

矿山工程地质灾害治理及生态环境修复措施分析

石文豪

新疆地质局水文环境地质调查中心 新疆 乌鲁木齐 830091

摘要：矿山工程地质灾害治理及生态环境修复措施分析旨在探讨如何有效应对矿山开采过程中引发的地质灾害，并恢复受损的生态环境。通过对地质灾害类型、成因及影响的分析，本文提出了包括多部门联合监测、注浆填充、土地复垦、植被恢复等一系列治理与修复措施。这些措施的实施有助于降低地质灾害风险，恢复生态平衡，实现矿山开采与环境保护的协调发展。

关键词：矿山工程；地质灾害治理；生态环境修复

引言：随着矿产资源的不断开发，矿山工程地质灾害频发，对生态环境造成严重破坏。地质灾害不仅威胁人民生命财产安全，还制约矿山开采的可持续发展。因此加强矿山工程地质灾害治理及生态环境修复显得尤为重要。本文将从地质灾害治理和生态环境修复两方面入手，深入分析并提出有效的治理与修复措施，以期为矿山开采与环境保护的协调发展提供参考。

1 矿山工程地质灾害概述

1.1 矿山工程地质灾害的类型

矿山工程地质灾害是指在矿床开采活动中，由于大量采掘井巷破坏和岩土体变形，以及矿区地质、水文地质条件与自然环境发生严重变化，从而引发的对人类生命财产安全、采矿工程设备和矿区资源环境造成危害的灾害。这些灾害种类繁多，根据发生位置主要可以分为地面和井下两大类。地面矿山地质灾害主要包括地面塌陷、地面沉降、地裂缝、滑坡、崩塌、泥石流以及煤自燃等。这些灾害通常是由于采矿活动导致地表岩土圈层形变，进而引发地表结构的破坏。例如，矿脉埋藏较浅、矿区地面平缓时，地面塌陷与沉降的现象较为常见；而矿脉埋藏深、距地表较远的开采区，如果不能及时回填矿渣，则有可能发生大面积塌陷、沉降和开裂，不仅破坏水土、建筑物，还可能毁坏道路、水库等公共资源与建筑。井下矿山地质灾害则主要包括冒顶、片帮、突水、突泥、井下热害、矿震、岩爆、井下煤自燃、油气井管套损坏以及矿坑水污染等。这些灾害多发生在矿井内部，由于采矿活动改变了矿区的地质环境，导致地下岩土圈层形变，进而引发灾难性后果。

1.2 矿山工程地质灾害的危害

矿山工程地质灾害的危害十分严重，主要表现在几个方面：首先，这些灾害对矿山安全构成严重威胁，地质灾害的发生可能导致矿井巷道变形、矿柱失稳，进而

引发矿井内部结构破坏，对矿山设备和人员安全构成直接威胁。同时还可能堵塞矿区道路，影响矿区交通运输和应急救援^[1]。其次，地质灾害对矿山生产造成严重影响，灾害的发生可能导致生产中断，资源损失，甚至造成整个矿山的停产。例如，地面塌陷、地裂缝等灾害可能导致矿井巷道变形，进而影响采矿作业的正常进行；而突水、突泥等井下灾害则可能导致矿井被水淹没，造成人员伤亡和其他严重灾难性后果。地质灾害还对矿区及周边环境造成长期破坏，灾害的发生可能导致土地破坏、水资源污染等环境问题，影响生态平衡。

2 矿山生态环境破坏现状分析

2.1 土地资源破坏

矿山开采活动对土地资源的破坏是显而易见的，其影响深远且难以逆转。在矿山开采过程中，大量的岩石、土壤被挖掘出来，形成了露天矿坑、废石堆场和尾矿库。这些区域的地表植被被彻底清除，土壤结构被破坏，导致土地失去原有的生产力和生态功能。露天开采是土地资源破坏最为严重的方式之一，露天矿坑的形成不仅直接占用了大片土地，还使得原有地表的生态系统被彻底破坏。矿坑周边的土地由于重力作用、雨水冲刷等因素，容易发生滑坡、塌陷等地质灾害，进一步加剧了土地资源的损失，废石堆场和尾矿库的建设也占用了大量土地，并且这些废弃物中含有重金属、放射性元素等有害物质，对土壤造成污染，使得土地难以再利用。矿山开采过程中产生的废弃物还会对周边土地造成压占和污染。这些废弃物在堆放过程中，由于风化和雨水冲刷，其中的有害物质会渗入土壤，导致土壤重金属超标、酸碱度失衡等问题。这些问题不仅影响了土地的农业生产能力，还对人类健康构成了潜在威胁。在一些地区，由于矿山开采活动频繁，土地退化现象十分严重，原本肥沃的农田变成了不毛之地，给当地农业生产带来

了巨大损失。

2.2 水资源污染与破坏

矿山开采活动对水资源的影响同样不容忽视。在采矿过程中,大量的地下水被抽出用于冷却、除尘等生产环节,导致地下水位下降,甚至形成地下水漏斗区。这不仅影响周边地区的农业灌溉和生活用水,还可能导致地表水系的干涸和断流。矿山开采过程中产生的废水、废液也是水资源污染的主要来源之一,这些废水、废液中含有大量的重金属、悬浮物、有机污染物等有害物质,如果未经处理直接排放到环境中,会对地表水和地下水造成严重的污染。一些地区由于矿山废水排放问题,导致河流、湖泊等水体水质恶化,水生生物死亡,生态系统遭受严重破坏。矿山开采还会对地表水体造成破坏。在一些地区,由于矿山开采活动导致的地表水体破坏,已经严重影响到当地居民的生产生活和生态环境^[2]。

2.3 植被破坏与生物多样性降低

矿山开采活动对植被的破坏是显而易见的。在采矿过程中,大量的植被被砍伐或碾压,导致地表裸露、土壤侵蚀加剧。这不仅降低土地的生态功能,还使得生态系统变得脆弱和不稳定。植被的破坏对生物多样性产生严重影响,植被是生态系统的重要组成部分,它们为生物提供栖息地和食物来源。随着植被的破坏,许多物种失去了生存空间,导致生物多样性降低。一些珍稀濒危物种甚至因为矿山开采活动而面临灭绝的风险。矿山开采过程中产生的噪音、震动等也会对野生动物造成干扰和惊吓,使它们不得不离开原有的栖息地。这进一步加剧了生物多样性的降低和生态系统的破坏。在一些地区,由于矿山开采活动的影响,原本丰富多样的生态系统已经变得单调和脆弱,生态系统服务功能严重受损。

3 矿山工程地质灾害治理措施

3.1 地面塌陷与采空区塌陷治理

地面塌陷与采空区塌陷是矿山工程地质灾害中最为常见的类型之一,其治理措施需综合考虑地质条件、灾害规模及影响范围等多方面因素。对于地面塌陷的治理,首先需进行详细的塌陷区地质调查,明确塌陷区的范围、深度及发展趋势。在此基础上,可采用回填法,即利用矿山废弃物或外来物料对塌陷坑进行填充,以恢复地表形态和土壤结构。回填材料需经过筛分、破碎等预处理,确保其符合填充要求。回填过程中需严格控制填充速度和填充高度,防止因填充不当而引发新的地质灾害。针对采空区塌陷,治理措施主要包括注浆加固和构建人工支撑结构。注浆加固是通过向采空区注入水泥浆、化学浆等固化材料,提高采空区岩体的整体强度和

稳定性。该方法适用于采空区范围较小、地质条件相对稳定的区域。而构建人工支撑结构则是在采空区上方或周围建设钢筋混凝土柱、钢架等支撑体系,以承受采空区岩体的自重和上部荷载,防止塌陷事故的发生^[3]。对于地面塌陷和采空区塌陷的治理,还需加强监测和预警工作。通过安装地表位移监测站、地下水位监测井等设施,实时监测塌陷区的发展动态,及时发现和处理异常情况。同时建立健全地质灾害预警系统,根据监测数据和分析结果,提前发布预警信息,为防灾减灾提供科学依据。

3.2 地裂缝治理

地裂缝是矿山开采过程中因地表岩土体变形而产生的裂缝,其治理措施需根据裂缝的规模、深度及成因等因素进行综合考虑。对于规模较小、深度较浅的地裂缝,可采用填堵法进行治理。即利用土壤、碎石等物料对地裂缝进行填充,以恢复地表形态和防止雨水、地下水等渗入裂缝内部。填堵过程中需确保填充材料的质量和填充的密实度,防止因填充不当而引发新的地质灾害。对于规模较大、深度较深的地裂缝,则需采用注浆加固或构建人工防渗墙等治理措施。注浆加固是通过向裂缝内部注入水泥浆、化学浆等固化材料,提高裂缝两侧岩土体的整体强度和稳定性。而构建人工防渗墙则是在裂缝两侧建设钢筋混凝土墙或土工膜等防渗设施,以防止雨水、地下水等渗入裂缝内部,进一步加剧裂缝的发展。地裂缝的治理还需注重生态恢复工作,在裂缝治理完成后,可在裂缝区域种植植被或进行土地复垦,以恢复地表生态功能和防止水土流失,加强监测和预警工作,及时发现和处理异常情况,确保地裂缝治理效果的长久稳定。

3.3 滑坡与泥石流治理

滑坡与泥石流是矿山工程地质灾害中危害最为严重的类型之一,其治理措施需综合考虑地质条件、降雨情况、植被覆盖等多方面因素。对于滑坡的治理,可采用抗滑桩、挡土墙等支挡结构进行防护,抗滑桩是一种利用桩身抗力和桩间土体共同作用来抵抗滑坡推力的结构形式,适用于滑坡体较厚、推力较大的区域。而挡土墙则是一种利用墙体自重和墙体后填土的抗剪强度来抵抗滑坡推力的结构形式,适用于滑坡体较薄、推力较小的区域。对于泥石流的治理,则需采取多种措施综合治理。首先,需加强水源管理,减少降雨径流对泥石流形成的贡献。其次,可采用拦挡、排导等措施,如建设泥石流拦挡坝、排导槽等设施,以减缓泥石流流速、降低泥石流冲击力。同时加强植被恢复工作,提高泥石流区域的植

被覆盖率,减少水土流失和泥石流发生的可能性^[4]。滑坡与泥石流的治理还需注重监测和预警工作,通过安装地表位移监测站、降雨量监测站等设施,实时监测滑坡和泥石流的发展动态,及时发现和处理异常情况,建立健全地质灾害预警系统,根据监测数据和分析结果,提前发布预警信息,为防灾减灾提供科学依据。

4 矿山生态环境修复措施

4.1 土地资源修复

矿山开采活动往往导致土地资源的严重破坏,包括土壤污染、结构破坏和生态功能丧失等。针对这些问题,土地资源修复成为矿山生态环境恢复的重要一环。土地资源修复的首要任务是进行污染土壤的治理,这包括去除土壤中的重金属、有害化学物质等污染物,以及恢复土壤的肥力和结构。对于重金属污染严重的土壤,可采用化学淋洗、植物修复、固化稳定化等技术进行处理。化学淋洗通过向土壤中注入淋洗剂,将重金属从土壤中提取出来;植物修复则利用某些植物对重金属的吸收和富集能力,将重金属从土壤中转移到植物体内;固化稳定化则是通过添加固化剂,将重金属固定在土壤中,降低其迁移性和生物可利用性。在恢复土壤肥力和结构方面,可采取土壤改良和土地复垦等措施。土壤改良包括施用有机肥、矿物质肥料等,提高土壤的有机质含量和养分水平;通过深耕、松土等耕作措施,改善土壤的物理结构,提高土壤的透气性和保水能力。土地复垦则是将破坏的土地恢复为可利用的农田、林地或草地等,通过种植适宜的作物或植被,恢复土地的生态功能和生产价值。对于矿山开采过程中形成的废弃地,如废石堆场、尾矿库等,也需进行生态修复。这包括采取工程措施进行地形整平、土壤覆盖等,为植被恢复创造条件;通过种植耐盐碱、耐重金属等植物,逐步改善废弃地的生态环境,减少其对周边环境的负面影响。

4.2 水资源修复

矿山开采活动对水资源的影响主要表现为水污染和水资源破坏。因此,水资源修复成为矿山生态环境恢复的关键环节。针对水污染问题,需采取综合措施进行治理,应加强矿山废水的处理,确保废水在排放前达到环保标准。这包括建设废水处理设施,采用物理、化学或生物等方法去除废水中的污染物;加强废水排放的监

管,确保废水不超标排放^[5]。对于已经受到污染的河流、湖泊等水体,需进行生态修复。这包括采用人工湿地、生态浮岛等技术,利用植物、微生物等生物体的净化作用,去除水体中的污染物;通过恢复水体中的生物多样性,提高水体的自净能力和生态稳定性。在水资源破坏方面,需采取工程措施进行修复。

4.3 植被修复与生物多样性恢复

植被是生态系统的重要组成部分,对于维持生态平衡、保护生物多样性具有重要作用。植被修复的主要措施包括种植适宜的植被、恢复植被群落结构等。在选择种植植被时,需根据矿区的气候、土壤等自然条件,选择适应当地环境的植物种类;考虑植被的生态功能和经济效益,选择具有固土保水、防风固沙、改善环境等作用的植物。在恢复植被群落结构方面,需注重植被的多样性和层次性,通过种植不同种类的植物,形成多层次、多结构的植被群落,提高生态系统的稳定性和抵抗力。加强植被的养护和管理,确保植被的健康生长和良好发展。植被修复还需与生物多样性恢复相结合,在种植植被的同时,注重保护和恢复当地的生物多样性。

结束语

矿山工程地质灾害治理及生态环境修复是一项系统工程,需综合运用多种技术手段和管理措施。通过实施科学有效的治理与修复方案,不仅可以显著降低地质灾害风险,还能逐步恢复矿山区域的生态环境,实现经济效益与生态效益的双赢。未来,应继续加强技术研发与创新,完善相关政策法规,推动矿山地质灾害治理与生态环境修复工作的深入开展。

参考文献

- [1] 关健,郭玉娟,牡丹. 矿山地质灾害防治及生态环境修复研究[J]. 科技创新导报,2021,18(31):26-28.
- [2] 梁巍. 矿山地质灾害防治与矿山生态修复探讨[J]. 区域治理,2021(18):181-182.
- [3] 秦海波. 关注. 生态修复对策在泥石流地质灾害防治中的应用[J]. 中华建设,2022(5):145-147.
- [4] 王振琦,杨晓凤. 矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策分析[J]. 地矿测绘,2021,4(2):7-8.
- [5] 李亚丽. 矿山地质灾害治理及生态环境修复措施[J]. 有色金属设计,2021,48(4):72-73,77.