

# 污染土壤修复技术研究现状与趋势

袁利芬

中新苏州工业园区清城环境发展有限公司 江苏 苏州 215000

**摘要:** 污染土壤修复技术是解决土壤污染问题的关键手段,包括工程修复技术、热处理修复技术、淋洗技术等。联合修复技术通过综合利用不同修复技术的优点,可提高修复效率和效果。本文总结了污染土壤修复技术的研究现状和发展趋势,表明未来污染土壤修复技术将向联合修复技术为主导、多种修复技术相结合的多元化技术体系方向发展,同时注重智能化修复技术的应用和绿色可持续发展的方向。

**关键词:** 污染土壤; 修复技术; 现状; 趋势

引言: 污染土壤修复技术是环境保护和人类健康的重要领域。随着工业化和城市化的发展,土壤污染问题越来越严重,修复技术的研究和发展变得越来越重要。目前,单一修复技术虽然具有一定的局限性,但联合修复技术可以综合利用各种修复技术的优点,提高修复效率和效果。未来,污染土壤修复技术将注重智能化修复技术的应用和绿色可持续发展的方向。

## 1 污染土壤修复的意义

(1) 保护生态环境: 土壤是自然生态系统的重要组成部分,对维持生态平衡起着至关重要的作用。被污染的土壤不仅会影响土壤自身的生态功能,还会对地下水和地表水等产生负面影响,进而影响整个生态系统的健康。修复污染土壤,可以减少土壤中有毒有害物质的含量,从而保护生态环境。(2) 保障人类健康: 土壤污染会导致地下水、地表水、大气等环境污染,进而影响人类的生活质量和健康。污染土壤修复可以减少有毒有害物质进入食物链,降低污染物对人体健康的危害。此外,污染土壤修复还可以减少土壤中的病原微生物,降低传染病的发生风险。(3) 提高环境质量: 污染土壤修复有助于改善环境质量,提高人们的生活水平。土壤污染不仅影响人类的生存环境,还会对其他生物造成危害,破坏生态平衡。通过污染土壤修复,可以减少污染物对环境的影响,保护生物多样性,提高生态系统的稳定性和抗干扰能力<sup>[1]</sup>。(4) 保障国家粮食安全。土壤是农业生产的基础,是粮食生产的重要条件。受到污染的土壤会导致农作物生长受阻,降低产量,甚至导致农产品中有害物质超标,影响食品安全。通过污染土壤修复技术,可以消除或降低土壤中的污染物,恢复土壤的生产力,从而保障国家粮食安全。(5) 促进生态文明建设。土壤污染修复技术的研究和应用,有助于提高人们对环境保护的认识和重视程度,培养人们绿色生活、低碳生活的

理念,促进生态文明建设。同时,土壤污染修复技术的研究和应用也为生态环境保护提供了有力的科技支撑。

(6) 提高资源利用效率。土壤是地球上有限的宝贵资源,具有很高的再利用价值。通过污染土壤修复技术,可以挖掘土壤的潜在价值,提高土地资源的利用效率。例如,对于受到重金属污染的土壤,可以通过植物修复、化学还原等方法,将重金属转化为无害物质,从而实现土壤的再利用。

## 2 污染土壤修复技术研究现状

### 2.1 工程修复技术

(1) 工程修复技术的应用范围非常广泛。在实践中,工程修复技术可以解决一些比较严重的土壤污染问题。对于一些重金属污染严重的土壤,可以采取换土的方法。换土的方法是用良土替代被污染的土壤,从而改变土壤的组成和性质。这种方法的优点是能够彻底改善土壤环境,但需要解决好新土来源和运输费用等相关问题。(2) 排水换土。排水换土的原理是通过将表层土壤中的有毒有害物质去除,然后填充新的土壤。这种方法主要适用于受到石油、有机溶剂等物质严重污染的土壤。在进行排水换土之前,需要仔细分析土壤的污染程度和来源,同时要注意保持土壤的水分和养分,以减少对土地的影响。(3) 深耕翻土。深耕翻土的原理是通过将表层和深层土壤翻耕混匀,以改变土壤的结构和性质。这种方法主要适用于受到重金属污染的土壤。在进行深耕翻土之后,需要检测土壤的质量是否得到了改善,同时要注意保持土壤的水分和养分,以减少对土地的影响。(4) 工程修复技术的应用需要注意以下几点。首先,要慎重考虑工程修复技术的适用性,不能盲目应用。其次,要选择合适工程修复技术,以确保修复效果和质量。再次,要考虑到工程修复技术对环境的影响,尽量避免对环境造成二次污染。同时,还需要注意

工程修复技术的成本效益,尽可能降低修复成本。

## 2.2 热处理修复技术

(1) 热处理修复技术的主要原理是利用热量来破坏土壤中的重金属稳定性,促使重金属在高温下挥发或分解成气态物质。这一过程中,加热土壤可以使其中的水分蒸发,同时也可以将有机污染物热解或分解成无害的二氧化碳和水蒸气。此外,高温还可以促进土壤中的化学反应,使有害物质转化为更易于去除的形式。(2) 热处理修复技术可以分为直接加热和间接加热两种方式。直接加热是指将空气、氧气或水蒸气直接通入到污染土壤中,通过加热土壤颗粒和气体之间的热交换来提高土壤温度。而间接加热则是将土壤装入热传导性能良好的容器中,通过外部加热容器来提高土壤温度。(3) 热处理修复技术的应用还涉及到一些重要因素。首先,加热温度是热处理修复技术的关键参数之一。不同的重金属元素具有不同的升华点和熔点,因此需要根据实际情况选择合适的加热温度。其次,土壤的含水量也是影响热处理修复效果的重要因素之一。为了达到最佳修复效果,需要在加热前将土壤进行干燥处理。此外,土壤的粒度和组成也会影响热处理修复效果。为了使修复效果更加稳定可靠,需要将土壤进行破碎和混合。

## 2.3 淋洗技术

(1) 淋洗技术是一种常用的污染土壤修复方法,其主要原理是通过将清洁的液体或溶液喷洒在污染土壤上,以去除土壤中的有害物质。这些清洁的液体或溶液可以与土壤中的有害物质发生化学反应或物理作用,从而将有害物质溶解、吸附或冲洗掉。(2) 淋洗技术可以分为原位淋洗和异位淋洗两种方式。原位淋洗是指将清洁的液体或溶液直接喷洒在污染土壤上,从而去除土壤中的有害物质。而异位淋洗则将污染土壤挖掘出来,并将其运输到另一个地方进行淋洗处理。两种淋洗方式具有各自的特点和适用范围,需要根据实际情况选择合适的淋洗方式。(3) 在进行淋洗处理时,需要选择合适的清洁液体或溶液。这些液体或溶液可以是水、酸、碱、盐或其他化学试剂。此外,还可以使用表面活性剂等物质来增强淋洗效果。在选择清洁液体或溶液时,需要考虑土壤的成分、性质和污染程度等因素,以及经济成本和环保要求等因素<sup>[2]</sup>。(4) 淋洗技术在实际应用中也存在一些难点和挑战。首先,淋洗过程中需要控制液体的用量和流速,以避免对土壤造成过大的压力和损害。其次,淋洗后需要处理含有有害物质的废液,这会增加处理成本和难度。此外,淋洗技术对土壤的结构和地下水可能会造成一定的影响和损害,需要加强环境保护措

施。同时,还需要加强技术研究和开发,提高淋洗技术的效率和稳定性。

## 2.4 植物修复技术

首先,植物修复技术是一种基于生态系统的修复方法,利用植物及其根际微生物的相互作用来去除土壤中的污染物。这种技术具有成本低、实施简单、对环境影响小等优点,因此被广泛应用于各种污染土壤的修复。

(1) 植物修复技术的工作原理主要基于植物根系的吸附和富集能力,以及植物与根际微生物的相互作用。植物通过吸收和积累污染物,将污染物从土壤中分离出来。此外,植物的根系可以分泌出一些物质,这些物质可以促进土壤中某些微生物的生长和繁殖,从而增强微生物对污染物的分解和转化能力。(2) 植物修复技术可以分为原位修复和异位修复两种方式。原位修复是指直接在污染土壤上种植植物,利用植物和根际微生物的相互作用来去除污染物。异位修复则将污染土壤挖掘出来,然后在另一个地方种植植物,以去除污染物。两种修复方式具有各自的特点和适用范围,需要根据实际情况选择合适的修复方式。(3) 植物修复技术也存在一些不足和挑战。首先,植物修复技术的效果主要取决于植物的选择和生长条件。不同植物对不同污染物有着不同的吸附和富集能力,因此需要根据实际情况选择合适的植物种类和生长条件。其次,植物修复技术的周期较长,需要一定的时间才能达到理想的修复效果。此外,植物修复技术也存在处理不彻底、难以规模化应用等不足。在实际应用中需要根据具体情况选择合适的植物修复技术,以达到最佳的修复效果。同时,需要加强技术研究和开发,提高植物修复技术的效率和稳定性。

## 2.5 微生物修复技术

(1) 微生物修复技术是一种利用微生物群落对污染土壤进行修复的技术。该技术主要通过微生物的生物活性,将土壤中的有害物质转化为无害或低毒性的物质,从而达到修复土壤的目的。(2) 微生物修复技术的工作原理主要基于微生物的吸附和转化能力。微生物通过自身的细胞结构和酶系统,对土壤中的污染物进行吸附和转化。在这个过程中,微生物可以将污染物转化为无害或低毒性的物质,从而降低土壤中的污染物浓度。此外,微生物还可以通过自身的生长和繁殖,增加土壤中的有机质含量,改善土壤结构,促进土壤中水分和营养元素的循环。(3) 在实际应用中需要根据具体情况选择合适的微生物修复技术,以达到最佳的修复效果。首先,需要选择适合当地环境、具有较强吸附和转化能力的微生物种类。其次,需要优化微生物的接种和培养条

件,提高微生物对污染物的降解效率。此外,需要结合其他修复技术,如化学修复、物理修复等,实现协同作用和效果增强。

### 2.6 联合修复技术

联合修复技术是一种利用两种或多种修复技术联合作用来达到更佳修复效果的技术。这种技术结合了不同修复技术的优点,可以更全面地处理污染土壤的各种问题,提高修复效率和效果。(1)联合修复技术在实际应用中具有很大的优势。一方面,联合修复技术可以综合利用不同修复技术的优点,弥补单一修复技术的不足。例如,化学修复技术可以快速降低土壤中的重金属浓度,但可能会对土壤结构造成破坏;生物修复技术可以有效地去除有机污染物,但处理周期较长。将这两种技术联合使用,可以取长补短,达到更好的修复效果。另一方面,联合修复技术可以减少二次污染的风险。例如,在化学修复过程中,可以通过控制试剂的用量和种类来减少对土壤和地下水的损害;在生物修复过程中,可以选取对环境友好的微生物种类,避免对土壤生态造成不良影响<sup>[3]</sup>。(2)在实际应用中,联合修复技术可以分为多种不同的组合。例如,可以将化学修复和生物修复联合使用,通过化学试剂的作用快速降低重金属浓度,然后利用微生物的作用将有机污染物分解为无害物质。也可以将物理修复和生物修复联合使用,通过物理手段将污染物从土壤中分离出来,然后利用微生物的作用将剩余污染物分解为无害物质。此外,还可以将物理修复和化学修复联合使用,通过物理手段将污染物从土壤中分离出来,然后利用化学试剂的作用将污染物转化为无害物质。

### 3 污染土壤修复技术发展趋势

(1)单一修复技术向联合修复技术的转变。单一修复技术虽然具有一定的局限性,但联合修复技术可以综合利用各种修复技术的优点,提高修复效率和效果。因此,未来污染土壤修复技术的发展趋势将是联合修复

技术为主导,多种修复技术相结合的多元化技术体系。

(2)智能化修复技术将得到更广泛的应用。随着大数据和人工智能技术的不断发展,基于这些技术的智能化修复技术可以实现对污染土壤的快速检测、分析和修复,具有高效、精准和自动化的优点。未来,这种技术将得到更广泛的应用,成为污染土壤修复领域的新方向。

(3)注重生态环境的保护和可持续发展。在污染土壤修复过程中,不仅要达到去除污染物的目的,还要注重保护生态环境,避免对环境造成二次污染。因此,未来污染土壤修复技术的发展将越来越注重生态环境的保护和可持续发展,实现经济效益、社会效益和生态效益的统一<sup>[4]</sup>。(4)绿色和可持续修复技术:随着环保意识的提高,对污染土壤的修复技术需要更加绿色和可持续。未来的修复技术将更加注重环境保护和资源利用,尽可能减少对环境的影响。例如,可以采取低能耗、低水耗的修复技术,如热解析、微波加热等;也可以采取环境友好的生物修复技术,如利用蚯蚓等土壤生物对污染物进行降解和转化。

结语:总之,污染土壤修复技术的研究和发展是改善人类生存环境和促进生态文明建设的重要措施。未来,需要进一步加强对污染土壤修复技术的研究和应用,以保护生态环境和人类健康。同时,需要加强智能化修复技术和绿色可持续发展的方向的研究和应用,为解决土壤污染问题提供更加科学和有效的解决方案。

### 参考文献

- [1]李海明,胡群,徐琳,等.污染土壤修复技术研究现状与趋势[J].生态环境,2020,02(04):33-37.
- [2]郭鹏,王姝,王婧.污染土壤修复技术研究现状与趋势[J].安徽农业科学,2020,48(07):69-73.
- [3]高阳,马进,王婧.污染土壤修复技术研究现状与趋势[J].中国环境管理干部学院学报,2020,30(04):56-60.
- [4]王海燕,张军,李宁.污染土壤修复技术研究现状与趋势[J].环境科学与技术,2020,43(07):89-94.