

Analysis of technical path for comprehensive treatment of urban black and odorous water bodies

Teng Tu

Ruiqing Environmental Research Institute (Jiangsu) Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

With the continuous acceleration of urbanization, urban black and malodorous water bodies have become a significant issue affecting the ecological environment and residents' quality of life. The management of these water bodies faces complex technical challenges, making the exploration of comprehensive treatment technologies particularly important. This paper primarily analyzes various technical approaches for managing urban black and malodorous water bodies, including physical and chemical treatment methods, biological treatment methods, and their integrated application paths. By comparing the advantages and limitations of different technical approaches, it proposes corresponding technical choices and implementation strategies. Additionally, this paper discusses evaluation criteria for the effectiveness of technical approaches in actual governance and, based on urban realities, suggests optimized and improved pathways. Finally, the paper looks ahead to future trends in technical approaches and emphasizes the necessity of sustainable governance.

Keywords

black and odorous water body; treatment technology; technical path; physical and chemical treatment; biological treatment

城市黑臭水体综合治理技术路径分析

涂腾

瑞清环境研究院（江苏）有限公司，中国·江苏南京 210000

摘要

随着城市化进程的不断加快，城市黑臭水体问题已成为影响生态环境和居民生活质量的重要问题。黑臭水体的治理面临着复杂的技术挑战，综合治理技术路径的探索尤为重要。本文主要分析了城市黑臭水体治理的多种技术路径，包括物理化学治理技术、生物治理技术及其综合应用路径。通过对不同技术路径的优势与限制进行比较，提出了相应的技术选择和实施策略。此外，本文还探讨了技术路径在实际治理中的应用效果评估标准，并结合城市实际情况，提出了优化和改进的路径。最后，本文展望了未来技术路径的发展趋势，提出了可持续治理的必要性。

关键词

黑臭水体；治理技术；技术路径；物理化学处理；生物治理

1 引言

城市黑臭水体问题的日益严重，不仅对水环境造成了极大的污染，也影响了人们的生活质量。黑臭水体的形成原因复杂，涉及水体污染、缺乏有效的治理措施以及水体自净能力不足等多方面因素。传统的治理方法虽然在某些领域取得了一定成效，但仍面临诸多挑战，特别是在大规模、持续性的治理过程中，技术的集成性和系统性显得尤为重要。因此，综合治理技术路径成为当前黑臭水体治理的研究热点。技术路径的选择不仅影响治理效果，还直接决定了治理的可持续性。本文将从技术路径的不同类型入手，探讨各类治理技术的应用及其优势，分析其适应性和实施策略，进一步为

实际操作提供理论依据。随着环保技术的不断进步，未来治理技术路径的创新和应用前景将为黑臭水体治理提供更多的解决方案。

2 城市黑臭水体的概述

2.1 黑臭水体的定义与特点

黑臭水体是指水体在长期受污染和缺乏有效治理的情况下，水质恶化，出现黑色、臭味等明显的污染现象。这类水体通常呈现出低透明度、水体表面覆盖浮油或漂浮物的特征，水中的溶解氧含量极低，常伴随有恶臭气味。黑臭水体主要发生在城市内河、湖泊和水渠等水体中，特别是在排水管网不完善、污水处理设施不足的地区。水体富营养化现象严重，水质持续恶化，水生态系统的自净能力下降。黑臭水体不仅影响城市的环境景观和空气质量，还对水生生物的生

【作者简介】涂腾（1988-），男，中国江苏宿迁人，本科，工程师，从事环境污染治理研究。

生态恢复以及水体自净功能的恢复等因素。

2.2 黑臭水体的成因分析

黑臭水体的形成是多种因素综合作用的结果。城市化进程中的不合理排水系统、污水直排以及工业废水排放是导致水体污染的主要原因。在许多城市，污水处理设施的建设滞后，导致大量未经处理的污水进入水体。水体的流动性差、交换能力弱，尤其是闭塞水域，更容易积聚有害物质，形成恶性循环。此外，城市周边的农业和养殖业排放的农药、化肥和有机废弃物也加剧了水体污染。另一方面，气候变化、极端天气等因素使得水体的自净能力减弱，水中的氮、磷等营养物质浓度不断上升，导致藻类大量繁殖，进一步加剧水体的富营养化。这些因素共同作用，形成了黑臭水体的恶性污染。

3 黑臭水体治理的技术路径

3.1 物理化学治理技术路径

物理化学治理技术主要通过物理和化学手段改善水体质量。常见的物理方法包括机械曝气、沉淀、吸附等，可以有效提高水体中的溶解氧含量，去除水中的有害物质。化学方法则通过投加化学药剂，例如絮凝剂、氧化剂等，促进水中污染物的沉降和转化。活性炭吸附、臭氧氧化、化学沉淀等技术能够快速降低水中的有机污染物和重金属含量，具有显著的短期治理效果。这些技术的优势在于操作简单，见效快，适用于处理大规模污染水体。

3.2 生物治理技术路径

生物治理技术通过利用水生植物、微生物等生物的自净作用对水体进行治理。水生植物能够通过吸收水中的营养物质，如氮、磷等，减少水体的富营养化程度，从而有效改善水质。微生物治理技术利用特定的微生物群落降解水中的有机污染物，分解水中的油污、氨氮等污染物质。这类方法的优点在于生态恢复效果好，能够持续改善水质并修复水体的自净能力。生物治理技术对水体的生态环境具有长远的改善作用，有助于恢复水体生态平衡。

3.3 综合治理技术路径的分析

综合治理技术路径是结合物理、化学和生物治理技术，以实现更全面的水体改善效果。这一路径通过多个技术的协同作用，能够综合解决黑臭水体的复杂污染问题。例如，先使用物理化学方法去除水中的悬浮物和有毒物质，再利用生物技术恢复水体生态环境，最终实现水质的长期改善。综合治理能够克服单一技术的局限性，增强治理效果的稳定性和持续性。在具体应用中，还需要根据水体的实际情况选择合适的技术组合，以达到最佳的治理效果。然而，综合治理技术的实施通常需要较高的投入，且治理过程复杂，需要精确的技术配合与管理。因此，实施时应充分考虑资金、技术和环境等多方面因素，确保技术路径的可行性和效果，图1为城市黑臭水体治理技术应用流程。

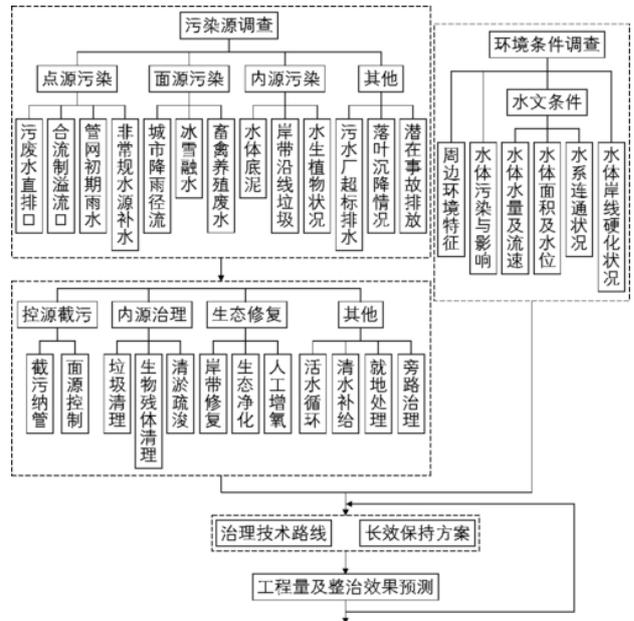


图1 城市黑臭水体治理技术应用流程

4 黑臭水体治理技术应用策略

4.1 治理目标与技术路径的匹配策略

黑臭水体治理的成功与否取决于治理目标与技术路径的有效匹配。在治理过程中，首先需要明确水体的污染类型、污染程度以及治理的具体目标。例如，若目标是快速改善水质，物理化学治理技术可能是首选，而若目标是长期恢复水生态，则生物治理技术或综合治理路径更为适用。在技术路径的选择上，应根据水体的特点和污染源的不同，制定个性化的治理方案。对于受工业污染较重的水体，可能需要采用化学法先行处理，随后通过生物修复技术恢复水体生态。

4.2 技术选择与组合优化策略

技术选择与组合优化策略在黑臭水体治理中扮演着至关重要的角色。单一的治理技术往往无法应对复杂的水体污染，因此，合理的技术组合能够发挥各类技术的优势，互补短板。在技术选择时，应根据水体的具体污染情况、治理目标、资金投入以及时间限制等多方面因素，选取最合适的单一技术或组合技术。例如，若水体污染严重且急需改善，采用物理化学方法如化学沉淀和吸附法进行初步处理，可以有效去除污染物，为后续的生物治理创造条件。

4.3 技术路径的实施与操作策略

在黑臭水体治理中，技术路径的实施与操作策略至关重要，直接影响治理效果的实现。实施策略首先应保证技术方案的可操作性和经济性，制定详细的实施计划，并结合实际情况合理安排治理步骤。对于复杂的黑臭水体治理任务，通常需要进行分阶段实施，先通过物理化学手段进行初步处理，再通过生物治理或生态修复方法进行后期修复。操作策略要注重全过程管理，确保每个阶段的治理效果能够衔接和协调。比如，物理化学技术在初期的污染物去除过程中，

需要精确控制药剂投加量和处理时间,以避免二次污染的发生。在后期的生物修复过程中,应定期监测水质变化,调整植物种类和微生物群落,确保其能够持续发挥作用。

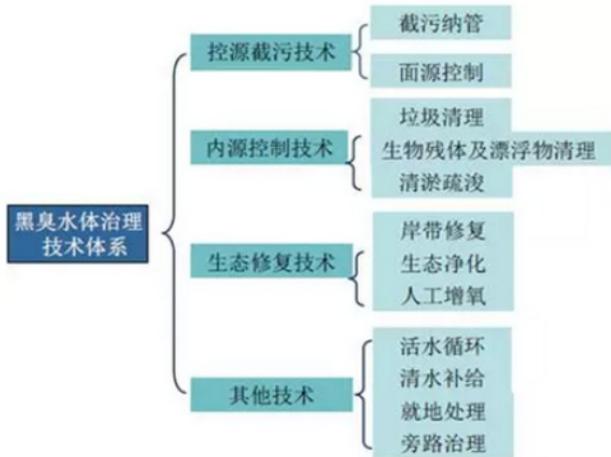


图2 城市黑臭水体处理技术的主要内容

5 黑臭水体治理技术路径的评估与改进

5.1 技术路径的效果评估标准

黑臭水体治理技术路径的效果评估是确保治理措施有效性的关键。评估标准通常包括水质改善、生态恢复、成本效益等多个维度。在水质方面,常通过水中溶解氧(DO)、氨氮(NH₃-N)、总磷(TP)和化学需氧量(COD)等指标来衡量治理效果。例如,在治理后,DO的增加量应达到2-3 mg/L, COD和氨氮的去除率应超过60%,总磷的去除率应达到50%以上。此外,治理效果的评估还应考虑水体的生态功能恢复,如水生植物的存活率和微生物群落的恢复情况。成本效益分析也是评估的重要指标之一,治理技术的投入产出比需要合理,一般来说,技术路径的投入产出比应控制在1:5以上,且治理的总成本应小于相同规模污染治理的市场平均成本。

5.2 技术路径的优化改进策略

黑臭水体治理技术路径的优化改进策略需要结合实际情况,确保治理效果的持续性和稳定性。首先,应加强技术的集成性,多个技术的结合能够发挥协同效应,提升整体治理效果。例如,在物理化学处理后,通过引入生物治理技术进行生态修复,不仅能够提高水质,还能恢复水体的自净功能。根据数据分析,物理化学方法与生物方法的组合使用可提高水质改善速度,且污染物去除率提高了40%以上。其次,

针对技术实施中的瓶颈问题,需要加强设备的更新与技术的升级。

5.3 实施过程中技术路径的调整与修正

在黑臭水体治理实施过程中,技术路径的调整与修正是确保治理效果长期稳定的重要手段。治理过程中需要实时监测水质变化,根据监测数据及时调整治理策略。例如,在初期使用物理化学方法进行污染物去除时,如果发现氨氮浓度未达到预期目标,则需增加氨氮去除剂的投加量,确保水质的持续改善。此外,技术路径的修正还应考虑季节性变化对治理效果的影响。数据表明,冬季水温较低时,生物治理的效果较差,此时可以加强物理化学手段的使用,通过适当增加药剂的使用量,提高治理效果。在实际操作中,也需要根据水体的流速、污染源的种类和浓度等因素,灵活调整治理技术的实施方案。

6 结语

黑臭水体的治理是一个复杂且系统性的过程,涉及多个技术路径的合理选择与综合应用。通过物理化学、生物治理及综合治理技术的协调发展,能够有效改善水体的水质,恢复生态系统功能。在治理过程中,技术路径的评估、优化与实施策略的不断调整,是确保治理效果持久和稳定的关键。随着技术的不断发展和实践的积累,未来的治理方案将更加精准和高效。然而,治理过程中仍然面临诸多挑战,包括技术适配性、资金投入、治理周期等问题。因此,进一步完善技术路径、加强技术集成与创新,提升治理效果的同时降低治理成本,将是未来黑臭水体治理的重要方向。通过科学、系统的治理路径,不仅可以解决当前的黑臭水体问题,也能为城市水环境的可持续发展奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 陈建军,伍惠郡,张华俊,李保庆,谢沁颖,詹景怡,张文磊.生物滤墙-水下森林耦合工艺在农村微黑臭水体治理中的应用[J].净水技术,2025,44(03):86-95.
- [2] 王坤,陈琦,于德瑞.我国黑臭水体治理技术探析[J].黑龙江环境通报,2025,38(03):95-97.
- [3] 相山区打造农村黑臭水体治理的“程阁样板”[N].淮北日报,2025-03-04(004).
- [4] 高超.基于雨污分流改造的城市河湖水系黑臭水体治理应用研究[J].环境保护与循环经济,2025,45(02):48-52.
- [5] 陈建军,伍惠郡,谢沁颖,詹景怡,秦永生,陈洪波.农村小微黑臭水体生态修复实践分析[J].安徽农学通报,2025,31(04):86-91.