

Study on the Repaired Method of Black-Odor River and Its Application

Yanjie Wang, Yutang Xiao*, Chuwen Zeng

School of Chemistry and Environment, South China Normal University, Guangzhou Guangdong
Email: wangyanjieit@163.com, *xiaoyt@nankai.edu.cn

Received: Sep. 8th, 2015; accepted: Sep. 24th, 2015; published: Oct. 9th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

With the acceleration of the rapid development of industrialization, the improvement of urbanization and people's living standards, the emissions of pollutant have a large increase. The river has been polluted because of the large number of pollutants. In order to improve the quality of residential living and give people a comfortable, beautiful and interesting environment, seeking more effective technologies and measures to control river pollution is imperative. The methods at home and abroad in recent years which are about the restoration of black-odor river are introduced, and the characteristics of the methods and the effects of the instances in our country are summarized and analyzed to find a way to repair the black-odor river on the basis of the construction of ecological civilization. The restoration about the black-odor river is a comprehensive and systematic project. Relying on a technology only is difficult to achieve the ideal effect. In order to achieve the desired effect, a combination of the several kinds of technology is necessary.

Keywords

Black-Odor River, Restoration, Method, Ecological Civilization

黑臭河涌的修复方法及应用研究

王艳杰, 肖羽堂*, 曾楚雯

华南师范大学化学与环境学院, 广东 广州

Email: wangyanjieit@163.com, *xiaoyt@nankai.edu.cn

作者简介: 王艳杰(1991-), 女, 河南人, 华南师范大学硕士研究生, 主要从事水污染修复工作。

*通讯作者。

文章引用: 王艳杰, 肖羽堂, 曾楚雯. 黑臭河涌的修复方法及应用研究[J]. 水资源研究, 2015, 4(5): 464-469.

<http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2015.45057>

收稿日期：2015年9月8日；录用日期：2015年9月24日；发布日期：2015年10月9日

摘要

随着工业化的快速发展、城市化进程的加快和人民生活水平的提高，污染物的排放量大大增加，造成了城市河涌的严重污染，使原本担负着排洪、泄洪、景观等多种功能的河涌出现黑臭现象，河涌水体原有的功能衰退甚至丧失。为了提高居民的生活水平，还给市民一个舒适、优美、富有情趣的生活环境，采取必要的措施对黑臭河涌进行修复势在必行。本文阐述了近几年国内外修复黑臭河涌的方法，总结并分析了该方法的特点及在我国的实例应用中产生的效果，寻求以生态文明建设为理念的修复黑臭河涌的方法。河涌修复是个综合性、系统性工程，单纯地依靠一种技术很难达到理想的效果，只有多管齐下，把几种技术组合起来方能达到预期的效果。

关键词

黑臭河涌，修复，方法，生态文明

1. 引言

水是城市发展的命脉，城市水环境质量与该市居民生活水平有着密切的关系。在我国，由于城市化进程的加快，城市水环境受城市化进程的影响越来越严重。尤其是经济快速增长的国家和地区更为明显，在沿海河网复杂且经济发达的地区，城市河道普遍呈现黑臭现象[1]。2014年环境状况公报显示：河流中水质在Ⅲ类以下占河长的31.4%；2013年全国评价水功能区5134个，满足水域功能目标的有2538个，占评价水功能区总数的49.4%。

在水资源日益紧缺的今天，如何有效修复黑臭河涌，恢复健康生态水环境已成为摆在政府和环保部门面前的一大课题[2]。城市河涌担负着排洪、泄洪、景观等多种功能，是城市建设的重要组成部分，在改善环境质量和景观方面的作用不可小觑[3]。然而河涌黑臭已成为我国城市河道的一个普遍现象，严重影响了居民的生活质量和城市的形象，所以寻找有效修复黑臭河涌的方法迫在眉睫。目前国内外主要是用物理、化学、生物-生态法治理污染河流，物理修复方法简单易行，但往往治标不治本；化学方法见效快，但一般会产生二次污染；生物-生态方法凭借其处理效果好、造价低、耗能低、运行成本低等优势日益获得人们的青睐[4]。区域性差异大是我国城市河流的显著特点，开发适合不同地区而又经济、实用的综合治理技术，还需要结合实践去进一步深入探究。目前国内关于黑臭河涌修复方法及应用的文章比较少，因此本文在系统地总结近几年国内外修复黑臭河涌方法的基础上，分析了修复方法的实用性及效果，希望能为国内外的研究学者提供参考。

2. 国内外修复黑臭河涌的方法及应用

2.1. 底泥生物氧化

运用底泥生物氧化技术能够有效地治理黑臭河涌，既减少了清除淤泥所造成的二次污染又避免了高额费用的问题，而且能够充分利用底泥中的土著微生物，构建完整的生态系统，使河涌水体处于良性的生态环境之中，同时底泥生物氧化又为生物-生态修复做好了铺垫。Ahn, Yeonghee等人利用水体中的微生物来降解高氯酸盐[3]，不仅降低了水体中高氯酸盐的含量而且充分利用水体中的微生物，尤其是一些土著微生物。Chen, CL等人研究了如何利用微生物来降解水体中的多氯联苯，这些方法的实现为底泥生物氧化技术的成功运用打下坚实的基础[4]。

罗刚[5]等人研究了底泥生物氧化对黑臭河道上覆水体的影响，如图1所示1号、2号均加有底泥，3号没加底泥，1号中加有底泥生物氧化复合制剂，2号加等量的蒸馏水，结果表明，被污染的底泥和上覆水体的水质有

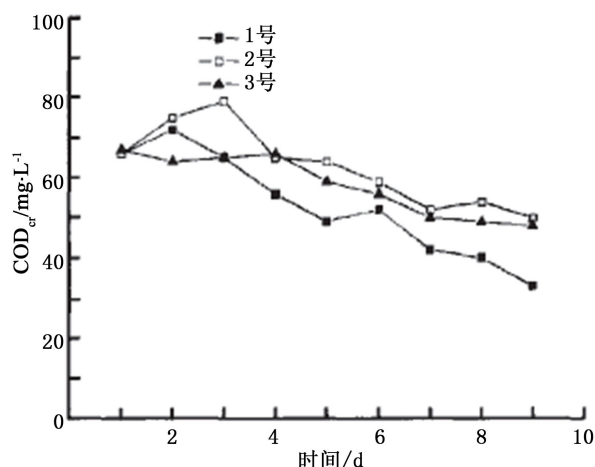


Figure 1. The change of COD_{cr} of the overlying water body in the Static test

图 1. 静态试验中上覆水体 COD_{cr} 的变化

密切的关系，河涌下被污染的底泥向上覆水体释放污染物，上覆水体也会向底泥沉积污染物，水体中的污染物在底泥和上覆水体之间迁移，在迁移的同时河涌下的底泥会在其表层形成一个氧化层，用来抑制底泥污染物的释放；生物氧化后的底泥能加快上覆水体中污染物的去除，底泥氧化层的厚度与河道自净能力有明显的相关性，即河道自净能力随着底泥氧化层厚度的增加而增强。

底泥在修复黑臭河涌方面有着不可替代的作用，河涌中的底泥具有两面性，若充分利用底泥中的微生物，则底泥对修复黑臭河涌是有利的，反之，底泥将是河涌黑臭的主要根源，因此底泥的处置是治理黑臭河涌的关键。底泥中的有机物在细菌的作用下，发生厌氧分解，这是河涌黑臭的主要原因。厌氧分解则产生一系列有臭味的气体如：氨气、硫化氢、硫醇等。底泥是河涌污染的内源，内源不解决好，河涌治理就会陷入边黑边治，边治边黑的恶性循环。底泥生物氧化技术是治理城市黑臭河涌不可或缺的措施之一，同时也是河涌生态治理的重要组成部分，对于提升城市形象，改善城市景观的作用不可小觑。

2.2. 氧化塘技术

近半个世纪以来氧化塘技术凭借其特有的优势得到了广泛的推广。氧化塘技术和人工湿地技术有共通之处，两者都是通过给微生物提供活动场所，在这个场所内会形成复杂的食物链，有生产者、消费者和分解者，三者分工合作，来降解水体中的污染物。但是氧化塘技术不用处理底泥的问题，而人工湿地技术就要综合考虑水、泥的分配比等问题。氧化塘技术不仅适用于河流等自然水体，还可用于处理油田废水。胡亚伟运用氧化塘技术处理桩西联采油废水，得到较理想的结果[6]。

氧化塘技术一般不单独使用，其仅作为治理黑臭河涌的预处理措施之一，若想把河涌水质改善好，氧化塘技术需和其他技术联合使用。经过氧化塘处理过的河涌可形成复杂、完善的生态系统，这又间接地为河涌的生物修复做好准备工作。

2.3. 人工湿地技术

人工湿地是一种人工构建和监督控制的地面，类似于沼泽地，国内有关河流生态恢复研究大约 75% 致力于河流水质状况的恢复，40% 尝试河岸植被和湿地群落的恢复[7]。阿斯亚·阿布都客迪尔[8]等研究了人工湿地在喀什噶尔河河道治理中的应用，研究发现在未进行净化处理前，水质为劣 V 类水，通过人工湿地处理后水质已经达到了标准，由此可知人工湿地净化效果还是比较理想的。高峰等人运用秋茄人工湿地净化循环海水养殖废

水, 经过处理过的水质达到国家渔业水质标准[9]。因此在氨氮含量较高的河涌水体中也可以考虑用人工湿地技术进行处理。

在我国, 关于人工湿地的研究起步较晚, 人工湿地技术既有好的一面也有坏的一面, 它的好处在于建造和维护费用低, 且易于管理, 又能带来可观的经济价值; 但它的占地面积足够大、影响因素比较多, 不利于设计参数的确定; 目前, 人工湿地作为一种新的处理技术, 处理工艺有待进一步改良, 以保证设计参数的准确性, 为以后人工湿地技术的应用做好准备工作。人工湿地技术和生态文明理念不谋而合, 在大力倡导生态文明建设的今天, 人工湿地技术在河涌修复方面具有广阔的应用前景。

2.4. 太阳能曝气技术

太阳能曝气技术的出现为经济、适用的水体曝气增氧技术提供可能, 当河涌里的水体处于缺氧状态时, 微生物会发生厌氧分解, 产生让人觉得恶心的气体如: 氨气、硫醇、硫化氢气体等。若水体中的溶解氧很充足, 水体中的微生物不仅不会发生厌氧分解, 还会加速分解水体中的有机污染物质。太阳能曝气技术不仅增加了水体的溶解氧, 而且充分利用自然资源, 符合可持续发展的理念。王风贺等人研究了曝气增氧技术在城市黑臭河流水质改善中的应用, 结果表明, 太阳能曝气增氧技术不仅合理利用资源而且可以从根本上改善水质[10]。

通过太阳能曝气技术来修复黑臭河涌, 虽然能起到改善水质的作用, 但效果不是特别明显, 一般把该技术作为修复河涌的辅助方法。仅从太阳能曝气技术能够利用散失的能量这一点出发, 可以肯定太阳能曝气技术的前景是很广阔的。

2.5. 原位生物修复

原位生物修复技术是近几年刚刚兴起的一门新技术, 原位生物修复技术一般是多种技术的组合, 通过投加营养物质、微生物等方式实现的, 它的优点是在治理过程中污染物不会有大的转移, 更不会造成二次污染, 但它的缺点是过程不易控制。林燕春[11]等通过河道曝气增氧、投放微生物菌剂、底泥沉积物生物修复和设置生物巢系统等步骤和措施, 实现了黑臭河涌的修复。陈小敏等也运用原位生物修复技术对上庄河污染河水进行试验, 结果发现, 河水水质得到显著的改善[12]。

原位生物修复包括生物强化技术、生物促生技术等等, 它是在人与自然和谐相处的理念之上时兴起来的一种技术, 试验表明, 该技术能够有效地治理黑臭河涌, 经原位修复治理后的河涌, 水质得到明显改善, 河涌生物多样性增加、生物链延长, 生态系统得以恢复。

2.6. 原位生态修复

原位生态修复技术是利用培育的植物或培养、接种的微生物的代谢活动, 对水体中的污染物进行迁移、转化和降解, 用来改善河流的水质, 并且构建具有完整营养级结构的水生态系统, 从根本上恢复河流系统的生态健康[13][14]。沙昊雷[14]等人运用生态修复技术治理常州市白荡浜黑臭水体, 水质得到很大改善。刘明元运用原位生态修复技术处理村镇污水, 特别为南方地区村镇污水提供借鉴意义[15]。

原位生态修复技术是在景观学的基础之上建立起来的河涌修复方法, 倡导生态文明建设, 原位生态修复和原位生物修复之间有密切的关系, 两者相辅相成, 生物-生态组合技术是近几年使用比较多的技术。我国河网分布复杂, 各个地方的河涌因地理区域的不同而表现出很大的差异性。因此, 目前对于黑臭河涌的治理仍没有非常成熟、稳定有效的方法, 这就需要研究人员把单个的治理技术组合起来, 通过实践来观察河涌的水质变化, 以确定该方法是否可行, 进而确定一个治理该河涌的方案, 为其他河涌的治理提供参考。

3. 总结

河涌修复是一项系统工程, 重点要考虑以下因素: (1) 河涌属于开放水体, 不可控制的因素比较多; (2) 河

涌属于天然水体,与污水处理厂的污水处理不同,河涌水体中存在着相互关联的自然生态系统,在治理过程中须考虑很多实际问题;(3)河涌治理过程中必须同时考虑水质和生态环境,不仅仅是要改善水质,更重要的是要消除底泥污染物并恢复其微生物生态系统,使生态群落趋于完整。我国河流众多,河流的区域性差异比较大,要综合考虑多方面的因素来治理被污染的河涌,单纯地依靠一种技术很难将河涌的水质得以改善,运用几种技术的组合不失为一种有效的办法,这就需要相关研究学者因地制宜,通过实践探索出属于不同河涌的治理措施。

目前以可持续发展为理念,追求人与自然和谐发展的治理河涌技术俨然已成为国内外的热点。总之,修复黑臭河涌是一个综合性、系统性工程,需要针对不同情况,运用不同的工程措施,多管齐下才能达到预期的效果,还给市民一个舒适、安全、优美、富有情趣的生活环境。

基金项目

广东省科技人才专项支持项目(C10455);华南师范大学大学生创新创业训练计划。

参考文献 (References)

- [1] 丁文峰,张平仓,陈杰.城市化过程中的水环境问题研究综述[J].长江科学院院报,2006,23(2):21-24.
DING Wenfeng, Zhang Pingcang and Chen Jie. Review of environmental problems about water in the process of urbanization. Yangtze River Scientific Research Institute, 2006, 23(2): 21-24.
- [2] 刘锋.广州东濠涌整治的回顾与前瞻[J].绿色科技,2011,(6):15-17.
LIU Feng. The remediation retrospect and prospect of Donghaoyong in Guangzhou. Green Technology, 2011, (6): 15-17.
- [3] AHN, Y., LCK, J. Perchlorate removal by river microorganisms in industrial complexes. Korean Chemical Engineering Research, 2014, 52(1): 92-97. <http://dx.doi.org/10.9713/kcer.2014.52.1.92>
- [4] CHUN, C.L., PAYNE, R.B., SOWERS, K.R., et al. Electrical stimulation of microbial PCB degradation in sediment. Water Research, 2013, 47(1):141-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.038>
- [5] 罗刚,胡和平,刘军,等.底泥生物氧化对黑臭河道上覆水体影响的研究[J].水利渔业,2008,28(2):71-74.
LUO Gang, HU Heping, LIU Jun, et al. Research on water sediment bio-oxidation of overburden on black-odor river. Reservoir Fisheries, 2008, 28(2): 71-74.
- [6] 胡亚伟.利用氧化塘技术处理桩西联采油废水[J].商情,2013,(10):109.
HU Yawei. Using the oxidation pond technology produces the oil wastewater of Zhuangxi. Business, 2013, (10): 109.
- [7] 冯杰,沙有生.浅谈人工湿地在大羊坊沟生态修复中的发展应用[M].北京:北京水利学会,2012
FENG Jie, SHA Yousheng. Talking about the development and application of artificial wetlands in Dayangfang ditch Ecological Restoration. Beijing: Beijing Hydraulic Engineering Society, 2012.
- [8] 阿斯亚·阿布都客迪尔,等.人工湿地在喀什噶尔河河道治理中的应用[J].水利科技与经济,2014,20(6):43-44.
A Siya.abudukedier, et al. Application of constructed wetland in the control of Kashgar river. Water Science and Technology and Economy, 2014, 20(6): 43-44.
- [9] 高峰,杨朝晖,李晨,等.秋茄人工湿地净化循环海水养殖废水效果[J].农业工程学报,2012,28(17):192-198.
GAO Feng, YANG Chaohui, LI Chen, et al. The effluents of K.candel wetland purification cycle mariculture. Agricultural Engineering, 2012, 28(17): 192-198.
- [10] 王凤贺,王国祥,刘波,等.曝气增氧技术在城市黑臭河流水质改善中的应用与研究[J].安徽农业科学,2012,40(10):6137-6138,6141.
WANG Fenghe, WANG Guoxiang, LIU Bo, et al. Application and Research about aeration technology to improve water quality in black-odor river of the city. Anhui Agricultural Sciences, 2012, 40(10): 6137-6138, 6141.
- [11] 林燕春,刘彦光,刘建勋,等.广州市河涌水环境原位治理生物修复技术[J].环境科学,2012,(4):39-42.
LIN Yanchun, LIU Yanguang, LIU Jianxun et al. Guangzhou creek water environment governance in situ bioremediation technology. Environmental Science, 2012, (4): 39-42.
- [12] 陈小敏,潘国武,肖继波,等.上庄河污染河水原位生物修复试验[J].浙江农业大学学报,2014,31(1):105-110.
CHEN Xiaomin, PAN Guowu, XIAO Jibo, et al. Test of polluted river in ShangZhuanghe in situ bioremediation. Zhejiang Agricultural University, 2014, 31(1): 105-110.
- [13] 邱海燕,刘雪峰,等.景观水体污染修复技术对比分析[J].环保科技,2013,(3):11-15.
QIU Haiyan, LIU Xuefeng, et al. Comparative analysis about remediation technology in landscape water. Environmental Technology, 2013, (3): 11-15.

- [14] 沙昊雷, 章黎笋, 陈金媛. 常州市白荡浜黑臭水体生态治理与景观修复[J]. 中国给水排水, 2012, 28(14): 74-77.
SHA Haolei, ZHANG Lisun and CHEN Jinyuan. Ecological management and landscape restoration about black-odor water of Bai Dang Bang in Changzhou. China Water & Wastewater, 2012, 28(14): 74-77.
- [15] 刘明元, 李晓霞, 何业俊, 等. 村镇污水原位生态修复示范工程及减排分析[J]. 中国给水排水, 2012, 28(4): 49-52.
LIU Mingyuan, LI Xiaoxia, HE Yejun et al. Demonstration project of town sewage in situ ecological restoration project and mitigation analysis. China Water & Wastewater, 2012, 28(4): 49-52.