

Application of A2/O Process in Urban Domestic Sewage Treatment Plant and Improvement of Denitrification Efficiency

Shuhua Pei

Henan Jinqiu Environmental Protection Technology Consulting Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, the pressure on urban domestic sewage treatment has been increasingly severe. As an efficient biological nitrogen removal process, the A2/O process has been widely applied in urban domestic sewage treatment plants, particularly demonstrating significant advantages in nitrogen removal efficiency. This paper systematically analyzes the basic principles and characteristics of the A2/O process, and discusses its application in nitrogen removal treatment in the context of the actual needs of urban domestic sewage treatment plants. By analyzing case studies of A2/O process applications in different sewage treatment plants, this paper further proposes strategies to enhance nitrogen removal efficiency, including optimizing process parameters and introducing innovative technologies. The A2/O process has considerable potential in improving nitrogen removal efficiency and reducing operational costs. The paper concludes with an outlook on the future development of the A2/O process, providing technical support and decision-making references for urban sewage treatment plants.

Keywords

A2/O process; urban domestic sewage; nitrogen removal efficiency; sewage treatment; optimization technology

A2/O 工艺在城镇生活污水处理厂的应用及脱氮效率提升研究

裴淑花

河南金秋环保技术咨询有限公司, 中国·河南郑州 450000

摘要

随着城镇化进程的加快, 城镇生活污水处理面临着日益严峻的压力。A2/O工艺作为一种高效的生物脱氮工艺, 已广泛应用于城镇生活污水处理厂中, 尤其在脱氮效率方面展现出显著优势。本文系统分析了A2/O工艺的基本原理与特点, 并结合城镇生活污水处理厂的实际需求, 探讨了其在脱氮处理中的应用现状。通过对A2/O工艺在不同污水处理厂中的应用案例进行分析, 本文进一步提出了提升脱氮效率的策略, 包括优化工艺参数和引入创新技术, A2/O工艺在提高脱氮效率、降低运行成本方面具有较大的潜力。文章最后对A2/O工艺的未来发展方向进行了展望, 为城镇污水处理厂提供了技术支持和决策依据。

关键词

A2/O工艺; 城镇生活污水; 脱氮效率; 污水处理; 优化技术

1 引言

城镇生活污水的处理一直是水环境管理中的重要课题, 尤其是随着生活水平的提高和工业化进程的加速, 污水中的氮磷污染日益严重。氮污染不仅会导致水体富营养化, 还会破坏生态平衡, 严重影响水质安全。传统的污水处理工艺在脱氮方面面临一定的瓶颈, 因此, 寻找高效的脱氮技术成为了污水处理厂的迫切需求。A2/O工艺, 作为一种成熟的生物脱氮技术, 通过合理的水力负荷和微生物群落的协调作用, 有效地去除了水中的氮污染, 得到了广泛的应用。然而,

在实际应用中, A2/O工艺的脱氮效率受多种因素的影响, 如何进一步提高其脱氮效率, 成为了研究的热点。本文将对A2/O工艺的基本原理、应用现状及其脱氮效率提升策略进行深入分析, 以为城镇生活污水处理厂的技术改进与优化提供理论依据和实践参考。

2 城镇生活污水处理厂的现状与需求

2.1 城镇生活污水处理厂的基本功能与作用

城镇生活污水处理厂的核心功能是通过物理、化学和生物手段, 去除污水中的污染物, 保障水环境质量, 满足排放标准。处理厂的作用不仅限于清洁污水, 还承担着对水资源的再利用责任。随着城镇化进程的不断加快, 城镇生活污水处理厂在水质净化、资源回收以及环境保护方面扮演着至

【作者简介】裴淑花(1997-), 女, 中国河南洛阳人, 本科, 助理工程师, 从事资源环境科学研究。

关重要的角色。污水处理厂利用多种工艺手段,如初级沉淀、二级生物处理及深度处理等,去除污水中的悬浮物、氮磷等污染物。处理后的水体能达到排放标准,减少对周围水体的污染。此外,随着污水处理技术的进步,部分处理厂还在进行污泥处置、垃圾处理及能源回收等综合利用,以实现污水处理资源化、无害化。

2.2 脱氮处理在城镇生活污水处理中的重要性

脱氮处理是城镇生活污水处理的重要组成部分,主要目的是减少水体中的氮污染,防止水体富营养化,保障水资源的可持续利用。氮化合物,尤其是氨氮和总氮,是水体污染的重要源头之一。过量的氮污染物进入水体后,会导致水体富营养化,造成藻类过度生长,进而引发水质恶化、鱼类死亡等生态问题,甚至影响饮用水安全。因此,脱氮技术在污水处理过程中具有至关重要的作用。当前,许多城镇污水处理厂的脱氮效果仍不理想,导致氮污染无法有效去除,严重影响水体环境质量。有效的脱氮技术不仅能够帮助处理厂满足排放标准,降低环境污染,还能够促进污水的回用和资源化利用。随着环境保护要求的提高和水资源管理的日益严格,脱氮处理在污水处理中的重要性愈加突出^[1]。

3 A2/O 工艺的基本原理与特点

3.1 A2/O 工艺的工作原理与流程

A2/O 工艺是一种经典的污水生物脱氮除磷工艺,主要通过厌氧、缺氧和好氧三种环境的交替作用,实现氮磷的去除。其工作原理分为三个主要阶段:首先,在厌氧区,污水中的有机物被硝酸盐还原为氮气,同时,磷酸盐被活性污泥吸附并暂时积累;然后,污水进入缺氧区,在该区内,微生物通过反硝化作用将硝酸盐还原为氮气,减少总氮的含量;最后,污水流入好氧区,在好氧环境下,剩余的有机物被好氧微生物氧化,完成进一步的去除,并促进磷的释放,便于后续去除。A2/O 工艺的关键技术参数包括污泥负荷、污水流速及水力停留时间等,通常通过调整这些参数以优化氮磷的去除效果。数据表明,A2/O 工艺在处理城市污水时能够达到较高的脱氮效率,氮的去除率通常在 70%-90% 之间^[2]。

3.2 A2/O 工艺在脱氮处理中的优势

A2/O 工艺在脱氮处理中的优势体现在其高效的氮去除能力和较为简便的工艺结构。首先,A2/O 工艺通过将厌氧、缺氧和好氧三个阶段有效结合,在污水处理过程中最大限度地利用微生物的脱氮特性,能够大幅度提高氮的去除效率。根据实验数据,A2/O 工艺能够在处理生活污水时达到较高的总氮去除率,通常为 70%-90%。其次,A2/O 工艺具有较强的适应性,能够处理不同污染负荷的污水,适合城镇生活污水的处理要求。此外,A2/O 工艺在运行过程中,能显著降低污泥的产生量,相较于传统的处理工艺,能够有效减轻污泥处理和处置的压力,从而降低运行成本。再者,A2/O 工艺的操作相对简单,且对操作人员的技术要求较低,易于维护与管理,适合大规模推广应用,图 1 为 A2/O 污水处理

流程图。

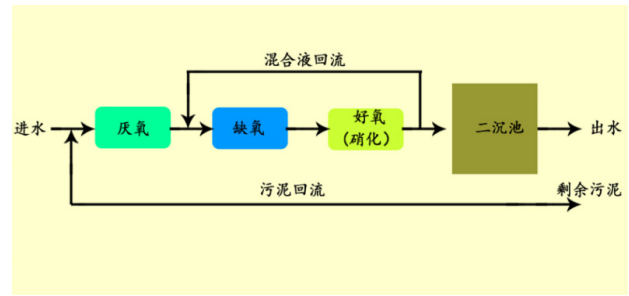


图 1 A2/O 污水处理流程

3.3 A2/O 工艺与其他脱氮技术的比较

污水中氮磷等污染物的去除效果常常受到工艺、设备及管理等方面的制约。尤其是氮污染的控制,仍然是污水处理厂面临的主要难题,脱氮技术的效率较低,无法达到理想的脱氮效果。再者,污水处理中污泥的处理和处置问题也日益突出。与其他脱氮技术相比,A2/O 工艺具有较为明显的优势,尤其在应用于城镇生活污水处理中。与传统的活性污泥法相比,A2/O 工艺不仅能够去除较高浓度的氮,还能够同时去除磷,具有一体化处理的优点。此外,与单一的反硝化脱氮技术相比,A2/O 工艺通过多段的反应区设置,提高了脱氮效果。对于传统的生物接触氧化法,A2/O 工艺在去除总氮方面表现出更高的效率,且在较低的运行负荷下仍能维持较好的脱氮效果。与较为先进的膜生物反应器(MBR)技术相比,A2/O 工艺的成本较低,特别适用于大规模的城镇生活污水处理,能够在控制成本的同时,达到较高的氮磷去除效果。因此,A2/O 工艺在脱氮处理中的综合性能表现突出,特别适合城镇生活污水处理厂的实际需求。

4 A2/O 工艺在城镇生活污水处理厂中的应用

4.1 A2/O 工艺在城镇污水处理厂中的设计与配置

A2/O 工艺在城镇污水处理厂的设计与配置是基于污水处理厂的规模、污水水质以及处理要求来确定的。一般情况下,A2/O 工艺的设计采用三级反应池配置,其中厌氧区用于去除磷,缺氧区用于反硝化去除氮,好氧区则用于进一步的有机物降解和氨氮的去除。对于城市污水处理厂,其日处理能力通常在 2,000 吨至 50,000 吨之间,设计时需确保每个反应池的水力停留时间(HRT)符合处理需求。以一座年处理量为 3 万吨的污水处理厂为例,厌氧区、缺氧区与好氧区的水力停留时间分别为 4 小时、2 小时和 6 小时。此外,A2/O 工艺在城市污水处理中具有较高的灵活性,能够根据进水水质调整各反应区的溶解氧浓度和混合强度,以适应不同水质和负荷变化的需求。设计时还需关注污泥回流比的设置,通常污泥回流比为 1.0-1.5,这有助于提高系统的氮磷去除效果^[3]。

4.2 A2/O 工艺的实际应用分析

A2/O 工艺已经在多个城镇污水处理厂中得到了成功应

用。在某市的污水处理厂中，A2/O工艺被用于处理城镇生活污水，处理能力为每日10,000吨。通过调整工艺参数，确保了良好的脱氮效果。经过实际运行，氮的去除率达到了85%，总磷的去除率达到了90%以上。工艺中，污水进入厌氧区后，经过4小时的停留，磷的去除效果非常明显，而在缺氧区，反硝化微生物将硝酸盐转化为氮气，达到较高的脱氮效果。随着处理厂的运行，A2/O工艺的效果得到了进一步验证，尤其在处理高峰期，处理能力仍然稳定，脱氮和除磷的效率没有明显下降。此外，该工艺还显示出了较好的能效比，能够在保证处理效果的同时，降低能耗。

4.3 A2/O工艺在脱氮效率上的具体表现

A2/O工艺在脱氮效率方面表现出显著的优势。在城镇生活污水处理过程中，A2/O工艺通过合理的分区设置和精确的反应时间控制，能够有效去除污水中的氮污染。某市污水处理厂在采用A2/O工艺后，其氮的去除率稳定在85%左右，能够满足严格的排放标准。通过控制缺氧区和好氧区的溶解氧浓度，进水中的氨氮被微生物降解为氮气，降低了水体中的氮负荷。数据表明，在处理高浓度氮污水时，A2/O工艺的脱氮效率比传统的活性污泥法提高了15%-20%。对于污水中的总氮，A2/O工艺可以将其去除率提高至90%以上，且在氮污染浓度较高的情况下，工艺依然保持稳定的脱氮效果^[4]。整体而言，A2/O工艺在提高脱氮效率、满足排放标准方面展现了强大的技术优势。

5 提升A2/O工艺脱氮效率的策略与方法

5.1 影响A2/O工艺脱氮效率的关键因素

A2/O工艺脱氮效率的高低受到多个因素的影响，其中最重要的因素之一是反应区的水力停留时间。水力停留时间过短会导致反应不足，不能完全去除污水中的氮污染。其次，反硝化过程中的溶解氧浓度也会影响脱氮效果。在缺氧区溶解氧过高时，反硝化作用会受到抑制，导致脱氮效率降低。此外，污泥回流比的设定也至关重要，较低的回流比可能导致污泥的沉降性能下降，影响脱氮效果。最后，污水中的有机物含量也是影响脱氮效率的重要因素，高浓度的有机物可提供足够的碳源供反硝化微生物使用，从而提高脱氮效率。综上所述，通过对水力停留时间、溶解氧浓度、污泥回流比和有机物浓度等因素的优化，能够显著提升A2/O工艺的脱氮效率。

5.2 优化A2/O工艺参数提升脱氮效率

为了提升A2/O工艺的脱氮效率，需要针对各工艺参数进行优化。首先，合理设置反应区的水力停留时间，确保氮的去除能够充分进行。通过实验数据发现，适当延长缺氧区的停留时间，有助于提高反硝化效果，进而提高脱氮效率。

其次，控制缺氧区的溶解氧浓度至1-2mg/L，可以有效促进反硝化作用，避免过高的溶解氧浓度抑制脱氮过程。污泥回流比也是一个关键参数，通常通过优化回流比，提高反应效率，确保反应池中足够的活性污泥供氮源的去除。最后，对进水的碳源进行补充，尤其是在高氮污水处理中，碳源的补充能够促进反硝化过程，提升脱氮效率。通过以上参数优化，A2/O工艺的脱氮效率可以得到显著提高。

5.3 创新技术与措施在脱氮效率提升中的应用

为进一步提升A2/O工艺的脱氮效率，近年来，创新技术与措施逐渐得到应用。例如，膜生物反应器(MBR)技术与A2/O工艺的结合，可以有效提高系统的固液分离性能，从而提高氮的去除效率。MBR技术能够使污水中的有机物和氮污染物充分接触，提高微生物的降解效率，进而提升脱氮效果。此外，集成的自动化控制系统也是提升脱氮效率的一个重要措施。通过实时监测各反应区的溶解氧浓度、污泥回流比等参数，自动调节工艺条件，可以更精确地控制脱氮过程，确保高效稳定的运行。通过采用这些创新技术和措施，A2/O工艺在城镇污水处理中脱氮效率得到了进一步的提升^[5]。

6 结语

A2/O工艺作为一种高效的生物脱氮技术，在城镇生活污水处理厂中得到了广泛应用，尤其在提高脱氮效率方面展现出显著优势。通过优化设计与配置、合理调整工艺参数，并结合创新技术与措施，A2/O工艺能够有效去除污水中的氮污染，满足日益严格的环保标准。在实际应用中，A2/O工艺不仅在脱氮效率上取得了显著成效，还在降低运行成本、提高污水处理厂整体效能方面发挥了重要作用。随着技术的不断进步和优化，A2/O工艺在城镇生活污水处理中的应用前景广阔，将为水环境保护和可持续发展提供有力支撑。未来，随着更加精细化的管理和技术创新，A2/O工艺将在污水处理领域继续发挥重要作用，推动环境保护事业的不断发展。

参考文献

- [1] 孙秉毅,秦庆东,孔宇,李建.AGS强化A2O工艺处理生活污水的效能[J].中国给水排水,2025,41(17):113-119.
- [2] 薛世玉.A2O处理低碳氮比生活污水的强化脱氮除磷研究[D].导师:云玉攀.河北地质大学,2025.
- [3] 陈建,汪军,马洁晨,奚姗姗,刘海林,龚明杰,王啟华.A2O-MBBR+CWs组合技术处理农村生活污水的效果[J].环境工程技术学报,2025,15(02):436-445.
- [4] 姜科,王真真,战琪,廖晓希,曹喆.城镇生活污水处理厂A2O工艺运行状态的快速判别[J].山东化工,2024,53(01):258-261.
- [5] 王子龙.MBBR-A2/O工艺处理城镇生活污水实验研究[D].导师:张吉库.沈阳建筑大学,2020.