

罗阳排渠水系黑臭水体治理系统方案研究

田茂佳

(中工武大设计集团有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518000)

摘要 本文研究了罗阳排渠水系黑臭水体治理的系统方案。通过对罗阳排渠及其周边区域的水质进行系统监测, 分析污染源及其影响因素, 提出了紧急治理和长期改善相结合的综合治理措施。研究表明, 采用曝气和磁性絮凝技术可以有效去除水体中的主要污染物, 实现快速水质恢复。长期改善措施包括加强污水处理设施建设、调整产业结构、推进农村环境整治、实施水资源配置工程以及强化法律执法和监督管理, 以确保水体的长期清澈和无臭。该方案旨在为类似水体的治理提供科学依据和实践参考。

关键词 罗阳排渠水系; 黑臭水体; 治理系统方案

中图分类号: X52

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0052-03

随着城市化和工业化进程的加快, 水体污染问题日益严重, 黑臭水体成为制约区域经济和社会发展的的重要因素。罗阳排渠作为一个典型的城市排水系统, 其水质长期处于劣V类, 严重影响了周边居民的生活质量和生态环境。为了改善罗阳排渠水系的水质, 亟须制定一套科学、系统的治理方案。本文基于对罗阳排渠及其周边区域的水质监测数据, 分析了污染源及其影响因素, 提出了紧急治理和长期改善相结合的综合治理措施, 以期为类似水体的治理提供科学依据和实践参考。

1 研究标准和方法

1.1 研究标准

随着城市和经济建设的快速发展, 污染问题日益严重。该河流域水质逐年恶化, 特别是两个城市交界处的水质长期超标, 严重制约了区域经济社会的可持续发展。这不仅影响了两城之间的长期深厚感情, 还成为构建和谐社会的瓶颈因素。因此, 对河流域的污染治理势在必行^[1]。

为了全面了解河流域的水环境质量, 本文收集了2017年至2022年的河流域常规水质检测数据, 并补充监测了当前水文水质状况, 为客观分析河流域水质的时空特征提供了坚实的基础。根据《广东省地表水环境功能区划》和《广东省跨市县级河流断面水质达标管理计划》, 实施《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的IV类标准^[2]。因此, 对流域内每个断面均采用IV类标准进行评估。

1.2 研究方法

本文参考了《地表水环境质量评价方法》和《地表

水环境影响评价技术导则》(HJ/T 2.3)的相关内容, 采用单因子标准指数法等方法进行评估。

对于一般水质指标, 单因子标准指数法的计算公式如下:

$$S_{i,j} = \frac{c_{i,j}}{c_{s,i}}$$

式中, $c_{i,j}$ 是第 i 个水质指标的第 j 次实测值 (mg/L); $c_{s,i}$ 是水质指标的评价标准值 (mg/L)。

溶解氧 (DO) 的标准指数 S_{DO} 计算公式如下:

当 $(DO_j \geq DO_s)$ 时:

$$S_{DO} = 1 - \frac{(DO_j - DO_s)}{(DO_f - DO_s)}$$

当 $(DO_j < DO_s)$ 时:

$$S_{DO} = 1 - 10^{(0.48 \cdot (DO_s - DO_j))}$$

其中: DO_f 是在温度和压力环境下测得的饱和溶解氧值 (mg/L); DO_j 是实测的溶解氧值 (mg/L); DO_s 是评价标准值 (mg/L)。

pH 值的标准指数 S_{pH} 计算公式如下:

当 $(pH_j \leq pH_s)$ 时:

$$S_{pH} = 1 - \frac{(pH_s - pH_j)}{(pH_s - pH_f)}$$

当 $(pH_j > pH_s)$ 时:

$$S_{pH} = 1 - 10^{(0.48 \cdot (pH_j - pH_s))}$$

其中: pH_j 是实测的 pH 值; pH_s 是评价标准值; pH_f 是在评价标准下的饱和值。

超标率 Re 的计算公式如下:

$$Re = \frac{n_e}{n} \times 100\%$$

式中, n_e 是某项监测超标的次数; n 是某项监测的总次数。

2 流域概述及问题分析

2.1 水质分析与评价

常规水质监测项目包括水温、pH 值、溶解氧 (DO)、高锰酸盐指数、化学需氧量 (COD)、生化需氧量 (BOD₅)、NH₄⁺-N、总磷 (TP)、总氮 (TN)、Cu、Zn、氟化物、Se、As、Hg、Cd、Cr⁶⁺、Pb、氰化物、挥发酚、石油、LAS、硫化物、粪大肠菌等, 实施分级标准为 I 类至 V 类^[3]。

从 2017 年至 2022 年的交接段监测数据中, 采用单因子标准指数法分析了其 24 项常规水质监测指标的超标情况, 并按照标准指数值的顺序列出了前五个主要超标指标, 年均水质显示, 交接段超标主要因素为 TP、TN、NH₄⁺-N、DO 和 BOD₅, 并且其他指标达到或优于 IV 类标准。其中, DO 在 2017 年至 2019 年间严重超标, 标准指数值达到 4 以上。2020 年后, 标准指数开始改善, 2022 年降至 1.00。TP 指数一直是超标较为严重的因素之一^[4]。

从时间趋势来看, 交接段水质变化趋势不明显, 但波动较大。水质波动主要受干旱和高水位季节及流量等因素影响, 过去五年显示改善趋势。其中, DO 指数在雨季、正常水期和旱季逐年呈改善趋势, 水质标准从较差的 V 类变为 IV 类水标准, 改善显著 (见图 1)。最低值出现在 2018 年的干旱季节, 有机物指标 CODCr 除了 2017 年正常水期和 2021 年、2022 年低水期外, 都被分类为 V 类。其余时段基本达到 IV 类水标准, 最高浓度出现在 2017 年正常时期的四月 (见图 2)。BOD₅ 指数在 2017 年至 2022 年的高水期低于正常水期和低水期。每个水期的 BOD₅ 浓度都高于 IV 类水标准, 与或比 V 类水标准相符或更差, 最高浓度出现在 2018 年 (见图 3)。N 和 P 的营养盐指数 (TN、TP 和 NH₄⁺-N) 波动

较大, 不同水期浓度值的水质没有显著差异, 呈交替波动, 全年陷入贫困的 V 类水标准^[5]。TN 浓度的最大值出现在 2017 年的四月水平期 (见图 4), NH₄⁺-N 的最大值出现在 2017 年的三月水平期。TP 的最大值出现在 2017 年正常期的三月。

从以上可以看出, 在研究期间, 整个流域严重受到污染。监测区段低于 V 类的比例达到 77.78%, 主要污染因子为 NH₄⁺-N、TP 和 CODCr, 超标倍数最大分别为 1.84、3.86 和 1.83 倍。大多数超标率达到 100%。总体水质状况属于严重污染的 V 类以下, 调查发现流域受到一些重度污染的支流影响, 主流逐渐从上游向下游污染, 水体由上游 III 类变为下游交接处的 V 类水质, 尤其在流经人口密集的城市区域时, 水质恶化明显, 重度污染支流的水质比 V 类更差。

2.2 底泥重金属分析

在检查期间, 研究在流域交接段进行了河面沉积物检查, 与水文水质调查同时实施。转移段底泥中各种重金属污染物的含量均在中性和碱性土壤的控制标准范围内, 大部分在酸性土壤的控制标准值范围内, 仅两项指标 Cd 和 Cr 超过了酸性土壤的控制标准。可以看出, 该流域水污染排放中重金属污染物较少, 主要来源应为家庭污染源。在非酸性条件下, 沉积物经过清理后可以用于附近的农业用途。

3 全面整治建议

黑臭水体治理是一个系统工程, 不同的黑臭水体存在不同的成因、现状和影响因素。根据全国其他地区的整治措施和广东东部的实际情况, 从河流流域水环境治理的角度出发, 提出了紧急治理阶段和长期水质改善阶段的治理措施建议, 旨在为黑臭河道控制和

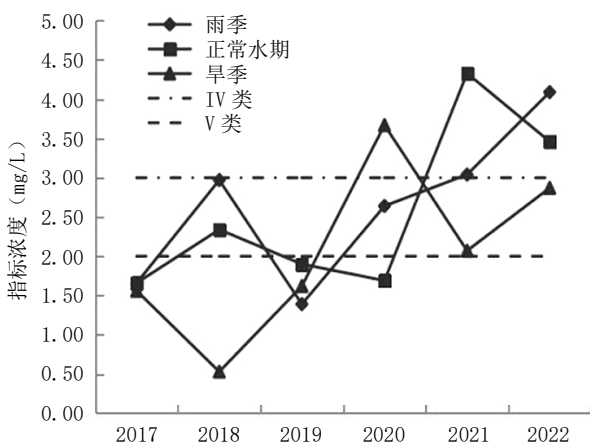


图 1 交界处 DO 时间的变化趋势

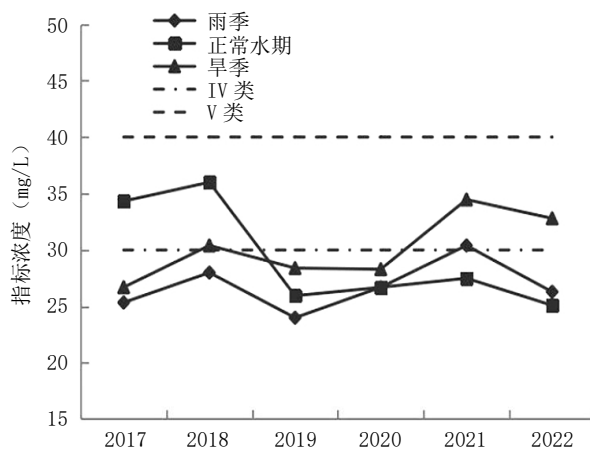
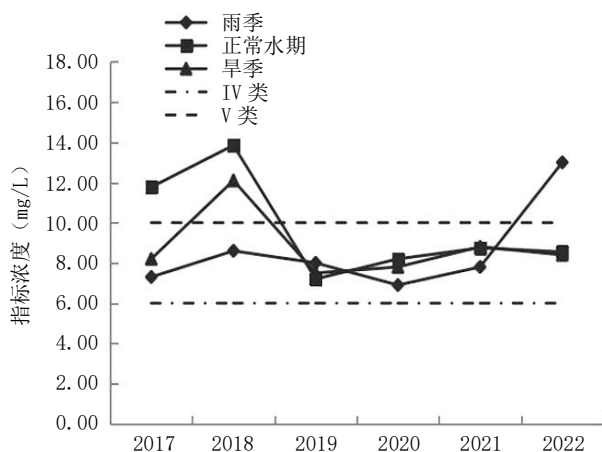


图 2 交界处 CODCr 时间变化趋势图

图3 交界断面 BOD₅ 随时间变化趋势图

流域水污染防治提供宏观视角和理论基础。

3.1 紧急治理阶段方案建议

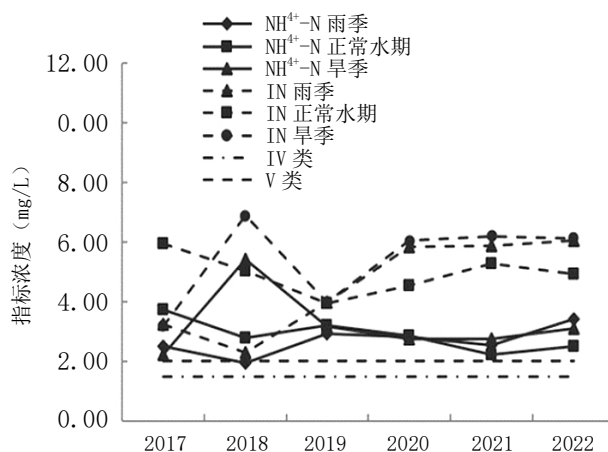
流域主要污染物为化学需氧量(COD)、氨氮(NH_4^+-N)和总磷(TP)。研究表明,磁性吸附剂对磷的去除效果显著,磷的最大去除率可达到98.14%,可作为水体快速恢复和澄清的紧急处理方法。对罗阳排渠原水的混凝和曝气实验显示,磁性絮凝处理下COD和硝酸盐的最大去除率分别达到了89.77%和98.14%;曝气氧化法下COD的最大去除率可达65%;在曝气过程中添加活性污泥可以进一步提高COD和氨氮的去除率;在曝气和磁性絮凝的联合作用下,COD、 NH_4^+-N 、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ 、TP和Fe的去除率分别可达到99.42%、80.87%、100%、99.22%和85.35%。

在曝气和磁性絮凝技术的联合作用下,各指标的降低率达到了80%,能够快速将水体恢复到较好的感官效果,迅速达到水体净化的目的。流域的主要污染因子为COD、 NH_4^+-N 和TP,与罗阳排渠类似。因此,曝气和磁性絮凝技术可以作为该流域紧急治理措施,并预计每种污染因子的治理效果达到80%。

3.2 长期水质改善阶段方案建议

紧急治理措施后,水体的黑臭程度将得到缓解。然而,为防止水质再次变黑变臭,应从源头减排、过程中断和管理多方面综合治理,结合现场情况,实现水体清澈无臭的目标。

鉴于地方污水处理厂分布不均和污水处理率低的情况,应根据当地实际情况加快第三座污水处理厂的建设;应积极推广建成区和重污染河流的污水收集管网建设,实施流域内的雨污分流,加快建成区的排水系统的雨污分流改造,扩大污水收集范围,增加污水

图4 TN, NH_4^+-N 交界处的时间变化趋势

进入污水处理厂的集中度。对建成区的道路网和所有建设项目,必须严格实施管网的雨污分流,采取河道两侧的清理和分流截留等措施,大幅提高污水收集率,并通过管网、箱涵等设施送往污染处理厂。

4 结束语

通过对罗阳排渠水系黑臭水体治理的研究,本文提出了紧急治理与长期改善相结合的综合治理方案。研究表明,采用曝气和磁性絮凝技术能够快速有效地去除水体中的主要污染物,实现水质的快速恢复。长期改善措施包括加强污水处理设施建设、调整优化产业结构、推进农村环境综合整治、实施水资源配置工程以及强化法律执法和监督管理。这些措施的实施将有助于确保罗阳排渠水体的长期清澈和无臭,改善区域生态环境和居民生活质量。未来的工作应注重治理措施的实施效果监测和评估,持续优化治理方案,确保治理效果的稳定和持久。

参考文献:

- [1] 李炯坤.城市黑臭水体治理与生态修复措施探讨[J].工程技术研究,2024,09(08):164-166.
- [2] 高凡.黑臭水体河底末端修复治理研究[J].工程建设与设计,2024(07):131-133.
- [3] 肖莹莹.我国城镇黑臭水体综合治理思路研究[J].皮革制作与环保科技,2024,05(06):105-107.
- [4] 本刊编辑部.治理黑臭水体 改善农村环境[J].农家致富,2024(05):1.
- [5] 周金玲,张聪,孔令为,等.城市内河小流域黑臭水体治理技术探讨[J].水道港口,2023,44(06):971-976.