

# 工业地块中重金属污染土壤修复对策思考

罗丽芳<sup>1</sup> 邢涛<sup>2</sup> 徐双<sup>1\*</sup>

1. 新疆天合环境技术咨询有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

2. 中航油新疆航空油料有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 随着工业化的推进, 中国城市化建设也在不断加快, 许多工业地块被开发为住宅、商业和公共设施用地。然而, 这些工业地块在之前的使用过程中, 很可能存在重金属污染问题, 这给环境和人类健康带来了极大的隐患。因此, 研究工业地块中重金属污染土壤修复对策具有重要意义。论文将针对这一问题, 探讨重金属污染土壤修复的危害, 对中国工业地块重金属污染土壤修复的对策进行总结, 以期引起广大读者对重金属污染土壤问题的关注。

**关键词:** 工业地块; 重金属污染; 土壤修复; 对策

## Reflections on Remediation Strategies for Heavy Metal Contaminated Soil in Industrial Sites

Lifang Luo<sup>1</sup> Tao Xing<sup>2</sup> Shuang Xu<sup>1\*</sup>

1. Xinjiang Tianhe Environmental Technology Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

2. AVIC Xinjiang Aviation Fuel Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the advancement of industrialization, China's urbanization construction is also accelerating, and many industrial plots have been developed into residential, commercial, and public facility land. However, these industrial plots are likely to have heavy metal pollution issues during their previous use, which poses great risks to the environment and human health. Therefore, studying the remediation strategies for heavy metal contaminated soil in industrial plots is of great significance. The paper will focus on this issue, explore the hazards of heavy metal contaminated soil remediation, and summarize the strategies for heavy metal contaminated soil remediation in industrial plots in China, in order to attract the attention of readers to the problem of heavy metal contaminated soil.

**Keywords:** industrial plots; heavy metal pollution; soil remediation; countermeasure

### 1 引言

重金属污染土壤的主要来源包括工业排放、农业生产过程中的化肥和农药使用、生活垃圾以及废弃物处理等。目前, 中国工业地块重金属污染土壤的现状不容乐观, 部分地区土壤重金属含量严重超标, 对生态环境和人类健康造成了极大的威胁。因此, 完善的政策和监管体系是确保重金属污染土壤修复工作顺利推进的关键。

### 2 土壤重金属污染危害

土壤重金属污染对环境和人类健康造成了严重的危害。重金属污染土壤可能会导致土壤质量下降, 影响农作物的生长和产量。同时, 重金属通过食物链进入人体, 对人体器官和生理功能造成损害, 如导致肝脏、肾脏和神经系统的损伤。此外, 重金属还可能对生态系统产生长期影响, 破坏生物多样性和生态平衡。因此, 进行土壤重金属污染的修复对策至关重要, 以减轻对环境和人类健康的危害。

土壤重金属污染的成因和来源有多种。其中, 主要原因之一是工业活动和废物的排放。工业过程中使用的金属元素(如铅、镉、汞等)常常会通过排放物被释放到大气、水体和土壤中<sup>[1]</sup>。此外, 农业和园艺活动也会导致土壤重金属

污染。农药和化肥中的金属元素长时间使用后会积累在土壤中, 并逐渐升高其重金属含量。此外, 城市废弃物的不当处理和垃圾填埋场的渗滤液也会导致土壤重金属污染。因此, 我们需要采取有效措施来减少工业排放、规范农业活动以及加强城市废物处理, 以降低土壤重金属污染的来源和程度(见图1)。



图1 土壤重金属污染

### 3 重金属污染土壤修复技术

#### 3.1 物理修复技术

物理修复方法是一种常用的重金属污染土壤修复方法之一。其中，土壤剥离法是一种有效的物理修复方法。土壤剥离法通过将污染物质与受污染土壤分离，从而降低土壤中的重金属污染程度。这种方法通常使用机械设备，如挖掘机和装载机，将受污染土壤从地下剥离出来，然后进行处理或填埋。土壤剥离法可以快速有效地去除重金属污染物，但它也可能引起土壤侵蚀和环境二次污染的问题，因此在实施过程中需要严格的监测和管理。此外，土壤筛选方法也是物理修复方法的一种。土壤筛选方法通过使用筛网或振动筛等设备，将受污染的土壤与重金属污染物分离。这种方法可以有效地去除粒径较大的污染物，如碎石、树木残渣等。土壤筛选方法相对于土壤剥离法来说更加精细和选异，能够减少对环境的二次污染，并且可以将筛选出的清洁土壤进行回填和利用。然而，土壤筛选方法需要更复杂的设备和工序，并且操作难度较大，因此在实施时需要充分考虑工程成本和可行性。

#### 3.2 化学修复技术

土壤改良剂可以通过调节土壤 pH 值、促进重金属的钝化、减少重金属与土壤颗粒的吸附能力，从而帮助减少土壤中重金属的含量。此外，土壤改良剂还可以增强土壤的保水能力，提高植物的抗逆性，从而促进植物生长并加速土壤修复的过程。选择合适的土壤改良剂，根据实际情况进行施用，可以有效地修复工业地块中重金属污染的土壤。此外，还可以采用离子交换技术来进行化学修复。离子交换技术基于离子在土壤与修复剂之间的交换作用，通过使用具有交换性能的材料将重金属离子从土壤中吸附并迅速转移出去。这种方法能够在短时间内显著降低土壤中重金属的含量，并减少对环境和生态系统的潜在风险。然而，离子交换技术具有一定的成本和资源消耗，因此在选择合适的修复方法时需要综合考虑修复效果、经济性和可行性。此外，还可以利用氧化还原技术来进行化学修复。氧化还原技术主要通过改变土壤中重金属的化学状态来降低其毒性和迁移能力。常见的氧化还原技术包括还原剂和氧化剂的使用，通过与土壤中的重金属发生反应，从而改变其形态和溶解度<sup>[2]</sup>。例如，还原剂可以还原土壤中重金属的氧化物形态为可溶性形态，从而使其易于迁移出土壤。而氧化剂则可以氧化土壤中的重金属离子，使其转化为难溶性沉淀物，从而减少其生物有效性和迁移性。利用氧化还原技术进行土壤修复，需要对土壤特性和重金属的化学行为进行深入研究，以选择合适的修复剂和处理条件。

#### 3.3 生物修复技术

微生物修复方法是利用某些具有重金属耐受性的微生物来降解和吸收污染物，从而减少土壤中的污染程度。常用的微生物修复方法包括原位生物修复和外源生物修复。原位生

物修复是通过改变土壤环境来促进现有微生物的活性，如调节土壤的 pH 值或添加有机物质来提供营养。外源生物修复则是通过引入外来微生物来修复土壤污染，这些微生物可以更有效地降解重金属。微生物修复方法具有成本低、效果好、环境友好等优点，但同时也面临着应用过程中参数控制的难题。因此，进一步的研究和实践是必要的，以提高微生物修复方法在工业地块中重金属污染土壤修复中的应用效果。

植物修复方法是另一种常用的重金属污染土壤修复方法。通过选择适应重金属污染环境的植物进行种植，可以有效吸收和限制重金属的迁移。具有重金属超富集能力的植物被称为超富集植物，它们可以将重金属富集在地上部分，并通过剪除或挖掘来去除重金属。而有些植物则能通过根系分泌物、根固定和根际微生物的相互作用来减少污染物的毒性和迁移。植物修复方法对土壤改良和生态恢复具有重要意义，但其效果受到环境因素和植物适应性的限制，因此需要选择适应性强、修复效果好的植物进行种植，并结合其他修复方法来提高修复效果。

#### 3.4 植物修复技术

在植物修复方法中，一种常用的策略是采用超积累植物。超积累植物是指具有富集能力的植物，能够将重金属从土壤中吸收并富集在根部或地上部分。通过种植超积累植物，可以有效地减少土壤中的重金属含量，进一步修复污染土壤。此外，超积累植物还常被利用于植物矿物化技术，通过将富集的重金属植物焚烧或堆肥处理，将重金属转化为矿物形式，从而减少其毒性和潜在的生态风险。超积累植物修复方法具有成本较低、操作简单等优点，因此在工业地块中被广泛应用于重金属污染土壤的修复。除了超积累植物，另一种常见的植物修复方法是利用菌根。菌根是植物根系与真菌共生形成的一种生物体系，能够增强植物对土壤中重金属的耐受性和吸收能力<sup>[3]</sup>。通过与菌根的共生关系，植物的根系可以更好地吸收土壤中的养分和水分，同时减少重金属对植物的毒害作用。菌根还可以分解土壤中的有机物质，使得土壤的结构得到改善，从而有利于修复重金属污染土壤。在工业地块中，利用菌根修复土壤不仅可以减少重金属的毒性，还可以增加土壤的生物多样性，促进土壤的生态恢复（见图 2）。

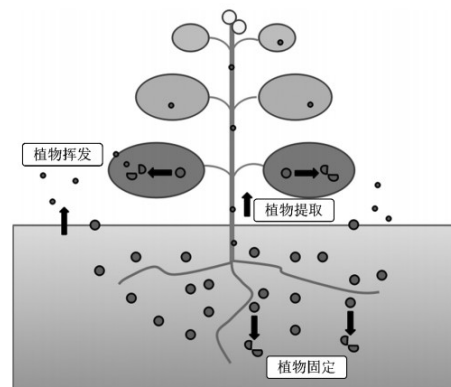


图 2 土壤重金属污染植物修复机理

## 4 工业地块中重金属污染土壤修复对策

### 4.1 加强技术研发与创新

加强技术研发与创新对于工业地块中重金属污染土壤修复具有重要意义。第一,通过技术研发和创新可以提高修复效果和效率,减少修复成本。例如,开发和应用新型的修复材料和技术可以有效地吸附和稳定化重金属污染物,快速减少土壤中重金属含量。第二,技术的研发和创新可以提供更可持续的修复方案。通过开发使用生物修复、植物修复等低成本环保技术,可以降低对外部资源的依赖,同时减少二次污染风险。此外,技术的研发和创新还可以提供更加精确和准确的修复监测和评估手段,帮助判断修复效果并及时调整修复策略<sup>[4]</sup>。因此,加强技术研发和创新是工业地块中重金属污染土壤修复的重要对策之一。此外,加强技术研发与创新还可以促进修复技术的推广和应用。通过研发出更加简便易行的修复技术,可以降低实施门槛,使更多的地方可以采用相应的修复策略。此外,技术的研发和创新也可以提高修复技术的可行性和适用性,使其能够适应不同地区和不同类型的土壤污染情况。通过开展技术交流和合作,可以促进各地区之间的经验互换和合作,加快修复技术的推广和应用速度。因此,加强技术研发与创新对于解决工业地块中重金属污染土壤修复问题具有重要意义。

### 4.2 完善政策法规体系

政策法规的完善可以确立相关的管理规范和监督制度,为重金属污染土壤修复工作提供法律依据和操作指南。同时,政策法规的制定可以引导企业合规运营,促使其落实更严格的环境保护措施。此外,完善政策法规体系还可以鼓励工业企业进行技术创新和研发,推动修复技术的不断进步和应用。通过加强政策法规建设,可以提高工业地块中重金属污染土壤修复的专业化水平和效果,从根本上保护生态环境和人民健康。此外,政府还应加强对重金属污染土壤修复的监督和执法力度。通过加强监督检查和加大处罚力度,可以促使企业真正采取措施减少污染物排放,加强污染源治理。同时,政府还应加强对修复工作的监测和评估,确保修复效果符合相关标准和要求。此外,政府还应建立健全的信息公开制度,确保公众能够了解到重金属污染土壤修复的进展情况,增强公众参与意识和环境保护意识<sup>[5]</sup>。

此外,重金属污染土壤修复还需要加强科技创新和技术研发。政府应加大对相关科研机构和高校的支持力度,鼓励他们在重金属污染土壤修复技术上进行创新和突破。此外,政府还应建立科技成果转化和推广应用的机制,确保修复技术能够得到有效地推广和应用。同时,政府还可以鼓励企业进行技术引进和合作,加强国际合作,借鉴和吸收国外先进的修复技术和经验,从而提高中国重金属污染土壤修复

的水平和效能。

### 4.3 加大资金投入

在修复重金属污染土壤的过程中,需要投入大量的资金来进行污染源治理、土壤修复和监测等工作。这些资金可以用于采购高效的污染治理设备和技术,如化学修复剂和生物修复菌剂,以及土壤修复工程的建设和维护。同时,还需要投入资金来进行监测和评估工作,以确保修复效果的持续和稳定。因此,加大资金投入对于工业地块中重金属污染土壤的修复至关重要。此外,加大资金投入还可以用于开展科学研究和技术创新。通过深入的研究和技术创新,可以开发出更高效、更经济、更环保的重金属污染土壤修复方法和技术。这将有助于加快修复过程,减少投入成本,提高修复效果。因此,加大资金投入不仅可以推动当前工业地块中重金属污染土壤的修复工作,还可以促进未来修复技术的发展和推广。此外,加大资金投入还可以加强相关人员的培训和教育。重金属污染土壤修复是一项复杂的工作,需要专业的人才进行指导和实施。通过针相关人员的培训和教育,可以提高他们的专业素养和技能水平,增强他们对于重金属污染土壤修复工作的理解和应对能力。这将有助于优化修复策略和方案,提高修复效率和质量。

## 5 结语

总之,工业地块中重金属污染土壤修复对策是一个长期而艰巨的任务。只有通过加强技术研发与创新、完善政策法规体系、加大资金投入等多方面的努力,才能有效解决重金属污染土壤修复问题,保障中国土地资源的可持续利用和人类健康。

### 参考文献:

- [1] 刘海华,张倩,李瑞娟,等.重金属污染土壤修复技术研究进展[J].工业催化,2022,30(10):16-20.
- [2] 刘瑞凡.重金属污染土壤修复技术及其修复实践探讨[J].大众标准化,2022(19):52-54.
- [3] 张益硕,周仲魁,杨顺景,等.重金属污染土壤修复原理与技术[J].有色金属(冶炼部分),2022(10):124-134.
- [4] 李浩,杨玉,薛晓东.浅议重金属污染土壤修复技术及其修复实践[J].清洗世界,2022,38(9):69-71.
- [5] 刘效栋.土壤中重金属污染现状分析与防治策略[J].世界有色金属,2020(21):188-189.

作者简介:罗丽芳(1994-),女,中国甘肃定西人,硕士,工程师,从事环境管理学研究。

通讯作者:徐双(1991-),女,中国重庆人,硕士,工程师,从事环境工程研究。