

## 边坡支护技术在矿山地质灾害治理施工中的应用

王兰<sup>1</sup> 李剑亮<sup>2</sup>

1 勤工建设集团有限公司, 浙江 杭州 311200

2 三江生态环境有限公司, 浙江 杭州 311200

**[摘要]** 矿山地质灾害是指由于矿山的地质条件、采矿活动及自然因素等引起的各种灾害, 如滑坡、崩塌、坍塌等。边坡作为矿山地质灾害的主要发生地点, 其稳定性问题是矿山地质灾害治理施工中的重点和难点。文中着重探讨了边坡支护技术在矿山地质灾害治理施工中的应用, 包括边坡基本概述、边坡稳定性影响因素分析, 以及矿山地质灾害治理施工中的边坡支护施工技术。

**[关键词]** 边坡支护技术; 矿山地质灾害治理; 边坡稳定性; 施工技术

DOI: 10.33142/sca.v7i5.12206

中图分类号: P694

文献标识码: A

### The Application of Slope Support Technology in the Construction of Geological Hazard Control in Mines

WANG Lan<sup>1</sup>, LI Jianliang<sup>2</sup>

1 Qingong Construction Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

2 Sanjiang Ecological Environment Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

**Abstract:** Mining geological disasters refer to various disasters caused by geological conditions, mining activities, and natural factors in mines, such as landslides, collapses, collapses, etc. As the main site of geological disasters in mines, the stability of slopes is a key and difficult issue in the construction of geological disaster control in mines. The article focuses on exploring the application of slope support technology in the construction of mining geological hazard control, including a basic overview of slopes, analysis of factors affecting slope stability, and slope support construction technology in mining geological hazard control construction.

**Keywords:** slope support technology; management of geological hazards in mines; slope stability; construction technology

#### 引言

在矿山开采过程中, 边坡稳定性问题是一项十分复杂和严峻的挑战。由于地质条件的复杂性、采矿活动的影响以及自然因素的作用, 矿山边坡容易发生滑坡、崩塌等地质灾害, 给矿山环境和工作人员的安全带来巨大威胁<sup>[1]</sup>。采用合理的边坡支护技术能够减少边坡的变形和破坏, 提高边坡的稳定性, 保障矿山工作人员的生命安全和财产安全。同时, 矿山边坡稳定性问题的治理和防控不仅关乎当前的安全生产, 直接影响到矿山的可持续发展, 合理利用和保护矿山地质资源, 推动矿山的生态恢复和环境修复, 实现矿山的可持续利用和可持续发展。因此, 科学有效地治理和防控边坡稳定性问题是提高矿山安全性和可持续发展的任务。

#### 1 矿山边坡基本概述

边坡是指地表或地下岩土体在斜面上的自然或人工形成的岩土体, 是矿山工程中常见的地质构造。矿山边坡具有丰富的类型和多样的特征, 在矿山工程中, 对边坡类型的认识和分析对进行科学合理的治理和防控措施至关重要。

矿山边坡的类型多样且复杂, 包括天然边坡、人工边

坡和回填边坡等。

(1) 天然边坡: 天然边坡是由于地质作用形成的自然坡体, 包括:

山腰边坡: 山腹斜坡上的岩体裸露形成的坡体。该类型边坡通常具有较大的坡高和坡度, 岩土体结构复杂, 可发生崩塌和滑坡等地质灾害。

河岸边坡: 河流的河岸边坡, 受水流冲刷和波浪侵蚀影响较大。可发生坡体整体溃坡、基底冲刷等灾害。

峭壁边坡: 由石砾、岩石等组成的陡峭的天然边坡, 常见于峡谷地区。峭壁边坡受地震或水动力作用易发生崩塌和滑坡等灾害。

(2) 人工边坡: 人工边坡是人为开挖或造成的坡体。常见人工边坡类型有:

掘进边坡: 矿山中隧道、巷道等开挖过程中形成的边坡。掘进边坡通常受开挖工艺、支护和排水等因素的影响, 容易发生坡体变形和塌方等地质灾害。

挖方边坡: 矿山中挖掘矿石或土方过程中形成的边坡。挖方边坡受到开挖形式、土质性质和坡度等因素的影响, 常见问题包括坡体塌方、崩塌等。

(3) 回填边坡: 回填边坡是在矿山开采过程中进行

回填填充后形成的边坡。常见的回填边坡类型有：

**矿石回填边坡：**矿山开采过程中通过将废弃的矿石回填填充来形成的边坡。该类型边坡受矿石性质、回填工艺等因素影响，可能会发生坡体塌方和变形等问题。

**尾矿坝边坡：**尾矿坝是对尾矿进行贮存和处理的工程设施，由坝体和周围的回填边坡组成。尾矿坝边坡的稳定性直接关系到尾矿的安全处理和环境保护。

## 2 边坡稳定性影响因素分析

### 2.1 岩石自身的结构以及特点

岩石自身的结构和特点对边坡的稳定性有着重要的影响，其了解和分析对于科学评估边坡的稳定性和制定有效的治理措施是至关重要<sup>[2]</sup>。第一，岩石的物理性质，岩石的物理性质包括密度、孔隙度、韧性等。岩石的密度决定了其自重的大小，而孔隙度则决定了岩石的渗透性和变形性，韧性用来描述岩石的延展性和抗断裂性能，对边坡的稳定性影响较大；第二，岩石的力学性质。岩石的力学性质包括强度、压缩和剪切特性等。岩石的抗压强度和抗拉强度是评估岩石抗力的重要参数。此外，岩石的剪切特性也是边坡稳定性分析中的关键因素，通常通过岩体的摩擦角和内摩擦角来描述，第三，岩石的岩层结构。岩石通常以层状结构分布，岩层的倾角和层间接触面的平滑程度对边坡的稳定性有着直接影响。较大的岩层倾角会增加边坡的滑动风险，而较粗糙的接触面则会降低岩层的抗滑强度；第四，岩石的节理和裂缝。节理和裂缝是岩石中常见的结构特征，其存在会影响岩体的整体强度和稳定性，裂缝的开裂程度和分布密度直接决定岩石的强度和变形性能，尤其对于边坡的滑动和剥离有着重要的控制作用；第五，岩石的风化和溶蚀。岩石受到自然风化和溶蚀作用的影响，会导致岩石的物理和化学性质的改变。风化作用会降低岩石的强度和稳定性，而溶蚀作用则会形成空洞和孔隙，增加岩石的渗透性和破坏性。

边坡在不同的岩石条件下可能面临不同的稳定性问题，如岩层的倾角和厚度、裂缝的发育程度和连接性等。因此，在进行边坡稳定性分析时，需要综合考虑岩石的物理性质、力学性质、岩层结构、节理和裂缝特征以及风化和溶蚀情况，并结合地质条件和工程要求等因素来综合评估边坡的稳定性。

### 2.2 采矿活动的影响

边坡稳定性是指土地或岩石边坡在外力作用下的抗滑稳定能力。采矿活动是影响边坡稳定性的重要因素，其对地质环境和地形地貌的改变，往往加剧边坡的不稳定性<sup>[3]</sup>。首先，采矿活动往往需要进行开挖、爆破等作业，导致地表和地下岩土被破坏和改变，在边坡上产生裸露岩土或裸露岩石的情况，剥离了原有的植被和土壤覆盖层，裸露的岩土在雨水和风蚀的作用下易于发生侵蚀和再分布，增加了边坡的侵蚀速度和土壤流失，导致边坡的稳定性下降。

其次，采矿活动可能引起地下水位的改变，进而影响边坡的稳定性。在采矿过程中，地下水会被抽取或改变流向，导致边坡周围地下水位的降低或升高。当地下水位下降时，土体中的饱和带减少，土体承受的有效应力增加，从而增大了边坡的滑动和崩塌的风险。相反，地下水位的升高可能造成土壤饱和，降低边坡的抗剪强度和整体稳定性。再次，采矿活动导致边坡周围地应力的改变。采矿过程中，随着矿体的开采和支护，周围的地应力分布也会发生变化，部分区域的地应力减小或受到局部的应力集中，导致边坡的应力状态不均衡，增加了边坡的应力集中和滑动的可能性，从而降低边坡的稳定性。最后，采矿活动引发地震和地面沉降等地质灾害，进一步影响边坡的稳定性。地震震源的集中爆破作业、岩溶矿区地面沉降等因素都会对边坡产生动态或静态荷载，增加边坡发生滑动和崩塌的风险。

### 2.3 水分对于边坡稳定的影响

水分的存在和变化对边坡的力学性质、土壤结构和土体稳定性都具有显著影响。首先，水分的存在会影响边坡土壤的力学性质。土壤中的水分可以提供土壤颗粒之间的黏着力，增加土体的内聚力，使土体的抗剪强度增加。适量的水分可以提高土体的抗剪强度，从而增加边坡的稳定性，当水分过多时，土壤颗粒会因为间隙水压的增加而减小土体的抗剪强度，当外力作用于边坡时，土体的抗剪强度会下降，易发生滑动和崩塌。其次，水分的变化会导致边坡土体的体积变化。当土壤吸湿或水分含量增加时，土体的体积会膨胀，增大了土体间的空隙和孔隙水的压力。相反，当土壤失水或水分含量减少时，土体的体积会收缩，引起土体内部空隙和微孔含气增多，导致边坡土体的结构变松，降低了土体的稠度和抗剪强度，进而影响边坡的稳定性。最后，水分的存在对边坡土壤的渗透特性和饱和度有重要影响。当土壤的渗透能力较好、排水通畅时，水分在土体中的渗透和排泄速度较快，减少了土壤内的水压力，有利于边坡的稳定。然而，当土壤的渗透性较差、排水条件差时，水分难以迅速排出，导致土壤饱和，增加了边坡的重力和孔隙水的压力，降低了边坡的稳定性。

## 3 矿山地质灾害治理施工中边坡支护施工技术分析

### 3.1 前期准备工作分析

矿山地质灾害治理是保证矿山安全和高效生产的重要工作，而边坡支护施工作为其中的关键环节。前期准备工作作为边坡支护施工的第一步，对于施工的顺利进行和效果的保证至关重要<sup>[4]</sup>。首先，对边坡地质条件的详细研究和分析，需要对边坡的地质构造、岩石性质、裂隙系统和地下水情况进行全面了解，通过地质勘察和地质灾害调查，获取边坡的详细地质数据，帮助工程师对边坡的稳定性进行评估和预测，选择合适的支护方法和施工方案。其次，对边坡支护材料和设备的选择和准备。根据边坡地质

条件和施工需求,合理选择边坡支护材料,如锚杆、锚索、钢筋网片等,并确保其质量和规格符合相应的标准要求。同时,根据边坡工程的实际情况,准备相应的施工设备和工具,确保施工的顺利进行。再次,对边坡支护施工人员的培训和安全意识的培养。施工人员需要具备一定的技术和专业知识,才能进行边坡支护工程的准确施工,培训内容包括支护材料的特性与使用方法、施工工艺与操作要点、安全事项与应急措施等,以提高施工人员的技术水平和安全意识,保障施工过程的安全和质量。最后,进行详细的施工方案和施工图的制定。根据边坡地质条件和支护要求,确定适合的支护方法和支护结构,选择合理的施工工艺和施工工序,制定施工计划和时间进度。同时,绘制详细的施工图纸,包括支护工程的平面布置、剖面展示和详细尺寸要求等,为后续的施工提供明确的指导,保证施工过程的顺利进行和质量的控制。

### 3.2 施工方案技术分析

施工方案是矿山地质灾害治理中边坡支护施工的核心,并直接影响施工效果和工程质量。制定施工方案时,需要综合考虑边坡的地质条件、支护目标和可行性,以确定适合的支护方法和施工工艺。第一,根据边坡的地质条件选择适当的支护方法。根据边坡的岩土性质、坡度和高度等因素,选择常见的边坡支护方法,如锚杆支护、挡土墙支护、喷射混凝土支护等。同时,需要考虑边坡的稳定性和周边环境的因素,例如地下水位、地震活动等,给出相应的支护设计和施工措施,确保边坡的安全稳定。第二,确定合适的施工工艺和工序。根据边坡支护方法的选择,制定详细的施工工艺和操作方法,并严格按照工程技术规范进行施工,如锚杆支护中,需要确定锚杆的布置密度、钻孔和注浆的工艺要求;挡土墙支护中,需要确定挡土墙的灌注混凝土浇筑工艺;喷射混凝土支护中,需要确定喷射混凝土的配比和喷射技术等。通过合理而严密的施工工艺安排,能够确保支护结构的强度和稳定性。第三,考虑工期和施工条件。根据实际工程情况,合理安排施工进度,对施工过程进行时间和资源的合理分配,确保施工的高效进行,并考虑到矿山环境的特殊性,如矿石开采的影响、地下水位的变化等,制定相应的施工对策和安全措施,确保施工过程的顺利进行。第四,进行全面的风险评估和安全控制。制定施工方案时,需要充分考虑潜在的风险因素,并采取相应的措施进行防范和控制,如考虑到地震风险,采用抗震加固技术来提高边坡的地震抗力;考虑到雨水侵蚀和水压力的影响,在支护施工中加强排水和防水措施。通过科学而系统的风险评估和安全控制,能够最大限度地减少矿山边坡支护施工中的安全风险,确保工程质量和人员安全。

### 3.3 生态边坡技术分析

生态边坡技术是矿山地质灾害治理中边坡支护施工的一种新兴技术,它将生态保护和边坡稳定性相结合,旨在实现对边坡的综合保护和修复,该技术注重保持和恢复边坡的自然生态系统,减少对环境的破坏,并提供可持续的生态服务。其一,强调采用生物工程手段进行边坡的植被恢复和保护。通过选择适宜的植被物种,结合土壤改良和植物栽培技术,在边坡上建立起稳定的植被覆盖体系。植被的根系能够牢固固定土壤,提高边坡的抗滑稳定性;植被的茂密覆盖有助于减缓雨水冲击和风蚀速度,降低边坡的侵蚀风险。同时,适当选择具有生态功能的植物,能够提供栖息地、保持水土、改善环境等生态服务。其二,强调合理的排水和水文控制措施。通过设计合理的排水系统,对边坡内的雨水进行收集和控制,防止水分过量积聚和浸润边坡土体,合理设置排水管网、槽沟和集水井等设施,确保边坡的排水通畅,降低地下水位对边坡稳定性的影响。此外,通过合理利用坡面和护坡结构,使排水和水文控制与生态功能相结合,实现生态防护与水文调控的双重目标。其三,强调边坡的生物多样性保护和生物安全建设。通过合理布局 and 选择植被物种,促进边坡上不同植物的生长和繁衍,在边坡上形成多层次、多种类的植被群落,不仅有助于提高边坡的抗灾能力和稳定性,还可提供多样的生态功能和生物栖息地,保护和促进生物多样性的发展。

### 4 结束语

矿山地质灾害治理施工中,边坡支护技术的应用能够有效提高矿山边坡的稳定性,保护地质环境和人员的安全。通过分析矿山边坡的基本特点和影响因素,提出合理的施工方案,采用适当的支护技术和辅助施工技术,结合生态边坡技术,能够有效地控制矿山地质灾害的发生,促进矿山可持续发展。

#### [参考文献]

- [1]王亮亮. 边坡支护工程在矿山地质灾害治理施工中的应用[J]. 世界有色金属, 2023(6): 226-228.
- [2]黄莉. 边坡支护工程在矿山地质灾害治理施工中运用分析[J]. 世界有色金属, 2023(3): 190-192.
- [3]冯沛良. 矿山地质灾害治理施工中边坡支护的应用[J]. 世界有色金属, 2023(1): 163-165.
- [4]石玲娣. 边坡支护工程在矿山地质灾害治理施工中的应用[J]. 世界有色金属, 2022(19): 196-198.

作者简介: 王兰(1984.11—), 四川农业大学, 园林专业, 就职单位: 勤工建设集团有限公司, 职称级别: 工程师; 李剑亮(1985.1—), 东北农业大学, 园林专业, 就职单位: 三江生态环境有限公司, 职称级别: 高级工程师。