
新型电化学空间解耦策略助力可持续磷回收

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37888.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！

新型电化学空间解耦策略助力可持续磷回收。近日，南方科技大学环境科学与工程学院助理教授雷洋团队在《自然—通讯》发表最新研究。研究团队揭示了传统石灰（石）污水除磷工艺中表面钝化的发生机制，并创新性地提出电化学分区溶解-沉淀策略，破解钝化难题并实现磷的高效回收，为污水资源回收与工业低碳转型提供了一条兼具普适性与可持续性的新路径。

从各类污水中回收磷，是缓解磷资源短缺、构建可持续磷循环的关键。目前，基于石灰（石）的化学沉淀法仍是处理酸性含磷废水的主流工艺。然而，该工艺普遍面临石灰利用率低、需投加过量药剂，并伴随产生大量含钙污泥及高硬度碱性出水等问题。

解决这些问题的瓶颈在于固液界面反应中的表/界面钝化现象，该现象广泛存在于环境地球化学系统。揭示钝化机理并开发有效的抗钝化策略，对推动一系列依赖于界面反应的环境修复技术走向高效、低碳与可持续，具有重要的科学意义与工程意义。

研究团队发现，石灰遇水放热促使氢氧化钙的溶解度随温度升高而下降，并导致颗粒间发生快速团聚。在含磷废水中，团聚体释放的钙离子和氢氧根离子与磷酸盐迅速结合，在颗粒表面原位形成致密的磷酸钙钝化层，从而严重抑制钙离子的持续释放，极大限制了磷的去除效率。

为克服钝化，传统方法会过量投加石灰，但最终获得的污泥质量偏低，磷含量小于6.9个重量百分比，同时出水水质恶化，表现为高硬度与强碱性。石灰石虽更具经济和环境友好性，但其效能因磷酸钙沉淀在碱性波动下极易发生再溶解而严重受限。

为此，研究团队创新性地提出了一类电化学策略，利用电解水反应，将石灰石溶解与磷酸钙沉淀反应，在电化学系统的阴阳两极分区进行。该系统将石灰石置于酸性阳极区，实现了石灰石的持续抗钝化及钙离子的高效释放。同时，在碱性阴极区，利用原位产生的碱度高效驱动磷酸钙沉淀，使磷回收率达到85.7%。该体系在低能耗下稳定运行，可产出高纯度磷产品，并显著提升出水水质。

通过长期运行测试，该系统展现出了优异的长期稳定性及良好的处理能力灵活性。此外，经济与环境效益评估显示，相较传统石灰工艺，该电化学策略可实现显著的成本降低及碳减排。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-025-67911-1>

作者：雷洋等 来源：《自然—通讯》

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