

矿山环境地质灾害问题与勘查方法研究

马 猛

河北省地质矿产勘查开发局第二地质大队（河北省矿山环境修复治理技术中心） 河北 唐山 063000

摘 要：矿山环境地质灾害问题一直是矿业开发中的重大挑战。本文深入探讨了矿山环境地质灾害的主要类型、成因及危害，包括滑坡、泥石流、地面塌陷等。同时对地质灾害勘查方法进行了系统研究，包括地球信息技术、水文地质与岩土力学试验方法以及地球物理勘查方法等。通过对比分析，提出针对不同类型地质灾害的有效勘查策略，为矿山地质灾害的预测、评估与防治提供科学依据和技术支持，有助于实现矿山开发与环境保护的协调发展。

关键词：矿山环境；地质灾害问题；勘查方法

1 矿山环境地质灾害的类型与特征

1.1 山体滑坡与崩塌

山体滑坡与崩塌是矿山地质灾害中常见的两种类型。滑坡是指斜坡上的土体或岩体，在河流冲刷、地下水活动、雨水浸泡、地震及人工切坡等因素的影响下，在重力作用下，沿着一定的软弱面或软弱带，整体或分散地顺坡向下滑动的自然现象。崩塌则是指陡峻山坡上岩块、土体在重力作用下，发生突然的急剧的倾落运动。滑坡通常沿着滑动面滑动，滑体的整体性好，有一定外部形态。滑坡体表面总体坡度较陡，延伸较长，且坡面高低不平。滑坡发生时，滑坡体表面会出现裂缝，前缘土体可能出现隆起，后部快速下座，四周岩土体出现松动。崩塌则无滑动面，堆积物结构零乱，多呈锥形。崩塌体完全脱离母体（山体），垂直位移量远大于水平位移量。崩塌发生时，崩塌体的前缘会不断发生掉块、坠落现象，脚部出现新的破裂形迹，并可能伴随岩石的撕裂摩擦声。

1.2 地面塌陷

地面塌陷是指地表岩、土体在自然或人为因素作用下，向下陷落，并在地面形成塌陷坑（洞）的一种地质现象。在矿山环境中，地面塌陷主要由采矿活动引发。地面塌陷具有时空分布规律，主要分布于岩溶强烈及中等发育的覆盖型碳酸盐岩地区，以及矿山及其周围地区^[1]。塌陷发生时，地面会出现形变，如地鼓、小型垮塌、环形开裂等。建筑物会出现作响、形变、开裂等现象，井、泉也会突然干枯或浑浊翻沙、水量突变。地面塌陷对居民地、交通设施等具有严重危害。

1.3 泥石流

泥石流是一种由降水（暴雨、冰川、积雪融化水）在沟谷或山坡上产生的一种挟带大量泥沙、石块和巨砾等固体物质的特殊洪流，是一种灾害性的地质现象。

泥石流具有直进性，在沟道凹岸或遭遇障碍物时，能爬上数米甚至十几米高的沟岸或山坡。泥石流流体中的泥沙、石块等固体物质含量高于15%，流体重度大于1.3吨/立方米。泥石流流体出山口后迅速沉积，形成新的堆积扇或覆盖在原有堆积扇之上。泥石流具有强大的粘滞力、运动能量和破坏力，能够摧毁沿途的建筑物、构筑物 and 树木等一切障碍物。

2 矿山地质灾害的危害

2.1 对人民生命财产安全的威胁

矿山地质灾害对人民生命财产安全构成了直接且紧迫的威胁。在矿山作业区域，由于地质条件复杂多变，加上长期开采活动对地质结构的破坏，使得山体滑坡、崩塌、泥石流等灾害频繁发生。这些灾害往往具有突发性强、破坏力大的特点，能够在短时间内对周边居民的生命安全构成严重威胁。灾害还可能引发次生灾害，如火灾、水污染等，进一步加剧对人民生命财产安全的威胁。

2.2 对社会经济发展的影响

矿山地质灾害不仅威胁着人民生命财产安全，还对社会经济发展产生了深远的影响。一方面，灾害的发生往往导致矿山停产整顿，直接影响矿产资源的正常开采和利用。这不仅会导致矿产资源的浪费，还会影响相关产业链的稳定运行，如钢铁、建材、化工等行业都可能受到波及。另一方面，灾害造成的交通中断、基础设施损毁等问题，会严重阻碍当地经济的正常运行和居民的正常生活。例如，交通中断可能导致物资运输受阻，影响市场的供应和价格稳定；基础设施损毁则可能导致电力、通信等公共服务中断，影响居民的基本生活需求^[2]。

2.3 对自然环境的破坏

矿山地质灾害对自然环境的破坏是长期且难以逆转的。在矿山开采过程中，由于大规模的挖掘和开采活动，会破坏原有的地质结构和生态平衡。这会导致水土

流失加剧,土壤肥力下降,植被破坏严重,进而影响整个生态系统的稳定性和可持续性。矿山开采过程中产生的废弃物和污染物也会对自然环境造成严重的污染和破坏。这些环境问题不仅会影响当地居民的生存环境和生活质量,还会对整个生态系统的健康和稳定构成严重威胁。

3 矿山环境地质灾害的勘查方法

3.1 地球信息技术综合方法

矿山环境地质灾害的勘查工作中,地球信息技术综合方法是一种高效且全面的手段,它融合了遥感技术、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)以及数据库技术等多种现代科技手段,为矿山地质灾害的预测、评估与防治提供了强有力的技术支持。作为地球信息技术的重要组成部分,遥感技术通过卫星、飞机等平台搭载的高分辨率传感器,远距离获取地球表面的影像数据。在矿山环境地质灾害勘查中,遥感技术能够快速识别出地表形变、植被覆盖变化、土壤侵蚀等灾害前兆信息,为灾害预警提供关键数据,结合多时相遥感影像对比,可以分析灾害的发展趋势,为制定防灾减灾策略提供科学依据。GIS是一种集成了地理数据采集、存储、管理、分析和显示于一体的计算机系统。在矿山地质灾害勘查中,GIS能够整合遥感数据、地质调查数据、环境监测数据等多源信息,构建地质灾害风险评价模型,实现灾害风险的空间分析和可视化表达。通过GIS平台,可以直观地展示灾害分布特征、潜在影响区域及风险等级,为灾害管理提供决策支持。GPS技术以其高精度、全天候、全球覆盖的特点,在矿山地质灾害勘查中发挥着重要作用。通过GPS测量,可以精确获取灾害点位的经纬度坐标,实时监测地表形变情况,如滑坡体的位移量、沉降速率等,为灾害预警和应急响应提供实时数据支持。GPS技术还可以用于灾害发生后快速定位救援点,提高救援效率。在矿山地质灾害勘查中,数据库技术用于存储和管理海量的地质、环境、灾害监测等数据。通过建立统一的数据标准和数据共享机制,可以实现不同部门、不同领域之间的数据交换和整合,为灾害研究提供全面、系统的数据资源,数据库技术还支持数据挖掘和智能分析,能够发现数据间的关联性和规律性,为灾害预测和风险评估提供科学依据。

3.2 水文地质与岩土力学试验方法

水文地质与岩土力学试验方法是矿山环境地质灾害勘查中不可或缺的一部分,它通过直接对矿山区域的水文地质条件和岩土体性质进行测试,为灾害成因分析、稳定性评价及防治措施设计提供基础数据。水文地质试验:主要包括抽水试验、渗水试验、水位观测等。抽水

试验通过抽取地下水,观测水位下降速度、恢复速度及水质变化,以了解含水层的渗透性、储水能力及水质特征。渗水试验则通过向土壤或岩层注入水,观测水的渗透速度,评估岩土体的透水性。水位观测则用于监测地下水位的变化,分析地下水动态规律,为灾害预警提供依据^[3]。岩土力学试验:包括直剪试验、三轴压缩试验、抗拉强度试验等。直剪试验用于测定岩土体的抗剪强度,评估其抵抗剪切破坏的能力。三轴压缩试验通过模拟岩土体在不同应力状态下的受力情况,了解其压缩变形特性及强度指标。抗拉强度试验则用于测定岩土体的抗拉强度,评估其抵抗拉伸破坏的能力。这些试验能够为滑坡、崩塌等地质灾害的稳定性评价提供关键参数。原位测试:如标准贯入试验、静力触探试验等,直接在现场对岩土体进行测试,获取更真实、更准确的岩土体性质数据。

3.3 地球物理勘查方法

地球物理勘查方法在矿山环境地质灾害勘查中扮演着重要角色,它利用地球物理场的分布和变化规律,探测地下物质组成、结构、构造及物理性质,为灾害的预测和评估提供重要依据。重力勘查:通过测量地球重力场的分布和变化,推断地下物质的质量分布,揭示地质构造和矿产资源的分布规律。在矿山环境地质灾害勘查中,重力勘查可以用于探测滑坡体的厚度、范围及滑动面的深度,评估滑坡体的稳定性。电法勘查:包括电阻率法、激发极化法、自然电位法等。这些方法通过测量地下介质的电性参数(如电阻率、极化率等),反映其物质组成、含水量、孔隙度等信息。在矿山地质灾害勘查中,电法勘查可以用于探测地下空洞、断层、软弱夹层等地质异常体,评估其对地质灾害的影响。磁法勘查:利用地下物质的磁性差异,测量地球磁场的分布和变化,推断地下磁性体的位置、形状及磁性特征。在矿山地质灾害勘查中,磁法勘查可以用于探测地下磁性矿物(如铁矿石)的分布,评估其对地质灾害的潜在影响。地震勘查:通过人工激发地震波,观测其在地下介质中的传播特性(如波速、振幅、频率等),推断地下物质的结构、构造及物理性质。在矿山地质灾害勘查中,地震勘查可以用于探测地下断层、褶皱等地质构造,评估其对地质灾害的控制作用。放射性勘查:利用放射性元素的自然衰变产生的辐射场,测量其强度、分布及变化规律,推断地下放射性物质的分布及含量^[4]。

4 矿山环境地质灾害的治理措施

4.1 工程措施

矿山环境地质灾害的治理中,工程措施是最直接且

有效的手段之一,旨在通过物理方法直接干预和修复受损的地质环境,以减少或消除灾害风险。针对滑坡和崩塌等地质灾害,工程措施主要包括抗滑桩、挡土墙、锚索加固、排水系统等。抗滑桩和挡土墙通过增加滑坡体的抗滑力,阻止其继续滑动;锚索加固则是利用高强度锚索将滑坡体稳定于基岩上,提高其整体稳定性;排水系统则通过拦截和引流地表及地下水,减少水对滑坡体的不利影响,降低灾害发生的可能性。泥石流灾害的治理重点在于控制物源、疏通排导和设置拦挡设施。通过修建拦沙坝、谷坊群等工程,可以有效拦截泥石流中的固体物质,减少其冲击力;设置排导槽、导流堤等,引导泥石流沿预定路径安全排放,避免对下游地区造成危害。对于因采矿活动导致的地面塌陷,工程措施主要包括回填、注浆加固和重建地表设施。回填法通过向塌陷坑内填充适宜的材料,恢复地表形态;注浆加固则是利用高压注浆技术,将浆液注入塌陷区域,填充空隙并增强岩土体的力学强度;重建地表设施则包括修复道路、桥梁、房屋等基础设施,保障居民的正常生活。在矿山开采过程中,地下水往往受到不同程度的污染。工程治理措施包括建立地下水污染监测体系,及时发现并处理污染源;采用抽水-处理-回灌技术,将受污染的地下水抽出,经过处理后重新注入地下含水层,恢复水质;在特定情况下,还可采用地下水帷幕墙等工程手段,阻止污染物向地下水体扩散。

4.2 生物措施

生物措施在矿山环境地质灾害治理中发挥着越来越重要的作用,它利用植被恢复、土壤改良等手段,改善地质环境,增强生态系统的自我修复能力。通过种植适宜的植物,可以固定土壤、减少水土流失,同时植被的根系还能增强土壤的抗剪强度,提高边坡的稳定性。在滑坡、崩塌等灾害易发区域,选择适当的植被种类进行恢复,可以有效降低灾害风险。针对矿山开采过程中造成的土壤退化问题,采取物理、化学和生物相结合的方法,改善土壤结构,提高土壤肥力。例如,添加有机肥、石灰等改良剂,调节土壤酸碱度,增加土壤养分;通过种植绿肥作物,增加土壤有机质含量,改善土壤物理性质。

在矿山废弃地或受损区域,通过构建人工湿地、恢复水生生态系统等手段,实现生态系统的整体修复。

4.3 综合治理措施

矿山环境地质灾害的治理往往需要综合运用工程措施和生物措施,形成综合治理体系,以达到最佳治理效果。在矿山开采前,应进行全面的地质灾害风险评估,制定科学的治理规划^[5]。明确治理目标、任务和时间表,确保治理工作的有序进行。建立地质灾害监测预警系统,实时监测地质环境的变化情况,及时发现并预警灾害风险。通过遥感监测、地面观测等手段,收集地质灾害前兆信息,为治理决策提供科学依据。加强地质灾害防治知识的宣传和教育,提高公众的防灾减灾意识。鼓励公众参与地质灾害治理工作,形成政府、企业、社会共同参与的治理格局。充分利用现代科技手段,如地理信息系统(GIS)、遥感技术、无人机等,提高地质灾害治理的精准度和效率。加强科研攻关,推动新技术、新方法在地质灾害治理中的应用。

结束语

矿山环境地质灾害的勘查与治理是一项长期而艰巨的任务。随着科技的进步和人们对环境保护意识的提高,地质灾害的勘查方法将更加精确、高效。本文的研究成果为矿山地质灾害的勘查与治理提供了有益的探索 and 参考。未来,应继续加强科研攻关,推动新技术、新方法的应用,为矿山地质灾害的防治贡献更多智慧和力量,保障矿山开发与生态环境的和谐共生。

参考文献

- [1]陈昌.矿山地质勘察与勘察灾害防治的策略分析[J].中国金属通报,2021,(6):200-201.
- [2]曾国星,彭文祥.矿山地质灾害勘查方法与防治措施分析[J].世界有色金属,2020,(11):116-117.
- [3]莫涛.矿山地质灾害勘查方法与防治措施分析[J].世界有色金属,2021,(5):184-185.
- [4]卢朝玲.矿山环境地质灾害问题与勘查方法研究[J].冶金与材料,2023,43(10):105-107.
- [5]梁艳桃.矿山环境地质灾害问题及其勘查方法分析[J].世界有色金属,2023(05):163-165.