

# 生物技术在硫化物污染防治中的进展研究

苏丽

新疆维吾尔自治区乌鲁木齐生态环境监测站

DOI: 10.12238/jpm.v5i5.6796

**[摘要]** 本文系统梳理生物技术在硫化物污染防治中的研究进展，阐述硫化物污染的来源、影响和治理挑战。重点介绍生物修复技术的原理，包括微生物降解和植物修复机制。探讨微生物降解和植物修复领域的最新研究成果，并介绍生物吸附剂在治理中的应用。最后通过工业废水处理、土壤修复和大气环境治理等案例验证生物技术在不同环境下的有效性。

**[关键词]** 硫化物污染；生物技术；生物修复；微生物降解；植物修复

## Research on the Progress of Biotechnology in the Prevention and Control of Sulfide Pollution

Su Li

Urumqi Ecological environment Monitoring Station in Urumqi, Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** This article systematically reviews the research progress of biotechnology in the prevention and control of sulfide pollution, and elaborates on the sources, impacts, and governance challenges of sulfide pollution. Focus on introducing the principles of bioremediation technology, including microbial degradation and plant remediation mechanisms. Explore the latest research achievements in the fields of microbial degradation and plant remediation, and introduce the application of biosorbents in remediation. Finally, the effectiveness of biotechnology in different environments was verified through case studies such as industrial wastewater treatment, soil remediation, and atmospheric environment management.

**[Key words]** sulfide pollution, biotechnology, bioremediation, microbial degradation, plant remediation

在工业化和城市化进程中硫化物污染已成为严重的环境问题。硫化物的存在不仅对生态系统造成损害，还对人类健康产生负面影响。传统的物理化学方法虽然能够部分治理，但成本高、效率低且易产生二次污染。生物技术因其具有环保性、可持续性和效率高等优势，在硫化物污染防治中微生物降解和植物修复等生物技术被广泛应用于硫化物污染治理中。

### 一、硫化物污染的特点及影响

#### 1.1 硫化物污染形成机制

硫化物主要来自于工业生产、燃煤、石油加工过程中的排放，进入大气环境与氧气和水分子发生化学反应，生成硫酸

雾滴或硫酸盐颗粒，成为硫酸雨的主要组成部分。硫酸雨通过大气降水形式沉降到地表，导致土壤和水体中硫化物的富集。随后硫化物在土壤中积累或溶解，进而影响土壤的化学性质和生物活性，造成土壤酸化、有机质流失等问题。水体中的硫化物也会对水生生物产生毒性影响，破坏水体生态系统的平衡。硫化物污染通过大气、水体和土壤等介质的传播和转移，对植被、动物和人类健康造成危害。

#### 1.2 硫化物污染对生态环境的影响

硫化物在土壤中积累会导致土壤酸化，破坏土壤结构，降低土壤肥力，影响植物生长和生态系统的稳定性。硫化物进入

水体后会与水中的氧气反应生成硫酸，导致水体酸化，破坏水生生物的栖息环境，影响水体生态系统的平衡。硫化物还对大气环境产生负面影响，在燃烧过程中释放的硫化物会形成硫酸雨，污染空气质量，对植被和建筑物造成腐蚀损害，严重影响了生态环境的健康。此外硫化物还可能对生物多样性产生直接或间接的影响，某些微生物可能对硫化物具有适应性，而其他生物可能因其污染而受到威胁。

### 1.3 硫化物污染治理的挑战

传统的化学物理方法治理硫化物污染存在成本高、操作复杂、效率低等问题，且易产生二次污染，难以长期维持治理效果。硫化物污染广泛分布于大气、水体和土壤中，不同环境下的治理方法各有局限，需要综合考虑不同环境条件下的适用性。缺乏统一的硫化物污染治理标准和规范，导致治理工作的不连贯性和不稳定性，监管难度增大。同时社会参与和意识提升也是治理的难点，硫化物污染治理需要全社会的共同参与和支持，而公众对硫化物污染问题的认知度相对较低，缺乏有效的环保意识和行动。

## 二、生物技术在硫化物污染防治中的应用

### 2.1 生物修复技术概述

生物修复技术是一种利用生物体或其代谢产物来修复受污染环境的治理方法，通过生物的作用将污染物转化为无害或低毒的物质，从而恢复环境的自净能力。通过利用微生物的代谢活动将有机或无机化合物降解成较为稳定、无害的物质。微生物降解具有高效、环保、可持续等优点，广泛应用于处理各类有机物、重金属和其他污染物的环境治理中。同时利用植物的吸收、积累和转运能力来修复受污染环境，植物吸附通过植物根系吸收污染物质，将其富集于植物体内，达到净化土壤或水体的目的。

### 2.2 微生物降解硫化物的机制

微生物降解硫化物是一种有效的硫化物污染治理方法，包括生物氧化和生物还原两个方面。生物氧化指的是利用氧气作为电子受体，通过微生物的代谢活动将硫化物氧化为较为稳定的硫酸盐。通常由硫氧化细菌完成，通过氧化硫代谢途径将硫化物氧化为元素硫或硫酸盐，并产生能量供细胞生长和代谢所

需。生物还原指的是利用有机物或无机物作为电子供体，通过微生物的代谢活动将硫酸盐还原为硫化物。通过硫还原代谢途径将硫酸盐还原为硫化物，并产生能量供细胞生长和代谢所需。生物还原过程将硫酸盐还原为硫化物，从而实现了硫化物的转化和去除。

### 2.3 植物修复硫化物污染的机理

植物修复硫化物污染的机理主要涉及植物的吸收、积累和转运作用，以及与植物共生的微生物群落的参与。植物通过其根系吸收土壤或水体中的硫化物，根系吸收硫化物的过程主要依赖于植物根系表面的根毛和细胞壁，这些结构可以增加植物与土壤或水体的接触面积，从而增强了硫化物的吸收能力。吸收的硫化物在植物体内被转运和积累，硫化物可以在植物体内经过根部转运到茎、叶等地方，并在组织中积累。植物体内的硫化物积累通常主要发生在细胞质或细胞壁中，部分硫化物可能还会被转化为更稳定的形式。同时与植物共生的微生物群落也参与了硫化物的修复过程。

## 三、生物技术在硫化物污染防治中的研究进展

### 3.1 微生物降解硫化物的研究现状

通过采集和分离不同环境中的微生物样品，筛选出具有较强硫化物降解能力的微生物菌株，并对其进行鉴定和分类。这些微生物包括硫氧化细菌、硫还原细菌等，它们通过代谢活动可以将硫化物降解为无害的产物。通过分子生物学、生物化学等方法，深入探究微生物降解硫化物的机理。这些研究包括硫氧化细菌和硫还原细菌的代谢途径、关键酶的功能以及与硫化物降解相关的基因调控机制等方面，为进一步优化硫化物降解工艺提供了理论基础。同时将筛选到的具有硫化物降解能力的微生物应用于实际的硫化物污染治理中，并对其治理效果进行评估和验证。

### 3.2 植物修复硫化物污染的研究进展

针对不同环境条件下的硫化物污染，对植物种类进行广泛的筛选和评估。从草本植物到灌木甚至树木，不同植物对硫化物的吸收和转化能力存在差异，因此对植物种类的筛选尤为重要。通过对植物根系结构、生理生化过程以及与共生微生物的相互作用等方面的研究，揭示了植物吸收、转运和转化硫化物

的机制，为植物修复技术的优化和改进提供了理论支持。同时还通过实地试验和应用案例验证了植物修复技术的可行性和有效性。在不同环境条件下，如污染的土壤、水体以及矿山废弃地等，植物修复技术被成功应用于硫化物污染的治理，并取得了一定的效果。

### 3.3 生物吸附剂在硫化物污染治理中的最新研究成果

针对硫化物的不同形态和环境条件，对生物吸附剂的选择和改造进行了优化。通过改变生物吸附剂的表面性质、孔隙结构和功能基团等，提高了其对硫化物的吸附能力和选择性。探索生物吸附剂与其他治理技术的联合应用，如生物吸附剂与生物降解技术的组合应用。这种联合应用能够充分发挥生物吸附剂和生物降解技术的优势，提高了硫化物的去除效率和治理效果。同时不断探索新型生物吸附剂的制备方法和应用途径，这些新型生物吸附剂具有更大的比表面积、更高的吸附容量和更好的再生性能。

## 四、生物技术在不同环境条件下的应用案例

### 4.1 工业废水处理案例

某化工厂生产过程中产生大量含有硫化物的废水，严重污染了周围水体。为了解决废水中硫化物的问题，该化工厂引入了生物修复技术进行治理。针对废水中的硫化物浓度和成分，选择适合的硫化物降解菌株，并建立合适的生物反应器系统。在反应器中通过控制氧气供应和废水流速等参数，优化了硫化物的降解条件，提高了降解效率。经过一段时间的运行和调整，废水中的硫化物浓度明显降低，达到了环境排放标准要求。同时废水中其他有机物和重金属等污染物也得到了有效处理，水质得到了显著改善。经过监测和评估该化工厂废水处理工程取得了良好的效果，实现了硫化物污染的有效治理。

### 4.2 土壤修复案例

某矿区开采活动导致土壤受到严重的硫化物污染，严重影响了周边的生态环境和农业生产。相关部门根据当地的土壤类型和植被适应性，选择了适合生长于受污染土壤的植物，包括一些对硫化物较为耐受的植物品种。然后在矿区周边种植了大量的植物，并配合定期的浇水和施肥管理。随着时间的推移植物逐渐生长茂密，根系不断扩展并渗透到土壤中，同时吸收了

土壤中的硫化物等污染物质。通过植物的生长和根系的作用，土壤中的硫化物逐渐得到了减少，土壤环境也逐渐改善。经过一段时间的植物修复治理，对受污染土壤的监测结果显示，土壤中硫化物的浓度明显降低，土壤质地也得到了改善。周边的植被生态系统也逐渐恢复了生机，土壤的农业利用价值得到了提升。

### 4.3 大气环境治理案例

某工业园区的生产活动导致大量的硫化物排放，严重污染了周边的大气环境，造成了酸雨等问题。为了改善大气环境质量，相关部门采取一系列措施，其中包括生物修复技术的应用。采取了严格的环保监管措施，规范工业园区的排放标准，并对超标排放行为进行了处罚。加强了对硫化物排放源的监测和管理，及时发现并纠正问题。在工业园区周边种植了大量的硫化物吸收植物，并采取了定期浇水、施肥等管理措施，促进植物的生长和硫化物的吸收。通过生物修复技术的应用工业园区周边大气中的硫化物浓度逐渐降低，大气环境质量得到了显著改善，酸雨等问题也得到了明显改善，周边居民的生活质量得到了提升。

## 五、结语

综上所述，生物技术在硫化物污染防治中发挥着重要作用，微生物降解、植物修复和生物吸附剂等方法为硫化物污染治理提供了多样化的选择。但仍存在技术不足、成本较高等问题。未来应提高技术水平，并探索多种技术的综合应用。此外加强政策引导和社会参与，形成全社会共同治理的格局，是解决硫化物污染问题的关键。

## 【参考文献】

- [1]段其伟.关于水环境监测及水污染防治的相关思考[J].清洗世界, 2024, 40(03): 178-180.
- [2]庄辉.水环境污染问题防治中应用生物监测技术的实践探索[J].皮革制作与环保科技, 2021, 2(23): 59-61.
- [3]严方婷.生物修复技术在水环境污染治理中的应用研究[J].资源节约与环保, 2020, (06): 6.
- [4]熊付春, 张超.城镇污水处理厂含硫恶臭污染源强的防治[J].资源节约与环保, 2021, (07): 79-80.2.