

Application Research of Bioremediation Technology in Soil Pollution Control

Yu Sun¹ Xinghua Jiang² Jiming Liu³

1. Beijing Zhongqi Jingcheng Environmental Technology Co., Ltd., Beijing, 101399, China

2. Atest (Beijing) Consulting Services Co., Ltd., Beijing, 101399, China

3. Beijing Zhongqi Jingcheng Environmental Technology Co., Ltd., Beijing, 100085, China

Abstract

Soil pollution control is the activity of preventing soil pollution and improving and treating polluted soil. Soil protection should focus on prevention. In recent years, with the acceleration of urbanization and the development of industrialization, soil pollution becomes more and more serious, which restricts the local ecological environment to a large extent and even causes safety risks. In this context, it is necessary for relevant personnel to pay more attention to soil remediation technology, and actively introduce bioremediation technology to improve the local soil environment. This paper starts with bioremediation technology, analyzes its advantages in soil pollution treatment, and formulates targeted application strategies.

Keywords

bioremediation technology; soil pollution control; difficult points

生物修复技术在土壤污染治理领域的应用研究

孙宇¹ 江兴华² 刘吉明³

1. 北京中气京诚环境科技有限公司, 中国·北京 101399

2. 亚测(北京)咨询服务有限公司, 中国·北京 101399

3. 北京中气京诚环境科技有限公司, 中国·北京 100085

摘要

土壤污染治理是防止土壤遭受污染和对已污染土壤进行改良、治理的活动, 土壤保护应以预防为主。近些年来, 随着城市化进程的加快以及工业化的发展, 土壤受到的污染越来越严重, 很大程度上制约当地的生态环境, 甚至会造成安全风险。此背景下, 就需要相关人员加强对土壤修复技术的重视, 并且积极引进生物修复技术, 对当地的土壤环境进行治理。论文就从生物修复技术入手, 分析其在土壤污染治理中的优势, 并且制定针对性地应用策略。

关键词

生物修复技术; 土壤污染治理; 难点

1 引言

随着城市化进程的加快, 中国部分地区的土壤污染十分严重, 已影响了社会经济的发展和人们的健康生活。以前的土壤污染修复技术主要是物理技术、化学技术, 近几年生物修复技术在土壤污染治理中得到了创新应用。生物修复技术使土壤中的污染物在吸附、代谢以及降解的作用下, 以自然平和的方式去降低土壤中污染物的浓度, 减少了土壤毒性, 保护了生态系统。

2 生物修复技术概述

生物修复技术是指清除和治理环境污染的生物工程技术

术, 其主要利用生物特有的分解有毒有害物质的能力, 去除污染环境如土壤中的污染物, 达到清除环境污染的目的^[1]。在该技术的萌芽阶段, 主要应用于环境中石油烃污染的治理, 并取得成功。

3 土壤的环境治理概述

土壤环境治理领域涵盖了一系列措施和技术, 旨在改善和保护土壤质量, 减少土壤污染对生态系统和人类健康的影响。常见的土壤环境治理方法和技术主要包括污染源控制和减少、土壤修复技术、生物修复法、物理修复法、化学修复法、土壤保护措施、土壤监测与评估以及环境政策和法规等^[2]。土壤环境治理功效的提升需要多学科的协作, 包括土壤科学、环境科学、工程技术等领域的知识和技术。

【作者简介】孙宇(1982-), 女, 锡伯族, 中国内蒙古人, 硕士, 从事环境保护研究。

4 土壤环境治理的难点

4.1 多样性和复杂性

土壤污染物种类繁多，涉及有机污染物（如石油烃类、挥发性有机化合物）、重金属、放射性物质等，不同污染物具有不同的化学特性和毒性。不同的污染物需要采用不同的治理技术和策略，增加了治理的难度和成本。

4.2 技术选择与效果评估的难度较大

在选择合适的治理技术时，需要考虑多种因素，如土壤类型、污染物的浓度和分布、治理成本、环境影响以及治理后的长期效果等。对治理效果的评估和监测需要时间和资源，有时治理效果可能并不理想或难以达到预期的水平，特别是在复杂的场地条件下。

4.3 治理周期长和持续性

土壤污染的治理是一个漫长的过程，特别是在重度污染或大面积污染的情况下，可能需要多年甚至几十年才能实现完全的修复。治理过程中需要持续地监测和管理，以确保污染物不再释放到环境中，并避免治理后的二次污染。

5 生物修复技术在土壤污染治理领域的优势

土壤环境治理领域中，生物修复技术具有许多显著的优势，主要体现在以下方面：首先，生物修复技术通常不需要大规模的土地开挖或土壤搬运，因此减少了对环境的进一步破坏。其次，在某些情况下，生物修复技术比传统的物理或化学方法更经济。特别是在大面积污染和长期治理项目中，它们可以节省显著的成本。而且生物修复技术通常不需要复杂的设备或高成本的化学品，在实施和维护方面的成本较低。最后，生物修复技术可以适用于多种类型的土壤污染，而且不同的生物修复方法（如植物修复、微生物修复和它们的组合）可以根据具体情况进行选择和调整，以适应不同类型和程度的土壤污染。随着技术的进步和对环境保护意识的提高，生物修复技术在未来有望成为土壤环境治理的重要组成部分，为解决土壤污染问题提供有效的解决方案。农用地污染标准如图1所示。

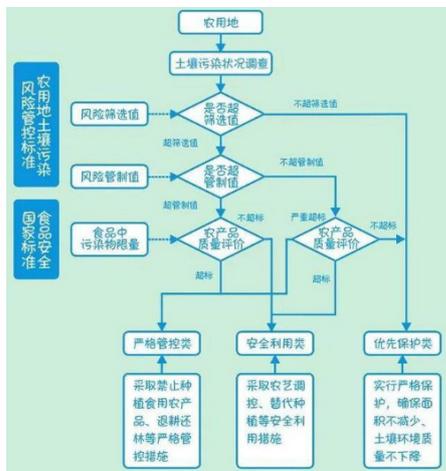


图1 农用地污染标准

6 生物修复技术在土壤污染治理领域的应用

6.1 植物吸收技术

植物吸收是生物修复技术中的一种重要方法，特别适用于处理轻到中度的土壤污染，主要是有机污染物的处理。作业环节，植物吸收污染物的过程基于植物根系通过吸附、吸收、转运和转化等生理过程将污染物从土壤中提取到植物体内。通过根系和植物体内的转运系统，污染物被输送到植物的不同部位。在植物体内，有些污染物可能会发生代谢和转化，形成更安全或更易处理的化合物。应用环节，植物吸收特别适用于有机污染物，如石油烃类、多环芳烃、挥发性有机化合物等。对于重金属的吸收，某些植物也能在一定程度上发挥作用，但通常需要结合其他修复技术。总体来说，植物吸收作为生物修复技术的一种重要手段，能够有效地处理特定类型和程度的土壤污染，具有较强的环境友好性和可持续性，但需要根据具体情况综合考虑其优势和限制，结合其他治理技术以达到最佳的治理效果。

6.2 植物稳定技术

植物稳定化是生物修复技术中的一个重要概念，特指利用植物在污染土壤中生长并吸收污染物后，通过其根系、组织和代谢作用，将污染物在植物体内转化为较为稳定、少毒性或难溶的形式，从而降低其对环境 and 人类健康的风险。实际作业环节，植物的根系能够分泌各种根际物质，包括酸、碱和酶等，改变土壤 pH 和氧化还原环境，有利于降解或稳定化某些污染物。然后，植物通过根系吸收土壤中的污染物，将其转移到植物体内。有些污染物在植物体内主要积累在根部，（如镉离子、钠离子等），这种过程有助于减少土壤中的可溶性污染物浓度。最后，植物就可以通过其代谢系统，对某些污染物进行生物转化和代谢。这些代谢产物可能比原始污染物更稳定或更难溶解，减少其在环境中的迁移和毒性。综上所述，植物稳定化作为生物修复技术中的重要手段，通过利用植物的生物学特性和生理过程，有效地降低土壤中污染物的可溶性和生物毒性，是当前土壤环境治理中的重要策略之一。

6.3 植物挥发技术

在土壤环境治理领域，植物挥发通常指的是植物通过其根系或叶子释放出化学物质，这些物质可以影响土壤中的污染物浓度或生物降解过程。植物挥发可以通过以下几种方式发挥作用：首先，植物根系释放的有机物质，如挥发性有机物（VOCs）或特定酶，可以改变土壤中的微生物群落结构，从而促进土壤中的生物降解反应；其次，植物叶片表面的挥发性化合物（如挥发性有机物）可以通过挥发到大气中的方式，减少土壤中的挥发有机物浓度；最后，植物挥发物质能够影响土壤中的微生物代谢活动，特别是根际区域的微生物群落。这些挥发物质可能作为信号分子或营养物质，影响微生物对污染物的生物降解能力。实际来看，植物挥发技术在土壤修复中的应用通常需要考虑植物的选择和土壤环境的

特性。一些植物种类具有特定的挥发能力，可以在处理有机污染物时发挥更好的作用；而在处理重金属污染时，植物的挥发作用通常不是主要策略，因为重金属主要通过植物的根部吸收和积累^[3]。总的来说，植物挥发作为生物修复技术的一部分，通过利用植物自身的生物化学特性，可以改善土壤环境质量，降低污染物的毒性和浓度，是多种土壤修复策略中的重要组成部分之一。土壤生物治理如图2所示。

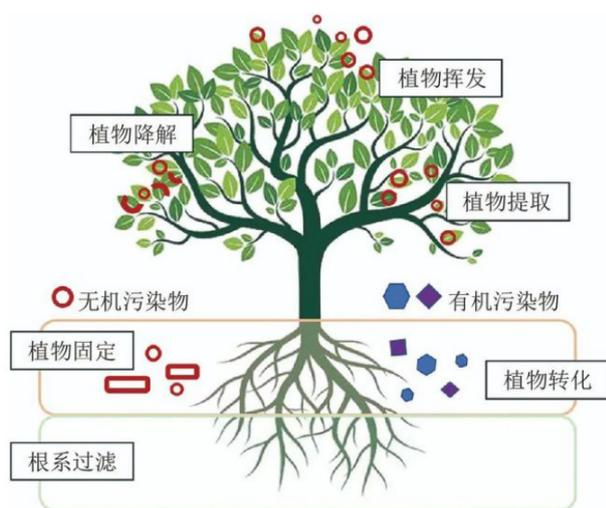


图2 土壤生物治理

6.4 生物增强技术

生物增强 (bioaugmentation) 是土壤环境治理领域生物修复技术的一种重要策略，它利用添加外源性微生物来增强土壤中有害化学物质的降解能力。实际作业环节，要求相关人员通过以下手段进行应用：第一，需要选择具有高效降解目标污染物能力的外源性微生物，如能够分解石油烃、多环芳烃或其他有机污染物的菌株。这些微生物在添加到污染土壤中后，可以增强土壤中污染物的降解速率和彻底性。第二，外源性微生物的引入可以补充或增强土壤中现有微生物群落的降解能力。特别是在受到长期重金属或有机污染物影响的土壤中，原生微生物群落可能已经受到抑制或适应性降低，生物增强可以通过引入更适应和更有效的微生物来加速修复过程。第三，生物增强技术的成功往往依赖于选择适应性强、生长快速、在目标环境中具有较高存活率的微生物菌株。这些菌株需要能够在不利的土壤环境条件下存活和活跃，才能有效地完成污染物的降解任务。总的来说，生物增强技术作为生物修复技术的一种重要手段，通过引入适应性微生物，能够有效提升土壤中有害物质的降解能力，为土壤环境治理提供了一种可持续和环境友好的解决方案。

6.5 生物富集技术

在土壤环境治理领域，生物富集 (biostimulation) 是指通过增加土壤中的营养物质或其他因子，以促进原生微生物群落的活性和代谢活动，从而加速土壤中污染物的降解过程。这种技术通常依赖于增加有利于目标污染物降解的条

件，而不涉及添加外源性微生物。

首先，作业环节，生物富集可以通过向土壤中添加碳源 (如有机物)、氮源、磷源等营养物质，提供微生物生长和活性代谢所需的能量和营养物质。这些添加物质可以改善土壤中的微生物群落结构和功能，增强其对污染物的降解能力。

其次，调节土壤的氧化还原条件也是生物富集的一种策略。通过增加土壤中的氧气供应 (如通气处理) 或者引入还原剂 (如有机物质或电子受体)，可以改变微生物的代谢路径，有助于降解特定的污染物。

最后，生物富集的目的是增强土壤中现有微生物的降解能力，而不是引入外源性微生物。通过优化土壤环境条件，如调节 pH 值、温度、湿度等因素，可以提高微生物的活性和代谢速率，从而加速污染物的降解过程。

实际应用环节，在石油污染的土壤中，可以添加适当的碳源 (如有机物)、氮源和磷源，以促进石油降解菌的生长和活性。这些营养物质可以激活土壤中的天然石油降解微生物，加速石油化合物的降解过程^[4]。

综上所述，生物富集技术通常是一种经济效益较高且环境友好的土壤修复方法，特别适用于那些受到污染的土壤中原生微生物群落仍然相对活跃的情况。通过调控土壤环境，使其更适合污染物的降解微生物生长和活性，可以有效地恢复土壤生态系统功能，减少环境中污染物的存在和影响。

7 结语

综上所述，因土壤污染问题越来越突出，对土壤污染的治理已经迫在眉睫。而推行生物修复技术，基于其使用灵活、操作方便、绿色环保的属性，可实现被污染土壤的有效修复，且不会造成二次污染。所以土壤污染治理环节，就要求相关单位与专业技术人员将生物富集技术、生物增强技术、植物挥发技术、植物稳定技术以及植物吸收技术等应用到土壤修复治理中，通过这些手段对土壤污染状况进行治理，并且深入分析土壤污染的发展状况，合理选择治理技术，在不产生二次污染的基础上实现对土壤污染的修复。而且随着科学技术的发展和新技术的不断推广，生物修复技术将会在土壤污染治理中具有更大的发展前景。

参考文献

- [1] 代凤. 生物修复技术在土壤污染治理上的应用分析[J]. 基层农技推广, 2021, 9(8): 98-99.
- [2] 冷波, 蒋丽虹, 刘汉波. 生物修复技术在煤矿土壤重金属污染治理的应用[J]. 山东化工, 2020, 49(4): 239-241.
- [3] 袁凯燕. 生物强化修复技术在土壤重金属污染治理中的应用[J]. 节能与环保, 2019(10): 92-93.
- [4] 李冬, 范晓琳. 生物修复技术在土壤污染治理中的应用[J]. 节能与环保, 2019(7): 109-110.