

矿山地质环境治理工程技术

张 光

中化地质矿山总局河南地质局 河南 郑州 450011

摘 要：矿山地质环境治理是保障生态环境安全和可持续发展的关键环节。本文概述了矿山地质环境治理工程的重要性，详细探讨了地质灾害防治、土地复垦与生态修复、水体污染治理与循环利用等核心技术，分析了环境保护意识薄弱、固体废物处理不当、地质灾害频发等主要问题，并提出了相应的恢复治理措施。本文旨在为矿山地质环境治理提供科学指导和技术支持，促进矿山开发与生态环境保护的协调发展。

关键词：矿山地质；环境治理；工程技术

引言

随着矿山资源的不断开发，地质环境问题日益凸显，成为制约矿业可持续发展的瓶颈。矿山地质灾害频发、土地破坏严重、水体污染加剧，对生态环境和人类社会造成了巨大威胁。因此，加强矿山地质环境治理工程技术研究，探索有效的恢复治理措施，对于保障生态安全、促进矿业可持续发展具有重要意义。本文将从多个方面对矿山地质环境治理进行深入探讨。

1 矿山地质环境治理工程概述

矿山地质环境治理工程是缓解矿山开采负面效应、恢复生态平衡的关键举措。在矿山开采活动中，地质环境受到了多方面的冲击，从地质结构上看，开采导致地下采空区形成，易引发地表塌陷，改变区域应力分布，进而产生地裂缝，影响周边建筑和基础设施的稳定性。岩土体受开挖扰动，原本的应力平衡被打破，滑坡、泥石流等地质灾害风险显著增加，在土地利用方面，露天开采的矿坑、排土场以及尾矿库等占用了大量土地，土地的生产能力和生态功能丧失，土壤也因受到污染和压实而质量下降。水资源也未能幸免，矿井水排放若不经处理会污染地表水和地下水，其中含有的重金属和有害物质还会在环境中迁移、富集。矿山地质环境治理工程就是要综合运用多种技术，对这些问题进行整治，包括运用地质勘查技术准确评估破坏程度，采用工程措施治理地质灾害、修复土地，利用物理、化学和生物方法净化水体，从而重塑矿山地质环境的稳定和健康。

2 矿山地质环境治理工程技术

2.1 地质灾害防治技术

地质灾害防治技术对于保障矿山及周边地区的安全至关重要。在矿山开采过程中，常出现如滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。针对滑坡防治，要对边坡进行稳定性评估，利用高精度的测量仪器和地质勘查技术，分

析边坡的岩土体性质、结构面特征以及地下水状况等因素。对于潜在不稳定边坡，可以采用削坡减载的方法，通过合理规划削减坡体上部的岩土体重量，降低下滑力。进行坡体加固，如采用抗滑桩，它能深入稳定地层，有效阻挡坡体滑动。在崩塌防治方面，对于存在危岩的区域，可采用主动防护网，它能将可能掉落的岩石兜住，防止其滚落对下方造成危害。泥石流防治则要注重对流域内松散固体物质的清理和拦挡，在沟谷中设置拦砂坝，拦截泥石流中的固体物质，降低其冲击力和破坏力。通过合理规划排水系统，减少地表水对坡体和沟谷内堆积物的冲刷，从源头上降低泥石流发生的可能性，建立长期的监测系统，利用传感器等设备实时监测边坡位移、地下水位变化等关键参数，以便及时预警和采取应对措施^[1]。

2.2 土地复垦与生态修复技术

土地复垦与生态修复技术是矿山地质环境治理的关键环节。矿山开采往往导致大面积土地破坏和生态退化，在土地复垦方面，对于挖损的土地，要进行地形重塑，根据土地的规划用途，利用机械设备对坑洼不平的开采区域进行平整，如果复垦为耕地，需要对土壤进行改良。通过添加有机肥料、客土等方法，提高土壤肥力和保水保肥能力，对于压占土地，要对废渣、废石等进行清理或合理堆放，然后进行翻耕处理，促进土壤通气性和微生物活性。在生态修复中，植被恢复是核心，要根据矿山当地的气候、土壤条件选择合适的植物品种。先锋植物的选择尤为重要，它们通常具有耐贫瘠、耐旱等特性，能快速在恶劣环境中生长。例如，某些豆科植物可以固氮，改善土壤肥力，在植被种植过程中，采用合理的种植方式，如混交林模式，不同植物种类相互搭配，能提高植被的稳定性和生态功能。同时，设置必要的灌溉系统，保证植被在生长初期有足够的水分供应，

还需要对复垦和修复后的土地进行长期监测,评估植被生长状况和土地质量变化,以便及时调整修复措施。

2.3 水体污染治理与循环利用技术

水体污染治理与循环利用技术在矿山地质环境治理中有着不可或缺的地位。矿山开采活动可能导致矿井水、尾矿库渗滤液等多种形式的污染。对于矿井水,由于其含有大量的悬浮物、重金属离子等污染物,要先进行预处理,采用沉淀、过滤等物理方法去除其中的大颗粒悬浮物。例如,在矿井水排水口设置沉淀池,让水在池中停留一定时间,使悬浮物自然沉淀,对于溶解性的重金属离子,可以利用化学沉淀法,通过向水中投加特定的化学药剂,如石灰等,使重金属离子形成难溶性的沉淀物而去除。在尾矿库渗滤液治理方面,由于其成分复杂且可能含有高浓度的有害物质,可采用生物处理技术。利用微生物的代谢作用,将有机污染物分解为无害的二氧化碳和水。一些特定的微生物菌群可以对某些重金属离子进行吸附或转化,降低其毒性。在水体循环利用方面,经过处理后的矿井水可以回用于矿山生产过程中的降尘、设备冷却等环节。建设完善的输水管道系统,将处理达标后的水输送到需要的地方。对于尾矿库周围的水资源,通过构建人工湿地等生态工程,进一步净化水质,实现水资源在矿山区域内的良性循环,减少对外部水资源的依赖和污染。

3 影响矿山地质环境的主要问题

3.1 环境保护意识薄弱

在矿山地质环境治理的诸多挑战中,环境保护意识的薄弱是一个不容忽视的问题。许多矿山企业,尤其是部分中小型或私营煤矿,往往将经济效益视为首要目标,而环境保护则被置于次要地位,这种短视的经营理念导致矿山开采过程中,环境破坏问题日益严重。环境保护意识的缺失使得矿山企业在资源开发和废物处理上缺乏科学规划。他们往往忽视了固体废物对土地资源的占用和对环境的潜在威胁,将矸石山、废弃设备等固体废物随意堆积,不仅浪费了宝贵的土地资源,还对矿区周边环境造成了严重污染。这种不负责任的行为还加剧了地质灾害的风险,威胁着矿工和周边居民的生命财产安全。提升矿山企业的环境保护意识,强化其环保责任感和使命感,已成为矿山地质环境治理的当务之急。只有当矿山企业真正认识到环境保护的重要性,并将其融入日常经营活动中,才能实现矿山地质环境的可持续发展,保障人民群众的生命财产安全^[2]。

3.2 固体废物处理不当

在煤矿生产过程中,固体废物处理不当问题凸显,

带来了一系列严重后果。第一,固体废物的堆积是对土地资源的巨大浪费,这些固体废物往往体积庞大,其运输工作极为复杂,需要耗费大量人力和物力。正因如此,不少煤矿企业为削减成本,将矿山固体废物肆意堆放,像矸石山、废弃设备等随处可见,这不仅导致大面积土地资源被占用,还对矿区周边环境造成了重度污染,使原本优美的环境变得脏乱不堪。第二,矸石山作为煤矿主要的固体废物,由于其随意堆积,缺乏稳定的承重结构,一旦遭遇暴雨、大风等极端天气,就极易发生坍塌事故,坍塌产生的碎石会如脱缰之马般滚落,严重威胁着矿区周围居民以及矿区职工的生命财产安全,可能瞬间摧毁房屋、伤害人员,后果不堪设想。第三,长期暴露在室外的矸石山,在风吹雨打的侵蚀下,表面会出现风化现象。风化后的煤灰会随着风在空气中四处飘散,这些煤灰进入生态系统后,会严重破坏矿区周围的生态圈,影响动植物的生存环境,打破原有的生态平衡。

3.3 地质灾害问题严重

煤矿行业的高危属性突出,每年都有大量地质灾害事故发生,这些事故犹如高悬的达摩克利斯之剑,严重威胁着矿工的生命安全,同时也给煤矿企业带来了沉重的经济负担。在煤矿井下的环境中,大部分矿井存在着大坡度的斜巷井,这本身就增加了作业的危险性,而且,大量浮石分布在斜巷井周围,使得巷道顶部和四周的碎石随时有脱落的风险。当矿工在巷道中通行时,哪怕只是稍微的疏忽,都可能被突如其来的碎石砸伤,这种潜在的安全隐患如同隐藏在暗处的炸弹,一触即发,随着矿井开采的持续深入,井下巷道变得越发错综复杂,相应地,井下压力也在逐步增大。在这种情况下,如果没有强有力的防护措施和有效的应对方案,冒顶、坍塌、突水等地质灾害就可能随时降临,这些灾害一旦发生,不仅会破坏井下的作业环境,更可能造成人员伤亡和巨大的经济损失。煤矿管理人员必须高度重视,增强安全责任意识,强化对地质灾害的预防和治理工作,通过引入先进的实时监控技术和完善的防护措施,全方位改善井下的安全环境,为矿工的生命安全筑牢防线^[3]。

4 矿山地质环境恢复治理措施

4.1 提升环境保护意识的措施

(1) 宣传教育方面。开展多层次、全方位的环保宣传活动。针对矿山企业管理者,组织专门的环保主题研讨会和讲座,邀请行业专家解读矿山开采与环境保护协调发展的成功案例,分析忽视环保带来的严重后果,提升其战略层面的环保认知。对于普通员工,利用矿山内部宣传栏、广播、定期培训等形式,普及环保知识,强

调每个人在矿山开采过程中的环保责任。(2)企业文化建设方面。引导矿山企业将环保理念融入企业文化,鼓励企业制定环保标语、环保行为准则等,营造浓厚的环保文化氛围。设立环保之星等内部奖项,对在环保工作中表现突出的员工进行表彰和奖励,激发全体员工参与环保工作的积极性。通过这些措施,使环保意识真正深入人心,成为企业发展的内在动力。(3)监督管理方面。加强对矿山企业环保工作的监督检查力度。环保部门和矿山监管部门增加联合检查的频次,利用无人机、卫星遥感等技术手段,对矿山开采区域进行实时监测,及时发现和制止企业在开采过程中的破坏环境行为。对于违反环保规定的企业,依法依规进行严厉处罚,提高其违法成本,从而形成有效的监督威慑。

4.2 固体废物处理的措施

(1)科学规划与运输方面。对矿山固体废物进行全面的清查和评估,根据其种类、产生量、分布等情况制定详细的处理规划。加大对固体废物运输的投入,研发和引进高效的运输设备,如大型封闭运输车辆、输送带等,提高运输效率,降低运输成本,避免因成本因素导致的随意堆积问题。同时,合理规划运输路线,减少对周边环境的影响。(2)稳定化处理方面。针对矸石山等容易引发安全隐患的固体废物堆积体,采取稳定化处理措施。对矸石山进行分层压实和加固,设置排水系统,防止雨水积聚导致山体滑坡。在矸石山周围设置防护堤和缓冲带,减轻坍塌等事故对周边区域的影响。定期对矸石山的稳定性进行监测和评估,及时发现和处理潜在的安全问题。(3)环境修复方面对于已经受到固体废物污染的土地和周边环境,实施系统的修复工程。在堆积过固体废物的土地上进行土壤改良,种植适合当地环境的植被,恢复土地的生态功能。对受污染的空气和水体,采用物理、化学和生物等多种方法进行治理,如设置空气净化装置、建设污水处理设施等,逐步改善矿区周边的环境质量^[4]。

4.3 地质灾害防治的措施

(1)风险评估与监测方面。建立完善的矿山地质灾害风险评估体系,在矿井建设前期和开采过程中定期进

行全面的地质勘查和风险评估。利用先进的监测技术,如微震监测系统、光纤光栅传感器等,对井下巷道、斜巷井等关键部位进行实时监测,准确把握地质变化情况和潜在灾害隐患,为灾害预防提供数据支持。(2)灾害预警与应急方面。建立地质灾害预警系统,根据监测数据和风险评估结果,设定合理的预警阈值。当监测数据超过阈值时,及时向井下工作人员和地面管理人员发出警报,启动应急响应机制。制定完善的地质灾害应急预案,定期组织应急演练,提高矿工和管理人员的应急反应能力和自救互救能力。储备充足的应急救援物资,确保在灾害发生时能够迅速开展救援工作。(3)技术创新与人才培养方面。加大对矿山地质灾害防治技术的研发投入,鼓励企业与高校、科研机构合作,开展新技术、新方法的研究,如新型的突水防治技术、冒顶预测模型等。加强地质灾害防治专业人才的培养,通过在高校设置相关专业课程、企业内部培训等方式,培养一批具备扎实理论知识和丰富实践经验的专业人才,为矿山地质灾害防治工作提供技术和人才保障。

结束语

综上所述,矿山地质环境治理是一项复杂而艰巨的任务,通过实施地质灾害防治、土地复垦与生态修复、水体污染治理等技术措施,我们可以有效应对矿山地质环境问题。加强环境保护意识、完善固体废物处理体系、强化地质灾害防治也是关键。未来,我们需要持续创新治理技术,加强政策引导与监管,确保矿山地质环境治理取得实效,推动矿业与生态环境保护的协调发展。

参考文献

- [1]张小连,张文焰,武成周,等.矿山地质环境治理工程技术[J].能源与环保,2020,42(10):1-6.
- [2]武乐霞.矿山地质环境治理工程技术研究[J].能源与环保,2020,42(4):46-51.
- [3]梁进金.矿山地质环境治理工程技术研究[J].消费导刊,2020(28):228.
- [4]焦东明.矿山环境保护存在的问题及治理措施分析[J].世界有色金属,2020,(11):227-228.