

石墨烯光催化网新技术在江阴市 河道治理中的应用

金庆锋¹, 杨文革¹, 李 雷²

(1. 江阴市横土水利农机管理服务站, 江苏 江阴 214445;

2. 江阴市重点水利工程管理处, 江苏 江阴 214431)

摘要: 介绍了石墨烯光催化网材料组成及材料特点, 阐述了新技术原理, 重点介绍了其在江阴市某黑臭河道治理中的具体应用, 在一个治理周期后, 通过相关检测数据结合人体感观体验, 水质达到了预期效果, 为今后河道黑臭水体治理起到了示范和借鉴作用。

关键词: 石墨烯光催化网; 新技术; 黑臭水体; 应用

中图分类号: TV8

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 04-0058-03

Application of new technology of graphene photocatalytic network in river control of Jiangyin City

JIN Qingfeng¹, YANG Wenge¹, LI Lei²

(1. *Huangtu Agricultural Water Management Service Station of Jiangyin,*

Wuxi 214445, Jiangsu;

2. Jiangyin Key Water Conservancy Construction Management Office, Wuxi 214431, Jiangsu)

Abstract: The material composition and characteristics of graphene photocatalytic network, and the principle of new technology were introduced, mainly introducing the specific application in the management of some black and smelly river in Jiangyin City. After a governance cycle, the water quality had achieved the desired effect through correlation detection data combined with human sensory experience, which could be a model for future governance of black and odorous water in rivers.

Key words: graphene photocatalytic network; new technology; black and odorous water; application

0 引言

随着经济快速发展, 水污染越来越严重。改善水质的方法比较多, 传统的方法有控源截污、清淤疏浚、动力调水、种植挺水植物等。近年来随着国民经济快速增长, 利用上述方法对水环境改善的投入日益增多, 并取得了较大进展, 但水环境严峻形势总体

上仍没有得到根本扭转^[1]。目前在治水领域内, 新添了“石墨烯光催化网”技术, 利用该技术对江阴市某黑臭河道水体进行了治理。

1 “石墨烯光催化网”技术简介

1.1 材料组成

收稿日期: 2017-12-18

作者简介: 金庆锋 (1974-), 男, 工程师, 研究方向为水利工程施工及管理。

石墨烯光催化网是“具有可见光响应的异质间高效量子转移技术”的具体应用^[2],它以聚丙烯纤维材料作为基材,其上通过独特涂覆工艺负载多层特殊材料。这些材料由光敏材料、载流子高效转移石墨烯材料和具有量子尺寸效益的光催化材料组成,共同构建可见光红外响应的复合层状光催化系统。它是多层复合材料,共分5层,最底层以聚丙烯纤维材料为基材,解决比表面积问题,第4层为中间保护层,第3层为日光响应层,进行高效光催化响应,第2层为量子过渡层,解决效率问题,最外层为量子尺寸效应光催化层,其中的量子尺寸材料解决负载牢度问题。

1.2 技术原理

“石墨烯光催化网”技术摆脱传统光催化只能利用紫外光的使用局限,通过日光激发光敏材料,材料体系能够分解水制氧、产生氧化活性物质,从而使水中溶解氧增加,阻碍厌氧菌分裂繁殖,催化降解有机污染物。当系统接收到日光照射时,可见光敏感材料会迅速产生光生空穴(h^+)与光生电子(e^-),二维材料可以抑制 h^+ 和 e^- 的复合, h^+ 与 H_2O 反应生成羟基自由基($\cdot OH$), e^- 与 O_2 反应生成 $\cdot O_2^-$ 。而 h^+ 、 $\cdot OH$ 与 $\cdot O_2^-$ 统称为活性氧物质,该物质能氧化分解有机污染物,破坏细胞膜从而达到杀菌目的。光催化材料利用特定掺杂方法,与光敏感材料能隙匹配,加上局域表面等离子体共振,提升材料体系的可见光响应强度,这样石墨烯光催化网可以在可见光条件下使有机污染物降解,并提高溶解氧,以恢复水体的自净能力^[3]。

2 应用实例

2.1 治理河道基本情况

江阴市某河道治理长度600 m,治理地段由北向南依次为北部桥→中部桥→南端,北部桥到中部桥长度300 m,河宽约12.0 m,中部桥到南端长度300 m,河宽约8.0 m。该河为农村自然河道,水深1.5~2.5 m,试验段水体相对封闭,水位变化幅度不大。整个河道水体黑臭,为劣V类水。

2.2 治理规划

治理总目标:消除水体黑臭,水体清澈,使水体具有自净化能力。

实施方案:采用水中铺设石墨烯光催化网的方

法,对河道实施治理,在治理后期待水体黑臭现象消失后,人工介入水草、水生动物(鱼)及生物蝇,加快提升水体的自净化能力。计划治理周期为60 d。通过检测石墨烯光催化网使用前后水体中高锰酸盐指数、溶解氧、五日生化需氧量、悬浮物、总磷、总氮、浊度、悬浮物等指标的变化,结合人体对河道现场水体的感观体验,检验使用效果。

2.3 布网方案

单张的石墨烯光催化网宽度1.35 m,长度3.0 m,单张网通过聚乙烯绳纵向连接形成网带。依据一般黑臭水体布网率约25%的要求,制订河道布网方案:中部桥到南端河宽约8.0 m,布设2道网,中部桥到北部桥河宽约12.0 m,布设3道网。

2.4 前期准备工作

为使光照条件达到最佳及便于布网,清理治理河道范围内的枯树、河面漂浮物,浮萍等水生植物也应尽量打捞干净。

2.5 铺设要求

铺设在河中的每道网由若干段网合成。一段网由网带、悬浮系统及固定设施3部分组成,每段网长度一般为60 m~100 m。悬浮系统由支撑杆、浮球及配重组成,其作用是保证网带距离水平面10 cm的最佳位置。石墨烯光催化网在铺开状态下不易固定成形,因此单张网有4根支撑杆作横向支撑,支撑杆材质为玻璃纤维杆,直径2 cm,长度比网带略宽。每根支撑杆的2头各设置1个浮球,下部系有搪瓷配重,各支撑杆端头之间采用聚乙烯绳纵向连接,使一段网形成一个整体。固定设施布置在一段网的两端,2端各打入1根热镀锌钢管桩,长度及直径根据河道深度确定,钢管桩左右设有固定装置。从一段网的两端伸出聚乙烯绳与镀锌钢管桩相连接,绳长根据河面水位升降幅度而定,本河道水位变化幅度不大,绳长设定1 m。

石墨烯光催化网网带、悬浮系统既可在工厂内、也可在现场组装,本河道距工厂较近,采用现场组装。固定设施工作在现场实施,使用玻璃钢小船、橡皮艇等水上交通工具进行水上作业。

2.6 日常维护检查

安排专人每天到现场察看,遇有大风、大雨等恶劣天气时,加强巡查次数,巡查内容主要是检查固定设施是否移位,网带是否在水面最佳位置。发现偏差较大时,及时进行水上作业调整网体和配件。

2.7 使用效果分析

该河道从 2016 年 10 月 16 日开始布网,布网 3 天后水体颜色出现明显变化,从原来的墨色变成灰绿色,第 4 天开始黑臭现象逐步消失。而后的 2 周水体持续变绿,约 3 周后水体变得较清澈。2016 年 11 月 20 后人工介入水草、水生动物(鱼)及生物蝇,提升水体的自净化能力。

江阴市某检测公司全程对水质进行了检测,600 m 河段选取了 3 个监测断面。原计划治理周期为 60 d,在第 54 d 时进行了最后的数据测定,检测数据汇总如下表 1^[4]。

表 1 石墨烯光催化网使用前、使用后河道水质对比

指 标	处理前 平均值	处理后 平均值	GB3838-2002 地表水水质标准					处理前 指标评价	处理后 指标评价
			I	II	III	IV	V		
pH 值(无量纲)	7.28	7.46			6.0~9.0			——	——
溶解氧(mg/L)	0.30	13.5	≥ 7.50	≥ 6.00	≥ 5.00	≥ 3.00	≥ 2.00	劣 V 类	I 类
高锰酸盐指数(mg/l)	9.32	3.78	≤ 2.00	≤ 4.00	≤ 6.00	≤ 10.0	≤ 15.0	IV 类	II 类
五日生化需氧量(mg/L)	7.61	3.28	≤ 3.00	≤ 3.00	≤ 4.00	≤ 6.00	≤ 10.0	V 类	III 类
氨氮(mg/L)	2.60	0.44	≤ 0.15	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.50	≤ 2.00	劣 V 类	II 类
总氮(mg/L)	3.14	1.52	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.00	≤ 1.50	≤ 2.00	劣 V 类	V 类
总磷(mg/L)	0.52	0.10	≤ 0.02	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.40	劣 V 类	II 类
色度(倍)	2.00	2.00							
浊度(NTU)	94.0	15.1							
悬浮物(gm/L)	22.4	7.20							
叶绿素(mg/L)	6.57	3.55							

研究表明,当溶解氧降低到 2.0 mg/L 时,水体将处于缺氧状态;当溶解氧为 3 mg/L ~ 5 mg/L 时,水体中有机污染物和氨氮含量一般会超过地表水 V 类标准,呈现有色有味状态,但有水生生物存在;当溶解氧大于 6 mg/L 时,水体处于有氧状态,有机物降解和氨氧化速率显著增加,水体开始具有自净能力。该河道经 1 个治理周期后,黑臭现象完全消失,水中平均溶解氧为 13.5 mg/L,水体变清澈。

3 新技术应用小结

3.1 主要优点

“石墨烯光催化网”新技术在江阴市某河道黑

臭水体治理中的应用,取得了预期效果。其主要优点表现在以下方面:

(1) 不动底泥,原位处理,减少人为对底泥的干扰,保留了后期水体长效净化与恢复生态系统的生物种子库。

(2) 安装迅速便捷,无需专业设备。

(3) 运行简单,无需投放生物菌种、化学药剂,施工维护成本低,无需外加能源动力,只需阳光。

(4) 日常维护检查简单,只需调整网体和配件即可。

(5) 经黑臭水体浸泡几天后,白色网体表面虽包

裹了一层污染物质,但光催化的效果仍然不受影响。

3.2 改进方向

通过本次应用,该技术还需作进一步改进探索:

(1) 拓宽石墨烯光催化网的使用范围,除通航河道及光照条件特别差的水体外,能对河道、湖泊、港湾、水库等一切黑臭水体进行处理。

(2) 改善悬浮系统,使网体能适应水位变化幅度较大的水域,保持网体在距水面以下 10 cm 处的最佳位置。改进固定设施,使网体能抵制大风的侵扰,当水体具有中高流速时,固定设施确保牢靠。

(3) 提高网体布设机械化率,解放劳动力,能适应湖泊、水库等大面积水体治理的需要。

(下转第 64 页)

(上接第60页)

4 结语

“石墨烯光催化网”作为水体净化新技术,能对黑臭水体进行原位处理,利用可见光分解水中的有毒物质,分解水制氧,增加水体含氧量,让水体重新恢复自净化能力;与其他治理技术兼容性较强,可单独使用,也可在治理过程中配合适当的水生态修复技术。该技术在江阴市某黑臭河道内进行了具体应用,达到了预期效果,对今后河道黑臭水体治理起到了示范和借鉴作用,具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘占洲, 周伟明. 城市河道水质改善技术浅探[J]. 江苏水利, 2015(6):33-33.
- [2] 江苏省经济和信息委员会. 新产品新技术鉴定验收证书[R]. 2016.
- [3] 中国环境科学学会. 环保科技成果鉴定证书[R]. 2016.
- [4] 江阴秋毫检测有限公司. 江阴市利港南段河水体检测报告[R]. 2016.