

Application of Anaerobic Biotechnology in Modern Industrial Wastewater Treatment Work

Dan Li

Wuhan Huanchuang Technology Service Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430200, China

Abstract

With the rapid development of industry, waste water treatment has become an important task of environmental protection and sustainable development. Traditional wastewater treatment methods have problems such as low efficiency, high energy consumption and produce a large amount of chemical waste. Anaerobic biotechnology has gradually attracted much attention as an environmentally friendly and efficient treatment method. This paper aims to study and explore the application of nuisance oxygen biotechnology in modern industrial wastewater treatment.

Keywords

anaerobic biotechnology; modern industrial wastewater treatment; application

厌氧生物技术在现代工业废水处理工作中的应用

李丹

武汉桓创技术服务有限公司, 中国·湖北 武汉 430200

摘要

随着工业的迅速发展, 废水处理成为保护环境和可持续发展的重要任务。传统的废水处理方法存在着效率低、耗能高以及产生大量化学物质废弃物等问题。厌氧生物技术作为一种环境友好、高效的处理方法, 逐渐引起了广泛关注。论文旨在研究和探讨厌氧生物技术在现代工业废水处理中的应用。

关键词

厌氧生物技术; 现代工业废水处理; 应用

1 引言

随着全球工业化进程的不断加速, 工业废水排放问题日益突出, 给环境和人类健康带来了严重威胁。废水中含有各种有机物、重金属和其他污染物, 传统的废水处理方法往往难以彻底去除这些污染物, 甚至会产生新的环境问题。因此, 寻找高效、环境友好的废水处理技术势在必行。论文旨在探索和评估厌氧生物技术在现代工业废水处理中的应用潜力。通过系统地研究厌氧生物技术的原理、反应器类型和操作参数对废水处理效果的影响, 旨在为工业废水处理工作提供一种高效、可持续和环境友好的解决方案。

2 厌氧生物技术的原理和基本过程

2.1 厌氧消化

厌氧消化是厌氧生物技术的核心过程之一, 用于降解和分解有机废物, 并转化为产气和有机酸等可利用的产物。

在厌氧消化中, 微生物以无氧条件下的生物催化作用, 将有机废物分解为简单的有机化合物, 产生甲烷等沼气。这一过程主要由厌氧消化菌群(如甲烷菌和产酸菌)参与, 其代谢产物中的甲烷是一种重要的可再生能源。厌氧消化的基本原理是有机废物在厌氧条件下经过一系列微生物反应而降解。这些微生物可以利用有机废物作为它们的碳源和能源, 通过酶的作用将其分解为有机酸、氢气、二氧化碳和甲烷等产物。有机酸可以被进一步代谢为甲酸、乙酸、丙酸等短链有机酸, 而甲烷则是最终的产物之一。厌氧消化的过程需要维持适宜的温度、pH 值和适当的有机负荷等条件, 以保证微生物的正常生长和代谢活动^[1]。

2.2 厌氧氨氧化

厌氧氨氧化是另一种重要的厌氧生物技术过程, 用于处理含氮废水并同时实现氨氮的去除和产生硝酸盐。传统的好氧氨氧化过程需要供氧条件, 而厌氧氨氧化通过利用厌氧氨氧化菌群在无氧条件下对氨氮进行转化, 避免了氧的消耗和能源浪费。厌氧氨氧化的基本原理是在无氧环境下, 氨氮通过一系列微生物反应逐步转化为亚硝酸盐和硝酸盐。这一过程主要由厌氧氨氧化细菌(如反硝化颗粒菌和厌氧氨氧化

【作者简介】李丹(1986-), 男, 中国湖北荆门人, 本科, 工程师, 从事水处理研究。

细菌)参与。首先,厌氧氨氧化细菌将氨氮转化为亚硝酸盐,并产生能量。然后,亚硝酸盐被反硝化颗粒菌进一步氧化为硝酸盐,并释放出额外的能量。这一过程中产生的硝酸盐可用于后续的厌氧反硝化过程,实现氨氮的去除和硝酸盐的产生。

2.3 厌氧反硝化

厌氧反硝化是厌氧生物技术的另一个重要过程,用于去除废水中的硝酸盐,并同时产生氮气。传统的好氧反硝化过程需要供氧条件,而厌氧反硝化能够在无氧条件下实现硝酸盐的还原,节约能源和化学试剂。厌氧反硝化的基本原理是在缺氧条件下,硝酸盐通过一系列微生物反应逐步转化为氮气。这一过程主要由厌氧反硝化细菌(如反硝化颗粒菌和厌氧亚硝酸盐还原细菌)参与。

3 厌氧生物反应器的类型和结构

3.1 厌氧污泥法

厌氧污泥法是一种常用的厌氧生物反应器类型,广泛应用于工业废水处理中。它基于厌氧菌群在污泥中的生长和代谢活动来处理废水。该反应器主要由一个密闭的容器和污泥混合物组成。在厌氧污泥法中,废水通过进料管道注入反应器,与污泥充分混合。厌氧菌群通过降解有机废物将其转化为沼气和有机酸等产物。沼气可以通过顶部的气体收集系统收集和利用,而污泥中的有机酸则可被后续的微生物过程进一步降解和转化。厌氧污泥法的优点在于处理各种类型的废水具有较好的适应性,并能够处理高浓度有机废水。此外,污泥具有较高的活性和稳定性,能够在复杂的废水组成中有效降解有机物。然而,厌氧污泥法也存在一些挑战,如对温度和pH值的敏感性,以及产生过多污泥和需较长时间的启动过程等^[2]。

3.2 厌氧颗粒污泥法

厌氧颗粒污泥法是另一种常见的厌氧生物反应器类型,与厌氧污泥法相比,其主要区别在于污泥以颗粒形式存在。这些颗粒由聚集在一起的微生物群落组成,形成一种复杂的生物颗粒结构。在厌氧颗粒污泥法中,废水通过进料管道进入反应器,颗粒污泥通过重力沉降和内部微生物的作用与废水进行接触和反应。厌氧菌群在颗粒污泥内降解有机废物,产生沼气和有机酸等产物。与厌氧污泥法相比,厌氧颗粒污泥法具有较高的污水处理效率和较小的污泥产生量。厌氧颗粒污泥法的优点在于具有良好的沉降性能,可有效分离污水和污泥,并提供较高的微生物浓度和活性。此外,颗粒污泥结构中的微生物可形成内部的氧和物质传递路径,提高废水的降解效率。然而,厌氧颗粒污泥法也面临着颗粒稳定性、启动过程的挑战,以及污泥颗粒间的竞争和胞外聚合物的产生等问题。

3.3 厌氧固定床反应器

厌氧固定床反应器是一种常见的厌氧生物反应器,其

主要特点是在反应器内设置了固定的填料或载体来提供微生物附着和生长的表面。这种反应器常用于处理废水中的高浓度有机物和难降解有机物。厌氧固定床反应器的结构包括填料或载体层和反应器壳体。填料或载体可以是多孔的材料,提供大量的附着表面供微生物生长。废水通过填料层时,微生物附着在填料上,通过降解有机废物来实现废水的净化。沼气和代谢产物则通过反应器顶部的气体收集系统进行收集和处理。厌氧固定床反应器具有较高的降解效率和稳定性。填料或载体提供了良好的微生物附着条件,提高了微生物的代谢活性和废水降解能力。此外,固定床反应器对于高浓度有机废水和难降解有机物的处理效果显著。

4 厌氧生物技术在工业废水处理中的应用领域

4.1 有机废水处理

厌氧生物技术在工业废水处理中广泛应用于有机废物的处理。工业生产中产生的有机废水通常含有复杂的有机化合物,如脂肪酸、蛋白质、糖类等。传统的物理化学处理方法对于这些有机废物的去除效果有限,而厌氧生物技术通过利用厌氧菌群的代谢能力,能够高效地将有机废物降解为沼气和有机酸等可利用的产物。厌氧消化和厌氧污泥法是处理有机废物的常见厌氧生物技术。在厌氧消化过程中,有机废物经过厌氧消化菌群的降解,转化为产气和有机酸等产物,如甲烷。

4.2 高浓度废水处理

厌氧生物技术还被广泛应用于处理高浓度废水,包括含有高浓度有机物、盐分和重金属等的废水。这些高浓度废水通常具有较高的处理难度,传统的物理化学处理方法往往效果不佳或成本较高。而厌氧生物技术通过优化反应器设计、调节工艺参数和调控微生物群落等手段,能够实现高浓度废水的高效处理。厌氧颗粒污泥法和厌氧固定床反应器是处理高浓度废水的常用厌氧生物技术。厌氧颗粒污泥法中的颗粒污泥具有较高的微生物浓度和活性,能够有效降解高浓度有机物。而厌氧固定床反应器中的固定床填料提供了较大的附着表面,增加了微生物的附着和生长,提高了废水的降解效率。

4.3 氮、磷等特定污染物的去除

除了有机废水处理外,厌氧生物技术还可以应用于氮、磷等特定污染物的去除。厌氧氨氧化和厌氧反硝化是常用的厌氧生物过程,用于去除废水中的氮和硝酸盐。厌氧氨氧化过程通过厌氧氨氧化菌群将氨氮氧化为亚硝酸盐,进而转化为氮气。这一过程不需要供氧,节约能源和化学试剂。厌氧反硝化过程则通过厌氧反硝化细菌将硝酸盐还原为氮气,实现氮的去除和氮气的回收。此外,厌氧生物技术还可以应用于磷的去除。例如,在厌氧污泥法中,一些厌氧菌群具有磷的释放能力,能够将废水中的磷释放到污泥中。随后,在好氧环境下,通过进一步的生物处理或化学沉淀,可以实现磷

的去除和回收^[3]。

5 挑战和改进措施

5.1 稳定性维护

在厌氧生物技术的应用过程中，维护系统的稳定性是一个重要的挑战。厌氧反应器中的微生物群落对环境条件和废水质量的波动较为敏感，可能导致反应器性能的下降或不稳定的运行。为了维护系统的稳定性，需要注意以下方面：控制操作参数，维持适宜的操作参数对于保持系统的稳定性至关重要。包括控制温度、pH值、进料负荷、气体混合比例等。定期监测和调整这些参数，使其保持在合适的范围内，有助于维持微生物群落的健康和稳定。微生物管理，合理管理厌氧反应器中的微生物群落是确保系统稳定性的关键。这包括适当的菌种投加、保持适宜的菌群组成和活性、避免异物进入反应器等。定期进行微生物群落分析和优化，可以帮助监测微生物的健康状态，并及时采取措施进行调整和修复。

5.2 抗冲击负荷

工业废水的性质和流量经常发生变化，可能导致反应器面临冲击负荷的挑战。这些冲击负荷可能包括突然的高负荷、有毒物质的进入、过量的废水流量等。为了应对冲击负荷，需要采取以下改进措施：缓冲容量的增加，增加反应器的缓冲容量可以帮助稀释和平衡冲击负荷的影响。这可以通过增加反应器的体积、调整混合器的设计、设置缓冲罐等方式实现。过程监测和控制，实时监测和控制系统的运行参数，可以帮助及时发现冲击负荷的变化，并采取相应的措施进行调整。例如，利用自动化控制系统，对进料负荷、气体供应等进行实时监测和反馈控制，以保持系统的稳定运行。

5.3 抗毒性

工业废水中可能存在有毒物质或抑制物质，对厌氧生物反应器中的微生物产生不利影响，降低其降解能力和稳定性。为了克服抗毒性的挑战，可以采取以下改进措施：前处理工艺，在进入厌氧反应器之前，通过适当的前处理工艺，如调整废水的pH值、去除有害金属离子、预处理废水中的毒性物质等，减少对微生物的抑制作用。微生物适应性培养，通过长期培养和驯化，将微生物逐渐适应废水中的有毒物质，提高其对毒性物质的耐受性和降解能力。这可以通过逐步加入低浓度的有毒物质，逐渐增加其浓度和暴露时间，使微生物逐渐适应。微生物群落的多样性增加，增加厌氧反应器中微生物群落的多样性，可以提高系统对不同毒性物质的抗性和适应性。通过引入不同种类的微生物，建立多菌种共生体系，提高系统的抗毒性。

6 应用前景和展望

6.1 厌氧生物技术在工业废水处理中的潜力

厌氧生物技术在工业废水处理中展示出巨大的潜力。随着工业化的快速发展和环境污染的日益严重，工业废水处理的需求越来越迫切。厌氧生物技术通过其高效、经济、环保的特点，成为了解决工业废水处理难题的一种理想选择。厌氧生物技术在处理有机废水、高浓度废水和特定污染物等方面展现出了独特的优势。其能够高效降解复杂的有机化合物，减少废物排放，产生可再利用的产物如沼气和有机酸。对于高浓度废水，厌氧生物技术能够应对高负荷和抗冲击负荷的挑战，实现高效处理^[4]。同时，厌氧生物技术在氮、磷等特定污染物的去除方面也有广泛的应用。

6.2 发展趋势和推广应用

随着对环境保护和可持续发展的需求日益增加，厌氧生物技术在工业废水处理领域的发展将继续推动。以下是一些发展趋势和推广应用的方向：技术改进与创新，随着对废水处理效率和能源利用的要求不断提高，厌氧生物技术将不断进行技术改进和创新。例如，结合其他先进技术如膜技术、电化学技术等，提高处理效率和产物回收率。同时，通过研究微生物群落的多样性和功能，优化菌群的选型和调控，提高系统的稳定性和适应性。应用规模的扩大，厌氧生物技术在小型和中型废水处理装置中已有广泛应用，但在大型工业污水处理厂中的应用还有待拓展。随着对工业废水处理的需求增加，预计厌氧生物技术将在更大规模的工业污水处理厂中得到推广和应用。综合应用与工艺优化，厌氧生物技术将与其他废水处理工艺相结合，形成更加综合和高效的废水处理系统。例如，厌氧-好氧生物工艺的组合将能够更全面地处理废水中的不同污染物，提高处理效率和水质稳定性。

7 结语

综上所述，厌氧生物技术作为一种先进的废水处理技术，具有广泛的应用前景和重要的意义。通过进一步的研究和推广应用，厌氧生物技术将在工业废水处理中发挥更大的作用，为实现清洁环境和可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1] 郑卫,杨阳,熊泉,等.厌氧生物技术在现代工业废水处理工作中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(2):4.
- [2] 张芸.厌氧生物技术在工业废水处理中的应用分析[J].生态环境与保护,2021,3(11):67-68.
- [3] 李明.厌氧生物技术在工业废水处理中的应用[J].安防科技,2021(3).
- [4] 纪艳张,炜兴.浅析厌氧生物技术在工业废水处理中的应用[J].市场周刊:商务营销,2020(79):1.