

Analysis on the influence of supernatant reflux in secondary sedimentation tank on anaerobic nitrogen removal performance in AAO process

Min Shen

Dongguan Dalingshan Yongyi Water Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

Abstract

Achieving efficient and cost-effective wastewater treatment is a critical challenge in the environmental protection sector. The method of recirculating supernatant from the secondary clarifier in the AAO (anaerobic-aerobic) process has been applied. To analyze its impact on the anaerobic denitrification performance in the AAO process, a research approach combining experiments and model simulations was employed. Based on the actual operational process, the study investigated the effects of different reflux ratios on the anaerobic denitrification efficiency of the supernatant from the secondary clarifier. The findings indicate that an appropriate reflux ratio can significantly enhance the anaerobic denitrification effect, with the optimal results occurring when the reflux ratio is between 30% and 50%, achieving an average denitrification efficiency of over 90%. Based on these experimental results, a mathematical model was further developed to simulate and validate the findings, which showed good agreement with the experimental data. Additionally, the method of recirculating supernatant from the secondary clarifier can reduce the cost of denitrification additives and increase the volume of wastewater treated in a short period, thereby enhancing the operational efficiency of the AAO process.

Keywords

return flow of supernatant from secondary sedimentation tank; anaerobic nitrogen removal; AAO process; sewage treatment; operation efficiency

二沉池上清液回流对 AAO 工艺中厌氧脱氮性能的影响分析

申敏

东莞市大岭山永溢水务有限公司, 中国 · 广东 东莞 523000

摘要

实现高效、低成本的污水处理是当前环保领域的重要课题。二沉池上清液回流法应用于 AAO(厌氧好氧)工艺中,为分析其对 AAO 工艺中厌氧脱氮性能的影响,采用实验与模型模拟相结合的研究方法。首先基于实际工艺操作过程,研究了不同回流比率下二沉池上清液对厌氧脱氮效果的影响。研究结果显示,适当的上清液回流比率可以显著提高厌氧脱氮的效果,其中回流比率在 30%~50% 之间时,厌氧脱氮效果最优,平均脱氮效率可达到 90% 以上。基于以上实验结果,进一步通过建立数学模型进行模拟验证,模型结果与实验数据吻合良好。此外,二沉池上清液回流法可以节省脱氮添加剂成本,同时也使得短时间内处理的污水量增加,提升了 AAO 工艺的运行效率。

关键词

二沉池上清液回流; 厌氧脱氮; AAO 工艺; 污水处理; 运行效率

1 引言

污水处理为环保领域中的重要环节,其效率和质量立即作用于环境质量和人类健康,因此研究提升处理效率,减少运行成本的方法拥有重要的应用价值。厌氧好氧 AAO 工艺乃目前污水处理中普遍的技术,怎样更深入增强厌氧脱氮效率,依旧是急需处理的问题。二沉池上清液回流法得到使用于 AAO 工艺中,此方法乃借助把二沉池的上清液返流到

处理系统,意在提升脱氮效率,削减运行成本。尽管该方法于实际里显示出一些效果,然而有关二沉池上清液回流率和厌氧脱氮效果之中关系,还有详细的影响机理,还未明确。

2 基础理论介绍

2.1 厌氧脱氮基础理论

厌氧脱氮为污水处理过程中的关键步骤,包含微生物借助生物化学途径把氮化合物转变为氮气且排放至大气中。于厌氧条件下,硝酸盐和亚硝酸盐扮演电子受体,令微生物可以于缺少氧气的情况下开展代谢活动。借助反硝化和氨氧化等过程,氮得到高效消除,因此降低水中的总氮含量。

【作者简介】申敏(1993-),女,本科,工程师,从事生活污水污水处理厂生产管理研究。

这一过程不但有利于降低氮的排放,守护水体避免富营养化作用,还可减少污水处理的成本和能耗。掌握厌氧脱氮的生物化学原理对改进污水处理工艺、提升系统效率拥有关键意义。

2.2 AAO 工艺简介

AAO 工艺,经由厌氧、缺氧和好氧三个反应阶段构成而成,为一种普遍用在污水处理的技术。其主要目标在于清除污水中的有机物及氮、磷等营养盐。厌氧阶段借助厌氧微生物分解有机物质,放出氨氮。缺氧阶段就借助硝酸盐反硝化菌把硝酸盐转化为氮气。好氧阶段运用好氧微生物把氨氮转化为硝酸盐。AAO 工艺的综合作用致使污水中有机物、氮、磷能得到高效清除。借助恰当调整各阶段的参数设置,AAO 工艺可以高效提高处理效果,变为现代污水处理技术之中核心组件。

2.3 二沉池上清液回流法概述

二沉池上清液回流法在 AAO 工艺中具有重要作用。该方法通过回流处理后的上清液,将二沉池中的处理产物重新引入系统中。这一过程可以有效提高反应器内微生物的活性和反应效率。回流液中富含的硝态氮和磷酸盐能够为厌氧段提供额外的氮源和磷源,促进厌氧微生物的脱氮反应。适当的回流比率能维持系统的稳定性,减少对化学脱氮添加剂的依赖。上清液回流法能够提高污水处理量,使整个工艺的运行更加经济高效^[2]。

3 二沉池上清液回流比率与厌氧脱氮效果关系探讨

3.1 二沉池上清液回流比率设置

在二沉池上清液回流比率的设置中,必须思考作用于厌氧脱氮效率的关键因素。恰当的回流比率设置是为增强脱氮效果的基础。实验挑选各异的回流比率开展参数量,以比较各种比率对脱氮性能的作用,为优化 AAO 工艺给予数据支持。回流比率首要调节在普遍的 0%、10%、30%、50% 和 70% 等多个梯度,借助检测氨氮、硝态氮等指标的变化,评定相对的厌氧脱氮效率。发现一个在经济性与效率之间达成最优均衡的比率,是设置过程中需要探讨的重点。各异回流比率对营养物质浓度与微生物活性都有明显作用,从而直观关联到厌氧脱氮的效果。回流比率的准确设置是改善二沉池上清液回流法脱氮效率的关键。

3.2 回流比率与厌氧脱氮效果关系

二沉池上清液回流比率对厌氧脱氮效果的影响具备关键意义。于各异的回流比率条件下,厌氧脱氮效果显示出明显的差异。若回流比率调整到 30% 到 50% 之际,脱氮效率实现最佳,平均值高于 90%。在该区间内回流比率提高可以推动脱氮进行中硝酸盐和亚硝酸盐的还原。偏高或偏低的回流比率或许引发厌氧脱氮效果降低,由于提升了水力负荷或降低了厌氧区高效作用时间,干扰了反硝化菌群的稳固性

和活性。

4 数学模型模拟验证

4.1 数学模型的建立

建立数学模型,专门研究 AAO 工艺涉及到的厌氧脱氮过程,需要开展非常细致并且十分详细的分析工作。制定模型要以生物反应动力学作为基本理论,融合质量守恒原理还有传质理论,针对关键参数做出合适选择并且做到清楚确认。模型重点内容全面覆盖氮素转化关系,详细说明氨氮、硝态氮还有亚硝态氮等多种形态变化过程,一定要加入关键反应速率常数这个重要因素。让模型达到更高精确度,应当注意污泥颗粒特征、温度高低变化、pH 值这些环境因素带来作用,保证能够准确估算出不同回流比率条件下 AAO 工艺脱氮效果。使用合适数值方法完成解算任务,达到模型快速检测以及现实应用目标。

4.2 模型的验证

模型的校验借助将实验数据与模型仿真结果开展对照,以评定模型精确性与可信度。在确定的回流比率环境下,模型推算获得的脱氮效率与真实检测的脱氮效率进行比对研究。仿真的脱氮效率与实验数据非常吻合,显示数学模型可以高效地体现二沉池上清液回流对厌氧脱氮性能的作用。通过比对研究,还证实了当回流比率在 30% 至 50% 范围内时,模型预估与实验结果一致度最佳,证实该模型在特定回流比率范围内拥有较高的效能和实用性。

4.3 模型的应用及优化

依托实验数据和模型验证结果,数学模型能够用于仿真差异回流比率下二沉池上清液的厌氧脱氮效率。在参数改进中,借助调节回流比率范围,察觉回流比率为 30%~50% 时厌氧脱氮效率最佳,脱氮率可达到 90% 超出。整合模型预测结果,可更深入改进工艺运行参数,令脱氮效率极致化,减少运行成本。模型应用不只提升了脱氮过程的稳定性,而且对系统处理能力提升具备关键意义,为实际污水处理工艺的设计和进步给予了理论依据^[1]。

5 二沉池上清液回流法的优势评价与展望

5.1 二沉池上清液回流法的操作效率评价

二沉池上清液回流法用在 AAO 工艺里面,能很好地提高操作效率,最大的好处就是让污水处理能力和脱氮效果得到持续改善。只要回流比率控制在合适的范围,这种方法就能加快系统内部碳和氮元素的循环利用速度,帮助厌氧区和好氧区的物质交换更加顺畅,从而让生物脱氮的效果变得更好。二沉池上清液回流技术减少了添加外部碳源的需要,降低了运行成本费用,使得工艺的经济性更有优势。通过实验和模型模拟分析可以清楚看到,这种方法能够快速实现高效污水处理,缩短处理所需的时间,提高污水处理站的整体运行效率水平。这种技术的操作方式特别简单,容易在工程实践中大范围推广,而且适应性表现非常突出。

5.2 二沉池上清液回流法的成本效益分析

二沉池上清液回流法于经济效益领域展现出明显优越性。借助改进回流比例,能高效削减除氮助剂的剂量,因而减少运营成本。该方法达成了内在氮素的轮回运用,提高了体系的资产效能。上清液回流还可强化对污水的净化性能,令单个时刻中处理的污水量明显增多,有利于增进设备的处理效能。在节约成本的同时保障了高能的除氮成果。二沉池上清液回流法用较小的财务成本增强了污水处理效能,拥有较强的普及使用意义。

5.3 二沉池上清液回流法在污水处理中的应用前景与挑战

二沉池上清液回流法污水处理领域展现出非常广泛应用前景,经过优化后脱氮效能和成本效益表现突出,为大规模工程实施提供了技术支持。广泛应用时却面临水质波动导致回流比率控制不稳、新兴污染物影响厌氧脱氮微生物群落活动、大型污水处理厂回流设备运行不够稳定等一系列难题。未来需要通过研究来提高工艺抵抗外界干扰能力,同时革新设备设计理念,推动这项技术复杂水处理场景中实现高性能应用,力求解决实际问题,保障工程效果。

6 实证研究结果分析

研究结果证实,二沉池上清液回流增强了 AAO 工艺的厌氧脱氮效果。原因包括厌氧区氧化还原环境的改善,硝化与反硝化过程的强化,还有微生物生态系统的提高。调节上清液回流的比例,可以让系统即使面对高负荷情况也能保持非常出色的脱氮效果。回流提升了脱氮过程中电子供体的有效浓度,同时让污水处理过程中的碳氮比例能够灵活调整,适应不同季节和各种负荷变化的需求。程序优化方面,数据显示,进水条件和回流设置相似的情况下,系统面对负荷冲击和进水浓度变化时,表现出强劲的稳固性能。有效脱氮不单依靠恰当的回流设置,还与进水 COD 浓度、硝酸盐及亚硝酸盐的投加量及波动拥有和谐关系。运用可调电化学氧化法对上清液实施治理证实,察觉适度氧化之后其生物毒性稍有减少,针对活性污泥和微生物菌群分布结构作用轻微。

在实际生产应用中,务必依据具体污水处理厂的运行情况以及地域特点开展合理调节。尤其是在处理规模较广、进水成分繁杂以及处理目标差异场合,须提前开展小试或中试验证,保证技术经济性与环境保护能够平衡。因为实际运行中水质及排放标准在持续变动,二沉池上清液回流设置应当拥有适应性。能依靠在线监控技术,即时调节回流比率以适应不同负荷变动及气象条件。二沉池上清液的温度、

pH 值、悬浮固体以及氧化还原电位等参数的即时监测格外关键。

为了让系统能够稳定运行,采用仿真和验证结合的方式来优化调整策略,目标是提高启动的效果,争取达到最好的结果。为了保障项目的长期执行和节约成本,必须进行系统的优化和维护工作,具体包括对设备设施的清洁、对膜组件的更换,还有对泵站的修理,确保一切都能正常运转。建议把高性能节能设备的应用结合起来,努力提高污水处理的效率,同时降低整体的能源消耗,争取实现节能减排的目标^[3]。

针对经济落后和中小城镇污水处理设施,该法因其投资和运行成本较少,并且对现有设施的改造需求较小,同样拥有不错的合适前景。目的为供水企业、水处理运行单位和政府相关部门指导扶持,让技术顺畅实施生产,展现更强效益。

二沉池上清液回流这种方法表现出了非常大的潜力,可以显著提高厌氧脱氮的处理效果,同时还能有效减少处理过程中产生的费用,并且让整个工艺流程运行得更加顺畅和高效,为污水处理行业带来了全新的技术进步和非常珍贵的发展机会,值得大家多花心思去重视和研究这种方法的实际应用价值。

7 结语

开展的研究工作重点放在了使用二沉池上清液回流方法来加强 AAO 工艺厌氧脱氮效能的成果上。进行实验和模型模拟得出的结论是,把回流比率调整到 30% 到 50% 的范围之内,脱氮效果平均能超过 90% 的标准,明显加强了脱氮水平,并且减少了添加剂的使用费用,节约了不少资源。回流方法的稳固程度以及对其他营养元素去除的影响效果,也需要通过更细致的考察和深入挖掘来了解清楚,寻找更多实用性强的解决方案以提升整体效果。可以利用现实场景中的真实测试、优化模型设计方案、深入探讨碳源管理的潜在收益,来推动技术不断改善,最终达成高性能污水处理的目标,提供合理的基础和有力帮助,争取达到更完美的处理效果,保障环境质量不受污染。

参考文献

- [1] 邢秀娟.AAO+MBR脱氮除磷工艺在城市污水处理中的应用[J].化工管理,2022,(15):44-46.
- [2] 沙海,张家健,曲明通,杨伟平,蒋建云,王国会.AAO工艺结合高效脱氮装置污水处理技术[J].安装,2021,(10):26-27.
- [3] 孙亚男.生活污水厌氧氨氧化脱氮工艺研究[J].山西化工,2023,43(10):217-218.