

基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究

于月涛

山西金地源地质科技有限公司 山西 晋中 030600

摘 要：本文探讨了基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术。分析了矿区地质灾害的主要类型及成因，包括自然因素和人为因素。阐述了工程地质勘察在矿区地质灾害防治中的重要性，包括识别地质灾害隐患、提供科学依据、指导治理方案制定等。介绍了常用的工程地质勘察技术，如地质测绘、钻探、物探等，并探讨了其在矿区地质灾害防治中的应用。最后，提出了基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治策略，包括加强前期勘察、制定科学治理方案、实施动态监测与预警、加强技术研发与应用等，并结合真实案例进行分析。

关键词：工程地质勘察；矿区地质灾害；防治技术；动态监测

1 引言

随着经济的快速发展，对矿产资源的需求不断增加，矿区开采活动日益频繁。然而，矿区开采过程中往往伴随着地质灾害的发生，如滑坡、泥石流、地面塌陷等，这些灾害不仅威胁着矿区工作人员的生命安全，还对环境造成了严重的破坏，影响了矿区的可持续发展。因此，基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究具有重要的现实意义。

2 矿区地质灾害概述

2.1 矿区地质灾害的主要类型

滑坡是矿区常见的地质灾害之一。在矿区开采过程中，由于开挖边坡、堆积废渣等活动，破坏了山体原有的平衡状态，导致岩土体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。例如，在一些露天矿山，开采形成的边坡如果坡度过陡、坡体结构松散，在降雨等因素诱发下容易发生滑坡。

泥石流是山区沟谷中，由暴雨、冰雪融水等水源激发的，含有大量的泥砂、石块的特殊洪流。在矿区，特别是山区矿区，开采活动产生的废石、废渣等堆积物为泥石流提供了丰富的物源。当遇到强降雨等条件时，这些堆积物在雨水的冲刷下容易形成泥石流，对矿区及周边地区造成严重的危害。

地面塌陷是由于地下采空区、岩溶洞穴等空洞的存在，在上覆岩土体重力作用下，地面发生塌陷的现象。在矿区，地下开采活动会形成大量的采空区，如果采空区得不到及时有效的处理，随着开采范围的扩大和时间的推移，地面塌陷的风险逐渐增加。地面塌陷不仅会破坏矿区的基础设施，还可能危及人员的安全。

地裂缝是地表岩土体在自然因素或人为因素作用下，产生开裂并在地面形成一定长度和宽度的裂缝。在

矿区，开采活动引起的地表变形是导致地裂缝产生的主要原因之一。地裂缝的出现会破坏地面的完整性，影响矿区的正常生产和人员的生活。

2.2 矿区地质灾害的成因分析

2.2.1 自然因素

矿区的地质构造、岩性、地形地貌等自然条件对地质灾害的发生具有重要影响。例如，在断层发育、岩层破碎的地区，滑坡、泥石流等灾害更容易发生；在岩溶发育的地区，地面塌陷的风险较高。降雨是诱发滑坡、泥石流等灾害的重要因素^[1]。在雨季，大量的雨水渗入岩土体，增加了岩土体的重量，降低了其抗剪强度，容易引发滑坡和泥石流。此外，河流的侵蚀作用也会对矿区边坡的稳定性产生影响。

2.2.2 人为因素

矿区开采活动是导致地质灾害发生的主要人为因素。开采过程中形成的边坡、采空区等改变了地表的原始状态，破坏了岩土体的平衡条件。例如，不合理的边坡开挖角度、废渣随意堆放等都会增加滑坡和泥石流的风险。除了开采活动外，矿区的一些工程活动，如爆破、挖掘等，也会对岩土体产生扰动，降低其稳定性，从而引发地质灾害。

3 工程地质勘察在矿区地质灾害防治中的重要性

3.1 识别地质灾害隐患

工程地质勘察可以通过地质测绘、钻探、物探等多种手段，查明矿区的地质构造、岩性、地层分布、水文地质条件等。例如，通过地质测绘可以了解矿区的地形地貌、地质界线等宏观地质特征；通过钻探可以获取深部岩土体的岩性、结构等信息；通过物探可以探测地下隐伏构造、岩溶洞穴等。这些地质信息的获取为识别地质灾害隐患提供了基础数据。在查明地质条件的基础

上,工程地质勘察可以对地质灾害的成因进行分析。例如,通过分析边坡的岩性、结构面特征、水文地质条件等,可以判断边坡的稳定性,找出可能导致滑坡的因素;通过分析废渣堆积物的物质组成、堆积形态、水源条件等,可以评估泥石流的发生风险。

3.2 为地质灾害防治提供科学依据

工程地质勘察结果可以帮助确定地质灾害防治的目标。例如,如果矿区存在滑坡隐患,防治目标可能是提高边坡的稳定性,防止滑坡的发生;如果存在地面塌陷隐患,防治目标可能是对采空区进行治理,防止地面塌陷。根据工程地质勘察结果,可以制定科学合理的地质灾害防治方案。例如,对于滑坡隐患,可以采取削坡减载、支挡结构、排水工程等措施;对于地面塌陷隐患,可以采取充填法、崩落法、注浆法等方法对采空区进行治理。

3.3 指导地质灾害治理工程施工

工程地质勘察结果可以为地质灾害治理工程的施工设计提供依据。例如,在滑坡治理工程中,根据边坡的岩性、结构面特征等地质条件,可以合理确定支挡结构的类型、尺寸和位置;在地面塌陷治理工程中,根据采空区的分布范围、塌陷程度等地质条件,可以制定合适的充填方案。在地质灾害治理工程施工过程中,工程地质勘察可以发挥监督作用^[2]。通过对施工过程中的地质条件进行监测和分析,可以及时发现施工中存在的问题,如支挡结构基础不稳定、充填材料质量不符合要求等,从而确保施工质量。

4 工程地质勘察技术在矿区地质灾害防治中的应用

4.1 地质测绘技术

地质测绘是工程地质勘察的基础手段之一,它通过对矿区的地形地貌、地质界线、构造线等进行测量和描绘,形成地质图件,为地质灾害防治提供基础资料。在矿区地质灾害防治中,地质测绘可以用于查明矿区的地形地貌特征,如山坡的坡度、坡向、沟谷的发育程度等,这些信息对于判断边坡的稳定性、泥石流的流路等具有重要意义。例如,通过地质测绘发现某矿区边坡坡度较陡,且坡体上存在多条冲沟,结合其他地质条件分析,可以判断该边坡存在滑坡隐患,需要采取相应的防治措施。

4.2 钻探技术

钻探是通过钻孔获取深部岩土体样本,并对其进行分析和测试,以查明深部地质条件的一种手段。在矿区地质灾害防治中,钻探可以用于查明边坡、采空区等关键部位的地质结构、岩性、水文地质条件等。在滑坡治理工程中,通过钻探可以获取边坡不同深度的岩土体样本,分析其物理力学性质,如抗剪强度、压缩性等,

从而判断边坡的稳定性。例如,在某矿区滑坡治理工程中,通过钻探发现边坡下部存在一层软弱夹层,该夹层的抗剪强度较低,是导致滑坡发生的主要原因之一。根据钻探结果,采取了加固软弱夹层的治理措施,有效提高了边坡的稳定性。

4.3 物探技术

物探是利用地球物理原理,通过观测和研究各种地球物理场的变化来探测地下地质结构和矿产资源的一种技术。在矿区地质灾害防治中,常用的物探方法包括电法、磁法、地震勘探等。在地面塌陷防治中,电法勘探可以用于探测地下采空区的分布范围、深度等。例如,在某矿区地面塌陷隐患排查中,通过电法勘探发现地下存在大范围的采空区,且采空区顶部与地表的距离较近^[3]。根据物探结果,及时采取了充填法对采空区进行治理,防止了地面塌陷的发生。

4.4 监测技术

监测技术是通过在矿区布置监测仪器和设备,对地质灾害隐患点的变形、位移、应力等参数进行实时监测,以掌握地质灾害的发展动态,为灾害预警和防治提供依据。在滑坡监测中,可以在边坡上布置位移监测仪、应力计等监测设备,实时监测边坡的变形和应力变化。例如,在某矿区滑坡监测中,通过位移监测仪发现边坡的位移速率突然加快,结合其他监测数据分析,判断滑坡即将发生。及时采取了应急措施,疏散了人员,避免了人员伤亡。

5 基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治策略

5.1 加强前期工程地质勘察工作

在矿区开采前,应进行详细的工程地质勘察工作,提高勘察精度。通过采用多种勘察手段相结合的方法,如地质测绘、钻探、物探等,全面查明矿区的地质条件,为地质灾害防治提供准确的基础数据。在工程地质勘察过程中,应建立地质灾害数据库,对勘察结果进行整理和分析。数据库应包括矿区的地质条件、地质灾害隐患点分布、灾害类型、成因等信息,为后续的危害防治工作提供数据支持。

5.2 制定科学合理的地质灾害防治方案

在制定地质灾害防治方案时,应综合考虑矿区的地质条件、开采活动、气象水文条件等多种因素。例如,对于滑坡隐患,除了考虑边坡的岩性、结构面特征等地质条件外,还应考虑降雨、地震等诱发因素,制定综合性的防治措施。防治措施应具有可行性,既要考虑技术上的可行性,也要考虑经济上的合理性^[4]。例如,在选择支挡结构类型时,应根据边坡的地质条件、高度、坡度

等因素,选择合适的结构类型,并确保其施工难度和成本在可接受范围内。

5.3 实施动态监测与预警

在矿区地质灾害防治中,应建立动态监测与预警系统。通过布置监测仪器和设备,对地质灾害隐患点进行实时监测,及时掌握灾害的发展动态。同时,根据监测数据建立预警模型,当监测数据达到预警阈值时,及时发出预警信息。在收到预警信息后,应迅速启动应急预案,组织人员疏散、抢险救援等工作。因此,矿区应建立完善的应急响应机制,加强应急演练和培训,提高应急响应能力。

5.4 加强技术研发与应用

随着科技的不断发展,应加强对矿区地质灾害防治新技术、新方法的研发。例如,研发更精准的监测设备、更高效的治理技术等,提高地质灾害防治的水平和效率。对于已经成熟的先进技术,应积极在矿区地质灾害防治中进行推广应用。例如,推广3S技术(地理信息系统GIS、遥感RS、全球定位系统GPS)在地质灾害监测和防治中的应用,提高监测的精度和效率。

5.5 加强管理与监督

矿区应建立完善的地质灾害防治管理制度,明确各部门和人员的职责和分工。例如,制定地质灾害隐患排查制度、监测预警制度、应急响应制度等,确保地质灾害防治工作的有序开展。相关部门应加强对矿区地质灾害防治工作的监督检查,确保各项防治措施得到有效落实。对于违反规定、存在安全隐患的矿区,应依法进行处罚和整改。

6 案例分析

6.1 案例一:山西某煤矿滑坡防治

6.1.1 工程地质勘察情况

山西某煤矿在开采过程中,矿区边坡出现裂缝、位移等变形迹象。工程地质勘察团队采用地质测绘、钻探和物探相结合的方法,查明该边坡的岩性主要为泥岩和砂岩互层,结构面发育,且边坡坡度较陡。同时,结合气象资料分析,该地区降雨集中,降雨量大,是诱发滑坡的重要因素。通过钻探发现边坡内部存在软弱夹层,其抗剪强度较低,进一步增加了滑坡的风险。

6.1.2 防治方案

根据工程地质勘察结果,制定了滑坡防治方案。首先,对边坡进行削坡减载,降低边坡的高度和坡度,减少下滑力;其次,在边坡上设置抗滑桩和预应力锚索,提高边坡的稳定性;最后,在边坡顶部和坡面设置排水沟,防止雨水渗入边坡岩土体。

6.1.3 防治效果

经过治理后,边坡的变形得到了有效控制,滑坡隐患得到了消除。在后续的开采过程中,边坡保持稳定,未再发生滑坡灾害,保障了矿区的安全生产。

6.2 案例二:广东某石膏矿地面塌陷防治

6.2.1 工程地质勘察情况

广东某石膏矿在地下开采过程中,地面出现裂缝、塌陷坑等现象。工程地质勘察采用电法勘探和钻探等方法,查明地下存在大范围的采空区,且采空区顶部与地表的距离较近。同时,该地区岩溶发育,地下水位较高,是导致地面塌陷的重要因素。通过钻探获取了采空区的准确位置和规模等信息。

6.2.2 防治方案

根据工程地质勘察结果,制定了地面塌陷防治方案。首先,对采空区进行充填处理,采用水泥-水玻璃双液注浆法将充填材料注入采空区,填充采空区空间;其次,对地面塌陷坑进行回填处理,恢复地面平整;最后,在矿区周边布置监测点,对地面变形进行实时监测。

6.2.3 防治效果

经过治理后,地面塌陷得到了有效控制,未再出现新的塌陷坑和裂缝。同时,通过监测发现地面变形逐渐趋于稳定,说明治理措施取得了良好的效果,保障了矿区周边居民的生命财产安全和矿区的正常生产。

结语

基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究对于保障矿区安全生产、保护生态环境具有重要意义。通过工程地质勘察可以识别地质灾害隐患、为防治提供科学依据、指导治理工程施工。在防治过程中,应加强前期勘察工作、制定科学合理的防治方案、实施动态监测与预警、加强技术研发与应用以及管理与监督。通过真实案例分析可以看出,针对不同的地质灾害类型和地质条件,采取相应的防治措施可以取得良好的防治效果。未来,应继续深入研究工程地质勘察技术在矿区地质灾害防治中的应用,不断提高防治水平和效率,为矿区的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]殷超凡,劳挺.基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究[J].中国金属通报,2024,(06):141-143.
- [2]赵君鹏.矿区水工环地质条件及灾害治理分析[J].世界有色金属,2023,(16):172-174.
- [3]张炳飞.矿区水工环地质条件及灾害治理措施分析[J].世界有色金属,2022,(23):127-129.
- [4]江荣昊.某金矿区地质灾害稳定性及防治措施研究[J].新疆有色金属,2022,45(01):61-62.