

Research on Common Techniques of Soil Pollution Remediation

Xiaoqing Zhang¹ Yongliang Liang² Zhiming Yang³ Lei Duan⁴

1. Inner Mongolia Tianyi Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

2. Inner Mongolia Zhichen Surveying and Mapping Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

3. Inner Mongolia No.3 Geological and Mineral Exploration and Development Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

4. Inner Mongolia Lvchuan Environmental Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

With the rapid advancement of industrialization and urbanization, soil pollution has gradually become a hot topic in global environmental protection. As an important part of the earth's ecosystem, soil carries multiple ecological functions such as crop growth and water conservation, and its health status is directly related to the quality of human life and the stability of the ecosystem. However, in the process of agricultural production, industrial discharge, urbanization and irrational land use, soil is polluted by various toxic and harmful substances, resulting in the destruction of soil structure, fertility decline, ecological function degradation, and even harm to human health. Therefore, it is of great practical value to carry out the research on common techniques of soil pollution remediation.

Keywords

soil pollution; repair technique; function; type

土壤污染修复常用技术研究

张晓庆¹ 梁永亮² 杨志明³ 段磊⁴

1. 内蒙古添翼环保科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

2. 内蒙古质辰测绘有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

3. 内蒙古第三地质矿产勘查开发有限责任公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

4. 内蒙古绿川环境科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

摘要

随着工业化和城市化进程的快速推进, 土壤污染问题逐渐凸显, 成为全球环境保护的热点问题。土壤作为地球生态系统的重要组成部分, 承载着农作物生长、水源涵养等多重生态功能, 其健康状况直接关系到人类的生活质量和生态系统的稳定性。然而, 在农业生产、工业排放、城市化进程以及不合理的土地利用等过程中, 土壤受到各种有毒有害物质的污染, 导致土壤结构破坏、肥力下降、生态功能退化, 甚至危害人体健康。因此, 开展土壤污染修复常用技术的研究, 具有重要的实践价值。

关键词

土壤污染; 修复技术; 作用; 类型

1 引言

土壤污染修复技术可分为物理修复、化学修复、生物修复等几大类。物理修复技术主要利用物理原理, 如土壤换填、客土、热处理等, 去除土壤中的污染物。化学修复技术则通过添加化学试剂, 改变土壤性质, 使污染物转化为低毒或无毒物质。生物修复技术利用微生物、植物等生物的代谢作用, 降解或去除土壤中的污染物。

【作者简介】张晓庆(1989-), 女, 中国内蒙古赤峰人, 本科, 工程师, 从事环境评价研究。

2 土壤污染修复的作用

2.1 保障区域民生

农业生产是维系人类生存的重要基础, 而土壤是农业生产的命脉^[1]。土壤受到严重污染, 不仅会导致农作物产量下降, 而且会影响农产品质量安全, 进而危及人类健康。通过采取有效的土壤污染修复措施, 可以改善土壤环境质量, 为农作物生长创造良好条件, 从而确保农产品产量和质量, 满足区域居民的生活需求。

2.2 减少自然灾害发生

土壤污染会导致土壤结构遭到破坏, 降低土壤的透水性 and 持水性, 增加土壤侵蚀和沙化的风险。一旦发生暴雨或

洪涝等自然灾害,容易引发水土流失、泥石流等次生灾害,给人民生命财产安全带来严重威胁。通过采取土壤污染修复措施,可以改善土壤结构,提高土壤的抗蚀能力,从而减少自然灾害的发生概率,有效保护人民生命财产安全。

2.3 涵养地区水源

土壤不仅是地表水的重要补给源,也是地下水的主要补给途径,一旦受到污染,不仅会影响地表水质量,还会导致地下水污染,严重威胁区域水资源安全。通过开展土壤污染修复工作,可以减少污染物进入水体,保护水源地的水质安全,确保区域居民用水安全,同时也有利于维护水生态环境的平衡。

3 土壤污染类型与危害

3.1 有机物污染

有机物污染是指由于人类活动或自然过程导致的各种有机化合物进入地下水,常见的有机污染物有石油烃类、酚类、多环芳烃、氯代烃类等。这些物质往往具有毒性、致癌性和难降解性,一旦进入地下水,不仅会影响水质,还可能通过食物链在生物体内不断富集和放大,对人体健康和生态系统构成严重威胁。

3.2 无机物污染

无机物污染是指重金属、酸碱盐等无机污染物进入土壤环境所造成的污染。重金属污染是无机污染的主要形式,主要来源包括工业排放、农药施用、城市生活垃圾等。重金属在土壤中的存在形态和迁移转化行为较为复杂,可能会通过吸附、络合等过程进入土壤溶液,随后随地下水迁移扩散,对地下水环境造成严重威胁。

3.3 生物污染

生物污染是指各种病原体如细菌、病毒、原生动物等通过污水渗漏或其他途径进入地下水^[2]。这些微生物往往具有极强的活力和传播能力,一旦进入地下水,就会在广阔的范围内迅速扩散,严重威胁人体健康。同时,某些病原体还可能破坏地下水的自净能力,加剧其他污染物的积累,形成恶性循环。

3.4 放射性物质污染

放射性物质污染是指放射性核素进入土壤环境所造成的污染。放射性污染的主要来源包括核设施事故、放射性废物不当处置等。放射性核素在土壤中的迁移扩散行为复杂多变,可能会通过溶解、离子交换等过程进入地下水体系,对人体健康和生态环境造成严重危害。此外,放射性物质的持久性也使其对土壤和地下水的影响更加深远和持久。

4 土壤污染修复常用技术

4.1 物理修复技术

4.1.1 客土与换土法

客土与换土法是最为简单直接的土壤物理修复技术之一。其主要是将受污染的原状土壤挖掘出来,然后用未受污染的清洁土壤进行覆盖或者替换。这种方法能够快速有效地将污染物从受污染区域转移出去,从而达到修复的目的。

在进行客土法时,首先要对现场土壤进行全面调查和污染评估,确定污染范围和程度。然后,在污染区域周围挖掘一定深度的沟渠,将受污染的表层土壤全部挖出。接下来,将未受污染的清洁土壤运送到现场,填充到沟渠中,形成一层覆盖层。这样就能够将污染物有效隔离,防止其进一步扩散和渗入地下水。客土法操作简单,投资较低,能够快速达到修复目标。

换土法与客土法类似,同样是将受污染的土壤全部挖掘出来,然后用未受污染的清洁土壤进行替换(图1)。不同之处在于,换土法不会在原地形成覆盖层,而是直接将受污染土壤全部运走,运至专门的处理场所进行无害化处理。这种方法能够彻底移除污染源,从根本上解决土壤污染问题。但同时也需要更多的人力物力投入,包括污染土壤的挖掘、运输和处理等。因此,换土法的成本较客土法更高,适用于污染较为严重的情况。



图1 采用换土法修复土壤污染

4.1.2 电动修复技术

电动修复技术是利用电场或电流在土壤中产生的电渗流和电泳作用,促进污染物迁移和去除的一种物理修复方法^[3]。这种技术能够有效处理重金属、有机污染物以及放射性污染物等各类土壤污染物,主要有电渗流技术和电泳技术两种形式。

电渗流技术是利用电场驱动土壤中的水分和离子性污染物在土壤孔隙中移动的原理进行修复。具体来说,在受污染土壤中埋设阳极和阴极电极,通过施加直流电压,在土壤中形成稳定的电场。在电场作用下,土壤中的水分和带电离子物质会向相反的电极方向移动。这样就能够将污染物从土壤中分离出来,收集在电极附近,从而达到修复的目的。电渗流技术适用于修复重金属、放射性核素以及一些难降解的有机污染物等。

电泳技术是利用电场驱动土壤中的带电污染粒子在土壤中迁移的原理进行修复。与电渗流技术不同,电泳技术主要针对那些以固体颗粒形式存在的污染物,如重金属氧化物、吸附在土壤颗粒上的有机污染物等。电泳技术能够有效处理重金属、多环芳烃等各类固态污染物,同时也适用于修复含水率较低的土壤。

4.1.3 超声、微波加热、热脱附技术

超声波修复技术是通过在污染土壤中埋设超声波发生

器,在土壤中产生高频超声波,可以引发土壤中的空化效应、微流动效应和热效应等,从而促进污染物的解吸附和迁移,甚至直接破坏污染物分子结构,达到修复的目的。

微波加热修复技术是通过在污染土壤中埋设微波发射装置,向土壤中注入微波辐射,可以选择性地加热土壤中的水分子和极性污染物,引发这些物质的温度升高和体积膨胀,从而促进污染物的脱附、蒸发或热解,达到修复的目的。主要适用于修复挥发性有机污染物、石油烃类污染物等,特别适用于含水量较高的土壤,该技术具有修复效率高、能耗低、操作简单等优点。

热脱附技术是利用热量,诱导污染物从污染土壤中脱附并收集的一种物理修复方法,通过在污染土壤中埋设加热装置,如电加热棒、热风机等,向土壤施加热量,使得土壤中的污染物在加热过程中发生脱附,从而实现污染物的去除。热脱附技术适用于修复挥发性有机污染物、半挥发性有机污染物等,特别适用于含有机质较高的土壤,该技术具有修复效率高、可回收利用脱附物质等优点。

4.2 化学修复技术

4.2.1 土壤淋洗技术

土壤淋洗技术是通过在污染土壤中注入化学洗脱剂,利用洗脱剂与污染物之间的化学作用,如离子交换、络合、溶解等,从而将污染物从土壤中溶解剥离出来,随后通过固液分离等方法将污染物从土壤中分离出来,最终实现土壤的修复^[4]。主要适用于修复重金属、有机污染物等各类土壤污染,特别适用于难以渗透的粘性土壤和重度污染的土壤。该技术具有修复效率高、可回收利用洗脱剂等优点。土壤淋洗技术的关键在于选择合适的洗脱剂和洗脱条件,以提高对目标污染物的去除效率。一般来说,酸性洗脱剂适用于修复重金属污染,碱性洗脱剂适用于修复有机污染物,螯合剂和表面活性剂则可同时用于修复重金属和有机污染物。此外,洗脱过程中的pH值、温度、接触时间等参数也会对修复效果产生重要影响。

4.2.2 原位固化稳定技术

原位固化稳定技术是通过在污染土壤中注入固化剂,如水泥、石灰、矿渣等,利用这些固化剂与污染物之间的化学反应,将污染物转化为稳定的化合物或矿物形式,从而减少污染物的迁移性和生物有效性,实现对污染土壤的稳定化修复。主要适用于修复重金属、放射性污染物等难降解污染物,特别适用于难以处理的粘性土壤和深层污染土壤。该技术具有修复效率高、处理时间短、对土壤结构影响小等优点。

原位固化稳定技术的关键在于选择合适的固化剂和固化条件,以提高对目标污染物的稳定化效果。一般来说,水泥和石灰适用于修复重金属污染,磷酸盐则可用于修复铅、镉等重金属。此外,固化过程中的反应时间、固化剂用量等参数也会对修复效果产生重要影响。

4.3 生物修复技术

4.3.1 微生物修复技术

微生物修复技术是通过向污染土壤中接种特定的微生

物菌株,或者通过增加土壤中微生物的生长活性,使微生物对污染物进行降解、转化或吸附,从而达到修复的目的。微生物修复技术适用于修复有机污染物、重金属污染等各类土壤污染,特别适用于难以处理的有机污染物^[5]。

微生物修复技术的关键在于选择高效的修复菌株,并优化其生长环境,以提高修复效果。一般来说,需要根据污染物的种类和特性,筛选出具有相应降解或吸附能力的优势菌株,如芽孢杆菌、铜绿假单胞菌、放线菌等。同时,还需要调控土壤的pH值、温度、含水量、营养物质等环境因子,以满足微生物的生长需求。微生物修复污染土壤的过程如图2所示。

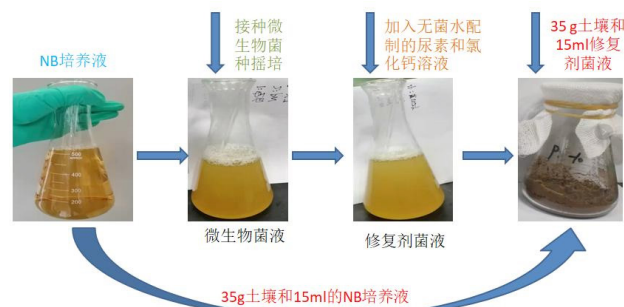


图2 微生物修复污染土壤的过程示意图

4.3.2 植物修复技术

植物修复技术是通过种植特定的超吸收植物或超富集植物,使其通过根系吸收、富集或转化土壤中的污染物,从而达到修复的目的。植物修复技术适用于修复重金属、有机污染物等各类土壤污染,特别适用于浅层污染土壤。

在应用植物修复技术时需要选择适宜的修复植物,并优化其生长环境,以提高修复效果。一般来说,需要根据污染物的种类和特性,筛选出具有相应吸收或转化能力的优势植物,如向日葵、芦苇、白三叶等。同时,还需要调控土壤的pH值、含水量、营养物质等环境因子,以满足植物的生长需求。

5 结语

总之,土壤污染修复技术的研究与应用是一项长期而艰巨的任务。我们需要不断探索和创新,为保护生态环境和人类健康贡献智慧和力量。

参考文献

- [1] 秦会敏,郝和生,谢文州,等.镉污染土壤淋洗修复技术研究[J].化工环保,2024,44(2):230-234.
- [2] 郭伟伟.污染场地土壤重金属分布特征及修复技术研究[J].环境科学与管理,2024,49(4):86-90.
- [3] 董永宁,牛金花.重金属污染土壤淋洗修复技术研究[J].清洗世界,2024,40(2):84-85+180.
- [4] 李东,蒋妮娜,李紫龙,等.铬污染土壤修复技术面临的问题[J].能源与环境,2024(2):131-134.
- [5] 王克垒,高晓梅.土壤污染治理中生物修复技术的作用与具体应用方法研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(3):88-90.