

矿山生态修复中的土壤污染治理与生态重建

霍明志^{1,2} 房鸿鹏^{1,2} 郑晓瑞^{1,2}

1. 核工业二四三大队 内蒙古 赤峰 024000

2. 中核大地生态科技有限公司赤峰市分公司 内蒙古 赤峰 024000

摘要: 随着矿产资源的大规模开发, 矿山生态环境问题日益凸显, 尤其是土壤污染问题对生态系统造成了严重破坏。本文旨在探讨矿山生态修复中的土壤污染治理与生态重建策略, 通过分析土壤污染现状及成因, 提出综合性的治理与重建措施, 为矿山生态环境的可持续发展提供参考。

关键词: 矿山生态修复; 土壤污染治理; 生态重建; 物理治理

引言

矿山开采活动在为经济社会发展提供重要物质支撑的同时, 也带来了严重的生态环境问题, 其中土壤污染尤为突出。矿山开采过程中, 重金属、化学药剂等污染物渗入土壤, 导致土壤质量下降, 生态系统功能受损。

1 矿山土壤污染现状及成因分析

1.1 现状

矿山土壤污染是一个全球性的问题, 其表现形式多样, 但主要以重金属污染和有机污染为主。重金属污染是矿山土壤污染中最为突出的问题之一。在矿山开采、选矿和冶炼过程中, 大量的重金属如铅、锌、镉、汞、铜、铬等被释放到环境中, 并通过各种途径渗入土壤。这些重金属在土壤中积累, 不仅改变了土壤的物理化学性质, 还抑制了土壤微生物的生长和繁殖, 破坏了土壤的生态平衡。同时, 重金属还能通过植物根系吸收进入植物体内, 进而通过食物链传递给人类, 对人类健康构成威胁。除了重金属污染, 有机污染也是矿山土壤污染的重要方面。在矿山开采过程中, 使用的机油、柴油等石油烃类物质, 以及选矿、冶炼过程中产生的多环芳烃等有机污染物, 都会随着废水、废渣的排放而渗入土壤。这些有机污染物在土壤中难以降解, 长期积累会对土壤造成严重的污染。它们不仅影响土壤微生物的活性, 还抑制植物的生长和发育, 降低农作物的产量和品质^[1]。矿山土壤污染对生态系统的影响是深远且不可逆转的。污染物的积累会破坏土壤的结构和功能, 导致土壤肥力下降, 植物生长受阻, 生物多样性减少。同时, 污染物还可能通过地表径流和地下水渗透等方式扩散到更广泛的区域, 对周边环境和生态系统造成进一步的破坏。

1.2 成因

矿山土壤污染的主要成因可以归结为以下几个方面: 首先, 矿山开采过程中的废弃物堆放是土壤污染的

重要来源之一。在矿山开采过程中, 会产生大量的废石、尾矿等废弃物, 这些废弃物中往往含有大量的重金属和有机污染物。如果废弃物堆放不当或管理不善, 就容易导致污染物渗入土壤, 造成土壤污染。其次, 尾矿库的渗漏也是矿山土壤污染的一个重要原因。尾矿库是用来储存尾矿的设施, 但由于尾矿中含有大量的水分和污染物, 如果尾矿库的防渗措施不到位, 就容易导致尾矿库渗漏, 污染物随渗漏水渗入土壤, 造成土壤污染。再者, 废水排放是矿山土壤污染的另一个重要途径。在矿山开采、选矿和冶炼过程中, 会产生大量的废水, 这些废水中往往含有重金属、有机污染物等有害物质。如果废水未经处理或处理不当就直接排放到环境中, 就会对周边土壤造成严重的污染。此外, 矿山开采活动对地表植被的破坏也是导致土壤污染的一个重要因素。在矿山开采过程中, 往往需要砍伐树木、铲除植被等, 这会导致土壤裸露, 易受风化和侵蚀。同时, 裸露的土壤也更容易吸收和积累污染物, 从而加重土壤污染的程度。

2 土壤污染治理措施

2.1 物理治理

物理治理是土壤污染治理中的一种直接且有效的方法, 主要包括客土覆盖、表土转换、土壤翻耕等措施。客土覆盖是一种常用的物理治理方法。它利用异地熟土覆盖在受污染的土壤表层, 形成一层隔离层, 有效隔离污染物与植物根系的直接接触, 从而防止污染物通过植物吸收进入食物链。这种方法适用于污染程度较重、污染物难以降解的土壤区域。表土转换则是在采矿活动开始之前, 将表层土壤取走并妥善保存。待采矿工程结束后, 再将保存的表层土壤放回原处。这样可以保护原有的土壤生态系统和土壤肥力, 减少采矿活动对土壤的破坏和污染。土壤翻耕是通过机械手段对土壤进行深耕、松土等操作, 以改善土壤结构, 提高土壤的通气性和透

水性。翻耕可以促进土壤中微生物的活动,加速有机物的分解,从而促进污染物的转化和降解。同时,翻耕还可以将表层污染物混入深层土壤,降低其生物有效性,减少其对植物和生态系统的危害。

2.2 化学治理

化学治理是利用化学药剂对土壤进行改良和修复的一种方法。根据土壤污染的类型和程度,可以选择不同的化学药剂进行治理。对于重金属污染土壤,可以使用中和剂来调节土壤的酸碱度,降低重金属的活性。例如,加入石灰等碱性物质可以提高土壤的pH值,使重金属离子形成氢氧化物沉淀,从而减少其在土壤中的迁移性和生物有效性。沉淀剂也是治理重金属污染土壤的一种有效化学药剂。它可以与重金属离子发生化学反应,形成难溶性的沉淀物,从而固定重金属离子,防止其通过土壤溶液迁移和扩散。吸附剂则是一种能够吸附土壤中重金属离子或有机污染物的化学药剂。它具有较大的比表面积和吸附容量,能够有效地将污染物从土壤中吸附出来,降低其生物有效性。常见的吸附剂包括活性炭、沸石、膨润土等。

2.3 生物治理

生物治理是一种利用植物、微生物等自然力量来净化环境和改良土壤的方法,具有环保、经济、可持续等优点。植物修复技术是生物治理中的一种重要方法。它通过种植特定类型的植物来吸收土壤中的重金属或有机污染物。这些植物具有较强的吸收、富集和转化污染物的能力,可以将污染物从土壤中提取出来,并通过收获植物体将污染物带走,从而实现土壤的净化。微生物修复技术则是利用微生物的代谢活动来降解土壤中的有机污染物或转化重金属的形态。微生物具有强大的分解和转化能力,可以将有机污染物分解为无害物质,或者将重金属离子转化为低毒或无毒的形态。通过向土壤中添加特定的微生物菌剂或优化土壤微生物群落结构,可以提高微生物的修复效果^[2]。动物修复技术也是生物治理中的一种有效方法。它通过引入蚯蚓、线虫等土壤动物来改善土壤结构、提高土壤肥力。这些土壤动物在土壤中活动,可以疏松土壤、增加土壤通气性、促进有机物分解和养分循环,从而改善土壤环境,促进植物生长和生态系统恢复。同时,一些土壤动物还能够直接摄食土壤中的污染物,减少其对生态系统的危害。

3 生态重建措施

3.1 植被恢复

植被恢复是矿山生态重建的核心与关键环节,对于恢复矿山生态系统的功能、提高生物多样性和增强生态

系统的稳定性具有至关重要的作用。在进行植被恢复时,首先需要根据矿山的具体情况和生态条件,进行详尽的生态调查与评估。这包括了解矿山的土壤类型、质地、酸碱度以及养分含量等土壤特性,以及当地的气候条件,如年降水量、温度、光照等。基于这些调查数据,科学地选择适应当地气候条件和土壤特性的本土植物进行种植。本土植物由于长期在当地生长,已经适应了当地的生态环境,具有较强的抗逆性和生存能力。因此,选择本土植物进行种植,不仅可以提高植被的恢复成功率,还能有效减少外来物种入侵的风险。在植被恢复的过程中,应注重构建多层次的植被结构。通过种植乔木、灌木和草本植物等不同类型的植物,形成高低错落、层次分明的植被群落。这种多层次的植被结构不仅可以增加生物多样性,为更多的生物提供栖息地和食物来源,还能提高生态系统的稳定性和自我恢复能力。此外,应结合乔木、灌木和草本植物的不同生态功能,实现生态系统的综合治理。乔木作为植被群落的主框架,可以提供遮荫、减少水土流失和改善小气候等功能;灌木则能在乔木之间形成过渡层,增加植被的覆盖度和密度;草本植物则能迅速覆盖地表,防止土壤侵蚀,同时不为土壤提供有机质和养分。通过合理配置这些不同类型的植物,可以充分发挥它们的生态功能,促进矿山生态系统的全面恢复。

3.2 水资源管理

水资源管理是矿山生态重建中不可或缺的一环,对于确保水资源的可持续利用、减少水土流失和污染物扩散,以及为植被恢复和生态重建提供良好的水环境具有至关重要的意义。为了实现有效的水资源管理,首先需要建立完善的雨水收集系统。这包括设计合理的集雨设施,如雨水收集池、蓄水池等,以充分利用自然资源。通过收集雨水,不仅可以为矿山生态重建提供必要的水源,还能减轻对地下水和地表水的过度开采,从而保护水资源并维持水生态的平衡。同时,污水处理设施的建设也是水资源管理的重要组成部分。在矿山开采和生态重建过程中,会产生一定量的废水,其中可能含有重金属、有机污染物等有害物质。如果这些废水未经处理直接排放,将对周边水体和土壤造成严重污染。因此,必须建设污水处理设施,对废水进行净化处理,确保达标排放或回用。除了雨水收集和污水处理,合理的水资源管理还需要注重水资源的节约和高效利用。这包括采用节水灌溉技术,如滴灌、喷灌等,减少灌溉过程中的水资源浪费;以及优化植被配置,选择耐旱、节水的植物种类,降低对水资源的需求。

3.3 长期监测与维护

长期监测与维护是矿山生态修复工作中不可或缺的一环,它对于评估治理和重建效果、及时发现并解决问题、确保生态修复工作的持续性和有效性具有至关重要的作用。为了全面了解土壤和植被的恢复情况,需要定期对它们进行监测。土壤监测主要包括土壤质量、土壤结构、土壤养分含量等指标的测定。通过土壤监测,可以及时发现土壤污染、土壤退化等问题,并采取相应的治理措施。植被监测则主要关注植被的覆盖率、种类多样性、生长状况等指标。通过植被监测,可以评估植被恢复的效果,了解植被群落的演替情况,为后续的植被管理提供科学依据。在监测过程中,一旦发现任何问题,如土壤污染加重、植被生长不良等,都需要立即采取措施进行解决。这可能包括调整治理方案、加强管理措施、引入新的生态修复技术等。通过及时发现并解决问题,可以确保生态修复工作的顺利进行,避免问题的积累和恶化。同时,为了跟踪记录重建效果,为后续的生态修复工作提供科学依据,需要建立长期的生态监测体系。这个体系应该包括定期的监测计划、科学的监测方法、准确的监测数据记录和分析等。通过长期的生态监测,可以了解生态系统的发展趋势,评估生态修复工作的成效,为未来的生态修复工作提供有力的支持^[3]。此外,长期监测与维护还需要注重公众参与和教育。通过加强公众对生态修复工作的认识 and 了解,提高公众的环保意识和参与度,可以形成全社会共同关注、共同参与生态修复的良好氛围。同时,通过对相关人员进行培训和教育,可以提高他们的专业素养和技能水平,为生态修复工作提供有力的人才保障。

4 案例分析:贺州市可达山矿区生态修复与土地整治项目

贺州市可达山矿区生态修复与土地整治项目是一个具有创新性和示范性的生态修复项目,该项目通过一系列科学有效的措施,成功改善了矿区及周边生态环境,同时促进了当地经济的发展和民生福祉的提升。在项目实施过程中,首先针对矿区土壤污染和破坏的问题,采取了置换矿区土壤的措施。通过引入异地熟土覆盖受污

染的土壤表层,有效隔离了污染物与植物根系的接触,为后续的植被恢复和生态重建奠定了坚实基础。这一措施不仅改善了土壤质量,还提高了土壤的生态功能。为了保障项目的顺利实施,项目方积极探索并实施了赋能绿色金融的策略。通过引入绿色金融工具,如绿色信贷、绿色债券等,为项目提供了充足的资金支持。这不仅降低了项目的融资成本,还提高了资金的使用效率,为生态修复工作的顺利进行提供了有力保障。在生态修复模式上,项目方大胆创新,探索出了“政府+企业+农业+旅游”的多元化修复模式。政府负责政策引导和监管,企业提供技术和资金支持,农业和旅游则作为生态修复后的产业支撑。这一模式不仅实现了生态修复与经济发展的有机结合,还为当地居民提供了更多的就业机会和收入来源。在消除安全隐患方面,项目方采取了挖高填低、修建混凝土挡墙等措施。通过挖高填低,平整了矿区地形,减少了地质灾害的风险;修建混凝土挡墙则有效防止了土石流等自然灾害的发生,确保了矿区及周边居民的安全。针对矿区内的水坑污染问题,项目方采用了纳米材料过滤等先进技术进行污染治理。通过纳米材料的吸附和过滤作用,有效去除了水坑中的有害物质,改善了水质,为后续的生态修复和水资源利用提供了有利条件。

结束语

矿山生态修复中的土壤污染治理与生态重建是一项复杂的系统工程,需要综合运用多种技术手段和管理措施。通过物理治理、化学治理和生物治理相结合的方法,可以有效降低土壤污染程度;通过植被恢复、水资源管理和长期监测与维护等措施,可以实现生态系统的恢复和重建。

参考文献

- [1] 重金属污染防治与土壤修复行业2016年发展综述[J]. 中国环保产业, 2017(11):17-22.
- [2] 吕倩. 关于矿山开采对生态环境的影响及矿区生态修复讨论[C]. 中国环境科学学会2015:770-773.
- [3] 张耀文, 邸利. 矿区土壤重金属污染及治理研究进展[J]. 现代农业科技, 2015(01):206+210.