

基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究

丁 明

中化地质矿山总局吉林地质勘查院 吉林 长春 130000

摘要：本文聚焦于基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究。通过深入剖析工程地质勘察在地质灾害预警、监测与治理中的关键作用，文章系统阐述了地质灾害预警模型的构建、遥感与GIS技术的应用、地面与仪器监测技术的结合、数据融合处理以及工程与生物治理措施等多方面内容。研究旨在提升矿区地质灾害防治的科学性和有效性，为矿区安全生产和可持续发展提供坚实的技术支撑和理论依据。

关键词：工程地质勘察；矿区；地质灾害；防治技术

1 工程地质勘察在地质灾害防治中的重要性

工程地质勘察在地质灾害防治中扮演着至关重要的角色。它不仅是预防和减轻地质灾害影响的基础工作，更是确保各类工程建设安全稳定进行的前提。地质灾害，如滑坡、泥石流、崩塌、地面塌陷等，往往具有突发性强、破坏力大的特点，对人民生命财产安全构成严重威胁。而工程地质勘察通过综合运用地质学、工程学等多学科知识，对拟建工程场地的地质条件进行全面、系统的调查和分析，能够准确揭示场地内的地质构造、岩土性质、地下水状况以及潜在的不良地质现象等关键信息。这些信息对于地质灾害的预测、评估及防治措施的制定具有决定性作用。例如，在勘察过程中发现存在滑坡隐患的斜坡地段，可以及时采取削坡减载、支挡加固等工程措施进行治理，从而有效避免滑坡灾害的发生。同样，对于存在泥石流风险的沟谷区域，通过勘察确定其物源、流路路径及堆积区，可以针对性地采取拦挡、排导等防治措施，减轻泥石流的危害^[1]。工程地质勘察还能为工程规划和设计提供科学依据，确保工程建设避开地质灾害易发区和危险区，选择适宜的建设场地和合理的建设方案，从源头上降低地质灾害的风险。工程地质勘察在地质灾害防治中具有不可替代的重要性，它不仅是防灾减灾工作的重要组成部分，更是保障工程建设安全、促进经济社会可持续发展的重要基石。

2 常见的矿区地质灾害类型

在矿产资源的开发利用过程中，由于人类活动对地质环境的强烈干扰，常常引发各种地质灾害。这些灾害不仅威胁着矿山生产的安全，也对矿区及周边居民的生命财产安全构成严重威胁。

2.1 地面塌陷

地面塌陷是矿区地质灾害中最为常见的一种类型。它是指地表岩、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。地面塌陷的发生原因多种多样，地下存在空洞是地面塌陷发生的先决条件。这些空洞可以是天然形成的，如岩溶洞穴、土洞等，也可以是人为采掘活动所形成的，如人防工程、地铁、隧道、蚀洞和采矿形成的地下巷道系统等。在地质构造复杂的地区，如断裂带、褶皱带等，岩层容易破碎，为地面塌陷提供了有利条件。地下水的流动和变化对地面塌陷的发生具有重要影响。例如，降雨造成的渗水可以使洞顶覆岩的含水层增大，自重加大，从而引起洞顶和洞壁的进一步变形而失稳。人为活动如地面施加荷载、人为爆破、车辆振动等，都可能对地下空洞的稳定性造成破坏，从而引发地面塌陷。地面塌陷的危害极大，它不仅会破坏矿区的基础设施，如道路、桥梁、房屋等，还会对矿区及周边居民的生命安全构成严重威胁。

2.2 滑坡

滑坡是指斜坡上的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的自然现象。滑坡的发生条件主要包括几个方面：（1）地形地貌。滑坡多发生在坡度较大的斜坡上，尤其是那些地形陡峭、切割强烈的地区。（2）地质结构。斜坡上的岩土体如果结构松散、节理发育，或者存在软弱夹层，就容易发生滑坡。（3）水文条件。降雨是滑坡发生的主要触发因素之一。降雨会使斜坡上的岩土体含水量增加，重量加大，同时降低岩土体之间的摩擦力，使其更容易发生滑动。（4）人为因素。人类活动如不合理的开采方式、切坡建房等，都可能破坏斜坡的稳定性，从而引发滑坡。滑坡的危害性极大，它不仅会破坏矿区的生产设施，还会对矿区及周边居民的生命安全构成严重威胁^[2]。

2.3 泥石流

泥石流是山区沟谷中，由暴雨、大量冰雪融水或江

湖、水库溃决后的急速地表径流激发的含有大量泥砂、石块等固体碎屑物质,并具有强大冲击力和破坏作用的特殊洪流。泥石流通常发生在沟谷或山坡上,这些地区的地形陡峭、切割强烈,为泥石流的形成提供了有利条件。泥石流的形成需要大量的松散物质作为固体碎屑来源。这些松散物质可以来自山坡上的风化碎屑、滑坡体、崩塌体等。暴雨、冰雪融水或江湖、水库溃决等水源条件,是泥石流形成的关键因素。这些水源能够迅速汇集并形成强大的水流,将松散物质冲刷、搬运并堆积在下游地区。泥石流的危害性极大,它不仅会冲毁矿区的生产设施、道路和桥梁等基础设施,还会对矿区及周边居民的生命安全构成严重威胁。

2.4 矿坑突水

矿坑突水是指矿山开采过程中,由于地下水位的突然变化或地下水大量涌入矿坑而引发的灾害。矿坑突水的原因多种多样,在地质构造复杂的地区,如断裂带、褶皱带等,地下水往往比较丰富且易于流动。这些地区的矿山开采过程中,容易发生地下水突然涌入矿坑的情况。不合理的开采方式如乱采滥挖、超挖等,都可能破坏地下水层的稳定性,从而引发矿坑突水。降雨、地下水位的上升或下降等水文条件的变化,都可能对矿坑突水的发生产生影响。矿坑突水的危害性极大,它不仅会淹没矿坑、破坏生产设施,还会对矿工的生命安全构成严重威胁。

3 矿区地质灾害成因分析

在矿区开发和生产过程中,地质灾害的发生往往由多种因素共同作用而引发。这些因素可以大致分为自然因素和人为因素两大类。

3.1 自然因素

自然因素是指由自然界本身产生的、不受人活动直接控制的地质灾害成因。在矿区地质灾害中,自然因素起着至关重要的作用。地形地貌是地质灾害发生的重要基础条件。在矿区,地形陡峭、切割强烈的地区往往容易发生滑坡、泥石流等地质灾害。这是因为这些地区的地表岩土体稳定性较差,易于受到外力作用而发生滑动或崩塌。地质构造的复杂性也是导致矿区地质灾害的重要原因,断裂带、褶皱带等地质构造发育的地区,岩层往往破碎、节理发育,为地质灾害的发生提供了有利条件^[3]。这些地区在受到外力作用时,容易发生岩层滑动、崩塌等灾害。水文条件的变化对矿区地质灾害的发生具有重要影响,降雨、地下水位的上升或下降等水文条件的变化,都可能对矿区的岩土体稳定性产生影响。例如,降雨会增加岩土体的含水量,降低其稳定性,从

而引发滑坡、泥石流等灾害。气候的极端变化,如干旱、暴雨等,也可能导致矿区地质灾害的发生。干旱会导致地表岩土体干燥、松散,易于发生风化和侵蚀;而暴雨则会使地表岩土体含水量急剧增加,降低其抗剪强度,从而引发滑坡等灾害。

3.2 人为因素

人为因素是指由人类活动直接或间接引起的地质灾害成因。在矿区开发和生产过程中,人为因素对地质灾害的发生具有重要影响。不合理的开采方式是导致矿区地质灾害的重要原因之一。例如,乱采滥挖、超挖等不合理的开采方式会破坏矿区的岩土体稳定性,使其易于发生滑坡、崩塌等灾害。此外,不合理的开采方式还会破坏矿区的地下水系统,导致地下水位的变化,进而引发矿坑突水等灾害。在矿区进行工程建设时,如修建道路、房屋等,都可能对矿区的地质环境造成破坏。这些工程活动可能会改变地表岩土体的应力状态,使其易于发生滑动或崩塌,工程活动还可能破坏矿区的地下水系统,导致地下水位的变化,从而引发地质灾害。在矿区开发和生产过程中,植被的破坏也是导致地质灾害的重要原因之一。植被能够固定地表岩土体,减少水土流失和侵蚀。在矿区开发和生产过程中,大量的植被被砍伐或破坏,导致地表岩土体失去保护,易于发生滑坡、泥石流等灾害。

4 基于工程地质勘察的矿区地质灾害防治技术研究

在矿区地质灾害防治领域,工程地质勘察技术的应用至关重要。通过深入的工程地质勘察,可以准确识别矿区的地质结构、岩土体性质、水文条件等关键信息,为地质灾害的预警、监测和治理提供科学依据。

4.1 地质灾害预警技术

4.1.1 预警模型构建

地质灾害预警技术是基于对工程地质勘察数据的深入分析,结合现代科技手段,对矿区地质灾害进行预测和预警的综合性技术。其目标是在地质灾害发生前,通过科学的预测和判断,为防灾减灾提供宝贵的时间窗口。预警模型的构建是地质灾害预警技术的核心^[4]。基于工程地质勘察数据,可以建立地质灾害预警模型,该模型能够综合考虑地质构造、地形地貌、岩土体性质、水文条件等多种因素,对地质灾害的发生概率和危害程度进行量化评估。随着大数据、云计算和人工智能等技术的发展,预警模型不断得到优化和完善,其预测准确性和时效性得到显著提高。

4.1.2 遥感与GIS技术应用

遥感技术和地理信息系统(GIS)在地质灾害预警中

发挥着重要作用。通过遥感技术,可以实时监测矿区的地表变形、植被覆盖度等关键信息,为预警模型提供数据支持。而GIS技术则可以将这些信息与地质构造、地形地貌等空间数据相结合,实现地质灾害风险的空间分布分析和可视化展示。这些技术的应用极大地提高了地质灾害预警的准确性和时效性。

4.1.3 跨区域协作与信息共享

地质灾害预警需要跨区域的数据共享和协作。通过建立地质灾害预警信息共享平台,可以实时共享各区域的地质灾害预警信息,实现预警资源的优化配置和高效利用。跨区域协作还可以促进预警技术的交流和进步,推动地质灾害预警技术的不断发展和完善。

4.2 地质灾害监测技术

4.2.1 地面监测与仪器监测

地质灾害监测技术是通过实时监测矿区的地质环境变化,及时发现地质灾害前兆信息,为防灾减灾提供科学依据的技术手段。地面监测与仪器监测是地质灾害监测的两种主要方式。地面监测主要通过人工观测和记录地质灾害前兆信息,如地表变形、裂缝发展等。而仪器监测则利用先进的监测设备,如GNSS、裂缝计、倾角计等,实时监测地质灾害关键参数的变化。这些监测数据可以为地质灾害预警和治理提供重要的参考依据。

4.2.2 遥感监测与无人机巡查

遥感监测和无人机巡查是地质灾害监测的新兴技术手段。遥感监测利用卫星、无人机等遥感平台,对矿区进行大范围、高分辨率的监测,可以及时发现地质灾害前兆信息。而无人机巡查则可以通过低空飞行,对矿区进行近距离、高精度的监测,为地质灾害预警和治理提供更加详细和准确的信息支持。

4.2.3 数据融合与处理

地质灾害监测数据的融合与处理是提高监测准确性和时效性的关键。通过数据融合技术,可以将多源、异构的监测数据进行集成处理,提高数据的全面性和准确性^[5]。采用先进的数据处理算法,如主成分分析(PCA)、数据包络分析(DEA)等,可以对监测数据进行降维处理,提高数据处理效率和性能。

4.3 地质灾害治理技术

4.3.1 工程治理措施

地质灾害治理技术是针对已经发生或潜在的地质灾

害,采取科学有效的治理措施,消除或减轻地质灾害对矿区生产和人员安全的影响。工程治理措施是地质灾害治理的主要手段之一。根据地质灾害的类型和规模,可以采取相应的工程治理措施,如滑坡治理中的抗滑桩、挡土墙等;泥石流治理中的拦沙坝、排导槽等。这些工程治理措施可以有效地防止地质灾害的进一步发展,保护矿区生产和人员安全。

4.3.2 生物治理措施

生物治理措施是通过植被恢复、土壤改良等手段,提高矿区的生态稳定性和抗灾能力。在地质灾害治理中,生物治理措施可以作为工程治理措施的辅助手段,通过恢复植被、改善土壤结构等方式,提高矿区的地质环境稳定性。

4.3.3 灾害风险评估与区划

灾害风险评估与区划是地质灾害治理的重要环节。通过对矿区进行灾害风险评估和区划,可以明确地质灾害的类型、规模和危害程度,为制定科学合理的治理方案提供重要依据,灾害风险评估与区划还可以为矿区的规划、建设和生产管理提供指导,避免或减少地质灾害的发生和危害。

结束语

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、促进可持续发展具有重要意义。未来,随着科技的进步和工程实践的不断深入,期待在地质灾害预警、监测与治理方面取得更多突破,为矿区地质灾害防治提供更加精准、高效的技术手段,为构建安全、和谐的矿区环境贡献力量。

参考文献

- [1]何维.甘肃省甘南矿山公路灾害防治工程地质勘察研究[J].世界有色金属,2022,(22):213-215.
- [2]王云.公路工程环境的岩土勘察与地质灾害评估技术研究[J].中国科学探险,2021,(06):121-123.
- [3]孙海元.新时期公路工程施工中常见地质灾害防治处理探析[J].居业,2020,(07):91-92.
- [4]董莹.基于三维GIS的金属矿区地质灾害监测与预警方法[J].中国资源综合利用,2023,41(1):31-34.
- [5]冯俊杰.矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2022(9):81-83.