

AAO 工艺在生物极限除磷中的应用研究

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: 在现阶段, 磷般的过量排放问题在全球范围内引起了广泛的关注。安全有效的磷除去技术寻求突破, 其中氨氧化法 (AAO) 是极具潜力的一种。论文着重对氨氧化法在生物极限除磷中的应用进行深入探讨。第一, 我们利用实验室模拟试验, 对比分析 AAO 工艺和传统的生物除磷工艺, 寻找出 AAO 工艺在运行条件、除磷效率和运行稳定性上的优势。结果显示, AAO 工艺除磷效果显著, 且运行稳定性强于传统方法。第二, 我们探讨了氨氧化菌群在除磷过程中的生态功能, 发现其在磷的沉降和固定化过程中起到“桥梁”作用, 显著提高了生物系统磷的去除效率。总的来看, 论文充分揭示了 AAO 工艺在生物极限除磷中的优势和潜力, 为优化我国的磷资源管理和污水处理技术提供了重要理论支持和技术借鉴。

关键词: AAO 工艺; 生物极限除磷; 磷资源管理; 氨氧化菌群; 污水处理技术

Research on the Application of AAO Process in Biological Extreme Phosphorus Removal

Min Shen

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

Abstract: At present, the issue of excessive phosphorus emissions has attracted widespread attention worldwide. Seeking breakthroughs in safe and effective phosphorus removal technologies, among which ammonia oxidation (AAO) is a highly promising approach. This paper focuses on the in-depth exploration of the application of ammonia oxidation method in biological extreme phosphorus removal. Firstly, we conducted laboratory simulation experiments to compare and analyze the advantages of AAO process and traditional biological phosphorus removal process in terms of operating conditions, phosphorus removal efficiency, and operational stability. The results show that the AAO process has a significant phosphorus removal effect and stronger operational stability than traditional methods. Secondly, we explored the ecological function of ammonia oxidizing bacterial communities in phosphorus removal processes and found that they play a “bridging” role in the sedimentation and immobilization of phosphorus, significantly improving the efficiency of phosphorus removal in biological systems. Overall, this paper fully reveals the advantages and potential of AAO process in biological extreme phosphorus removal, providing important theoretical support and technical reference for optimizing phosphorus resource management and sewage treatment technology in China.

Keywords: AAO process; biological maximum phosphorus removal; phosphorus resource management; ammonia oxidizing bacterial community; wastewater treatment technology

0 前言

过量磷排放问题严峻, 处理方法之一即为氨氧化法 AAO。本研究借助实验室模拟, 研究了 AAO 在生物极限除磷中的具体效果, 并与传统生物除磷工艺实施了细致对比。AAO 工艺的除磷效果好于传统方法, 并且运作更稳固。我们重点研究了氨氧化菌群在除磷过程中的作用, 觉得其可以提升磷去除效率。

1 全球磷资源过剩问题及其研究背景

1.1 世界范围内的磷般排放问题

全球范围内, 因为磷资源排放量太大而带来的各种环境问题得到了很多人的关注。磷元素是生命活动里面非常重

要的一部分, 缺少了就无法正常进行, 在农业种植、工业制造等多个领域经常被大量使用。如果使用方法不对, 或者管理方式不合适, 就会造成非常大的生态破坏风险。排放过多的磷元素会从地表水流、排水管道和工业废水等途径流进河流湖泊, 导致水体发生富营养化的严重问题。这种情况会让水里面的藻类植物快速大量生长, 破坏水体生态系统的整体平衡状态, 还可能导致鱼类大批死亡, 饮用水被污染等问题, 带来一系列环境方面的危害。自然界中的磷矿资源遇到了难以长期开采的复杂困难, 使得磷资源的循环使用和有效回收利用变成了当前必须尽快解决的一个重要事项。当前的磷处理技术, 较集中于物理抑或化学手段, 但是效率受制而且易于导致二次污染, 更为可信、高效率的生物除磷方式逐渐转化为研究热点。

1.2 传统生物除磷工艺的局限

传统生物除磷工艺使用时存在不少缺点和不足。这个工艺完全依赖活性污泥系统内部的聚磷细菌进行新陈代谢活动,利用摄取、释放和储备磷元素的方式来完成清除污染问题的目的。运行效果特别容易受到外界环境条件变化的干扰,如温度忽高忽低或者酸碱度大小不稳定,就会导致聚磷细菌的活性明显减弱,从而造成清除磷的效果变差。传统生物除磷工艺需要相当复杂的运行管理和极为苛刻的工艺控制条件,这让操作变得困难重重,同时也增加了不少费用开支。面对高浓度磷污染的水体,这个技术的清除效果显得不够明显,很难达到当前越来越高的规范标准。

1.3 AAO 工艺作为磷处理新技术的研究动因

AAO 工艺通过氨氧化作用的转化,成为磷处理领域非常关键的一个研究方向。传统生物除磷技术常常遇到除磷效率不高、运作过程中可靠性不够等问题,面对这种复杂的困难,AAO 工艺利用高性能的氮磷联合去除能力,展现出非常强大的技术优越性。这个工艺的主要特点就是利用氨氧化菌群特殊的代谢功能,来帮助磷的转化和沉积过程,从而成功打破传统工艺的技术限制。全球磷污染问题一天天加重,AAO 工艺被看作是实现生物极限除磷的重要解决方法,帮助构建一个可以长期维持的磷资源管理体系,提供了全新的解决想法和科学理论支持。

2 AAO 工艺的除磷原理与技术优势展示

2.1 AAO 工艺的基本原理

氨氧化法 AAO 工艺是为借助氨氧化细菌的代谢功能以达成磷的有效去除的一种革新技术,它的根本原理在于生物脱氮除磷过程中的繁杂生态反应。AAO 工艺首要涵盖好氧、缺氧和厌氧三个阶段,于厌氧环境中,聚磷菌排出细胞内储备的磷酸盐,吸纳外界容易分解有机物。在缺氧环境中,氨氧化细菌开展逆硝化作用。在好氧阶段,聚磷菌把周围的磷酸盐再次摄入并且积聚至细胞内。此过程不但达成了有效的磷去除,同时兼备氨氮的减少。氨氧化菌和聚磷菌在该轮回过程中协同,明显提升了系统全部的磷去除效能和稳固性。同传统工艺相较,AAO 工艺拥有更强的运行稳定性和更好的除磷效果,可以于较小的停留时间和更少的环境波动之中保持高能运行。此种前沿的机制令 AAO 工艺在面对过多磷排放的全世界挑战之内展现出巨大的潜力。

2.2 AAO 工艺与传统生物除磷工艺的对比

对比氨氧化法 AAO 和传统生物除磷工艺的时候,氨氧化法 AAO 显示出了非常突出的技术优势。氨氧化法 AAO 通过利用一种特殊细菌的代谢方式,把氨气缺氧环境下转化成氮气,这样就能有效帮助去除水中的磷元素。而传统生物除磷工艺则是通过另外一种细菌来形成聚磷酸盐颗粒,从而达到去除磷的目的,可惜遇到低温或者高负荷环境时效果不

好,运行不够稳定。氨氧化法 AAO 面对多种多样的环境条件,始终能够保持很高的除磷效率,同时运行起来非常稳定,不管温度高低或者负荷大小,都能持续保证除磷的效果。采用氨氧化法 AAO 之后,高耗能曝气设备的使用量大大减少,运行成本也因此显著降低,体现出节能环保的优点^[1]。

2.3 运行条件除磷效率和运行稳定性的优势分析

AAO 工艺去除水中磷的能力会受到氨氧化菌群活性的制约,也会受到运行条件改善效果的作用。准确调节温度、酸碱度以及水中溶解氧的浓度水平,AAO 工艺就能持续维持高性能去除磷的状态。系统运行保持平稳状态,面对水量或污染负荷的各种变化,也能维持磷去除的优秀效果。相比老式的生物除磷方法,AAO 工艺面对复杂多变的水质环境时展现出更优秀的适应能力和更突出的处理结果。完善后的运行参数明显提升了去除磷的效率,降低了能源消耗和资源使用量,展现出环保高效技术选择的突出优势,全面反映出当前水处理技术的领先水平和实用价值。这种技术在实际应用中表现得很不错,为水处理领域提供了可靠的解决方案,体现了科学技术的进步和环境保护的重要意义。

3 氨氧化菌群对于 AAO 工艺的生物除磷的生态功能解析

3.1 氨氧化菌群在生物除磷中的角色诠释

氨氧化菌群 AAO 工艺生物除磷过程承担着非常关键性角色。通过特定生物化学路径,氨氧化菌群能够推动氨氮氧化过程,让氨氮顺利转变成亚硝酸盐或硝酸盐。这样的转变过程明显降低了水体里面氮元素浓度,整个氮素循环形成了一种特别独特的生物环境,有助于磷元素沉降下来并固定住。氨氧化菌群扮演了生物系统里面的重要桥梁角色,紧密连接起氮循环和磷循环。这样的连接大大提高了 AAO 工艺系统营养元素循环效率,帮助优化磷元素消除效果,提供了相当强大的支持力量。氨氧化菌群的生物活性立即作用于整个系统的运作效率和稳定性,保持生物过程的高能开展。

3.2 氨氧化菌促进磷的沉降和固定化

氨氧化菌这种微生物 AAO 工艺里面起到很重要的作用,帮助磷沉积下来并且凝固成固体,这是 AAO 工艺去除磷效果好的关键原因。氨氧化菌通过自己独特的代谢方式,可以把氨转变成亚硝酸盐,然后进一步让整个系统的化学性质保持稳定。亚硝酸盐生成之后会变成帮助磷沉积的加速剂,让水里面的磷酸盐更容易结合成坚固的沉淀物。氨氧化菌创造的小环境对磷的固定很有帮助,能减少磷重新释放到水里,从而提升生物系统清除磷的能力。氨氧化菌群非常有活力,推动磷水体里面转移和沉积下来,改善了整个水处理系统的稳定性,保证 AAO 工艺处理磷达到极限效果时表现得很出色,充分展现出保护环境方面的巨大价值。这种作用对水处理技术的发展非常重要,可以帮助解决水污染问题,

保护自然环境资源^[2]。

3.3 生态功能在生物除磷中的实际效率提示

氨氧化菌群在 AAO 工艺中表现出独特的生态功能,其对磷的生物除去效率具有重要影响。研究表明,该菌群通过氨氧化过程促使水体中磷的沉降和固定化,显著提高了系统的除磷能力。氨氧化菌群与其他微生物群落协同作用,创造了动态稳定的微生态环境,为磷的转化和去除提供了有利条件。其代谢活动能够提高反应体系内碳源的利用效率,从而改善磷去除的整体效果。在运行条件优化的情况下,氨氧化菌群的活性对除磷效率的提升具有显著促进作用,为 AAO 工艺在生物除磷中的实际应用提供了坚实的技术支持和生态保障。

4 针对 AAO 工艺的运行调控研究与实际应用探讨

4.1 AAO 工艺在磷处理中的运行调控策略解构

面向 AAO 工艺于磷处理之中的运作调节方案,核心取决于改进工艺参数和保证系统稳固性。有力的运作调节必须重视氨氧化菌群的活力保养和相关的环境条件适应。合适的溶解氧浓度和温度关于氨氧化菌群的繁殖和代谢极为关键,调节期间内应确认其处在实用性工作区间。面向碳源、氨氮及磷比例的精准管理,能提高系统的除磷效能。定期滤池曝气与厌氧条件的轮换运作,为氨氧化菌群的功能转化供给优秀环境,减少妨碍代谢影响的负面因子。稳定的水力停留时间设计及反应器结构改进,利于系统运作的持久稳固性。运作中对关键参数的即时监控和数据解析,能迅速察觉不正常且实时调整,因此保证 AAO 工艺于烦琐污水处理环境中的适用性^[3]。

4.2 AAO 工艺的科学运行与应用指导

AAO 工艺的运行和操作全靠系统的技术支持,还有控制管理工作的细心执行来完成。设备运行的时候,温度、pH 值、溶解氧浓度这些重要数据对工艺结果影响很大。保持和改善这些条件显得特别重要。温度必须调节到一个合适的范围,让氨氧化菌的活性能够充分表现出来,而 pH 值需要校正达到稍微偏碱的稳定状态,防止磷酸根离子沉淀带来一些问题。溶解氧水平校正必须保证氨氧化过程能够顺利进行,防止氧气供应过多导致能量消耗有所增加。实际操作中,使用实时监控控制系统控制反应器参数的实时变化,可以有效提高除磷效果和系统稳定运行。AAO 工艺的调节策略需依据污水的具体成分和排放标准的严格要求以调节运作方式,以利顺应各种不同的情况。采用这样的做法能够有效地提升净化效果,减少运作成本和或许发生的环境风险,为污水处理环保事业的长远发展提供一种实在行得通的方法和实际的

处理思路与方向。

4.3 AAO 工艺在优化磷资源管理与污水处理技术中的贡献与反馈

AAO 工艺能够有效提升磷资源管理和污水处理技术的水平,体现出非常重要的价值。通过科学方法不断增强去除磷的效果,逐步减少能源消耗,逐步降低化学药剂的使用量,最终成功改善污水处理过程的经济收益和环境保护成果。工艺包含的氨氧化菌群可以促进磷物质沉降并将其牢牢固定住,完成磷资源的循环利用和再次使用的目标。采用这种生物技术明显改善了污水处理的整体成果,同时为磷资源的长期可持续管理探索出全新的发展道路和广阔的前景。AAO 工艺运行相当稳定,能够灵活应对水质变化的情况,所以在实际应用中的操作和调整也得到了可靠的技术支持和保障措施。

5 结语

通过实验证实了氨氧化法,也就是 AAO 技术,生物极限除磷过程具备显著优越性,展现出与众不同的技术特点。AAO 工艺运行条件、除磷效率以及运行稳定性这些方面,表现得比传统生物除磷方法更加卓越,技术效果让人非常满意,氨氧化菌群除磷过程起到核心连接作用,能够提高整个系统除磷能力,确保处理效果达到预期。想要实现 AAO 工艺工程化应用,研究提供了具体运作调整策略,涵盖多样实施方法,同时也建议了烦琐水质环境下兼容性以及长期运作稳固性问题,必须关注处理这些难点。建议今后研究重点集中于优化 AAO 工艺,使这项技术可以顺应差异水质条件,开发出高性能菌群富集策略,提升全部系统稳固性,保证持久运作不致发生故障,运作成本和能耗开展审定,尽力减少资源消耗。研究表明了 AAO 工艺生物极限除磷领域的重大潜能,展现出宽广进步前景,这对中国磷资源管理和污水处理技术提升供给了重要理论支撑和现实实施指引,影响深远。

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] 温璐菁.污水处理生物脱氮除磷工艺的分析[J].前卫,2023(27):43-45.
- [3] 周彪.城镇污水处理生物脱氮除磷工艺简述[J].城市建设理论研究:电子版,2021(6):39-40.

作者简介:申敏(1993-),女,中国广东肇庆人,本科,工艺工程师、生态环境工程中级工程师,从事生活污水处理厂生产管理的相关研究。