

水文地质因素在地质灾害评估中的作用

李浩然 李玥蓬

河北省地质矿产勘查开发局第九地质大队 河北 邢台 054000

摘要: 水文地质因素在地质灾害评估中扮演着至关重要的角色。本文旨在探讨水文地质因素如何影响地质灾害的发生、发展及其评估过程,并强调其在地质灾害预防与治理中的重要性。通过分析水文地质条件与地质灾害之间的关系,提出相应的评估方法和防治策略,为地质灾害的科学管理和有效应对提供参考。

关键词: 水文地质因素; 地质灾害评估; 砂土液化; 地面沉降

引言

地质灾害是指由于自然因素或人为活动引发的,对人类生命财产和生态环境造成危害的地质现象。其中,水文地质因素作为地质灾害发生的重要诱因之一,其变化往往直接关系到地质灾害的发生概率和危害程度。因此,在地质灾害评估中充分考虑水文地质因素,对于提高评估的准确性、制定有效的防治措施具有重要意义。

1 水文地质因素在地质灾害评估中的作用

地质灾害,作为自然界中一种常见的灾害现象,其发生往往给人类生命财产带来巨大损失。为了有效预防和减轻地质灾害的影响,进行准确的地质灾害评估显得尤为重要。而在地质灾害评估过程中,水文地质因素作为一个关键要素,其作用不容忽视。

1.1 影响地质灾害的发生机制

地质灾害的发生机制复杂多样,其中地下水活动是一个重要的触发因素。地下水位的升降和地下水渗透压力的变化,对岩土体的稳定性产生着直接影响。以崩塌为例,当地下水位上升时,岩土体中的孔隙水压力随之增大。这种压力的变化会改变岩土体的物理力学性质,如降低其抗剪强度和抗拉强度。在重力作用下,岩土体更容易发生失稳,从而导致崩塌的发生。同样,在滑坡过程中,地下水的渗透作用也会起到关键的推动作用。地下水在岩土体中的流动,会带走颗粒间的细小物质,形成润滑层,降低岩土体的摩擦系数,促使滑坡体沿着滑动面下滑^[1]。此外,地下水对岩土体的长期浸泡作用,还会导致岩土体的软化、泥化现象。这些变化都会显著降低岩土体的稳定性,增加地质灾害的发生风险。因此,在进行地质灾害评估时,必须充分考虑地下水活动对岩土体稳定性的影响,准确判断地质灾害的发生机制。

1.2 决定地质灾害的时空分布

水文地质条件的不同,决定了地质灾害在时间和空间上的分布特征。在岩溶发育地区,由于地下水对岩石

的溶蚀作用,容易形成地下空洞和裂隙。这些空洞和裂隙的存在,破坏了岩土体的完整性,降低了其稳定性。在地震、降雨等外力作用下,这些地区更容易发生地质灾害,如地面塌陷、滑坡等。同时,降水充沛的地区也是地质灾害的高发区。大量地表水的补给,导致地下水位波动较大。在雨季,地下水位上升迅速,岩土体受到的水压力增大,容易发生失稳。而在旱季,地下水位下降,岩土体可能会因为脱水而收缩开裂,同样会增加地质灾害的发生风险。因此,在进行地质灾害评估时,必须充分考虑区域的水文地质条件。通过分析地下水位的动态变化、岩溶发育程度以及降水分布特征等因素,可以预测地质灾害的可能发生区域和时段,为地质灾害的预防和治理提供有力支持。

1.3 提高地质灾害评估的准确性

在地质灾害评估中,充分考虑水文地质因素,可以显著提高评估的准确性和可靠性。水文地质条件作为地质灾害发生的重要背景因素,其变化对地质灾害的发生和发展具有重要影响。通过对区域水文地质条件的详细调查和分析,可以了解地下水位的分布特征、地下水的流动路径以及岩土体的水文地质性质等信息。这些信息是判断地质灾害可能发生区域、规模和危害程度的重要依据。例如,在地下水富集且流动路径明确的地区,可以预测出潜在的滑坡、泥石流等地质灾害的发生位置^[2]。此外,结合水文地质模型和数值模拟技术,还可以对地质灾害的发生过程进行模拟和预测。通过模拟地下水位的升降变化、地下水渗透压力的变化以及岩土体的应力状态等因素,可以更加准确地评估地质灾害的危害程度和影响范围。

2 水文地质因素在地质灾害评估中的应用方法

水文地质因素在地质灾害评估中发挥着至关重要的作用。通过数据收集与整理、野外调查与勘查、数值模拟与风险评估以及制定防控措施与应急预案等应用方

法,可以更准确地评估地质灾害的潜在风险,并制定相应的防治措施和应急预案,为人类的生命财产安全提供更加有力的保障。

2.1 数据收集与整理

数据收集与整理是地质灾害评估的基础步骤,也是确保评估结果准确性的关键。在这一阶段,需要全面收集评估区的自然地理、地质环境条件等基础背景资料。首先,地形图和交通图是必不可少的资料。地形图可以帮助了解评估区的地貌特征、地势起伏以及坡度变化等情况,而交通图则有助于规划野外调查路线和确定应急响应时的交通网络。其次,气象和水文资料也是至关重要的。气象资料包括降雨量、气温、风速等气象要素,这些要素对地质灾害的发生具有重要影响。水文资料则包括河流流量、水位变化、地下水动态等,这些资料有助于分析地下水对岩土体的作用以及预测地质灾害的可能发生时段。此外,还需要收集地形地貌、地层岩性、水文地质和区域构造等方面的资料。地形地貌资料可以反映评估区的地表形态和地貌类型,地层岩性资料则有助于了解岩土体的物理力学性质。水文地质资料包括地下水的类型、分布、补给来源和排泄条件等,这些资料对分析地质灾害的发生机制至关重要。区域构造资料则可以帮助了解评估区的地质构造框架和活动断裂的分布情况,从而判断地质灾害的潜在风险^[3]。同时,还需要收集评估区地质灾害发育状况、地质灾害区划、地质灾害防治规划等灾害资料。这些资料可以为提供地质灾害的历史发生情况、类型分布以及防治措施等方面的信息,有助于更全面地了解评估区的地质灾害风险。在收集到所有资料后,需要进行系统的整理和归档。将各类资料进行分类、编号和标注,建立完整的资料库,以便后续的分析 and 应用。

2.2 野外调查与勘查

野外调查与勘查是地质灾害评估中不可或缺的一环。通过野外调查,可以直观地了解评估区的地质环境条件和地质灾害类型及分布特征。野外调查方法主要包括追索法、穿越法和访问调查等。追索法是通过追踪地质灾害的遗迹或现象,了解其发育过程和分布规律。穿越法则是沿着一定的线路进行穿越调查,观察地质灾害的分布情况和发育特征。访问调查则是通过走访当地居民或相关部门,了解地质灾害的历史发生情况和防治措施等。在野外调查中,根据需要还可以测制实测剖面。实测剖面可以反映地质体的内部结构和层序关系,有助于分析地质灾害的发生机制和潜在风险。此外,还可以采用钻探、槽探及物探等勘查手段获取更详细的地质资

料。钻探可以获取地下深层的岩土体样品和地下水动态信息,槽探则可以直观地观察地质体的内部结构和裂隙发育情况,物探则可以通过地球物理方法探测地下地质体的分布和性质。

2.3 数值模拟与风险评估

数值模拟技术是地质灾害评估中的重要手段之一。借助数值模拟技术,可以对地下水运动规律和地质灾害发生过程进行模拟和预测,从而更准确地评估地质灾害的潜在风险。常用的数值模拟软件包括MODFLOW、FEFLOW等。这些软件可以模拟地下水的流动路径、水位变化以及渗流场分布等情况,有助于分析地下水对岩土体的作用机制。同时,还可以结合地质力学模型,模拟地质灾害的发生过程,如滑坡、泥石流等。在数值模拟过程中,需要根据实际地质条件和灾害类型选择合适的模型和参数。通过调整模型参数和边界条件,可以模拟不同情境下的地质灾害发生情况,从而评估其潜在风险。数值模拟结果可以为地质灾害防治提供科学依据,指导防控措施的制定和实施^[4]。风险评估是地质灾害评估的核心内容之一。根据数值模拟结果和实地调查结果,可以对评估区的地质灾害风险进行等级划分和评估。风险评估结果可以为相关部门提供决策依据,指导地质灾害防治工作的开展。

2.4 制定防控措施与应急预案

根据地质灾害评估结果,需要制定相应的防控措施和应急预案。防控措施旨在降低地质灾害的发生概率和减轻其危害程度,而应急预案则是为了在地质灾害发生时能够迅速有效地进行应对和处置。防控措施主要包括工程措施和非工程措施两类。工程措施包括加固边坡、修建挡土墙、排水工程等,旨在提高岩土体的稳定性和降低地下水的作用。非工程措施则包括监测预警、宣传教育、法规制定等,旨在提高公众的防灾意识和应急能力。应急预案需要明确责任分工、应急响应流程和处置措施等内容。责任分工应明确各部门和单位的职责和任务,确保在地质灾害发生时能够迅速响应和协同作战。应急响应流程应包括灾情报告、信息发布、人员疏散、抢险救援等环节,确保在灾害发生时能够有序进行应对和处置。处置措施则应根据不同类型的地质灾害制定相应的抢险救援方案和技术措施。

3 水文地质因素在地质灾害评估中的作用——案例分析

3.1 案例背景

以某市地铁建设项目为例,该项目位于该市地质条件复杂的区域,涉及多条断裂带和岩溶发育区。该地区

年降水量充沛，且季节性变化明显，地下水位受降雨影响波动较大。在项目建设初期，由于缺乏对水文地质条件的深入了解和评估，导致在施工过程中出现了地面沉降和岩溶塌陷等地质灾害，对施工进度和周边居民生活造成了严重影响。

3.2 水文地质条件分析

3.2.1 地下水位变化

通过长期监测，发现该区域地下水位存在明显的季节性变化。雨季时，地下水位迅速上升，而旱季时则显著下降。这种变化对地质结构稳定性产生了重要影响。具体监测数据如表1所示：

表1 地下水位监测数据

日期	地下水位（m）	变化量（m）
2023-01-01	10.5	-
2023-03-01	10.0	-0.5
2023-06-01	9.5	-0.5
2023-09-01	9.0	-0.5
2023-12-01	8.5	-0.5

3.2.2 岩溶发育情况

该区域岩溶发育，存在多处溶洞和裂隙，地下水流动复杂。通过地质勘探和物探手段，发现地下水位变化对岩溶区的稳定性有显著影响。当地下水位上升时，岩溶区的地下水压力增大，导致溶洞和裂隙的稳定性降低，从而增加了岩溶塌陷的风险。

3.2.3 岩土体性质

评估区岩土体类型多样，包括软土、砂土、碎石土和岩石等。其中，软土和砂土对地下水位的变化较为敏感，易发生地基变形和砂土液化等地质灾害。而岩石地区则易发生岩溶塌陷和滑坡等灾害。

3.3 地质灾害评估与预测

基于上述水文地质条件分析，采用数值模拟方法建立了地质灾害预测模型。该模型综合考虑了地下水位、岩土体性质、地质构造等多种因素，对地质灾害的发生概率和危害程度进行了预测。

3.3.1 数值模拟方法

采用有限差分法（FDM）和有限元法（FEM）相结合的数值模拟方法，对地下水位变化引起的岩土体变形和破坏过程进行了模拟。通过输入地下水位、岩土体参数等条件，预测了地质灾害的发生概率和危害程度。

3.3.2 预测结果

预测结果显示，该区域地面沉降和岩溶塌陷风险较高。具体评估结果如表2所示：

表2 地质灾害风险评估结果

地质灾害类型	发生概率	灾害等级	预警等级
地面沉降	高	大	紧急
岩溶塌陷	中	中	警戒

3.4 防控措施与效果

针对评估结果，制定了相应的防控措施，包括限制地下水开采量、实施人工回灌、加强岩溶区监测和治理等。（1）限制地下水开采量：通过制定地下水开采计划，严格控制地下水开采量，避免地下水位过度下降导致地面沉降和岩溶塌陷等灾害。（2）实施人工回灌：在地下水位下降明显的区域实施人工回灌措施，补充地下水资源，维持地下水位稳定。（3）加强岩溶区监测和治理：在岩溶发育区加强监测工作，及时发现并处理溶洞和裂隙等隐患。同时，采取注浆加固等措施提高岩溶区的稳定性。通过实施上述防控措施，有效降低了地质灾害的发生概率和危害程度。监测数据显示，地下水位变化趋于稳定，地面沉降和岩溶塌陷等灾害得到有效控制。同时，周边居民的生命财产安全得到了有力保障，项目建设得以顺利进行。

结语

水文地质因素在地质灾害评估中扮演着至关重要的角色。通过充分考虑水文地质因素，可以提高地质灾害评估的准确性和可靠性，为地质灾害的预防和治理提供科学依据。因此，在地质灾害评估过程中，应全面收集和分析水文地质资料，建立相应的水文地质模型，并制定相应的防治措施，以有效应对地质灾害的发生和危害。

参考文献

[1]周李.水文地质和工程地质在地质灾害防治工程中的应用[J].农业灾害研究,2024,14(11):323-325.
[2]裴生祥.水文地质在地质灾害防治中的应用研究[J].黑龙江环境通报,2024,37(10):105-107.
[3]徐涛,杨凯.水文地质因素对矿山地质灾害的影响及防治措施[J].中国金属通报,2024,(10):195-197.
[4]王胜利.地质勘查中水文地质问题分析及灾害防治措施探讨[J].建材发展导向,2024,22(06):33-36.