

Analysis of influencing factors of nitrogen and phosphorus load monitoring in urban water body

Yuqin Zhou Yumin Lai Yechong Zhou Tianxin Jin

Zhejiang Qiusi Environmental Monitoring Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

The nitrogen and phosphorus load in urban water bodies has become an important factor affecting water quality, directly linked to the problem of eutrophication. The excessive discharge of nitrogen and phosphorus not only deteriorates water quality but also severely threatens the growth of aquatic organisms and ecological balance. Effective monitoring of nitrogen and phosphorus loads is a critical means of water quality management and pollution control. This paper analyzes the sources of nitrogen and phosphorus loads and their impacts on water bodies, and explores the influencing factors of nitrogen and phosphorus load monitoring in urban water bodies. It focuses on the impact of factors such as precipitation, watershed water volume, land use patterns, and seasonal variations on monitoring results.

Keywords

urban water bodies; nitrogen and phosphorus load; water quality monitoring; ecological restoration; pollution control

城市水体氮磷负荷监测的影响因素分析

周玉琴 赖于民 周叶翀 金甜欣

浙江求实环境监测有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

摘要

城市水体中的氮磷负荷已成为影响水质的重要因素,直接关系到水体的富营养化问题。氮磷的过量排放不仅引发水质恶化,还严重威胁到水生生物的生长与生态平衡。有效的氮磷负荷监测是水质管理和污染控制的重要手段。本文通过分析氮磷负荷的来源及其对水体的影响,探讨了城市水体氮磷负荷监测的影响因素,重点阐述了降水量、流域水量、土地利用方式以及季节变化等因素对监测结果的影响。

关键词

城市水体; 氮磷负荷; 水质监测; 生态修复; 污染控制

1 引言

随着城市化进程的加快,城市水体的污染问题愈发严峻,氮磷负荷过高已成为主要的水污染源之一。氮磷负荷的过度积累导致了水体富营养化,进而引发了水华、氧气耗竭等环境问题,严重影响了水质及生态健康。氮磷污染的来源主要来自农业面源污染、城市生活污水及工业排放等多方面,而水体中的氮磷浓度与水体的水文条件、土地利用模式、降水情况等因素密切相关。为了有效治理水体污染,开展精确的氮磷负荷监测显得尤为重要。本文旨在分析影响城市水体氮磷负荷监测的主要因素,探讨提高监测准确性的关键因素,并提出相关的水质治理与污染控制策略,为科学管理城市水体质量提供理论支持。

2 城市水体氮磷负荷的概述

2.1 氮磷负荷的来源与影响

城市水体中的氮磷负荷主要来源于农业面源污染、工业废水排放和城市生活污水等多个渠道。农业面源污染是氮磷负荷的重要来源之一,尤其在施用化肥过量的情况下,氮磷通过雨水径流进入水体,导致水体富营养化。工业废水和生活污水中也含有大量的氮磷化合物,尤其是在污水处理设施不足或处理不当时,氮磷排放量大幅增加。此外,城市化进程中的不透水地面也加剧了雨水径流,导致更多污染物进入水体。氮磷负荷的过量排放会使水体富营养化,进而引发水华现象,造成水体缺氧和生物多样性下降。

2.2 氮磷负荷对水体生态系统的影响

氮磷负荷过高对水体生态系统造成严重影响,尤其是富营养化现象的加剧。富营养化指的是水体中氮磷元素的过度积累,导致藻类、浮游植物等迅速繁殖。这种藻类的大量生长会导致水体表层覆盖过厚,遮蔽水下植物的光合作用,抑制水体的氧气交换,最终造成水体缺氧或死水现象。缺氧

【作者简介】周玉琴(1994-),女,中国江西赣州人,本科,从事生态环境监测与分析研究。

的环境使得水生动物，如鱼类和贝类，无法生存，破坏水体生态平衡。同时，藻类的过度生长也可能产生有毒物质，进一步威胁水体生物的安全。此外，富营养化还会影响水质，降低水体的自净能力，导致水资源的可利用性降低。因此，氮磷负荷的过高不仅是水质恶化的原因，也直接威胁到水体的生物多样性与生态功能。

3 城市水体氮磷负荷监测方法

3.1 传统监测方法的应用与局限

传统的水体氮磷负荷监测方法多依赖于水样采集与化学分析，通过实验室分析获得氮磷的浓度值。这种方法操作简单、成本较低，适用于周期性的监测。然而，该方法也存在一定局限性。首先，水样采集的时效性较差，无法反映水体中氮磷负荷的动态变化。其次，传统方法依赖人工操作，容易受到采样频率、地点等因素的影响，导致数据的代表性和精确性不足。尤其在复杂的城市水环境中，传统监测方法往往难以实时跟踪氮磷负荷的变化。此外，传统监测需要大量的实验室分析，耗时较长，难以实现高效、快速的水质评价。随着环境监测需求的增加，传统方法逐渐显示出其在实时性和准确性方面的不足，亟需寻求新的技术和手段来补充其不足。

3.2 现代监测技术的发展与优势

现代监测技术以传感器、自动化监测系统以及遥感技术为代表，逐步取代了传统的手工采样和实验室分析。这些新兴技术具有实时性强、自动化程度高、监测频次高等优势，能够对城市水体中的氮磷负荷进行持续、精准的监控。例如，在线水质监测仪器能够实时采集水体中的氮磷浓度，并通过数据传输系统将结果上传至数据平台，便于远程管理与分析。遥感技术则通过卫星和无人机等平台获取大范围的水体数据，实现了对广泛区域水体的快速评估。此外，随着数据处理技术的发展，现代监测技术还能够通过大数据分析预测水体中氮磷负荷的变化趋势，为水质管理提供更多决策支持。现代监测技术的广泛应用，不仅提升了监测效率，还优化了水质治理和污染防控措施的实施。

3.3 监测数据的精确性与可靠性

氮磷负荷监测数据的精确性和可靠性直接影响到水质评估和污染防控的效果。在传统监测中，由于依赖人工采样和实验室分析，数据的精确性可能受到多种因素的影响，如采样误差、实验环境的波动等。因此，如何提高监测数据的精确性和可靠性，成为现代监测技术发展的关键。采用高精度的传感器和先进的自动化监测设备，可以有效减少人工误差，提高数据的稳定性与一致性。同时，数据的校准和验证也是确保数据可靠性的必要步骤，通过比对实验数据与实际监测数据，可以不断优化监测方法和设备。值得注意的是，监测数据的长期稳定性和连续性也是评估其可靠性的关键，特别是在气候变化或突发环境事件影响下，如何保持监测数据的准确性和一致性仍然是一个技术难题。因此，在氮磷负

荷监测过程中，结合多种监测手段和数据融合技术，提升监测结果的可信度和精确度，对于水质管理和污染控制具有重要意义^[2]。

4 城市水体氮磷负荷的影响因素

4.1 降水量与流域水量的影响

降水量是影响城市水体氮磷负荷的重要因素，尤其在降水频繁或暴雨天气期间，水体中的氮磷浓度变化较为显著。降水不仅直接影响流域水量的增加，还通过雨水径流将大气中的污染物和地面污染物带入水体，造成水质污染。大量的降水可使得流域内的污水系统和农田排水系统中的氮磷进入河流或湖泊，导致水体中氮磷负荷的急剧上升。根据一项对某城市流域的研究，降水量每增加100毫米，流域内氮磷负荷增加的幅度可达到20%以上。流域水量的变化则进一步加剧了这一影响，特别是在水体流速较低的情况下，氮磷负荷的积累效应更为明显。在暴雨期间，流域内的水体由于水流快速带走大量污染物，导致氮磷浓度短期内激增。这种波动性和不稳定性给城市水体的氮磷监测带来了挑战，因此，降水量和流域水量的变化直接决定了氮磷负荷的变化趋势。

4.2 土地利用方式与污染物排放

土地利用方式对城市水体氮磷负荷的影响具有重要作用。农业活动、城市建设和工业用地等不同类型的土地利用方式会通过不同途径排放氮磷污染物。农业区域，尤其是施肥密集的农田，常常通过地表径流和地下水渗透将大量氮磷进入水体。在一些研究中，发现农业用地的氮磷排放量占城市水体氮磷负荷的30%以上，且随着耕地面积的增加，水体氮磷浓度呈现上升趋势。城市化过程中，建筑、道路和工业区域的扩展改变了水流的路径，并可能增加排水管网的排放量。工业园区和生活污水处理厂的污染物排放亦是城市水体氮磷负荷的主要来源之一。某些工业区的废水中含有大量的氮磷，未经有效处理的情况下直接排放到水体中，进一步加剧了水体污染。在土地利用模式的变化下，污染物的排放量可能呈现出显著的空间差异，影响水体氮磷负荷的时空分布。因此，合理规划土地利用方式和减少污染物排放是控制城市水体氮磷负荷的重要措施。

4.3 季节变化与水温对氮磷负荷的影响

季节变化和气温对氮磷负荷具有显著影响，尤其在气温较高的夏季和秋季，水体中的氮磷浓度通常会有所上升。水温是影响水体中氮磷转化速率的关键因素之一。在温暖的季节，水温升高促进了水体中微生物的活跃，进而加速了有机物的分解过程，导致水中的氮磷浓度增加。某些研究显示，在夏季水温达到25°C时，水体中的氮磷负荷增加了约15%至20%。此外，水温升高还会促进水体中藻类的生长，这些藻类吸收水中的氮磷，进而影响水体的氧气供应并增加氮磷循环过程的复杂性^[1]。季节性变化还表现为降水模式的不同，冬季降水较少，水体氮磷负荷可能相对较低，而夏秋

季节降水增加, 水体中的氮磷浓度可能随着降水量的增加而升高。结合水温和季节性降水变化, 氮磷负荷的季节性波动呈现出一定的规律性。因此, 季节变化对城市水体氮磷负荷的调控起到了关键作用, 影响了污染物的来源和分布。

5 城市水体氮磷负荷的调控与管理策略

5.1 水体治理与污染源控制

水体治理与污染源控制是减少氮磷负荷、提高水质的重要措施。在水体治理中, 首先要对污染源进行有效识别与分级管理。通过采用先进的污水处理技术, 如膜生物反应器 (MBR) 和深度处理技术, 可以有效去除水体中的氮磷污染物。例如, MBR 系统已在多个城市污水处理厂中得到应用, 在处理过程中去除氮磷的效率可达到 90% 以上。污水处理后的回用及生态修复的结合, 为水体治理提供了可持续发展的方案。除了水体自身治理外, 污染源控制同样至关重要, 特别是农业面源污染。通过合理施肥、建设生态缓冲带、改进农田排水系统, 可以有效减少农业活动带来的氮磷排放。根据一些地方政府的实施数据, 经过源头控制措施后, 氮磷排放量可降低 30% 以上, 从而显著减少了水体富营养化的风险。有效的水体治理与污染源控制策略不仅能减缓氮磷负荷的积累, 还能为水体生态系统的恢复提供支持。

5.2 绿色基础设施与生态修复

绿色基础设施通过引入自然过程来提高水质, 减少氮磷负荷。城市雨水花园、湿地系统、透水铺装等绿色基础设施被广泛应用于水体污染控制。雨水花园能够有效拦截和吸收降水中的氮磷污染物, 减少径流进入水体的负担。湿地修复则通过植物根系的吸收作用, 将水中的氮磷转化为无害物质。研究表明, 湿地系统能够去除高达 70% 的水中氮磷污染物, 这一效果在城市化进程中起到了至关重要的作用。此外, 生态修复技术, 如人工湿地和植被恢复, 也是改善水质的有效手段。某些项目中, 人工湿地在一定条件下能去除水体中约 80% 的氮磷负荷。通过这些绿色基础设施与生态修复的结合, 可以为水体提供长期稳定的氮磷去除效果, 提升城市水质管理的可持续性^[4]。

5.3 水质监测与智能化管理系统

水质监测与智能化管理系统是实现水体氮磷负荷调控

的核心技术手段。通过部署在线监测设备, 能够实时采集水体中的氮磷浓度数据, 并及时传输至数据管理平台。当前, 许多城市已开始采用基于物联网 (IoT) 技术的智能水质监测系统, 这些系统通过传感器实时监控水质指标, 配合数据分析平台, 能够自动评估水体的污染状况。数据显示, 利用智能化水质管理系统, 可以实现水质数据的精确捕捉, 监测频次提高到每分钟一次。结合大数据分析 with 人工智能算法, 智能化管理系统能够对水体污染进行预测和预警。例如, 在某城市水质管理系统中, 氮磷负荷的预测精度达到了 85% 以上, 大大提高了污染源管理的效率。智能化管理系统不仅提升了水质监测的实时性, 还使得污染控制能够精准施策, 确保水体管理的高效性与可操作性。

6 结语

城市水体氮磷负荷的监测与调控是保障水环境质量和生态系统健康的关键。通过科学的监测技术、污染源控制、绿色基础设施建设以及智能化管理系统的应用, 能够有效减少氮磷负荷, 提升水质管理水平。降水量、流域水量、土地利用方式及季节变化等因素对水体氮磷负荷有着深远影响, 这要求在水质管理中进行精准识别和灵活应对。未来, 随着技术的进步, 水质监测系统将更加智能化, 管理手段将更加高效和精准。通过综合治理和跨部门协作, 可以实现城市水体氮磷负荷的有效控制, 为构建生态文明和实现可持续发展目标奠定坚实基础。有效的氮磷管理不仅能改善城市水质, 还能为社会和经济发展提供清洁的水资源, 推动生态保护与城市建设的和谐发展。

参考文献

- [1] 李莉,田巍,张红玲,张娜,程良,段超宇.再生水补给景观水体氮磷形态分布及影响因素[J].环境科学与技术,2025,48(10):172-179.
- [2] 陈瑶,黄媛,马润吉,吴福忠.城市景观水体中水岸绿化植物凋落叶的分解及养分释放特征[J].亚热带资源与环境学报,2024,19(03):58-67.
- [3] 赫恬,薛重华,孙家荣,韩松磊,吕永鹏,李俊奇,王建龙.城市雨水径流颗粒物中氮磷赋存特征及其影响因子研究进展[J].环境工程,2024,42(08):61-71.
- [4] 商侃侃,赵坤.城市水体近自然生态恢复与海绵城市构建[J].科学,2023,75(06):11-14+4.