

废弃矿山地质环境修复生态环境效应研究

张庆玖

兰坪白族普米族自治县自然资源局 云南 怒江 671400

摘要: 本文探讨了废弃矿山地质环境修复及其对生态环境的影响。通过对地形地貌、土壤与植被、水资源等方面的破坏问题进行分析,介绍了工程修复、生物修复和物理化学修复等主要修复技术。研究显示,这些修复技术对土壤结构、水质、植被恢复和生物多样性等方面产生了显著的生态环境效应。文章还提出了技术创新、监测评估体系完善以及管理政策强化等对策,以进一步提升废弃矿山地质环境修复的生态环境效应。

关键词: 废弃矿山;地质环境修复;生态环境效应

引言:废弃矿山的地质环境问题对生态环境造成了严重影响,包括地形地貌的破坏、土壤与植被的退化以及水资源的污染等。这些问题不仅损害了自然景观,还威胁到生态系统的稳定性和生物多样性。因此,开展废弃矿山地质环境修复工作显得尤为重要。本文将深入分析废弃矿山地质环境的问题,并探讨相应的修复技术及其对生态环境产生的积极效应。

1 废弃矿山地质环境问题分析

1.1 地形地貌破坏

在矿山开采过程中,大规模的挖掘和开采活动对原有的地形地貌造成了毁灭性的改变。以露天金属矿山为例,山体挖损现象极为普遍,原本连绵起伏的山脉被切割得支离破碎,形成巨大的矿坑和陡峭的边坡。如我国山西某铁矿,开采后留下了深达百米、面积超百公顷的矿坑,严重破坏了区域的自然景观协调性。同时,大量废渣无序堆积,形成了人造地貌。这些废渣堆积体不仅占用大量土地资源,还改变了区域的地形坡度和排水系统。据统计,每开采1万吨矿石,平均会产生3~5千吨废渣。废渣堆积体在雨水冲刷和重力作用下,极易引发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。例如,2019年陕西秦岭某废弃矿山因废渣堆积体失稳,发生大规模泥石流灾害,冲毁了下游的村庄和道路,造成重大人员伤亡和财产损失。此外,地形地貌的破坏还削弱了区域的水土保持能力,导致水土流失加剧,进一步破坏生态平衡。

1.2 土壤与植被破坏

矿山开采对土壤结构造成了严重破坏。开采过程中的机械碾压、挖掘等活动,使土壤变得紧实,孔隙度降低,通气性和透水性变差。同时,大量的废渣和尾矿堆积在土壤表层,其中含有的重金属(如铅、锌、镉、汞等)、硫化物等有害物质,通过雨水淋溶等方式进入土壤,造成土壤重金属污染和酸化。在铅锌矿废弃区域,

土壤中铅含量可高达背景值的数十倍甚至上百倍。土壤肥力也因养分流失和有害物质的毒害作用而显著下降,影响植物的生长和发育。植被破坏是废弃矿山面临的另一个严重问题。矿山开采直接摧毁了大量的天然植被,导致生物多样性减少^[1]。另外,受污染和破坏的土壤环境也不利于植被的自然恢复。在一些废弃矿山区域,植被覆盖率不足10%,远低于周边正常区域。植被的破坏使得生态系统的物质循环和能量流动受阻,生态系统服务功能严重削弱,如防风固沙、涵养水源、调节气候等功能大幅下降,进一步加剧了生态环境的恶化。

1.3 水资源污染与破坏

废弃矿山废水排放和废渣渗滤液是地表水和地下水污染的主要来源。矿山开采过程中产生的酸性废水,含有大量的重金属离子和有害物质,如硫酸、铁、锰、铜等。这些废水未经处理直接排放,会使周边河流、湖泊等水体的pH值降低,重金属含量超标,导致水体生态系统遭到破坏,鱼类等水生生物大量死亡。废渣渗滤液中的有害物质也会通过土壤渗透进入地下水系统,污染地下水资源。据相关研究,在某煤矿废弃区域,地下水的重金属含量严重超标,已无法作为饮用水源。另外,矿山开采还会导致地下水位下降、泉眼干涸、地表水系破坏等水资源问题。大规模的地下开采活动会形成地下采空区,引发地面塌陷,改变地下水的径流方向和补给条件,导致地下水位下降。地下水位的下降使得一些泉眼干涸,地表河流的水源补给减少,河流流量变小甚至断流,影响了周边地区的农业灌溉和居民生活用水,对周边生态和居民生活造成极大的影响。

2 废弃矿山地质环境修复技术

2.1 工程修复技术

工程修复技术在废弃矿山地质环境修复中主要用于消除地质灾害隐患和改善地形地貌。边坡加固是常见的

工程技术之一,通过采用锚杆、锚索、挡土墙等措施,增强边坡的稳定性,防止滑坡和崩塌的发生。例如,在某石灰岩废弃矿山边坡修复中,采用锚杆-框架梁加固技术,有效地提高了边坡的稳定性。废渣清理与稳定化处理也是重要的工程手段,将废渣进行清理和合理堆放,并通过压实、覆盖等方式进行稳定化处理,减少废渣对环境的污染和地质灾害风险。土地平整技术则用于恢复土地的可利用性,通过平整土地、回填矿坑等操作,为后续的植被重建和土地复垦创造条件。工程修复技术具有见效快、效果显著的优点,但也存在成本较高、对生态环境扰动较大等局限性,通常需要与其他修复技术结合使用。

2.2 生物修复技术

生物修复技术利用生物(植物、动物、微生物)的代谢活动来降解、转化或固定污染物,在废弃矿山土壤改良、重金属污染治理和生态系统恢复中发挥着重要作用。植被重建是生物修复的关键环节,通过选择合适的植物种类,如超富集植物、耐污染植物等,种植在废弃矿山区域,利用植物的吸收、富集、转化等作用,降低土壤中重金属含量,改善土壤结构和肥力。例如,蜈蚣草对砷具有很强的富集能力,在砷污染的废弃矿山修复中得到广泛应用。微生物修复则利用微生物的代谢活动,将污染物降解为无害物质或转化为稳定的形态^[2]。植物-微生物联合修复技术结合了植物和微生物的优势,能够更有效地修复污染土壤和水体。生物修复技术具有环境友好、成本较低、可持续性等优点,但也存在修复周期长、受环境条件影响较大等问题。

2.3 物理化学修复技术

物理化学修复技术主要用于处理废弃矿山污染土壤和水体。土壤淋洗技术通过使用淋洗剂(如水、酸、碱、络合剂等)将土壤中的污染物溶解或洗脱出来,然后进行分离和处理。例如,在重金属污染土壤修复中,采用柠檬酸作为淋洗剂,能够有效地去除土壤中的镉、铅等重金属。化学稳定化技术则是通过向土壤中添加稳定剂(如石灰、磷酸盐、有机物质等),使污染物与稳定剂发生化学反应,形成稳定的化合物,降低污染物的迁移性和生物有效性。电动修复技术利用电场作用,使土壤中的污染物在电场力的驱动下向电极方向迁移,从而实现污染物的分离和去除。物理化学修复技术具有修复效率高、周期短等优点,但也存在成本高、易产生二次污染等问题,在应用过程中需要谨慎选择和控制在。

3 废弃矿山地质环境修复生态环境效应研究

3.1 土壤环境效应

废弃矿山地质环境修复对土壤环境产生了显著的改善效应。经过植被重建和土壤改良等修复措施,土壤结构得到了明显改善。植物根系的生长和活动能够疏松土壤,增加土壤孔隙度,提高土壤的通气性和透水性。同时,植物的枯枝落叶和根系分泌物为土壤提供了丰富的有机质,促进了土壤微生物的生长和繁殖,提高了土壤肥力。研究表明,在经过3-5年修复的废弃矿山区域,土壤有机质含量可提高20%-50%。此外,通过生物修复和物理化学修复技术,土壤中的重金属含量也得到有效降低,重金属的生物有效性下降,减少了对植物和人体健康的潜在风险。

3.2 水环境效应

修复后的废弃矿山在水环境方面也呈现出积极的变化,废渣清理和边坡加固,减少了废渣渗滤液对地表水和地下水的污染来源。生物修复技术中植被的恢复增加了地表植被覆盖度,减少了水土流失,降低了地表径流中泥沙和污染物的含量。植物的蒸腾作用和根系吸收还能够调节地下水位,改善区域的水文循环。监测数据显示,在修复后的废弃矿山区域,地表水的pH值逐渐恢复到正常范围,重金属含量明显降低,水质得到显著改善。地下水的污染状况也得到有效遏制,部分区域的地下水水质已达到饮用水标准。

3.3 植被恢复效应

植被恢复是废弃矿山地质环境修复的重要目标之一,修复后植被恢复效应显著。通过合理选择植物种类和种植方式,废弃矿山区域的植被覆盖率大幅提高。在一些修复较好的矿山,植被覆盖率可从修复前的不足10%提高到60%-80%。植被的恢复不仅改善了区域的生态景观,还促进生态系统的物质循环和能量流动。不同植物种类的搭配种植,形成了多样化的植被群落结构,提高生态系统的稳定性和抗干扰能力。另外,植被的恢复还为野生动物提供栖息地和食物来源,有利于生物多样性的保护和恢复^[3]。

3.4 生物多样性效应

随着废弃矿山地质环境的修复,生物多样性得到有效恢复和提升。植被的恢复为各种生物提供适宜的生存环境,吸引大量的植物、动物和微生物种类。研究发现,在修复后的矿山区域,植物种类数可增加30%-50%,鸟类、昆虫等动物种类也明显增多。生物多样性的增加使得生态系统的结构更加复杂,功能更加完善,生态系统的稳定性和服务功能得到显著增强。例如,丰富的生物多样性有助于提高生态系统的抗病虫害能力,促进生态系统的物质循环和能量转化,维持生态平衡。

3.5 社会经济效应

废弃矿山地质环境修复带来显著的社会经济效应。从社会效益来看,修复后的矿山区域生态环境得到改善,减少地质灾害对周边居民生命财产的威胁,提高了居民的生活质量和安全感。同时,修复后的生态景观为人们提供了休闲娱乐的场所,促进了生态旅游的发展。例如,浙江湖州的一些废弃矿山经过修复后,变成了美丽的生态公园和旅游景区,吸引大量游客,成为当地的新名片。在经济效益方面,废弃矿山修复后可进行土地复垦,用于农业种植、林业发展或工业建设等,增加了土地的利用价值,生态旅游的发展也带动了餐饮、住宿、交通等相关产业的发展,促进了区域经济增长,增加了就业机会,提高了居民的收入水平。

4 废弃矿山地质环境修复生态环境效应提升对策

4.1 技术创新与优化

为进一步提升废弃矿山地质环境修复的生态环境效应,需要加强技术创新与优化。鼓励高校、科研机构和企业开展产学研合作,加大对新型修复技术的研发投入。例如,研发高效、低成本、环境友好的复合修复技术,将生物修复、物理修复和化学修复技术有机结合,充分发挥各自的优势,提高修复效率和效果。同时,推动修复技术的标准化和规范化,制定统一的技术标准和操作规程,确保修复工程的质量和安全性。加强修复技术的示范推广,建立一批修复技术示范基地,展示新技术、新成果,促进科研成果向实际应用转化。

4.2 完善监测与评估体系

建立科学合理的生态环境效应监测与评估体系是提升修复效果的重要保障。优化监测点位布局,确保监测数据能够全面、准确地反映修复区域的生态环境变化情况。丰富监测指标,除了传统的土壤、水、植被等指标外,增加对生态系统服务功能、生物多样性等方面的监测指标。运用物联网、大数据、人工智能等新技术,实现监测数据的实时采集、传输和分析,提高监测的准确性和时效性。完善生态环境效应评估指标体系和方法,引入经济价值评

估模型,量化生态系统服务功能的价值,提高评估结果的科学性和实用性。定期对修复区域的生态环境效应进行评估,及时发现问题并调整修复策略^[4]。

4.3 强化管理与政策保障

明确废弃矿山地质环境修复的责任主体,建立多元化的资金投入机制。政府应加大财政投入,设立专项修复资金,同时鼓励社会资本参与修复项目,通过PPP模式等方式吸引企业投资。完善相关法律法规和标准规范,制定严格的修复质量标准和验收制度,加强对修复项目的全过程监管。建立生态环境效应长期跟踪评估制度,确保修复工程质量和生态环境效应持续提升。此外,加强宣传教育,提高公众对废弃矿山地质环境修复重要性的认识,鼓励公众参与监督和管理,形成全社会共同关注和参与废弃矿山修复的良好氛围。

结束语

综上所述,废弃矿山地质环境修复对于改善生态环境、提升生态系统服务功能和促进区域经济社会发展具有重要意义。通过加强技术创新、完善监测评估体系以及强化管理政策,可以进一步提升修复效果,实现人与自然的和谐共生。未来,应持续关注废弃矿山地质环境修复领域的发展,推动相关技术和政策的不断优化与完善。

参考文献

- [1]张凤予,张东兴.矿山地质环境治理及生态修复实践研究[J].价值工程,2022,41(19): 154-156.
- [2]全强,孙立新,成格尔,等.林西关沟废弃矿山地质环境及生态修复治理技术研究[J].中国矿业,2022,31(5): 63-68.
- [3]付天池,叶小舟,何宝林.某废弃矿山地质环境治理及生态修复技术研究[J].现代矿业,2020,36(12): 230-233.
- [4]李钦韬,彭涛,杨健,何剑奇,王建伟.京津冀地区废弃矿山地质环境治理及生态修复方案研究[J].现代矿业,2020,36(06): 205-208.