

矿山岩土工程勘察中的地质灾害评估与风险预警研究

李亚宝

唐山中地地质工程有限公司 河北 唐山 063000

摘要: 矿山岩土工程勘察中的地质灾害评估与风险预警是确保矿山安全生产的关键环节。首先概述了矿山岩土工程勘察的基础内容,包括勘察概述和地质条件分析。详细探讨了地质灾害评估方法,包括灾害类型与成因分析、评估方法与技术、以及风险评估模型构建。在此基础上,进一步研究了风险预警技术,包括预警系统构建、监测技术应用以及预警算法与模型。提出矿山地质灾害防治策略,包括风险管理与控制、防治流程、控制策略与方法,以及持续改进与优化的建议。本文旨在为矿山地质灾害评估与风险预警提供科学依据和技术支持。

关键词: 矿山岩土工程; 地质灾害评估; 风险预警研究

引言: 矿山岩土工程勘察在矿山工程中起着至关重要的作用,它直接关系到矿山工程的设计与施工安全。随着矿山开采活动的不断增加,地质灾害频发,给矿山安全生产带来了巨大挑战。因此,开展矿山岩土工程勘察中的地质灾害评估与风险预警研究,对于保障矿山安全生产、减少地质灾害损失具有重要意义。本文将从矿山岩土工程勘察的基础出发,深入探讨地质灾害评估与风险预警的方法和技术,为矿山地质灾害防治提供有益的参考。

1 矿山岩土工程勘察基础

1.1 矿山岩土工程勘察概述

矿山岩土工程勘察是矿山工程前期准备工作的核心内容之一,它涉及对矿山场地的地质背景、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质现象等多个方面的深入调查与分析。勘察工作的目标是全面了解矿山场地的岩土特性及潜在的地质问题,为矿山工程的设计与施工提供科学依据。这一过程通常包括资料收集、现场踏勘、勘探与取样、室内试验、数据分析及成果报告编制等多个环节,每一环节都需严格遵循相关规范与标准,确保勘察成果的准确性和可靠性。

1.2 岩土工程地质条件分析

岩土工程地质条件分析是矿山岩土工程勘察的核心任务之一。它主要围绕矿山场地的地质构造、地层岩性、岩土物理力学性质、水文地质条件等方面展开。地质构造分析有助于揭示矿山场地的构造特征、断裂带分布及潜在的地震活动性,为工程选址与抗震设计提供依据。地层岩性分析则关注不同岩层的分布、厚度、岩性及风化程度,这些因素直接影响岩土体的稳定性和承载力。岩土物理力学性质分析包括土的密度、含水量、抗剪强度、压缩性等参数的测定,这些参数是评价岩土体

工程特性的重要依据^[1]。水文地质条件分析也是不可忽视的一环,它涉及地下水位的动态变化、含水层的分布与性质、地下水与岩土体的相互作用等方面,对于评价矿山工程的抗渗性、排水设计及施工过程中的地下水控制具有重要意义。

2 矿山岩土工程勘察中的地质灾害评估方法

2.1 地质灾害类型与成因分析

地质灾害类型多样,矿山岩土工程勘察中常见的地质灾害主要包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝等。这些灾害的发生往往与特定的地质条件、岩土性质、水文条件及人类活动密切相关。滑坡是矿山地区最常见的地质灾害之一,其成因主要包括岩土体内部的强度降低、斜坡角度过大、地下水作用等。当岩土体受到重力作用,且其内部的抗剪强度不足以抵抗滑动力时,便可能发生滑坡。崩塌则通常发生在陡峭的岩壁或土质边坡上,由于岩土体的抗拉强度极低,当受到外力作用(如爆破、开挖)或内部应力集中时,便可能突然崩塌。泥石流是一种由大量土石、水等混合物组成的快速流动的灾害现象。在矿山地区,暴雨、融雪等因素可能导致泥石流的发生,对下游地区造成严重威胁。地面塌陷则主要发生在地下采空区,由于岩土体失去支撑,上部岩土层在重力作用下发生塌陷。地裂缝则是由于地质构造活动、地下水位变化等因素引起的地表裂缝,对矿山建设和周边居民的安全构成潜在威胁。

2.2 地质灾害评估方法与技术

地质灾害评估方法与技术是地质灾害评估工作的核心。目前,常用的地质灾害评估方法主要包括遥感解译、地质测绘、现场调查、勘探与取样、数值模拟、统计分析等。遥感解译利用卫星、无人机等遥感技术手段,获取矿山地区的地质、地形地貌、植被等信息,为

地质灾害评估提供宏观背景。地质测绘则通过绘制地质图件,揭示矿山地区的地质构造、地层分布、断层、褶皱等特征,为地质灾害评估提供基础资料。现场调查与勘探是获取第一手地质灾害资料的重要手段。通过地质剖面测量、岩土体取样、水文地质观测等方法,可以深入了解矿山地区的岩土性质、水文条件及地质灾害的发育特征。数值模拟技术则利用计算机模拟地质灾害的发生过程,预测灾害的规模和影响范围,为灾害防治提供技术支持。统计分析方法通过对历史地质灾害数据的整理和分析,揭示地质灾害的发生规律、影响因素及发展趋势^[2]。通过对比不同灾害类型、不同地区的灾害数据,可以发现地质灾害的共性和特性,为地质灾害评估提供科学依据。

2.3 地质灾害风险评估模型构建

地质灾害风险评估模型构建是地质灾害评估的重要环节。它旨在将地质灾害发生的可能性、危害程度及潜在的经济损失进行量化评估,为矿山安全管理提供决策依据。地质灾害风险评估模型通常包括灾害危险性评估、易损性评估和风险损失评估三个层次。灾害危险性评估主要关注地质灾害发生的可能性及其潜在规模。通过综合分析地质条件、气候条件、人类活动等因素,可以预测地质灾害的发生概率及可能的影响范围。易损性评估则关注灾害对承灾体的潜在影响;承灾体包括人员、财产、环境等。通过分析承灾体的特性及分布,可以评估其在灾害发生时的脆弱程度及可能的损失。风险损失评估则是将灾害危险性和易损性相结合,评估灾害可能造成的经济损失和社会影响。通过计算灾害发生概率、影响范围及损失程度等指标,可以得出地质灾害的风险评估结果。在构建地质灾害风险评估模型时,需充分考虑矿山地区的实际情况及评估需求。通过科学合理的评估模型构建,可以为矿山地质灾害防治提供有力的技术支持和决策依据。同时,还需不断完善和更新评估模型,以适应矿山地区地质条件、气候条件及人类活动的变化。

3 矿山岩土工程勘察中的风险预警技术研究

3.1 风险预警系统构建

一个完善的风险预警系统应具备实时监测、数据分析、预警发布等功能,能够为矿山管理者提供及时、准确的风险信息。在构建风险预警系统时,首先需进行详细的岩土工程勘察,以获取矿山地质构造、岩土性质、水文条件等关键信息。基于这些信息,可以建立地质灾害数据库,为预警系统提供数据支持。需设计合理的监测网络,包括地表位移监测站、地下水位观测井、地应

力测量装置等,以实现实时监测地质灾害前兆^[3]。在数据处理方面,需运用先进的数据分析技术,如数据挖掘、机器学习等,对监测数据进行深度挖掘和分析,提取潜在的风险信息。根据分析结果,设计合理的预警发布机制,包括预警等级、预警范围、预警时间等,以确保预警信息的准确性和及时性。

3.2 监测技术应用

监测技术是风险预警系统的重要组成部分,其应用对于实现地质灾害的实时监测和预警具有重要意义。在矿山岩土工程勘察中,常用的监测技术包括地表位移监测、地下水位监测、地应力监测等。地表位移监测主要通过布设GPS监测站、测量机器人等设备,实时监测地表位移的变化情况。这种技术能够准确反映地质灾害前兆,如滑坡、崩塌等的发生过程。地下水位监测则通过布设水位观测井,实时监测地下水位的变化情况,以评估地下水对地质灾害的影响。地应力监测则通过布设地应力测量装置,实时监测地应力的变化情况,以揭示地质灾害的力学机制。除了上述常规监测技术外,还可以运用遥感技术、无人机监测等先进技术,实现更大范围、更高精度的地质灾害监测。这些技术的应用有助于提高风险预警系统的准确性和时效性,为矿山安全运营提供有力保障。

3.3 预警算法与模型

预警算法与模型是风险预警系统的核心。其设计和应用对于提高预警系统的准确性和可靠性具有重要意义。在矿山岩土工程勘察中,常用的预警算法与模型包括统计预测模型、物理预测模型、数据挖掘模型等。统计预测模型基于历史数据,运用统计方法分析地质灾害的发生规律和影响因素,以预测未来地质灾害的发生概率和规模。物理预测模型则基于地质力学原理,通过建立数学模型来模拟地质灾害的发生过程,以评估其潜在风险。数据挖掘模型则利用机器学习技术,从大量监测数据中提取潜在的风险信息,以构建预测模型;在选择预警算法与模型时,需综合考虑矿山地质条件、灾害类型、监测数据质量等因素。同时,还需不断对预警算法与模型进行验证和优化,以提高其准确性和可靠性^[4]。通过合理应用预警算法与模型,可以为矿山管理者提供及时、准确的风险预警信息,为灾害预防和应急处置提供科学依据。

4 矿山地质灾害防治策略

4.1 地质灾害风险管理与控制

地质灾害风险管理与控制是矿山地质灾害防治的核心,它涉及对矿山地质灾害风险的识别、评估、监控、

控制以及应急预案的制定与实施。风险识别阶段,需要综合运用地质勘察、遥感监测等手段,全面识别矿山可能面临的地质灾害类型及其潜在风险因素。风险评估则基于风险识别的结果,采用定量或定性的方法,评估地质灾害发生的可能性、影响程度以及潜在的经济损失和社会影响。在风险监控阶段,需建立地质灾害监测预警系统,实时监测地质灾害风险的变化情况,及时发布预警信息。风险控制则根据风险评估和监控的结果,制定相应的控制措施,包括工程治理、避让搬迁、应急预案制定等。应急预案的制定与实施是风险管理的重要环节,它旨在提高矿山应对地质灾害的应急响应能力,减少灾害损失。

4.2 地质灾害风险评估与风险管理的流程

地质灾害风险评估与风险管理的流程是一个系统的过程,包括风险识别、风险评估、风险监控、风险控制及效果评价等环节。在风险识别阶段,需要收集和分析矿山地质、气象、水文等相关资料,识别可能引发地质灾害的风险因素。风险评估阶段,运用统计分析、物理模型等方法,评估地质灾害的风险等级和可能造成的后果。风险监控阶段,建立地质灾害监测网络,实时监测风险因素的变化情况,为风险控制提供依据。风险控制阶段,根据风险评估和监控的结果,制定并实施相应的控制措施。效果评价则是对风险控制措施的实施效果进行评估,以验证其有效性和可持续性。通过不断优化和改进风险管理的流程,可以提高矿山地质灾害防治的效率和效果。

4.3 风险控制的策略与方法

风险控制策略与方法是地质灾害防治的具体实施手段,根据地质灾害的类型、规模及影响程度,可以采取不同的控制策略和方法。对于滑坡、泥石流等自然灾害,可以采取工程治理措施,如加固边坡、修建挡土墙、疏浚排水沟等,以提高岩土体的稳定性。对于采空区塌陷等人为灾害,可以采取充填法、注浆法等工程手段,恢复岩土体的承载能力^[5]。另外,还可以采取避让搬迁、生态修复等策略,降低地质灾害对人类活动的威胁。在风险控制方法的选择上,应综合考虑技术可行

性、经济性和环境影响等因素,确保控制措施的有效性和可持续性。

4.4 持续改进与优化的建议

矿山地质灾害防治是一个长期而复杂的过程,需要不断改进和优化防治策略和方法。首先,加强对地质灾害成因机制的研究,深入了解地质灾害的发生、发展规律,为制定有效的防治措施提供科学依据。其次,加强地质灾害监测预警系统的建设和管理,提高监测数据的准确性和时效性,为风险评估和决策提供有力支持。同时,加强矿山地质灾害防治技术的研发和推广,提高防治技术的实用性和创新性。最后,建立完善的地质灾害防治绩效评估体系,对防治工作的效果进行定期评估和总结,及时发现问题并采取措施进行改进。通过持续改进和优化防治策略和方法,可以不断提高矿山地质灾害防治的能力和水平,保障矿山的安全生产和可持续发展。

结束语

综上所述,矿山岩土工程勘察中的地质灾害评估与风险预警研究是保障矿山安全生产的重要基础。通过科学合理的地质灾害评估与风险预警,可以为矿山管理者提供及时、准确的风险信息,指导其制定有效的防治措施。同时,不断优化和改进防治策略和方法,可以进一步提高矿山地质灾害防治的能力和水平。未来,应继续加强相关研究,推动矿山地质灾害防治技术的创新发展,为矿山的安全生产和可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]代德富,夏安付,胡赵兴.软弱岩土突发地质灾害风险评估模型[J].灾害学,2021,34(1):42-46.
- [2]卢凯.岩土工程边坡地质灾害防治技术及预控研究[J].冶金管理,2021,34(9):101-102.
- [3]陶涛.岩土工程地质灾害防治技术及防治措施探思[J].世界有色金属,2021,36(8):191-192.
- [4]刘双恒.矿山地质灾害治理及生态环境修复[J].国际援助,2022(3):67-69.
- [5]谭志斌,周杰鹏,何慕.矿山地质灾害治理及生态环境修复分析[J].大科技,2021(24):165-166.