

# 微生物沉淀技术在水污染治理中的应用研究

邹德军

深圳市福田区环境技术研究所有限公司 广东深圳 518000

**摘要:** 重金属因其在水环境中难以被生物分解的特性, 在水体中积累, 并通过食物链最终影响人类和其他生物, 可能引起一系列严重健康问题, 包括癌症、生育障碍、神经系统损害甚至死亡。在这种情况下, 微生物沉淀技术应运而生, 它通过添加特定的微生物菌剂来调节水质, 实现废水中重金属等污染物的有效去除, 是一种既经济又环保的技术。这种技术利用微生物对重金属的吸附、富集和转化能力, 不仅减少了对化学药剂的依赖, 降低了处理成本, 而且还实现了对水环境的自然净化和修复。

**关键词:** 微生物; 沉淀技术; 水污染; 治理

微生物沉淀技术正作为环境治理领域的重要进展而受到广泛关注, 其背后的核心机制, 即生物膜的应用, 依赖于微生物在该膜中的复杂协同作用和多样性。这种技术的实施依托于生物膜这一稳定、适应性强的结构, 即使在极端环境下也能保持操作效率, 其多层次的微环境有助于形成不同的生理梯度, 使得各类微生物得以协同分解不同性质的污染物。更为重要的是, 通过对生物膜中微生物种群的选择性培养, 可以针对特定类型的污染物(如有机物、无机物或重金属)实现高效降解。然而, 尽管展现出诸多优势, 该技术的广泛应用仍面临诸多挑战, 如生物膜的稳定建立和维护、微生物种群动态的管理、操作条件的严格控制等技术难题, 同时, 该技术从小规模实验室向大规模工业应用转变时, 还需克服成本、设计、以及与现行技术集成等方面的难关。综上, 微生物沉淀技术作为一种具有环境友好性的多效解决方案, 在环境治理和可持续发展战略中占有关键地位, 期待通过持续研究和技术创新, 未来能够为全球应对日益紧迫的环境问题提供更加高效和经济的策略。

## 一、微生物沉淀技术特点

### 1. 环境适应性广

在传统污水处理方法中, 常常采用氧化沟或好氧池等技术对污水进行处理, 这类技术需要较高的水力停留时间, 从而增加了污水处理的难度。而微生物沉淀技术则是通过调节水质、改变微生物生长条件等方法来降低污水中污染物的浓度, 从而提高污水处理效果。在污水处理中, 微生物具有较强的适应性, 微生物可以适应不同类型的污水, 对于水质

较为复杂的污水, 微生物可以通过自身结构进行自我调整, 使其适应不同的水质条件。其在污水处理中的应用主要包括: 污水的预处理、生物膜反应池、生物滤池、氧化塘、好氧活性污泥法及接触氧化等工艺, 主要针对含氮废水、含磷废水以及有机废水等。微生物在污水处理中具有广泛应用, 其主要原因有以下几点: 其一, 微生物对污染物具有良好的降解效果, 并且可以在无氧或缺氧条件下进行。由于微生物对水体中污染物的降解需要消耗大量能量, 因此在污水处理中需要考虑能量的投入与产出问题, 而微生物却可以直接利用能量分解有机物, 这是其他生物技术无法实现的。其二, 微生物对污水中的有毒物质具有一定的降解作用, 因此, 微生物处理后的污水中常常会存在毒性物质。在实际应用中, 通过调节水中的 pH 值和温度等条件, 可以有效控制微生物处理后水体中毒性物质的含量。其三, 微生物具有较强的耐冲击负荷能力, 这是由于微生物在生长过程中产生大量有机物, 而这些有机物对于水体具有一定的冲击作用。另外, 微生物在长期的进化过程中形成了复杂的代谢途径及代谢产物, 这些代谢产物对于水体具有一定的缓冲作用, 因此, 即使在短时间内出现较大水量波动或者较高浓度污染物废水输入时, 也不会对水体产生过大影响。

### 2. 处理效果好

微生物的结构与其他生物不同, 其具有较强的耐污性, 因此微生物在处理污水时能够将污染物充分分解, 从而达到高效处理的目的。此外, 微生物在污水处理中还能有效提高水处理过程的效率, 由于微生物对不同污染物具有不同的降

解能力, 因此对废水中污染物的降解也是各有侧重。通过将污水中各种污染物充分分解, 不仅能够提高污水处理效果, 还能避免后续处理过程中出现二次污染。经过微生物沉淀技术处理后的废水具有很好的脱氮除磷效果, 不仅能够有效去除水中的氮、磷等营养物质, 还能够有效降低氨氮含量, 提高水体自净能力。更为重要的是, 在这一过程中, 微生物产生的代谢产物不仅活性强, 同时也降低了整体处理成本。综上所述, 微生物沉淀技术不仅提高了污水处理的效率和可靠性, 也优化了处理过程, 使其更加经济、环保, 因而在当今污水处理领域备受青睐。

### 3. 经济效益高

微生物沉淀技术因其在水污染治理中所展现出的显著经济效益而受到广泛关注。其经济性首先体现在其自然降解的特性上, 这一技术利用微生物分解污染物, 避免了昂贵化学药剂的使用, 从而实质性地减少了物质成本。更加吸引人的是, 这种技术所需的处理设备规模小, 对空间需求较低, 这不仅减少了初期的投资成本, 也降低了土地使用费用。同时, 由于操作过程并不复杂, 无需大量高端的机械支持, 因此在人工、维护和运营方面的成本也大大降低。而最为突出的经济效益表现在其对环境的友好性上, 微生物沉淀技术能够有效去除包括重金属在内的各种有害物质, 这一点不仅减轻了环境污染, 降低了未来可能产生的环境修复费用, 也避免了由此引发的公共健康问题, 减少了社会医疗保健成本。综合来看, 这一技术的长期经济收益明显, 不仅节省了直接经济投入, 更在宏观层面上为社会带来了可观的经济效益, 这种前瞻性和综合性的经济效益使得微生物沉淀技术在水处理领域的应用前景广阔。

## 二、微生物沉淀技术在水污染治理中的应用

### 1. 去除水中难降解的有机物

微生物在生长过程中, 会分泌出多种生物活性物质, 比如酶、多糖和代谢产物等, 这些物质具有较高的营养价值和生物活性。同时, 微生物在生长繁殖过程中, 还会产生大量的代谢产物。这些代谢产物具有一定的毒性, 会对水体生态环境造成破坏。因此, 在水污染治理中, 需要对水中难降解的有机物进行去除, 微生物沉淀技术能够高效地去除水中难降解的有机物。具体而言, 微生物通过吸附、分解、合成等方式, 将有机物转化成无害的物质, 从而达到净化水体的目的。微生物沉淀技术在去除难降解有机物方面的应用主要

包括两个方面。一方面, 可以利用好氧微生物对有机物进行分解, 通过生物膜上的微生物对有机物的吸附、降解、吸收等过程, 将有机物降解成二氧化碳和水等无害物质。另一方面, 可以利用厌氧微生物对有机物进行降解, 这主要是通过微生物菌剂对有机物的吸附和降解来实现的。这种方式可以在无氧或缺氧条件下进行, 能够高效地去除难降解有机物。

### 2. 处理重金属离子

重金属离子的浓度通常较高, 且很容易对水体造成污染, 因此微生物沉淀技术在重金属离子去除方面得到了广泛应用。目前, 研究人员主要通过生物膜法、生物吸附法、微生物絮凝法等多种方式对重金属离子进行处理。在微生物沉淀技术中, 利用生物膜去除水体中的重金属离子具有简单、高效、适用范围广等特点。将枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*) 接种在生物膜上, 培养出的生物膜对 Cu ( II ) 和 Cr ( VI ) 的去除率分别为 91.0% 和 89.7%。与传统的化学沉淀法相比, 生物膜能有效地降低重金属离子的浓度, 且能在较低浓度下达到去除效果。目前研究了枯草芽孢杆菌对重金属离子的吸附能力, 发现随着菌体浓度的增加, 菌体对 Cu ( II ) 和 Cr ( VI ) 的吸附能力逐渐增强, 而吸附动力学则符合拟二级动力学方程。利用生物膜技术处理含 Cu<sup>2+</sup>、Pb<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup>、Cd<sup>2+</sup> 废水, 发现生物膜对重金属离子具有良好的吸附能力, 且随着时间的延长, 吸附率逐渐增加。

### 3. 去除藻类

藻类是水体中的优势种群, 同时也是影响水质的主要因素之一。藻类生物量较大, 对水质具有很大的破坏作用, 会造成水体严重污染。微生物可以有效去除水中的藻类, 通过氧化还原作用, 使藻类被分解为稳定的无机物质, 降低了对水体的污染。同时微生物具有强大的生物降解能力, 能够通过代谢作用去除水体中大量存在的有机物。利用斜生栅藻 (*Scenedesmus obliquus*) 去除水中的藻类, 结果表明当栅藻浓度为  $1.0 \times 10^{-3} \sim 5.0 \times 10^{-3}$  mg/L 时, 最高去除率达到 97.6%。以斜生栅藻为试验菌种, 通过改变其培养基中的碳源、氮源、无机盐和 pH 值等条件, 研究了不同条件对斜生栅藻生长情况以及去除藻类的影响, 结果表明当碳源为葡萄糖和蛋白胨时, 微生物生长良好; 在 pH 值为 7.0、温度为 20℃ 条件下, 斜生栅藻的最高去除率可以达到 86.6%; 当 pH 值为 8.0、温度为 30℃ 时, 斜生栅藻最高去除率可以达到 94.1%。

#### 4. 去除氨氮和磷酸盐

在当代污水处理实践中, 针对氨氮和磷酸盐这两种关键污染物的生物沉淀技术发挥着至关重要的作用。这种技术运用特定微生物的代谢过程, 实现对复杂污染物的有效去除, 尤其是针对氨氮和磷酸盐的转化。具体来说, 硝化菌在氨氮的处理过程中起着核心作用, 它们可以将污水中的氨氮氧化为氮气, 这一过程不仅改变了氨氮的化学形态, 更通过气态释放将其从水环境中移除, 从而净化了水体。另一方面, 磷酸盐的去除则依赖于磷细菌的生物活性, 这些微生物能够将水中的磷酸盐吸收并转化为其它形式的磷化合物, 通常是可溶性的磷酸盐, 从而大大减少了水中磷的含量。通过将硝化和磷细菌放入活性污泥, 并借助合适的 pH、温度等环境条件, 硝化和磷细菌可以将水中的氨氮和磷酸盐转化为硝酸盐和亚硝酸盐, 从而达到降低污水中总氮含量的目的。对此, 有研究人员在实验室中通过驯化得到了高效去除氨氮的硝化细菌, 并将其用于实际污水处理实践中。结果表明, 该硝化菌在 pH 为 4~8、温度为 30~40℃、溶解氧为 3~4 mg/L 等条件下均能实现对氨氮的去除, 而且其对总氮和总磷的去除率可分别达到 85% 和 85% 以上。此外, 为了提高该菌对于氨氮和磷的去除率, 研究人员还在其培养过程中加入了生物表面活性剂等物质。

#### 三、结语

微生物沉淀技术具有环境适应性广、处理效率高、处

理成本低等优点, 是目前国际上最具潜力的水处理技术之一。随着微生物技术的不断发展, 相信微生物沉淀技术在水污染治理方面将发挥越来越重要的作用。然而, 尽管微生物沉淀技术具有明显优势, 但也不可避免地存在一些局限性, 如对环境条件的依赖性、处理时间的不确定性以及在面对复杂污染物时的处理难度等问题。这些挑战提示我们, 未来在推广微生物沉淀技术的同时, 还需要针对这些具体问题进行深入的科学研究和技术创新。此外, 通过跨学科合作, 结合生态学、分子生物学和环境工程等领域的最新发展, 有望对微生物沉淀技术进行优化, 提高其在各种环境条件下的适用性和效率。综上所述, 微生物沉淀技术在环境保护和可持续发展战略中占据重要地位, 期待通过不断的努力和探索, 将其潜力最大化, 为我们的生态环境带来更加清洁、安全和和谐的未来。

#### 参考文献

- [1] 卢娟娟. 探究环境生物技术在水污染治理中的应用[J]. 清洗世界, 2023, 39(09): 126-128.
- [2] 邹哲凯. 环境生物技术在水污染治理中的应用[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(15): 103-105. DOI: 10.20025/j.cnki.CN10-1679.2023-15-34.
- [3] 韩晶晶. 生物强化技术用于水污染治理的实践研究[J]. 科技资讯, 2023, 21(12): 153-156. DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2302-5042-1298.