

重金属污染土壤修复技术及其修复实践

李建芳

浙江泓一环保科技有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

摘要: 论文综述了几种常见的重金属污染土壤修复技术, 包括物理方法、化学方法和生物方法。首先, 物理方法主要包括土壤剥离、土壤覆盖和土壤稳定化等; 化学方法包括化学浸出、化学固化和添加剂调整等; 生物方法则是利用植物、微生物等生物体修复土壤污染。其次, 介绍了这些修复技术在实践中的应用情况。最后, 期望论文研究能为相关从业者提供参考价值。

关键词: 重金属污染; 土壤修复技术; 修复实践

Technology and Practice of Soil Remediation for Heavy Metal Pollution

Jianfang Li

Zhejiang Hongyi Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: This paper reviews several common techniques for remediation of heavy metal contaminated soil, including physical, chemical, and biological methods. Firstly, physical methods mainly include soil stripping, soil covering, and soil stabilization; chemical methods include chemical leaching, chemical solidification, and additive adjustment; the biological method is to use organisms such as plants and microorganisms to remediate soil pollution. Secondly, the application of these repair techniques in practice was introduced. Finally, it is expected that the research paper can provide reference value for relevant practitioners.

Keywords: heavy metal pollution; soil remediation technology; repair practice

1 引言

在联合国可持续发展目标中, 强调环保、绿色发展, 想要实现这个目标, 重金属污染土壤的治理就是其中的一个关键点。土壤重金属污染会对人体健康及生态环境产生重大影响。随着中国经济的快速发展, 科学技术的不断进步和创新, 出现了许多新型的重金属污染土壤修复技术, 如生物修复、化学修复、物理修复等。这些新技术为解决重金属污染土壤问题提供了新的思路和方法, 有效改善了土壤的质量和结构, 使其重新具备农业生产能力, 提高土壤的利用价值, 促进技术创新和产业发展, 为当地经济带来新的增长点, 提升社会经济效益。

2 重金属污染土壤修复技术

2.1 物理方法

物理法通过对土壤进行合理的治理, 可以达到降低或去除重金属污染的目的。其中, 物理法有剥离、覆土和稳定土三大类。首先, 土体剥离是一种常用的物理手段, 就是将污染土层从地表上剥离, 并将其替换或处理后, 再进行充填, 从而降低土壤中的重金属含量。该技术具有高效、快捷、成本低的特点, 但也有可能引起土体结构损伤、水土流失等问题, 需科学合理的操作与管理。其次, 在被污染土体上覆盖一层洁净土或其他覆盖物, 可以有效地阻断重金属在土体中的运移与传播。该技术既能有效地降低重金属在土壤中的

暴露风险, 又能起到保护地表、减轻水土流失和风化作用的作用。但是, 在选用和经营过程中, 应充分考虑其对土壤生态环境的影响, 避免二次污染。最后, 土壤稳定技术是指通过向土壤中加入某种物质或对其进行改良, 以降低其在土壤中的迁移与转化。该技术通常采用石灰、磷酸盐、有机质等固化剂, 这些固化剂能与土壤中的重金属形成稳定的络合物, 降低其毒性和迁移能力。土壤稳定化技术是一种适用范围广、可控的治理方法, 但仍需考虑外加剂对土壤生态环境的影响及长效稳定性等方面的问题。

2.2 化学方法

化学手段是指在土壤中投加化学物质或对其进行化学改性, 使其在土壤中的赋存状态及迁移特性发生变化, 达到降低其生物毒性及迁移能力的目的。化学法有化学浸出法、化学固化法和调剂法。首先, 采用化学浸出技术, 在土壤中加入酸、络合剂等化学浸取剂, 诱导重金属进入土壤, 再经土壤排出或吸附去除。该技术具有操作简单、快速等特点, 但易造成土壤酸化及二次污染等问题, 需慎重选用浸出药剂及工艺条件。其次, 采用化学固化技术, 通过加入固化剂、调节 pH 等手段, 使重金属在土壤中形成稳定化或固态析出, 从而实现对重金属污染的有效治理。在土壤中加入磷酸盐、氧化铁等固化剂, 可在土壤中生成稳定的沉淀或配合物, 降低其溶解性和流动性。通过改变土壤 pH, 改变土壤中重金属的赋存状态及活性, 降低其生物毒性。这是一种新的高效、

稳定的修复技术,本研究已经通过试验验证了该技术的可行性^[1]。最后,通过添加吸附剂或钝化剂,调控重金属在土壤中的运移与有效性。最后,利用活性炭和粘土矿物等吸附剂对土壤中的重金属进行吸附,使其在土壤中的有效含量下降;磷、有机酸等钝化剂能与土壤中的重金属生成难溶性物质,降低其毒性及迁移性。该法操作简单,效果稳定,但在实际应用中仍需注意添加物对土壤生态环境的影响及长期稳定性。

2.3 生物方法

生物方法通过利用植物、微生物等生物体对土壤中的重金属进行吸收、转化或降解,从而减少其在土壤中的含量和毒性。生物方法主要包括植物修复、微生物修复和生物地调节等几种主要技术。第一,植物修复。部分植物具有对重金属的高吸收能力和耐受性,它们通过根系吸收土壤中的重金属,并将其富集在植物体内,从而减少土壤中的重金属含量。常用的修复植物包括金合欢、柳树、拟南芥等,它们具有较强的生长能力和适应性,能够在重金属污染土壤中生长并发挥修复作用。植物修复方法在修复过程中具有较好的可持续性和环境友好性,但也需要考虑到植物种类的选择和土壤环境对其生长的影响。第二,微生物修复。一些特定的微生物具有对重金属的耐受性和代谢能力,它们能够将土壤中的重金属形成不活性化合物或转化为无害物质,从而减少其毒性和迁移性。常用的修复微生物包括金属还原菌、硫酸盐还原菌等,它们能够在重金属污染土壤中生长并发挥修复作用。微生物修复方法具有操作简便、修复效果明显等优点,但也需要考虑到微生物的生长环境和生物量的维持问题。第三,生物地调节。利用土壤中的生物活性物质对重金属进行转化或固定的修复方法。土壤中的微生物、有机质和土壤生物活性物质等能够与重金属发生化学反应,从而降低其毒性和迁移性。这种方法具有操作简便、环境友好等优点,但需要考虑到土壤中生物活性物质的稳定性和修复效果的持久性问题^[2]。

3 重金属污染修复实践探析

3.1 修复方案

前提是对污染场地的综合调查与评价,掌握污染程度、类型、土壤性质等重要信息,进而提出相应的治理措施。现场调查可以获得精确的资料,以便于对污染情况进行分析,并决定最优的处理方法。首先,必须对受污染场地进行详细调查,包括土壤类型、地下水流动状况等。通过现场观测与分析,可以明确污染物质在地表的传播途径与范围,为污染控制措施的制订提供依据。其次,在实地调查中,要对污染源做细致的调查,了解污染源的种类、来源和排放情况。只有掌握了污染的本质与特征,才能有针对性地采取相应的治理措施。另外,在调查中,也要采集土壤、地下水样品,测定其含量及分布。通过室内试验,掌握土壤中重金属的水平

及分布规律,为下一步的治理工作奠定基础。最后,根据现场调查结果,从技术、经济和社会影响等方面,选取最佳的整治方案。在此基础上,综合运用物理、化学和生物等多种技术手段,实现对土壤中重金属污染的有效控制,实现对土壤中重金属污染的有效控制^[3]。

3.2 土壤预处理

土壤预处理的有效性和效率直接影响着修复工作的成功与否。数据分析在评估土壤预处理效果时发挥着关键作用,通过对不同预处理方法的数据比例进行探析,可以更好地了解其在重金属污染修复中的应用情况。我们可以将注意力集中在各种预处理方法的应用上。资料表明,在土壤预处理过程中,物理法占有相当的比重,而深翻、覆盖、固化等方法被广泛应用。很多物理法一般情况下都能快速降低土壤中重金属的含量,特别是对浅层污染有一定的适用性。可以采用酸碱、还原/氧化、复合等多种处理方式对土壤进行预处理。该技术可通过改变重金属在土壤中的赋存状态及溶解度,达到降低其生物毒性及移动性的目的。此外,生物技术也得到了广泛的应用,尤其是在植物、微生物等方面。植物修复是指利用植物对重金属的吸附、累积作用,并通过根系等器官对重金属进行固定与转化,以及微生物对重金属的代谢活性,实现对重金属的高效净化。对资料配比的探讨,也可着重于各种预处理方式对复原结果的影响。量化评价各种修复技术的有效性,有助于认识其在工程实践中的优势和不足。例如,通过对比各种措施对土壤中重金属含量的削减、土壤环境质量的改善和植物生长的影响,并将其与成本一效益相结合。通过这些数据的分析,可以帮助我们更好地进行修复工作,从而更好地选择最佳的预处理方式,从而提高修复的效率和成功率^[4]。

3.3 修复技术

选择适当的处理方式是一项十分重要的工作,应从污染的严重程度、各种处理方式的特性、应用范围等方面进行综合考虑。对轻微到中等程度的重金属污染,一般采用物理手段。通过深翻、覆盖、固化等措施,改善土壤结构,抑制污染物在地表的迁移,降低其对周边环境的危害。在轻微污染问题上,采用物理法可以比较迅速和高效地进行,可以很好的控制污染物的扩散。对中等到严重的重金属污染,采用化学法处理是可行的。本项目拟采用酸碱处理、还原/氧化、复合等技术,通过调控重金属在土壤中的赋存状态及赋存状态,减少其生物毒性及迁移能力。对中等到严重污染条件,采用化学法对其进行处理,可达到较好的净化效果,针对不同的污染物,选用适当的药剂,可提高其修复效率。在中等到重度重金属污染的条件下,一般采用生物法。其中,以植物对重金属有较强的吸附、累积作用,或通过微生物自身的新陈代谢作用,达到减少污染土壤的目的。尽管生物法修复效果缓慢,但其可持续、稳定地降低土壤中重金属浓度,特别适合于重度污染地区。因此,选择哪一种污染程度适宜的

方法,应充分考虑土壤污染程度、修复方法的特征与适用条件、修复费用和修复结果等多方面因素。在对各种影响因子进行综合评价的基础上,采用物理、化学、生物等多种技术手段,才能达到理想的治理效果。

3.4 社会参与

通过有效的公众参与交流,能够增进各方的协作与配合,提高民众对生态恢复项目的理解与支持,减少可能出现的纠纷与阻力。在重金属污染治理中,公众参与性沟通是指政府部门、社区居民、企业、环保组织等主体之间的主动、高效的信息交换与交互。首先,维修小组必须将维修项目的目标,范围,方法,时间表和可能产生的效果,公开的告知大众。为此,应采取公开听证、组织专家讲座、发放宣传资料等多种形式,使广大市民对整治计划的内容及意义有较全面的认识。其次,在社区传播过程中,应充分考虑到大众的观点与反馈。重建小组可建立特别的咨询通道,或组织市民参与,鼓励居民及环境保护团体对重建方案提供意见及建议,积极提出利于社会公共利益的城市更新方案,以提高城市更新项目的可接受性与可持续性。最后,在社会交流中,还应将修缮工作的进展情况及结果,适时地予以公布。维修小组必须将维修工作的进度,完成的结果,以及潜在的问题与挑战报告给大众,以保证交流的持续和透明。它可以帮助人们建立互信与协商一致,降低由于信息不对称所引起的怀疑与误会^[5]。在社会参与性交流方面,也要注意与地方政府及有关各方的配合与协作。双方可以一起制订交流战略与对策,一起解决可能发生的问题与挑战,形成一股合力,促进复原工作的顺利进行。

3.5 评估监测

评价和监控需要从多个角度进行数据的采集、分析和解读,从而对维修方案进行及时的修正和优化。首先,要构建综合评价体系,对评价指标、评价方法进行界定。本项目拟综合运用野外取样、室内分析和遥感等技术,对土壤重金属含量、生物多样性、土壤 pH、植被覆盖率等进行评价。其次,通过对比和分析修补前、修补后的资料,来评价修补的效果。本项目拟在已有研究的基础上,通过对恢复区与非

控制区的土壤样品的采样与分析,对比修复前后土壤中重金属、理化性质等指标的变化。在恢复过程中,还应综合考虑植被覆盖状况和土壤生物活性等因素。此外,还需对其进行长时间的监测,以追踪其恢复的持续与稳定。这涉及定期收集土壤样本,监测土壤中的重金属含量,土壤质地,植物生长状况等。通过长时间的监测,可以对加固后的长效性进行评价,找出潜在的问题,并对其作出相应的调整和改善。最后,评价和监督也要将社会、经济等方面的因素纳入其中。主要内容是对整治费用、整治效果对人居环境、经济发展的影响等方面进行评价。评价各影响因子,有助于了解治理方案的可行性与可持续性。

4 结语

综上所述,土壤重金属污染治理是一项长期的系统工程,需要政府、企业、科研院所以及全社会的通力合作。尽管现有的修补方法种类繁多,但各有其应用场合及限制。在工程实践中,应因地制宜地选用适当的加固方法,并对加固后的加固效果进行监测与评价。在此基础上,未来还要进一步深入研究土壤中重金属的形成机理,探索更加高效、可持续的修复技术,从而为中国的生态环境和人体健康做出积极的贡献。

参考文献:

- [1] 汪小强,郑娜.重金属污染土壤修复技术及其修复实践分析[J].皮革制作与环保科技,2020,1(5):82-83+86.
- [2] 于家峰.重金属污染土壤修复技术及其修复实践[J].科技创新导报,2020,17(13):132-133.
- [3] 潘少伟.重金属污染土壤修复技术及其修复实践[J].资源节约与环保,2020(7):44.
- [4] 杨光磊.农业重金属污染土壤修复技术及其修复实践[J].山西农经,2020(22):84-85.
- [5] 黄迪,黄志红,孔辉,等.重金属污染农田土壤的稳定化修复技术及其修复实践研究[J].中国农学通报,2021,37(8):72-78.

作者简介:李建芳(1988-),女,中国河南林州人,本科,工程师,从事固废处理、土壤修复、碳排放研究。