

Research on Soil Pollution Remediation and Ecological Environment Improvement Technology

Huifu Wei

Yunnan Cloud Measurement Quality Inspection Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650501, China

Abstract

As a global environmental problem, soil pollution directly affects the balance of the ecosystem and the quality of human life. With the acceleration of industrialization and urbanization, heavy metals, organic compounds and chemical wastes accumulate in large quantities in the soil, resulting in the degradation of land resources and threatening the safety of agricultural production. The restoration of contaminated soil is an important issue of current environmental protection. Its goal is not only to reduce the concentration of pollutants, but also to restore the ecological function and production capacity of the soil. In recent years, rapid developments in physical, chemical and bioremediation technologies have provided diverse solutions for. However, in the specific implementation process, how to realize the effective combination of pollution control and ecological restoration still faces challenges. Based on this, the author discusses the corresponding analysis of the land pollution restoration and improvement technology, hoping to bring effective reference to the development of China's environmental protection industry.

Keywords

soil pollution; remediation technology; ecological environment; pollution control; sustainable development

土壤污染修复与生态环境改善技术研究

韦会福

云南云测质量检验有限公司, 中国·云南 昆明 650501

摘要

土壤污染作为全球性环境问题, 直接影响生态系统的平衡与人类生活质量。随着工业化和城市化进程的加快, 重金属、有机物及化学废料在土壤中大量累积, 造成土地资源退化, 威胁农业生产和地下水安全。修复受污染土壤是当前环境保护的重要议题, 其目标不仅是降低污染物浓度, 还需恢复土壤的生态功能和生产能力。近年来, 物理、化学和生物修复技术的快速发展为土壤污染治理提供了多样化的解决方案。然而, 在具体实施过程中, 如何实现污染治理与生态恢复的有效结合仍面临挑战, 基于此笔者通过对土地污染修复改善技术分析为点开展了相应论述, 希望对中国环保事业的发展带来有效借鉴。

关键词

土壤污染; 修复技术; 生态环境; 污染治理; 可持续发展

1 引言

随着环境保护意识的增强, 土壤污染治理逐渐成为全球环境治理的重要组成部分。工业排放、农业化学品的滥用以及城市垃圾填埋是土壤污染的主要来源, 这些污染不仅影响农产品的质量和安全, 还威胁生态系统的多样性和稳定性。当前, 修复技术的发展侧重于结合污染类型、场地条件和治理成本, 以寻找高效、可持续的解决方案。然而, 不同修复技术的应用效果在实际操作中存在局限性, 亟需优化技术组合以适应复杂的土壤污染情况。此外, 土壤修复工程还需兼顾生态环境改善, 确保恢复后的土地能持续支持生态系

统的正常运作。因此, 深入研究土壤污染修复技术的优化策略, 对于推动生态可持续发展具有重要意义。

2 土壤污染的现状与成因

2.1 土壤污染的主要类型与来源

土壤污染涉及多种类型, 包括重金属污染、有机污染和盐碱化污染等。其中, 重金属污染源自矿产开采、冶炼和工业排放, 常见元素包括铅、镉和汞, 这些物质易在土壤中累积且难以降解。有机污染物主要来自农药、化肥和石油化工产品的残留, 对土壤微生物群落和植物生长造成不利影响。

2.2 工业活动对土壤污染的影响

工业活动是造成土壤污染的主要来源之一。冶金、化工和矿产开采等工业过程会产生大量有毒物质, 其中重金属和化学废物对土壤的长期影响尤为严重。工业排放的废水和

【作者简介】韦会福 (1997-), 男, 壮族, 中国云南广南人, 本科, 助理工程师, 从事生态环境工程与咨询类项目研究。

固体废弃物经常未经有效处理便排入土壤,导致污染物逐渐渗透并累积。工业区附近的土地常因高浓度污染而丧失农业用途,甚至无法支持植被的生长。

2.3 农业污染物的累积与扩散

农业活动广泛使用化肥、农药和除草剂,这些化学物质长期残留于土壤中会对生态环境造成严重影响。过量施用氮磷化肥导致土壤中的养分失衡,影响作物的正常生长,还会因降雨和灌溉而进入地下水系统,造成水体污染。农药残留不仅抑制土壤微生物的多样性,还可能通过食物链逐步累积,对人类健康构成潜在威胁。农田中的污染物随着风力和雨水的作用不断扩散,导致周边未受污染的土地也受到影响。尤其在水稻种植区和大棚农业中,农药和化肥的使用频率高且量大,使土壤的自净能力逐渐下降^[1]。

3 土壤污染修复技术的分类与应用

3.1 物理修复技术与工程措施

物理修复技术通过隔离、替换、热处理等方式减少土壤污染物的影响,主要用于重金属和有机污染物的治理。常见的物理修复方法包括土壤挖掘与置换、隔离覆盖和热脱附技术。挖掘与置换适用于严重污染的土壤,将污染土壤移走并替换为干净土壤,而隔离覆盖则通过物理屏障阻止污染物扩散。热脱附技术利用高温处理土壤中的有机污染物,将其挥发并收集后处理。这些工程措施能够在短时间内减少污染物对环境的影响,但部分方法存在成本高、施工复杂和破坏土壤结构的问题。

3.2 化学修复技术的机理与发展

化学修复技术通过化学反应改变土壤中污染物的结构或稳定性,使其毒性降低或固定在土壤中。这类技术包括化学淋洗、固化稳定化和氧化还原处理。化学淋洗通过化学溶剂将污染物从土壤中分离出来并进行集中处理,而固化稳定化则通过添加剂将污染物转化为难以迁移的形态,提高土壤的长期安全性。氧化还原处理则通过改变污染物的化学价态,使其变得更易降解或沉淀。

3.3 生物修复技术与生态系统的恢复

生物修复技术利用植物、微生物和真菌等生物体的代谢作用降解或转化土壤中的污染物,实现污染治理与生态恢复的双重目标。植物修复利用特定植物吸收、降解或挥发污染物,微生物修复则通过微生物的生物化学反应加速污染物的降解。真菌在处理有机污染物方面表现出较高的效率,通过分解复杂的有机化合物降低污染物浓度。生物修复过程相对缓慢,但对环境的干扰较小,适合在大面积农业用地和生态敏感区域中应用^[2]。

4 土壤修复与生态环境改善的协同发展

4.1 修复项目中的生态环境监测体系

在土壤修复项目中,建立全面的生态环境监测体系是确保修复效果的重要保障。监测体系通常涵盖重金属、有机

污染物和土壤理化性质的动态变化,辅以植被、微生物和水文指标的综合评估。标准监测流程要求每个修复地块面积不少于100m²,并按照10cm、30cm和50cm等深度采样,以准确反映污染物在垂直方向的分布。监测频率在修复前、中、后各阶段有所不同,初期建议每月一次,中期可改为每季度一次,完成后则需进行为期两年的每半年监测。自动化设备如传感器、无人机和远程监控系统的应用有效提升了数据采集的精度和效率。

4.2 土壤改良技术在农业生态中的应用

农业用地的土壤改良是提升耕地质量和减少污染物累积的重要手段。施用有机肥、石灰以及生物炭等改良措施已被广泛应用,每公顷土壤的有机质含量在三年内可提升0.5%~1%。有机肥每年施用量建议控制在20~30t,以改善土壤结构并促进微生物活动。研究表明,向酸性土壤每公顷添加3~5t石灰,可以将pH值提升至6.5~7.0之间,促进作物根系生长。生物炭的添加不仅提升了土壤的保水性和透气性,还减少了重金属污染的迁移。此外,通过土做测土配方施肥的技术应用,每公顷化肥用量可减少15%~20%。这些技术的推广使耕地的农作物产量提高了10%~15%,同时降低了农业面源污染的风险^[3]。

5 土壤污染修复与生态环境改善技术分析

5.1 农业用地土壤修复技术与耕地质量提升

农业用地的土壤修复技术是实现耕地质量提升的重要手段,对保障粮食安全和生态平衡具有重要意义。常用的修复措施包括有机肥、生物炭的施用、石灰改良以及轮作休耕等方式。有机肥每年每公顷施用量控制在20~30t,不仅能提升土壤有机质含量,还能改善土壤的通透性和结构,使得作物的根系更易吸收营养。研究表明,在连续三年施用有机肥后,土壤有机质含量可增加1%~1.5%,进一步促进耕地的可持续利用。这些技术的综合应用不仅优化了耕地的生产力,还减少了农业面源污染,为农业的绿色发展和生态环境保护提供了有力支持^[4]。

5.2 建设用地污染治理与场地再利用策略

建设用地的污染治理是提升土地利用价值和环境质量的关键环节。在旧工业用地和废弃厂区中,重金属和有机污染物的累积对土地再利用构成了挑战。土壤原位和异位修复是应对重度污染的有效措施,每100m²的土地通常需要挖掘和更换30m³的污染土壤,以确保场地符合开发要求。化学修复技术也在建设用地污染治理中广泛应用,如固化和沉降,降低活性能有效减少重金属的迁移风险。在修复技术与场地再利用的协同作用下,建设用地的污染治理不仅解决了土地开发的环境障碍,也为城市的可持续发展创造了更多的可能性。

5.3 土壤调和修复中的综合技术应用与优化

土壤调和修复技术通过整合物理、化学和生物技术的

优势,解决复杂污染问题,实现污染治理与生态恢复的双重目标。在实际应用中,物理修复技术如土壤置换、隔离覆盖和热处理常用于减少污染物的直接暴露,每公顷土地的处理费用约为30万元。这些技术能够在短期内显著降低土壤表层污染物的浓度,但也可能对土壤结构产生一定的破坏,因此需要与其他修复措施结合使用。化学修复技术如淋洗和固化处理主要针对重金属和有机污染物,每公顷土地添加50~100kg化学试剂能够将污染物的浓度降低40%~50%。生物修复则借助微生物和植物的代谢作用降解或固定污染物。研究表明,每公顷土地每年种植的超富集植物可以吸收50~70kg的重金属污染物,有助于减少污染的长期影响。微生物制剂的施用也能加速有机污染物的降解,并改善土壤的微生物生态系统。随着智能化技术普及,土壤修复项目越来越依赖实时监控系统^[5]。这种综合技术的优化应用将为污染治理提供更可持续的发展路径,推动土壤资源的长效管理。

6 结论

土壤污染的修复与生态环境的改善是实现可持续发展的关键环节。随着农业和城市化进程的加速,土壤污染问题日益严重,需要制定系统性对策和措施,以确保土地资源的有效治理和长期可持续利用。在农业用地和建设用地的土壤修复过程中,需要从政策支持、技术优化、监测管理和公众参与等多方面着手,推动修复效果的最大化。

首先,应加强政策支持和规划引导。政府需要制定完善的土壤污染治理政策法规,并提供相应的财政支持与激励机制,鼓励企业和农民参与修复工程。明确污染地块的修复责任主体,确保各方在治理过程中各司其职。建立土壤污染风险分级管理体系,将不同污染程度的土地进行分类管理,并针对严重污染区域采取重点修复措施。与此同时,还应加强土地规划与环境保护的协调,避免因开发不当导致新污染的产生。

其次,应进一步优化修复技术的选择与组合。根据不同土地类型和污染物的特性,科学选择物理、化学和生物修复技术的组合,形成因地制宜的解决方案。在农业用地中,优先推广低成本、可持续的生物修复技术,如植物修复和微生物修复。超富集植物的种植不仅能吸收重金属,还能改善土壤结构。而在建设用地中,应结合土壤置换、固化稳定化和隔离覆盖等工程措施,以实现快速见效的修复目标。新型材料的应用,如生物炭和纳米材料,可以进一步提高修复的效率和持久性。此外,还应注重技术创新,推动修复技术向

低能耗、绿色化和智能化方向发展。

在监测与管理方面,应建立全面的土壤质量监测体系。引入物联网传感器、无人机监测和大数据分析等技术,实现对土壤污染的实时监控和动态分析。各地应设立土壤污染数据库,统一管理修复数据和监测记录,为决策和管理提供数据支撑。在修复过程中,应定期对污染物浓度、土壤结构和生态指标进行检测,并及时根据监测结果调整修复方案。对于完成修复的土地,至少要进行3~5年的跟踪监测,以确保生态系统的长期稳定性和土地的安全利用。同时,还需建立污染应急管理机制,以应对突发性的土壤污染事件。

公众参与也是推动土壤修复工作的重要力量。需要通过宣传教育提升社会公众的环保意识和参与度,让农民和土地使用者了解污染治理的必要性和具体措施。社区和社会组织可以参与修复项目的实施和监督工作,为土地的长效管理提供支持。推广绿色生产和消费模式,如减少化肥、农药的使用,采用有机农业生产方式,也能从源头上减少土壤污染的风险。此外,企业在履行社会责任的同时,可通过污染治理和土地修复提升自身的社会形象和市场竞争能力。

未来的土壤修复注重生态系统的整体恢复和功能提升。在农业用地中,不仅要关注污染物的去除,还应恢复土壤的生物多样性和肥力,提升作物产量和农产品质量。在建设用地中,应结合场地再利用的需求,将修复与绿化、美化相结合,为城市发展创造更多绿色空间。在技术应用的同时,应加强国际合作和经验交流,学习先进国家的修复技术和管理经验,促进国内治理水平的提升。

总之,土壤污染修复与生态环境改善需要多方力量的协同合作,包括政府、企业、科研机构和公众的共同参与。通过政策支持、技术优化、智能管理和公众参与,可以实现污染治理与生态恢复的双重目标,为社会经济的可持续发展提供良好的环境基础。只有坚持长期治理和系统性修复,才能应对土壤污染的复杂挑战,推动土地资源的高效利用和生态环境的全面提升。未来应继续探索和创新修复模式,实现人与自然和谐共生,推动绿色发展与环境保护的深入融合。

参考文献

- [1] 付修治.土壤污染与土壤治理修复技术研究进展及展望[J].清洗世界,2024,40(9):112-114.
- [2] 张静,周南,张盼月,等.固定化微生物技术在多环芳烃污染土壤修复中的应用[J].环境工程技术学报,2024,14(5):1617-1626.
- [3] 满军.深化生态赋能成效,持续改善生态环境[J].环境教育,2021(4):58-59.