

# 土壤重金属污染修复技术的分析与应用

李 乐

煜环环境科技有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 土壤重金属污染是当今环境问题面临的严峻挑战之一。重金属的积累会对土壤质量和生态系统健康造成严重影响。因此,寻找有效的修复技术是解决土壤重金属污染的关键。因此本文将分析土壤重金属污染修复技术应用要点, 希望提高土壤重金属污染修复效果, 促进我国土壤资源得到持续、稳定发展。

**关键词:** 土壤; 重金属污染; 修复技术; 应用要点

前言: 土壤重金属污染修复技术的应用具有重要的价值。通过修复技术, 可以恢复和保护土壤生态系统, 提高建筑工程建设质量与安全性, 促进可持续发展。因此, 应加大对土壤重金属污染修复技术的研发和应用, 为环境保护和可持续发展做出积极贡献。

## 1 土壤重金属污染危害

土壤重金属污染对人类健康造成了极大的威胁。当重金属进入人体, 会对各个器官和系统产生严重的损害。例如, 铅会对中枢神经系统造成损害, 导致智力发育受限; 镉会累积在肝脏和肾脏中, 引发肾脏疾病; 汞可危害人体的神经和免疫系统。此外, 重金属还可能引发癌症等严重疾病, 对人类健康产生长期的潜在危害。土壤重金属污染也对生态系统稳定性造成了严重破坏。因为重金属具有蓄积性, 它们会在土壤中逐渐积累。高浓度的重金属会抑制土壤微生物的生长和活性, 导致土壤的生物多样性降低。一旦土壤受到重金属污染, 恢复和修复的过程非常缓慢和困难, 对于生态系统的恢复和维护造成了巨大影响。为了解决土壤重金属污染问题, 采取有效的措施非常必要。首先, 应加强对工业废物和农业化肥等来源的监管和管理, 严格限制重金属的排放和使用。其次, 要加强土壤监测和评估工作, 及时发现和控制土壤重金属污染的程度和范围。另外, 对于已经受到污染的土壤, 应该采取适当的修复和治理措施, 如物理、化学和生物修复等方法。

## 2 土壤重金属污染修复技术应用价值

土壤重金属污染修复技术可以恢复土壤的生态功

**通讯作者:** 李乐, 出生年月: 1990年5月16日, 民族: 汉、性别: 男, 籍贯: 河北省石家庄市鹿泉区石家庄镇南龙贵村, 单位: 煜环环境科技有限公司, 职位: 项目经理, 职称: 工程师, 学历: 大学本科邮编: 050000, 邮箱: 245195974@qq.com和研究方向: 环境工程, 土壤修复方向。

能。建筑工程中的土壤重金属污染往往与施工活动和废弃物排放有关。这些污染物会破坏土壤的物理结构和化学性质, 导致土壤无法正常供养植物和微生物。通过应用土壤重金属污染修复技术, 可以清除土壤中的重金属污染物, 恢复土壤的肥力和水分保持能力, 提高土壤的生态功能。土壤重金属污染修复技术在建筑工程中有助于减少环境污染。建筑工程中的土壤重金属污染不仅对土壤质量和生态系统造成影响, 还可能通过地下水 and 大气等途径进一步扩散和污染周围环境。采用修复技术可以有效地去除土壤中的重金属污染物, 防止其进一步扩散, 减少环境污染的风险。土壤重金属污染修复技术在建筑工程中还可以提高土壤的可持续利用率。土壤是建筑工程中重要的资源, 它不仅用于支撑建筑物的基础, 还通过种植植物提供食物和环境服务。然而, 受到重金属污染的土壤在很大程度上丧失了其可持续利用的能力。通过修复技术的应用, 可以将受污染的土壤转化为可持续利用的土壤, 实现土壤资源的再生利用, 提高土地的可持续发展能力。

## 3 土壤重金属污染修复技术应用要点

### 3.1 修复策略

土壤重金属污染修复技术的选择要根据重金属的种类、污染程度和土壤特点来确定。常见的修复策略包括土壤改良、磷酸盐沉淀、化学稳定化、生物修复、植物措施和热解等。通过合理选择修复策略, 可以有效地修复土壤重金属污染, 保护环境和人类健康。在应用土壤重金属污染修复技术时, 我们首先需要根据重金属的种类、污染程度和土壤特点选择适合的修复策略。不同的重金属具有不同的毒性和迁移能力, 因此需要针对不同的重金属有针对性选择修复策略。

### 3.2 土壤改良剂应用

土壤重金属污染修复技术的应用要点是使用土壤改良剂来改善土壤的物理、化学和生物性质, 从而降低重

金属的有效性。土壤改良剂是一种能够改善土壤质量的物质,常见的包括有机物质(如堆肥、生物炭)和石灰等。有机物质的应用可以促进土壤的结构改善和保持水分,并提供丰富的营养元素,有助于激活土壤中的微生物群落,并促进植物生长。同时,有机物质还可以与重金属形成络合物,减少重金属的有效性和生物毒性。石灰是一种常用的土壤改良剂,可以调节土壤的pH值,将酸性土壤转化为中性或碱性土壤。这有助于降低重金属的活性和可溶性,减少重金属的迁移和吸收。此外,石灰还可以改善土壤的结构,增加土壤的通透性和保水能力,提高土壤中的有机质含量以及微生物的活性。

### 3.3 磷酸盐沉淀

磷酸盐沉淀技术是一种常用的土壤重金属污染修复技术,它主要通过添加磷酸盐补充剂,将土壤中的重金属与磷酸盐结合形成难溶的重金属磷酸盐沉淀物,从而降低重金属在土壤中的可溶性和生物有效性。磷酸盐修复技术适用于重金属浓度较低的土壤<sup>[2]</sup>。当土壤中重金属的含量较低时,磷酸盐补充剂可以充分与土壤中的重金属结合,形成稳定的沉淀物,从而有效降低重金属的毒性。要实施磷酸盐沉淀修复技术,首先需要进行土壤采样和分析,确定土壤中重金属的种类和含量,以及土壤的pH值、有机质含量等。根据土壤分析结果,选择适当的磷酸盐补充剂,并确保正确的投入量和混合均匀。在实施磷酸盐修复技术时,需要注意以下几点:第一,选择适当的磷酸盐补充剂。不同的重金属对不同的磷酸盐补充剂有不同的选择性,因此在选择磷酸盐补充剂时需要考虑土壤中的重金属种类和含量。第二,控制投入量。磷酸盐补充剂的投入量应根据土壤分析结果和修复目标来确定。投入量过多会导致磷酸盐过剩,从而产生浪费和环境污染。第三,混合均匀。在投入磷酸盐补充剂后,需要进行充分的混合均匀,以确保磷酸盐与重金属充分接触,提高沉淀效率。此外,磷酸盐修复技术还需要考虑土壤pH值的调控。一般来说,土壤pH值偏酸性时,重金属的可溶性较高,容易被冲洗到地下水中,因此需要通过添加碱性物质来调整土壤pH值,降低重金属的可溶性。

### 3.4 化学稳定化

化学稳定化技术主要通过向土壤中添加化学物质,形成稳定的复合物或结合物,从而将重金属离子固定在土壤中,减少其在土壤中的迁移和生物可利用性。这种技术能够改变重金属的物化性质,降低其毒性,从而实现土壤的修复。常用的化学稳定化剂包括硫化物<sup>[3]</sup>、氢氧化物、磷酸盐等。它们具有与重金属形成稳定络合物的

能力,通过与重金属离子结合,有效地降低了其毒性和迁移性。其中,硫化物是一种常用的化学稳定化剂。硫化物能够与重金属形成相对稳定的硫化物络合物,从而减少重金属的溶解度和活性。另外,氢氧化物和磷酸盐等化学稳定化剂也有类似的作用,能够有效地固定重金属。在应用化学稳定化技术修复土壤重金属污染时,需要注意以下要点:选用合适的化学稳定化剂。不同的重金属具有不同的形态和性质,因此在选择化学稳定化剂时,需要考虑其适用范围和效果,并确定最佳的配比。合理控制添加剂的用量。添加剂的过量使用可能导致副作用,甚至产生新的环境问题。因此,在应用化学稳定化技术时,需要根据实际情况和修复目标,合理控制添加剂的用量,确保修复效果和环境安全。修复过程中的监测和评估是十分重要的。通过定期监测土壤重金属含量和修复效果,可以及时调整修复措施,有效评估修复效果,确保修复工作的顺利进行。

### 3.5 生物修复

生物修复技术是一种通过利用植物和微生物来降解、吸收或固定土壤重金属污染物的方法。其中,植物修复是通过植物对重金属的吸收和积累来减少土壤中的重金属浓度<sup>[4]</sup>。植物具有良好的吸收能力,可以通过根系吸收土壤中的重金属离子,并将其转运到地上部分。部分植物还可以通过离子还原、碳酸化等机制将重金属转化为难溶于土壤水分的无害物质,从而达到修复土壤的目的。微生物修复是通过微生物的代谢和作用来减少土壤中的重金属浓度。微生物具有多样的降解和转化能力,可以将重金属离子还原为无毒或难溶于水的形式。例如,一些微生物可以利用硫酸盐还原酶将重金属离子还原为难溶于水的金属硫化物。此外,一些微生物也可以通过吸附、螯合等机制将重金属离子捕获并固定在其细胞表面或胞内,从而达到修复土壤的效果。在实际应用中,生物修复技术需要考虑多个要点。首先,选择合适的植物和微生物是关键。不同的植物和微生物对不同的重金属具有不同的吸收和转化能力,因此需要根据土壤中的重金属类型和浓度来选择合适的修复植物和微生物。其次,合理设计修复方案是必要的。修复方案需要考虑植物和微生物的生长条件、修复期间的管理以及修复后的监测等因素。最后,修复效果的评估和监测也是必不可少的。通过对修复前后土壤中重金属含量的监测,可以评估修复效果并进行必要的调整。

### 3.6 植物措施

选择适应重金属污染的耐积累植物是关键。耐积累植物具有较强的重金属吸收和积累能力,能在高污染环

境下生长繁衍。这些植物通常被称为超富集植物或草本植物,比如铜蓼、大豆、柳树等。通过大量种植这些耐积累植物,可以有效地吸收土壤中的重金属元素。将这些耐积累植物种植在重金属污染土壤上是重金属污染修复的关键步骤。这些植物通过根系吸收土壤中的重金属元素,将其转运到地上部分,进而积累在植物体内。研究表明,植物的根系对地下水中的重金属具有很强的吸附和稳定作用,能有效减少重金属的迁移和扩散。通过植物的吸收和积累来修复重金属污染是一个渐进的过程。在一定的时间内,植物会逐渐吸收土壤中的重金属元素,并将其积累在植物体内。随着重金属元素的积累,植物会出现一些明显的症状,比如黄化、叶片卷曲等。这表明植物已经吸收了大量的重金属元素,并将其限制在植物体内,减少了对土壤和环境的进一步危害。

### 3.7 热解技术

热解技术是一种通过高温处理土壤,将重金属转化成无机相或稳定化合物的方法。热解技术的修复原理是利用高温将重金属从土壤中蒸发或转化,减少重金属的生物可利用性。通过这种方法,可以降低土壤中重金属的含量,减轻土壤的污染程度。热解技术在土壤重金属污染修复中有着广泛的应用<sup>[5]</sup>。热解技术适用于有机质含量较高的土壤,这是因为有机质可以作为热解反应的原料提供碳源,有助于热解反应的进行。同时,热解技术对于重金属污染比较严重的土壤也具有较好的修复效果。通过高温处理,重金属可以被转化成无机相或稳定化合物,从而减少其对土壤和生态系统的毒害作用。在利用热解技术修复土壤重金属污染时,需注意以下几点。首先,选择合适的热解温度和时间是非常关键的。过高的温度和过长的时间可能会破坏土壤的结构和性质,导致土壤的质量下降。其次,对于有机质含量较低的土壤,可能需要添加外源有机质来提供碳源,以促进热解反应的进行。此外,热解技术修复土壤重金属污染还需要考虑对环境的影响,以及修复后土壤的稳定性和持久性。

### 3.8 修复效果持续监测

选择合适的修复技术。目前,常用的修复技术包括土壤固化、土壤洗涤和植物修复等。在选择修复技术时,应综合考虑土壤类型、重金属类型和浓度、地下水位及周边环境等因素,选择能够高效去除或稳定重金属的技术。修复工程应严格按照设计方案进行实施。修复过程中需要注意避免进一步扩散和迁移重金属的风险。对于涉及大面积修复的项目,应建立科学的工程管理和监控机制,确保施工过程中不会对环境造成二次污染。修复后的土壤应进行定期监测。监测指标包括重金属浓度、土壤pH值、有机质含量等。通过对修复后土壤的持续监测,可以评估修复效果的持久性和可持续性。如果发现修复效果不理想,可以及时调整修复策略并采取进一步的修复措施,以达到预期的修复效果。修复过程中要加强科学研究与示范推广。通过开展科技攻关,提高修复技术的效果和可行性。同时,建立修复案例库,推广成功的修复案例,为其他地区的修复工作提供参考和借鉴。

结语:在实施土壤重金属污染修复技术时,应综合考虑土壤特性、重金属种类和浓度、修复成本和环境因素。选择适合的修复技术和合理施工控制是确保修复效果的关键。同时还需充分意识到土壤重金属污染修复技术的分析与应用价值,才可加强修复效果,促进我国土地资源得到持续、健康发展。

### 参考文献

- [1]李明圆,吕艳琼.土壤重金属污染修复技术的分析与应用[J].当代化工研究,2023(09):79-81.
- [2]李雄飞.重金属污染农田土壤修复技术的工程应用分析[J].皮革制作与环保科技,2023,4(08):138-140+146.
- [3]刘富平.土壤重金属污染修复技术及应用分析[J].山西化工,2023,43(03):221-222+225.
- [4]赵有政,王鸿.土壤重金属污染现状及其修复技术分析与应用[J].山东化工,2023,52(06):243-246.
- [5]李亮,张建宾.重金属污染土壤修复中植物修复技术的应用[J].皮革制作与环保科技,2022,3(14):115-117.