

Application of Phytoremediation Technology in Soil Heavy Metal Pollution Control

Jiangong Zhu

Shanxi Yijie Environmental Protection Consulting Service Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030006, China

Abstract

Physical, chemical and biological remediation methods are often used in the treatment of soil heavy metal pollution. Among them, the phytoremediation stage is a very reliable technology in biological remediation, which has the advantages of no secondary pollution and strong adaptability. In the pollution control work, phytoremediation technology can be applied to enrich heavy metals, effectively transfer and remove them, and achieve good treatment effect. In the research work of this paper, the characteristics of soil heavy metal pollution and the characteristics of phytoremediation technology are briefly summarized, and the specific application and intensive application of phytoremediation technology are explored for the reference of relevant personnel.

Keywords

soil; heavy metal pollution control; phytoremediation technology

土壤重金属污染治理工作中植物修复技术的应用探索

朱建功

山西邑洁环保咨询服务有限公司, 中国 · 山西 太原 030006

摘 要

在土壤重金属污染治理工作中,经常会用到物理手段、化学手段和生物修复手段。其中植物修复阶段是生物修复中的一项十分可靠的技术,具有无二次污染、适应性强的应用优势。在污染治理工作中,可以应用植物修复技术富集重金属,有效转移和去除,达到良好的治理效果。在本文的研究工作中,简单概述土壤重金属污染的特点和植物修复技术的特点,探究植物修复技术的具体应用和强化应用,以供相关人员参考。

关键词

土壤; 重金属污染治理; 植物修复技术

1 引言

重金属污染会影响土壤的肥力、微生物和酶的活性,并不利于植物的生长,也会对人类健康造成一定影响。近些年的工业发展进程加快,对土壤的污染也愈发严重。因此,相关部门需要提高对重金属污染的重视,采取植物修复技术开展治理工作,不仅可以控制成本,同时也能避免对环境造成二次污染。在具体应用中,可以根据土壤环境的特点,选择合适的植物修复技术。并采取适当的强化措施,发挥植物修复的优势,有效去除土壤中的重金属,达到预期的治理标准,保护环境,实现可持续发展。

2 土壤重金属污染的特点

土壤重金属污染具有不断累积、蔓延性、隐蔽性的特点。

土壤被重金属污染短时间内难以察觉,对土壤造成一系列的影响。首先,肥力的影响。氮、磷、钾是植物生长发育必需的三要素,当三种元素含量达不到植物生长的要求时,植物就会出现缓慢生长甚至死亡的情况。而重金属污染会影响到土壤中氮磷钾的元素含量和形态,从而影响植物生长造成严重的生态问题。其次,土壤中的微生物生化活性也会受到影响,酶活性受到严重的抑制。最后,对人类健康的影响。如果植物生长在重金属污染的土壤之上,富集重金属离子。植物的可食用部位重金属含量比较高,会通过食物链进入到人体内。对人体的健康造成影响。

导致土壤出现重金属污染的原因有工业发展、农业生产。工业生产过程中,高温加热重金属材料,产生有毒气体,在废料中也包含一些重金属污染物。如果得不到有效处理,其中的重金属就会逐步渗透到土壤中,造成严重污染。农业生产时产生了含有大量的农药残留和重金属元素污水,会对土壤造成污染。

【作者简介】朱建功(1987-),男,中国山西运城人,硕士,工程师,从事建设项目环境影响评价及竣工环境保护验收研究。

3 植物修复技术的机理和特点

植物修复技术指的是利用植物对有机物和无机物的吸收、固定、蓄积、分解等机能修复污染环境媒体的技术总称^[1]。优化植物选择以及更新微生物，通过直接或间接的作用，吸收、挥发、分解固定土壤中的污染物，可以有效去除污染中的污染物质，恢复自然生态系统的各项功能。植物修复的基本原理是通过植物的光合作用，提取土壤中的污染物，将其转移到植物的茎叶或者根部。一般情况下，如果土壤中的污染物浓度比较低，可以选择有较高耐性和富集能力的植物。这些植物能够对多种污染物有良好的修复能力，耐病虫害、生物量大、生长快，有一定的观赏性，从而产生高附加值的经济效益。该技术不会对环境造成二次污染，有着良好的社会效益和生态效益，很容易被公众接受。植物修复技术的机理如图 1 所示。

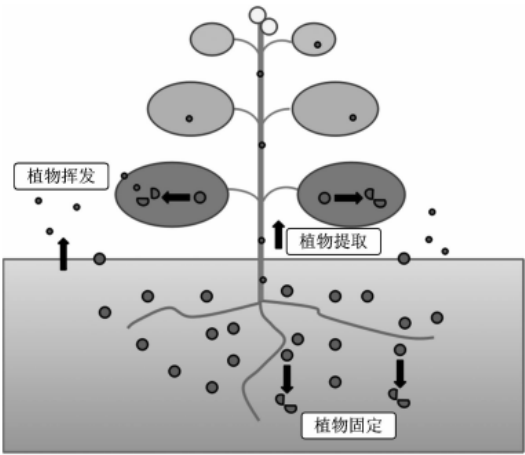


图 1 植物修复技术的机理

植物修复技术具有一定的局限性。首先在选择植物时要因地制宜，根据土壤情况的不同选择合适的植物，这一过程比较复杂。每种植物能够积累的重金属往往只有一种或者少数的几种，如果土壤中的浓度比较高，种类十分复杂。一些植物可能会出现中毒的症状，影响到修复治理的效果。而且在这里重金属污染的土壤时，超积累植物的生长比较缓慢，生物量低，因此治理周期比较长，经济上并不合理。而且对深层修复有一定的困难，还会受到气候等各方面的影响。

4 土壤重金属污染治理工作中植物修复技术的应用

4.1 植物提取修复技术

植物提取修复主要是利用超积累植物超量吸收和积累重金属的一种方法，超富集植物指的是相对普通植物能够在重金属浓度较高的土壤中生存的植物，通常只能对一种重金属元素表现超富集能力^[2]。吸收土壤中的重金属污染物，转移到茎叶部分进行积累，然后收割地上部分，从而降低土壤

中的污染物含量。这些植物一般生长在矿山区、成矿作用带等一些地表土壤上，因此可以应用于矿区的土壤修复工作中。例如在铅锌矿区，一些项目使用紫色黄竹草、甜象草等植物，能够对锌、铜等元素有着较强的富集能力，更好地适应污染严重的土壤。在煤矿区相关研究表明亮叶桦和白杨对镉有着较好的修复能力。白杨对铜的修复能力强。两者的富集系数和转移系数均大于 1，可以作为优选木本植物进行植物修复。在河南平顶山的某煤矿研究中，苍耳对铜和铬的生物富集数和生物转移系数均大于 1，苍耳也可用于植物修复中。

4.2 植物稳定或固化修复

植物稳定或固定修复技术指的是通过建立耐受性植物覆盖层可以将重金属固定或者沉淀在土壤的周围，不会向地上部分迁移的一种方法^[3]。主要是通过根系的吸附作用或者产生根系分泌物，降低污染机制中金属的流动性，使生物可利用性下降。在整个过程中，重金属的有效性发生了变化，可以将污染物稳定在土壤中，防止迁移和扩散。针对该技术选择相关植物时，需要确保植物能够忍耐高含量的污染物根系发达且多年生植物。相关的研究项目中会通过添加改良剂，发挥植物的固定作用，达到良好的修复效果。例如，可以使用黄连木和土耳其松稳定铜，在其中可以加入鸡粪或者葡萄酒的废料。可以使用狼尾草、狗牙根、大叶桉等植物，稳定铜锌铬等重金属元素，可以在其中加入石灰、鸡粪等改良剂。

4.3 植物挥发修复技术

植物挥发修复指的是利用植物吸收土壤中的重金属在植物的体内经过一系列反应，将其转化为气态物质排放到大气中的一种修复方法，该方法只适用于具有挥发性的重金属。因此应用范围比较小，在相关研究中主要应用于汞和砷等重金属元素的修复治理工作中。在修复时，重金属物质转化为气态物质排放到大气中，可能会对大气造成二次污染，因此应用该方法时需要保持严谨的态度，加强研究，设置一定的限制条件，避免对环境造成二次污染。植物修复技术的几种方法和机理如表 1 所示。

表 1 植物修复技术的几种方法和机理

技术	作用机理
植物提取	利用超积累植物超量吸收和积累重金属
植物固定	建立耐受性植物覆盖层可以将重金属固定或者沉淀在土壤的周围，不会向地上部分迁移
植物挥发	吸收重金属进入到植物的体内，会发生一些反应转化为气态物质

5 土壤重金属污染治理工作中植物修复技术的强化应用

5.1 根系强化植物修复技术

根系分泌物是根际沉淀的重要组成部分，是植物与土

壤发生物质交换的载体。在植物的修复工作中,根系分泌物可以通过活化、螯合、络合等方式降低重金属的迁移和扩散能力^[4]。因此在强化工作中,需要充分把握根系分泌物的作用,实现对植物修复的强化。例如使用鸭跖草根分泌物对土壤中的铜元素进行活化,便于植物高效吸收达到良好的去除效果。也可以应用根系分泌物的螯合作用,消除或者降低土壤中重金属的毒性。

5.2 菌根强化植物修复技术

菌根真菌可以增强植物对重金属的耐受性,在植物修复工作中可以应用菌根真菌,增强植物对重金属的吸收、转运和累积效果。将微生物和植物联合在一起,打造完善的修复体系,微生物的繁殖促进有机污染物的分解,也能促进植物的生长。现阶段的研究方向中,着力于植物与菌根真菌的共生建设。菌根真菌可以通过根外菌丝和孢子提供重金属结合的点位结合,土壤中的重金属离子形成稳定的螯合物,从而降低重金属的移动性^[5]。相关研究表明,菌根可以改变重金属形态,从而改变重金属的生物有效性。发挥微生物的络合作用与吸附作用,可以加快与重金属的结合,也能改变重金属在土壤中的形态,控制重金属的蔓延,快速聚集的根系,从而达到良好的去除效果。因此在植物修复的相关工程中,可以应用微生物构建联合体系,强化整体的修复效果,提高修复效率。

5.3 基因工程强化植物修复技术

基因工程指的是将对植物修复有作用的异源目的基因转入到超富集植物中,在植物体内有效表达,参与到重金属的吸收、转化、络合、挥发等一系列过程中,从而达到更优的植物修复效果^[6]。运用基因技术对重金属转运体处理后,提高植物对重金属的耐性和积累性。例如可以通过基因手段,构建含有汞运载体的多聚磷酸盐激酶基因的表达载体,使植物可以加强对汞的吸收和积累,达到良好的处理效果。

5.4 螯合诱导强化

可以使用螯合剂对植物进行诱导,强化植物吸收重金属的作用。在具体的应用中,需要分析螯合剂与土壤中的重金属离子发生作用的情况,选择合适的植物螯合剂与植物相结合。在螯合剂的作用下,可以改变重金属的形态,增加整体的溶解度,便于根系快速吸收,达到良好的修复治理效果。在具体应用中需要根据实际情况,选择合适的螯合剂,和植物优化配置,从而达到良好的治理效果。表面活化剂主要包括化学成分和天然生物两种类型,作用于植物修复中可以实现金属络合,去除重金属元素的目标。使用表面活化剂,促

使重金属离子发生反应,实现离子交换,改变重金属的形态,并实现离子转移,将更多的重金属离子转移到植物中,提高植物的吸收率。

6 土壤重金属污染中植物修复技术的展望

通过分析植物修复技术的应用可以发现,在重金属污染治理中还存在一定的局限性,在相关项目中的应用不广泛,推广受到一定的阻力。因此,在未来发展中,需要加大对植物修复技术的研发工作,通过大量实验,筛选适合重金属污染治理的相关植物品种,适应性好,还能克服现有的局限性。做好这些植物的培育、实验与推行等各项工作,可以充分发挥植物修复技术的优势,达到良好的治理效果,也能解决当前存在的局限性。还要继续深入研究针对植物的强化方法,开发出新的化学试剂,可以改变金属形态,便于植物有效富集重金属元素,同时对环境带来的风险比较小。继续深入研究微生物和植物联合修复技术,打造完善的联合修复体系,发挥微生物的重要作用。与植物联合应用,达到双重的治理效果,也能弥补原有工作的不足之处,从而促进植物修复技术在修复工作中的广泛应用。

7 结语

综上所述,植物修复技术具有一定的应用优势,在土壤重金属污染治理工作中,需要加强前期调研,结合情况,选择合适的植物修复类型,并通过化学试剂、基因工程、微生物等进一步强化植物修复技术,从而达到良好的治理效果,恢复土壤的各项功能,保护生态环境。

参考文献

- [1] 汪梅.土壤重金属污染治理及植物修复技术分析[J].农村科学实验,2023(11):31-33.
- [2] 卢滨,刘兆峰.关于植物修复技术在土壤重金属污染中应用的研究进展[J].皮革制作与环保科技,2021,2(13):103-104.
- [3] 吴增学,刘晶静,马文丹.生物炭和丛枝菌根真菌配施强化重金属污染土壤植物修复研究进展[J].环境污染与防治,2024,46(7):1040-1046.
- [4] 范艺璇,蒋太国,朱艳芬,等.铜尾矿区重金属污染土壤的植物修复技术研究进展[J].绿色科技,2024,26(10):205-210.
- [5] 张翔.土壤重金属污染形成机制及植物修复新材料研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(12):116-118.
- [6] 岳聪,黄顺寅,屠春宝,等.植物修复重金属镉污染土壤研究进展[J].现代农业科技,2024(17):129-135.