

矿山环境问题及其防治修复体系研究

田静成 高智超

黑龙江省生态地质调查研究院 黑龙江 哈尔滨 150100

摘要: 本文全面分析了矿山环境问题的主要类型,包括水文地质变化、水质污染、水土流失、地质灾害、土地资源破坏及生态环境影响。构建了矿山环境防治修复体系,涵盖环境问题识别与评估、政策法规体系、工程技术措施、生态修复技术及监测与预警系统,旨在通过科学规划、技术创新和制度保障,实现矿山环境的可持续保护与修复。

关键词: 矿山环境问题; 防治修复; 体系构建

引言

随着矿产资源开发力度的加大,矿山环境问题日益凸显,对区域生态环境和居民生活构成严重威胁。本文旨在探讨矿山环境问题的主要类型及其成因,并提出构建综合防治修复体系的策略,以期对矿山环境的有效管理和可持续发展提供理论支持和实践指导。通过系统分析与科学规划,力求实现资源开发与环境保护的和谐共生。

1 矿山环境问题的主要类型

1.1 水文地质条件变化和水质污染

矿山开采过程中,由于前期工作准备不充足,极易造成矿区塌陷、裂缝,加之矿井疏干排水,导致开采地段储水构造发生变化,地下水位沉降。这不仅影响地表径流,导致水源枯竭,还使水利工程原有功能丧失,影响农作物耕种。此外,开采期间产生的废水、坑水等,往往不符合工业废水的排放标准,直接排放会污染周围的水体,影响居民和牲畜的饮用水安全。

1.2 水土流失加剧

矿山开采活动对地表植被造成严重影响。露天矿坑、井工矿抽地下水时,使矿区地下水位持续下降,植被因缺水而退化,最终形成大面积的裸地。同时,尾矿、排土场等占据一定面积,增加地表水的流动速度,进一步加剧水土流失。这不仅破坏了土壤结构,还降低了土地的生产力。

1.3 地质灾害频发

地面开挖、地下采空等因素导致斜坡、山体不稳定,容易引发滑坡、地面塌陷、崩塌等地质灾害。此外,矿山排放的废渣多堆积在沟谷、山坡,暴雨时易诱发泥石流,对周边环境和居民生命财产安全构成威胁。

1.4 土地资源占用与破坏

采矿过程中产生的大量废弃物,如废石、尾矿等,需要占用大量土地进行堆存。同时,矿山开采还会造成地面裂缝、变形和大量的地表塌陷,进一步破坏土地

资源。这些废弃物的堆存不仅占用了宝贵的土地资源,还可能通过雨水淋溶等方式污染土壤和地下水。

1.5 生态环境破坏

矿山开采活动对生态环境的影响是多方面的。除了上述的水文地质条件变化、水土流失、地质灾害和土地资源占用外,还会破坏生物多样性、影响生态平衡。例如,采矿活动可能破坏植被覆盖,导致野生动植物失去栖息地;同时,采矿过程中产生的噪声、粉尘等也会对生态环境造成不良影响。

2 矿山环境防治修复体系构建

2.1 环境问题识别与评估

(1) 环境问题识别。矿山开采活动往往伴随着地下水位的变化、地下水流向的改变以及含水层的破坏。这些变化可能引发地表水资源的减少、泉水干涸、湿地退化等一系列问题,对区域水循环造成深远影响^[1]。采矿过程中产生的废水、废渣若未经妥善处理直接排放,会严重污染地表水和地下水,导致水质恶化,影响人类健康和生态系统平衡。污染物可能包括重金属、酸碱物质、悬浮物及有机污染物等。矿山开采破坏了地表植被和土壤结构,降低了土壤抗蚀能力,加剧了水土流失。这不仅导致土地肥力下降,还可能引发河道淤积、洪水泛滥等自然灾害。采矿活动可能诱发山体滑坡、崩塌、地面塌陷等地质灾害,对周边居民生命财产安全构成严重威胁。这些灾害的发生往往与采矿方式、开采规模及地质条件密切相关。矿山开采需要占用大量土地资源,且开采过程中往往伴随着土地压占、挖损和破坏。这不仅减少了土地资源的有效供给,还影响了土地的生态功能和景观价值。采矿活动对生物多样性的破坏不容忽视。植被破坏导致生态系统结构失衡,野生动物栖息地丧失,生物种群数量减少,甚至可能引发物种灭绝。

(2) 环境问题评估。为了准确掌握环境问题的类型、程度和影响范围,需要采用多种方法进行评估。通过现场

勘查、采样分析等手段,收集第一手资料,了解环境问题的实际情况。建立覆盖矿山及周边区域的环境监测网络,对水质、空气质量、土壤状况、生态指标等进行持续监测,掌握环境变化趋势。运用统计学、地理信息系统(GIS)等现代技术手段,对收集到的数据进行整理、分析和处理,揭示环境问题的内在规律和潜在风险。基于评估结果,对环境问题的影响范围、程度及潜在后果进行量化评估,为制定针对性的防治修复措施提供科学依据。

2.2 政策法规体系

在政策法规体系下,政府需扮演核心角色,通过一系列精心设计的法律、规章及政策工具,引导、规范并激励矿山企业采取环保措施,实现资源开发与环境保护的双赢。政府应加快立法进程,针对矿山环境保护的薄弱环节,制定或修订专门的法律法规,如《矿山环境保护法》或相关实施细则,明确矿山企业在资源开发全过程中的环境责任、保护标准、修复义务及违法成本。法律法规中应详细规定矿山开采前的环境影响评估、开采过程中的污染控制、开采后的生态修复等各个环节的具体要求,确保有法可依、有章可循。随着科技进步和环境保护理念的更新,政策法规需保持灵活性,定期评估并适时调整,以适应新形势下矿山环境保护的需求。建立健全矿山环境执法体系,增加执法频次,提高执法效率,对违法违规的矿山企业实施严厉处罚,包括高额罚款、停产整顿、吊销采矿许可证等措施,形成有效震慑。利用现代信息技术,如卫星遥感、无人机巡查、在线监测等手段,构建全方位、多层次的矿山环境监管网络,实现对矿山开采活动的实时、动态监控。鼓励公众参与矿山环境监督,建立举报奖励制度,畅通公众监督渠道,形成政府主导、企业主体、社会组织和公众共同参与的监管格局。通过税收优惠、财政补贴、绿色金融等手段,对积极履行环保责任、实施生态修复的矿山企业给予政策支持和经济激励。建立矿山企业环境信用评价体系,将企业的环保表现纳入信用记录,与项目审批、融资贷款、市场准入等挂钩,形成“守信激励、失信惩戒”的良性循环。加强矿山环境保护的宣传教育,提高矿山企业管理者和员工的环保意识,营造全社会关注矿山环境、支持生态修复的良好氛围。

2.3 工程技术措施

建立高效的污水处理设施,采用生物处理、物理化学处理等多种工艺组合,对矿山废水进行深度处理,确保出水水质达到排放标准甚至回用标准。通过构建污水回用系统,将处理后的水用于矿山生产、绿化灌溉等

非饮用水领域,实现水资源的循环利用。针对采矿造成的裸露地表,实施植被恢复工程,选用适应当地气候、土壤条件的本土植物进行种植,通过植被的固土保水作用,减少水土流失,逐步恢复生态系统。同时,可结合土壤改良技术,提高土壤肥力,促进植被生长。水土保持工程包括修建梯田、鱼鳞坑、水平阶等工程措施,以及设置拦沙坝、谷坊等拦沙截流设施,有效拦截和减少泥沙流失,保护下游生态环境^[2]。此外,还可利用土工合成材料(如三维植被网)进行坡面防护,提高土壤稳定性。针对矿山开采形成的边坡稳定性问题,采用锚杆支护、抗滑桩、挡土墙等工程手段进行加固,提高边坡的整体稳定性和安全性。同时,结合监测预警系统,实时监测边坡变形情况,及时发现并处理潜在的地质灾害隐患。排土场是矿山固体废弃物的主要堆积地,其稳定性直接关系到周边环境和居民安全。治理措施包括合理规划排土场布局、控制排土高度和坡度、建设排水系统、实施植被恢复等,以减轻排土场对环境的负面影响,并提高其生态服务功能。推动矿山废弃物的资源化利用,如将废石、尾矿等用于建筑材料生产、土地复垦填充等,实现废物的减量化和资源化。同时,加强技术研发,提高资源回收利用率,降低资源浪费。对于无法直接利用的废弃物,需进行无害化处理,如采用化学稳定化、固化/稳定化、焚烧、填埋等技术手段,确保废弃物在处置过程中不对环境造成二次污染。同时,建立完善的废弃物管理制度,加强监管力度,确保各项处理措施得到有效执行。

2.4 生态修复技术

在矿山环境综合防治与修复体系中,生态修复技术旨在通过一系列科学、合理且具针对性的方法,逐步恢复受损生态系统的结构与功能,促进生物多样性恢复,提高土壤质量,最终达成矿区与周边自然环境和谐共生的目标。植被是生态系统的基础,对于改善矿区小气候、保持水土、净化空气等方面具有不可替代的作用。在露天矿坑、塌陷区等区域,首先需进行地形重塑,通过回填、平整等方式减少坡度,创造有利于植被生长的地形条件。随后,根据当地气候条件、土壤特性及生态位需求,科学选择适应性强的植物种类进行种植,如耐旱、耐盐碱、抗风蚀的灌木、草本植物及部分乔木,形成多层次、多功能的植被群落。这一过程需注重乡土物种的应用,以增强生态系统的稳定性和自我恢复能力。土壤是生态修复的基础,其质量直接影响植被的生长和生态系统的恢复效果。针对矿区土壤普遍存在的贫瘠、污染、结构破坏等问题,需采取一系列土壤改良措施。

这包括添加有机物质以增加土壤肥力,施加改良剂调节土壤酸碱度,以及通过深耕、松土等方式改善土壤结构,提高土壤保水保肥能力。同时,实施水土保持措施,如建设排水沟、拦沙坝等,防止水土流失,进一步保护并提升土壤质量。生物工程技术为生态修复提供了更为高效、精准的手段。例如,利用微生物技术处理矿山废水、尾矿中的重金属及有害物质,通过微生物的降解、吸附、转化等作用,减轻环境污染,为植被恢复创造有利条件。此外,植物-微生物联合修复技术也是当前研究的热点,通过特定植物与微生物的相互作用,促进植物对污染物的吸收、富集或转化,实现污染土壤的生态修复。生态修复是一个长期且复杂的过程,需建立完善的监测与评估体系,对修复效果进行持续跟踪和反馈。通过设立监测站点,定期监测土壤质量、植被覆盖度、生物多样性等关键指标,评估生态修复工程的成效。同时,结合遥感技术、地理信息系统等现代科技手段,实现修复区域生态环境变化的动态监测与空间分析,为科学决策和后续修复工作提供数据支持。

2.5 监测与预警系统

监测网络需涵盖水质、土壤、空气、噪声及生物多样性等多个维度,确保对矿山环境进行全面、系统的监测。水质监测应关注矿坑水、选矿废水及周边地表水、地下水的重金属含量、pH值、悬浮物等指标;土壤监测则需评估重金属污染、土壤侵蚀及肥力变化;空气监测则需关注粉尘、二氧化硫、氮氧化物等有害气体的浓度;噪声监测则针对矿山作业区及周边居民区的声环境质量进行评估。根据矿山规模、地理位置、环境敏感点分布等因素,科学规划监测站点的位置和数量,确保监测数据的代表性和准确性。同时,利用遥感技术、无人机巡查等现代科技手段,实现对难以直接监测区域的远程监控,提高监测效率。采用自动化、智能化监测设备

和技术,如在线监测仪、物联网传感器等,实现数据的自动采集、传输和处理,减少人为误差,提高监测数据的时效性和准确性。基于历史监测数据、环境质量标准及生态保护目标,科学制定预警阈值和分级标准,明确不同级别预警的触发条件和响应措施。建立快速响应的预警信息发布机制,利用短信、邮件、APP推送等多种渠道,确保预警信息能够迅速传达至相关部门、企业和公众,为应急响应争取宝贵时间^[3]。制定详细的应急响应预案,明确各级别预警下的应急响应程序、责任分工和处置措施。同时,加强应急演练和培训,提高应急响应的实战能力和协同作战水平。对预警事件进行持续跟踪和评估,分析预警效果、应急响应的成效及存在的问题,不断完善预警机制和应急响应预案,提升矿山环境防治修复工作的整体水平。

结束语

矿山环境防治修复体系的构建是一项复杂而长期的任务,需要政府、企业和公众的共同努力。通过加强政策法规建设、推广先进工程技术、实施科学生态修复以及完善监测与预警系统,我们可以有效应对矿山环境问题,推动矿区生态环境的持续改善。随着科技的进步和环保理念的深入人心,相信矿山环境防治修复工作将取得更加显著的成效,为子孙后代留下一个更加美丽、宜居的地球家园。

参考文献

- [1]晓靖,赵圆.环境恢复治理项目绩效审计评价体系构建[J].财会通讯,2016,2(25):77-80+4.
- [2]徐琳琳.矿山地质环境综合评价及环境治理措施浅析[J].西部资源,2022(01):72-73+76.
- [3]丁学鹏.安徽省张家夏楼铁矿矿山环境地质影响特征及复垦措施探讨[J].西部资源,2022(01):201-203.