

MOFs 衍生多孔碳嵌入纤维素纸强化光热水蒸发研究

姜子颖¹, 朱凯若¹

1. 大连工业大学轻工与化学工程学院 大连 116034

近年来, 由于人口爆炸式增长、工业快速发展和严重的环境污染等几个问题的综合作用, 全球淡水短缺已成为可持续发展的障碍。利用非饮用水生产清洁水被认为是解决淡水短缺危机的主要方法。传统的废水处理技术虽然已经很成熟, 但由于高能耗和高投资要求, 在欠发达地区和偏远村庄仍然不可行。太阳能光热水蒸发技术利用可再生的太阳能和光热材料产生蒸汽, 成本低、适应性强、便携性好、能耗低, 是一种可再生的、环境友好的清洁水生产方法。碳基纳米材料作为一种代表性的光热材料在光热水蒸发领域被广泛研究, 这些材料通常通过真空辅助过滤或浸渍涂层的方法沉积在浮膜表面。然而, 这种器件结构的显著缺陷在于支撑膜与光热材料之间的固有相互作用较弱, 一旦它们的内部空隙被水填满, 它们就会沉入大量的水中, 沉积的材料容易溶解在水中或从承载基板上脱落, 导致光热系统的耐久性和稳定性较差。而且, 薄膜表面的高密度光热材料容易堵塞水通道, 进一步减少供水量, 导致薄膜的破坏和蒸发速率的降低。

基于此, 我们团队在调控不同维度的 MOFs 的基础上, 通过简单便捷的合成方法利用真空辅助过滤构建了 3 种不同维度的高耐用、高柔性的具有自支撑性能的多孔碳/纳米纤维素杂化纸。与传统光热系统中材料沉积在具有弱内在相互作用的膜支架上相比, 多孔碳紧密地插入纳米纤维素结构重, 实现了自漂浮能力。一方面 MOFs 衍生多孔碳有助于有效的太阳光吸收和光热转化, 另一方面, 由交织纳米纤维素组成的杂化纸提供了用于快速水传输的亲水性通道, 并降低了水蒸发焓以加速蒸发。其中, 三维多孔碳嵌入的杂化纸具有最高水分蒸发速率和光热转换效率, 在 $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ 光照下具有 $1.04 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ 的高蒸发率, 并且具有优异的机械稳定性。

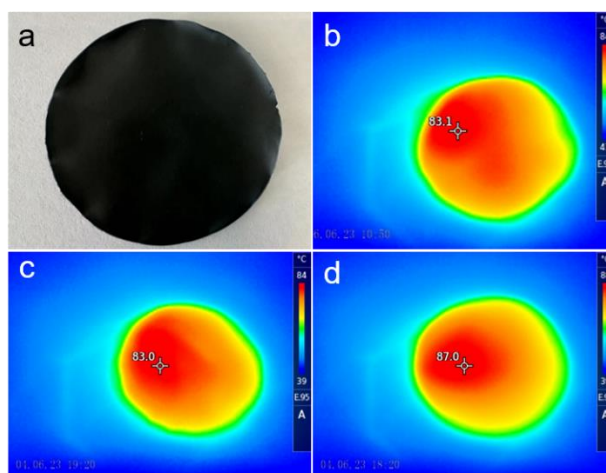


图1 多孔碳/纳米纤维素杂化纸照片(a); 一维(b), 二维(c)和三维(d)多孔碳嵌入杂化纸太阳光照下的红外图像。