

水环境治理咨询中氨氮排放指标对治理方案选择的影响

许思颖¹ 孔文慧^{1,2} 齐超¹ 申雨慧¹

1.浙江百诺数智环境科技股份有限公司 浙江 杭州 310012

2.杭州匠心智水环境科技有限公司 浙江 杭州 311107

【摘要】：氨氮排放指标对水环境治理方案的选择具有重要影响。水环境治理过程中，氨氮作为主要污染物之一，其浓度变化直接决定了治理措施的选择与实施效果。本文探讨了氨氮排放指标的确定方法及其在不同水体治理中的作用，分析了不同排放标准下，针对氨氮的不同治理技术和方案的适配性。研究表明，通过精准评估氨氮排放指标，可以优化水环境治理方案，提升治理效率，降低治理成本。

【关键词】：氨氮排放；水环境治理；治理方案；排放标准；技术适配

DOI:10.12417/2811-0536.26.03.035

引言

水污染问题日益严重，尤其是氨氮的超标排放给水体生态环境带来了巨大的压力。氨氮作为水质污染的主要指标之一，其浓度直接影响到水体的自净能力与生态平衡。针对氨氮的排放标准和控制方案成为水环境治理中的关键问题。现有的水环境治理方案往往基于具体排放标准来选择适合的技术，而氨氮的排放指标则是这一选择过程中的重要决策依据。有效控制氨氮排放，对于改善水质、保护生态环境、保障水资源可持续利用具有重要意义。本文将分析氨氮排放标准对治理方案选择的影响，探索其在实际治理中的应用与挑战。

1 氨氮排放标准对水环境治理方案选择的影响分析

氨氮排放标准作为水环境治理的关键参数，直接影响治理目标的设定和治理技术的选择。在多数水环境治理项目中，氨氮被列为主要控制指标之一，其排放浓度的限定值往往决定了治理工作的难度和成本。不同水域对氨氮的敏感性存在差异，例如湖泊、水库对氨氮富营养化反应较为明显，而河流的自净能力相对较强，但当氨氮浓度超过阈值时，都会造成水体溶解氧下降，导致生态系统失衡。治理过程中，若排放标准过于宽松，可能短期内降低处理成本，但会埋下生态风险隐患；若标准过于严格，则治理费用高企，对治理主体构成经济压力。氨氮排放标准本身既是技术问题，也是政策和经济问题，如何合理设定标准成为治理方案选择的首要环节。

在工程实践中，不同治理方案对氨氮排放标准的响应存在差异。在工业废水处理中，当氨氮排放标准要求严格时，常常需要采用多级生物处理工艺，结合物化方法，才能达到达标排放。而在农村生活污水治理中，如果排放标准相对宽松，则部分地区选择以人

工湿地或生态塘为主的低成本治理方式即可满足要求。这种差异说明，治理方案的选择并非单纯依赖治理能力，还与排放标准密切相关。排放标准越严格，越需要高效率、稳定性强的处理工艺，进而影响治理成本和实施周期。在治理项目招投标及方案设计阶段，氨氮排放标准常常成为技术比选和经济测算的核心依据。

氨氮排放标准还对政策制定和区域治理规划产生深远影响。在一些重点流域，如长江、黄河流域，相关部门往往结合区域水质目标，对氨氮排放提出分区管控要求。这种标准差异使得治理方案在不同区域呈现多样化特征。长江经济带重点城市的污水处理厂大多需达到一级A标准，而部分中小城市或县域污水处理厂则可能执行相对宽松的一级B标准。这种分级标准的存在导致治理技术的选型和投资规模存在显著差异。氨氮排放标准不仅是环境监管的基础，也是治理方案能否落地并取得实效的重要条件。

2 不同氨氮排放指标下治理技术的适配性研究

在氨氮治理过程中，排放指标的高低直接决定了技术路径的选择。当氨氮排放要求较为宽松时，传统的生物处理工艺，例如常规活性污泥法，就能够满足排放需求。这类工艺具有运行稳定、投资成本相对较低的特点，适用于多数城镇污水处理厂。然而，当排放标准趋于严格，单一生物处理工艺已难以保障稳定达标，这时往往需要采用强化脱氮技术，如A2/O工艺、氧化沟工艺，或结合膜生物反应器，以提高对氨氮的去除效率。这些技术能够在较低负荷条件下实现高效去氨氮，但对运行管理水平和能源消耗提出了更高要求。

当氨氮排放标准要求极为严格，例如进入饮用水水源地的排放控制时，生物处理单元往往需与深度处

理工艺结合使用。常见的深度处理方法包括化学沉淀、离子交换、吸附技术以及先进氧化工艺，这些方法能够在常规生物降解基础上进一步降低氨氮浓度，确保出水稳定达到更高标准。为了提升处理效果，部分工程采用活性炭吸附与臭氧氧化联合工艺，不仅显著提高氨氮去除率，还对难降解的氮化合物具有良好分解能力。为增强系统运行的可靠性，还会辅以自动化监控和水质在线检测，以便实时调整运行参数。这类工艺普遍存在建设投资大、运行费用高的特点，对能源消耗和管理水平要求也较高，因此更适用于经济发达地区或对生态环境保护要求极为严格的饮用水源保护区及高敏感区域。

在实践中，不同技术之间的组合应用已成为趋势，以适应不同氨氮排放指标的需求。部分污水处理厂通过工艺改造，将传统生物处理与物化技术有机结合，形成多级联动治理模式。这样既能保证氨氮去除的稳定性，又能在一定程度上降低能耗与运行成本。人工湿地、生态浮床等生态修复技术也在部分地区得到应用，尤其适合农村污水或分散式治理场景。虽然这些生态措施在氨氮去除率上难以媲美高端工艺，但其建设成本低、运行简便，能够在低标准排放情境下提供可行方案。氨氮排放指标的差异性，催生了治理技术的多样化发展，推动了技术与区域条件、经济水平的深度匹配。

3 优化氨氮治理方案的策略与实践应用

在水环境治理中，优化氨氮治理方案需要综合考虑环境目标、经济成本和技术可行性。应建立科学合理的排放标准与监测体系，确保治理目标既能有效改善水质，又不至于造成过度的经济负担。通过引入动态排放控制机制，可以根据不同季节和水体功能区的特点，对氨氮排放实施分级管控。在枯水期或敏感水域，可实施更严格的氨氮排放标准，而在丰水期或非敏感水域，则可以适当放宽。这种动态化管理方式能

够提高治理方案的适配性，避免“一刀切”带来的资源浪费和治理低效。

在治理技术层面，优化方案应强调多元化与集成化。单一工艺往往难以应对不同氨氮排放指标的波动，因此组合工艺成为必然选择。通过将生物脱氮与深度处理技术相结合，可以显著提高氨氮去除的稳定性。基于大数据和人工智能的智能监测与调控手段正在逐步应用到污水处理过程中，能够实时调整运行参数，提高氨氮去除效率并降低能耗。推广低碳工艺和节能设备，不仅能够实现氨氮稳定达标排放，还能提升治理体系的可持续性。这种技术与管理的结合，使得优化氨氮治理方案具备更强的科学性与可操作性。

在实践应用中，典型案例为长江经济带部分重点城市的污水处理厂升级改造。为应对严格的氨氮排放指标，当地污水处理厂在原有生物处理工艺基础上，增设了膜生物反应器和深度氧化工艺，使出水氨氮浓度长期稳定在国家一级A标准以下。这种优化后的治理方案不仅改善了流域水质，还为下游饮用水安全提供了保障。相关工程通过引入智能化运维平台，实现了能源利用效率的提升和运行管理成本的下降。这一案例表明，在优化氨氮治理方案的过程中，技术升级与管理创新必须并重，只有二者结合，才能在保障水质安全的同时实现经济与社会效益的统一。

4 结语

本文针对氨氮排放指标对水环境治理方案选择的影响进行了系统分析。研究强调，氨氮作为水体重要污染因子，其排放标准不仅决定治理目标的设定，还深刻影响工艺路径与经济投入。不同指标条件下，治理技术的适配性差异明显，优化方案需兼顾生态安全与成本效益。通过动态化标准管理、复合型技术应用以及智能化运行手段，可以实现氨氮排放的高效控制，为水环境质量提升和流域治理成效提供可靠支撑。

参考文献：

- [1] 周洁;陈航.氨氮污染控制技术进展与应用[J].环境科学研究,2023,36(8):1523-1534.
- [2] 刘伟;孙婷.污水处理厂氨氮排放标准与治理技术适配性研究[J].中国给水排水,2024,40(6):45-51.
- [3] 韩磊;高珊.流域水环境治理中氨氮削减路径与优化实践[J].水资源保护,2023,39(4):78-85.