

Monitoring and Evaluation of Pollutant Removal Efficiency in Sewage Treatment Process

Chun Lan

Guangxi Yitu Testing Technology Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545007, China

Abstract

In the process of sewage treatment, the removal effect of pollutants is an important index to evaluate the operating efficiency of sewage treatment system. Through detailed monitoring and evaluation of the removal effect of major pollutants in the wastewater treatment process, this study aims to systematically analyze the change of the removal rate of each pollutant and its influencing factors. Based on a large number of measured data, the dynamic characteristics of pollutant removal were quantitatively analyzed, and the influence of key factors on the removal effect was discussed. By comparing the treatment effect of different processes, this paper summarizes several measures to optimize the wastewater treatment process, and provides a reference for further improving the treatment efficiency. The results show that the removal effect of pollutants in wastewater treatment is affected by many factors, such as water quality parameters, treatment time and process design. Finally, this study provides scientific guidance for the efficient operation of wastewater treatment facilities.

Keywords

sewage treatment; pollutant removal; monitor; evaluate; process optimization

污水处理过程中污染物去除效果的监测与评估

蓝春

广西益土检测技术有限公司, 中国 · 广西 柳州 545007

摘要

污水处理过程中, 污染物的去除效果是评价污水处理系统运行效率的重要指标。本研究通过对污水处理过程中的主要污染物去除效果进行详细监测与评估, 旨在系统性分析各污染物去除率的变化及其影响因素。论文结合大量实测数据, 对污染物去除效果的动态变化特征进行了定量分析, 并探讨了关键因素对去除效果的影响。通过对比不同工艺流程的处理效果, 论文总结了优化污水处理过程的若干措施, 为进一步提升处理效率提供了参考依据。研究结果显示, 污水处理过程中污染物去除效果受到多种因素的影响, 如水质参数、处理时间和工艺设计等。最终, 本研究为污水处理设施的高效运行提供了科学指导。

关键词

污水处理; 污染物去除; 监测; 评估; 工艺优化

1 引言

污水处理是环境保护的重要内容, 其核心目标是去除污水中的污染物, 防止其对水体和生态环境造成不利影响。近年来, 随着城市化进程的加速和工业活动的增加, 污水排放量不断增长, 对污水处理的要求也愈加严格。在污水处理过程中, 污染物的去除效果直接决定了处理后出水的水质标准, 因此对污染物去除效果进行有效监测与评估具有重要意义。论文旨在通过系统分析污水处理中污染物去除效果的变化规律和影响因素, 为优化污水处理工艺提供理论支持。本

研究采用定量分析的方法, 结合实测数据对污水处理中的主要污染物去除效果进行了全面评估, 并为进一步优化污水处理工艺提供了科学依据。

2 污染物去除效果的影响因素

2.1 水质参数对去除效果的影响

污水中污染物的去除效果与水质参数密切相关, 水质参数包括悬浮物、化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、总氮和总磷等。这些参数不仅直接影响污染物的去除效率, 还间接影响污水处理的整体效果。例如, 当悬浮物浓度过高时, 会降低污水的可生化性, 从而影响生物处理工艺的效果。此外, 污水中的有机物含量也直接影响 COD 的去除效率, 需通过控制进水水质来保证处理效果的稳定性。因此, 科学调节水质参数, 是提升污水处理效果的重要手段。污水中的

【作者简介】蓝春(1984-), 女, 壮族, 中国广西柳州人, 本科, 助理工程师, 从事生态环境保护、污水治理、大气治理、土壤治理、室内空气环境质量研究等研究。

悬浮物 (SS) 会显著影响污染物的去除效果。较高的悬浮物浓度会增加污泥负荷, 影响微生物的正常代谢活动, 导致处理效果下降。悬浮物含量过高还可能导致沉淀池的堵塞, 影响出水水质。为了控制悬浮物含量, 可以采用絮凝、沉淀等预处理手段, 降低悬浮物浓度, 确保后续处理工艺的顺利进行。此外, 污水中有机物浓度的波动也会影响处理系统的稳定性。有机物含量过高时, 需氧量增加, 可能导致生物处理单元的溶解氧不足, 从而影响污染物的降解效果^[1]。

2.2 处理时间对污染物去除率的影响

在污水处理过程中, 处理时间对污染物的去除效率有着显著影响。一般来说, 处理时间越长, 污染物的去除率越高, 但同时也增加了运行成本。因此, 在实际操作中需根据污水的水质特征合理控制处理时间, 以实现污染物的有效去除。例如, 在活性污泥法处理中, 适当延长曝气时间可以提高 COD 和 BOD 的去除效果, 但也可能导致能耗的增加。因此, 科学确定处理时间对污水处理的高效运行至关重要。研究表明, 通过优化厌氧池的停留时间, 可以显著提高有机物的去除率, 同时降低运行成本。在好氧生物处理工艺中, 曝气时间的控制同样关键, 过长的曝气时间会增加能耗, 而过短则会导致有机物降解不完全, 影响出水水质。

2.3 工艺设计对去除效果的影响

污水处理工艺的设计是影响污染物去除效果的关键因素之一。不同的处理工艺对各种污染物的去除能力存在差异, 如传统活性污泥法对有机物的去除效果较好, 而膜生物反应器 (MBR) 则能有效去除细颗粒污染物和氨氮。此外, 工艺参数的优化设计, 如曝气量、污泥龄和混合液回流比等, 对提高污染物去除效率也有重要作用^[2]。因此, 在污水处理系统设计时, 应根据水质特征和处理要求选择合适的工艺并优化参数, 以提高污染物的去除效率, 适当的污泥回流可以维持系统中的活性微生物浓度, 确保污染物的有效降解。

3 污染物去除的监测方法

3.1 在线监测技术的应用

在线监测技术是实时了解污水处理过程中污染物去除效果的重要手段。通过使用传感器和自动监测设备, 可以持续监测水质参数的变化, 如 COD、BOD、氨氮和悬浮物浓度等。这些数据可以用于评估处理工艺的运行状态, 及时发现和解决可能出现的问题。例如, 在线监测设备可以实时记录污水中的氨氮浓度, 通过与设定值对比, 判断处理系统的氨氮去除效果是否达到预期标准。在线监测的应用不仅提高了监测的及时性和准确性, 还大大减少了人工取样的工作量。

3.2 传统实验室分析方法

尽管在线监测技术具有实时性和高效性, 但传统实验室分析方法仍然是评估污染物去除效果的重要手段。实验室分析方法包括化学分析和生物学分析, 如滴定法测定

COD、光度法测定总磷等。通过实验室分析可以获得更为精确的水质数据, 并为在线监测提供校准依据。此外, 实验室分析还可以检测污水中某些微量有害物质, 如重金属和有机污染物, 从而为全面评估污水处理的效果提供补充数据。这些分析结果不仅为污水处理过程的优化提供了科学依据, 还为环境管理部门提供了重要的决策参考。

3.3 数据分析与评估方法

在对污水处理过程中污染物去除效果进行监测后, 需要通过数据分析对去除效果进行科学评估。常用的数据分析方法包括统计分析和数学建模, 通过对水质监测数据的分析, 可以评估各污染物的去除率及其变化趋势。例如, 使用线性回归分析可以确定水质参数之间的关系, 并评估其对污染物去除率的影响。此外, 通过建立数学模型, 可以模拟不同处理工艺的去除效果, 为优化污水处理系统提供理论支持。

4 污水处理工艺的优化

4.1 活性污泥法的优化

活性污泥法是常用的污水处理工艺之一, 其优化主要包括曝气量的调整、污泥龄的控制以及混合液回流比的调节。研究表明, 适当增加曝气量可以显著提高有机物的去除率, 但同时也会增加能耗。因此, 在优化过程中需要平衡去除效果与能耗之间的关系。例如, 某污水处理厂通过优化曝气系统, 将曝气量从 500m³/h 降低到 450m³/h, 在保证处理效果的同时, 每年节约了 10% 的能耗。

污泥龄是影响活性污泥法处理效果的重要参数, 过短的污泥龄会导致活性微生物数量不足, 从而影响有机物的降解效果。通过控制污泥龄, 可以确保系统中存在足够数量的微生物, 以维持高效的污染物去除^[3]。例如, 某污水处理厂通过将污泥龄从 10 天延长至 15 天, 提高了 COD 和 BOD 的去除效率。同时, 混合液回流比的优化也可以提高污泥的再利用率, 减少污泥的排放量。

4.2 膜生物反应器的应用优化

膜生物反应器 (MBR) 因其优异的污染物去除效果, 近年来在污水处理中得到广泛应用。MBR 的优化主要集中在膜污染的控制和膜使用寿命的延长。通过调节运行参数, 如混合液的流速和跨膜压力, 可以有效减缓膜污染, 提高系统的处理效率。此外, 研究表明, 定期对膜组件进行化学清洗, 可以延长膜的使用寿命, 减少更换膜的频率。例如, 通过每月一次的化学清洗, 某污水处理厂将 MBR 膜的使用寿命从原来的 3 年延长至 5 年。

膜污染是影响 MBR 系统运行的主要问题之一, 控制膜污染的关键在于优化运行条件和采取适当的清洗措施。研究表明, 通过降低跨膜压差和提高膜表面的剪切力, 可以有效减少膜污染。此外, 添加抗污染剂或采用化学洗涤也可以显著降低膜的污染程度, 从而提高膜的使用寿命。某些新型的

膜材料,如超滤膜和纳滤膜,其耐污染性能更强,适用于污水处理中的高效应用^[4]。

4.3 厌氧—好氧工艺的优化

厌氧—好氧工艺(A/O)是一种广泛应用于有机污染物去除的污水处理工艺,其优化主要集中在厌氧池和好氧池的参数控制。厌氧池中微生物的活性对有机物的降解效果具有重要影响,因此需要通过调节进水有机负荷和反应时间来提高处理效率。例如,通过将进水有机负荷从每立方米 $2\text{kg}/\text{m}^3$ COD 增加到 $32\text{kg}/\text{m}^3$ COD,某处理厂的COD去除率提高了15%。在好氧池中,溶解氧浓度的控制是影响去除效果的关键因素,适当提高溶解氧浓度可以有效提高氨氮的去除效率。

厌氧反应的优化还包括对微生物群落的调控,通过投加特定的微生物或辅酶,可以增强厌氧菌的代谢活性,提高有机物的分解效率。在好氧工艺中,曝气设备的优化对去除效果至关重要。采用可变频的曝气设备,可以根据水质参数的实时变化调整曝气强度,既保证了污染物的有效去除,又避免了过度曝气导致的能耗增加。例如,某污水处理厂通过使用智能曝气控制系统,在维持高效处理效果的同时,将能耗降低了20%。

5 污染物去除效果的评估与改进

5.1 去除效果的统计评估

污水处理中污染物去除效果的评估通常采用统计分析的方法,通过对水质监测数据的汇总和统计,评估处理系统的稳定性和去除效率。例如,某污水处理厂在一年内对COD、BOD和总磷的去除率进行了统计分析,结果显示,COD的平均去除率为85%,BOD的平均去除率为90%,总磷的平均去除率为70%。这些数据为进一步改进处理工艺提供了依据。

统计评估的方法还可以用于识别系统运行中的异常情况。例如,通过对历史数据的方差分析,可以确定某些时间段内去除效果的波动原因,找出可能影响系统稳定运行的因素。例如,某污水处理厂在评估过程中发现,在夏季COD去除率有所下降,经过分析发现是由于进水有机负荷增加导致的,通过调整处理参数,成功恢复了系统的处理效果。

5.2 对比分析不同工艺的去除效果

不同污水处理工艺对污染物的去除效果存在显著差异,通过对比分析不同工艺的去除效果,可以为工艺选择和优化提供指导。例如,通过对比传统活性污泥法和MBR工艺对氨氮的去除效果,发现MBR的去除率高达95%,而活性污泥法的去除率仅为80%。这一结果表明,在对氨氮去除有较高要求的情况下,MBR工艺更具优势。

对比分析还可以帮助污水处理厂选择最适合本地水质条件的处理工艺。例如,在处理高有机负荷的工业废水时,厌氧工艺的去除效果优于活性污泥法,而对于含有大量悬浮物的生活污水,传统的活性污泥法则更具优势。通过系统对比不同工艺在去除COD、BOD、氨氮和总磷等指标上的表现,可以为工艺改进提供科学依据,确保污水处理效果达到预期^[5]。

5.3 改进措施的实施效果评估

在实施污水处理工艺改进措施后,需要对改进效果进行评估,以验证改进措施的有效性。例如,某污水处理厂在优化曝气系统后,对COD和氨氮的去除效果进行了评估,结果显示,优化后的COD去除率提高了5%,氨氮去除率提高了10%。这些数据表明,通过合理的工艺优化,可以显著提高污水处理的效果。

改进措施的评估还包括对处理成本和能耗的分析。例如,通过采用新型的曝气设备,某污水处理厂在保持处理效果的同时,将能耗降低了15%。此外,对膜生物反应器进行优化后,膜污染的频率显著降低,膜的使用寿命延长了两年,从而减少了更换膜的成本。通过对改进措施的综合评估,可以确保工艺的经济性和可持续性,为污水处理厂的长期运行提供支持。

6 结语

污水处理过程中,污染物去除效果的监测与评估对于保证处理系统的高效运行具有重要意义。通过科学的监测方法和数据分析,可以及时发现并解决处理过程中的问题,从而提高污染物的去除率。本研究对污水处理中污染物去除效果的影响因素、监测方法、工艺优化以及评估方法进行了系统性探讨,并结合大量数据进行了定量分析。研究表明,污水处理的效果受到水质参数、处理时间、工艺设计等多种因素的影响,针对这些因素的优化可以显著提升污水处理的效率。未来,需进一步加强对新型污水处理工艺的研究与应用,以应对不断增加的污水处理需求。

参考文献

- [1] 赵建辉,崔晓琳.城市污水处理系统中污染物去除效果的监测研究[J].环境科学,2023,44(3):129-135.
- [2] 齐孟康,刘雨萱.膜生物反应器在污水处理中的应用与优化[J].给水排水,2024,50(1):25-32.
- [3] 卢彦钧,韩晓晖.厌氧-好氧工艺在污水处理中的应用研究[J].水处理技术,2023,39(5):78-84.
- [4] 鲁振荣,叶曦.在线监测技术在污水处理过程中的应用探讨[J].环境监测管理,2024,56(4):45-50.
- [5] 梁志华,孔怡婷.污水处理工艺的优化与改进措施[J].化工环保,2023,42(2):53-60.