

Analysis of Soil Pollution Remediation Technologies and Soil Ecological Protection Strategies

Wenjie Xu

Jiangsu Suchen Testing Technology Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221100, China

Abstract

At present, with economic development, soil in China has suffered severe pollution. The current pollution situation can be effectively controlled by adopting appropriate soil pollution remediation technologies. In specific remediation and management, various methods such as bioremediation, physical remediation, and chemical remediation can be applied. Meanwhile, relevant departments and enterprises need to attach greater importance to adopting proper soil ecological protection strategies to better prevent risks, reduce the impacts caused by soil pollution, and protect the ecological environment. In view of this, this study is conducted to briefly outline the importance of soil pollution remediation, explore common soil pollution remediation technologies, and propose several effective ecological protection strategies for reference by relevant personnel.

Keywords

Soil pollution; Remediation technologies; Ecological protection strategies

土壤污染修复技术及土壤生态保护策略剖析

许文杰

江苏苏辰检测科技有限公司, 中国·江苏徐州 221100

摘要

现阶段, 随着经济发展, 我国土壤受到了十分严重的污染。通过采用恰当的土壤污染修复技术, 可以有效控制污染现状。在具体的修复治理中, 可以使用生物修复、物理修复和化学修复等多种方法。与此同时, 相关部门和企业也需要高度重视, 采用恰当的土壤生态保护策略, 更好地预防风险, 降低土壤污染带来的影响, 保护生态环境。鉴于此, 开展本文的研究工作, 简单概述土壤污染修复的重要性, 探究常用的土壤污染修复技术, 并提出几点有效的生态环境保护策略, 以供相关人员参考。

关键词

土壤污染; 修复技术; 生态保护策略

1 引言

近些年, 生态环境保护已经成为人们不可忽视的一个问题。其中最突出的是土壤污染与土壤保护问题。面对现阶段的土壤污染情况, 采用土壤污染修复技术, 包括物理修复、化学修复和生物修复, 可以更好地控制污染程度, 保护生态环境。与此同时, 加强源头控制, 制定相应的制度和策略, 做好生态修复工作, 可以推动生态文明建设有条不紊地进行, 更好地保护生态环境, 促进社会的稳定发展。

2 土壤污染修复的重要性

土壤污染修复治理是保障生态安全和人体健康, 促进社会稳定发展的重要举措。土壤是污染物进入人体的重要媒

介, 开展修复治理工作, 可以避免污染物通过食物链富集, 减少农产品中重金属和有机毒物的含量。也能阻断污染物通过地下水渗透和土壤扬尘等途径扩散, 有效保障人体健康。而且通过开展修复治理工作, 还能恢复土壤微生物群落结构与活性, 提升土壤的酶活性, 改善土壤肥力, 保障植物的正常生长, 也能减少污染物对动植物的毒害, 避免生物多样性下降^[1]。修复治理还能推动工业企业转型升级, 带动土壤修复产业发展, 从而提升区域环境质量和宜居性, 促进社会的可持续发展。

3 土壤污染修复技术的类型

3.1 物理修复技术

3.1.1 电动修复技术

电动修复技术是以电泳或电场作用下的迁移为基础, 完成重金属离子以及无机离子从土壤传送到电极中的操作, 做到重金属淤泥的定期处理。电动修复技术对土壤结构不会

【作者简介】许文杰 (1988-), 男, 中国江苏徐州人, 硕士, 工程师, 从事土壤污染治理研究。

造成过多的影响，而且修复范围广泛，操作便捷，不过实用性方面不够突出，还会受到外部环境的影响，因此还需要不断地完善该方法。

3.1.2 换土与客土法技术

客土法和换土法通过添加清洁土壤或更换污染土壤，直接稀释或转移污染物，效果较为彻底，但成本高昂，而且需要运输大量的土方，可能会造成二次污染。从实际应用范围来看，两种修复技术的效率比较低，应用范围比较小。

3.1.3 固化 / 稳定化技术

固化 / 稳定化技术是通过向污染土壤中添加固化剂或稳定剂，使污染物与其发生物理化学反应，形成稳定的化合物或固化体，可以有效降低污染物的迁移性与生物的有效性。该技术操作简单，成本比较低，可原位或异位实施，适用于重金属污染土壤以及复合污染土壤的修复。该技术仅改变污染物形态，而非彻底去除。长期稳定性会受土壤环境影响比较大，可能导致土壤透气性与肥力下降。

3.2 化学修复技术

3.2.1 氧化修复技术

氧化修复技术是向污染土壤添加氧化剂，通过氧化还原反应将有机污染物分解为二氧化碳和水等一些无害物质，或者将重金属氧化为低毒性状态^[2]。该方法分为原位氧化和异位氧化。原位氧化通过注射并将氧化剂注入污染区域，操作简单，对环境扰动小。异位氧化需要将土壤挖掘以后进行集中氧化处理，修复效果更加稳定。该方法对多环芳烃和石油烃等有机污染物的修复效果显著，但氧化剂容易和土壤中的有机质发生反应，可能会降低修复效率。

3.2.2 还原修复技术

还原修复技术是通过添加还原剂，将高毒性的污染物还原为低毒性形态，主要适用于重金属污染和部分有机污染物的治理。其中零价铁还原技术应用比较广泛。零价铁可以将六价铬还原为三价铬，将硝基苯还原为苯胺。成本低，修复效果比较稳定，不过在具体应用中，还原剂很容易被氧化失效，而且还需要控制好土壤 pH 值等环境条件。

3.2.3 光催化技术

光催化技术是通过向污染物中投加光敏剂，使其在特定波长的光照射下产生化学反应，从而使污染物降解的一种方法^[3]。光催化剂常用的催化剂有活性炭、金属离子以及纳米材料等。近些年研究不断推进，技术领域也获得了更多新的发展，例如使用活性炭。通过光催化技术，可以有效去除土壤中的铅镉汞、六价铬等重金属，去除效果良好。

3.2.4 化学淋洗技术

淋洗技术主要是通过淋洗剂对污染土壤进行冲洗，使土壤中的污染物溶解于淋洗液中，再通过固液分离的方法有效去除污染物。淋洗技术分为原位淋洗和异位淋洗。原位淋洗无需挖掘土壤，对周围的环境扰动小，适用于深层土壤污染的治理。异位淋洗则需要将土壤挖掘以后集中处理，修复

效率高，但成本较高，而且容易产生二次污染。在与化学药剂进行混合时，要特别重视对化学药剂的使用。例如，一些地区为了加快对污染物的清洗，选择酸性程度比较高的淋洗剂，虽然可以提高淋洗效率，但对土壤造成了一定破坏，会改变土壤中所蕴含的活性物质^[4]。

3.3 生物修复技术

3.3.1 微生物修复技术

微生物修复技术主要利用土壤中存在的微生物，吸收污染物，通过自然降解，分解土壤过程中的有机物，转化为各种有机物质，达到良好的修复效果。微生物降解分为好氧降解和厌氧降解。好氧降解适用于石油烃、多环芳烃和农药等，需要提供氧气，反应速度快，最终产物为二氧化碳和水^[5]。厌氧降解适用于氯化溶剂、多氯联苯等，在无氧条件下进行，反应速度比较慢，但能处理好一些好氧微生物难以降解的顽固污染物。微生物固定化技术是通过吸附、络合和沉淀等方式，将重金属离子转化为生物难利用的形态，例如，一些细菌可以将高毒性的六价铬还原为低毒性的三价铬，并形成沉淀。具体的实施方式分为原位修复法和异位修复法。原位修复法是在污染源地进行，不会移动土壤，向污染环境中补充营养物和电子受体，刺激土著微生物的生长和代谢活性，这也是最常用和最经济的一种方法。当土著微生物降解能力不足时，向污染环境中投加经特殊培养和驯化的高效外源微生物菌剂。异位修复法是将污染土壤挖掘出来，集中处理。将土壤与有机添加剂混合堆垛，并通气，利用微生物高效发酵过程降解有机物。将土壤与液体混合成泥浆，在可控的反应器内进行最优化降解，效率最高，成本也最高。

3.3.2 植物修复技术

植物修复技术利用植物的吸收、富集和降解等生理特性治理土壤污染，可以分为植物提取技术、植物稳定技术、植物降解技术和植物挥发技术。植物提取技术可种植超富集植物，通过根系吸收土壤中的重金属，富集在茎叶的地上部位，收割后集中处理，适用于大面积中低浓度重金属污染耕地和矿土复垦土壤等情况^[6]。可利用东南景天吸收转移镉、锌等重金属污染物。利用蜈蚣草去除土壤中的砷。利用九节木属植物去除镍。修复周期比较长，植物生物量通常比较小，会受气候和土壤条件影响。植物固定技术是利用植物根系吸附、沉淀或者改变重金属的价态，使其在根系圈内被固定。或者通过根系从水中吸收污染物，更侧重于防止污染物扩散和迁移，是一种有效的风险管控措施。使用的植物有紫花苜蓿、黑麦草等。植物降解技术是通过根系分泌酶类直接降解土壤中的有机污染物，或者通过根系微生物协同作用，加速污染物的降解。主要应用于农药残留和多环芳烃污染土壤的治理中，使用的植物有杨树、苜蓿、芦苇。植物挥发技术是植物吸收土壤中挥发性污染物，转化为气态物质，释放到大气中，适用范围比较窄，需要控制好二次污染的风险。

3.3.3 动物修复技术

动物修复技术是利用土壤动物的生理活动改善土壤环境，间接促进污染物降解，多作为辅助修复手段。使用蚯蚓、跳虫等土壤动物，通过钻洞、摄食活动可以改善土壤通气性和孔隙度，促进微生物的繁殖。土壤动物摄食污染物土壤后，通过消化酶作用降解部分有机污染物，或者通过粪便排泄将重金属固定。适用于轻度有机污染土壤和农业面源污染土壤的生态改良中，常与微生物修复和植物修复协同使用。

4 基于土壤污染的生态环境保护措施

4.1 加强源头管控

针对土壤污染，做好生态环境保护工作，需要从源头方面入手，加强源头管控，制定相关政策，有效落实，可以达到良好的防控效果。2024年，生态环境部等七部门联合印发的《土壤污染源头防控行动计划》中明确提出了防新增、去存量、控风险的总体思路，从源头上减少土壤污染和受污染土壤的环境影响。坚持预防为主。通过优化产业布局，推动绿色化转型，加强工艺技术革新，强制清洁生产审核等，从源头上可以减少土壤污染的产生。同时还要坚持协同发力，通过强化重点监管单位和化工园区环境管理，排查整治管网泄漏，严控涉重金属污染排放，加强固废环境管理和综合利用，协同水、气、固体废物等多要素污染防治工作。

4.2 做好过程管控

加强土壤污染防治的过程管控，建设监测与风险预警体系，做到土壤污染的早发现、早预警和早处置，有效控制土壤污染带来的危害。首先构建全方位监测网络。以饮用水水源地、耕地、土壤园区等重点区域作为监测核心，布设土壤环境监测点位，构建完善的监测网络。指标有重金属、有机污染物、土壤理化性质等关键参数。通过常规监测与自动监测结合，获取全面的监测数据，搭建共享平台，整合环保、国土、农业等部门的监测数据，高效利用监测数据，评估土壤利用的情况，及时发现其中存在的风险隐患。其次，健全风险评估与预警机制。制定科学的土壤污染风险评估标准与方法，定期开展风险评估工作，明确其中的等级和影响范围。制定针对性的应急方案，采取恰当的处理措施，有效防

止污染风险扩散。

4.3 进行生态修复

为了有效保护生态环境，控制土壤污染，还需要做好生态修复。各地区政府继续加强对环境保护的重视程度，结合当地实际情况，开展退耕还林的措施，增强绿化植被的覆盖率，可以有效提升当地的土壤肥力，减少有害物质的倾斜。在修复工作中还要推进土壤生态系统的重构，要注意恢复土壤微生物群落和植物群落，提升土壤生态系统的稳定性与自我修复能力。通过添加微生物菌剂、有机肥等方式，修复土壤微生物群落结构，增强土壤酶活性。同时种植本土优势植物，构建乔灌草相结合的植被体系，改善土壤理化性质，减少水土流失。还要加强土壤生态廊道的建设，连接碎片化的土壤生态区域，促进生物多样性的恢复，可以有效提升生态系统的连通性与抗干扰能力。

5 结语

综上所述，土壤污染修复与生态保护是保障生态安全，推动可持续发展的重要举措。相关部门要提高重视，针对现阶段土壤污染的情况，采取恰当的修复技术，同时做好源头管控，建设生态监测网络，并做好生态修复。从一系列方面入手，可以提高生态环境保护效率，达到良好的土壤污染修复效果，推动土壤生态系统实现良性循环。

参考文献

- [1] 马轶君. 土壤污染修复技术及土壤生态保护措施研究[J]. 科技资讯,2024,22(11):207-209.
- [2] 武艺. 土壤污染修复技术及土壤生态保护措施研究[J]. 皮革制作与环保科技,2023,4(12):119-121.
- [3] 徐鹏飞,费腾,汤宣林. 土壤污染修复技术及土壤生态保护措施[J]. 皮革制作与环保科技,2022,3(6):116-117,120.
- [4] 何车轮,郭兰. 土壤污染修复技术及土壤生态保护策略[J]. 资源节约与环保,2021(5):25-26.
- [5] 王菲菲. 土壤污染修复技术及土壤生态保护措施研究[J]. 清洗世界,2022,38(9):146-148.
- [6] 孙沙沙. 土壤污染修复技术及土壤生态保护措施[J]. 造纸装备及材料,2023,52(1):153-155.