



文章栏目：水污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.201910144

中图分类号 X703

文献标识码 A

张王超, 郭洪成, 郭冀峰, 等. 微纳米磁性粒子对膜生物反应器运行效能的影响[J]. 环境工程学报, 2020, 14(10): 2719-2727.

ZHANG Wangchao, GUO Hongcheng, GUO Jifeng, et al. Effect of magnetic microparticles and nanoparticles on the performance of membrane bioreactor[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2020, 14(10): 2719-2727.

微纳米磁性粒子对膜生物反应器运行效能的影响

张王超^{1,2}, 郭洪成², 郭冀峰¹, 李继香^{2,3,*}

1. 长安大学环境科学与工程学院, 旱区地下水文与生态效应教育部重点实验室, 西安 710064

2. 中国科学院上海高等研究院, 上海 201210

3. 中国科学院大学, 北京 100049

第一作者: 张王超(1995—), 男, 硕士研究生。研究方向: 膜污染及控制。E-mail: zhangwangchao@163.com

*通信作者: 李继香(1982—), 男, 博士, 副研究员。研究方向: 膜污染及控制。E-mail: lijixiang@sari.ac.cn

摘要 针对膜生物反应器(MBR)应用中膜污染这一难题, 构建了3套MBR系统对比研究了微纳米磁性粒子对MBR运行效能的影响, 包括污染物去除效果、污泥混合液特性、膜污染情况等; 并基于高通量测序技术, 深入分析了微生物群落演替规律与MBR运行效能的关系。结果表明: 微纳米磁性粒子的引入均未在污染物去除方面产生负面影响, MBR出水COD浓度低于 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 维持在 $5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以下, 均可达到国家污水排放标准一级A标准(GB 18918-2002); 微纳米磁性粒子的引入均有效减缓了膜污染, 并且微米尺度材料延缓效果更显著。膜污染组分分析表明: 不同粒径磁性材料引入均有效降低了SMP、LB-EPS各组分浓度; 同时有效减少了反应器中大分子物质含量, 增加了小分子物质含量, 因而降低了膜污染速率。微生物群落分析表明, 微纳米磁性粒子的引入可能抑制了反应器中易引起膜污染的先锋物种 *Alphaproteobacteria* 的生长, 有效延缓了膜污染, 并且微米粒径材料抑制效果更显著。研究结果可为磁活性污泥法调控MBR膜污染的工程应用提供参考。

关键词 膜污染; 磁性材料; 磁活性污泥; 先锋物种

膜生物反应器(membrane bio-reactor, MBR)是近年来迅速发展起来的既能控制水体污染又能实现污水资源化的新型污水处理技术, 被公认为水处理领域最具有发展潜力的高新技术之一, 受到了广泛关注, 并已被广泛用于市政和工业废水处理与回用领域^[1-3]。但是, 膜污染导致的通量衰减、运行成本增加等问题仍是制约其大规模应用的瓶颈^[4-7], 至今仍是MBR研究与应用中的热点和难点。

磁性材料因其生物相容性良好, 已在生物处理工艺中得到了广泛的关注和研究, 近来的研究发现磁性材料在延缓MBR膜污染、改善膜通量方面也显示出了巨大潜力^[8-10]。并且磁性材料具有磁响应特性, 可以通过分离、活化后进行循环使用, 经济可行性好。但是, 在采用磁性材料适宜粒径的研究方面, 研究人员^[11-12]得到了不同甚至相悖的结论, 因而有必要系统研究微纳米磁性粒子对MBR运行效能的影响。

本研究拟通过对比研究微纳米磁性粒子对MBR系统运行效能的影响, 包括污染物去除效果、

收稿日期: 2019-10-28; 录用日期: 2020-03-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51878646); 国家重点研发计划(2017YFE0116300); 中国科学院青年创新促进会会员项目(2017353); 陕西省自然科学基金基础研究计划(2019JM-429)