

# 岩质边坡稳定性的工程地质研究

唐棣之

贵阳市水利水电勘测设计研究院有限公司 贵州 贵阳 550002

**【摘要】**：岩质边坡稳定性的工程地质研究,是地质工程领域中的重要课题之一。随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断推进,岩质边坡作为地质工程中的一个重要组成部分,其稳定性对周边环境和人民生命财产安全来说具有重要影响。因此,对岩质边坡的稳定性进行深入研究,对于保障工程建设的安全性和可持续性具有重要意义。本文主要研究岩质边坡稳定性的工程地质。

**【关键词】**：岩质边坡；稳定性；工程地质；地质研究

DOI:10.12417/2705-0998.24.12.051

## 引言

岩质边坡在自然地质条件下,由于受到地质构造、岩石性质、地形地貌等多种因素的影响,可能存在坡体滑动、崩塌、岩体破裂等不稳定现象,给周边环境和工程建设带来潜在危险。因此,通过对岩质边坡稳定性的工程地质研究,可以全面了解岩质边坡的地质特征和力学行为,并预测和评估其稳定性,为工程设计、施工和管理提供科学依据和技术支持。

## 1 影响岩质边坡稳定性的因素

### 1.1 自然因素

#### 1.1.1 地震

地震是影响岩质边坡稳定性的重要自然因素之一,其具有突发性和破坏性,对岩质边坡的稳定性产生着直接而深远的影响<sup>[1]</sup>。地震产生的地质震动会引起地下岩体的变形和破坏,进而导致岩质边坡的滑动、崩塌等灾害。首先,地震的震级和震源距离是影响岩质边坡稳定性的重要因素之一。较大震级的地震震动能在较远距离上产生较大的影响,而距离震源较近的岩质边坡,则更容易受到地震影响而发生破坏。地震的震源深度、震源地质条件、震中距等因素,也会影响地震对岩质边坡的作用程度。其次,岩体的地震动力学特性对岩质边坡的稳定性,具有重要影响。地震产生的地表振动,会在岩体内引起不同程度的应力变化和变形,进而导致岩体内部的裂隙扩展,进而加剧岩质边坡的不稳定性。岩体的岩石性质、结构特征、裂缝分布等因素,将影响岩体的抗震能力。此外,地震引发的次生地质灾害,也会对岩质边坡稳定性产生重要影响。地震可能引发山体滑坡、崩塌、滑动等次生地质灾害,加剧岩质边坡的破坏程度和危险性。特别是在地震多发地区,岩质边坡的稳定性受到地震影响的风险更大,因此,需要加强防范和监测工作。

#### 1.1.2 水文地质因素

水文地质因素是影响岩质边坡稳定性的重要自然因素之一,它包括地下水位、地下水运动和水文地质条件等因素。这些因素对岩质边坡的稳定性,产生着直接而深远的影响,其变化会引发岩质边坡的滑动、崩塌等灾害。首先,地下水位的变化是影响岩质边坡稳定性的重要因素之一。地下水位的上升或

下降,会改变岩体内部的应力状态和孔隙水压力,导致岩体的稳定性发生变化。当地下水位上升时,孔隙水压力会增大,岩体受到的有效应力减小,易发生松动和滑动;而当地下水位下降时,岩体受到的有效应力增大,稳定性得到加强。因此,地下水位的变化对岩质边坡的稳定性具有重要影响。其次,地下水运动对岩质边坡稳定性也有重要影响。地下水的流动会改变岩体内部的渗流状态,进而引起孔隙水压力的分布不均,导致岩体的应力变化和变形,从而影响岩质边坡的稳定性。特别是在长期降雨或持续排水等情况下,地下水运动会对岩质边坡的稳定性产生更为显著的影响。此外,水文地质条件的不同也会影响岩质边坡的稳定性。例如,在不同岩石类型、岩层结构和岩石裂隙等水文地质条件下,岩质边坡的稳定性表现出差异性,由此可见,水文地质条件较差的地区,岩质边坡的稳定性风险相对较高,需要采取更加有效的防治措施。

#### 1.1.3 天气气候

天气气候因素包括降雨、温度、风力等多个方面,这些因素的变化会引起地表水文循环、岩体热力循环和大气环流等过程的变化,从而影响岩质边坡的稳定性。首先,降雨是影响岩质边坡稳定性的重要天气气候因素之一。大雨或持续降雨会使岩质边坡表面水分增加,导致岩体内部孔隙水压力增大,岩体受力状态发生变化,易引发滑动、崩塌等地质灾害。尤其是在强降雨季节或降雨量较大的地区,岩质边坡的稳定性风险更为突出。其次,温度变化也会影响岩质边坡的稳定性。温度的升高或降低会引起岩体内部温度场的变化,导致岩体的热胀冷缩和应力状态的变化,进而影响岩质边坡的稳定性。特别是在高温季节或气温变化较大的地区,岩质边坡的稳定性受到温度影响的可能性较大。此外,风力也是影响岩质边坡稳定性的重要因素之一。强风会加大岩质边坡表面的风蚀作用,减少岩体的抗风稳定性,易引发岩体表面的剥蚀和风化,增加岩质边坡的稳定性风险。尤其是在高风区域或风速较大的地区,岩质边坡的稳定性更易受到风力影响。

## 1.2 人为因素

### 1.2.1 工程开挖与爆破

人为因素是影响岩质边坡稳定性的另一重要因素，其中工程开挖与爆破是其中关键的环节。工程开挖与爆破活动常常会引起岩质边坡的破坏和不稳定，对周边环境和工程安全构成潜在威胁。首先，工程开挖对岩质边坡稳定性的影响主要表现在两个方面。一是工程开挖会改变岩体原有的应力分布和力学平衡状态，导致岩体内部应力重新分布，增加了岩体发生滑动、坍塌等不稳定行为的可能性。二是工程开挖会改变岩体与周围地层的相互作用关系，可能造成岩体与岩体、岩体与地表土壤之间的失稳现象，从而导致岩质边坡的不稳定。其次，爆破作为工程施工中常用的地质爆破技术，也会对岩质边坡的稳定性产生直接影响。爆破作业可能导致岩体的破碎和裂隙扩展，加剧了岩体的不稳定性，特别是在岩体脆弱、裂隙多、岩石结构复杂等情况下，爆破作业对岩质边坡的影响更为显著。除此之外，施工过程中的挖掘、填埋、振动、荷载施加等活动，也会对岩质边坡的稳定性产生间接影响，例如，挖掘活动可能导致地表下沉，填埋活动可能增加岩体的承载压力，振动活动可能加剧岩体的震动，这些都可能导致岩质边坡的变形和破坏。

### 1.2.2 岩石采矿活动

岩石采矿活动通常包括露天采矿和地下开采两种方式，这些活动不仅会改变岩体原有的地质构造和地貌特征，还会引发岩体内部的变形和破坏，增加岩质边坡发生滑动、崩塌等地质灾害的风险。首先，露天采矿活动对岩质边坡稳定性的影响主要表现在以下几个方面。一是大规模露天开采会改变岩体的原有地质构造，破坏岩体的完整性和稳定性，使得岩质边坡失去原有的支撑和约束，易发生滑动、崩塌等不稳定现象。二是采矿过程中可能产生的岩石堆积和挖掘坑洞等地质体，对周围岩质边坡的稳定性构成了直接威胁，加剧了岩质边坡的不稳定风险。三是露天采矿活动导致的场地土地覆盖和植被破坏，使得岩质边坡表面暴露于外部环境，加速了岩体风化和侵蚀，增加了岩质边坡的不稳定性。其次，地下开采活动对岩质边坡稳定性的影响也十分显著。地下采矿作业可能导致岩体内部的大量岩石移除，引发岩体内部的空洞和空隙，降低岩体的承载能力和稳定性，易发生岩体坍塌和塌陷，从而对周边岩质边坡造成不良影响。同时，地下采矿活动还可能引发地下水水位变化、地表沉降等次生地质灾害，进一步加剧了岩质边坡的稳定性风险<sup>[2]</sup>。

## 2 岩质边坡稳定性的监测技术及方法

### 2.1 灾害监测系统

岩质边坡稳定性的监测技术及方法中，灾害监测系统是一种重要的手段，主要用于实时监测岩质边坡的变形、位移、应力、地下水水位等参数，能够及时发现岩质边坡稳定性变化，提

前预警和采取相应的应对措施，以减轻或避免岩质边坡灾害的发生。灾害监测系统通常包括传感器、数据采集设备、数据传输设备和数据处理与分析软件等组成部分。传感器主要用于监测岩质边坡的各种物理量，如位移、应力、地下水水位等，而数据采集设备用于收集传感器采集到的数据，对于数据传输设备来说，主要用于将采集到的数据传输至监测中心或数据中心，另外，对于数据处理与分析软件，主要用于对采集到的数据进行处理和分析，以提取有用信息，进行数据比对和模型预测，形成监测报告和预警信息。灾害监测系统的工作原理主要基于岩质边坡发生变形或破坏时，岩质边坡内部的物理量会发生相应的变化。传感器通过实时监测这些物理量的变化，将数据传输至数据采集设备，再通过数据传输设备传输至数据中心，经过数据处理与分析软件的处理后，形成岩质边坡稳定性的监测报告和预警信息。监测人员可以根据监测报告和预警信息，及时采取相应的应对措施，进而能够保障岩质边坡的稳定性和安全性。

### 2.2 地质雷达与遥感技术

地质雷达是一种通过发送高频电磁波，并接收反射波来探测地下构造和岩石结构的技术。它能够在不破坏地表的情况下，快速获取岩体内部的结构信息，包括岩层、岩性、裂隙、断层等，从而识别岩质边坡内部的变形和不稳定因素。地质雷达技术具有探测范围广、分辨率高、响应速度快等优点，能够实现岩质边坡内部结构的全面、高效探测，为岩质边坡的稳定性评估和风险预测提供了重要依据。遥感技术是利用卫星、航空器或地面传感器获取地表信息的技术。通过遥感技术，可以获得岩质边坡的形态、地貌、植被覆盖等信息，实现对岩质边坡的全面监测和分析。遥感技术具有获取信息快速、覆盖范围广、成本低廉等优点，能够实现大范围岩质边坡的连续、动态监测，为岩质边坡的稳定性评估和管理提供了有力支持。地质雷达与遥感技术在岩质边坡稳定性监测中的应用，主要体现在以下几个方面。一是通过地质雷达技术获取岩质边坡内部结构信息，发现岩体裂隙、岩层变形等异常情况，为岩质边坡的稳定性评估提供了重要数据。二是通过遥感技术获取岩质边坡的形态和地貌信息，监测岩质边坡的变化趋势，为岩质边坡的动态监测提供了重要依据。三是通过地质雷达与遥感技术的结合，实现对岩质边坡内部和外部的全面监测，为岩质边坡的稳定性评估和风险预测提供了更加全面、准确的信息。

## 3 防治与治理策略

### 3.1 合理规划与设计

合理规划与设计是防治与治理岩质边坡稳定性问题的关键环节。通过科学合理地进行规划与设计，可以有效地预防和减少岩质边坡灾害的发生，保障周边地区的安全。首先，合理规划与设计要充分考虑到地质条件和岩质边坡特征。在规划和设计过

程中,相关人员必须对地质构造、岩层分布、裂隙情况等地质条件进行全面调查和分析,了解岩质边坡的地质特征和稳定性状况,为后续防治与治理工作,提供准确的基础数据和科学依据<sup>[3]</sup>。其次,合理规划与设计要结合岩质边坡的工程用途和周边环境特点,制定科学合理的防治与治理方案。根据岩质边坡的具体情况和工程需求,确定合适的治理措施和工程措施,采取有效的技术手段和管理措施,提高岩质边坡的稳定性和安全性。此外,合理规划与设计还要注重综合考虑岩质边坡的工程、经济和环境效益,实现防治与治理工作的可持续发展。另外,在制定防治与治理方案时,必须充分考虑工程投入、社会效益、环境影响等因素,实现防治与治理工作的经济合理性、社会可行性和环境友好性,为岩质边坡的长期稳定性和可持续发展提供保障。

### 3.2 强化工程施工管理

工程施工阶段是岩质边坡稳定性受到影响最为显著的时期之一,因此,通过强化工程施工管理,可以有效地减少岩质边坡灾害的发生风险,保障施工现场的安全。首先,强化工程施工管理需要建立科学合理的施工方案和施工工艺。在施工前,必须对岩质边坡的地质情况和稳定性状况进行全面调查和评估,制定适应性强、可操作性强的施工方案和施工工艺,进而减少对岩质边坡的不利影响。其次,强化工程施工管理需要加强对施工现场的监测和控制。在施工过程中,必须采取有效措施对岩质边坡的变形、位移、应力等参数进行实时监测,及时发现和处理岩质边坡的异常情况,确保施工现场的安全。另外,强化工程施工管理还需要加强对施工人员的培训和管理,对于施工人员来说,其必须具备专业的岩质边坡稳定性知识和技能,了解岩质边坡的地质特征和工程要求,掌握正确的施工

方法和施工操作技巧,这样才能提高岩质边坡施工的安全性和效率。

### 3.3 加固与支护措施

加固与支护措施是防治与治理岩质边坡稳定性问题的重要策略之一,通过采取适当的技术手段和工程措施,能够加强岩质边坡的支护和固结,提高其稳定性和安全性。首先,加固与支护措施,需要根据岩质边坡的地质条件和稳定性状况,制定科学合理的方案。在制定方案时,必须充分考虑岩质边坡的地质构造、岩性特征、裂隙情况等因素,确定适合岩质边坡实际情况的加固与支护措施。其次,加固与支护措施可以采用多种技术手段和工程措施,包括岩体锚杆、爆破加固、挡土墙、护坡网、植物覆盖等。此外,岩体锚杆是一种常用的加固技术,通过在岩体内部设置锚杆,提高岩体的抗拉强度和抗剪强度,增加岩质边坡的稳定性。另外,爆破加固也是一种常用的治理技术,通过爆破作业对岩体进行破碎和强化,改善岩体的力学性质,提高岩质边坡的稳定性。除此之外,挡土墙和护坡网是一种常用的支护措施,通过设置挡土墙或护坡网,增加岩质边坡的抗滑能力和抗冲刷能力,减少岩质边坡的不稳定因素<sup>[4]</sup>。

## 4 结语

岩质边坡稳定性的工程地质研究,对于地质工程领域具有重要的理论和实践意义。通过深入研究岩质边坡的地质特征、力学行为和稳定性评价方法,可以更好地预测和评估岩质边坡的稳定性,为工程建设提供可靠的地质工程技术支持,保障工程建设的安全性和可持续性。希望本文能够为岩质边坡稳定性的研究和应用,提供一定的参考和启示,推动地质工程领域的发展和进步。

## 参考文献:

- [1] 孙玉科,李建国.岩质边坡稳定性的工程地质研究[J].地质科学,1965,6(4):330-352.
- [2] 李天斌.岩质工程高边坡稳定性及其控制的系统研究[J].岩石力学与工程学报,2003,22(2):341-341.
- [3] 李天斌,王兰生.岩质工程高边坡稳定性及其控制研究的思路与途径[C]//全国岩土与工程学术大会.2003.
- [4] 张春何.岩质边坡稳定性的工程地质研究[J].地球,2016,000(004):471-471,460.

作者简介:唐棣之(1998-),男,汉族,贵州遵义人,初级职称,本科学历,研究方向:岩质边坡稳定性的工程地质研究。