

DOI:10. 3880/j. issn. 1004 - 6933. 2019. 01. 013

碳素纤维草对小型封闭水体水质净化作用

成 豪

(中冶赛迪工程技术股份有限公司,重庆 401122)

摘要:利用碳素纤维生态草对小型封闭地表水体进行净化处理。结果表明:生态草遇水散开,巨大的比表面积有利于微生物附着生长,且挂膜过程用时较短,生物膜形态稳定;碳素纤维生态草对水质有一定的改善和保持作用,COD 去除率达 71%,但 TN 和 TP 的去除效果并不明显,水质总体上能够持续满足地表水环境Ⅳ类标准。

关键词:碳素纤维生态草;小型封闭水体;水质净化;生物膜

中图分类号:X703 **文献标志码:**A **文章编号:**1004 - 6933(2019)01 - 0070 - 03

Purification effect of carbon fiber grass on water quality of small closed water body // CHENG Hao (CISDI Engineering Co. , Ltd, Chongqing 401122,China)

Abstract: Purification of small enclosed surface water was made by carbon fiber ecological grass. The results show that the ecological grass disperses in the presence of water, and its large specific surface area is beneficial to microbial attachment and growth. The film-forming process takes less time, and the biofilm form is stable. Carbon fibre ecological grass can improve and maintain water quality to a certain extent with COD removal rate at 71%. But the removal effect of TN and TP is not obvious. On the whole, the water quality can meet the IV standard of surface water environment continuously.

Key words: carbon-fiber ecological grass; small enclosed water body; water purification; biofilm

随着我国国民经济发展和工业化进程不断推进,水环境问题逐渐凸显,造成城市水体黑臭问题的主要原因有水体缺氧、富营养化、底质污染、水循环不畅、人类过度排污等^[1]。针对城市中较为常见的小型封闭水体,微生物强化净化技术有较强的适用性^[2]。微生物强化净化技术包括投菌技术、生物促生技术、生物膜技术等。生物膜技术因其占地小、效率高、耗时短等优势被广泛采用^[3]。近年来随着黑臭水体治理^[4]被纳入国家《水污染防治行动计划》,生态草技术作为一种新兴的生物膜技术得到了越来越多的应用。生态草因其形态与水草相仿而得名,其材质具有耐性高、柔性好、对环境友好、比表面积大等特点。本文就碳素纤维生态草在小型封闭水体中的应用进行试验和并分析其净化效果。

1 材料与方法

1.1 试验用水

试验用水采自重庆市主城区某小型封闭湖泊,水样水质: $\rho(\text{DO}) = 10.58 \text{ mg/L}$, $\text{pH} = 9.18$, $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}}) = 14.90 \text{ mg/L}$, $\rho(\text{TN}) = 0.85 \text{ mg/L}$,

$\rho(\text{TP}) = 0.06 \text{ mg/L}$,水温 30.6°C 。

1.2 试验方法

试验场所设在通风的阳光房内,试验时间为 7—8 月,共计 40 d。试验装置主体为有机玻璃材质容器,容积约 4.5 L,采用锡纸将容器侧壁围实,使其更符合天然水体特征。碳素纤维生态草比表面积约 $2000 \text{ m}^2/\text{g}$,单根尺寸为 $65 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$,由大量直径约 $7 \mu\text{m}$ 的碳素纤维丝组成,浸没于容器内水样中,设置密度约每升水样 4 g 碳素纤维,每隔 5 d 定期测定容器内中间水层水质,并镜检生态草表面挂膜情况。

1.3 测定指标及方法

DO、ORP、T:带 DO 和 ORP 探头的哈希 HQ40d 便携检测仪; COD_{Mn} :酸性法;TN:过硫酸钾氧化紫外分光光度法;TP:钼锑抗分光光度法。

2 结果与讨论

2.1 挂膜情况

试验开始前生态草在显微镜下呈光滑黑色条带状;约 5 d 后生态草局部出现黏液状生物膜,微生物

作者简介:成豪(1990—),男,工程师,硕士,主要从事给排水设计及研究工作。E-mail:haochengcq@163.com

开始附着生长;约 10 d 后生态草表面出现大量且种类较多的附着生长微生物。

从生态草表面形成的生物膜中检出多种藻类及浮游动物,如硅藻、累枝虫、钟虫、轮虫和线虫等。试验中后期轮虫的出现是水体处在寡污带的标志^[5],表明水质逐渐向好。此外在所取样品中还发现了一些孑孓。

2.2 DO 质量浓度变化情况

DO 质量浓度总体呈现出先降低而后缓慢增加直至稳定的变化过程(图 1)。初期 DO 质量浓度降低是由于试验场所较之室外光照强度、温度等环境因素发生改变,水样中藻类等微生物对新环境存在适应期。DO 质量浓度在 5 d 左右降到最低值,处于劣 V 类($< 2 \text{ mg/L}$)水平。后随着生态草表面生物膜形成,藻类的光合作用和微生物的呼吸作用逐渐达到动态平衡,DO 质量浓度在 30 d 左右趋于稳定,达到地表水 IV 类标准。

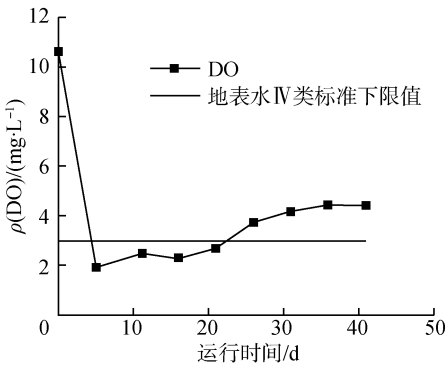


图 1 DO 质量浓度变化情况

2.3 COD_{Mn} 质量浓度变化情况

如图 2 所示, COD_{Mn} 质量浓度在 0 ~ 15 d 期间出现骤降,其原因是发生了“初期吸附去除”现象。碳素纤维生态草具有很大的比表面积,对水中的有机物具有很强的吸附性。有资料显示,疏水性的碳纤维丝遇水散开后比表面积可达 $2\,000 \text{ m}^2/\text{g}$ ^[5]。此后, COD_{Mn} 质量浓度先升后降,波峰出现在 25 d 左右,与生物膜世代更替、部分老化脱落有关。有研究表明,藻类死亡后的生物残体分解会产生腐殖酸类和臭味物质,适宜条件下可能引发水体黑臭及藻源性湖泛^[6]。除采取及时清除死亡藻类等措施外^[7],通过微型后生动物等的吞噬作用可大大降低水体中死亡藻类残体数量^[8],因此应采取有效措施维持水生态系统的完整与健康。试验进行至 40 d, COD_{Mn} 去除率达 71%,水质从 V 类改善为 III 类。

2.4 TN 质量浓度变化情况

如图 3 所示,试验过程中 TN 质量浓度呈现先

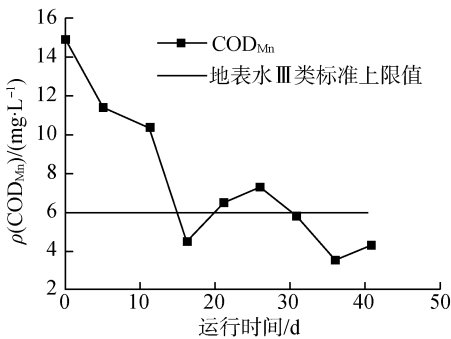


图 2 COD_{Mn} 质量浓度变化情况

升后降再上升的波动态势。5 d 左右出现峰值是由于生态草表面正在形成中的生物膜尚未达到造成“好氧 + 缺氧”微环境的厚度,反硝化作用受阻;到 10 d 左右生物膜厚度增加,能够同时在外层发生硝化反应,在内层发生反硝化反应, TN 质量浓度降低。15 d 以后,随着可利用的碳源减少,硝化和反硝化作用放缓, TN 质量浓度有所回升。整个过程中 TN 质量浓度大部分时间维持在 III 类标准范围内, 40 d 时 TN 去除率为 5.9%。

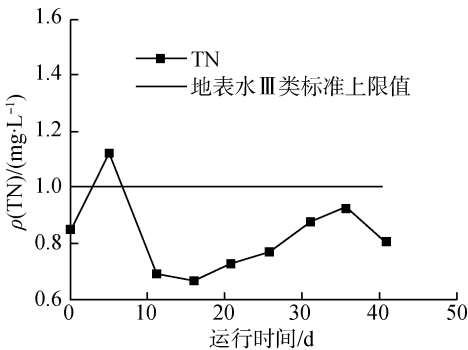


图 3 TN 质量浓度变化情况

2.5 TP 质量浓度变化情况

如图 4 所示,试验期间水样 TP 质量浓度略有增加,其原因是多方面的。由于孑孓等生物存在生物扰动现象^[9],被吸附或沉积的物质易重新回到水中;此外,生物除磷要求碳、氮、磷含量最适比值为 46: 8: 1^[10],试验水样水质并不满足该比例要求;同时,较高的 DO 质量浓度一定程度上促进了氨氮硝化^[11],反硝化对碳源的消耗增大,聚磷菌可获取用于释磷的碳源减少,除磷效果下降。有研究表明,为取得较好的生物除磷效果,厌氧区和好氧区 DO 质量浓度应分别为小于 0.2 mg/L 和 $1.5 \sim 2 \text{ mg/L}$ ^[12]。整个试验过程中 TP 质量浓度虽有所增加,但水质均未劣于 IV 类标准。

3 结 论

a. 试验所用碳素纤维生态草利于微生物附着生长,挂膜时间较短,生物膜形态较好。

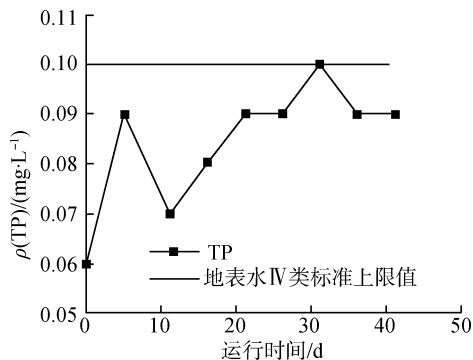


图4 TP质量浓度变化情况

b. 试验期内,COD_{Mn}的去除率达71%;TN去除率为5.9%,TN质量浓度基本维持在Ⅲ类水标准范围内;TP无明显去除效果,但均未劣于Ⅳ类标准。碳素纤维生态草对存在富营养化趋势的小型天然封闭水体具有一定的净化作用,可有效延缓水体的富营养化进程。

c. 较之人工增氧、清水补给、旁路治理等黑臭水体治理技术,碳素纤维生态草具有环境友好、见效快、建设成本低及运营管理费用低等独特优势,相关研究及应用将有助于我国地表水环境整治及修复工作的有效推进。

参考文献:

[1] 王旭,王永刚,孙长虹,等.城市黑臭水体形成机理与评价方法研究进展[J].应用生态学报,2016,27(4):1331-1340. (WANG Xu, WANG Yonggang, SUN Changhong, et al. Formation mechanism and assessment method for urban black and odorous water body: a review [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2016, 27(4): 1331-1340. (in Chinese))

[2] 胡洪营,孙艳,席劲璞,等.城市黑臭水体治理与水质长效改善保持技术分析[J].环境保护,2015,43(13):24-26. (HU Hongying, SUN Yan, XI Jingying, et al. Treatment and water quality improvement technology of black-and-malodorous water body in urban area [J]. Environmental Protection, 2015, 43(13): 24-26. (in Chinese))

[3] 吕小央,张松贺,刘凯辉,等.水生植物-生物膜体系的生态功能与互作机制研究进展[J].水资源保护,2015,31(2):20-25. (LYU Xiaoyang, ZHANG Songhe, LIU Kaihui, et al. Advances in ecological function and interaction mechanism of aquatic macrophyte biofilm system [J]. Water Resources Protection, 2015, 31(2): 20-25. (in Chinese))

[4] 顾强,丁磊.城市建成区黑臭水体评价方法比较[J].水资源保护,2017,33(4):70-74. (GU Qiang, DING Lei. Comparative study on evaluation methods for black and odorous water in urban built-up area [J]. Water Resources

Protection, 2017, 33(4): 70-74. (in Chinese))

[5] 梁益聪.碳素纤维生态草在城市黑臭水体修复中的应用研究[D].南宁:广西大学,2014.

[6] 卢信,刘成,尹洪斌,等.生源性湖泛水体主要含硫致臭物及其产生机制[J].湖泊科学,2015,27(4):583-590. (LU Xin, LIU Cheng, YIN Hongbin, et al. The main sulfur-containing odorous compounds and their forming mechanisms in waters during bio-induced black bloom [J]. Journal of Lake Sciences, 2015, 27(4): 583-590. (in Chinese))

[7] 于佳真,王晓昌,薛涛,等.西安某人工湖水水质时空分布特征及其荧光特性[J].环境工程学报,2015,9(9):4265-4272. (YU Jiazhen, WANG Xiaochang, XUE Tao, et al. Distribution of water quality in time and space and fluorescence characteristics in an artificial lake of Xi'an [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2015, 9(9): 4265-4272. (in Chinese))

[8] 张文艺,张采芹,占明飞,等.滤食性底栖动物-菌藻复合生态系统对富营养水体净化的特性[J].湖北农业科学,2013,52(20):4926-4931. (ZHANG Wenyi, ZHANG Caiqin, ZHAN Mingfei, et al. Purification characteristics of eutrophic water in filter-feeding zoobenthos-bacteria and algae complex ecosystem [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2013, 52(20): 4926-4931. (in Chinese))

[9] 吴永红,刘剑彤,丘昌强.两种改善富营养化湖泊水质的生物膜技术比较[J].水处理技术,2005,31(5):34-37. (WU Yonghong, LIU Jiantong, QIU Changqiang. Comparison of two biofilm technologies to improve water quality of eutrophic lakes [J]. Technology of Water Treatment, 2005, 31(5): 34-37. (in Chinese))

[10] 张自杰,林荣忱,金儒霖.排水工程:下册[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.

[11] 吉芳英,金展,郭倩,等.溶解氧对低碳源污水一体化处理工艺脱氮除磷的影响[J].给水排水,2014,50(5):129-133. (JI Fangying, JIN Zhan, GUO Qian, et al. Influence of dissolved oxygen on nitrogen and phosphorus removal in integration treatment process of low-carbon source sewage [J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 50(5): 129-133. (in Chinese))

[12] 汤兵,石太宏,王五洲.微电场强化生物除磷过程实验研究[J].水资源保护,2007,23(6):40-43. (TANG Bing, SHI Taihong, WANG Wuzhou. Experimental study on enhanced biological phosphorus removal with micro electric field [J]. Water Resources Protection, 2007, 23(6): 40-43. (in Chinese))

(收稿日期:2018-01-30 编辑:彭桃英)

