

Research on the Application of Polluted Soil Remediation Methods in Ecological Environment Protection

Xiangyu Xiong¹ Yu Wu^{1*} Yanmei Wu¹ Hongkui Ma² Xuegang Deng¹

1.Nanjing Guohuan Science and Technology Co., Ltd. Xinjiang Branch, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

2.Xinjiang Tianlong Mining Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

With the rapid development of China's economy, the acceleration of industrialization and urbanization, the problem of soil pollution has become increasingly prominent, which has posed a serious threat to the ecological environment and public health. Contaminated soil not only directly affects the health and stability of the soil ecosystem, but also poses potential threats to groundwater, agricultural products quality and human health. Therefore, the research and application of effective contaminated soil remediation methods are of great significance to protect the ecological environment and promote the sustainable development. This paper analyzes the current types of soil pollution, and puts forward some effective methods of contaminated soil remediation, in order to provide useful reference for soil environmental protection and ecological restoration in China.

Keywords

soil pollution; remediation method; ecological environment protection; application

污染土壤修复方法在生态环境保护中的运用研究

熊香瑜¹ 吴玉^{1*} 伍艳梅¹ 马鸿奎² 邓雪刚¹

1. 南京国环科技股份有限公司新疆分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

2. 新疆天龙矿业股份有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要

随着中国经济的快速发展, 工业化与城市化进程不断加速, 土壤污染问题日益凸显, 已对生态环境和公众健康构成了严重威胁。污染土壤不仅直接影响土壤生态系统的健康和稳定, 还对地下水、农产品质量和人类健康造成潜在威胁。因此, 研究和应用有效的污染土壤修复方法, 对于保护生态环境、促进可持续发展具有重要意义。论文通过深入研究分析了当前土壤污染的类型, 提出了几种有效的污染土壤修复方法, 以期为中国土壤环境保护和生态修复提供有益的参考和借鉴。

关键词

污染土壤; 修复方法; 生态环境保护; 运用

1 引言

生态环境保护是当前社会发展的重要需求, 也是国家生态文明建设的核心任务。污染土壤修复作为生态环境保护的重要组成部分, 其实施效果直接关系到生态环境的改善和人民福祉的提升。然而, 当前中国污染土壤现状十分严峻。工业废弃物、农业化肥和农药残留、城市生活垃圾等多种污染源的累积和扩散, 使得土壤污染呈现出复合性、多样性和隐蔽性等特点。这些污染物在土壤中迁移转化, 对土壤生态造成长期而复杂的影响。

【作者简介】熊香瑜 (1988-), 女, 中国湖北蕲春人, 本科, 工程师, 从事生态环境保护咨询研究。

【通讯作者】吴玉 (1987-), 女, 满族, 中国新疆昌吉人, 本科, 工程师, 从事生态环境保护咨询研究。

2 土壤污染分类

2.1 重金属污染

重金属元素具有持久性、难降解、生物富集性等特点, 一旦进入土壤环境, 很难通过自然过程得到有效消减, 极易在食物链中转移、富集, 对人体健康和生态系统构成严重威胁^[1]。重金属元素主要来源于工业活动、农业生产和生活垃圾等。在工业活动中, 重金属元素广泛存在于矿石开采、冶炼、电镀、化工等行业的废水、废渣和废气排放物中。例如, 铅锌冶炼厂排放的烟尘和渣滓中含有大量铅、镉、砷等重金属; 电镀行业的废水中富集有铜、铬、镍等重金属离子。农业生产中, 过度施用含有重金属的化肥、农药、污泥也是重要的污染源。此外, 生活垃圾渗滤液和城市道路扬尘中也含有一定量的重金属。不同重金属元素的毒性和危害程度有所差异。根据其在生物体内的富集能力和毒性作用, 重金属污染物可分为三类: 一是富集性和毒性较强的重金属, 如汞、

铅、镉、铬等；二是中等毒性的重金属，如铜、锌、镍等；三是相对低毒性的重金属，如铁、锰等。

2.2 有机物污染

有机物污染是指各类有机污染物进入土壤环境，并在土壤中积累和迁移转化，最终导致土壤理化性质和生态功能退化的过程，具有隐蔽性强、难降解、生物富集等特点土壤中的有机污染物主要来源于农业生产、工业活动和生活污染等，种类繁多，毒性各异，主要包括农药、石油烃类、多环芳烃、有机氯污染物等。

有机污染物进入土壤后，会通过吸附、降解、迁移等一系列物理、化学和生物过程，在土壤中积累富集或转化为其他污染物，并通过食物链在生态系统中传递放大，最终危害动植物乃至人体健康^[2]。一方面，有机污染物会直接破坏土壤团聚体结构，改变土壤的物理性质，导致土壤板结、透水透气性下降等。另一方面，有机污染物还会与土壤胶体发生相互作用，影响土壤养分的吸附和释放，抑制土壤酶活性，破坏土壤微生物区系，导致土壤肥力下降和生态功能退化。此外，有机污染物还可通过作物吸收和富集，进入农产品和食物链，危害动物和人体健康。

2.3 复合污染

复合污染是指同一土壤体系中同时存在两种或两种以上污染物的情况，具有更高的复杂性和危害性，因此需要给予足够重视。与单一污染相比，复合污染对土壤环境的危害更为严重，不同污染物之间可能会发生复杂的化学反应和相互作用，产生新的有害物质，加剧对生物体的毒性影响。同时，复合污染也增加了土壤修复的难度，需要针对不同污染物采取相应的处理方法，成本和工作量都将大幅增加。此外，复合污染对人体健康和生态环境的威胁也更为显著。污染物可通过食物链的传递而进入人体，长期积累将导致各种疾病的发生，如癌症、中毒等。同时，复合污染也会破坏土壤的理化性质，影响农作物的生长，进而危及粮食安全。

3 污染土壤的修复原则

3.1 生态性原则

生态性原则的核心是保护和修复受损生态系统，维持生态系统的整体性、多样性和持续性。一方面，修复方案的选择应该遵循对生态环境影响最小原则。另一方面，修复过程中应尽量保留和利用原有的土壤生物群落。土壤中存在种类繁多的微生物、动物和植物，共同构成了错综复杂的食物网，维系着土壤生态系统的运行。污染物的存在会破坏这一生态平衡。因此，在修复过程中，应最大程度地保护和利用原有的生物群落，特别是那些具有降解污染物能力的功能菌群，以期在修复后恢复土壤的生物多样性。

此外，修复后的土壤应具备再生和可持续利用的能力。土壤不仅是农业生产的载体，更是生态系统的基础。修复后的土壤必须保持足够的肥力和生物活性，以支撑未来的农业

生产和植被恢复，实现土地资源的可持续利用。这就要求修复技术在去除污染物的同时，尽可能保护和恢复土壤的理化性质和生物特性。生态性原则应贯穿于污染土壤修复的方方面面。只有充分尊重生态规律，最大限度地保护和修复受损生态系统，才能真正实现土壤的可持续利用和生态环境的良性循环。

3.2 可行性原则

所谓可行性原则，就是要综合考虑各种影响因素，因地制宜地选择切实可行的修复模式和技术路线，确保修复方案能够付诸实施并取得预期效果。

首先，污染土壤修复必须符合经济可行性原则。土壤修复是一项投入大、周期长的工程，动辄需要数年甚至数十年的时间，投入动辄上亿元，这对企业和地方政府都是巨大的经济负担。因此，在制定修复方案时，必须充分考虑成本效益，权衡修复投入与环境效益、社会效益的平衡，选择经济上可行的修复模式和技术路线。

其次，污染土壤修复还必须符合技术可行性原则。不同污染场地的环境条件和污染特征差异很大，这就需要因地制宜地筛选和优化适用的修复技术。一方面，要全面评估场地的污染状况和环境特征，包括污染物种类、浓度、分布以及土壤类型、地下水位、气候条件等，在此基础上筛选适用的修复技术备选方案。另一方面，还要充分论证各备选技术方案的可行性，从技术原理、工程设计、设备工艺、运行管理、二次污染等方面进行可行性分析和评估，优选出技术可行、安全高效的最佳方案。

最后，污染土壤修复还必须符合社会可行性原则。土壤修复不仅仅是一项环境工程，更是一项民生工程、发展工程，必须充分考虑社会各界的利益诉求，尊重公众的知情权、参与权和监督权，实现政府、企业、公众等各方利益的协调和平衡。

3.3 安全性原则

在污染土壤修复过程中，安全性原则是确保修复活动不会对人类健康和环境造成进一步危害的关键因素，安全性原则贯穿于整个修复过程，从初步评估到实施和监测，都需要采取必要的预防措施^[3]。在修复活动开始之前，需要对场地进行全面的风险评估，识别所有潜在的危险源，包括化学品、生物污染物和物理危害。根据评估结果，制定切实可行的安全管理计划，明确风险控制措施和应急响应程序。在实际操作过程中，必须严格执行安全管理计划，为作业人员配备适当的个人防护装备，如防护服、呼吸器等。同时，采取工程控制措施，如建立隔离区域、安装通风系统等，以减少作业人员的暴露风险，对于一些高风险作业，还需要实施特殊的安全预防措施，如远程操作或自动化系统。除了保护作业人员的安全，还应妥善处理产生的废弃物和排放物，防止二次污染。根据污染物的性质，选择合适的收集、储存和处置方式，确保在运输和处理过程中不会发生泄漏或扩散。对

于一些难以处理的污染物,可考虑就地固化或封闭隔离等方法,将其与环境隔离。

4 污染土壤生态修复方法研究

4.1 生物修复技术

生物修复技术是指利用生物体如植物、微生物等的代谢活动去降解、转化或固定土壤中的污染物,是一种具有环保、经济、高效等优势污染土壤修复方法^[4]。主要包括生物清洁、微生物修复和生物通风等技术。

生物清洁技术是利用植物的根系和根际微生物群落的协同作用去吸收、富集或降解土壤中的有机污染物和部分重金属。该技术具有成本低、无二次污染等优点,尤其适用于修复轻度污染土壤。

微生物修复技术则是利用土壤中天然存在或外加的微生物,通过其新陈代谢活动去降解或转化有机污染物。微生物种类繁多,代谢能力强,可降解多种复杂有机污染物。该技术操作简单、成本低廉,但效率较低,对环境条件要求较高。

生物通风技术是在土壤中通入空气,促进好气微生物的生长,加速有机污染物的降解。与常规的物理通风相比,生物通风过程中微生物的代谢活动可产生二氧化碳、水等无害产物。生物通风适用于修复含有挥发性和半挥发性有机污染物的土壤,但对无机污染物无明显作用。该技术常与其他生物修复技术相结合,以提高整体修复效率。

4.2 物理修复技术

物理修复技术是通过物理方法将污染物从土壤中分离出来,或者改变污染物的物理形态,从而达到去除或稳定污染物的目的。目前,常用的物理修复技术主要包括土壤置换法、土壤热脱附法、电动修复法等。土壤置换法是指将污染土壤挖掘出来,用未污染的土壤或者经过处理的土壤替换,从而达到去除污染的目的,这种方法操作简单,适用于污染范围较小、污染程度较重的场地,但是需要考虑替换土壤的来源和去向,避免二次污染。

土壤热脱附法是利用高温将污染物从土壤中挥发出来,再通过冷凝或者吸附的方式收集污染物,这种方法对于挥发性有机物和半挥发性有机物的去除效果较好,但是对于重金属污染物的去除效果有限。同时,由于需要加热土壤,能耗较高,成本较高。

电动修复法是在污染土壤中插入电极,通过电场的作用,使得污染物离子迁移到电极上,从而达到去除污染物的目的。这种方法对于重金属污染物和有机污染物都有一定的去除效果,但是受到土壤类型、含水率等因素的影响较大,

适用范围有限。

4.3 化学修复技术

化学修复技术是通过化学反应将土壤中的污染物转化为无毒或低毒物质,或者使污染物的迁移性和生物有效性降低,从而达到去除或稳定污染物的目的,主要包括化学淋洗、氧化还原、光催化等方法^[5]。

化学淋洗是指向污染土壤中注入淋洗液,利用淋洗液与污染物之间的化学反应,将污染物从土壤中分离出来,再将含有污染物的淋洗液收集处理。常用的淋洗液包括酸、碱、螯合剂、表面活性剂等,对于重金属污染物和部分有机污染物的去除效果较好,但是对于不溶性污染物的去除效果有限。

氧化还原法是利用化学氧化剂或还原剂与污染物发生氧化还原反应,将污染物转化为无毒或低毒物质,对于有机污染物和重金属污染物都有一定的去除效果,但是反应过程中可能会产生有毒中间产物,需要进行严格的控制和监测。此外,氧化还原法的效果受到土壤pH值、氧化还原电位等因素的影响较大,适用条件有一定局限性。

光催化法是利用光催化剂在光照条件下产生活性自由基,通过氧化还原反应将污染物分解为无毒物质。常用的光催化剂包括二氧化钛、氧化锌等。光催化法对于有机污染物的去除效果较好,特别是对于难降解的有机污染物,如多氯联苯、二噁英等。但是,光催化法受到光照强度和时间的限制,反应速率较慢,处理周期较长。

5 结语

综上所述,污染土壤修复方法在生态环境保护中的运用研究,应关注技术整合、生态平衡、土壤质量与功能恢复等方面。通过深入探讨与实践,为中国土壤修复事业提供有力支持,助力生态文明建设。让我们共同努力,守护好这片孕育生命的土地。

参考文献

- [1] 沈云.土壤污染与生态环境保护现状及防治策略[J].资源节约与环保,2021(11):28-30+43.
- [2] 秦海芝,童彩环.土壤污染与土壤修复分析[J].中国资源综合利用,2021,39(11):155-157.
- [3] 赵慈,宋晓聪,沈鹏,等.我国土壤污染防治现状分析及未来路径研究[J].环境保护,2021,49(20):42-45.
- [4] 江炬,刘石平.污染土壤修复技术及发展趋势探索[J].环境与发展,2020,32(9):51-52.
- [5] 陶玲.污染土壤修复技术研究现状与趋势探索[J].农家参谋,2019(20):168.