

# Analysis of the Formation Mechanism and Protective Measures of Collapse Geological Hazards

Liangliang Yu Jing Huang

Natural Resources and Planning Bureau of Kaihua County, Quzhou, Zhejiang Province, Quzhou, Zhejiang, 324300, China

## Abstract

Collapse geological disasters have strong destructiveness and great harmfulness, and once they occur, they are highly likely to cause casualties and property losses. Therefore, it is necessary to pay more attention to them. In recent years, China has been continuously deepening its research and exploration on geological disasters caused by landslides, and has achieved some achievements. The paper is based on reality and uses literature methods to analyze the travel mechanism of geological disasters caused by collapses, and explores the protective measures for geological disasters caused by collapses. Relevant viewpoints are proposed for reference.

## Keywords

collapse disaster; formation mechanism; preventive measure

## 试析崩塌地质灾害的形成机理及防护措施

余亮亮 黄静

浙江省衢州市开化县自然资源和规划局, 中国·浙江 衢州 324300

## 摘要

崩塌地质灾害具有较强的破坏性与较大的危害性, 一旦发生就极有可能引起人员伤亡与财产损失, 需提高重视。近些年, 中国在不断深入对崩塌地质灾害的研究与探索, 且取得了一些成就。论文立足实际, 运用文献法等对崩塌地质灾害的形成机理进行分析, 并对崩塌地质灾害防护措施进行探讨, 提出有关观点, 以供借鉴参考。

## 关键词

崩塌灾害; 形成机理; 防护措施

## 1 引言

崩塌也称为塌方或崩落, 是较陡斜坡上的岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动、堆积在坡脚的地质现象<sup>[1]</sup>。崩塌的运动速度极快, 容易造成人员伤亡、建筑、车体损坏等。因此, 必须加强监测与治理。下面首先对崩塌地质灾害的形成机理进行分析。

## 2 崩塌地质灾害形成机理分析

崩塌的物质叫做崩塌体, 崩塌体有两类, 一类是土质, 另一类是岩质。崩塌地质灾害的形成常与以下原因有关: 地形、地质条件复杂, 利于崩塌形成; 降雨量大, 山洪暴发; 人类活动造成边坡失稳<sup>[2]</sup>。

### 2.1 地形、地质条件

研究表明, 崩塌地质灾害常发生在坡度较大的坡体或

坡面, 尤其是高陡临空面, 更为崩塌的形成提供了有利的地形条件。除地形条件外, 地貌、地质条件的复杂脆弱也是崩塌形成的重要原因之一。例如制备稀少, 土壤干燥疏松, 土层结构失稳, 就容易出现崩塌; 岩质坡体中软弱结构面发育、节理裂隙面发育, 给地表水的渗透提供了通道, 在地表水的不断渗透与侵蚀下, 岩土结构越加疏松, 稳定性不断加强, 最终就有可能出现崩塌地质灾害<sup>[3]</sup>。

### 2.2 降雨

降雨尤其是强降雨也是引起崩塌地质灾害的一个重要原因。研究表明, 多地发生的崩塌事故都与降雨入渗有关。当降雨量过大或持续时间过长时, 深入岩体、土体的水量也就会越多, 大量地表水深入岩石或土壤结构面间, 使得裂隙水压力增大, 进而引起基岩裂隙面扩大, 崩塌事故发生概率增加。此外, 地表水的不断地渗入也会引起土体、岩体严重软化, 使土体与岩体的稳定性降低, 崩塌的可能性更大。

### 2.3 人类活动

不合理的人类活动也是引起崩塌地质灾害的一个重要原因。例如, 施工开挖会破坏边坡岩体结构, 使边坡岩体出

【作者简介】余亮亮(1992-), 男, 中国浙江衢州人, 本科, 助理工程师, 从事地质地灾等研究。

现新的结构面,或导致原有结构面出现松弛、张裂等问题。这些隐患产生后,一旦遭遇强震或持续的机械振动,就会产生崩塌灾害。另外,人的不节制、不合理地砍伐造成植被稀缺,山体缺少树木的涵养与稳固,更容易出现滑坡、崩塌等事故<sup>[4]</sup>。

### 3 崩塌地质灾害防治策略

#### 3.1 建立并使用地质灾害监测预警系统

在信息化时代,运用先进技术构建地质灾害监测预警系统,通过系统实时、动态掌握地质变化情况,预测地质变化发展趋势,进而做出提前的布置预防,将地质灾害影响降到最低。具体来说,可运用物联网技术、GASS 技术、云计算技术、智能传感技术、大数据技术等构建地质灾害监测预警系统,将系统用于崩塌地质灾害监测,通过系统搜集与获取地表变形数据、降雨量数据、地下水位信息、孔隙水压力数据、地面倾斜度数据及地表裂缝位移信息、构筑物变形数据等,以各项真实数据为参考依据对地质的稳定性、崩塌问题发生概率等做出分析判断,并提前制定预防治理方案,或采用必要的预防性措施进行治理。

在系统内接入 GNSS 接收机、测斜仪、沉降仪、裂缝计、滑轮式测斜仪、岩(土)体压力盒、锚杆(索)应力计、雨量计、水位计等仪器设备,由系统进行地表相对位移监测、深度位移监测、裂缝相对位移监测、地面倾斜监测、岩土体应力监测、防治工程受力监测、降雨量监测、地下水位监测等各项监测活动,帮助工作人员对地质灾害做出更好的判断与治理,提升崩塌地质灾害预防与治理的科学性、有效性<sup>[5]</sup>。

#### 3.2 采用多种加固防护措施进行防护

##### 3.2.1 主动防护系统

崩塌地质灾害具有较强的破坏性与较大的危害性,一旦发生就极有可能引起人员伤亡与财产损失,因此有必要采用一些主动的防护加固技术对地质进行加固处理,从而预防地质灾害的发生。具体如可采用高强度柔性防护网,采用支撑绳、防护绳、锚杆等构成主动防护网,将金属柔性防护网覆盖于边坡上,利用防护网的作用进行稳坡固坡,降低崩塌地质灾害发生概率。主动防护网在不同的地质灾害场景中有不同的应用形式,当前应用最广泛的有 GQS 绞索主动防护网、GND2 绿色主动防护网、GPS2 型主动防护网等。GQS 绞索主动防护网具有强度级别高、性能好、安装方式灵活方便、适用范围广、防腐涂层级别高、抗腐蚀性强、节点强度高、维护成本低等特点,在崩塌地质灾害防护治理中有着广泛应用(见图1)。

GND2 绿色主动防护网采用彩色环保钢丝绳网片,由缝合绳、边沿支撑绳、钢绞线锚杆等结构构成,具有围护、防护作用,能够限制崩塌物的运动范围,抑制部分崩塌,起到保护环境、保护人群等作用。同时,GND2 绿色主动防护网还有较好的观赏效果,对自然环境无损害、无破坏,

环保性较好。



图1 GQS 绞索主动防护网

##### 3.2.2 被动防护网拦截系统

还可建设并使用被动防护网拦截系统来预防与治理崩塌地质灾害。在地质治理中,工作人员可采用各类金属柔性防护网与特定的结构形式,对落石进行拦截,或是对落石的运动范围进行控制,尽可能将崩塌地质灾害的影响降到最低。被动防护网拦截系统也有多种类型,如 SNS 被动柔性防护网、落石拦截网、环形被动防护网、金属丝网等。

SNS 被动柔性防护网由以下部分构成(见图2): 钢丝格栅、菱形钢丝绳网、减压环、固定系统(固定系统由支撑绳、基座、拉锚绳、锚杆等构成)、钢柱等。这种柔性防护网防护能力强,能有效拦截山体落石或泥石流,减缓落石等的冲击力,从而实现对人、建(构)筑物及动植物等的保护。且防护网的地形适应能力强,除了可在普通常规的山坡上使用外,还可安装在悬崖这种恶劣的地形条件,且安装难度相对较低<sup>[6]</sup>。



图2 SNS 被动柔性防护网

落石拦截网在崩塌地质灾害的预防与治理上也有着重要作用。这种被动防护网能将崩塌下的土块、岩石等进行有效拦截,实现对建筑群体、动植物、人及车等的保护。落石拦截网的结构一般为双绞拧编结构,这种结构柔性性好、强度高、不易断裂、使用寿命长,整体的灾害防治效果好,即使钢丝某个部位破损,也可以很好地承受住落石的冲击,有效拦截石块。除落石拦截网外,还可在地质灾害比较严重的地区建设并使用落石拦截墙。落石拦截墙系统由以下结构构

成：边坡中上部使用主动防护系统，坡角使用柔性与强度较高的格宾网加筋防护结构。

环形被动防护网由数股钢丝盘结成环形相互套接而成。当前被广泛应用的 ROCCO 环形网具有超强的能量吸收能力与拦截能力，能有效降低崩塌地质灾害的影响，减少由此产生的损失。研究与实践证明，ROCCO 环形网在冲击过程中，可以发挥全部网环的变形能力，从而均匀地将动能在网间及整个系统内部传递。图 3 为环形被动防护网示意图。



图 3 环形被动防护网示意图

金属丝网具有外观美观、安装方便、维护简单、使用寿命长等特点，也十分适用于崩塌地质灾害防护作业。当前，所用金属丝网都是采用锌-5%铝-混合稀土合金镀层防腐工艺制作而成，有很好的抗腐蚀性与耐磨性，能使用相当长一段时间，并且适用于多种地形，有较高的实用价值。

### 3.3 做好边坡绿化防护

研究表明，崩塌地质灾害容易发生在植被稀少、土质疏松、岩石松散等区域，因此要想有效预防或减少此类地质灾害的发生，就必须做好生态绿化工作，种植草被与树木，利用植物的涵养功能改善生态区域环境，同时利用植物根系稳固土壤与山岩，实现对地质灾害的有效防护。在开展生态绿化工作时，要综合土壤学、工程力学、植物学、生态学等学科的基本知识，结合治理区域的水文地质特性、土壤岩性特点等科学制定治理方案，合理采用治理与防护技术，有效构建综合护坡系统。边坡绿化防护分以下几步进行：一是边坡开挖，二是植物种植，三是植物养护管理。边坡开挖结束后，就需根据当地地理、气候环境，挑选适合在本地生长，有较高成活率的植物进行种植，种植下去后及时开展灌溉、病虫害防治等工作，保证植物长势良好，确保能够利用植物与岩、土体的相互作用对边坡表层进行加固与防护，使崩塌地质灾害的发生概率下降，使当地自然生态环境得到改善。

边坡绿化防护也有几种具体的应用方式，如三维生态袋护坡、三维网护坡、山体边坡绿化喷播、三维土工网垫等。

#### 3.3.1 三维生态袋护坡

三维生态袋是由聚丙烯为原材料制作而成生态袋，这种生态袋具有无毒无害、生态环保、抗老化、抗紫化、裂口不延伸、不助燃等特点，能有效满足植物生长需求，适用于野外环境。生态袋能保持土壤和营养成分不流失，能实现水分在土壤内的正常流动，能使植物对水分、营养等的需求得到满足。在崩塌地质灾害易发的区域布置生态袋，并于生态

袋内种植植物，植物在生态袋内发芽生长，根系进入工程基础土壤中，对土壤进行稳固，使边坡或山体更加稳定，让崩塌地质灾害发生的概率得以降低。

#### 3.3.2 三维网护坡

三维网护坡技术具有以下特点：结构空隙利于自然土沉积，利于自然草生长；延展性好，对基础变化的适应性强；施工简单，维护方便，钢丝为优质钢丝，耐久性好，使用时间长。

#### 3.3.3 山体边坡绿化喷播

山体边坡绿化喷播是当前采用的非常广泛的一项技术，该技术安全经济，生态恢复与边坡防护效果好，适应范围广。山体边坡绿化喷播的具体做法是采用专业喷播设备将基材与植物种子的混合物按照设计厚度均匀喷射到需要防护的工程坡面，然后通过植物的成长生长，植物根系的逐步深入等，实现对坡体的巩固与对崩塌地质灾害的防护。施工时，工作人员要先将 PVC 包塑铁丝网、钉镀锌铁丝网等钉在岩石坡面上，之后将由客土、植物纤维、土壤基质、有机肥、粘合剂、保水剂、植物种子等组成的复绿基材料以喷射的方式喷到坡面上，然后任由植物生长，让植物根系对土壤进行固结固化。

#### 3.3.4 三维土工网垫

当前所用的三维土工网垫由高密度聚乙烯加抗紫外线助剂加工制作而成，不仅耐腐蚀而且抗老化，有较长的使用寿命。将三维土工网垫合理运用于山坡，可提高山坡的稳定性，降低滑坡及岩体、土体崩塌的可能，使生态环境得到保护。

## 4 结语

综上所述，论文分析了崩塌地质灾害的形成机理，得出复杂脆弱的地形地质、降雨、不合理的人类活动是崩塌灾害形成的三个重要条件。探究了崩塌地质灾害防治措施，提出运用先进技术构建崩塌地质灾害在线监测系统，采用主动防护、被动防护等多种加固防护措施进行防护以及做好边坡绿化防护等建议，希望能为相关实践工作的开展提供些许理论参考。

## 参考文献

- [1] 沈雅榕,黄国强.大肚洋崩塌地质灾害治理工程边坡变形防治措施探究[J].西部资源,2023(1):122-124.
- [2] 陈阳飞.平陆县东韩窑崩塌地质灾害形成机理与成灾模式研究[J].华北自然资源,2023(1):145-148.
- [3] 程宝良.崩塌地质灾害的工程治理分析[J].资源信息与工程,2023,38(1):89-91+95.
- [4] 陈铭辉.樟市镇芦溪地区崩塌地质灾害特征及治理措施的讨论[J].西部资源,2022(6):73-75.
- [5] 李涛,王秀凤,魏海东,吕怀营.崩塌地质灾害防治示范应用——以济南章丘北明村东崩塌点为例[J].山东国土资源,2022,38(9):50-55.
- [6] 刘伟旭,吴亮.武江区滑坡和崩塌地质灾害形成条件浅析[J].冶金与材料,2022,14(1):135-136.