

煤矿土壤重金属污染治理的实践探析

赵华阳

大同煤炭职业技术学院

DOI:10.12238/eep.v7i7.2167

[摘要] 煤矿资源在我国能源结构体系中占据重要地位,对经济社会的可持续发展具有十分重要的作用。但是,煤矿资源开采和利用的过程中,可能对周围土壤带来一定程度的污染,尤其是重金属污染较为严重。因此,本文主要结合实际案例,深入分析煤矿土壤重金属污染治理中生物修复技术的应用,旨在解决煤矿土壤重金属污染问题,并为相关人员提供有效参考。

[关键词] 生物修复技术; 煤矿土壤; 重金属污染; 治理; 实践

中图分类号: X752 **文献标识码:** A

Practice analysis of mine soil heavy metal pollution control

Huayang Zhao

Datong Coal Vocational and technical College

[Abstract] Coal mine resources occupy an important position in China's energy structure system, and play a very important role in the sustainable development of economic society. However, in the process of coal mining and utilization, the surrounding soil may be polluted to a certain extent, especially the heavy metal pollution is more serious. Therefore, this paper mainly combined with actual cases, in-depth analysis of the application of bioremediation technology in coal mine soil heavy metal pollution control, aimed at solving the problem of coal mine soil heavy metal pollution, and provide effective reference for relevant personnel.

[Key words] Bioremediation technology; Coal mine soil; Heavy metal pollution; Governance; practice

目前,为了促进我国社会经济的健康发展,需要不断加大煤矿土壤重金属污染治理力度,并加强相关修复技术的研发和应用。如,物理修复技术、化学修复技术和生物修复技术。但是,在实践中,生物修复技术成本低、修复效果较好,在煤矿土壤重金属污染治理中具有较显著的应用优势。因此,对生物修复技术在煤矿土壤重金属污染治理的实践进行探析具有重要的现实意义。

1 生物修复技术的作用机理

该技术在实际应用中,主要是借助生物降解、吸附和转化等多种机理,高效治理土壤污染,充分体现出技术的复杂性和多样性的特点^[1]。

生物降解为该技术的核心机理,更多借助微生物将相关有无污染物进行分解,形成更小的分子,或者直接转变为水、二氧化碳,从而有效降低污染物浓度,减小其毒性,并且转化生成的产物通常具有良好的环保效果。在生物降解的过程中,微生物发挥着十分重要的作用。而微生物的种类不同,对各类污染物具有相对应的降解能力,这就需要相关人员结合实际情况和土壤重金属污染治理需求,选择适宜的微生物菌株。

吸附机理在生物修复技术应用中具有重要作用,特别是在

土壤重金属污染治理中呈现出较为显著的优势。部分微生物与植物可以细胞表面的羟基、羧基等功能团,和重金属离子形成相对稳定的络合物、吸附复合物,进而从土壤溶液中有效移除这些重金属离子,提高土壤重金属污染治理质量和效率。

转化机理主要是通过微生物、植物将污染物有效转变为其他形态,从而降低其毒性,以便于后续进行处理。

2 煤矿土壤重金属污染问题分析

本文以某煤矿为例,深入分析该煤矿土壤重金属污染问题,并结合运用生物修复技术,对该煤矿土壤重金属污染问题进行全面、有效的修复。结合相关数据调查分析,该煤矿每年生产能力大约在210万吨。当地相关人员不断开采煤矿资源,获得更多经济效益的同时也产生了十分严重的环境污染问题。该煤矿经过多年的开采,周围堆积较多煤矸石,存在不同程度的地表塌陷问题,尤其是土壤重金属污染问题十分严重。为了有效解决该煤矿土壤重金属污染问题,现对其进行深入研究。

相关人员优先分析煤矿土壤中重金属元素的种类、含量、污染程度等进行深入调查和评价分析。选择地累积指数法,综合评价该煤矿土壤重金属污染程度,并将其合理划分为不同等级。利用地累积指数模型进行详细分析,具体表述为:

$$J_{geoj} = \log \frac{D_j}{LC_j}$$

公式中: D_j 表示煤矿土壤中实际j污染物的平均含量;

C_j 表示j的地球化学背景值;

表示背景波动的相关系数。

通过地累积指数为参考依据,将本矿区土壤重金属污染程度划分为7个等级(如表1所示)。

表1 土壤重金属污染程度划分

地累积指数	土壤重金属污染级数	土壤重金属污染指标
≤0	0	清洁
0-1	1	轻度污染
1-2	2	偏中污染
2-3	3	中度污染
3-4	4	偏重污染
4-5	5	重度污染
5	6	严重污染

在此过程中,相关人员对该矿区进行全面监测,发现铬、铜、镍、锌、镉、铅、汞等重金属元素,其中镉元素的污染程度最为严重,达到了中一强度污染。其他重金属元素污染程度较小,可以不予考虑,并以此为基础进行该矿区土壤重金属污染进行治理。

3 煤矿土壤重金属污染治理中生物修复技术的实践应用

3.1 植物修复法的应用

植物修复法是生物修复技术中的重要组成部分,在煤矿重金属污染治理中具有成本低、修复效果好等优点,在实践中被广泛应用,获得显著的治理成效。

结合本矿区的土壤重金属污染问题进行分析,发现土壤中的镉元素含量较多,污染较为严重。因此,相关人员在使用植物修复法的过程中应注意以下几点:

3.1.1 合理选择植物种类

相关人员在实际工作中,应当正确认识到不同植物对特定的重金属吸收能力有所不同(如表2所示)。通过相关试验研究分析,对于土壤中的镉元素吸收效果的植物为向日葵,其根部累积的镉含量能够达到15—20mg/kg。此外,印度芥菜在实际生长过程中,对镉元素的吸收能力十分突出。当煤矿土壤中的镉含量为30mg/kg时,印度芥菜在生长中,其体内的镉含量能够达到1000mg/kg。因此,相关人员在使用植物修复法的过程中,应结合不同植物对重金属的吸收能力,综合考虑植物在矿区生长中对土壤、气候等条件的适应性,充分发挥植物修复法在煤矿土壤重金属污染治理中的重要作用。

表2 植物对重金属的吸收能力

植物种类	重金属	最大吸收量(mg/kg干重)	特点
铅花植物	镍	100000	适合镍污染土壤治理
蜈蚣草	砷	2000	适合砷污染土壤治理
印度芥菜	镉	1000	镉吸收能力较强
向日葵	铅	1000	适合铅污染土壤治理

3.1.2 改善植物生长环境

为了有效提高植物修复法的应用效果,相关人员应结合选择的植物种类,详细分析其生长特点和需求,改善植物生长环境。如,土壤pH值、肥水管理、有机质含量等多个方面直接关乎植物对土壤重金属的吸收、积累效果。例如:土壤pH值调节对植物修复法的应用具有较大影响。经研究表明,当该值调整为5.5时,向日葵在生长过程中,对镉元素的吸收效果是土壤pH7.0的两倍。同时,适当增加土壤中的有机质含量,能够有效提高植物对重金属的吸收效率。如,在煤矿土壤镉污染较为严重的情况下,在土壤中适当增加堆肥等有机物质,大幅度提高了植物对镉元素的吸收能力^[2]。此外,通过试验数据分析,印度芥菜在施加氮肥的生长条件下,对镉元素的吸收量相较于未施肥的条件增加了30%,大幅度提高了土壤重金属污染治理质量和效率。科学合理的水分管理,不仅有利于植物更加旺盛、健康地生长,还促进植物根部更好地吸收重金属,治理土壤重金属污染。因此,在植物修复法应用中,相关人员应重点改善植物生长环境,发挥其在煤矿土壤重金属污染治理中的最大应用价值。

3.1.3 长期监测和管理

在植物修复法应用的过程中,相关人员应当进行长期监测,分析土壤污染物的浓度变化,并定期进行重金属含量的检测,综合评估植物修复法的修复效果,为后期的修复策略进行调整和优化提供参考。通过长期监测和管理,发现该煤矿土壤在持续治理两年后,重金属如镉的浓度有效下降了45%左右^[3]。

3.2 原位修复技术的应用

该技术在煤矿土壤重金属污染治理中应用,对土壤的基本结构不会产生较大影响,主要包含以下几种方法。(1)相关人员可以选择投菌法,在全面进行煤矿土壤重金属污染检测工作后,确定污染物的特性,针对性投放降解菌,并增加适量的营养物质,以便于降解菌更好地生长,并利用微生物代谢,有效降解污染物。(2)生物培养法,在实际应用中,需要相关人员在重金属污染的土壤中,定期投放氧化氢、营养物。利用氧化氢的特性,将其当作电子受体,更加满足微生物的代谢需求,从而有效降解污染物,并将污染物转化为水、二氧化碳。(3)生物通气法在土壤重金属污染治理中,主要通过加压氧化的方式,获得理想的治理效果。相关人员需要结合煤矿土壤重金属污染的实际情况,在土壤内排入空气,之后抽出,从而清除土壤内部分具有挥发性的有机物。同时,在向土壤排入空气的操作中,相关人员适当增加一些

氨气,从而在很大程度上提高微生物活性,提升污染物的代谢效果^[4]。

3.3 异位修复技术的应用

该技术在煤矿土壤重金属污染治理中应用和原位修复技术相比,对土壤的基本结构影响较大。相关人员应结合实际情况,合理选用异位修复技术。例如:预制床技术在实际应用中,需要相关人员在平台上铺设砂子、石子,引入重金属污染的煤矿土壤,并搭配相应的营养液、水、表面活性剂等,并进行定期翻动、充氧,为微生物代谢提供更好的条件。同时,相关人员应有效处理渗滤液,从而实现了对污染物的治理;生物反应器技术在煤矿土壤重金属污染治理中应用,主要通过生物反应器,按照相应比例,将水和受污染的土壤进行均匀混合,并针对性调整土壤pH值,增加营养物质、表面活性剂,提高污染物处理效率。在此过程中,相关人员应从底部鼓入空气,满足微生物代谢需求,提高重金属污染物降解速率,并有效进行过滤脱水。生物反应器技术在土壤重金属污染治理中效果较好,但是受到相关仪器设备的约束,在小范围的土壤重金属污染中具有较好的适用性。

3.4 植物-微生物联合技术的应用

为了有效解决单一微生物对煤矿土壤重金属污染修复的局限性,相关人员不断加大植物和微生物联合修复技术的研究力度,并大力进行推广和应用。该技术在煤矿土壤重金属污染治理中应用,将植物、微生物修复技术进行有机结合,充分发挥两者的优势,共同应用于土壤重金属污染治理中。通过植物的吸收作用、微生物的代谢作用,共同清除煤矿土壤中重金属元素。在此过程中,植物在生长发育中的光合作用、根系分泌物等都可以当作微生物的营养物质,更加满足其代谢需求,提升污染物降解效果。而微生物能够有效活化重金属,有利于植物从重金属污染的土壤中更好地吸收有益元素^[5]。

特定植物根系的微生物,如菌根真菌等都可以有效提高植物对重金属的吸收能力,增强植物的耐受性。例如:本矿区土壤的镉元素含量较多,使用接种菌根真菌的植物相比未接种的植物,对镉的吸收量高出65%左右。微生物主要分泌有机酸、络合剂,对煤矿土壤中重金属的化学形态进行一定程度的转变,提高其生物可利用性。通过研究表明,部分细菌能够将镉的可溶性提高大约20%,从而有效促进镉更好地被植物吸收。借助植物和微生物的相互作用,能够优化土壤环境,提高重金属污染物的去除率,有效修复煤矿土壤重金属污染问题。

3.5 实践结果分析

对该煤矿土壤重金属污染治理中,合理应用以上几种生物修复技术,分析其实际应用结果。确定煤矿土壤中重金属修复效率为L的计算方式为:

$$L=100\% \times \frac{D_0 - D_1}{D_0}$$

公式中: D_0 表示生物修复前煤矿土壤中重金属质量分数;

D_1 表示生物修复后煤矿土壤中重金属质量分数。

本矿区土壤在相同的环境下,将土壤中的镉、锌、铅等重金属元素的含量变化当作对比条件,分析生物修复技术的整体修复效率和效果。通过研究发现,生物修复技术在应用后,该煤矿土壤重金属含量随着时间的推移,下降速度较快。因此,生物修复技术在煤矿土壤重金属污染治理中具有良好的效果,能够高效地修复煤矿土壤重金属污染问题。

4 结语

为了有效提高煤矿土壤重金属污染治理质量和效率,本文基于生物修复技术的作用机理,以某煤矿为例,详细分析该矿区的土壤重金属污染问题。同时,对植物修复法、原位修复技术、异位修复技术、植物-微生物联合技术的具体应用进行深入研究。通过试验结果分析,生物修复技术在煤矿土壤重金属污染治理中具有显著的修复效果,值得人们推广和应用。

【参考文献】

- [1] 邹维维,张漫凌,熊小兰,等.生物修复在土壤重金属污染中的探索[J].环境工程,2023,41(S01):476-480.
- [2] 牛磊,郑春丽.生物炭协同微生物矿化技术修复复合重金属污染农田土壤[J].有色金属工程,2023,13(11):141-155.
- [3] 卞超,余瑾,杨文兵,等.重金属污染土壤的微生物修复技术分析[J].工业微生物,2023,53(2):108-110.
- [4] 寇志安,张婉霞,张梓坤,等.微生物技术在土壤重金属污染修复中的应用研究进展[J].世界生态学,2023,12(2):138-145.
- [5] 刘晓.微生物技术在重金属污染土壤修复中的应用研究[J].农村实用科技信息,2022(006):28-28.

作者简介:

赵华阳(1990--),男,汉族,山西省大同市人,硕士研究生,职称:助教。研究方向:地质学。