

南科大学者发表膜蒸馏系列研究成果

提交文章

2021年04月04日 科研新闻 浏览量 2205



返回

近期，南方科技大学环境科学与工程学院研究副教授李炜怡及合作团队采用基于高端光学表征技术（optical coherence tomography, OCT）手段，对膜蒸馏过程中硫酸钙的结垢行为进行了深度解析，为膜蒸馏的优化设计建立了更为坚实的理论基础。系列研究成果连续发表在水处理领域权威期刊Water Research以及膜分离领域权威期刊Journal of Membrane Science。

[首页](#) [新闻](#) [视觉](#) [讲堂](#)

[人物](#)

[媒体](#)

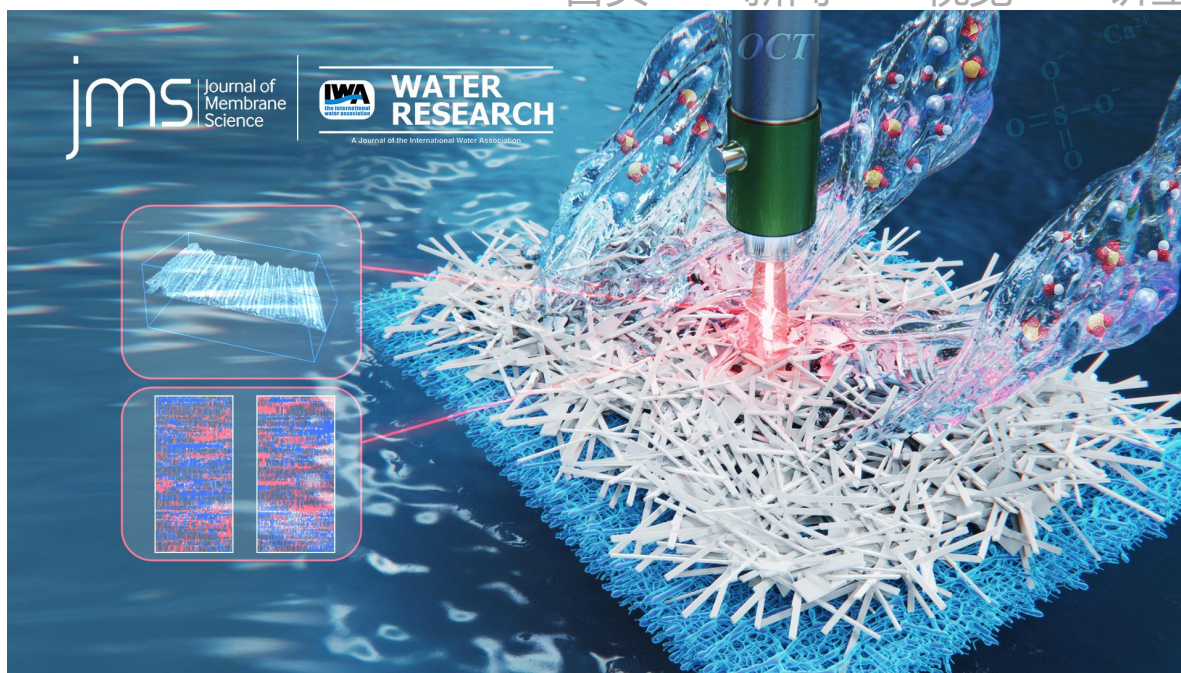


图1 OCT原位实时表征膜蒸馏过程中硫酸钙结垢行为的示意图

作为新型膜分离技术的代表之一，膜蒸馏在处理高浓度卤水和苦咸水中具有独特优势。然而，微溶无机盐在膜蒸馏过程中结晶并形成结垢层是制约该技术发展的难题之一；尤其以硫酸钙为代表的非碱性微溶盐，目前仍缺乏有效的解决方法，其相关机理的研究对推动膜蒸馏技术的应用具有重要意义。结垢的发生不但会造成通量的下降，还会对分离膜产生不可逆的损伤。由于表征技术的相对欠缺，膜蒸馏过程中结垢现象发生和演化的机理仍未被充分解析。

OCT是一种先进的光学成像和探测技术，能够对半透明介质实现微米尺度的光学“解剖”，并兼具高扫描速率等优点，是研究膜蒸馏过程中结垢现象的强有力武器。该研究深度开发OCT的表征功能，在干涉成像的基础上，利用数值算法实现结垢层的高精度解析，并在国际上首次揭示结垢物沉积形成的耗散结构。该研究成果以“Analyzing scaling behavior of calcium sulfate in membrane distillation via optical coherence tomography”为题，发表于Water Research。

基于OCT表征数据，论文利用先进的数值算法成功追踪了结垢诱发的分离膜形变，进而更为精确地将结垢层进行数字化剥离。数字化的结垢层被用于估算其表面覆盖率、比沉积量、以及平均厚度随时间的变化，并结合传统表征结果（蒸馏通量和电导率随时间的变化）深入解析硫酸钙在膜蒸馏过程中的结晶和沉积动力学。通过计算并绘制出结垢层的局域生长率分布图。论文首次揭示了温度边界层中晶体的沉积会出现周期性的条纹图案，而不是传统观念中的随机分布；条纹状沉积的出现意味着温度边界层的扰动会与流体的微观流动耦合而造成失稳现象，从而诱发具有特定周期的次生流。

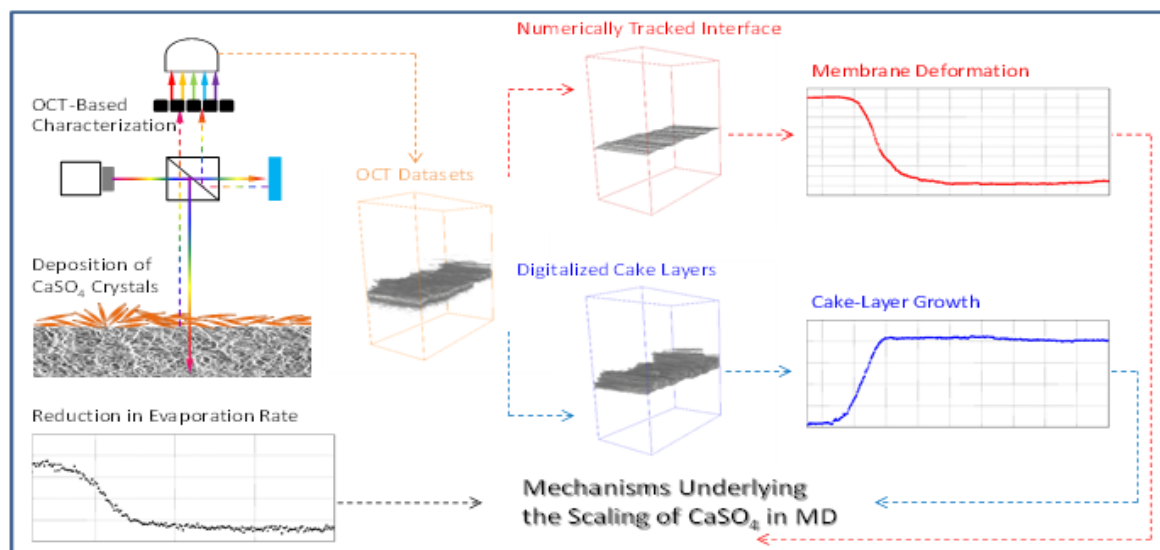


图2 应用光学相干断层成像技术分析膜蒸馏中硫酸钙的结垢行为示意图 (WR期刊图形摘要)

基于OCT的表征研究更为直观地揭示了膜蒸馏过程中硫酸钙结垢的复杂行为，为进一步的机理解读提供了数据基础。该研究改进了传统的膜蒸馏数学模型，通过深度结合数值模拟和表征分析，较为全面地评估膜蒸馏结垢诱发通量下降的不同机理。相关研究成果以“Flux decline induced by scaling of calcium sulfate in membrane distillation: Theoretical analysis on the role of different mechanisms”为题，发表于Journal of Membrane Science (in press)。

该研究将传热与传质的非线性效应引入膜蒸馏模型，并兼顾污染层和亲水性支撑层对蒸馏效率的影响，通过非线性拟合更为精确地获得该膜蒸馏过程的基本传递参数。同时，该改进的膜蒸馏模型较为系统地关联了污染层的几何特性，为数值模拟结垢层生长对蒸馏通量的影响提供了有力工具。通过对比分析数值模拟结果和实验表征结果（包括传统的SEM表征和先进的OCT表征），该研究评估了不同作用机制对于硫酸钙结垢导致膜通量下降的影响，进而推断出晶体生长导致界面固化是加剧通量下降的主导因素。

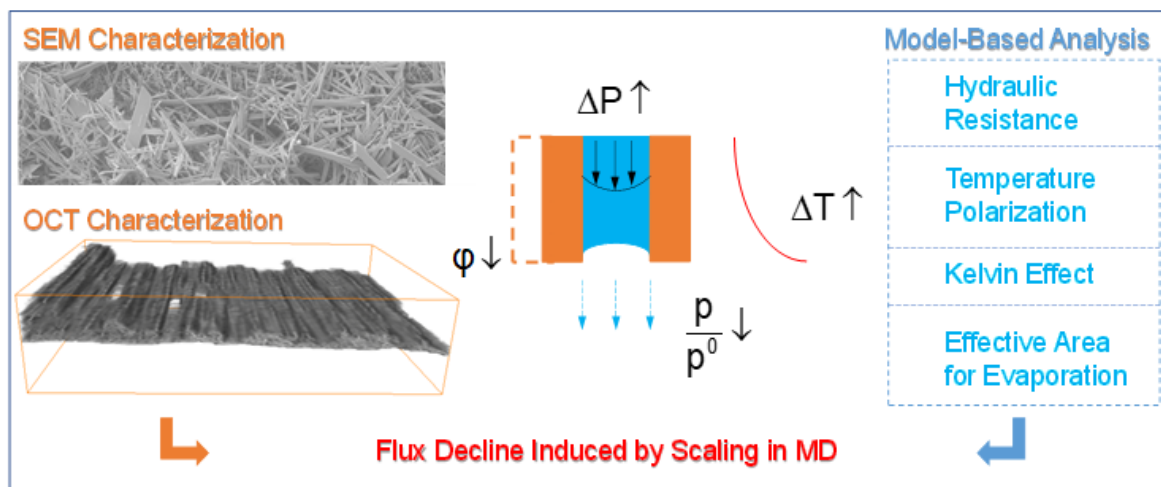


图3 基于表征与模拟分析结垢诱发膜蒸馏通量下降的示意图（JMS期刊图形摘要）

这一系列研究对于深刻理解膜蒸馏过程中结垢层的生成和演化具有重要意义，并为膜蒸馏的发展和性能改善提供了极具价值的理论支撑。环境学院2018级南科大-哈工大联培博士生刘杰为两篇论文的第一作者，李炜怡为两篇论文的通讯作者。

该工作的开展和完成得到了国家自然科学基金面上项目、广东省科技项目、深圳市科创委基础研究面上项目和广东省教育厅普通高校特色创新类项目的支持。

WR论文链接：

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116809>

JMS论文链接：

供稿单位：环境科学与工程学院

通讯员：晏梓添

编辑：吴一敏

主图设计：丘妍

最新动态

王伟中书记到南方科技大学讲思想政治理论课 **【红色基因与时代使命】** 重温延安历史 感悟我校召开2021年延安精神

10月22日，广东省副省长、深圳市委书记王伟中到南方科技大学，结合党史学习教育，围绕“... 命》特色思政课第六讲开讲。 2021年10月21日下午，我校《红色基因与时代使命》特色思政课第六讲开讲。 10月20日下午，2021级本科新生在办公楼209会议室实现中华民族伟大复兴为己任，在鹏城大地用奋斗

南科大姬生健课题组持续在RNA修饰调控神经发育和功能领域取得重要进展 南科大杨河教授连续在重要刊物发表研究文章 南科学子在2021年得佳绩

近日，南方科技大学生命科学学院副教授姬生健课题组在学术期刊Advanced Science上在线发表... 近日，南方科技大学人文科学中心特聘教授杨河连续在《光明日报》《中国高校社会科学》《北京... 北京科学中心举办。题为“The m⁶A Readers YTHDF1 and YTHDF2 学学报》等国内重要刊物发表研究文章。 10月15-17日，2021级本科新生队共获得全球一等奖

热点阅读

[查看更多](#)

南科大李闯创课题组在Chemical Society Reviews发表综述文章 逐梦南科，扬帆起航 南科大2021级本科新生来校报到 南方科技大学2021级本科新生来校报到

近日，南方科技大学化学系教授李闯创课题组应邀在国际顶级综述期刊Chemical Society Reviews... 2021年8月22日，南方科技大学2021级本科新生来校报到。他们满怀憧憬和喜悦，从五湖四海来... 2021年9月3日晚8时，典礼在松禾体育场隆

2022泰晤士世界大学排名公布 南科大首次 南科大国际研究团队在《自然》杂志上发布 明德求是 日新自
进入世界200强 观测到原子手性超流的重大研究成果 校训

2021年9月2日，泰晤士世界大学排名网发布了最新“2022泰晤士高等教育世界大学排名”，南科大首次进入世界排名200强。

在实验室中首次观测到类六角氮化硼光晶格上由相明德树人、求是治学
相互作用诱导的具有拓扑准粒子激发的全局原子手...
超流。

FOLLOW US @SOCIAL MEDIA

关注社交媒体上的我们

