

Environmental risk assessment and control strategy in soil remediation engineering

Jiahao Guo

Foshan Hongzhe Anhuan Technology Consulting Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528225, China

Abstract

Soil pollution has become one of the major environmental problems facing the world, which poses a serious threat to human health and ecosystem. In view of this problem, this study focuses on environmental risk assessment and control strategies in soil remediation engineering. Firstly, based on the systematic risk assessment method, the possible environmental risk points in the process of soil remediation were identified and analyzed, including secondary pollution, the impact of repair by-products on the surrounding environment and artificial operation risks. Subsequently, combined with specific cases, this study proposed a set of comprehensive control strategies designed to minimize the environmental risks in the soil remediation process. These strategies cover the strict engineering operation specifications, the establishment of monitoring and early warning systems, the optimal selection of remediation technologies, and the long-term follow-up evaluation of soil quality after remediation.

Keywords

soil remediation; environmental risk assessment; management and control strategy

土壤修复工程中的环境风险评估与管控策略

郭嘉豪

佛山市宏哲安环技术咨询有限公司, 中国·广东 佛山 528225

摘要

土壤污染已成为全球面临的重大环境问题之一, 其对人类健康和生态系统造成了严重威胁。针对这一问题, 本研究围绕土壤修复工程中的环境风险评估与管控策略进行了深入探讨。首先, 基于系统的风险评估方法, 识别并分析了土壤修复过程中可能产生的环境风险点, 包括二次污染、修复副产品对周围环境的影响以及人为操作风险等。随后, 结合具体案例, 本研究提出了一套综合性管控策略, 旨在最小化土壤修复过程中的环境风险。这些策略涵盖了严格的工程操作规范、监测预警系统的建立、修复技术的优化选择以及修复后土壤质量的长期跟踪评估等方面。

关键词

土壤修复; 环境风险评估; 管控策略

1 引言

随着工业化进程和人口增长, 全球面临着严重的土壤污染问题, 对人类健康和生态安全构成威胁。因此, 有效的土壤修复和环境安全已成为全球的挑战。然而, 土壤修复过程中可能出现二次污染、潜在影响和人为操作风险等环境风险。为此, 我们对土壤修复过程中的风险评估和管理策略进行了深入研究, 通过系统评估方法, 我们成功识别和分析了土壤修复中可能的风险点, 并针对实际情况提出了有效的环境风险管理策略, 包括规范操作、优化技术选择和进行长期跟踪评估等。这项研究不仅为解决具体的土壤污染问题提供了参考, 也为更广泛的环境修复和管理工作提供了理论和实践基础。

【作者简介】郭嘉豪(1986-), 男, 中国广东清远人, 本科, 助理工程师, 从事生态环境管理与咨询研究。

2 全球土壤污染现状及挑战

2.1 土壤污染的定义与来源

土壤污染是指人为活动或自然过程导致有害物质进入土壤中, 从而对生态环境和人类健康构成潜在威胁的现象^[1]。其定义涵盖了污染物的种类、浓度及其可能危害的广度和深度。污染源多种多样, 主要包括工业活动、农业投入品的不当使用以及城市发展和废弃物的不当处置。工业活动中, 重金属、挥发性有机化合物和多环芳烃等有害物质可以显著影响土壤质量。农业领域, 过量和不当使用农药、化肥是导致土壤污染的重要因素之一。而城市化进程中的建筑垃圾、生活垃圾以及污水处理不当, 进一步加剧了土壤污染问题。这些来源共同作用, 使得土壤污染成为一个复杂和多维度的环境问题, 对其全面理解和有效治理提出了严峻挑战。

2.2 土壤污染与人类健康生态系统的关系

土壤污染直接影响人类健康和生态系统。重金属、农

药和有机污染物通过土壤进入食物链,导致多种疾病和健康问题。长期接触被污染土壤的人群可能出现神经系统损伤、免疫系统紊乱和癌症风险升高等健康不良后果^[2]。土壤污染破坏生态系统的平衡,削弱土壤的生物多样性和生产力。微生物群落受损会导致营养循环中断,进而影响植物生长和动物栖息环境。土壤污染还增加了水体污染风险,影响水资源质量,并进一步威胁生态健康。有效解决土壤污染问题是保护人类健康和维持生态系统稳定的重要任务。针对土壤污染的评估与治理对于保障公共卫生和生态可持续发展至关重要。

2.3 土壤修复的必要性与挑战

土壤修复的必要性源于土壤污染对人类健康和生态系统的严重威胁。污染土壤可能含有重金属、有机污染物和其他有害物质,这些物质可能通过食物链、生物累积作用对人体和动植物构成潜在危害。因而,修复被污染的土壤是可持续发展的重要组成部分,旨在恢复土壤的功能和生态平衡。土壤修复面临的挑战包括技术复杂性、成本高昂以及修复过程中可能产生的二次污染等问题。

3 土壤修复环境风险的识别与分析

3.1 二次污染的产生及其影响

二次污染是土壤修复过程中常见的环境风险之一,产生的原因主要包括修复剂的残留、污染物迁移以及修复工程中不当处理引发的新污染物等。在土壤修复过程中,某些化学试剂或生物制剂被引入以分解或固定污染物,这些制剂可能在土壤中残留并对其结构和成分产生不利影响。修复时可能导致污染物迁移至其他介质如水体或大气中,从而扩散污染,形成更大范围的生态风险。如修复增大土壤通气性,则可能促进挥发性有机化合物的释放,增加大气污染。人为操作的不当也可能导致新污染物的产生,如石油修复中的燃烧不完全可能产生多环芳烃等致癌物。这些问题的存在不仅影响修复效果,还可能对周围环境和人类健康造成新的威胁。必须在土壤修复工程中加强对二次污染的识别与分析,以有效控制其不利影响。

3.2 修复过程中副产品的环境影响

在土壤修复过程中,修复技术应用可能会产生多种副产品,这些副产品对环境的潜在影响须引起重视。某些修复技术可能导致有毒气体或挥发性有机化合物的释放,进而影响大气质量和周边居民的健康。化学修复方法可能留下残余化学物质,对土壤和地下水造成二次污染^[3]。生物修复过程中微生物代谢产物的积累,对土壤生态系统的微生物群落产生影响。监测和管理这些副产品对于减少对环境的不良影响至关重要,还需根据现场具体情况进行动态调整,以保障修复过程的生态安全。

3.3 人为操作引发风险的识别与分析

人为操作在土壤修复过程中可能引发多种风险,包括

设备操作不当、材料投放错误以及修复方案实施中的偏差。设备操作不当可能导致修复工程中污染物扩散,增加环境风险。材料投放错误则可能引起化学反应失控,导致二次污染。修复方案实施过程中的偏差,例如不当的土壤翻动,可能致使污染物深度或广度扩散。这些风险不仅需要识别,还需通过人员培训、操作流程标准化等措施进行有效管理,以保证修复工程的安全与有效性。

4 土壤修复工程的系统性风险评估方法

4.1 风险评估的基本原理与方法

风险评估是土壤修复工程中不可或缺的环节,其基本原理和方法对于有效识别和管理环境风险至关重要。风险评估的基本原理包括风险的识别、分析和评价三个阶段。在风险识别阶段,确定土壤修复过程中的潜在风险源,如污染物特性和修复技术的应用条件。风险分析涉及对识别出的风险的概率和可能影响进行定量或定性的评估,以确定其严重程度。风险评价则是综合考虑风险的可接受水平,权衡风险与收益,决定是否采取进一步的控制措施。

风险评估的方法多种多样,常用的方法有故障树分析法、事件树分析法和蒙特卡罗模拟等。这些方法能够系统地分析潜在风险,帮助决策者制定有效的风险管理计划,以最小化环境影响,确保土壤修复工程的安全实施。系统性的风险评估为土壤修复提供了科学指导,旨在保障修复工作的顺利进行并降低长期环境风险。

4.2 针对土壤修复工程的风险评估实施

在土壤修复工程中实施风险评估,需要系统地识别、量化和分析潜在的环境风险。识别阶段主要集中在找出修复过程中可能出现的风险源,如修复技术选择、执行操作、地质条件和气候变化的影响。量化阶段应用数值模型计算风险指标,评估污染物迁移、扩散和转化的概率与影响。分析阶段则结合地理信息系统和环境影响评价工具,对风险程度进行综合分析。通过细化各个风险因素,制定针对性的应对措施,确保风险评估的全面性和准确性,为修复工程的安全实施提供科学依据。

4.3 土壤修复工程风险的综合评估结果

土壤修复工程中风险的综合评估结果显示,系统性风险评估方法在识别和量化环境风险方面具有显著优势。评估结果表明,二次污染是主要的环境风险之一,其可能导致土壤中污染物迁移扩散^[4]。修复过程中生成的副产品可能对周围生态系统产生不利影响,而人为操作失误则增加了潜在风险。评估结果强调了实施严格工程操作规范及完善监测预警系统的重要性,以确保修复过程的安全性和有效性。

5 土壤修复工程中的环境风险管控策略

5.1 工程操作规范的制定与执行

在土壤修复工程中,制定和执行严格的操作规范是控制环境风险的关键环节之一。这些规范应涵盖施工过程的每

个阶段,从修复技术的准备、设备的选用到施工过程的监督和验收。对于设备和材料的选择,确保其符合环境友好标准,以减少对周围环境的二次污染风险。在操作过程中,需要对施工人员进行专业培训,使其充分理解和执行操作规范,降低因人为失误造成的风险。施工现场应设立明确的指挥系统和责任机制,以确保各环节操作的合规性和协调性。定期开展现场检查和评估,及时识别和整改潜在的风险点,确保修复工程的安全性和有效性。

5.2 监测预警系统的构建

构建土壤修复工程中的监测预警系统是有效管控环境风险的关键步骤。监测预警系统应以实时数据收集和分析为基础,对土壤修复过程中可能出现的环境风险进行及时预判和响应。系统需要集成先进的传感器技术,以高精度监测修复区域的土壤质量变化、二次污染物的产生以及环境参数的波动。数据处理和分析平台应采用大数据和人工智能技术,实现对风险因子的快速识别和趋势预测。在预警机制方面,系统需具备自动化报警功能,通过设定阈值,及时提示可能的环境风险。监测预警系统还应与其他管理策略无缝衔接,以增强整体风险管控的协同性和可操作性。通过科学的系统设计和高效的运行机制,监测预警系统将为土壤修复中的环境安全提供有效保障。

5.3 修复技术的优化选择

修复技术的优化选择是土壤修复工程环境风险管控的重要环节。选择适宜的修复技术需结合污染物特性、土壤性质和生态环境等因素。物理、化学及生物修复技术各具特色,选择需综合考虑修复效率、成本及环境友好性。先进技术如植物修复和纳米技术的应用,可有效降低次生污染风险并提升修复效果,适应现代生态保护需求。科学的技术优化可保障修复工程的可持续性,助力实现污染土壤的无害化治理目标。

6 环境风险管控策略应用效果与未来展望

6.1 环境风险管控策略的应用效果

环境风险管控策略在土壤修复工程中的应用效果显著,主要体现在多方面。严格的工程操作规范有效减少了人为操作失误导致的环境风险,提升了修复工程的安全性和可靠性。监测预警系统的建立增强了对二次污染的实时监控和快速响应能力,使潜在风险能够在早期阶段得到有效控制。修复技术的优化选择在提高修复效率的对副产品及其对周围环境的潜在影响进行了更好的管理。修复后土壤质量的长期

跟踪评估确保了土壤的持久健康,为生态系统的恢复提供了科学依据。应用结果显示,这些综合性策略能够有效降低施工过程中的风险,确保土壤修复活动的可持续性,提供了有力的实践支持,为未来类似环境问题的解决提供了可信的参考模式。

6.2 未来土壤修复工程中环境风险评估与管控策略的发展趋势

未来土壤修复工程中,环境风险评估与管控策略将呈现出集成化、智能化及可持续化的发展趋势。集成化方面,推进与环境科学、工程技术及信息技术的跨学科整合,以实现全方位、多层次的风险评估与管控。智能化趋势将通过人工智能和大数据分析的应用,提高风险识别和评估的精度与效率,增强实时动态监测和预警能力。可持续化发展体现在对绿色技术和材料的应用上,以减少修复过程中的环境负荷。提升社会公众参与意识,加强政策法规与技术标准的国际合作,亦是未来风险管控策略的重要方向。这些趋势将有效应对土壤治理中的复杂挑战,促进环境与社会的协调发展。

7 结语

本研究针对土壤修复工程中的环境风险评估与管控策略进行了深入研究。系统地识别和分析了土壤修复过程中的potential环境风险点,建立了一套综合性管理控制策略以最小化这些风险。实证研究结果表明,本研究提出的管控策略有效地降低了土壤修复过程中的环境风险,为其他污染土壤的修复工作提供了重要的参考。然而,本研究也存在一些局限性。首先,本研究主要是针对特定类型的土壤污染进行研究,针对不同类型的土壤污染,可能需要调整管控策略。其次,本研究对二次污染的潜在风险进行了讨论,但对于二次污染的具体程度和影响尚未明确。此外,本研究的管理控制策略采用了一种偏向保守的做法,可能在某些情况下过于保守,可能需要更灵活地调整策略。未来的研究方向可以包括对不同类型的土壤污染修复过程中的风险评估和管控策略进行比较研究。

参考文献

- [1] 张美灵,刘津玉.污染场地异位修复工程的二次污染防治[J].区域治理,2020,(27):0148-0148.
- [2] 刘海.江阴某场地土壤及地下水环境风险管控与修复项目工程案例[J].污染防治技术,2021,34(01):65-68.
- [3] 王翔,王治民,张景红.有机污染土壤原位修复的二次污染防治[J].资源节约与环保,2021,36(06):61-62.