
研究提出废水无能耗生产氯气方法

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37779.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！

研究提出废水无能耗生产氯气方法。氯气是现代工业的基础化学品，每年全球消耗量达数千万吨。其中，超过95%的氯气通过电解含氯盐水生产，这一过程每年消耗约100—200TWh电力。值得注意的是，氯气生产的核心要素：能量和氯离子，广泛存在于海水、海水淡化废水、工业废酸和制药废水等盐水中。这些盐水中高浓度的氯离子在排入低盐度水体时会产生显著的渗透势，该能量可被捕获用于发电。

基于此，中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究团队提出废水无能耗生产氯气的方法，利用氯化物盐水中的固有渗透能和氯离子，自发生产氯气。该方法无需外部能源输入，同时可回收酸并副产氢气，有望大幅降低氯气生产的碳足迹和成本。

为确保回收酸的纯度并抑制电极上金属离子的还原副反应，研究团队开发了磺化共价有机框架（COF）膜，该膜材料具有丰富的磺酸基团，能借助水分子形成氢键网络，实现质子快速传输的同时，有效阻隔重金属离子和有机污染物。

为维持系统连续运行，氯离子和质子必须以相同速率从废酸传输到回收酸中，但不能同时通过膜以避免抵消离子电流。

研究团队采取分离传输方式，氯离子通过Ag/AgCl电极可逆电化学反应有效传输，而膜仅允许质子通过

。这种方式使氯离子反应产生的氧化还原电位，与质子选择性扩散形成的扩散电位相叠加，显著提升了系统的发电性能，并加快了质子与氯离子的传输。

渗透能捕获性能直接决定了氯气生产的效率，研究人员还系统探究了在不同浓度梯度下系统的渗透能捕获能力。在10

倍的浓度梯度下，输出功率密度峰值可达 55Wm^{-2}

，远高于先前的膜材料，且该性能可稳定维

持超过15

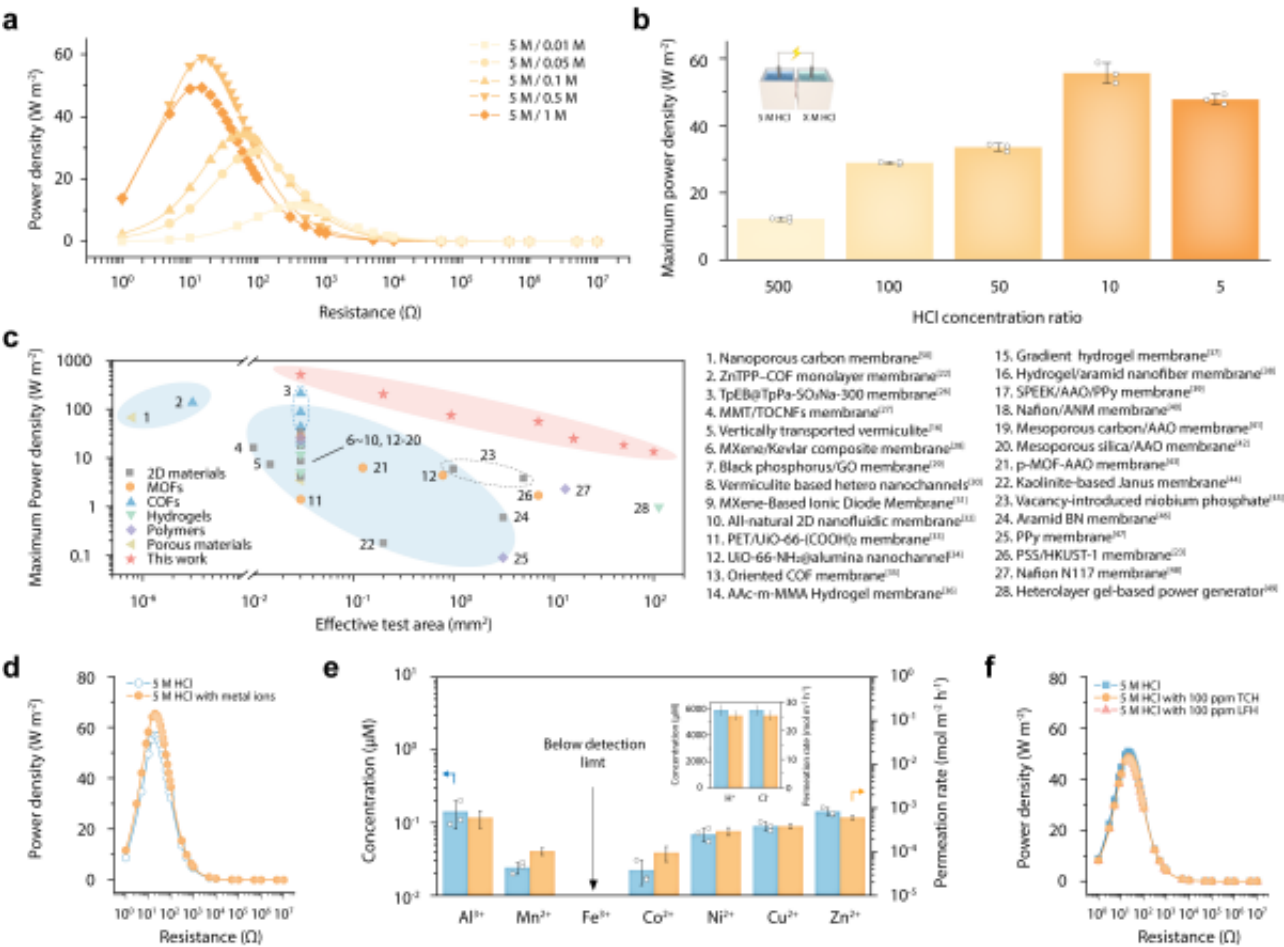
天无明显衰

减。即使在模拟废酸中
加入高浓度的重金属离子和有机污染物，磺化
COF膜仍展现出卓越的抗污染能力和极低的金属离子渗透率。

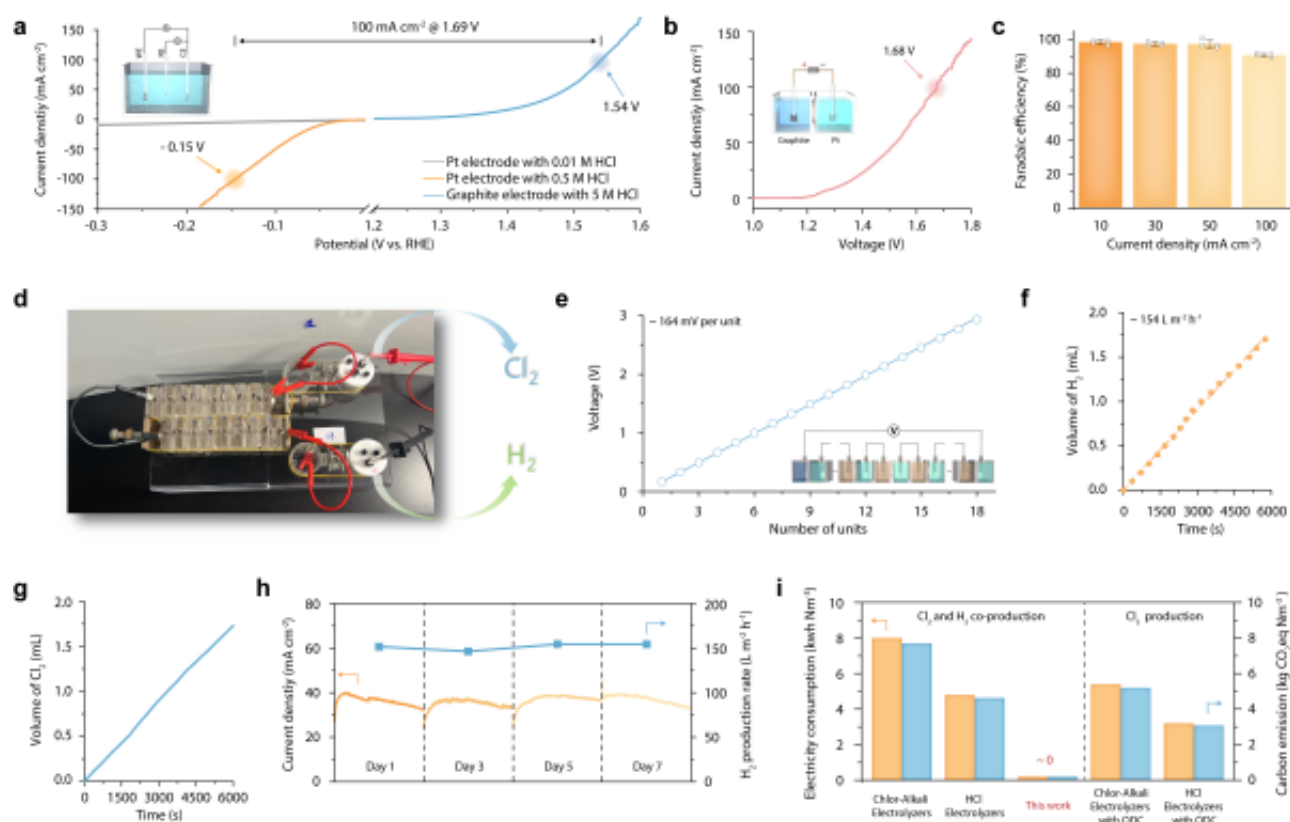
通过串联多组发电单元
构建装置，研究团队实现了氯气和氢气的自发
生产。采用18
组单元串联装置时，氢气和氯气的产率
均能够超过 $150\text{Lm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ，并可稳定运行至少7
天。与传统电解工艺相比，该系统无需外部电力输入，大幅降低了氯气生产的碳排放和成本。该方法具有良好的适用性，已在模拟脱盐废水中验证氯气生产，并有望扩展至硝酸盐废水，实现氨气等其他关键化学品的自发生产。

相关研究成果以Spontaneous chlorine production from chloride-containing brines为题，发表在《自然-通讯》（Nature Communications）上。研究工作得到国家自然科学基金、山东省自然科学基金以及山东省重点研发计划等的支持。

论文链接



渗透能捕获性能



自发氯气生产

研究团队单位：青岛生物能源与过程研究所

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](https://www.iikx.com)转发