

矿山地质灾害治理及生态环境修复措施

韩磊

江苏绿岩生态技术股份有限公司

摘要: 矿山是我国矿产资源的重要来源,因此会直接影响我国能源产业的可持续发展和转型升级进程,但是矿山数量比较多的地区普遍存在较多地质和生态环境风险,突发灾害事故会直接危及人身安全和财产安全。相关部门在对矿山地质灾害进行治理和环境修复的过程中,需要遵循因地制宜等原则。本文将着重探析矿山地质灾害治理及生态环境修复措施。

关键词: 矿山; 地质灾害; 治理; 生态环境修复

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.110

由于矿山等矿采活动区域内的地质环境条件并不完全稳定,不论是露天矿山还是地下矿井,其矿产资源非常丰富,但是也会存在较多潜在安全隐患因素,在人工开采活动的作用之下,土壤岩石层被大肆破坏,因此容易产生突发崩塌塌陷以及泥水流等地质灾害事故。在矿山生态环境修复和治理的过程中,如何配置生态环境工程技术资源非常关键。

一、矿山地质灾害的主要表现形式

(一) 塌陷和滑坡

在不同规模的矿山中,特殊的地质环境条件会直接影响各项矿采活动场地的安全性和稳定性,因此多发地质灾害问题,在不同采矿巷道工作面中,部分围岩和支护技术应用质量参差不齐,因此会直接影响矿山地质环境和生态环境的协调性、稳定性^[1]。塌陷和滑坡等常见地质灾害问题,主要集中在岩石层被破坏的矿采作业区域之中,采空区的回填技术措施不合理会直接导致地表和部分围岩结构产生塌陷事故造成较大人员和经济损失。若矿山岩体结构并不完全嵌实,因此矿山斜坡区域内的岩石普遍受到重力的作用,从而易发生滑坡等地质灾害问题。部分大型以及中小型矿山中的岩石层结构并不完全稳定,在经过长期开采活动之后,塌陷以及滑坡等地质灾害非常普遍,轻则暴露矿山岩石层结构,重则产生重大安全生产事故。塌陷以及滑坡等地质灾害,与过度开采、围岩支护措施不合理等因素有关,相关人员并不能及时勘测此类地质灾害的主要诱因,难以判断岩石层应力分布是否安全稳定^[2]。

(二) 泥石流

在众多矿山地质灾害事故中,泥石流是表征地质环境和生态环境剧烈变化的重要体现形式之一,其形成原因比较复杂,与矿山周边区域内的岩石层裸露、植被大面积减少、突发雨雪天气条件等因素有关^[3],很多矿山高坡度的边坡围岩结构并不完全稳定,因此容易在突发降雨条件的影响之下突发泥石流等地质灾害。在暴雨

多发的地区中,泥石流等地质灾害问题频发,矿山山体非常陡峭,也会积聚大量雨水和固体堆积物,对周边采矿道路和矿井等活动区域产生严重威胁。泥石流等地质灾害问题,普遍受到较多天气气候条件和土壤岩层等环境因素的影响和限制,因此会在重力作用之下,对山体部分区域造成严重的破坏,还会对下方道路和车辆行人造成严重影响。山体的不均匀分布、固体堆积物过多、暴雨多发等特殊环境条件,均会导致大规模泥石流的产生,对矿山开采活动和现场车辆人员均造成了严重破坏。

(三) 采空塌陷

在众多矿山地质灾害事故中,采空区的塌陷灾害问题不容小觑,与特定矿产资源的实际自然存量等开采作业条件等因素有关,不论是露天矿山还是地下矿井,采空区是多发塌陷类地质灾害事故的重要区域,采矿工程的施工单位并不能及时采取采空区回填作业措施,对主要巷道和围岩结构的力学变形特征并不重视,因此容易产生突发塌陷事故^[4]。尤其在中小型露天矿山和矿井之中,采矿区塌陷事故会对内部人员和机械设备的安全性造成严重威胁。采空区的塌陷也会导致矿山山体存在大量偏移等风险问题,非常容易出现大量人员伤亡和安全生产事故。采空区的外部岩石层非常脆弱,若不能及时采取回填技术措施和围岩支护技术措施,则会对矿山山体内部的岩石层结构、土壤地质条件产生严重威胁。采空塌陷等地质灾害事故问题,与矿山山体内部较为复杂的地质环境条件有关,工程技术人员并不能全面勘察地质环境条件的不稳定性因素,因此难以保证塌陷类地质灾害被完全规避。

(四) 水土流失和植被减少

在对不同规模矿山进行开采活动的过程中,各类地质环境条件均会被破坏,并会集中体现在水土流失、植被减少、生物迁徙等现象之中,若相关单位机构对矿山山体过度开发,则会突发重大地质灾害事故等问题^[5]。很多矿山开采活动,并不能兼顾当地生态环境和地质环境的安全稳定性,会额外产生较多环境污染事件,植被覆盖率逐年减少,岩石层和土壤被大面积裸露,因此矿山整体山体结构并不稳定,多发矿山开采安全事故等问题。水土流失以及植被减少等矿山地质环境被破坏的现象,与过度人类活动有关,很多矿山企业单位并不能合理规划矿产资源的开发计划和环境治理修复工作内容,部分土地复垦技术措施和生态环境修复措施并不合理,不能严格遵循因地制宜等治理工作原则。水土流失以及植被减少,会对矿山和周边地区的生态环境、系统功能

造成负面影响，矿山内部结构的应力也会逐步集中在某些陡峭部位之中，对植被覆盖率、环境污染源的治理非常不利。

二、矿山地质灾害的形成原因

（一）地下水位变化

上述矿山地质灾害问题，与过度人类活动和矿山原有地质环境条件不稳定等因素有关，其中地质环境层面上的影响因素主要集中在山体岩石层结构、地震波作用、地下水位变化不稳定之中，部分露天矿山和地下矿井所形成的矿坑，普遍存在较多涌水问题，严重影响矿采资源开发工作的连贯性和环境安全性。地下水位变化，会集中体现在矿坑涌水、地下水层勘测不及时等现象之中，难以保证稀有矿产资源的矿坑始终处于安全稳定的采掘状态之中，地下水系的水位变化还会对矿山内部泥沙流动趋势、岩石层相对结构密度等数据指标产生一定影响。地下水位的不同变化趋势，会直接导致矿坑涌水量超出安全标准，或者突发井喷等生产事故问题。地下水位与矿山山体内部岩石层结构密度直接相关联，因此矿山企业单位在规划开采活动的过程中，若不能对矿山内部地质结构进行全面勘察，则会频繁产生地质灾害等事故问题，严重影响现场人员和大型机械设备的整体安全性。

（二）岩体变形

在对不同规模矿山进行集中开采作业的过程中，矿山山体整体结构在受到外力作用之下，非常容易出现整体变形和偏移等环境风险因素，若采空区内的围岩支护技术措施不完善、采矿巷道工作面的支撑矿柱受力不均匀，则会产生岩体变形等问题，多发塌陷类地质灾害事故。岩体变形，与大部分矿山内部岩石层结构密度不均匀等因素有关，地壳运动收缩等作用力会对岩石层变形产生负面影响。矿山内部的各项开采活动，会加剧岩石的收缩，在某个时间点上集中释放应力，从而岩石层与采矿作业面之间的结构稳定性被轻易破坏。岩体变形是导致众多地质灾害事故的主要原因，采矿作业区域内的围岩支撑技术措施和支护平面被外力所影响，非常容易产生突发塌陷类事故等问题。岩体变形，此类地质灾害诱因可以被提前勘测，但是部分采矿企业单位并不能引入超前地质预报系统和技术资源，因此会被突发地质灾害所影响，采矿活动被迫终止。

（三）地质环境条件

很多矿山的原有地质环境条件非常复杂，但是相关单位机构并不能全面勘察地质条件在特定时间段内的安全稳定情况和开采风险因素，因此在预防地质灾害事故的过程中，现场指挥调度效率普遍较低，不能及时处理塌陷、泥石流等地质灾害情况下的突发状况和安全风险因素。露天矿山和地下矿井中的地质环境条件并不稳定，在过多外力作用之下，非常容易产生突发地质灾害事故，若相关单位部门并不能及时采取科学合理的环境修复治理技术措施，则会加剧地质灾害的产生和发展进

程。大部分矿山的陡坡部位是多发地质灾害问题的薄弱区域，也是人类活动和生态修复治理工作非常关键的管控区域。地质环境条件并不稳定的矿山活动区域，其植被覆盖情况、岩石层裸露情况均会限制地质环境条件的安全稳定，山体不均匀位移等特殊环境问题也会间接加剧地质灾害事故的发生。

三、矿山地质灾害治理和生态环境修复的基本原则

（一）协调性和统一性原则

在集中治理矿山地质灾害的过程中，需要以预防性技术措施为主，因此相关企业单位需要严格遵循协调性和统一性等基本原则，对矿山内部开采活动进行合理规划，并配置科学合理的矿山生态环境修复技术措施，以恢复植被、土地复垦、生态资源优化配置为主要工作目标。生态环境与地质环境的协调统一性，能够直接影响矿山各项开采活动和环境安全稳定。在传统的矿山地质环境监测和治理模式中，部分单位机构并不能及时履行监督职能，对矿山周边地区的生态环境失衡现象并不关注，因此难以保证各项生态治理技术手段在短时间内容体现在具体活动之中，难以保证生态环境和地质环境的相对稳定性。在严格遵循协调性和统一性原则的过程中，矿山企业和地方环保部门进行不定期沟通协调，对生态环境的整体修复治理工作方案和设计技术资源进行优化配置，并确保经济效益、社会效益与生态效益均符合预期设定的目标，逐步提升矿山开采环境的安全稳定性。

（二）以人为本原则

在集中治理矿山地质灾害的过程中，需要围绕以人为本的基本工作原则，对不同时期的生态环境修复技术措施进行优化布置，并结合矿山表层和内部岩石层结构的潜在安全隐患因素，在矿山内部开采作业过程中，提前疏散周边居民，并在交通道路等功能区域合理布置安全防护措施和警示标志，避免影响山体下方车辆和行人的通行安全。在开展生态环境修复工作的过程中，相关企业单位还需要对矿山周边地区的居民生活情况进行提前调研分析，在以人为本原则的基础之上，集中治理周边环境，避免牧民等特殊群体的经济收入被矿采活动所影响和干扰。在全面开展矿山生态环境修复和地质灾害治理工作的过程中，相关单位部门还需要对现场人员进行系统化的安全技术培训，才能在矿采工作面、巷道、采空区等特殊作业部位中避免塌陷等地质灾害事故的发生，并将现场应急处置和避险措施教授给全体人员。

（三）生态性和服务性原则

在对矿山地质灾害进行综合治理和环境修复的过程中，相关单位部门需要严格遵循生态性以及服务性等基本原则，才能动态化管控各项经济资源和工程技术资源的实际配置比例，全面贯彻落实我国生态环境保护工作的基本方针政策，在因地制宜的规划设计原则基础之上，筛选出环境适应能力较强的植物品种，并配置系统化的工程技术措施，保障矿山不同区域生态环境修复效

率的稳定性。基于生态性和服务性原则的生态环境修复治理工作体系，需要围绕不同矿山现有的地质和生态环境治理难题，充分保护当地环境资源，对物种多样性、生物时空分布状态进行全时段监测和风险预测分析。矿山地区的地质灾害治理和生态环境修复工作，需要保障矿山不同区域采矿作业活动的安全性和稳定性，因此需要将生态环境保护的核心价值运用在地质环境勘测等工作环节之中，逐步提升地质灾害的源头治理工作成效和环境安全稳定性。

四、矿山地质灾害治理与生态环境修复的有效措施

（一）应用矿山地面减沉技术

相关企业单位和部门，需要结合不同地区矿山的地质灾害风险等级、生态环境治理修复难度系数等数据指标，在开展矿采活动的过程中，合理应用矿山地面减沉技术，对砂炉渣以及煤矿等工程材料资源进行优化配置，有效填充采空区容易塌陷的区域。矿山地面减沉技术方案，需要以恢复生态系统功能为主要应用目标，避免部分山体区域出现地面塌陷变形等常见地质灾害问题。矿山地面减沉技术，在应用在矿山采空区之后，现场专业技术人员需要全面勘测矿山内部岩石层和土壤结构的安全稳定性是否在预警标准之内，对矿山内部开采巷道和工作面上应力较为集中的部位进行局部补强处理，避免影响矿山内部矿采活动的连贯性和环境稳定性。矿山地面减沉技术措施，可以在露天矿山和采空区容易出现塌陷的部位中应用，但是需要对填充材料中的有毒有害物质成分进行重点检验检测，避免其超出生态环境修复治理技术标准。

（二）应用种植复垦技术

相关单位机构需要根据矿山地质环境和生态环境的实时监测数据指标，合理应用种植复垦技术方案，对植被覆盖率较低的矿山山体区域进行重点治理，确保其土壤和岩石层不被大面积裸露。绿化植被能够最大限度发挥固结土壤和岩石层等生态作用，并根据矿山山体的地质结构分布情况，合理布置环境适应能力较强的绿化植物材料，对乔木灌木等植物资源进行优化配置，确保其覆盖率和成活率在合理区间范围之内，并针对性强化陡峭山体边坡结构的整体防护效果。在实际应用种植复垦技术措施的过程中，还需要对农业资源、绿化植被资源在矿山山体中的空间分布情况进行全面监测和数据统计分析，才能逐步降低地质灾害的产生概率。应用种植复垦技术方案，其重点在于动态化平衡矿山被破坏区域内的土壤植被固结效应，还需要对自然灌溉、人工灌溉和降排水设施进行同期配置。

（三）引入多种生态修复模式

针对较为严峻的矿山地质环境条件，相关单位部门需要及时引入多种生态修复模式，例如自然恢复模式、人工辅助模式、工程修复模式以及转型利用模式等内容，并在因地制宜基本原则之上，优化配置生态资源和

经济资源。在创新引入新型生态修复模式的过程中，还需要对矿山周边地区的土壤岩石层结构密度、地下水位变化趋势、生物群落迁徙情况和社会人文环境等因素进行全面调研和风险预测分析，才能快速筛选出科学合理的生态环境修复技术方案和工程技术措施。相关企业单位还需要对常见地质灾害在矿山区域内的多发位置进行重点治理，避免产生大规模泥石流、山体滑坡以及地表大面积塌陷等地质灾害事故。在引入多种生态修复模式的过程中，相关单位部门需要深入到矿山生产一线环境之中，对土壤改良、植物配置和矿山管护等具体技术措施的实际应用质量、生态效益进行客观评估分析。

（四）因地制宜修复治理，强化矿山环境监测

在对各类矿山地质灾害进行科学治理的过程中，需要以全面的矿山环境监测数据为主要决策依据，并采取因地制宜的环境修复与治理技术措施，保障矿山周边地区自然生态环境和人文社会环境的相对稳定性和安全性，并在配置绿化景观设施等工程技术资源的过程中，逐步提升生态系统的各项基本功能恢复效果。很多矿山地质环境和生态环境修复治理技术措施，不能在短时间内见到效果，但是需要经过一段时间之后，生态环境部门和林业部门需要对矿山开采活动现场和周边区域进行全面的环境监测数据采集工作，才能快速判定相关企业单位采取的环境治理修复技术措施是否科学有效。因地制宜开展生态环境的修复治理工作，需要建立在矿山环境监测技术体系和管理机制的基础之上，避免对矿山地表和地下岩石土壤层结构、水系产生长期的负面影响，对矿区废弃地和塌陷区进行全面的环境修复治理。

结束语

综上所述，在应对各类矿山地质灾害事故的过程中，相关企业单位和环保部门需要及时采取因地制宜、科学合理的地质环境治理措施，并优化配置生态环境修复技术措施，构建全面的地质-生态环境监测技术体系，保障各项工程技术资源和生态资源能够稳定应用在矿山之中。

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] 吴辉军. 矿山地质灾害区的生态恢复治理研究[J]. 世界有色金属, 2022(08): 205-207.
- [3] 刘晓文, 肖祖未, 刘伟. 矿山地质环境现状分析及其生态保护技术设计研究[J]. 环境科学与管理, 2022, 47(02): 160-164.
- [4] 夏冰, 张影, 李玲, 王翔鹰, 付国平, 陈新党. 矿山生态保护修复治理技术探析[J]. 中国金属通报, 2022(12): 213-215.
- [5] 杨剑锋. 矿山生态修复工程及技术措施探讨[J]. 世界有色金属, 2022(23): 178-180.