



循环水养殖系统中膜法 SBR 水处理工艺运行模式的研究

中国水产科学研究院渔业水体净化和系统研究重点开放实验室 管崇武 刘 晃 宋红桥
中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所 倪 琦 胡伯成

摘要 研究循环水养殖系统中采用膜法 SBR 水处理工艺在不同运行模式下的处理效果,以 TAN 及 TN 的去除速率作为考察指标,确定了膜法 SBR 水处理工艺在循环水养殖系统中最佳的运行模式为瞬时进水,1.5 h 搅拌,2.5 h 曝气,0.5 h 沉淀、滗排水,然后循环进行处理。

关键词 膜法 SBR 循环水养殖系统 运行模式

水产养殖是一个耗水量大的产业,水资源是制约其快速发展的一个重要因素。循环水养殖是一种新兴的养殖模式,它实现了水资源的循环利用,是今后水产养殖业发展的方向。在循环水养殖中,关键环节之一就是养殖用水的净化处理。

间歇式生物膜反应器,即膜法 SBR (Biofilm Sequencing Batch Reactor,简称 BSBR),它是在普通的 SBR 反应器里装置填料,将 SBR 和接触氧化法相结合,组成一种新的 SBR 工艺。具有启动快、效率高、管理简便等优点。BSBR 采用间歇方式运行,将反应、沉淀、排水等工序都放在同一反应器中进行,按一定运行模式,各工序周期性运

转。基本运行模式为:进水→反应→沉淀→滗排水。为了获得较好的处理效果,进行合理的运行模式控制就显得尤为重要。

1 材料与方法

1.1 试验装置

本试验装置由鱼池与 BSBR 反应器形成一个循环水养殖系统,在鱼池(146 cm×45 cm×55 cm;约 360 L)中养殖 150 尾,体长 5~10 cm 的锦鲤。BSBR 反应器是直径 470 mm,高 460 mm,容积 70 L 的塑料桶,在反应器中使用 40 只球型的悬浮型生物填料。采用时间控制编程器控制 BSBR 反应器的进水、搅拌、曝气、出水、闲置(图 1)。

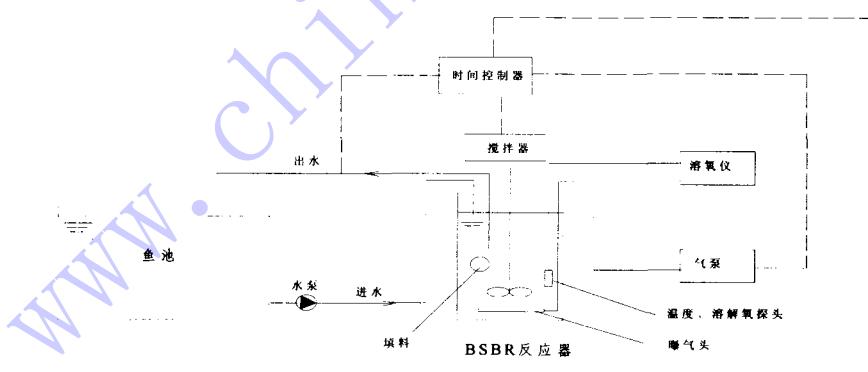


图 1 实验装置示意图

1.2 菌种培养与挂膜

采用自然培养,直接用养殖循环水来培养菌

种和挂膜,经过 1 个月左右的培养,生物填料上生物膜生长情况良好,出水水质也较为稳定,完成菌种培养与挂膜的过程。



1.3 分析方法

主要检测项目及测试方法(表 1)。

表 1 检测项目及测试方法

检测项目	测试方法
TAN(总氨氮,Total Ammonia-N)	钠氏试剂光度法
TN(总氮,Total Nitrogen)	过硫酸钾氧化—紫外分光光度法
溶解氧	膜电极法
pH	玻璃电极法
水温	温度计法

1.4 试验方法

本实验中,由于养殖排水污染物浓度不是很高,有机物含量较低,毒性也不强,即进水方式采用瞬时进水。主要目的是去除水中的氮,因此本试验采用了反硝化前置的处理工艺,即进水后立即进行搅拌,使反硝化脱氮能直接利用进水中的有机碳源,还可借助反硝化过程中产生的碱度对硝化过程中碱度的消耗进行内部补充,然后再曝气,进行硝化反应,去除水中的氨氮(图 2)。

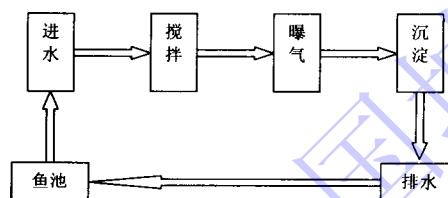


图 2 运行工艺流程图

保证处理过程中系统运行的稳定性和良好的处理效能,进行合理的运行模式控制十分重要,且在各处理工序中最关键的就是搅拌时间与曝气时间的控制。为了确定硝化和反硝化所需时间,对搅拌时间和曝气时间做了多种设计组合(表 2)。

表 2 不同运行模式组合表

组合	进水	搅拌	曝气	沉淀	排水
A	10 min	0.5 h	2 h	0.5 h	10 min
	10 min	1 h	2 h	0.5 h	10 min
	10 min	1.5 h	2 h	0.5 h	10 min
	10 min	2 h	2 h	0.5 h	10 min
	10 min	2.5 h	2 h	0.5 h	10 min
B	10 min	1.5 h	1.5 h	0.5 h	10 min
	10 min	1.5 h	2 h	0.5 h	10 min
	10 min	1.5 h	2.5 h	0.5 h	10 min
	10 min	1.5 h	3 h	0.5 h	10 min
	10 min	1.5 h	3.5 h	0.5 h	10 min

1.5 试验条件

水温为 24~29 °C;pH 值为 6.3~6.9。

2 结果与讨论

2.1 组合 A 处理效果的分析

2.1.1 去除率的分析

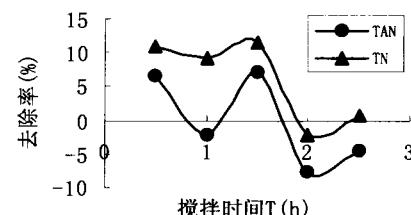


图 3 组合 A 中 TAN 和 TN 的去除率变化曲线

从图 3 中 TAN 和 TN 的去除率可以看出,在搅拌时间为 1.5 h 时两者的去除率都出现了一个峰值,所以我们可以认为搅拌时间为 1.5 h 是本系统运行中最适的搅拌时间。

2.1.2 去除反应速度的分析

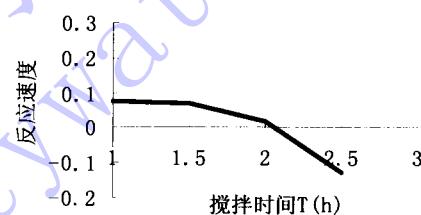


图 4 组合 A 中 TAN 去除反应速度变化曲线

从图 4 中可以看出,随着搅拌时间的增加,TAN 去除的反应速度有下降的趋势,搅拌 2 h 后其反应速度已经降为 0 了;在搅拌时间为 1.5 h 时,TAN 去除的反应速度最快为 0.22 h^{-1} 。搅拌是为了使填料与水充分地接触和更新,填料上的生物膜不断消耗水中的溶解氧,在反应器里形成一个缺氧环境,有利于反硝化反应的进行。但是,如果搅拌时间过长,就会影响到硝化反应的反应速度,使得 TAN 的去除反应速度下降。

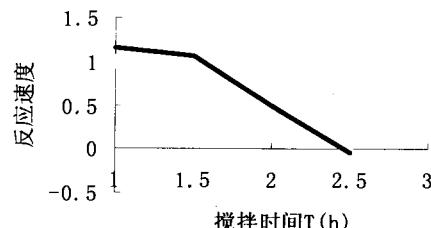


图 5 组合 A 中 TN 去除反应速度变化曲线



从图 5 中可以看出,随着搅拌时间的增加,TN 的去除反应速度也随着下降,特别在 1.5 h 后,反应速度直线下降。TN 去除反应速度是在搅拌时间为 0.5 h 时的,为 1.33 h^{-1} ;在搅拌时间为 1.5 h 处的反应速度为 1.13 h^{-1} 。

所以从去除反应速度可以看出组合 A 中搅拌时间为 1.5 h 是比较适宜的选择。

2.2 组合 B 处理效果的分析

2.2.1 去除率的分析

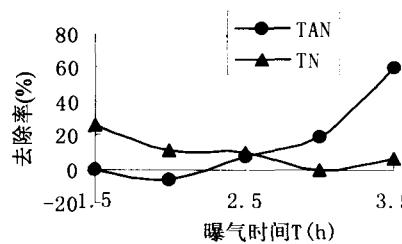


图 6 组合 B 中 TAN 和 TN 的去除率变化曲线

从图 6 组合 B 中 TAN 和 TN 的去除率可以看出,随着曝气时间的增加,TN 的去除率呈下降趋势,而 TAN 的去除率却呈上升趋势。在 2.5 h 左右有一个交叉点。

2.2.2 去除反应速度的分析

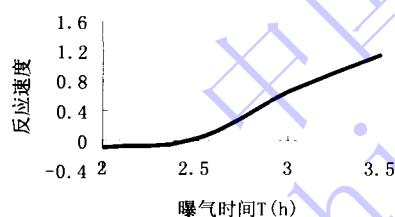


图 7 组合 B 中 TAN 去除的反应速度变化曲线

从图 7 中可以看出 TAN 去除的反应速度随着曝气时间的增加而加快,特别是在曝气 2 ~ 3 h 这阶段,反应速度上升幅度很大,曝气 2 h 时反应速度基本为零,曝气 2.5 h 时上升到 0.25 h^{-1} ,曝气 3 h 时就达到了 1.06 h^{-1} 。

从图 8 中可以看出 TN 的去除反应速度随着曝气时间的增加而呈下降趋势。曝气时间达到 3 h 时,TN 去除的反应速度已基本上降为 0 了,但是曝气时间在 2 h 和 2.5 h 处,TN 的去除反应速度下降并不明显,基本都在 1.2 h^{-1} 左右。

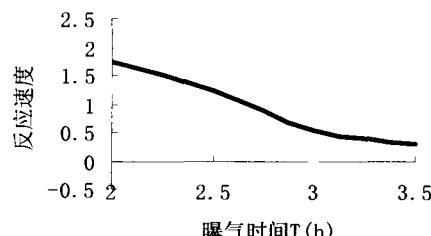


图 8 组合 B 中 TN 去除的反应速度变化曲线

从图 7 和图 8 中可以看出,TN 的反应速度在曝气时间 2.5 h 后,急速下降,到 3 h 就达到最低点,速度为 0;而 TAN 降解的反应速度则在 2 h 后就开始快速上升,从整个系统的综合处理效果考虑,必须兼顾到 TAN 和 TN 的降解速度,而且从系统经济实用性方面考虑,过长的曝气时间增加能耗,提高成本。所以比较适应的曝气时间应该为 2.5 h。

3 结论

通过组合 A 和 B 这两组试验对搅拌和曝气时间的研究,我们可以得出本 BSBR 处理系统最适的工艺运行方式为:瞬时进水→1.5 h 搅拌→2.5 h 曝气→0.5 h 沉淀→滗水。

参考文献

- [1] 岳强. SBR 技术的发展及应用 [J]. 污染防治技术, 2003, 16(4):35 ~ 38.
- [2] 杨云龙. SBR 工艺的现状与发展 [J]. 工业用水与废水, 2002, 33(2):1 ~ 3.
- [3] 顾夏声. 废水生物处理数学模式 [M]. 台北:晓园出版社, 1990. 41 ~ 86.
- [4] Franta J, Helm Reich B, Pribyl M et al. Advanced Biological Treatment of Paper – Mill Wastewaters—Effects of Operation Conditions on COD Removal and Production of Soluble Organic-Compounds Activated-Sludge Systems. Wat Sci Tech, 1998, 30(3):199 ~ 204.
- [5] 沈耀良. 废水生物处理新技术 [M]. 北京:中国环境科学出版社, 1999. 196 ~ 202.

【作者简介】管崇武(1980—),男,福建宁德人,助理工程师,主要从事水产养殖工程研究。

【通讯地址】(200092)上海市赤峰路 63 号