

工业废水污染生物高效降解处理技术研究

张树德

新疆特变电工楼兰新能源有限公司 新疆库尔勒 841000

摘要: 随着工业化的迅猛发展,工业废水排放造成的环境污染问题日益严峻。传统的物理和化学处理方法虽然在一定程度上有效,但常常伴随着高成本、二次污染等问题。生物高效降解处理技术以其经济、环保的优势逐渐成为研究的热点。本文综合评述了活性污泥法、生物膜法、厌氧消化技术、好氧-厌氧组合系统等常见的生物高效降解技术,为工业废水的可持续管理与治理提供了科学依据。

关键词: 工业废水污染;生物高效降解;处理技术

前言

工业活动产生的废水包含多种复杂且浓度高的有机污染物,对水体环境及公共健康构成了重大威胁。传统的废水处理技术如沉淀、过滤、化学氧化等在处理高浓度有机废水时存在效率低下、运行成本高、可能产生二次污染等局限性。因此,开发新型的高效、低成本、环境友好的废水处理技术势在必行。生物高效降解技术利用微生物的代谢能力分解有机污染物,不仅效率高、成本低,而且能够实现资源的回收利用,具有显著的经济和环境效益。该文围绕几种主要的生物高效降解技术展开讨论,并探索其在工业废水处理中的应用前景。

1 工业废水污染处理存在问题

1.1 高浓度难降解物质的处理难题

工业废水中含有的高浓度难降解物质,如重金属离子、有机染料和一些复杂的有机物等,对环境造成严重污染。这些物质在自然环境中难以分解,且常常超出了传统废水处理技术的处理能力。因此,高浓度难降解物质的处理成为了一大难题。首先,这些物质的浓度过高,使得常规处理方法难以有效去除。其次,由于其化学性质稳定,不易被微生物分解,因此生物处理方法也难以奏效。

1.2 生物毒性物质对微生物活性的影响

工业废水中的生物毒性物质,如重金属离子、有机污染物等,对微生物的活性产生严重影响。这些物质可能会抑制微生物的生长和繁殖,甚至导致微生物死亡,从而影响废水处理的效果。首先,生物毒性物质可能会破坏微生物的细胞结构,影响其正常的生命活动。其次,

一些生物毒性物质可能会与微生物产生的酶发生反应,抑制酶的活性,从而影响微生物的代谢活动。此外,生物毒性物质还可能通过影响微生物的基因表达,改变微生物的生理特性。

1.3 工程应用中的可持续性与稳定性问题

在实际的工程应用中,工业废水处理面临着可持续性和稳定性的问题。首先,由于工业废水的成分复杂多变,处理系统需要能够适应各种不同的情况,这对其可持续性提出了挑战。其次,处理系统的运行需要大量的能源和资源投入,如何在保证处理效果的同时,降低能源和资源的消耗,是实现可持续性的关键。此外,处理系统的稳定性也是一个重要的问题。由于工业废水的成分和量可能会发生突然的变化,处理系统需要能够快速适应这些变化,保持其处理效果。然而,目前的处理系统往往难以做到这一点,一旦遇到突发情况,可能会导致处理效果下降,甚至系统崩溃。

2 工业废水污染常见的生物高效降解技术

2.1 活性污泥法

活性污泥法是一种广泛应用于工业和市政废水处理的生物处理过程。该技术采用微生物在有氧条件下降解污水中的有机污染物,通过一系列生化反应将溶解性和颗粒性有机物转化为无害的物质。在这个过程中,空气被不断地通入含有污水和微生物混合液的反应器(即曝气池)中,以保证微生物的好氧呼吸。随着微生物对有机物的吸收、吸附和代谢作用,活性污泥量逐渐增加。这些污泥包含了各种微生物群落,包括细菌、原生动物和后生动物等,它们共同作用于污染物的分解。由于微生物的增殖,系统中的生物量会不断增加,导致一部分

污泥需要作为剩余污泥排出系统外，以维持系统的稳定运行。此外，为了保证出水水质，通常还需要设置沉淀池来分离出清水和活性污泥。活性污泥法的优势在于其较高的处理效率和能够适应不同种类的废水。然而，该方法也面临着剩余污泥处置问题、对操作管理要求较高以及对能源消耗较大的挑战。

2.2 生物膜法

生物膜法是一种不同于活性污泥法的生物处理技术，它利用微生物附着在固定介质表面形成的生物膜去除废水中的污染物。在生物滤池、生物转盘、旋转生物接触器（RBC）等设备中，微生物附着在介质上并在其表面形成一层生物膜。当废水流过带有生物膜的介质时，有机污染物被生物膜上的微生物捕获并降解。与活性污泥法相比，生物膜法具有更强的抗冲击负荷能力，且产生的剩余污泥较少，运行成本较低。在生物膜反应器中，微生物群体形成了一个多样化的生态系统，不同类型的微生物占据不同的生态位，从而协同作用高效地去除有机污染物。同时，生物膜还具有较好的硝化和反硝化能力，因此在氮的去除方面也表现出良好的性能。不过，生物膜法的处理效率受到生物膜厚度、介质表面积以及水流条件等因素的影响，因此需要合理设计和控制操作参数。

2.3 厌氧消化技术

厌氧消化技术是在无氧条件下，通过微生物活动将有机污染物转化为沼气的生物处理过程。该技术特别适合于处理高浓度有机废水，如食品加工废水、畜禽粪便、污水污泥等。在上流式厌氧污泥床（UASB）反应器中，废水从底部进入并与沉降的厌氧微生物接触，这些微生物能够高效地将有机物转化为沼气，主要成分是甲烷和二氧化碳。UASB反应器内形成的密实的厌氧颗粒污泥是该技术的核心，它具有良好的沉降性能和较高的生物降解活性。除了UASB，还有其他类型的厌氧消化系统，如厌氧流化床（AFBR）、厌氧折流板反应器（ABR）等，它们各有特点但都基于相似的原理。厌氧消化技术的优点在于能量回收、较低的运行成本和较小的生物固体产量。但是，厌氧微生物的生长速率较慢，对环境条件的适应性较

差，因此厌氧消化系统对操作条件的要求较为严格。

2.4 好氧-厌氧组合系统

好氧-厌氧组合系统结合了好氧处理和厌氧处理的优点，旨在提高废水处理的整体效率和稳定性。在这种系统中，好氧阶段主要负责去除可生化的有机物和进行硝化作用，而厌氧阶段则专注于有机物的水解酸化以及进行反硝化作用。这种组合可以优化微生物的代谢途径，提高处理效果。好氧-厌氧组合系统的设计灵活多变，可以是单一的反应器内通过不同的区域实现好氧和厌氧条件，也可以是多个独立的反应器串联起来分别进行好氧和厌氧处理。该系统不仅能够有效去除有机污染物，还能够实现氮和磷的去除。好氧过程中产生的多余污泥可以在厌氧过程中被进一步降解，从而减少污泥的产量。此外，好氧-厌氧组合系统还可以提高废水处理工艺的稳定性和抗冲击负荷的能力。

结语

综上所述，生物高效降解技术已证明是处理工业废水中有机污染物的有效手段。活性污泥法、生物膜法、厌氧消化、好氧-厌氧组合系统以及基于基因工程的微生物降解策略各有特点，适用于不同类型的工业废水条件。然而，每种技术都有其局限性和挑战，如处理效率、操作稳定性、技术成本、二次污染风险等。未来的研究应致力于深入探究微生物降解机制、提高微生物的处理效率和稳定性、降低技术实施的成本，并考虑工艺整合以实现最佳处理效果。

参考文献

- [1] 邓致远. 工业废水处理中的膜分离技术研究[J]. 化学工程与装备, 2024, (02): 122-124.
- [2] 孟声飞. 工业废水生物处理技术进展[J]. 资源节约与环保, 2024, (01): 117-120.
- [3] 王天亮. 工业废水污染生物高效降解处理技术研究[J]. 环境科学与管理, 2023, 48(12): 85-90.
- [4] 陈超, 高文邦, 熊文浩, 等. 工业废水处理中厌氧生物技术的应用[J]. 工程技术研究, 2023, 8(11): 217-219.