
风化壳型稀土绿色、高效电驱开采技术研发取得突破

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31188.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！

风化壳型稀土绿色、高效电驱开采技术研发取得突破。

我国科学家在稀土电驱开采技术方面取得新的重要进展，克服了规模化应用的技术瓶颈，使稀土采收率大于95%，浸取剂用量减少80%，开采时间缩短70%，所需电能节约60%，向环境排放的氨氮量降低95%，表现出潜在的经济可行性。1月6日，相关研究成果在线发表在《自然-可持续性》（Nature Sustainability）上。

稀土是世界性战略矿产资源。风化壳型稀土矿是我国优势矿种，为全世界提供了90%以上的中重稀土。然而，传统的风化壳型稀土开采工艺——铵盐原地浸取技术存在生态环境破坏严重、浸出周期长、资源利用效率低等问题，2018年以后已被我国禁用。为解决风化壳型稀土矿绿色高效开采问题，2023年中国科学院广州地球化学研究所率先提出了绿色、高效、经济和快速的电驱开采技术理念，完成了原理可行性验证并取得了初步的实验成果。而在实际应用过程中，该技术面临一系列问题和挑战，主要包括电极在潮湿和侵蚀性环境中长期运行的稳定性、大规模矿区应用时可能出现的浸出液泄漏，以及地下水文条件和矿体结构对稀土采收率的复杂影响。

为此，广州地化所何宏平院士、朱建喜研究员团队通过深入凝练科学问题与核心技术攻关，进一步发展和完善稀土电驱开采新技术。研究通过研发新型防腐蚀低损耗的惰性导电材料，设计高压防渗策略，以及创新性地采用周期性交替通电方法，将该技术成功应用于5000吨土方规模的稀土矿中试开采。

针对常规金属电极在土壤环境中易被腐蚀的问题，该团队开发了新型塑料导电电极。这一电极具有优异的导电性（200 S/m）和良好的耐电流冲击能力（70 A，两个月无损）。同时，由于塑料表面的疏水性，该电极能够防止电化学腐蚀和减少水电解，同时因柔韧性可以更紧密地贴合矿体表面，从而提高电驱开采过程的效率。

实际矿山结构复杂、裂隙发育严重，浸取剂和稀土浸出液在重力作用下常沿着裂隙快速迁移、泄露、导致稀土采收率降低。为此，该团队设计了高压防渗策略，通过高压电场将浸出液封闭在指定收集区，同时利用电迁移和电渗原理控制稀土浸出液向集液池定向迁移。这一创新策略有效避免了传统开采中的“跑冒滴漏”，解决了传统开采中稀土浸出液无序流动和环境污染的难题，为高效、安全的稀土开采提供了创新性解决方案。

在实际开采过程中，电极数量众多并相互干扰，且长时间通电会引起电荷累积，降低通电效率并

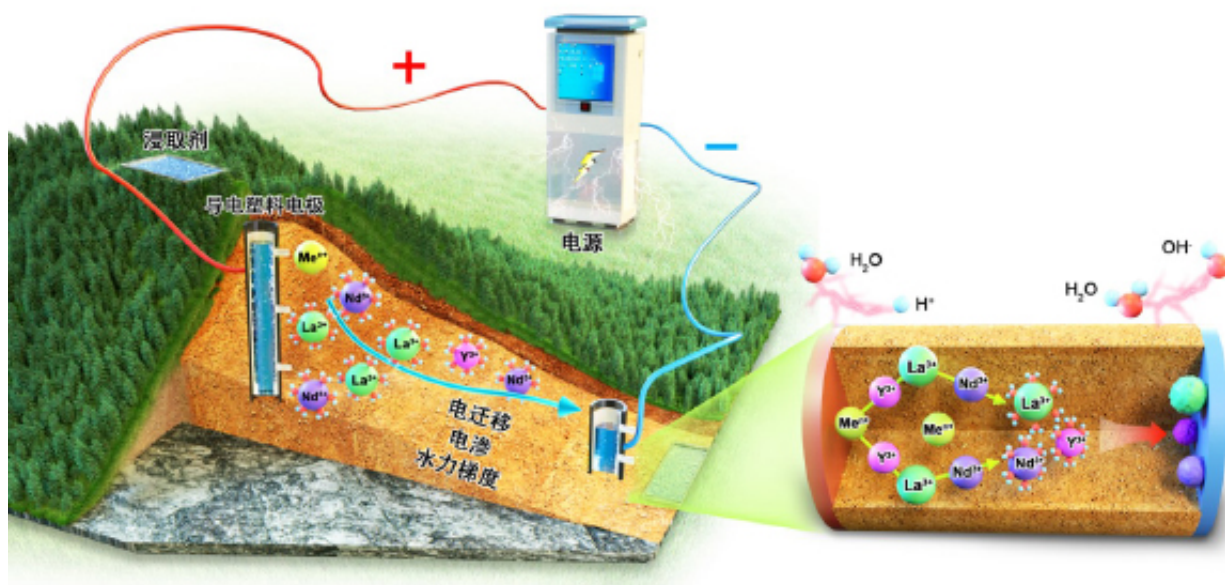
增加能耗。为此，该团队设计了周期性交替通电方法。通过周期性切换阳极与阴极，有效减少了电极极化现象，提升了电流效率。同时，通过给局部区域轮换通电，利用停电期间的额外扩散作用促进了浸取剂和稀土离子的交换反应，提高了稀土采收率。相比给全区域同时通电，该方法可节约60%的电能，显著降低了成本。

通过60天的通电开采，工业试验的稀土采收率达到95%以上。环境监测结果表明，地下水和地表水中的氨氮排放量相比传统开采工艺减少了95%，极大降低了稀土开采的环境影响。基于技术经济分析，电驱开采技术在不计入环境修复成本的情况下，与传统开采技术的成本相当，但传统工艺的后期环境成本和生态修复费用（主要是氨氮污染）通常较高。电驱开采技术展现出潜在的经济可行性和环境优势。

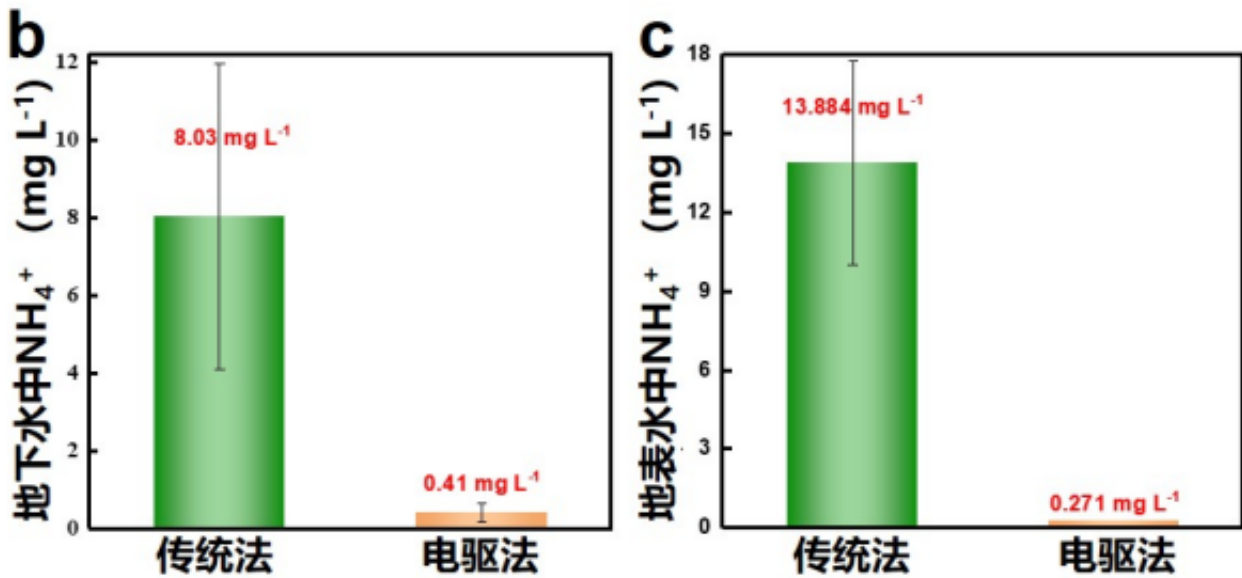
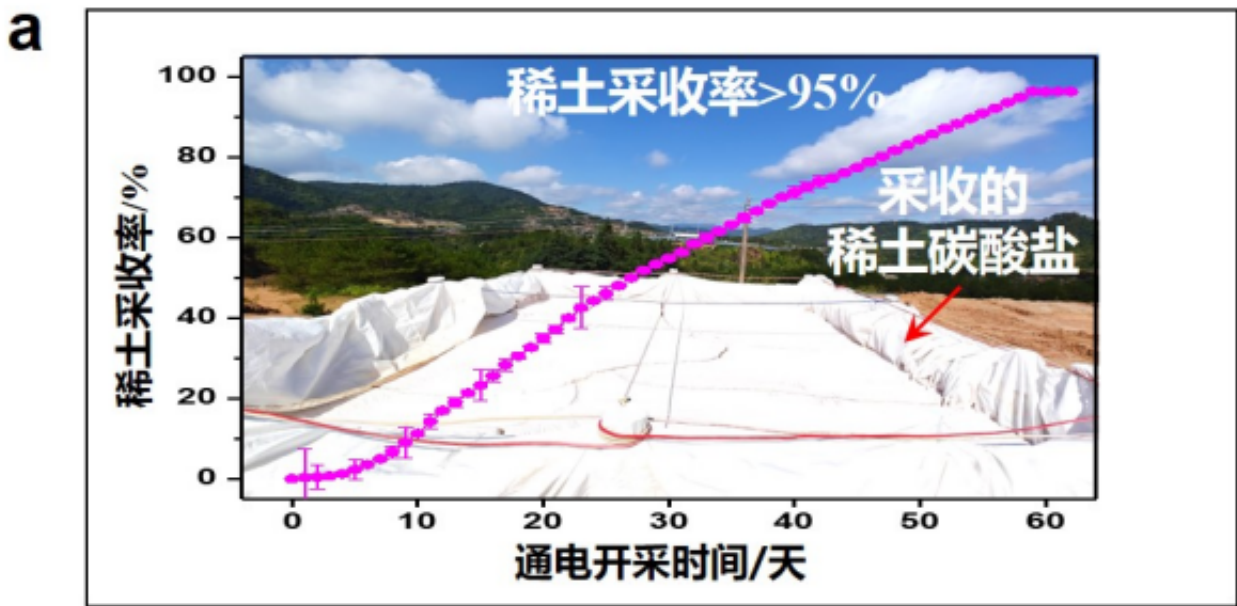
《自然-可持续》审稿人提出，本项研究对稀土开采行业做出了宝贵贡献，在全球稀土需求急剧增长，迫切需要变革性、可持续的开采技术的背景下，相关研究及结果非常切合时宜，相较于当前的稀土开采方法，电驱开采技术能够显著改善环境影响。

研究工作得到国家自然科学基金、中国科学院战略性先导科技专项（A类）、广东省基础与应用基础研究重大项目等的支持。

[论文链接](#)



风化壳型稀土矿原位电驱开采示意图



工业试验结果图。(a) 稀土采收率、(b) 地下水氨氮含量、(c) 地表水氨氮含量

研究团队单位：广州地球化学研究所

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](http://iikx.com)转发