

环境工程中的微生物处理技术研究

董立波 王海波

河北乐源牧业有限公司, 中国·河北 石家庄 050221

摘要: 微生物处理技术作为环境工程的关键生物技术, 以高效、环保、可持续为特性, 广泛应用于废水处理、固体废物处理及污染修复。论文阐述了该技术的基本原理与分类, 并深入分析了其在环境工程领域的核心应用。通过详细探讨, 论文旨在为环境保护与可持续发展提供坚实的科学理论支撑与技术参考, 进一步推动微生物处理技术在环境保护领域的创新与发展。

关键词: 环境工程; 微生物处理技术; 应用方法

Research on Microbial Treatment Technology in Environmental Engineering

Libo Dong Haibo Wang

Hebei Leyuan Animal Husbandry Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050221, China

Abstract: Microbial treatment technology, as a key biotechnology in environmental engineering, is widely used in wastewater treatment, solid waste treatment, and pollution remediation due to its high efficiency, environmental friendliness, and sustainability. The paper elaborates on the basic principles and classification of this technology, and deeply analyzes its core applications in the field of environmental engineering. Through detailed exploration, the article aims to provide solid scientific theoretical support and technical references for environmental protection and sustainable development, further promoting innovation and development of microbial treatment technology in the field of environmental protection.

Keywords: environmental engineering; microbial treatment technology; application method

0 前言

随着工业化加速与人口持续增长, 环境污染问题愈发严峻, 水体与固体废物污染已成为全球关注的重大议题。在此背景下, 微生物处理技术作为一种绿色且高效的污染控制方法, 正逐步崛起为环境工程研究的重点。该技术利用微生物的代谢活动降解污染物, 不仅环境友好, 而且处理效果显著。通过深入研究与应用微生物处理技术, 我们有望更有效地解决环境污染问题, 为保护地球生态环境、促进可持续发展提供有力支持, 这一领域的发展前景值得期待。

1 微生物处理技术的基本原理

微生物处理技术, 作为环境净化的一种高效手段, 其核心机制在于利用微生物的代谢活动来降解或转化环境污染物。微生物在这一过程中发挥着关键作用, 它们通过吸收环境中的有机物, 为自身的生长与繁殖提供必要的碳源和能源。在微生物体内, 一系列复杂的生物化学反应被激活, 这些反应包括氧化、还原、水解等, 其共同作用于有机物的分解, 将复杂的有机物质逐步转化为更简单的形式。

通过这些生物化学反应, 微生物能够将难以处理的有机物降解为环境友好型的无机物, 如二氧化碳、水和矿物质等。这些无机产物不仅无害于环境, 部分甚至可以作为资源被回收利用, 从而实现了污染物的有效去除和环境的深度净化。此外, 微生物的净化功能并不局限于有机物, 它们还展

现出对水中重金属离子及其他无机污染物的去除能力。

特别地, 某些微生物通过其独特的细胞结构或代谢产物, 能与重金属离子等无机污染物发生相互作用, 形成不溶性沉淀或稳定络合物。这种物理或化学作用机制使得微生物能够将无机污染物从水体中有效分离, 进而达到净化水质的目的。这种能力进一步拓宽了微生物处理技术的应用范围, 使其在环境保护与污染治理领域展现出巨大的潜力和价值。

2 微生物处理的技术类型

2.1 好氧生物处理

好氧生物处理是环境工程中处理污水与废水的高效技术, 其核心在于利用有氧条件下的微生物呼吸作用降解有机物。通过创造有利的有氧环境, 该技术促进了微生物的代谢活性, 使其能有效分解污水中的有机污染物。在众多好氧处理技术中, 活性污泥法、生物膜法及生物转盘法表现突出。

活性污泥法通过保持微生物悬浮, 形成活性污泥体系, 实现有机物的快速降解, 具有高效稳定的处理性能。生物膜法则利用载体表面的微生物膜进行有机物降解, 不仅处理效果优异, 且污泥产量低。生物转盘法通过旋转盘片提供充足氧气与接触面, 增强了微生物的降解能力。这些技术凭借其高效率、稳定性和低污泥产量, 在城市污水处理与工业废水处理中发挥着关键作用, 为环境保护和水资源循环利用提供了重要支持。

2.2 厌氧生物处理

厌氧生物处理是一项在无氧条件下，利用厌氧微生物发酵作用降解有机物的技术（见图 1）。厌氧消化作为其核心技术，广泛应用于处理高浓度有机废水、污泥及固体废物。该技术通过厌氧微生物的代谢活动，将有机物转化为生物气（如甲烷）及稳定消化产物，实现了有机废弃物的有效利用。厌氧生物处理的优势显著，包括低能耗、低污泥产量及可再生生物气的产生，为能源回收提供了新途径。然而，该技术也面临处理速度较慢及对温度、pH 值等条件高度敏感的挑战，需严格控制操作参数以确保处理效率。尽管如此，厌氧生物处理仍因其在环境保护与资源循环利用方面的独特优势，展现出广泛的应用潜力和发展前景，为可持续的废物管理提供了有力支持。

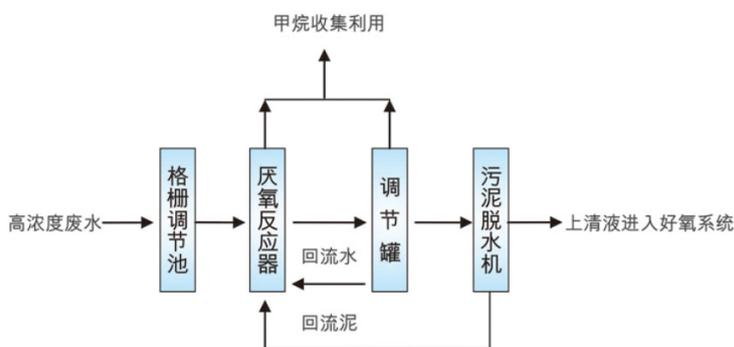


图 1 厌氧生物处理技术

2.3 微生物修复技术

微生物修复技术是一种高效环保的方法，专注于利用微生物代谢活动恢复受污染的土壤、水体及地下水环境。该技术通过精确引入特定微生物或群落，或科学调整原有微生物群落的活性结构，有效促进污染物的降解与转化。与传统修复手段相比，微生物修复技术不仅成本更低、操作简便，而且具有显著的环境友好性。尤其在处理难降解有机物和重金属污染方面，微生物修复技术展现出独特优势。特定微生物能够高效分解转化这些顽固污染物，为环境恢复提供有力支持。此外，该技术还避免了传统方法可能带来的二次污染问题，实现了污染物的绿色处理。因此，微生物修复技术在环境污染治理领域具有广阔的应用前景和重要意义，为环境保护和可持续发展提供了新的技术路径。

3 微生物处理技术在环境工程中的应用

3.1 废水处理

微生物处理技术作为废水处理的核心手段，展现了高效且环保的特性，在城市污水与工业废水净化中发挥着关键作用。好氧生物处理技术，以其广泛的应用范围和卓越的处理效果，成为该领域的佼佼者。

活性污泥法作为好氧生物处理的代表，通过维持微生物在污水中的悬浮状态，培育出富含微生物的活性污泥。在充足的氧气条件下，这些微生物能迅速分解有机物，并通过硝化、反硝化等生物过程有效去除氮、磷等污染物。此外，活性污泥法具备出色的自我调节能力，能根据水质变化自动调整微生物群落，确保处理效果的持续稳定。

另一种高效的好氧生物处理技术是生物膜法。该方法利用附着在载体表面的微生物膜来降解有机物。这些微生物膜由多样化的微生物构成，形成了一个复杂的生态系统，能够逐层分解和转化水中的污染物。生物膜法不仅处理效果显著，而且污泥产量较低，运行管理也相对简便，因此在实际应用中备受青睐。

相较于好氧生物处理，厌氧生物处理技术更适用于处理高浓度有机废水。在厌氧条件下，厌氧微生物通过发酵作用将有机物转化为生物气（如甲烷）和稳定的消化产物。这一过程不仅实现了废水的有效净化，还回收了能源，实现了废水的资源化和能源化利用。对于屠宰废水、造纸废水等

高浓度有机废水，厌氧生物处理技术能够发挥出色的处理效果，同时产生可观的生物气资源，为能源回收提供了新途径。

在实际应用中，微生物处理技术的选择需综合考虑废水的水质、水量以及处理要求等多方面因素。通过科学合理的组合和优化各种微生物处理技术，可以实现废水的高效净化，为环境保护和水资源再利用做出积极贡献。这种综合性的处理策略不仅提高了废水处理的效率，还降低了处理成本，为废水处理领域的可持续发展奠定了坚实基础。

3.2 固体废物处理

在固体废物处理领域，微生物处理技术凭借其独特优势，成为有机废物资源化利用与无害化处理的关键手段。其中，堆肥化与生物降解是该技术的两大核心应用，展现了微生物在废物转化中的巨大潜力。

堆肥化作为一种高效的有机废物处理方法，其精髓在于通过精细调控温度、湿度及通气等条件，为微生物的繁殖与代谢创造最适环境。在这些优化条件下，微生物能够迅速而彻底地分解废物中的可降解成分，将其转化为富含养分的稳定腐殖质肥料。这一过程不仅实现了废物的减量化与资源化，还通过微生物的活性作用有效杀灭病原菌与寄生虫卵，显著提升了肥料的安全性与应用价值。

在垃圾填埋场，渗滤液处理与垃圾堆体的生物降解同样受益于微生物处理技术的应用。渗滤液作为填埋场的必然产物，含有大量有机污染物与重金属离子，若未经妥善处理，

将对环境造成严重后果。通过引入微生物处理技术，可以高效降解渗滤液中的有机物，减轻其污染程度。同时，微生物的代谢活动还能促进重金属离子的沉淀与固定，进一步降低渗滤液的环境风险。

对于垃圾堆体的生物降解，微生物同样发挥着不可或缺的作用。通过科学调控堆体的环境条件，如保持适当的湿度与通气性，可以促使微生物广泛分布并活跃代谢。这些微生物能够逐步分解垃圾中的有机物质，将其转化为二氧化碳、水及稳定的无机物，从而有效缩减垃圾堆体的体积，减少对土地资源的占用。此外，微生物的降解作用还能显著降低垃圾堆体中臭气的产生，改善填埋场周边的环境质量，为周边居民创造更加宜居的生活环境。微生物处理技术在固体废物处理领域的应用，不仅实现了有机废物的资源化利用与无害化处理，还通过精细调控处理过程中的环境条件，充分发挥了微生物的高效代谢与降解作用。这一技术的应用为环境保护与可持续发展注入了新的活力，展现了微生物在废物处理领域的巨大潜力与价值。

3.3 污染修复

微生物修复技术，作为污染修复领域的佼佼者，正以其独到的优势与广泛的应用潜力，日益成为环境保护与生态恢复领域的重要支柱。该技术通过精确地向受污染区域引入特定的微生物种群，或科学地调整原有微生物群落的活性与构成，能够显著加速污染物的分解、转化与清除，进而有效恢复受污染环境生态系统功能，促进人与自然的和谐共存。

在土壤污染修复方面，微生物修复技术展现出了其卓越的能力。土壤，作为生态系统的基石，其健康状况直接关系到农作物的生长与人类的居住环境。然而，随着工业化的快速发展，土壤污染问题愈发严峻，尤其是有机污染物与重金属离子的累积，对土壤生态系统构成了严峻挑战。微生物修复技术通过引入具有特定降解能力的微生物，如能够分解石油烃类污染物的假单胞菌、能够转化重金属离子的硫酸盐还原菌等，能够直接针对污染物进行作用，将其分解为无害或低毒物质，或通过生物转化作用减轻重金属的毒性。同时，这些微生物的代谢活动还能够改善土壤结构，增强土壤肥力，为植物的生长创造有利条件，从而逐步恢复土壤的生态平衡，实现土壤的可持续利用。

在水体污染修复领域，微生物修复技术同样发挥着举足轻重的作用。水体，作为生命之源，其质量直接关系到人类的健康与生态系统的稳定。然而，工业废水、生活污水等污染源的排放，导致水体中污染物含量超标，严重破坏了水体的生态功能。微生物修复技术通过筛选与培育具有高效吸附、沉淀、降解能力的微生物，如能够吸附重金属离子的藻类、能够降解有机污染物的细菌等，能够有效去除水中的污染物。这些微生物通过吸附作用将污染物富集于自身表面，或通过沉淀作用将溶解态的污染物转化为不溶性的沉淀物，再通过微生物的降解作用将其彻底分解，从而净化水质，恢复水体的清幽与生机（见图 2）。

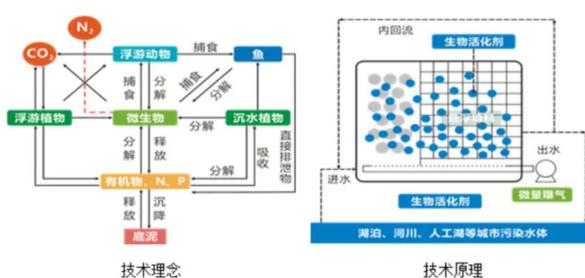


图 2 微生物修复技术

在实施微生物修复技术时，科学合理地选择微生物种群、优化微生物群落结构、调控环境条件以及监测修复效果是确保修复成功的关键。第一，需根据污染物的种类、浓度及环境特征，精心挑选具有特定降解能力的微生物种群，以确保修复的高效性与针对性。第二，通过调整温度、湿度、pH 值等环境条件，为微生物的生长与代谢创造最佳环境，提高其降解效率。并且还需定期监测修复过程中的微生物活性、污染物浓度及环境变化等指标，及时评估修复效果，为后续修复工作的调整与优化提供科学依据。

4 结语

总之，微生物处理技术凭借高效、环保及可持续发展的特性，在废水、固体废物处理及污染修复等领域展现出巨大潜力。未来，伴随科技进步与环境意识提升，该技术将迎来更广阔前景。通过深化高效菌种筛选培育、优化组合处理工艺、融合智能化自动化技术，并加强环境风险评估，可有力推动微生物处理技术发展。这不仅将提升处理效率与效果，更将为环境保护与可持续发展注入新动力，助力构建绿色、健康的生态环境，实现人与自然和谐共生，为后代留下碧水蓝天的美好家园。

参考文献:

- [1] 杨荣. 环境工程中微生物处理技术的应用与实践分析[J]. 资源节约与环保, 2020(3):140.
- [2] 郝珈. 微生物处理技术在环境工程中的运用[J]. 化学工程与装备, 2023(8):255-257.
- [3] 吕显华. 环境工程中微生物处理技术的应用实践[J]. 工程建设与设计, 2021(4):116-117.
- [4] 张亮, 钱狄鑫, 王志栋. 微生物技术在环境工程中的应用研究论述[J]. 华东科技, 2018(3):19.
- [5] 欧晓莉. 分子生物技术在环境工程微生物领域中的应用[J]. 科教导刊, 2021(14):52-55.
- [6] 张美薇. 固定化微生物技术在环境工程中的应用探究[J]. 中国资源综合利用, 2021(8):167-169.
- [7] 王得梁, 杨家鹏, 黄碧捷, 等. 活体微生物及磁分离技术在重金属废水处理中的应用[J]. 绿色科技, 2020(24):68-70.

作者简介：董立波（1985-），男，中国河北石家庄人，本科，从事环境工程中的固体废物治理技术和水体微生物处理技术研究。