的钾离子电池正极材料。但在循环过程中，锰基普鲁士蓝易于溶解至电解液中致使容量衰减，阻碍了其实际应用。湖南大学物理与微电子科学学院教授鲁兵安团队，通过原位电化学的方式，在锰基普鲁士蓝表面构建了理想的梯度铁锰界面，实现了水系钾离子电池的超13万次稳定循环。这好比为脆弱的锰披上盔甲，让它能够拥有金身、充分发挥性能。

这一研究成果于12月14日发表在《自然—可持续发展》杂志上。湖南大学物理与微电子科学学院盖军民博士为第一作者，鲁兵安为通讯作者。该工作得到了中南大学教授周江，美国克莱姆森大学教授Apparao M.Rao的帮助与支持，以及国家自然科学基金优秀青年基金、国家自然科学基金区域联合基金重点项目的资助。

寻找可持续储能那片蓝

可持续储能技术的突破是发展可再生能源的有力支撑。储能技术面临的挑战很多，核心还是安全和收益方面。据介绍，目前，我国抽水蓄能接近饱和，新型储能技术成为增量主体；锂电池目前主导储能产业，近90%的储能项目都是锂电池项目，锂资源的回收及开发新型储能系统也是必然趋势。

综合安全和成本等因素，基于水系电解液的钾离子二次电池将成为下一代储能系统的重要选项。然而，由于传统电极材料在水系电解液中极易溶解，限制了水系电池在储能领域中大规模应用。抑制或者消除电极材料的溶解是目前水系钾离子电池领域亟待解决的核心问题。鲁兵安说。

这个核心问题最大的难点是如何在不损失比容量甚至提高比容量的前提下，抑制或者消除电极材料在水性电解液中的溶解。也就是说，不能单纯为了抑制溶解而抑制溶解，需要协同提升，因为长循环寿命和高比容量对电池同样重要，不能为了循环寿命而不兼顾比容量。鲁兵安说。

如何找到抑制溶解的最佳材料？2019年，盖军民和团队成员在项目初期选取电极材料时，最先选择了铁基普鲁士蓝而非锰基普鲁士蓝。他们使用测试过铁基普鲁士蓝后的旧电解液来测试锰基普鲁士蓝，发现锰基普鲁士蓝在旧电解液中表现出超长的循环稳定性和较高的容量，而在新电解液中的电化学性能则表现极差。同一种材料，为什么会在新旧两种电解液中表现出这么大的差别？

我们对旧电解液进行了电感耦合等离子体表征等系列研究，发现这一差别的源头是旧电解液中包含铁离子。为此，团队通过在电解液中添加不同剂量和不同类型的铁盐进行试验探索，并对其存在反应机理进行研究。盖军民说，为了寻找那片正确的蓝，团队几乎对实验室里所有的金属离子

进行了相关试验。



盖军民正在从事钾离子电池实验。王健为摄

为锰铸金身

锰基普鲁士蓝成为最具潜力的钾离子电池正极材料，但在循环过程中，易于溶解至电解液中，致使容量的衰减，阻碍其实际应用。

为此，盖军民等通过原位电化学方式，在锰基普鲁士蓝表面构建了理想的梯度铁锰界面。与传统的锰基普鲁士蓝相比，原位表面修饰的界面不仅可以抑制锰基普鲁士蓝内部锰的溶解，还增强了钾离子的扩散势垒，从而大幅度提升了电池的循环性能和倍率性能。

该团队通过理论和实验，证明了阳离子原位表面取代的过程。他们发现，通过原位表面阳离子修饰的锰基普鲁士蓝正极，在电流密度为300毫安每克和2500毫安每克的情况下放电容量分别为160毫安时每克和120毫安时每克，循环130000次后容量未见明显衰减，组装的全电池可稳定循环6000次以上。

在我们的电解液中，循环过程中电极材料的锰溶解在预留的空位会被电解液中的铁离子占据，这一过程直到电解材料锰拥有坚固‘金身’才停止。盖军民说。



湖南大学副教授樊令（左）、盖军民等正在探讨实验。王健为摄

此外，团队研究发现，原位表面取代策略下的水系钾离子全电池在零下20摄氏度时容量为常温下的80%，在50摄氏度时容量约为常温下的110%，显示出优良的高低温性能。全电池经过裁剪后仍可以继续工作，体现出水系电池的高安全性。

鲁兵安表示，这些实验表明电化学储能器件是可以实现超长寿命的，未来有望应用于大规模储能系统中。更长的循环寿命意味着更少的资源消耗，这将大大降低制造成本，希望这项研究为超长寿命的电化学储能提供借鉴。该研究也将为合理设计氧化还原活性锰基高性能电池正极材料提供新方案。

储能电池必须实现长寿命。鲁兵安表示，中国在电化学储能尤其是锂离子电池、全钒液流电池等方面的研发和应用处于国际先进水平，已涵盖关键材料、全电池、性能测试及分析、产业化等领域，但不同实验室的研究各有侧重，没有形成一个完整的体系，资源的整合度不够，这需要长时间的摸索与改进。储能表面上是一个应用性的学科，但其基础研究和基础知识储备更加重要，要不断加强基础研究。（来源：中国科学报王昊昊）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41893-021-00810-7>

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：盖军民等 来源：《自然—可持续发展》

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](https://www.iikx.com)转发