

生物强化技术对水源地有机污染物的降解

詹旭,吕锡武

(东南大学环境工程系,江苏 南京 210096)

摘要: 利用两种新型 PM 和 ACP 材料进行生物强化技术降解水源地水体有机污染物的研究。通过对比不同的载体密度和水力停留时间来考察有机物降解效率的影响,中试结果表明:当载体密度为 13.1%、停留时间为 7d、原水 COD_{Mn} 为 4.69~6.93mg/L、 UV_{254} 为 0.057~0.121 cm^{-1} 、TOC 为 3.92~7.85mg/L 的条件下,生物强化技术对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的平均降解率分别达到 21.35%、14.51%、34.63%,而对比空白池,对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的平均降解率低至 0.85%、0.94%、1.51%。可见利用生物强化技术能有效降解水源地水体的有机污染物,它对富营养化水源地水体的水质和生态系统有明显的改善作用。

关键词: 生物强化技术;水源地;有机污染物;水质改善

中图分类号: TQ085.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3770(2007)08-044-03

PM 和 ACP 是东南大学自主开发的两种新型的载体,目前还未应用于水处理技术的研究上。本试验的目的是通过 PM 和 ACP 对湖水中的土著微生物进行有效富集,利用强化技术,实现对太湖梅梁湾水源地有机污染物的降解,以达到改善梅梁湾水源水质的目的,为治理营养型湖泊提供实用技术和方法。

1 试验装置与方法

1.1 试验装置

中试装置分 3 格,每格长 6m、宽 1.2m、深 1.8m,每格内放 2 种不同的人工载体,池 1 是以 PM 为载体的处理池,池 2 是以 ACP 为载体的处理池,池 3 为空白参照池。PM 和 ACP 是两种海绵状立方体新型载体,内部为交错性网状结构,个体体积为 1 dm^3 ,ACP 表面不是网状体,而是实体,这样便于考察不同载体对有机物的降解能力。

本试验在无锡太湖梅梁湾 863 研究基地中进行,工艺流程见图 1。实验装置于 2005 年 12 月初通

水,载体水平间距为 0.5m,经过两个月时间的自然挂膜后,进行不同的水力停留时间和载体密度对有机污染物的降解效率研究。

1.2 分析项目与方法

COD_{Mn} :高锰酸钾滴定法; UV_{254} :水样经 0.45 μm 乙酸纤维滤膜过滤后,在 254nm 处测定吸光度;TOC:取 50mL 水样用 TOC 仪直接测定^[1]。

2 结果与讨论

水中有机物的成分是相当复杂的,不同分子量的有机物只显示在不同的监测指标中,为了较为全面地研究有机污染物的降解情况,本试验选用了 COD_{Mn} 、 UV_{254} 和 TOC 3 个指标来评价生物强化技术对有机污染物的降解效果。

试验在 3 个池子中分别进行,考察相同条件下,不同的停留时间和载体密度对湖水水质改善的效果。在对取样口原水连续两个多月的监测显示,水质变化范围较大,有机污染物含量超标, COD_{Mn} 为 4.69~6.93mg/L, UV_{254} 0.05~0.121 cm^{-1} ,TOC 3.92~7.85mg/L。

2.1 水力停留时间的影响

选取载体密度为 13.1%,考察水力停留时间为 3d 和 7d 时对有机物的降解效果。从 3 月 23 日开

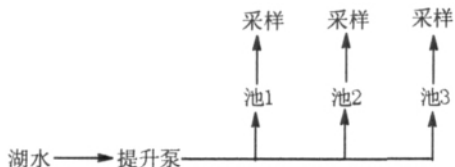


图 1 工艺流程图
Fig.1 Technological process

收稿日期 2006-12-12

基金项目 国家“十五”高技术研究发展计划(863)项目(2003AA601011);江苏省科技厅社会发展项目(BS2004050)

作者简介 詹旭(1981-),男,博士研究生,研究方向为微污染控制,联系电话:13063605275,E-mail: zhanxu_010@163.com。

始,实验连续监测,分别取监测值,作 COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的降解效果图。分别见图 2~图 7。

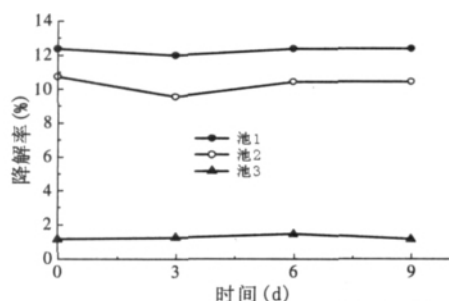


图2 HRT为3d时 COD_{Mn} 的降解率变化

Fig.2 COD_{Mn} degradation rate changing when HRT being 3d

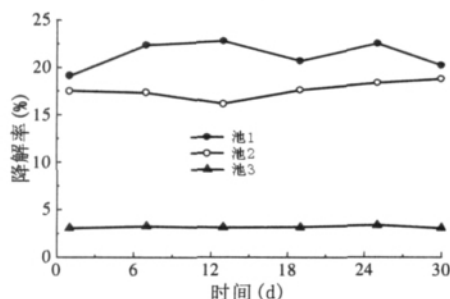


图3 HRT为7d时 COD_{Mn} 的降解率变化

Fig.3 COD_{Mn} degradation rate changing when HRT being 7d

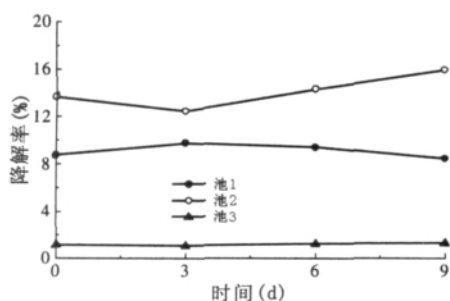


图4 HRT为3d时 UV_{254} 的降解率变化

Fig.4 UV_{254} degradation rate changing when HRT being 3d

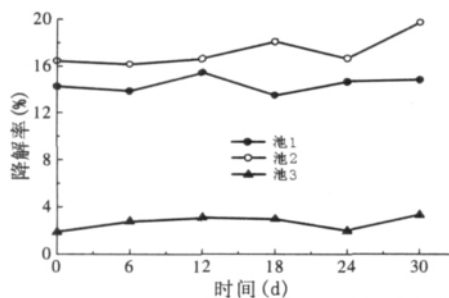


图5 HRT为7d时 UV_{254} 的降解率变化

Fig.5 UV_{254} degradation rate changing when HRT being 7d

当停留时间从3d延长到7d时,以PM(池1)为例, COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的平均降解率从12.30%、8.97%、20.77%增加到21.35%、14.51%、34.63%;对比空白池, COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的平均降解率也从

1.26%、1.03%、1.23%增加到3.02%、2.57%、2.61%。随着停留时间的延长,生物强化技术对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的降解率得到了明显提高。

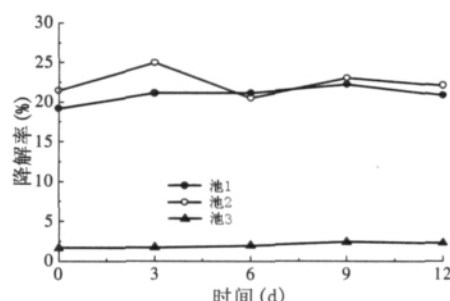


图6 HRT为3d时 TOC 的降解率变化

Fig.6 TOC degradation rate changing when HRT being 3d

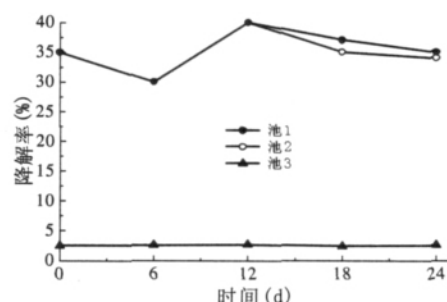


图7 HRT为7d时 TOC 的降解率变化

Fig.7 TOC degradation rate changing when HRT being 7d

2.2 载体密度的影响

选择停留时间为3d,从5月4日开始,试验连续监测,取监测结果平均值,有机物的降解效果示于图8~10。当载体密度从13.1%减少到7.8%时,与2.1节中HRT为3d、载体密度为13.1%时的图2、4、6比较, COD 、 UV_{254} 、TOC 的降解率均有所降低。以ACP(池2)为例,对 COD 、 UV_{254} 、TOC 的平均降解率从10.33%、14.19%、22.45%减少到8.90%、5.81%、11.34%,对比空白池, COD_{Mn} 、 UV_{254} 、TOC 的平均降解率从1.26%、1.03%、1.23%降低至0.85%、0.94%、1.51%,可见,随着载体密度的减小,生物强化技术降解有机污染物效率有所降低。

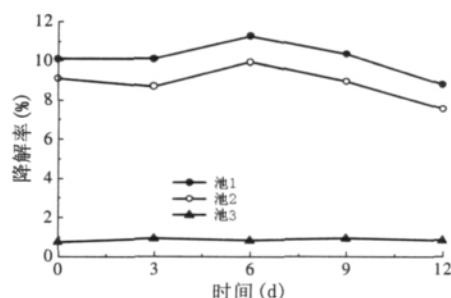


图8 载体密度为7.8%时 COD_{Mn} 的降解率变化

Fig.8 COD_{Mn} degradation rate changing when carrier density being 7.8%

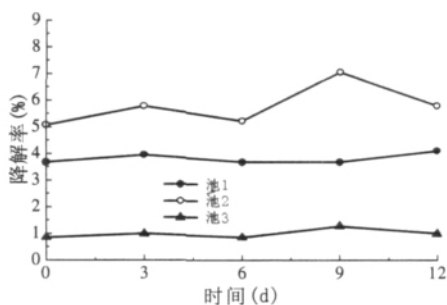


图 9 载体密度为 7.8% 时 UV₂₅₄ 的降解率变化

Fig.9 UV₂₅₄ degradation rate changing when carrier density being 7.8%

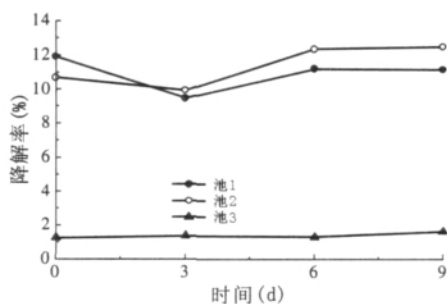


图 10 载体密度为 7.8% 时 TOC 的降解率变化

Fig.10 TOC degradation rate changing when carrier density being 7.8%

2.3 作用效果分析

综上所述,利用两种 PM 和 ACP 进行生物强化技术对水源地水体有机污染物的降解效果明显,PM 和 ACP 具有很强的微生物富集作用,其表面附着一层厚厚的生物膜,这是生物强化技术降解有机污染物的主要因素。当然有机污染物的种类繁多,仅仅考虑总有机物的含量(COD_{Mn}, UV₂₅₄, TOC)评价指标,还不能深入探讨降解效果问题^[2],应该考虑到具体有机污染物如:硝基苯、氯苯类、多环芳烃等特定有机物^[1]的降解效果,针对这些具体的有机物,培养分

离出 PM 和 ACP 的专嗜微生物属种,对深入研究生物强化技术的作用机理将是一个很好的手段。

3 结 论

本试验的结果表明:随着载体密度从 13.1%减少到 7.8%,ACP 对 COD_{Mn}, UV₂₅₄, TOC 的平均降解率从 10.33%、14.19%、22.45%减少到 8.90%、5.81%、11.34%,降解效果明显减小。当水力停留时间从 3d 增加到 7d,PM 对 COD_{Mn}, UV₂₅₄, TOC 的平均降解率从 12.30%、8.97%、20.77%提高到 21.35%、14.51%、34.63%,降解效果随着停留时间的延长而提高。综合考虑这两种载体的整体降解性能,进一步提高单位面积上载体的富集效果,将是下一阶段的研究重点。

PM 和 ACP 以其优异的材质结构和表面活性,通过富集的生物膜,显示出其微生物种群丰富,是降解湖水中的多种有机污染物的重要动力。

利用生物强化技术净化水源地水体是一种高效、经济的好方法,对于水源地的饮用水安全更具有很大的优势,它利用水源地自身水体中的土著微生物进行污染物的强化降解,达到对整个水源地水体生态系统良性循环的目的,对重构起一个良好的生态群落系统,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会编.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,2002.
- [2] 詹旭,吕锡武.太湖梅梁湾水源地水质调查及污染防治对策研究[C].南京:南京理工大学 2006 年江苏省博士研究生学术论坛,2006:35-37.

REMOVAL OF ORGANIC POLLUTANTS BY BIOAUGMENTATION IN SOURCE WATER

ZHAN Xu, LV Xi-wu

(Department of Environmental Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Using two carriers named PM and ACP for bioaugmentation, organic pollutants in the source water can be removed. The study aims to investigate the effect of the removal of organic pollutants by bioaugmentation. The results indicated that under the conditions that carrier density was 13.1% and HRT was 7d, COD_{Mn} in source water was 4.69 ~ 6.93mg/L, and UV₂₅₄, TOC was respectively 0.057~0.121 and 3.92~7.85mg/L, the removal rate of COD_{Mn}, UV₂₅₄ and TOC reached to 21.35%, 14.51% and 34.63% respectively. In the blank pool, the removal rate of COD_{Mn}, UV₂₅₄ and TOC only reached to 0.85%, 0.94% and 1.51% respectively. It is evident that organic pollutants in source water could be significantly removed by bioaugmentation. The water quality and ecological system in eutrophic source water could be improved obviously by the technology.

Key words: bioaugmentation; source water; organic pollutants; water quality improvement

全面规划, 统筹兼顾, 综合利用水资源