

The Research of Change of Running Mode Influencing Handing Effect in MBR

kun YOU¹, Jinxiang FU¹, Shuangquan WANG², Jun LIU¹, Yashu YUAN¹

¹Municipal and Environmental Engineering College, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, China, 110168

²Shenyang Village and Town Construction Office, Shenyang China, 110013

Email:youkun1978@163.com

Abstract: The experiment adopts analog sewage, discussing the removal efficiency of organic matter and NH₃-N and membrane pollution by comparison succession aeration with intermittence aeration running mode. The result shows that the removal rate of NH₃-N and COD of flowing water attain 96.6% and 92.6% when the condition of running mode is 30min aeration and 10min no aeration. Reasonable intermittent time can raise the removal efficiency of organic matter and NH₃-N. Tough membrane pollution is a restriction factor for intermittence aeration MBR, cleaning membrane can eliminate the influence of membrane pollution every 30 days.

Keywords: MBR; Sewage; Intermittence aeration; Membrane pollution

MBR 中运行方式的变化对处理效果的影响

由 昆¹, 傅金祥¹, 王双全², 刘 军¹, 袁雅姝¹

¹沈阳建筑大学市政与环境学院, 沈阳, 中国, 110168

²沈阳市村镇建设办公室, 沈阳, 中国, 110013

Email:youkun1978@163.com

摘要: 本试验采用模拟的生活污水, 调节适当的 pH 值、MLSS 控制在 4~5g/L 之间, 在常温条件下, 研究了连续曝气和间歇曝气两种运行方式对有机物和氨氮的去除效果以及对膜污染的影响。从处理效果和治理能力上综合考虑间歇曝气的可行性。试验结果表明: 在曝气 30min 间歇 10min 条件下对氨氮和 COD 的去除率能达到 96.6% 和 92.6%, 合理的间歇时间能提高膜生物反应器对有机物和氨氮的去除效果。在不同运行条件下, 膜过滤阻力在系统运行初期没有明显的差异, 只是在运行后期, 间歇曝气的膜过滤阻力才出现明显的上升。

关键词: 膜生物反应器; 生活污水; 间歇曝气; 膜污染

膜生物反应器 (Membrane Bioreactor; MBR) 是生物处理和膜分离相结合的一种高效的废水处理方法。它采用膜分离取代传统的重力沉降过程, 实现了高效的固液分离效果, 不论固体颗粒的沉降性能如何, 均可完成固液分离过程。MBR 几乎能将所有的微生物截留在生物反应器内, 使反应器内的生物浓度提高, 理论上污泥龄可无限长, 出水有机物含量降到最低, 有效地去除氨氮^[1-4]。该工艺具有出水水质好, 容积负荷高, 占地面积小, 剩余污泥产量低, 操作管理方便等优点^[5]。

虽然 MBR 有着无可比拟的优点, 但是膜生物反应器并没有迅速完全取代传统水处理技术在水处理市场中的地位。这主要是由于它的能耗高, 由能耗造成的运行费用较高是制约膜生物反应器废水处理工艺进一步发展的因素^[6]。顾平对抽吸一体式 MBR 能耗分析表明: 曝气的能耗占总能耗 96% 以上^[7]。

本试验采用连续曝气和间歇曝气两种方式对膜生物反应器生物处理效果、膜污染进行探讨, 研究间歇曝气的可行性, 为实际应用提供实验依据。

1 材料与amp;方法

1.1 实验装置

实验采用两套平行的膜生物反应器。实验装置由高位水箱、进水管路、平衡水箱、生物反应器、膜组件、出水管路、曝气系统、测压管管路组成。反应器水位由平衡水箱中的浮球阀控制。膜组件为聚偏氟乙烯中空纤维帘式膜(PVDF)，膜孔径 0.2μm，纤维内径 0.5μm，外径 0.8μm，膜面积 1m²。生物反应器内由砂滤曝气头提供微生物所需的溶解氧和产生冲刷膜面的错流流体，由气体转子流量计来控制曝气量。

1.2 分析项目与方法

本实验分析项目：氨氮(NH₃-N)采用纳氏试剂光度法，化学需氧量(COD)采用重铬酸钾法。测定方法均采用国家环保局水和废水监测分析标准方法。

1.3 实验废水及运行参数

试验采用人工配水，模拟生活污水，配方按照微生物所需的营养比例 BOD₅:N:P=100: 5: 1，由工业葡萄糖、尿素和磷酸二氢钾配制而成，并投加少量的氯化钙、硫酸镁、硫酸铜。进水水质 pH 6.5~7，MLSS 在 4~5g/L，水温为常温，COD 140~460mg/L，氨氮 4~30mg/L。

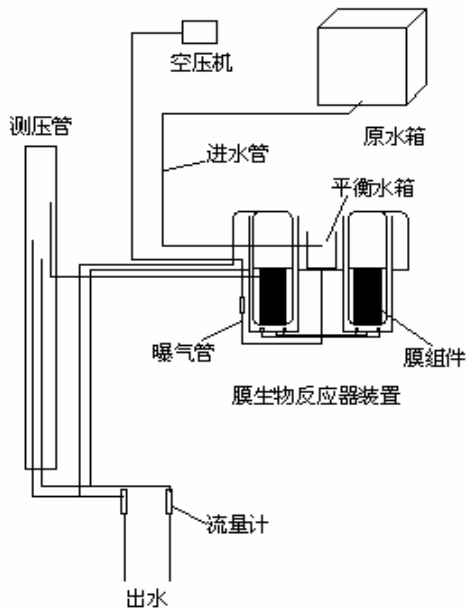


Fig1 Experiment Device of IMBR

图 1 一体式膜生物反应器实验装置

1.4 污泥的培养与驯化

接种的污泥取自沈阳市北部污水处理厂二沉池回流污泥，1号反应器采用连续曝气的运行方式、2号反应器采用间歇曝气的运行方式进行活性污泥的培养。并将 HRT 控制为 9h，曝气量控制为 0.2m³/h。连续运行 10 天后，污泥的絮状结构明显增多，颜色由驯化前的黑色渐变为灰褐色，显微镜观察发现存在一定数量的钟虫、轮虫等原生动动物，出水稳定，此时认为污泥的培养驯化已经完成，正式进行试验。整个实验过程中不特意排泥，只是在监测分析及膜清洗时损失一部分。

1.5 试验的运行与控制

1号反应器采用连续曝气、连续出水的方式运行；2号反应器采用间歇曝气、连续出水的方式运行，曝气 30min 停 10min。水利停留时间控制为 9h，出水流速为 0.005m³/h。试验连续运行 30 天。

2 结果与amp;讨论

2.1 有机污染物的去除

运行稳定后的 MBR 对生活污水的处理效果详见图 2、图 3。

由图 2、3 可知在 MBR 运行稳定后，在不同运行条件下 MBR 对有机物均具有良好的去除率，不论原水 COD 值如何变化，在 1 号反应器生物处理段去除率在 80.2~95%，总的有机物去除率在 84.9~97.1%之间；2 号反应器生物处理段在 84.3~95.3%，总的去除率为 87.3~95.3%；出水 COD 值不大于 30mg/L。1 号反

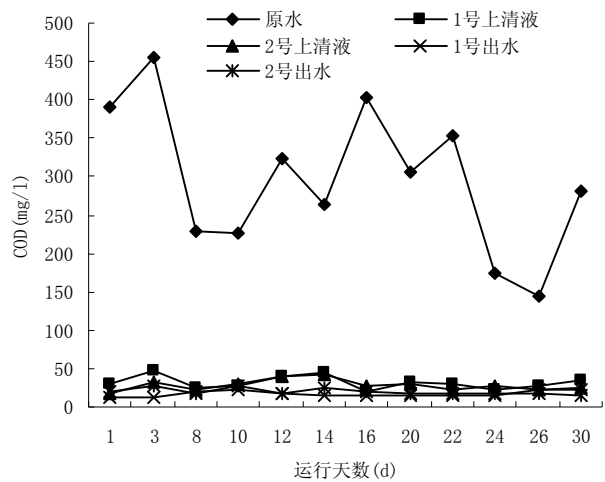


Fig.2 Variations of CODcr with time

图 2 CODcr 随时间变化曲线

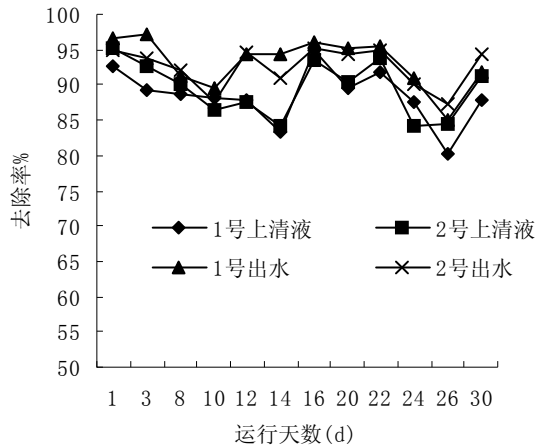


Fig.3 Variations of percentage of removal CODcr with time
图 3 CODcr 去除率随时间变化曲线

反应器生物段平均去除率为 88.5%，2 号反应器平均去除率 89.5%；总去除率 1 号反应器平均为 93.1%，2 号反应器为 92.6%。说明 MBR 对有机污染物具有良好的去除效果，运行方式的不同对有机物的去除并没有太大的影响。这主要是通过膜的截流作用，将大分子有机物完全阻隔在生物反应器内，由于膜的截流作用，提高了有机物的去除率。在试验后期，在去除效果变化不大的情况下，COD 去除率出现下降趋势，主要原因是原水 COD 浓度出现较大的波动造成的。

2.2 氨氮的去除

实验过程中连续监测原水，反应器上清液，膜出水的 NH₃-N 值，结果见图 4、图 5。由图 4、图 5 可知 MBR 具有较好的硝化能力。在生物反应阶段，1 号反应器上清液氨氮的去除率在 75.9~97.1%，平均去除率为 88.3%，2 号反应器氨氮去除率在 89.9~95.7%，平均去除率为 93.6%；总的 NH₃-N 去除率 1 号反应器 76.9~99.8%，平均去除率为 93.8%，2 号反应器在 91.8~98.9%，平均去除率为 96.6%。1 号反应器出水 NH₃-N 最大为 4.22mg/L 最小为 0.02mg/L；2 号反应器出水 NH₃-N 最大为 0.71mg/L，最小为 0.12mg/L。

实验结果表明无论在生物段还是对于反应器出水来说曝气30min间歇10min处理效果要好于连续曝气处理效果，说明短暂的间歇时间并不会降低NH₃-N的去除效果。MBR能有效的去除氨氮，主要利用膜将绝大部分生物截留在反应器内，反应器内维持较高的污泥浓度，有利于世代时间较长的微生物如硝化细菌的截留和生长。可以有效防止世代周期长的硝化细菌的流失，为反应器中保有足够数量的硝化菌以完成生物硝化作用。间

歇曝气对NH₃-N去除效果好，可能是因为当反应器中溶解氧浓度小于0.8mg/L时，氨化细菌能够利用一部分亚硝酸盐作为最终电子受体生成N₂O、N₂和NO，缺氧条件下去除含氮化合物，而使NH₃-N去除效果好。同时在膜的表面形成的稳定的生物层，它对NH₃-N起到进一步降解的作用。

2.3 膜污染

众所周知，膜污染是影响膜生物反应器广泛应用的主要因素之一，特别在固液分离中尤为突出，甚至有的学者将膜污染看成是膜分离技术中的固有问题^[8]。目前，对于膜污染采取的对策主要有以下：合理选择膜材料；改善MBR反应器的运行条件；优化活性污泥的性质^[9]。

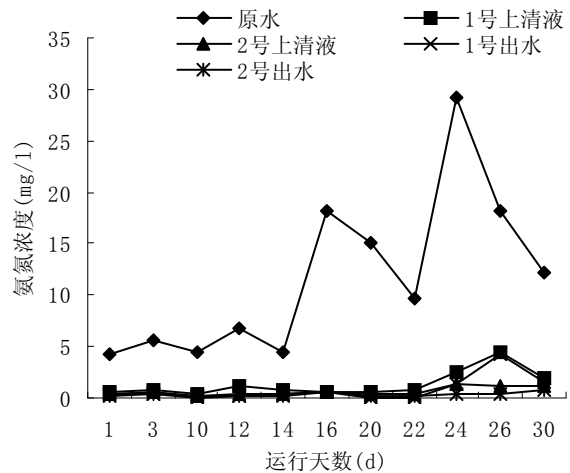


Fig.4 Variations of NH₃-N with time
图 4 NH₃-N 随时间变化曲线

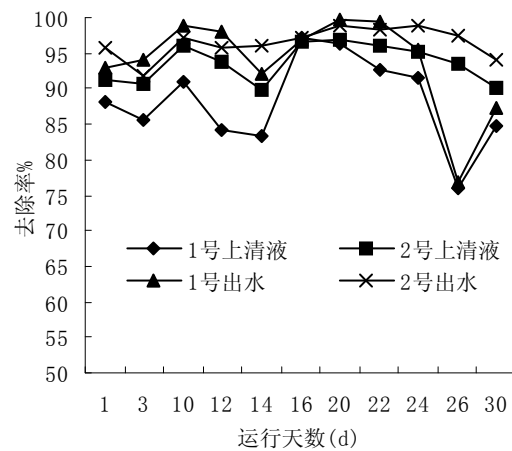


Fig.5 Variations of percentage of Removal NH₃-N with time
图 5 NH₃-N 去除率随时间变化曲线

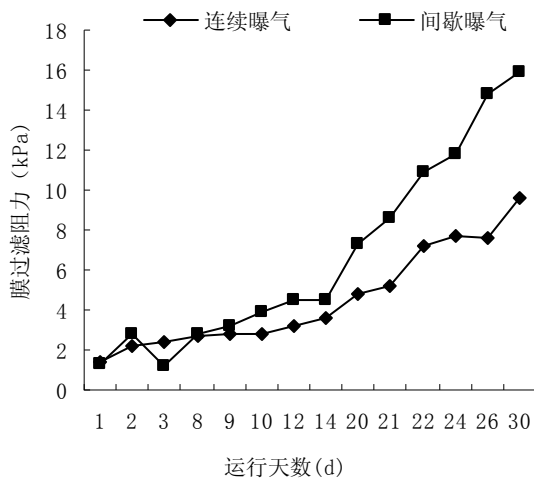


Fig.6 Variations of Membrane pressure difference with time
图 6 膜压差随时间变化曲线

而在一体式膜生物反应器的应用中基本都采用连续曝气的方式，即在膜表面形成错流，减小膜污染。但连续曝气的运行方式又势必增大能耗，增加运行费用。

从图 6 可知，在不同运行条件下，随着运行时间的延长间歇曝气比连续曝气膜污染速率上升快。在前 14 天两种运行条件下膜污染速率上升缓慢，1 号反应器膜过滤阻力从 1.4KPa 上升到 3.6KPa，2 号反应器膜过滤阻力从 1.3KPa 上升到 4.5KPa。到了后 16 天间歇曝气条件下膜污染速率急剧上升而连续曝气膜污染上升比较平缓，间歇曝气膜压差从 4.5Pa 上升到 15.9KPa，而连续曝气膜压差从 3.6KPa 上升到 9.6KPa。

在间歇曝气运行条件下，由于间歇时间膜停止抖动，部分活性污泥会在膜面沉积，形成污泥层，增大了膜过滤阻力。因而可以通过定期洗膜的方式来减轻膜污染对反应器的影响。在曝气 30min 间歇 10min 的条件下间歇曝气的膜清洗周期为 30 天左右。随着研究的不断深入，如果能够较好地解决膜污染问题，间歇曝气膜生物反应器将有广泛的应用前景。

3 结论

1) 间歇曝气膜生物反应器能有效的去除有机物，在曝气 30min 停 10min 条件下生物处理段和系统出水 COD 平均去除率分别可以达到 89.5%、92.6%。

2) 在曝气 30min 间歇 10min 条件下对氨氮具有良好的去除效果，生物段和系统出水氨氮的平均去除率分别为 93.6%和 96.6%；出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 最大为 0.71mg/L，最小为 0.12mg/L。

3) 曝气 30min 停 10min 的间歇曝气膜污染速率在系统运行初期与连续曝气膜污染速率没有明显的区别，只是在试验后期才出现明显的上升。而污染物的去除效果间歇曝气要好于连续曝气。

References (参考文献)

- [1] Laera G, Pollice A, Saturno D, et al. Zero net growth in a membrane bioreactor with complete sludge retention [J]. Water Research, 2005,39(20):5241-5249.
- [2] Pollice A, Laera G, Blonda M. Biomass growth and activity in a membrane bioreactor with complete sludge retention [J]. Water Research, 2004,38(7):1799-1808.
- [3] Zeng Ping, Wu Zhichao, Zhang Peng, GU Guowei. Treatment of Organic Wastewater Containing High Ammonia Nitrogen by Membrane Bioreactor. Technology of Water Treatment, 2004, 30(4): 202-204.
曾萍, 吴志超, 张鹏, 顾国维. 膜生物反应器处理高氨氮有机废水的研究. 水处理技术, 2004, 30(4): 202-204.
- [4] Feng Xudong, Wang Wei, Dong Liming, Wang Ping. Technics of Treating Wastewater Containing High Concentration Ammoniacal Nitrogen. Journal of Beijing Technology and Business University(Natural Science Edition), 2004, 22(2): 5-8.
冯旭东, 王葳, 董黎明, 汪苹. 高浓度氨氮废水处理技术. 北京工商大学学报, 2004, 22(2): 5-8.
- [5] Zhang Zaili, Lei Hengyi, Li Shunyi. Research on Reuse and Quality of Domestic Wastewater Treated by the Submerged Membrane Bioreactor. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2004, 43(5): 115-117.
张再利, 雷恒毅, 李顺义. 一体式膜生物反应器处理城市生活污水水质及回用分析. 中山大学学报, 2004, 43(5): 115-117.
- [6] Zhang Quanzhong, Han Chunmei. Membrane Bioreactor(MBR)'s Present Condition And Existing Problems. Environmental Science And Management, 2005, 30(4): 42-44.
张全中, 韩春梅. 膜生物反应器的应用现状及存在的问题. 环境科学与管理, 2005, 30(4): 42-44.
- [7] Gu Ping, Jiang Liqun, Yang Zaoyan. Pilot - Scale Study on Treatment of Domestic Wastewater with Membrane Bioreactor (MBR) Process. China Water & Wastewater, 2000, 16(3): 5-8.
顾平, 姜立群, 杨造燕. 中空膜生物床处理生活污水的中试研究[J]. 中国给水排水, 2000, 16(3): 5-8.
- [8] Zhou Xiantao, Lei Mingguang, Chen Wenmei. Theoretic Investigation on the Technology of Solution to Membrane Fouling. Filtration and Separation, 2001, 11(4): 10-12.
周先桃, 雷明光, 陈文梅. 解决膜污染技术的理论探讨. 过滤与分离, 2001, 11(4): 10-12.
- [9] Qin Xuan, Zhang Jiayao. Strategies for Controlling Membrane Contamination of Submerged MBRs. Environmental Science and Technology, 2003-11, 26(6): 46-50.
秦烜, 张甲耀. 一体式膜生物反应器的膜污染及对策. 环境科学与技术, 2003-11, 26(6): 46-50.