

科研人员研发出耐极端环境光热陶瓷纤维膜材料

太阳能驱动界面蒸发技术是利用太阳能进行高效蒸发的新型技术，因具备零碳排、高能效及模块化的优势，已成为可持续淡水生产的有效解决方案。中国科学院过程工程研究所研究员王钰团队在太阳能驱动界面蒸发研究方面取得进展，研发出以一维Ti₂AlSnC MAX相纳米纤维膜为光热层的光热蒸发器。实验表明，该蒸发器可实现在强酸、强碱、高盐度废水等极端环境下高效、稳定利用太阳能生产淡水。

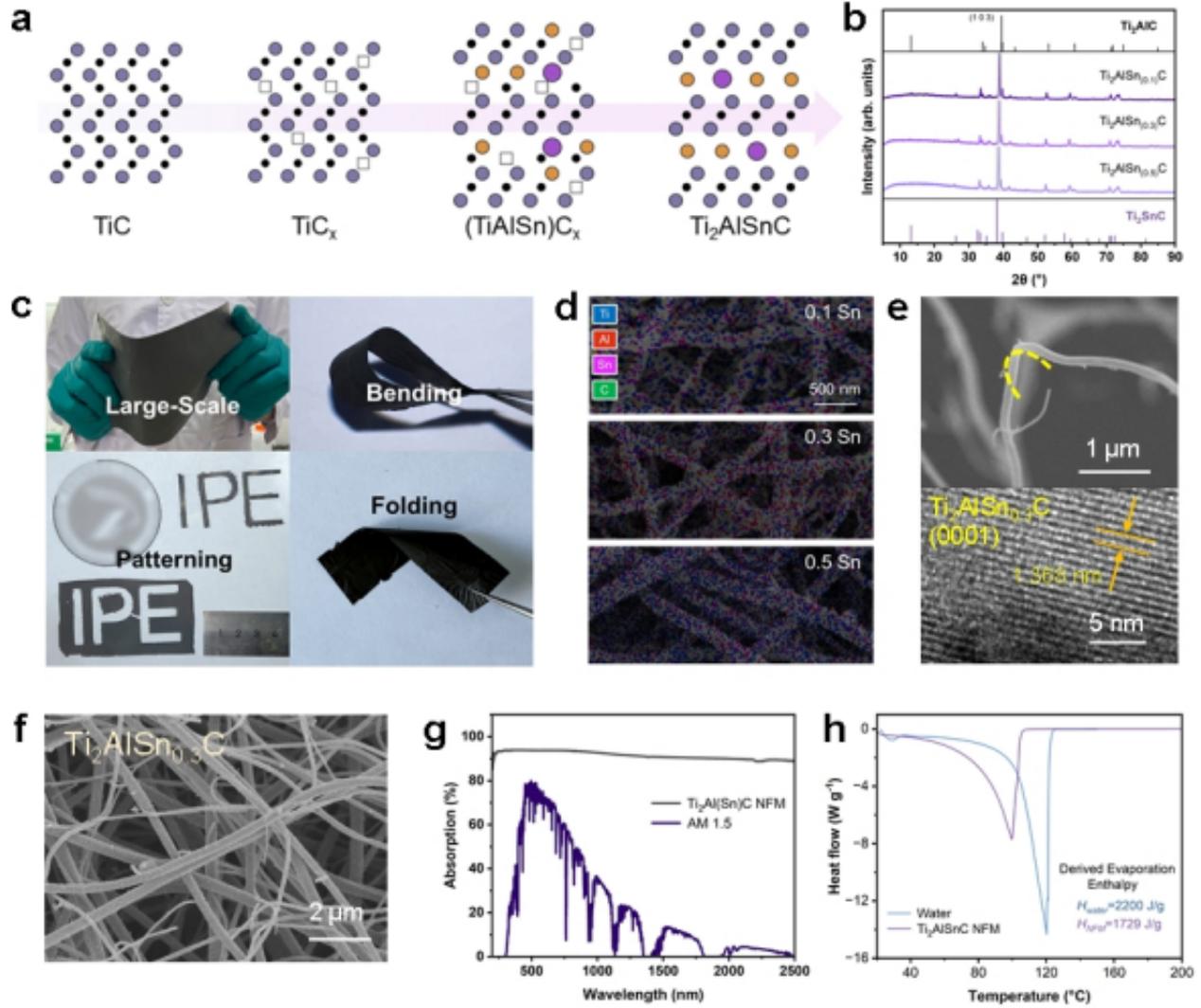
在全球淡水资源短缺与“双碳”目标推动下，太阳能驱动界面蒸发技术在食物、能源和水处理等领域具有潜在应用价值。然而，传统光热材料对极端环境适应性不足，化学稳定性差、多功能性缺失及结构刚性等问题导致蒸发性能迅速下降，制约其实际应用。

该研究引入具有金属与陶瓷双重特性的MAX相材料。MAX相是新型功能性陶瓷材料，兼具陶瓷的高硬度、耐高温、耐腐蚀以及金属的导电性、导热性和耐辐射性。研究通过调控A位元素（Sn/Al）固溶体，共型合成一维Ti₂AlSnC纳米纤维膜。实验数据显示，该材料具备超90%的宽光谱吸收率和高效光热转换能力，展现出优异的化学稳定性与机械柔韧性，可在pH<1的强酸环境中连续运行30天，保持2.8 kg m⁻²h⁻¹的稳定蒸发速率。

研究表明，Ti₂AlSnC纳米纤维的亲水性表面及多孔结构降低了水蒸发焓，形成易于蒸发的“中间水”簇，能够提升蒸发性能。研究基于这一纤维材料，设计多种蒸发器结构以减少能耗，并结合焦耳加热模块协同调控热管理，进一步解决光热蒸发技术对光照条件的依赖。实验中，在低光照或无光条件下，仅需小于3 V的低电压输入即可实现全天候淡水生产，蒸发速率最高达5 kg m⁻²h⁻¹。同时，通过表面疏水改性及几何非对称设计，这一蒸发器可有效抑制盐结晶堆积，在20 wt%高盐度废水中仍维持高效脱盐性能。经检测，产水水质符合世界卫生组织饮用水标准。进一步，研究还开发了短切纤维悬浮液涂覆技术，使这一材料可适配刚性和柔性基底，拓展了其在定制化光热器件中的应用场景。

上述研究有助于解决极端环境下光热材料稳效性的难题，有望为工业高盐废水处理、海水淡化和紧急救灾等场景提供可持续解决方案。

4月22日，相关研究成果发表在ACS Nano上。研究工作得到北京市自然科学基金等的支持。



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/225766.html>