

黄小军 石墨烯黑晶基质分离膜及其高效光热海水淡化资源化利用集成技术

项目简介

全球淡水资源危机背景下，海岛、沿海、盐碱地区以及经济欠发达地区的饮用水短缺问题日益突出，在联合国SDG7“经济适用的清洁能源”目标指引下，本研究针对传统反渗透技术存在的两大核心痛点—— 2.5 kWh/m^3 的能耗瓶颈、浓盐水二次污染和难以低成本再利用等问题，创新性研发基于石墨烯黑晶基质的高效光热蒸发膜材料，旨在构建零碳排、超低成本的太阳能驱动水处理系统，为破解“水-能矛盾”提供革命性解决方案。本项目开发一款基于石墨烯黑晶基质的高效光热蒸发膜材料，利用太阳能作为热源加热海水或者反渗透浓盐水，随后经过水分子的蒸发-冷凝这一相变过程获取淡水为实现水资源可规模化生产开辟了新的途径。这种兼具环境友好性和经济可行性的创新方案，不仅实现低成本低碳环保型海水淡化需求，更能实现浓盐水资源化利用与零排放处理，为建立循环型水资源体系提供关键技术支撑。该研究响应全球碳中和战略的迫切需求，其产业化应用将推动水处理行业从“高能耗集中式”向“低碳分布式”模式转型。特别是在“一带一路”沿线缺电缺水地区，每平方米日处理成本低于0.3美元的技术经济性，将有效破解10亿人口的安全饮水困境，对实现联合国2030可持续发展议程具有重大战略意义。

项目成果

石墨烯黑晶基质光热淡化膜技术将对全球海水淡化产业产生重要影响：1) 推动海水淡化从“高碳依赖”向“零碳驱动”转型颠覆性能耗比，光热蒸发膜材料直接利用太阳能驱动相变过程，系统运行能耗趋近于零；2) 淡化水成本竞争力跃升，光热蒸发系统单位产水成本可压缩至 0.3 美元/m^3 （传统反渗透约 $0.5 \sim 1.5 \text{ 美元/m}^3$ ），在“光伏+光热”耦合模式下，淡水成本可低于 0.2 美元/m^3 。3) 碳中和碳汇协同效应：每万吨光热淡化产能可年减碳2.4万吨（相当于5500辆燃油车年排放量），为实现“水-能-碳”三位一体可持续发展提供核心抓手。

项目成果展示



石墨烯黑晶基质分离膜高效光热淡化示范

项目成熟度：中试

项目合作方式：技术许可

项目联系人：黄小军副教授 hxjzjh@zju.edu.cn