
科学家实现天然海水高效稳定电解制氢

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/21737.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！

科学家实现天然海水高效稳定电解制氢。

2023年1月30日，天津大学的凌涛教授与澳大利亚阿德莱德大学的乔世璋教授团队合作在Nature Energy期刊上发表了一篇题为Direct seawater electrolysis by adjusting the local reaction environment of a catalyst的研究成果。

该成果通过在一系列常见的催化剂表面引入硬路易斯酸材料，在催化剂表面构建了局部碱性的反应微环境，在不经净化/脱盐处理和不添加强碱的条件下，在近中性的天然海水中实现了高效稳定的电解制氢。该成果提供了一种调控反应微环境的通用策略，适用于多种催化剂体系。

论文通讯作者是凌涛、乔世璋;第一作者是郭佳欣、郑尧。

电解水是最具前景的绿氢技术，对实现全球零碳目标至关重要。目前主流的电解水制氢技术均采用高纯水，生产1 kg氢气需要消耗约10 kg水，将来大规模应用势必会加剧淡水资源的短缺。海水占地球水储量的96.5%，资源丰富，是天然的电解质。20世纪70年代初，科学家提出了直接电解海水制氢的构想，吸引了能源、材料和化学领域大量学者的关注和研究，但经过近50年的研究，直接电解海水制氢仍然面临巨大挑战：(1)天然海水是近中性的($\text{pH} \sim 8$)，催化剂活性差;(2)天然海水中含有大量 Cl^- ，会抑制阳极的析氧反应并腐蚀催化剂;(3)天然海水中还含有大量 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等金属阳离子，在电解过程中会生产沉淀，堵塞电极。目前国际上主要采用净化/脱盐等海水处理工艺去除天然海水中的 Cl^- 和金属阳离子杂质，并在净化后的海水中添加强碱来提高制氢效率。但是，这会显著提高直接电解海水制氢系统的成本，阻碍大规模应用。

在这项工作中，天津大学的凌涛教授与澳大利亚阿德莱德大学的乔世璋教授团队构建新的催化材料体系，在现有的催化剂表面引入硬路易斯酸材料，在催化剂表面构建有利的局部碱性反应微环境，在不经净化/脱盐处理和不添加强碱的情况下，实现了高效稳定的直接天然海水电解制氢。这种原位构建的局部碱性反应微环境促进了催化剂的电解水制氢活性，有效抑制了催化剂表面有害的 Cl^- 相关反应，缓解了沉淀生成堵塞电极的问题。

局部碱性的反应微环境形成机制。原位红外光谱表征结果揭示在催化剂表面引入的硬路易斯酸材料可以促进水分子的解离($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^- + \text{H}^+$)，生成的 OH^- 在催化剂表面富集，形成局部碱性的反应微环境。原位紫外-可见光谱和同位素标记等手段证明在局部碱性微环境下，催化剂电解海水制氢的机制从中性转变为类碱性，显著提高了天然海水中的电解制氢活性。

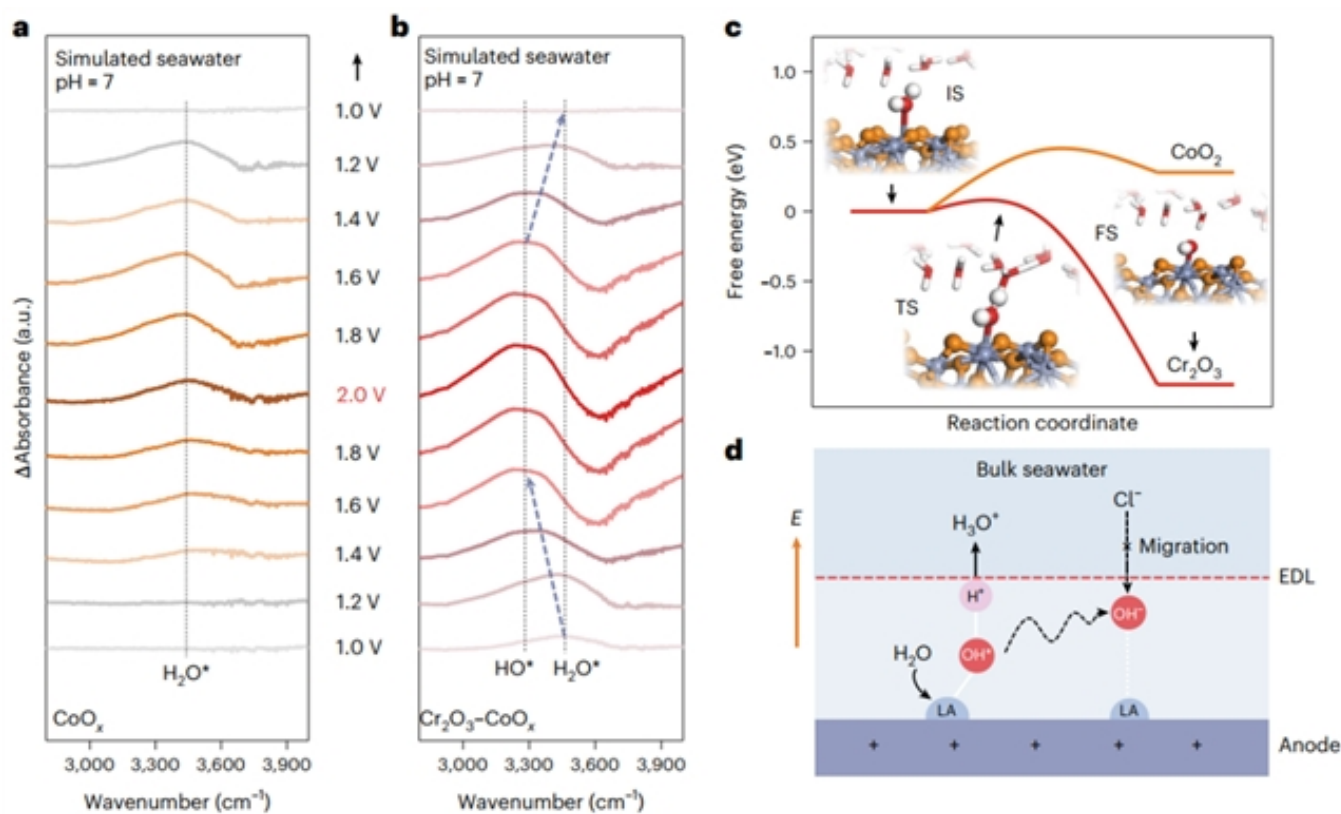


图1：催化剂表面局部碱性微环境中 OH^- 的来源。

局部碱性的反应微环境促进了天然海水电解制氢效率。在未经过净化/脱盐处理和不添加强碱的情况下，该工作构建的天然海水电解槽在1.87 V电压下获得了 1.0 A cm^{-2} 的析氢电流密度，满足工业应用需求。这一性能远高于现有的天然海水和碱化海水电解制氢性能，接近现有使用贵金属的质子交换膜电解槽。

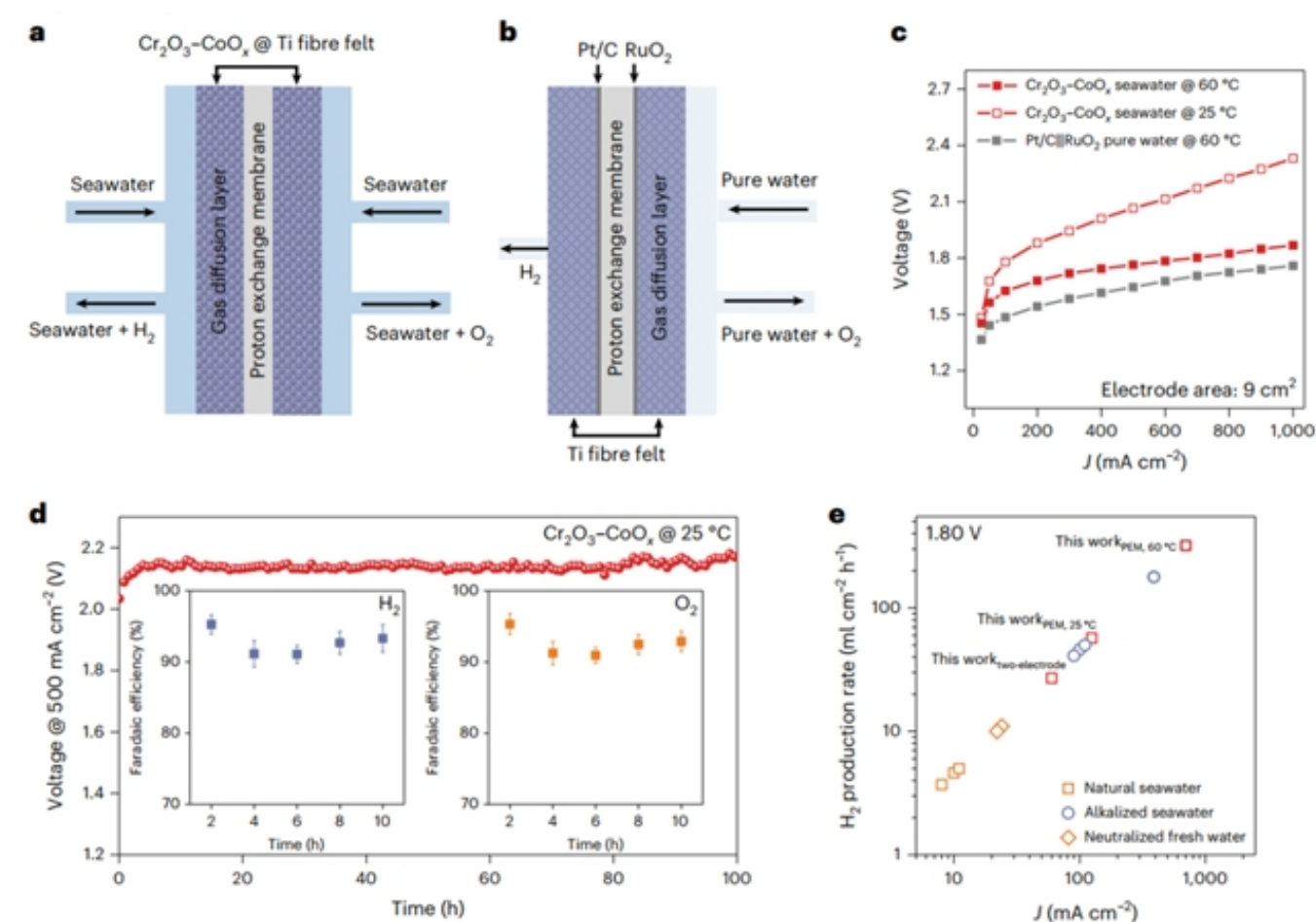


图2：流动式天然海水电解槽的性能。

局部碱性的反应微环境抑制氯化学反应。在催化剂表面引入硬路易斯酸材料后，由于 OH^- 与硬路易斯酸材料的强结合，优先富集在催化剂表面，从而抑制了海水中 Cl^- 向催化剂表面的扩散。

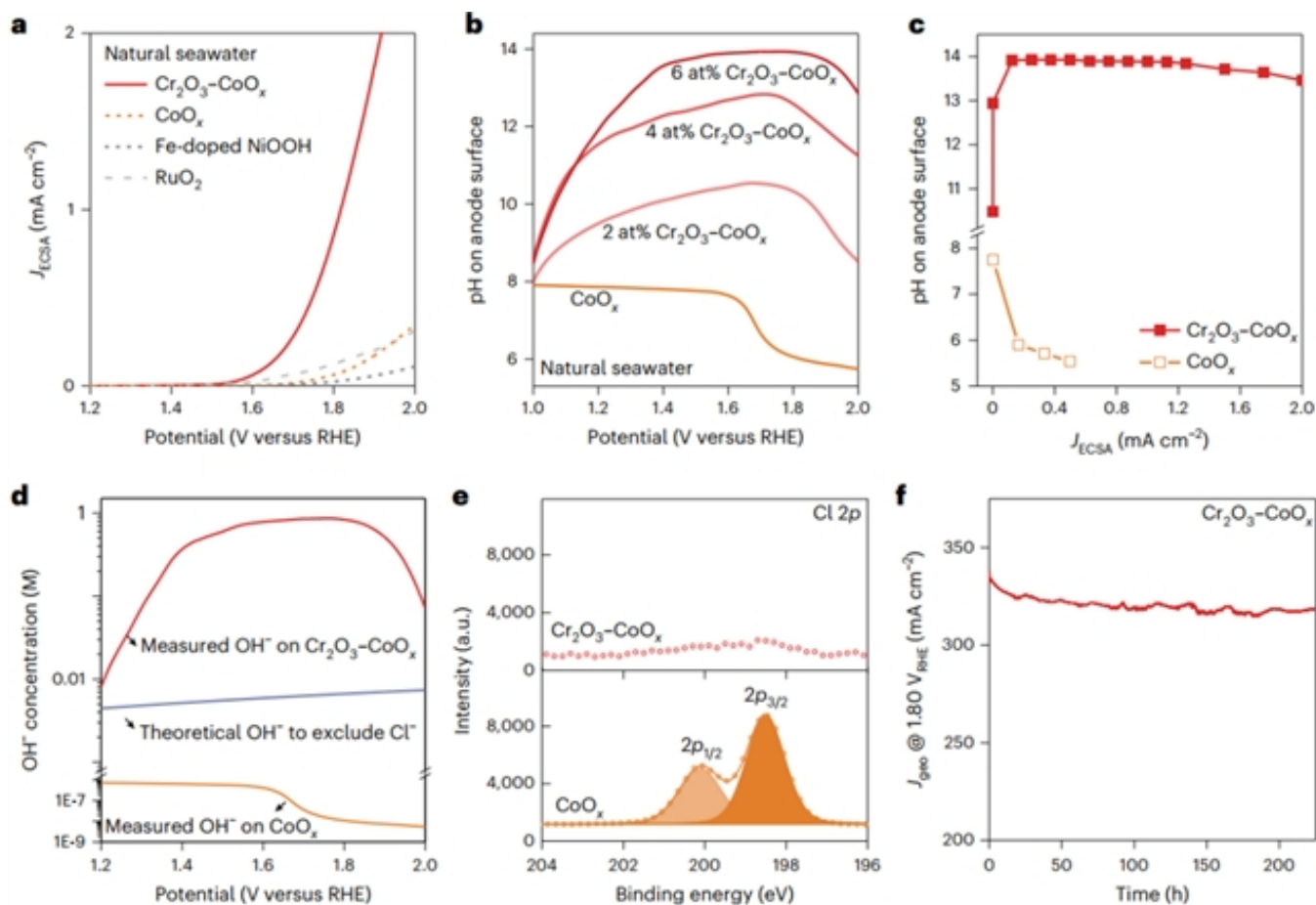


图3：天然海水中催化剂的析氧活性和氯化学分析。

局部碱性的反应微环境缓解沉淀堵塞电极问题。由于 OH^- 与硬路易斯酸材料的强结合，能减缓阴极析氢反应中生成的 OH^- 在电场驱动作用下快速向海水中扩散，从而避免海水pH值快速上升，生成大量沉淀。

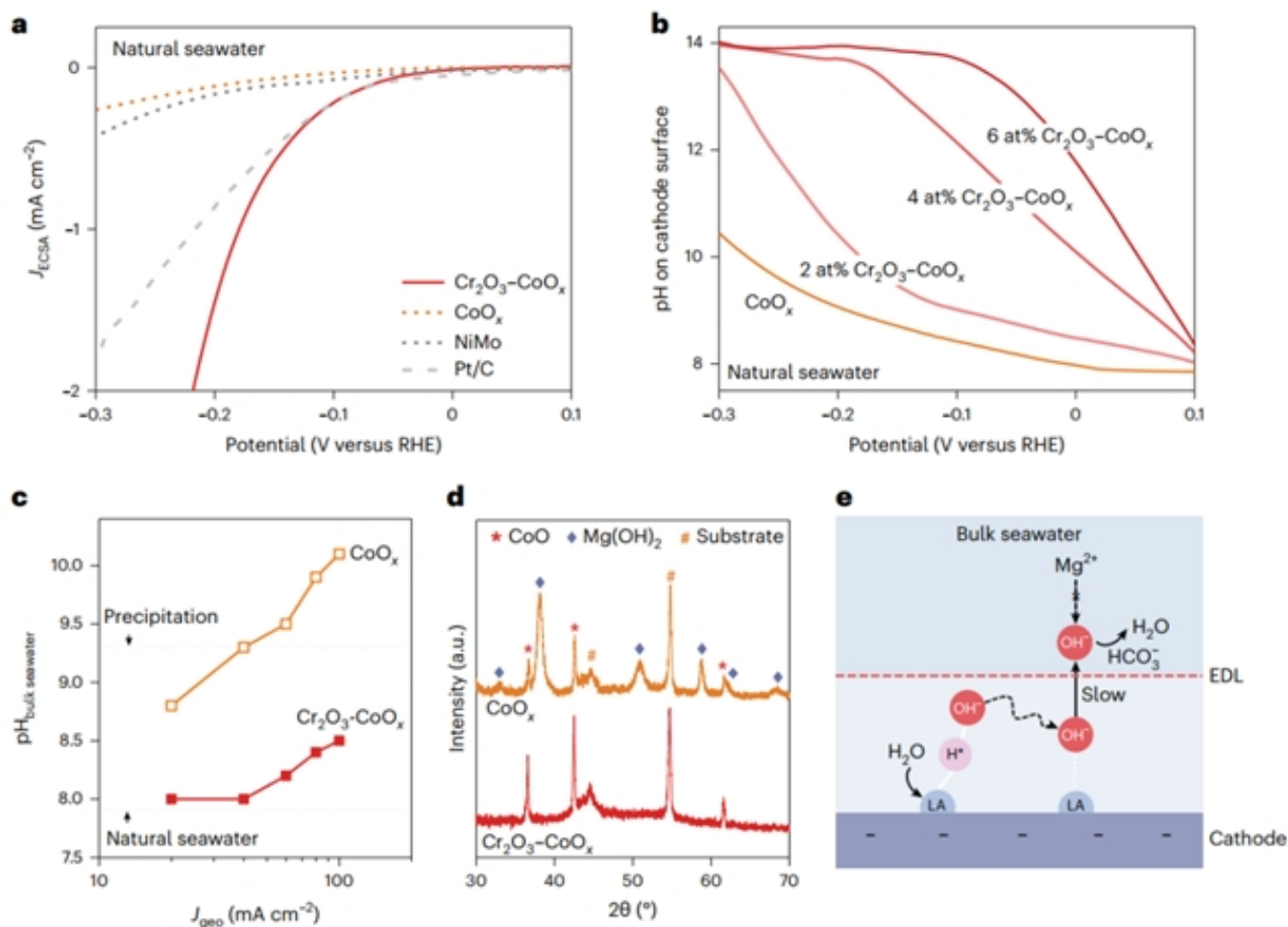


图4：天然海水中催化剂的析氢活性及沉淀生成分析。

该研究成果提供了一种调控反应微环境的通用策略，可适用于多种催化剂体系。(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41560-023-01195-x>

作者：凌涛等 来源：《自然—能源》

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