

MBBR 在饮用水预处理中的中试应用研究

宋日晨, 曹 勋^{2*}, 冯小卫¹, 盛丹阳¹, 丁新春², 张建朱²

(1. 盐城大丰自来水有限公司, 江苏 盐城 224100; 2. 南京大学盐城环保技术与工程研究院, 江苏 盐城 224000)

摘要:在盐城某自来水厂内开展 MBBR 中试研究,考察其对水体 COD_{Mn}、氨氮的去除效果,为 MB-
BR 工艺在饮用水预处理中的应用提供参考依据。结果表明:MBBR 工艺对饮用水源水 COD_{Mn}和
氨氮具有较好的去除效果,去除率分别可达 10.2% 和 45.8%;MBBR 工艺具有较强的抗冲击性,
水量为设计值的 400% 时,氨氮仍有 49% 的去除率;30% 是最佳的填料投加比,此时 COD_{Mn}的去
除率可达 21%,同时能保证氨氮能稳定达标。

关键词:MBBR; 饮用水; 预处理

中图分类号:X703

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2019)10-00014-04

Study on the trail application of MBBR in drinking water pretreatment

SONG Richeng¹, CAO Xun^{2*}, FENG Xiaowei¹, SHENG Danyang¹,
DING Xinchun², ZHANG Jianzhu²

(1. Yancheng Dafeng Drinking Water Co., Ltd., Yancheng 224100, Jiangsu;

2. Nanjing University, Yancheng Academic of Environmental Protection Technology
and Engineering, Yancheng 224000, Jiangsu)

Abstract: The MBBR pilot test was carried out in a waterworks in Yancheng to investigate the removal effect of
CODMn and ammonia nitrogen in water, and to provide reference for the application of MBBR process in drinking
water pretreatment. The results showed that the MBBR process had a good removal effect on CODMn and ammonia
nitrogen in drinking water source, and the removal rates were up to 10.2% and 45.8%, respectively. The MBBR
process had strong impact resistance. When the water volume was 400% of the design value, the ammonia nitrogen
still had a removal rate of 49%, and 30% was the best filler ratio when the removal rate of CODMn could reach
21%, and the ammonia nitrogen could be stably achieved.

Key words: MBBR; drinking water; pretreatment

MBBR(移动床生物膜反应器)是流化床和生物
滤池基础上发展起来的水处理工艺,结合了生物膜
法和活性污泥法的特点,又克服了各自的不足,近
年来在国内外水处理领域的应用日益广泛^[1-4]。

盐城某自来水厂地处淮河下游,饮用水源水季
节性污染明显^[5],原水 COD_{Mn}、氨氮季节性超Ⅲ类

水标准,为了确保水厂出水稳定达到《生活饮用水
卫生标准》(GB5749-2006)的要求,保证供水的安全
性及可靠性,拟定在现有处理设施的基础上增设
生物填料预处理设施。

在水厂内开展 MBBR 中试研究,投加给水专用
的改性生物悬浮填料,考证生物填料工艺对给水预

收稿日期:2019-03-14

基金项目:水专项技术成果产业化推广机制与平台建设课题(2017XZ07602-004);江苏省产业技术研究院水环境工程技
术研究所(盐城)开放课题(NDYCKF201805)

作者简介:宋日晨(1973—),男,硕士,工程师,主要从事饮用水安全保障研究工作。

通讯作者:曹勋(1989—),男,硕士,工程师,主要从事饮用水安全保障研究工作。

处理的有效性,并确定改性生物悬浮填料的挂膜速度、最佳填充比,HRT 等参数,为实际应用提供有力参考。

1 材料与方法

(1)中试参数设计

中试采用好氧 MBBR 工艺,中试设备有效容积 4 m³,进水量为 4 m³/h,水力停留时间 1 h,设备示意图见图 1,中试设备清单、填料参数见表 1~2。

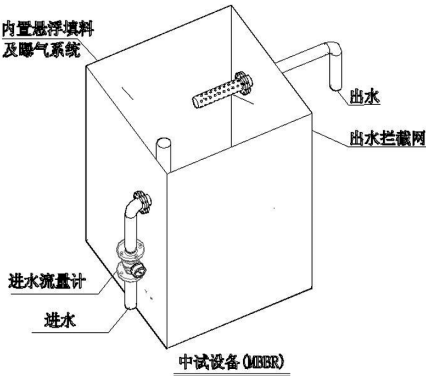


图 1 MBBR 中试示意图

(2)水量冲击试验

设置不同的水流量,考察 MBBR 工艺对水源水

COD_{Mn}、氨氮的去除效果及稳定性,水量设置如下:
9 月 6 ~ 11 日:水量冲击试验 (400% 水量、0.25 h 停留时间);
9 月 14 ~ 17 日:进水量调回至设计流量,停留时间 1 h。

(3)填料填充比优化试验

设置不同的填料填充比,考察不同填料比下工艺对水源水的处理效果,并确定最优填料填充比,为后续工程参数设计提供技术参考,填充比设置如下:

- 9 月 5 ~ 20 日,填料填充比为 50% ;
- 9 月 21 ~ 23 日,填料填充比为 30% ;
- 9 月 24 ~ 29 日:填料填充比为 25% 。

2 结果与分析

2.1 填料生物膜驯化

生物膜驯化过程历时 9 d,第 1 天,一些悬浮污泥吸附在填料空隙中;第 2 天,悬浮污泥减少,填料表面形成一层水膜;第 3 天,填料表面长有斑点状生物膜;第 4 天,填料内侧靠鳍片根部长有较多生物膜,透明有粘性;第 7 天,填料内部膜普遍形成;

表 1 中试设备清单

编号	装置	规格	数量	作用
1	生物接触氧化池	1600 * 1600 * 1570	1	生化池
2	风机	1.5 m ³ /min,39 kPa,1.5 kW	1	提供曝气
3	潜污泵	10 m ³ /h,10 m,0.75 kW	1	进水
4	电磁流量计	0 ~ 30 m ³ /h,4 ~ 20 mA,220 V	1	进水
5	改性悬浮填料	WD - F25,m ³	2	挂生物膜

表 2 填料参数

参数	单位	数值
产品规格	mm	φ25 * 10
比重 (未挂膜)	g/cm ³	0.97 ± 0.01
空隙率	%	≈90
使用寿命	年	>30
损耗率	%	0
拉伸屈服强度	MPa	>25
断裂伸长率	%	>600
原材料	HDPE + 改性材料	
改性	亲水性、生物亲和性、生物活性、高效去氨氮改性	
其他性能	抗紫外线、抗老化	

第 9 天,生物膜均匀,有一定厚度,呈褐色,挂膜成功。图 2 为中试试验期间生物填料挂膜图片,描述了微生物膜从无到有,由薄到厚的过程。

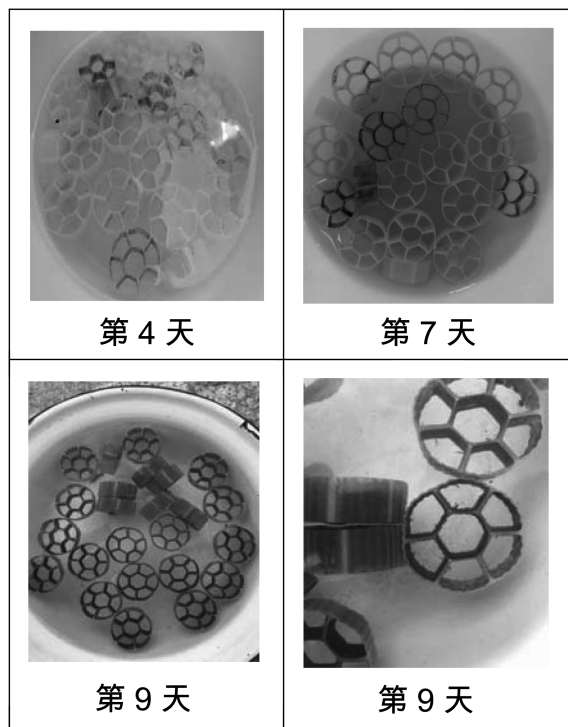


图 2 生物膜驯化图

2.2 水量冲击试验

有机碳源是反硝化菌和异养好氧菌的电子供体,是微生物代谢的能量和物质来源,因此 MBBR 工艺对水源水的 COD_{Mn} 有一定的去除率^[6]。生物膜形成厌氧和好氧的微环境,微生物进行硝化和反硝化,实现水体氮素的脱除。

如图 3,9 月 6 ~ 11 日:水量冲击试验(400% 水量、0.25 h 停留时间),氨氮平均进水 1.16 mg/L,平均出水 0.59 mg/L, COD_{Mn} 平均进水 8.29 mg/L,平均出水 7.88 mg/L,氨氮平均去除率 49%, COD_{Mn} 平均去除率 5% (最高 8%),此阶段实际进水流量达到设计流量的 400%,水力停留时间仅有 0.25 h,也从侧面反映出此阶段挂膜已接近成熟,氨氮出水稳定,系统具有一定的抗冲击能力。从 COD_{Mn} 去除效果不明显得出, COD_{Mn} 中难降解成分较多,应保证其有相应的停留时间。

9 月 14 ~ 17 日:进水量调回至设计流量,停留时间 1 h, COD_{Mn} 的去除明显提高, COD_{Mn} 平均进水 6.92 mg/L,平均出水 6.03 mg/L,去除率从平均 5% 提升至 13%。氨氮平均进水 0.9 mg/L,平均出水 0.55 mg/L,氨氮出水平均 0.56,接近排放标准。

2.3 填料填充比优化试验

9 月 21 ~ 23 日:填料填充比由 50% 降至 30%,氨氮平均进水 0.76 mg/L,平均出水 0.34 mg/L, COD_{Mn} 平均进水 6 mg/L,平均出水 5.13 mg/L, COD_{Mn} 去除率由平均 13% 提高至 21%,氨氮出水达到排放标准(图 4)。

9 月 24 ~ 29 日:填料填充比由 30% 降至 25%,氨氮平均进水 0.78 mg/L,平均出水 0.32 mg/L, COD_{Mn} 平均进水 6.48 mg/L,平均出水 5.81 mg/L,氨氮出水全部达标,但 COD_{Mn} 去除率由平均 21% 降至 10%,填充比的降低导致 COD_{Mn} 的去除率降低,分析原因为 COD_{Mn} 中难降解成分较多,填充比降低,使得整个系统中生物量减少导致的处理效果下降。

3 讨论

MBBR 工艺具有投资少、建设周期短、工艺稳定、管理方便、运行费用低等特点,在城市生活污水、造纸、食品废水处理领域已有较为广泛的应用^[7]。本中试采用 MBBR 对盐城某自来水厂水源水进行预处理,旨在有效去除水体氮素,减轻后续深度处理负担。历时 1 个月的中试结果表明,MBBR 工艺对饮用水源水氨氮具有较高的去除率,均值为 45.8%,同时对 COD_{Mn} 也有 10.2% 的去除率(图 5)。400% 的水量(0.25 h 停留时间)冲击下氨氮的去除仍保持一定的去除率(平均 49%),反映了系统抗冲击性较强,同时,此阶段 COD_{Mn} 的去除率不高说明 COD_{Mn} 中难降解成分较多,在停留时间低于设计标准时去除率受到影响。100% 的水量(1 h 停留时间)下,填充比在 30% 时氨氮出水全部达到排放标准, COD_{Mn} 的去除率达到最高值(平均 21%)。投放比降到 25% 时,氨氮出水仍稳定达标,但 COD_{Mn} 去除率已开始下降,再次表明 COD_{Mn} 中难降解成分较多,需保证系统内有一定的微生物量,供系统反应,25% 的投放比已达到临界状态。

综合氨氮及 COD_{Mn} 的去除情况,建议填充比在 30%,此投放比时氨氮可稳定达标,同时 COD_{Mn} 的去除率也可达到生化处理的最高值(平均 21%),其余不可生化分解部分可采用物理化学法去除。

4 结论

MBBR 工艺能够选择性去除饮用水源水 COD_{Mn} 和氨氮,去除率分别可达 10.2% 和 45.8%; MBBR 工艺具有较强的抗冲击性,水量为设计值的 400%

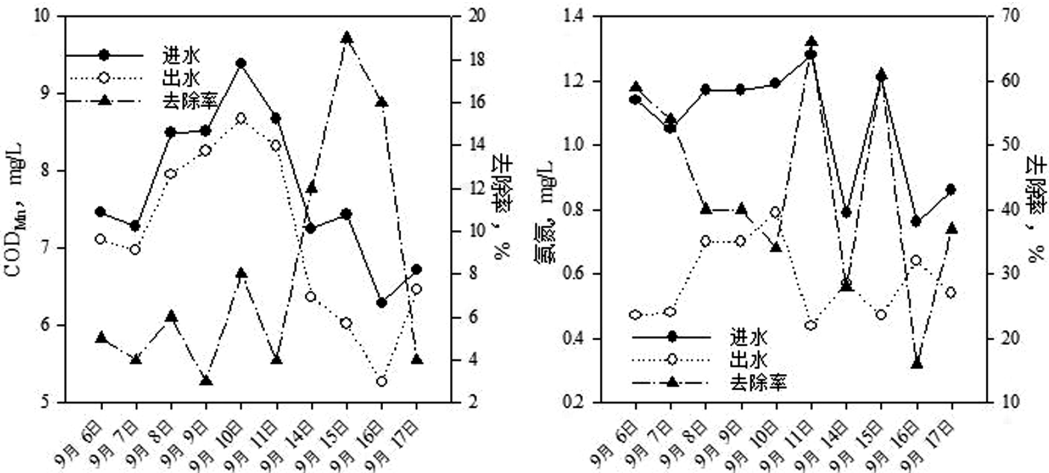


图 3 水量冲击试验中氨氮、COD_{Mn} 的去情况

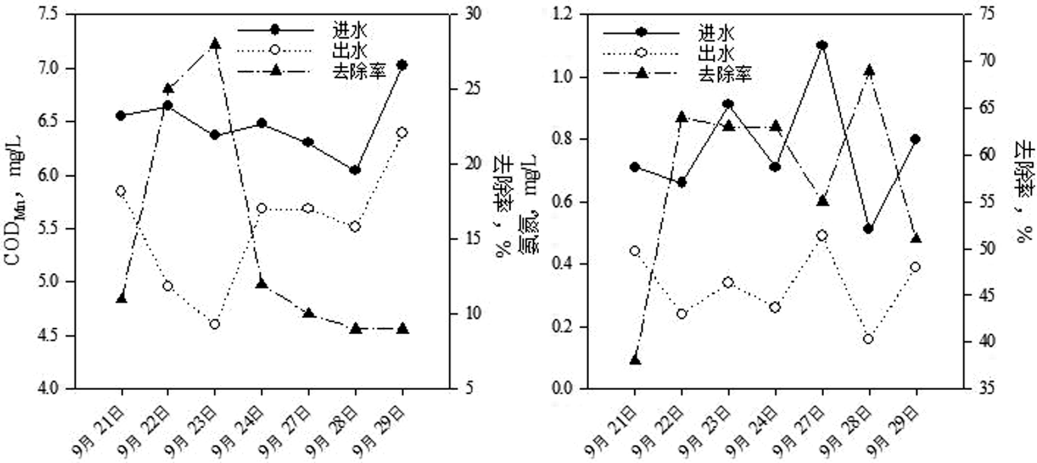


图 4 填料填充比优化试验中氨氮、COD_{Mn} 的去情况

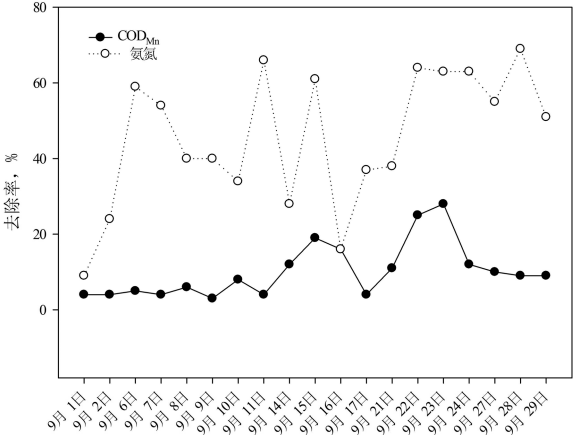


图 5 中试过程中氨氮、COD_{Mn} 的去情况

时,氨氮仍有 49% 的去除率,但考虑到 COD_{Mn} 的去
除效果,要保证一定的停留时间;中试填料投加比
最佳值为 30%,既能保证氨氮稳定达标,也能保证
COD_{Mn} 的有较高的去除率(平均 21%)。

参考文献:

[1] 王宗华, 赵东升. 微电解 - UASB - MBBR 处理中药

提取废水研究与应用[J]. 工业水处理, 2019, 39
(02):99 - 102.

[2] 李亚峰, 李旭光, 单连斌, 等. 不同填料对 AA - MB-
BR 系统处理效果及菌群多样性影响[J]. 工业水处
理, 2019, 39(01):73 - 77.

[3] 徐晓晨, 周亮, 王超, 等. SNAD - MBBR 处理垃圾渗
滤液厌氧出水的脱氮研究[J]. 中国给水排水, 2018,
34(23):21 - 25.

[4] 熊建英. MBBR + 磁混凝工艺用于污水处理厂提标改
造[J]. 中国给水排水, 2018, 34(20):50 - 55.

[5] 曹勋, 丁新春, 彭祥, 等. 磁性离子交换树脂在饮用
水深度处理中的应用[J]. 给水排水, 2018, 54(04):
20 - 26.

[6] 王宁, 沈雁群, 高冲, 等. MBBR 同步硝化反硝化生
物脱氮技术研究进展[J]. 湖北民族学院学报(自然
科学版), 2011, 29(01):8 - 12.

[7] 熊建英. MBBR + 磁混凝工艺用于污水处理厂提标改
造[J]. 中国给水排水, 2018, 34(20):50 - 55.