

# Thoughts on the Application of Ecological Restoration and Treatment Technology in Contaminated Soil

Yan Lu Shuang Li Huan Shao

Zhejiang Boying Environmental Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

## Abstract

With the acceleration of industrialization and urbanization, environmental pollution has become increasingly prominent, especially soil pollution, a large number of industrial waste water, waste gas, solid waste of unreasonable discharge and disposal, making the accumulation of a large number of toxic and harmful substances in the soil. These pollutants destroy the structure and function of the soil, and also harm human health and affect ecological security through the food chain. Seeking effective ecological restoration and treatment techniques in the contaminated soil has become a research hotspot in the field of environmental protection. This paper analyzes the types of contaminated soil and expounds several common ecological restoration and treatment technologies in order to promote the healthy development of soil ecosystem.

## Keywords

ecological restoration and treatment technology; contaminated soil; type; common application

## 生态修复治理技术在污染土壤中的应用思考

卢燕 李爽 邵欢

浙江博莹环境技术有限公司, 中国·浙江 杭州 310000

## 摘要

随着工业化和城市化进程的加快, 环境污染问题日益凸显, 尤其是土壤污染, 大量工业废水、废气、固体废弃物的不合理排放和处置, 使得土壤中积累了大量有毒有害物质。这些污染物破坏了土壤的结构和功能, 还通过食物链危害人体健康, 影响生态安全。寻求有效的生态修复治理技术, 对污染土壤进行治理和修复, 已成为当前环境保护领域的研究热点。本文通过深入研究分析了污染土壤的种类, 对几种常见的生态修复治理技术进行了阐述, 以期能够促进土壤生态系统的健康发展。

## 关键词

生态修复治理技术; 污染土壤; 种类; 常见应用

## 1 引言

生态修复治理技术是一种基于生态学原理的修复方法, 通过模拟自然生态系统的结构和功能, 促进土壤生态系统的恢复和稳定。这种技术具有负荷小、成本低、适应性强等优势, 能够逐渐恢复土壤的自然状态, 同时实现土壤修复和生态环境保护的双重目标。

## 2 污染土壤的种类及其影响

首先, 重金属污染是最常见和最危险的土壤污染类型之一。主要来源于矿山开采、工业废气排放、化肥和农药的过度使用等。重金属在土壤中积累会导致土壤酸化、盐基失衡, 干扰植物的正常生理代谢, 抑制植物生长。同时, 重金属也会通过食物链进入人体, 对神经系统、免疫系统、生殖

系统和遗传物质产生毒害作用, 诱发各种疾病, 因此对环境的危害尤为严重和持久。

其次, 放射性污染是指放射性核素进入土壤环境。放射性污染的主要来源包括核武器试验、核电站事故、医疗和科研活动等。放射性核素在土壤中积累会影响微生物活性, 破坏植物的细胞结构和遗传物质, 抑制植物生长。放射性核素还会通过食物链进入人体, 对人体造成严重的基因损伤和癌症风险。此外, 放射性污染也会对土壤动物和其他生物造成伤害, 破坏生态系统的平衡。

再次, 病原微生物污染主要是指病原细菌、病毒、真菌和寄生虫等有害微生物进入土壤环境。这些病原体主要来源于未经处理的生活污水、工业废水和畜禽粪便等。病原微生物在土壤中存活和扩散, 不仅会污染农作物, 还可能通过接触或食物链传播给人体, 引发各种疾病。此外, 病原微生物还会影响土壤微生物群落结构, 破坏土壤生态系统。

最后, 有机污染物污染包括农药残留、多环芳香烃、多氯联苯、石油烃类等。有机污染物在土壤中累积会阻碍植

【作者简介】卢燕(1985-), 女, 中国湖北咸宁人, 硕士, 工程师, 从事生态环境专业研究。

物正常生长代谢,并通过食物链进入人体,对内分泌系统、免疫系统、生殖系统和神经系统产生不利影响,诱发癌症、基因突变等疾病<sup>[1]</sup>。

### 3 生态修复治理技术在污染土壤中的应用的重要意义

首先,生态修复治理技术具有环境友好、无二次污染的特点,可以最大限度地减少对环境的进一步破坏。传统的物理化学修复技术虽然修复效果较好,但往往需要开挖污染土壤,进行高温焚烧或化学处理,不仅能耗和成本高昂,而且容易产生二次污染,对环境造成新的损害。相比之下,生态修复技术利用生物体(如微生物、植物、动物等)对污染物进行降解、转化或富集,整个过程都在自然界进行,无需人为干预,不会对环境造成新的污染负荷。

其次,生态修复治理技术操作简单、成本较低,具有经济可行性。许多生态修复技术只需要投入一些微生物菌剂、植物种子或动物个体,利用它们自身的代谢活动实现对污染物的修复,无需复杂的设备和工艺,操作十分简便。同时,由于不需要开挖和运输污染土壤,也无需消耗大量能源,因此整体成本相对较低,具有较好的经济可行性。

此外,生态修复治理技术可以实现污染土壤的就地修复,避免了二次污染风险。生态修复技术则是就地进行,无需开挖和运输,可以有效避免二次污染的风险。

再次,生态修复治理技术还可以在在一定程度上恢复和重建受损的土壤生态系统。污染事故不仅会导致土壤中污染物浓度升高,还会破坏土壤的理化性质和生物多样性。而生态修复技术则是利用生物体的代谢活动,在修复污染的同时,也会改善土壤理化性质,恢复土壤生物多样性,重建受损的土壤生态系统。

最后,生态修复治理技术还具有可持续发展的特点。传统的物理化学修复技术虽然修复效果较好,但往往是一次性的,修复完成后就无法继续发挥作用。而生态修复技术则是利用生物体的自我修复能力,只要条件允许,这种修复作用就会一直持续下去,具有良好的可持续性。

## 4 生态修复治理技术在污染土壤中的应用原则

### 4.1 遵循整体协调统一的原则

土壤环境是一个复杂的生态系统,不同污染物之间、污染物与土壤组分之间存在着相互作用和影响。因此,不能单纯考虑某一种污染物的去除,而要从整体出发,协调处理不同污染物,实现土壤环境的整体修复。例如,在重金属污染修复过程中,需要关注重金属与土壤有机质、矿物质的相互作用,避免单一去除某种重金属而导致其他污染物扩散等不利后果。

### 4.2 遵循循环再生的原则

生态修复治理技术应该尽量利用可再生资源,减少新资源的投入,实现资源的循环利用。在污染土壤治理过程中,

可以利用一些废弃物或者副产品作为改良剂,如利用生物炭、粉煤灰等进行原位固化/稳定化修复,此外,修复后的土壤应该尽可能重新利用,避免浪费资源。

### 4.3 遵循因地制宜的原则

由于不同地区的气候条件、土壤类型、污染物种类和程度等存在差异,在选择和应用生态修复治理技术时需要因地制宜。对于某些污染程度较轻的地区,可以采用原位植物修复等较为经济的生物修复技术;而对于污染较重的工矿区等,则需要采用化学固化/稳定化、热脱附等更为彻底的物理化学修复技术。同时,针对不同的污染物种类,也需要选择合适的修复技术。

## 5 生态修复治理技术在污染土壤中的应用

### 5.1 植物修复技术在污染土壤治理中的应用

植物修复技术是利用植物及其根际微生物的协同作用,通过吸收、富集、转化或降解等方式,实现污染物质的去除或无害化的一种生物修复技术。与传统的物理化学修复技术相比,植物修复技术具有操作简单、成本低廉、无二次污染等优点,符合可持续发展理念,因此受到广泛关注和应用<sup>[2]</sup>。

植物修复技术主要包括超富集植物修复技术、植物挥发性有机污染物修复技术、植物辅助淋溶技术、植物稳定化技术等多种形式。其中,超富集植物修复技术利用某些植物对特定重金属具有超强富集能力的特性,通过种植这些超富集植物,使重金属在植物体内富集,然后收获植物,达到去除土壤中重金属污染的目的。这种技术操作简单、成本低廉,但存在植物生物量较小、周期较长等局限性。

植物挥发性有机污染物修复技术则利用植物对土壤中的挥发性有机污染物具有一定的富集和代谢能力,通过根系对有机污染物的吸收、转运和代谢作用,实现对有机污染物的降解或转化。该技术适用于处理挥发性有机污染物污染,如氯代烃类、石油烃类等,但对非挥发性有机污染物的处理效果则不太理想。

植物辅助淋溶技术是在传统的土壤淋溶技术的基础上,引入植物的作用,利用植物根系分泌的有机酸、氨基酸等,提高重金属在土壤中的活性和迁移性,促进重金属的解析和淋溶,从而提高土壤淋溶效率。该技术可有效降低淋溶剂的使用量,减少二次污染,但对植物的选择和淋溶剂的配比有较高要求。

植物稳定化技术则是利用植物对重金属具有一定的固定和不迁移能力,通过种植特定植物,使重金属在植物根系周围发生沉淀或固定,从而降低重金属在土壤中的生物有效性和迁移性,实现就地稳定化。该技术操作简单,但只能将重金属暂时固定在土壤中,不能彻底去除土壤中的重金属污染<sup>[3]</sup>。

### 5.2 动物修复技术在污染土壤治理中的应用

动物修复技术是利用某些动物对特定污染物具有耐受

性、富集性或降解性等特征,通过动物在污染土壤中的活动来实现污染物的去除或降解。土壤中的大型土生动物如蚯蚓和某些鼠类,能吸收或富集土壤中的残留农药,并通过其自身的代谢作用,把部分农药分解为低毒或无毒产物。同时,土壤中还生存着丰富的小型动物种群,均对土壤中的污染农药有一定的吸收和富集作用,可以从土壤中带走部分农药。

首先,蚯蚓修复是利用蚯蚓在污染土壤中的摄食、排粪和挖掘活动,促进污染物的降解、固化或转移。蚯蚓的消化系统中特有的酶系统和肠道微生物群落能够降解或转化某些有机污染物,如多环芳烃、农药和染料等。同时,蚯蚓的排泄物能够固化重金属离子,形成难溶性的金属络合物,从而减少重金属的生物有效性和迁移性。此外,蚯蚓的挖掘活动有助于增加土壤通气性和渗透性,促进污染物的降解和扩散。

其次,一些啮齿类动物如鼠类等也被发现对土壤中的农药残留具有吸收和富集作用。这些啮齿动物在受污染土壤中觅食和活动时,会通过摄食和皮肤吸收的方式将农药残留富集在体内。由于它们的代谢能力较强,所以体内的部分农药残留会被降解,而未被降解的部分则会随着排泄物和代谢产物从土壤中被带走。

最后,昆虫修复则是利用某些昆虫对特定污染物具有耐受性或富集性。例如,蚜虫能够富集和积累重金属,而蛾幼虫则能够降解多环芳烃。通过引入这些昆虫到污染土壤中,可以实现污染物的固化或降解。此外,昆虫的活动也能够改善土壤结构,增加土壤通气性和渗透性,从而促进污染物的降解<sup>[4]</sup>。

### 5.3 微生物修复技术在污染土壤治理中的应用

微生物修复技术是利用微生物对有机污染物具有降解能力的特性,通过引入或者活化土壤中的降解菌株,促进有机污染物的生物降解,从而实现对污染土壤的修复。该技术具有操作简单、成本低廉、无二次污染等优点,因此在污染土壤的修复治理中得到了广泛应用。微生物修复技术在污染土壤治理中的主要应用措施包括生物萃取法、生物固化法、生物渗滤法和生物通风法等。

生物萃取法是指在污染土壤中加入具有特定降解能力的微生物菌株或者菌剂,利用微生物的代谢过程将有机污染物转化为无毒或低毒的产物,从而达到修复目的。该方法操作简单,只需将微生物菌剂均匀喷洒或混合到污染土壤中即可。

但是,由于微生物的活性和降解效率受多种环境因素的影响,因此在实际应用中,还需要对土壤环境进行适当调节,以确保微生物的最佳生长状态。

生物固化法则是利用微生物的代谢过程将可溶性有机污染物转化为不溶性或低溶性的化合物,从而固定在土壤基质中,降低污染物的迁移性和生物有效性。该方法常用于处理重金属和持久性有机污染物污染。生物渗滤法是指在污染土壤中建立渗滤系统,通过注入含有降解菌株的营养液,促进微生物在渗滤过程中对有机污染物进行降解。该方法可以有效提高微生物与污染物的接触面积,提高降解效率。

生物通风法则是在污染土壤中引入空气,为需氧微生物提供氧气,促进其对有机污染物的降解。该方法常与其他微生物修复技术相结合使用,以提高整体修复效果。除了上述几种主要应用措施外,微生物修复技术还可以与其他物理化学修复技术相结合,发挥协同作用,从而提高修复效率。

需要注意的是,虽然微生物修复技术具有诸多优势,但也存在一些局限性。首先,不同的微生物菌株对不同种类的有机污染物具有不同的降解能力,因此在实际应用中需要根据污染物的种类选择合适的微生物菌株。其次,微生物的活性和降解效率受多种环境因素的影响,需要对土壤环境进行适当调节。此外,对于某些持久性有机污染物,微生物降解效率较低,需要与其他修复技术相结合<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

综上所述,生态修复治理技术在污染土壤治理中发挥了重要作用,具有广阔的应用前景和发展空间。我们应充分利用其优势,克服面临的挑战,推动生态修复治理技术在污染土壤治理中的广泛应用和发展,为保护生态环境和人类健康作出重要贡献。

### 参考文献

- [1] 常姣姣.植物修复技术在土壤污染治理中的环保应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2024(3):138-141.
- [2] 牛立坤.关于生物修复技术在土壤污染治理中的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)农业科学,2024(3):101-104.
- [3] 费云清.生态修复技术在城市河道污染治理中的应用[J].江苏水利,2024(2):70-72.
- [4] 张雅琼.植物修复技术在农田土壤污染治理中的应用与效果验证[J].皮革制作与环保科技,2024,5(2):99-101.
- [5] 王光武,骆骅,周伟.生物修复技术在土壤污染治理领域的应用[J].资源节约与环保,2024(1):22-26.