

Analysis on the Application of Phytoremediation Technology in the Treatment of Heavy Metal Contaminated Soil

Yunbo Yang

Beijing Zhonghuan Shangda Environmental Protection Technology Co., Ltd. Dali Branch, Dali, Yunnan, 671000, China

Abstract

Soil heavy metal pollution has become a global environmental problem, which poses a serious threat to human health and ecological environment. Phytoremediation technology, as a green and sustainable method of soil heavy metal pollution control, has attracted wide attention. Soil contaminated by heavy metals not only affects crop growth and human food safety, but also poses a potential threat to human health through the food chain and groundwater system. Therefore, it is of great significance to study the treatment technology of heavy metal polluted soil. Based on this, the principle, types and application of phytoremediation technology in the treatment of heavy metal contaminated soil were reviewed in this paper, and the future research direction and application prospect were discussed.

Keywords

phytoremediation technology; heavy metals; control of contaminated soil; specific application

植物修复技术在重金属污染土壤治理中的具体运用分析

杨云波

北京中环尚达环保科技有限公司大理分公司, 中国·云南大理 671000

摘要

土壤重金属污染已成为全球性环境问题, 对人类健康和生态环境造成严重威胁。植物修复技术作为一种绿色、可持续的土壤重金属污染治理方法, 引起了广泛关注。重金属污染土壤不仅影响农作物生长和人类食品安全, 还可能通过食物链和地下水系统对人类健康造成潜在威胁。因此, 研究重金属污染土壤的治理技术具有重要意义。基于此, 论文综述了植物修复技术的原理、种类及其在重金属污染土壤治理中的具体运用, 并对未来研究方向和应用前景进行了探讨。

关键词

植物修复技术; 重金属; 污染土壤治理; 具体运用

1 引言

土壤重金属污染是指土壤中重金属含量超过自然背景值, 对生态环境和人类健康造成危害的现象。重金属污染土壤的治理方法主要包括物理、化学和生物修复技术。其中, 植物修复技术作为一种绿色、可持续的修复方法, 具有成本低、操作简便、环境友好等优点, 已成为研究热点。

2 概述

2.1 植物修复技术的概念及优势

植物修复技术是利用植物的生物降解和吸附能力, 达到清除和降低土壤中重金属污染的一种绿色、可持续的土壤修复方法。植物修复技术具有以下优势:

①操作简便, 成本低。植物修复技术不需要复杂的设

备和技术, 易于推广和应用, 降低了土壤修复的成本。

②环境友好, 无二次污染。植物修复技术利用植物对重金属的吸收和转化, 将重金属从土壤中转移到植物体内, 避免了传统修复方法中可能产生的二次污染。

③可同时改善土壤质量。植物修复技术在清除重金属的同时, 可以提高土壤的有机质含量、改善土壤结构, 促进土壤生态环境的恢复。

④具有较好的社会效益。植物修复技术可以实现土壤资源的再利用, 为农业生产和生态环境的可持续发展提供支持。

2.2 重金属污染土壤的现状与危害

随着工业化和城市化的加速推进, 重金属污染土壤问题日益严重。重金属污染土壤不仅影响土壤质量, 阻碍农业发展, 而且对人类健康构成严重威胁。重金属通过食物链进入人体, 长期积累可能导致神经系统疾病、免疫系统疾病和生殖系统疾病等^[1]。因此, 研究重金属污染土壤的治理技术具有重要的现实意义。

【作者简介】杨云波(1987-), 女, 中国云南大理人, 工程师, 从事环境保护咨询与治理研究。

3 植物修复技术的原理

土壤重金属污染植物修复机理见图 1。

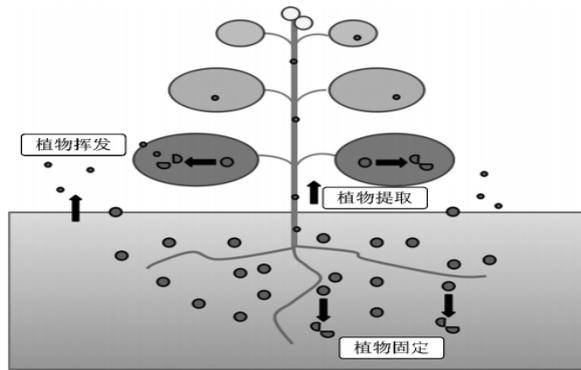


图 1 土壤重金属污染植物修复机理

3.1 植物吸收转化重金属

植物修复技术是利用植物的生理代谢过程来去除土壤中的重金属离子。植物通过根系吸收土壤中的水分和养分，其中也包括重金属离子。在植物体内，这些重金属离子可以通过生物转化过程转化为毒性较低的形态，或者被植物富集在可收割的地上部分。例如，超积累植物可以富集土壤中的重金属，使得这些金属在植物体内达到较高的浓度，随后通过收割植物体的方式将这些重金属移除土壤。

3.2 植物稳定和富集重金属

植物稳定是通过植物根系分泌物改变土壤的理化性质，如 pH 值、氧化还原电位等，从而影响重金属在土壤中的形态和迁移性。某些植物可以通过根系分泌物固定重金属，阻止其进一步迁移到地下水和周围环境中。此外，植物还可以通过根际效应，即根系与根际微生物之间的相互作用，促进重金属的沉淀或转化。植物根际微生物可以通过产生有机酸、硫化物等物质，与重金属形成不溶性沉淀物，降低重金属的生物有效性。

3.3 植物根际微生物的作用

植物根际微生物是指生活在植物根系周围的微生物群体，它们在植物修复技术中起着关键作用。根际微生物可以通过多种机制协助植物去除重金属。首先，它们可以通过产生有机酸溶解土壤中的重金属氧化物，将其转化为植物可吸收的形态。其次，根际微生物可以固定重金属离子，形成不易溶解的沉淀物，减少重金属在土壤中的流动性。最后，一些根际微生物能够将重金属转化为不毒性或毒性较低的形态，进一步降低重金属的环境风险^[2]。因此，研究植物根际微生物的多样性和功能对于提高植物修复技术的效率具有重要意义。

4 植物修复技术的类型

4.1 植物提取技术

植物提取技术依赖于植物对重金属的吸收和累积能力，

将土壤中的重金属转移到植物体内，从而实现土壤净化的目标。在治理污染土地时，可以把土壤中的金属离子转化为无毒物质，使之成为肥料或饲料等可再生资源，以减少环境污染，保护人类赖以生存的环境。这项技术主要是为那些对土壤品质要求较低且无需回收重金属的场合而设计的。由于重金属在植物组织内难以被完全代谢转化为毒性物质，因此植物提取技术可用于去除土壤中的有毒有害物质。在植物提取技术中，关键步骤是挑选出既具有高度的吸收性又具有出色耐受性的植物品种。在众多的植物提取技术当中，以化学提取方法应用最广泛，其特点在于经济实惠、操作简便。现在，被广泛研究的植物提取方法中，蜈蚣草用于提取铅和锌，而印度芥则用于提取镉等。

植物提取技术操作流程见图 2。

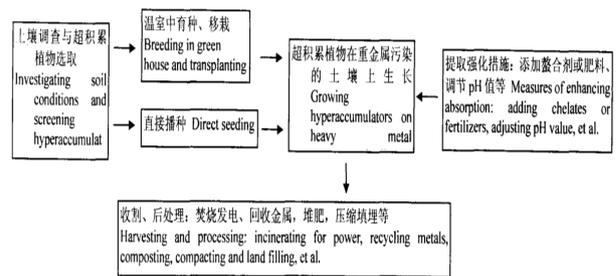


图 2 植物提取技术操作流程

4.2 植物稳定技术

植物稳定技术是一种通过改变植物根系分泌的物质来改善土壤环境的方法，其目的是在土壤中生成不溶性的重金属沉淀物，进而减少这些重金属的生物可用性。它能有效地抑制或杀灭土壤微生物及有害菌，减少作物对重金属的吸收与富集，提高农产品品质，改善生态环境等功能。这项技术特别适合于修复受到重金属污染的土壤，并确保植物种植的安全进行。本文对植物稳定技术及其应用进行了综述，并展望了该技术今后的发展方向及前景。在植物稳定技术中，关键步骤是挑选那些具有显著根际效应的植物品种。不同植物对各种重金属元素都有一定抗性，因此可以利用多种植物来进行植物稳定技术的应用研究。当前，被广泛研究的植物稳定性技术有小麦中的稳定汞和镉，以及大豆中的稳定铅和锌等。

4.3 植物富集技术

植物富集技术依赖于植物对重金属的高度累积能力，将土壤中的重金属转移到植物体内，从而实现重金属的回收和再利用。该方法可有效地解决重金属污染土壤的问题，并使其成为一种经济环保的绿色处理手段。这项技术主要用于修复受到重金属污染的土壤，以及回收重金属资源。在环境修复领域，植物富集技术可以用于去除水体中的有毒物质、净化污水及治理土壤污染。在植物富集技术中，关键步骤是筛选出既有高积累潜力又具有高回收率的植物品种。在众多植物富集方法中，植物提取法应用最为广泛，但存在成本高、

效率低以及二次污染问题,因此,寻找新的高效经济的植物富集技术成为该领域的一个重要课题。当前,被广泛研究的植物富集方法涵盖了从植物中提取铅和锌,以及从累计植物中提取镉等技术。

4.4 植物挥发技术

植物挥发技术是通过植物的生理代谢过程,将土壤中的重金属转化为气态形式,从而实现重金属的去除。这种技术主要适用于那些对土壤质量要求不高、不需要回收重金属的情况。植物挥发技术的关键在于选择具有较强挥发能力的植物种类^[3]。

5 植物修复技术在重金属污染土壤治理中的具体运用

5.1 筛选适合的植物种类

在植物修复技术中,植物的种类被视为核心要素之一。在实际应用中,由于受土壤理化性质及污染程度等诸多影响,选择适宜的植物种类尤为重要。各种植物在吸收、转移和富集重金属方面的能力各不相同,因此,根据土壤的污染状况和植物的特性,我们需要筛选出最适合的植物品种。在选择植物时不仅要注意其根系形态特征,还要结合土壤中重金属含量以及污染程度来确定。通常情况下,选择那些具有较高的耐受性和富集能力的植物会更加适宜。

5.2 植物种植密度和配置方式

植物的种植密集度和布局策略对于植物的修复成果起到了关键作用。不同类型的植物在一定范围内存在适宜的种植密度和合理配置模式。适当的植物种植密度不仅能增强植物对重金属的吸收和迁移能力,而且也有助于促进植物生长和生态系统的修复。植物的配置策略可能会改变它们之间的竞争态势和生态均衡,进而对其恢复效果产生影响。不同的污染土壤中,植物种类及数量存在明显差异,而且在同一土壤环境下,不同植物间的生态位宽度以及物种多样性都有很大差别。因此,基于土壤的污染状况和植物的独特性质,我们需要设计合适的种植密集度和布局策略。

5.3 土壤改良措施

在植物修复技术中,土壤的改进被视为关键的一环。在植物修复过程中,土壤改良发挥着至关重要的作用。通过对土壤的结构和性质进行优化,我们不仅可以增强植物对重金属的吸收和迁移能力,而且还有助于植物的健康成长和生

态系统的修复。为了改善土壤,常用的方法有:加入有机肥料、调整土壤的pH值以及提高土壤中的有机物含量等。

5.4 灌溉和施肥管理

植物的修复效果在很大程度上受到灌溉和施肥管理的影响。在植物修复中,土壤是最主要的污染源之一,因此研究土壤污染物对植物修复效果的影响具有十分重要的意义。通过合适的灌溉和施肥手段,我们可以确保植物健康成长,并增强其对重金属的吸收与转移功能。因此,在进行重金属污染土壤生物处理时必须考虑到不同作物种类、种植密度以及不同生长期等因素,并结合当地的环境条件来选择合适的灌溉方式及施肥方案。此外,通过灌溉和施肥,土壤中的微生物活动得到了促进,这不仅增加了植物根际微生物的数量,还提高了它们的多样性,从而增强了植物的修复能力。

5.5 监测与调整

在植物修复技术中,监测和调整占据了关键的位置。在实施过程中,要根据不同地区土壤类型、污染程度以及植被特征等因素合理选择合适的植物品种,才能获得良好的植物修复效果。通过监测植物的生长状况和土壤的污染状况,我们能够及时掌握植物修复的效果,并据此调整种植的密度、灌溉方法和施肥策略,确保植物修复技术既高效又实用^[4]。此外,通过持续的监测和调整,我们能够及时识别出植物修复技术中存在的缺陷和问题,从而为植物修复技术的进一步改进和完善提供科学依据。

6 结论

植物修复技术在重金属污染土壤治理中具有广阔的应用前景。为提高治理效果,需进一步研究植物修复技术的优化与集成、规模化应用及长期稳定性。同时,加强政策支持和资金投入,推动植物修复技术在我国重金属污染土壤治理中的广泛应用。

参考文献

- [1] 张慧敏,王芳,李晓杰.植物修复技术在重金属污染土壤治理中的应用研究进展[J].环境科学与技术,2017,40(1):1-8.
- [2] 刘红玉,赵燕,李剑.植物修复技术对土壤重金属污染的治理效果及机制研究[J].生态毒理学报,2016,11(1):27-33.
- [3] 李晓杰,张慧敏,王芳.植物修复技术在重金属污染土壤治理中的应用前景与挑战[J].环境工程,2018,36(2):1-6.
- [4] 陈彬,吴晓东,李晓杰.植物修复技术在我国重金属污染土壤治理中的应用现状及展望[J].环境与可持续发展,2019,44(3):98-103.