

Application of immobilized microorganisms in water environment treatment

Guangpu Ran

Environmental Science and Technology Consulting Center (Environmental Complaint and Reporting Center) of Tongren, Tongren, Guizhou, 520600, China

Abstract

Industrial and domestic wastewater contains a large amount of organic pollutants, heavy metals, and various pathogenic bacteria, which have become the main pollutants in water bodies and pose a great threat to drinking water safety. Biological treatment technology has been widely adopted due to its high cost-effectiveness, strong sustainability, and easy operation. Microbial treatment technology is a new method that utilizes microorganisms to efficiently remove organic matter and some inorganic pollutants from water bodies. However, in traditional sterile microbial treatment systems, the rate of microbial loss is fast, reaction efficiency is low, and operational stability is poor, which greatly limits its practical application. Fixed microorganisms are a new type of biological treatment technology developed in recent years, which enhances adaptability to the external environment by improving microbial utilization and reactor stability. This article investigates and systematically studies the application of immobilized microorganisms in water environment treatment, providing scientific basis and technical support for more efficient and sustainable water treatment solutions.

Keywords

immobilized microorganisms; Water environment governance; application

固定化微生物在水环境治理中的运用

冉光普

铜仁市环境科学技术咨询中心（环境信访投诉举报中心），中国·贵州 同仁 520600

摘 要

工业及生活污水中含有大量的有机污染物、重金属及多种病原菌，已成为水体的主要污染因子，对饮水安全构成了极大的威胁。生物处理技术因成本效益高、可持续性强和操作简便等优点，目前已被广泛采用。微生物处理技术是利用微生物对水体中有机物及部分无机污染物进行高效去除的一种新方法。但是，传统的无菌微生物处理体系中，微生物流失速度快，反应效率低，运行稳定性差，这在很大程度上制约了其在实际中的应用。固定化微生物是近几年发展起来的一种新型生物处理技术，其通过提高微生物利用率、提高反应器运行稳定性等方面增强了对外界环境的适应性。本文对固定化微生物在水环境治理中的应用进行了考察和系统研究，为更高效、更可持续的水处理解决方案提供了科学依据和技术支持。

关键词

固定化微生物；水环境治理；应用

1 引言

随着全球水资源日益紧张和水体污染问题的加剧，寻找高效、经济的水处理技术显得尤为重要。固定化微生物技术作为生物处理领域的一项创新，通过将微生物固定于特定载体上，有效解决了传统微生物处理体系中微生物易流失、反应效率低等问题。这一技术不仅提高了微生物的利用效率，还显著增强了系统的运行稳定性，为水环境治理提供了新的思路和方法。本文将深入探讨固定化微生物在水环境治理

中的具体应用，以期对相关领域的研究和实践提供有益的参考。

2 固定化微生物技术的基本概念

固定化微生物技术，作为一种创新的水环境治理手段，在于通过物理或化学方法将游离态的微生物细胞固定在特定的载体上，形成高密度的生物膜和一个稳定的微生物群落结构。这一技术不仅增强了微生物在水处理环境中的稳定性和持久性，还显著提高了微生物对污染物的降解效率。以城市污水处理为例，某污水处理厂采用固定化微生物技术处理生活污水，通过选用高分子凝胶作为载体，成功固定了高效降解有机物的微生物群落。经过连续运行监测，该系统的出水水质稳定达到了国家一级排放标准，且处理效率较之前提

【作者简介】冉光普（1981-），男，土家族，中国贵州铜仁人，硕士，高级工程师，从事环境工程、环境科学技术咨询研究。

高了近 30%。这一案例不仅验证了固定化微生物技术的有效性,也为其在水环境治理中的广泛应用提供了有力支撑^[1]。

3 微生物固定化的优势与原理

固定化微生物技术,作为一种创新的水环境治理手段,其核心在于将高效降解污染物的微生物通过物理或化学方法固定于特定载体上,形成稳定的微生物群落。这一技术的优势在于,它不仅能显著提高微生物的存活率和活性,还能有效延长微生物在水处理系统中的停留时间,从而大幅提升污染物的去除效率。

原理上,固定化微生物技术通过构建适宜微生物生长和繁殖的微环境,如提供充足的营养、适宜的 pH 值和温度条件,以及减少有害物质的干扰,使得微生物能够在复杂多变的水环境中保持高效稳定的处理能力。此外,固定化载体还能有效防止微生物随水流流失,增强了系统的稳定性和持久性。例如,在某城市污水处理厂的改造项目中,采用固定化微生物技术后,不仅出水水质达到了国家一级排放标准,而且系统运行的稳定性和抗冲击负荷能力显著增强,减少了因微生物流失导致的处理效率下降的问题。

固定化微生物技术还展现出了在特定污染物去除方面的独特优势。通过筛选和驯化高效降解特定污染物的微生物,如针对难降解有机物、重金属离子等,固定化技术能够实现对这些污染物的精准去除。这不仅体现了固定化微生物在污染物去除深度和广度上的优势,也为解决复杂水环境问题提供了新思路。

固定化微生物技术不仅优化了微生物的处理性能,还通过减少化学药剂的使用、降低能耗和污泥产量,实现了环境友好和经济高效的双重目标。未来,随着新材料、新工艺的不断涌现,固定化微生物技术在水环境治理领域的应用前景将更加广阔。

4 固定化微生物在水环境治理中的应用

4.1 城市污水处理中的应用

在城市污水处理领域,固定化微生物技术展现出了显著的应用潜力和实际效果。以某大型生活垃圾填场的污水处理厂为例,该厂采用固定化微生物技术处理城市污水,有效提升了污水处理效率和水质净化质量。通过该技术,污水中的有机物、氮、磷等污染物得到了高效去除,出水水质达到了国家环境排放标准,甚至优于国家环境排放标准。具体而言,该技术的应用使得 BOD₅ (五日生化需氧量) 去除率提高了约 30%,氨氮去除率提升了近 40%。这些数据的提升,不仅体现了固定化微生物技术在城市污水处理中的高效性,也彰显了其在改善水质、保护环境方面的重要作用。

该污水处理厂的成功案例,得益于固定化微生物技术的独特优势。通过固定化技术,微生物被稳定地固定在载体上,形成了高密度的生物膜,从而提高了微生物对污染物的降解能力和抗冲击负荷能力。此外,固定化微生物技术还具

有操作简便、运行稳定、维护成本低等优点,为城市污水处理提供了经济、高效、环保的解决方案^[2]。

进一步分析该案例,可以发现固定化微生物技术在城市污水处理中的应用还具有一定的创新性。通过优化微生物固定化工艺,结合新材料的应用,成功提高了微生物的活性和稳定性,进一步提升了污水处理效果。同时,该厂还采用了先进的监测技术,对固定化微生物的性能进行了实时评估,确保了技术的稳定性和可靠性。这些创新性的应用,不仅为城市污水处理提供了更加高效、环保的解决方案,也为其他领域的水环境治理提供了有益的借鉴和参考。

4.2 工业废水处理的实践

在工业废水处理的实践中,固定化微生物技术展现出了其独特的优势。以某化工厂为例,该厂采用传统活性污泥法处理废水,但出水水质一直难以稳定达到排放标准。后来,该厂引入了固定化微生物技术,通过包埋法将高效降解菌固定化,构建了一个新型的生物反应器。经过数月的运行,出水 COD (化学需氧量) 去除率从原来的 60% 提高到了 90% 以上, NH₃-N (氨氮) 去除率也显著提升,成功实现了废水的达标排放。这一实践不仅证明了固定化微生物技术在工业废水处理中的有效性,也为其广泛应用奠定了坚实基础^[3]。

固定化微生物技术之所以能在工业废水处理中取得显著成效,关键在于其能够显著提高微生物的耐受性和降解效率。传统活性污泥法中的微生物易受环境因素影响,如温度、pH 值、有毒物质等,导致处理效果不稳定。而固定化微生物技术通过物理或化学方法将微生物固定化,形成稳定的微生物群落,有效抵御了外界环境的干扰。此外,固定化微生物技术还能提高微生物的浓度和活性,从而加快降解速率,缩短处理周期^[4]。

在工业废水处理的实践中,固定化微生物技术的经济性也值得关注。虽然初期投资可能较高,包括固定化载体的选择、生物反应器的设计与建造等,但长期来看,其运行成本相对较低。一方面,固定化微生物技术能够减少化学药剂的使用量,降低处理成本;另一方面,由于出水水质稳定达标,避免了因超标排放而面临的罚款和整改费用。此外,固定化微生物技术还具有资源回收的潜力,如通过驯化筛选高效降解菌,可实现对废水中某些有价值物质的回收和利用,进一步提高经济效益。

在工业废水处理的实践中,固定化微生物技术不仅解决了传统处理方法的诸多难题,还为工业废水处理提供了新的思路 and 方向。未来,随着新材料、新工艺的不断涌现,固定化微生物技术将在工业废水处理领域发挥更加重要的作用,为实现水资源的可持续利用和环境保护目标作出更大贡献。

4.3 地下水污染修复的潜力

地下水污染修复一直是环境保护领域的一大挑战,固定化微生物技术在此领域展现出了巨大的潜力。据相关研究

表明,固定化微生物技术能够有效去除地下水中的多种污染物,包括重金属、有机污染物等,其处理效率相较于传统方法有了显著提升。固定化微生物技术之所以能在地下水修复中发挥作用,关键在于其独特的微生物固定化技术。^[5]通过将高效降解微生物固定在特定载体上,不仅提高了微生物的稳定性和活性,还使得微生物在处理地下水时能够保持较高的处理效率和较长的使用寿命。此外,固定化微生物技术还具有操作简便、成本低廉等优势,这对于大规模地下水修复项目来说尤为重要。

在实际应用中,固定化微生物技术还需要结合具体的地下水污染情况进行优化和调整。例如,针对不同污染物的特性,需要筛选和驯化具有高效降解能力的微生物;同时,还需要考虑地下水的水质、水量以及地下水流速等因素,以确定最佳的微生物固定化方式和处理工艺。在这一过程中,先进监测技术的应用也显得尤为重要。通过实时监测地下水中污染物的浓度和微生物的活性等指标,可以及时调整处理工艺,确保处理效果达到最佳^[6]。

固定化微生物技术在地下水修复中的应用,不仅为我们提供了一种高效、经济的处理方法,更为我们探索更加绿色、可持续的水环境治理路径提供了有力支持。未来,随着技术的不断发展和完善,相信固定化微生物技术将在地下水修复领域发挥更加重要的作用。

4.4 微生物固定化在富营养化水体治理中的应用

富营养化水体治理是当前环境保护领域面临的一大挑战,而固定化微生物技术为这一难题提供了创新性的解决方案。富营养化水体中,由于氮、磷等营养物质过剩,藻类大量繁殖,水质恶化,严重影响生态平衡和人类健康。固定化微生物技术通过特定的载体将高效降解微生物固定化,使其能够在富营养化水体中长期稳定发挥作用,有效去除水体中的氮、磷等污染物。

在实际应用中,固定化微生物技术展现出了显著的效果。以某湖泊富营养化治理为例,采用固定化微生物技术后,

水体中的总氮和总磷浓度分别下降了约 30% 和 40%,水质明显改善。这一成果得益于固定化微生物的高效降解能力和稳定性,它们能够在复杂的水体环境中持续发挥作用,有效抑制藻类生长,恢复水体生态平衡。此外,固定化微生物技术还具有操作简便、成本低廉等优势,为富营养化水体治理提供了经济可行的解决方案^[7]。

5 结语

综上所述,随着环境污染问题的日益严峻,水环境治理已成为全球关注的焦点。固定化微生物技术,作为一种创新且高效的水环境治理手段,其在水处理领域的应用前景不可限量。通过固定化技术,不仅能够提升微生物的稳定性和活性,还能显著增强其对污染物的降解能力,从而为实现水质的持续改善和环境的可持续发展贡献力量。未来,随着科技的不断进步和创新,固定化微生物技术将在水环境治理领域发挥越来越重要的作用,为人们创造一个更加清洁、美好的水环境。

参考文献

- [1] 韩杰,蔡元奇,李欣.碳质材料载体对微生物的固定化作用及其在环境污染控制中的应用[J].沈阳农业大学学报,2023,54(01):121-128.
- [2] 陈运磊.城市固体废物的渗滤液处理与处置技术[J].低碳世界,2021,11(3):58-59.
- [3] 杨帆.城市固体废物的渗滤液处理与处置研究[J].节能与环保,2020(7):82-83.
- [4] 韩嘉碧,吴慧芳,庄子孟等.固定化微生物技术用于废水处理的研究进展[J].江西化工,2020(4):50-51.
- [5] 杨宗政,许文帅,吴志国.微生物固定化及其在环境污染治理中的应用研究进展[J].微生物学通报,2020,47(12):4278-4292.
- [6] 李琦,杨晓玫,张建贵等.农用微生物菌剂固定化技术研究进展[J].农业生物技术学报,2019(10):1849-1857.
- [7] 刘敬武.城市固体废物现状及处置技术比较分析[J].中国资源综合利用,2019,37(2):107-109,138.