

城市黑臭水体治理探讨

邢西刚¹, 赵丽平², 屈智慧³, 张欣³, 王昊天³, 王浠浠⁴

(1. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038;
3. 中科鼎实环境工程股份有限公司, 北京 100028; 4. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225127)

摘要:分析了黑臭水体产生的原因以及我国黑臭水体治理面临的问题, 提出我国黑臭水体治理的思路与技术: 开展顶层设计, 结合河长制与海绵城市建设, 进行城市黑臭水体治理, 并综合采用源头治理、调水及水系连通、构建河道生态和物联网等技术, 恢复湖体水生生态系统。

关键词:黑臭水体; 水体治理; 城市河流; 河长制; 海绵城市建设; 物联网技术

中图分类号:X5 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2017)S1-0103-03

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快, 环境保护和经济发展出现不协调, 许多城市河流出现水质污染、生态退化、季节性或常年性水体黑臭等现象。据权威部门统计, 截至2016年, 全国295个地级以上城市黑臭水体总认定数为2014个, 城市水体普遍受到污染, 黑臭水体逐渐增多, 已严重影响了城市景观建设和居民生活质量^[1-2]。

1 黑臭水体产生原因

过量的污染物进入水体, 是城市黑臭水体形成的直接原因。污染物类型主要有: ①城市生产、生活污水和废弃有机物; ②大气降尘引入的有机物和氮磷营养元素; ③地表径流引入的地表和土壤中的污染物; ④调水、补水所引入的污染物^[2]。进入水体的过量污染物, 在微生物作用下耗氧分解, 使水体形成了严重缺氧状态。氧气的减少使一些厌氧微生物大量繁殖, 从而使水体中的有机物腐烂发酵, 随之产生了氨气、甲烷和硫化氢等恶臭有害气体, 造成水体散发臭味。此外, 水体中的 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 等金属离子与水中的 S^{2-} 形成致黑物质 FeS 、 MnS 等, 铁锰硫化物被水中腐殖质吸附形成大量悬浮物, 使得水体发黑^[3]。河道水力学条件不足、水循环不畅也可能引起水体黑臭, 主要体现在河道水量不足、流速低缓以及河道渠道化、硬质化等方面。进入水体的污染物, 在水体中会进行扩散、迁移、转化, 若水力和水循环条件变差, 就会影响流域水环境状况, 导致水体污染^[2]。

2 面临的问题

2.1 外源污染

点源污染是指区域内以点源形式进入水体的各种污染物, 主要包括工业废水、污水处理厂出水、沿河居民生活污水、雨污合流溢流污染。随着我国城市化进程加快、城市人口迅速扩张, 城市用水量大大提高, 造成污水排放量激增, 给现有污水管网带来了巨大压力, 甚至部分污水被非法直接排入城市河道, 给城市水体带来不能承受之重。面源污染通常也称为非点源污染。城市面源污染主要是伴随着降雨过程, 空气中和地表的有机物被雨水带入水体, 使城市水体受到污染。有调查指出, 初期雨水携带整场降雨60%~80%的污染物, 主要有COD、SS、TN、TP和石油类, 城市初雨中的部分污染物浓度接近甚至超过城市生活污水^[4]。

2.2 内源污染

城市黑臭水体的内源污染主要来自于底泥, 底泥是排入城市水体的各种污染物的主要归宿场所之一, 也是造成城市水体二次污染的源头。同时, 底泥也是微生物繁殖的温床。城市黑臭水体往往存在多年的淤积历史和较深的底泥厚度, 因此, 面临着较高的内源污染负荷和二次污染风险。

2.3 城市下垫面硬质化程度高

城市河流水系受人为侵占严重, 很多河沟、水塘及湿地被填, 致使一些天然河道被阻塞, 严重影响了河网水系的连通性, 导致水系淤积、流动不畅、水质

恶化等问题产生。随着部分自然水系被分割、湖泊被填占,城市下垫面被改造成为不透水的路面、街道和屋顶等硬质铺装,城市原有的生态本底和水文特征被改变,其滞留和调蓄雨水的能力减弱,降雨不能及时下渗,易形成地表径流,造成面源污染^[4]。

2.4 水体自净能力低

城市河流为满足防洪、航运和供水需求,大都修砌为硬质河道,且加设闸坝等水利工程设施,造成河流水动力条件差,河道水体流速低缓,甚至形成死水,底泥淤积,复氧能力极差。另外,硬化河道破坏了水生生态系统的框架,低等的水生动植物失去了生存的环境,食物链被破坏,造成河道部分生态功能丧失。

2.5 其他问题

现有相关法律、制度不完善,水利、环保等管理部门职能交叉冲突、留白,权责不明,造成管理工作实施难度高,且政府环保宣传力度不足,民众、媒体在环保工作中参与度低,没有形成主人翁意识。

3 解决思路及治理技术

3.1 顶层设计

为治理水污染,我国制定了大量制度、法律法规,投入了大量资金,然而由于管理碎片化和机构间协同失灵,流域环境治理效果欠佳,人们逐渐认识到传统的单一部门和工程措施在治水上的不足^[1]。依据《水污染防治行动计划》,科学系统地综合治理城市黑臭水体,必须以全面改善水环境质量为核心,坚持分区管理,近中远期分期实施,“一河一策”分类治理的原则。其综合治理的技术体系应按照“控源截污—水质净化—生态修复”的理念和模式,坚持“水陆统筹,截污与改善水动力条件相结合,污染源治理和生态修复相结合,同时坚持工程建设与长效管理两手抓”的策略。

河长制被认为是对水环境行政治理模式的创新。2007年河长制在我国江苏省无锡市首创;2016年12月11日,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于全面推行河长制的意见》,要求2018年底前在全国范围内建立和实施河长制;2016年12月13日,水利部、环保部联合发布了全面推行河长制的具体实施方案,要求各地在水利普查基础上,对河湖健康状况做出准确评估,确定河湖分级名录。目前,河长制在我国全面推行,全国30多个省区市都已经制定了实施方案。

3.2 治理理念

海绵城市指城市在适应环境变化和应对雨水带来的自然灾害等方面具有良好的“弹性”,也可称之为“水弹性城市”。国际通用术语为“低影响开发雨水系统构建”^[5]。

为“水弹性城市”。国际通用术语为“低影响开发雨水系统构建”^[5]。

城市黑臭水体的治理,需要结合海绵城市的理念。国务院办公厅出台《关于推进海绵城市建设的指导意见》,指出采用渗、滞、蓄、净、用、排等措施,将70%的降雨就地消纳和利用。而对城市黑臭水体进行治理,可以采取截、引、净、减、调、养、测等措施。因此,景观湖泊黑臭水体整治与海绵城市建设在雨水径流控制、污染物削减、长效保持等方面有共同的建设需求及建设途径。在项目建设中将二者相结合,达到节约工程费用和工程效益最大化的目的。

3.3 治理技术

3.3.1 源头治理

从源头控制污水向城市水体排放,是黑臭水体治理最有效的工程措施,主要包括截污纳管和城市面源污染控制两方面。截污纳管利用原有合流管并沿河道两侧敷设污水截流管收集污水,理论上可以使旱季污水及初期雨水进入污水截流干管,从源头上削减排入水体的污染物。城市面源污染控制主要是控制雨水径流中含有的污染物,技术措施包括低影响开发(LID)技术、初期雨水控制技术。另外,通过清淤和打捞等措施清除水中的污染底泥、垃圾、生物残体等固态污染物,可以实现内源污染的控制^[5]。

3.3.2 调水及水系连通

健康的河流都有完整贯穿的河流形态。河流的内在特质是流动,水流是河流系统最重要的组成要素,是河流的功能载体,也是河流水系中的水、沙、水生生物、河漫滩、河岸等要素相互联系、相互作用的中介。因此,良好的连通格局不仅是健康河湖水系形态的外在表现,而且是河湖功能发挥的重要保障。水系连通性越好,水流的自净能力和纳污能力都会增强,进而改善水功能区水质状况^[4]。

通过向黑臭水体补充清洁水,可以促进水体流动和污染物的稀释、扩散与分解,提高水体纳污能力和自净能力。清水的来源可以是地表水或城市再生水,其中城市再生水是污水经过处理后达到景观利用标准的回用水,符合资源再利用的原则。通过工程措施提高水体流速,可以增强水体复氧能力和自净能力,适用于水体流速较缓的封闭型水体^[5]。

3.3.3 河道生态构建

以湖沼学及恢复生态学为基础,通过对流域水环境调查,针对当地的气候、地形条件,及本底环境特点,选择净化、适应能力强的本地水生植物品种;充分考虑功能与形式的结合,体现低碳、节能、环保的现代设计理念,减少系统维护管理成本;统筹兼

顾防洪建设、水体生态系统构建工程建设、水体景观建设,使其充分配合,达到防洪安全、水体清澈、景观充分展现的目的^[8]。

3.3.4 物联网技术

城市黑臭水体单靠运动式整治并不能产生好的效果,若要彻底解决黑臭水体问题,长效管理更重要。以城市黑臭水体整治业务为核心,基于物联网理念,利用物联网、云计算和大数据技术,通过全面感知、无线通信、自主诊断、场景应用等方面的结合,构建全方位的城市黑臭水体生命周期管理系统;并把工程治理和后期维护管理统一起来,综合利用卫星遥感监测、自动在线监测、自动视频监控、人工巡视监控、网络信息传媒等手段,构建水体监控预警系统。

4 结 语

城市黑臭水体已经成为制约社会经济持续发展和生态文明建设的“瓶颈”,全面推进水体治理对保护水资源、防治水污染、改善水环境、修复水生态具有重要意义。城市黑臭水体治理是一个复杂的系统

(上接第 102 页)

特别是疏水性蛋白质的含量,形成大量松散固着型 EPS,加重疏水性 PVDF 膜材料的膜污染。本项目采用的是氯化铝也没有观察到超滤膜的污染现象。对比文献[1],笔者认为对 PVDF 超滤膜生物反应器,化学除磷优先选用铝盐,尽可能降低铝盐中铁的含量。

3 结 论

a. 将超滤膜技术应用于农村生活污水的深度处理,采用“A/O+MBR+化学除磷”工艺能有效去除污水中的 COD、BOD、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP 等污染物,能很好地解决传统工艺无法进行深度处理的问题,满足新的污水处理排放标准。

b. 超滤膜技术与生化反应器技术结合的一体化 MBR 处理设备,通过物理截留活性污泥,可有效提高膜池污泥浓度达 8 000 ~ 15 000 mg/L(本试验稳定运行的膜池污泥浓度 13 370 mg/L),验证在农村生活污水处理上高污泥浓度稳定运行的工况。

c. 一体化 MBR 处理装置稳定运行也得益于超滤膜组件的优良表现,本试验选用 MBR 膜是一种浸入式具有内部支撑的加强型中空纤维膜,膜丝外层材质为聚偏氟乙烯,膜丝内层为高强度材料,外层和内层的直径分别为 2.1 mm 和 0.9 mm,超滤膜具有非常好的物理性能,抗拉强度大于 300 N,由华电水

工程,应坚持“技术集成、因地制宜、综合措施、统筹管理、长效运行”的原则,遵循“控源截污、驳岸改造、清淤活水、生态恢复”的技术路线,全面推行河长制,以流域为体系,结合海绵城市建设,采用生态修复、调水补水、湖底定期清淤、初雨污染控制等工程措施,恢复湖体水生生态系统,建立健全流域物联网系统,科学监测监控,保持长期持久的最佳治理效果。

参考文献:

- [1] 张列宇,王浩,李国文,等. 城市黑臭水体治理技术及其发展趋势[J]. 环境保护, 2017(5): 62-65.
- [2] 刘光瑞. 城市黑臭水体治理进展研究[J]. 江西建材, 2017(18): 128-129.
- [3] 宋陆阳. 城市黑臭水体治理技术及其发展探究[J]. 中小企业管理与科技, 2017(7): 140-141.
- [4] 孙斌. 景观湖泊水体整治与海绵城市建设相结合的途径探讨[J]. 低碳世界, 2017(8): 9-11.
- [5] 黄洁慧,周宝昌,吴俊,等. 城市黑臭水体的整治:以牛首山河为例[J]. 污染防治技术, 2017(2): 16-19.

(收稿日期:2017-12-15 编辑:彭桃英)

务膜分离科技(天津)有限公司提供。

d. 一体化装置设计采用撬块式结构,便于推广应用。通过精巧的强化控制技术,本试验装置将缺氧池、好氧池、膜池、药剂箱等各处理单元集成在一个大集装箱内,系统的污泥量远远低于传统的曝气工艺,且把传统的曝气、二沉和过滤单元操作工艺简化成一个单元工艺步骤,系统运行简单,占地面积只有传统工艺的 10% ~ 20%。采用撬块式设计的一体化污水处理装置组装,现场连接及更换较为方便,布置灵活、多变,且方便运输。

参考文献:

- [1] 王曼;冯绮澜;赵庆良,等. BAF-MBR 用于污水深度处理与同步化学除磷[J]. 环境工程学报,2016,10(9):4945-4950.

(收稿日期:2017-12-08 编辑:徐 娟)

