

# Thinking on the countermeasures of dangerous rock collapse on high slope

Yang Song

Sichuan Comprehensive Geological Survey Institute, Chengdu, Sichuan, 610000, China

## Abstract

The dangerous rock of high slope has certain safety risks and is difficult to deal with. Once the collapse accident occurs, it will pose a certain threat to the surrounding environment and people's life safety. Therefore, in the specific project, the construction unit needs to carry out field investigation work, understand the specific characteristics of high slope dangerous rock, clarify the principles of collapse remediation, and take appropriate methods. Through the application of daily monitoring, removal of dangerous rocks, reinforcement and support methods, to solve hidden dangers and reduce risks. In view of this, we should carry out the research work of this paper, briefly summarize the characteristics and hazards of high slope dangerous rock collapse, analyze the remediation principles, and explore the specific remediation countermeasures and matters needing attention, for the reference of relevant projects.

## Keywords

high slope; dangerous rock collapse; remediation countermeasures

# 高边坡危岩崩塌整治对策思考

宋杨

四川省综合地质调查研究所，中国·四川成都 610000

## 摘要

高边坡危岩具有一定的安全风险，处理难度大，一旦出现崩塌事故，会对周围环境和人们的生命安全造成一定的威胁。因此在具体的工程项目建设中，施工单位需要开展实地勘察工作，了解高边坡危岩的具体特征，明确崩塌整治的原则，采取适当的方法。通过日常监测、清除危岩、加固与支撑等方法的应用有效，解决隐患降低风险。鉴于此，开展本文的研究工作，简单概述高边坡危岩崩塌的特征和危害，分析整治原则，探究具体的整治对策和注意事项，以供相关项目参考。

## 关键词

高边坡；危岩崩塌；整治对策

## 1 引言

高边坡危岩崩塌是常见的地质灾害，具有突发性和不确定性，由于高边坡危岩的分布广数量多，地质环境恶劣，因此增加了治理难度。一旦发生崩塌事故，就会造成难以挽回的后果。因此，在具体的项目中，施工单位可以根据项目情况选择合适的监测技术，开展全面布设，实时监测，从而掌握危岩的情况，为后续的清除、加固等提供重要依据。同时，施工单位还需要编制详细方案，加强现场管理，掌握现场情况，开展安全事故预防工作，强化施工过程质量管理，发挥技术优势，有效整治危岩崩塌的情况，提高环境的安全性。

## 2 高边坡危岩崩塌的特征及危害

高边坡危岩通常会呈现出不规则的形状，例如柱状、块状等，它的表面粗糙，有明显的裂隙、节理<sup>[1]</sup>。这些结构面将岩体切割成不同的块体，从而降低了整体的稳定性。崩塌后，危岩的堆积物会在坡脚形成特定的堆积状态。高边坡危岩的岩性特征：一些坚硬脆性的岩石地层中，容易发生高边坡危岩崩塌，主要是由于它们的抗风能力强，但内部存在裂隙、节理等结构面受到地震风化等的作用，形成危岩容易崩塌。高边坡危岩崩塌发生在地形高差大、坡度陡峭的区域，在这些区域中岩石会处于不稳定的状态，容易失稳发生崩塌。

## 3 高边坡危岩崩塌整治的原则

针对高边坡危岩崩塌，采取适当的整治措施，相关工程需要遵循整治原则，编制详细方案，从而确保达到良好的效果。首先，根据项目现场高边坡危岩分布、失稳模式、危险性等主要因素，确定治理的总体目标和原则。首先要遵

【作者简介】宋杨（1988—），男，硕士，高级工程师，从事水文地质、工程地质与环境地质研究。

循安全性原则。高边坡危岩存在一定的风险隐患，只有清除危岩、加固边坡，才能有效彻底消除崩塌的隐患。设计整治工程时考虑的各种荷载情况。分析地震、暴雨等静水压力、动水压力和风化作用对危岩稳定性的影响情况，通过合理计算，确定稳定性。其次，遵循经济性原则，可以设计多种方案，对比投入的成本情况，选择既安全又具有经济性的方案，减少资金的投入。第三，动态性原则。通过开展实施监测工作，了解高边坡危岩的情况，把握稳定性参数的变化。根据监测结果，调整整治方案，并开展长期的维护管理工作，可以保障高边坡长期的稳定性和安全性<sup>[2]</sup>。若有异常情况也能及时发现，有效预警，采取适当措施，将危害降到最低。在具体的工作中遵循恰当的整治原则，便于施工单位编制详细的安全方案，应对多种情况实现整治的安全性，有效排除其中的隐患风险，降低事故的发生概率。地质灾害监测工作如图1所示。

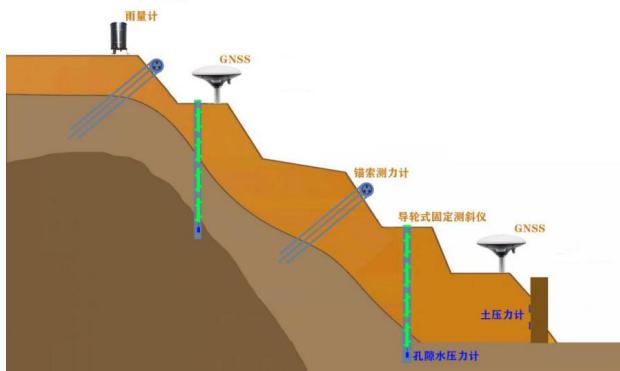


图1 地质灾害监测示意图

## 4 高边坡危岩崩塌的整治对策

### 4.1 监测技术的应用

高边坡危岩崩塌具有隐蔽性、突发性和不确定性，因此需要构建完善的监测系统开展监测工作，了解现场情况，补助动态信息，能够及时捕捉到异常情况，有效预警。不过在实际监测工作中，会受到地形地势、天气、环境等各方面因素的影响，导致监测效果不佳，因此可以引入非接触式应急监测技术。例如无人机视觉监测预警技术。可以根据规划的航线采集影像，获取相关信息后。利用计算机视觉、人工智能等技术，分析高边坡危岩崩塌的前兆以及裂缝宽度的变化趋势，可以捕捉到其中的异常情况，发出预警信息<sup>[3]</sup>。无人机视觉监测技术具有空间分辨率高、实时性强、监测距离远、非接触测量、环境适应性强等诸多优势。可以灵活地飞往高边坡位，沿区域开展远距离的监测工作。高分辨率支持下，使监测技术可以达到亚毫米级分辨率。不会受到周围环境和恶劣天气的影响。实测采集监测结果，了解高边坡危岩的情况。综合分析，编制详细方案，用于开展整治工作。

### 4.2 清除与卸载

针对高边坡一些破碎零散的危岩体需要及时清除，可以使用风镐、铁锹。在现场开展调查工作，分析其中的不稳

定因素，及时清除。在危岩清除时，要遵循自上而下的顺序，从高处分条带向下逐层依次清理，避免交叉施工<sup>[4]</sup>。如果块体比较大，人工无法撬动，可以使用手持凿岩机破碎或者静力爆破以后清除。如果大块危岩无法清除，需要在上部、中部、下部增设锚杆锚固。及时将清除的危岩废渣运离现场，合理堆放。

### 4.3 拦护处理

拦护处理主要借助相关工具，起到恰当的防护作用。常用的有传统的主动拦截和被动拦截，不过也存在不便清理，容易造成二次危害的情况。现阶段在工程中应用引导式防护网。防护网与山体之间形成约束，对落石产生阻滞、引导、消能等一系列作用，有效控制落石的运动轨迹和速度，削减落石的运动能量<sup>[5]</sup>。主要包括覆盖式和张口式两种类型。覆盖式引导防护网会通过锚栓将金属防护网悬挂在坡面上用于防护。防护系统会覆盖全部的危险区域，形成引导区，控制落石的运动。摩擦作用下，逐步损耗落石的动能，引导落石滚落至收集区。张口式引导防护网是将覆盖式与被动防护网相结合，上部包含了拦截系统，下部包含了主动防护系统。使用钢柱支撑形成了一个张开的口袋，可以拦截收集上方坠落的石块，再由柔性网引导至预设的收集区。引导式防护网具有更高的防护等级，避免落石造成的二次伤害。而且适用范围很广，可适用于各种复杂的地形地势中。引导式防护网的具体应用如图2所示。

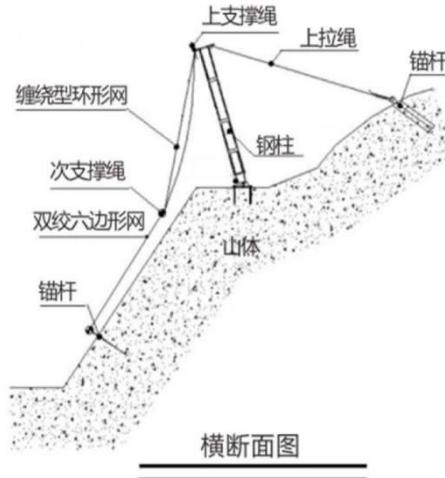


图2 引导式防护网应用示意图

### 4.4 加固处理

高边坡危岩存在较大安全隐患，可以通过适当的加固法防止危岩崩塌滑落。可以使用锚固法，将锚索插入到稳定的基岩中施加预应力，危岩与稳定岩体紧密连接在一起，可以有效抵抗危岩的下滑力和倾覆力<sup>[6]</sup>。也可以将锚杆直接打入危岩体内，锚杆和岩体之间的摩擦力与黏结力作用下，可以将危岩固定在稳定的岩体上。可以应用喷射混凝土法。在

边坡表面喷射混凝土形成保护层，可以防止风化脱落，比较适用于风化严重或者破碎的岩体。在施工现场可以根据项目情况合理选择，确保达到良好的加固效果。

#### 4.5 支撑工程

支撑工程也是对高边坡危岩崩塌整治的一种十分有效的方法。通过应用恰当的支撑法可以提供抵抗力，防止危岩崩塌。抗滑桩主要是借助钢管桩或者钢筋混凝土，将其打入到稳定的基岩层中。桩体与周围的岩土体相互作用，可以将危岩的下滑力传递到稳定地层中，增强边坡的整体稳定性<sup>[7]</sup>。浆砌片石支撑技术主要利用浆砌片石的重力和砌体的整体性对危岩进行支护和嵌补，可以防止危岩的变形崩塌。首先，清理危岩底部的基础，并进一步夯实，确保基础的稳定性，然后进行砌片石的施工。将片石砌成一定形状尺寸的支撑结构。片石之间连接牢固，可以在其中设置钢筋或者锚杆，增强支撑结构与岩体的连接。在坡脚设置挡土墙，可以提供支撑力。不同支撑技术应用效果、使用情况也有一定区别，优化选择，合理设计，才能有效预防崩塌事故。

#### 4.6 排水措施

通过排水系统降低水位，可以有效控制水压对边坡的影响。在施工过程中要做好排水设计，优化开挖坡面周围以及坡面上的排水设施，合理布设，拦截地表水，防止表面受到冲刷或者侵蚀破坏。在排水系统的支持下，有效控制这一影响因素，提高边坡的稳定性。

### 5 高边坡危岩崩塌整治工作中的注意事项

#### 5.1 加强安全事故预防

高边坡危岩本身具有一定的危险性，通过采取适当的预防措施，有效降低安全隐患。相关单位在正式施工前对所有人员开展安全知识培训，强化他们的安全意识，采取适当的安全防护措施，在施工中要严格遵守安全生产的规章制度，佩戴好安全帽等劳动保护用品。检查与维护防护设施。高空作业人员必须经过现场培训、交底、检查等一系列流程以后才可进一步作业，排除现场的安全隐患，确保安全生产的推进，降低安全事故概率。

#### 5.2 加强现场施工管理

高边坡危岩整治工作中，存在诸多影响因素。为了避免安全事故发生实现预期目标，相关工程项目需要健全现场管理机制，加强现场管控工作，提高管理效率。健全安全生产的规章制度，明确各环节的要点，能够规范施工，减少安全隐患。例如在危岩清除时，需要根据调查情况选择合适的

清除方式。如果不能清除，则需要采取危岩支护和紧急处置措施。危岩体治理应当避开大风雨天施工，保障施工质量。在相关制度的管控约束下，可以提高施工人员的重视，规范施工。恰当地清除危岩，采取适当的支撑加固措施，避免引发崩塌事故。

#### 5.3 动态管理长期维护

针对高边坡危岩崩塌情况，需要充分应用监测手段，构建合适的监测系统，开展动态管理工作，了解危岩情况以及相关整治措施的应用效果，可以动态调整。首先借助先进的仪器设备构建监测系统，开展实时监测工作，获取区域内危岩的实际情况用于分析。其次评估各种方法的应用成效，根据长期监测的情况分析危岩特征，选择符合的技术方案进行整治，确保达到良好的治理效果。

### 6 结语

综上所述，高边坡危岩崩塌具有不确定性和突发性，会对周围环境造成严重影响，因此整治工作中，相关单位需要开展详细调研，应用先进的监测技术，获得全面信息，分析危岩情况，及时清除一些破碎不稳定的危岩，以便采用防护措施和加固措施和支撑措施等，提高危岩的稳定性。在施工中，相关单位也需要健全安全生产责任制，完善管理机制，开展安全事故预防工作并进行动态监管，从多个方面入手，顺利开展高边坡危岩崩塌的整治工作取得显著效果，同时也具有长期性和持续性。

#### 参考文献

- [1] 贺宁波,范庆龙,侯争军,等. 非接触式应急监测技术在震区高位危岩崩塌边坡中的应用研究[J]. 水电站设计,2024,40(2):93-96,103.
- [2] 冯振,路璐,张长敏,等. 降雨诱发山区公路边坡危岩崩塌机理研究[J]. 防灾减灾学报,2021,37(4):1-8,15.
- [3] 宋向辉,许远泽,杨鹏,等. 引导式防护网在榆林地区危岩崩塌治理中的应用[J]. 工程技术研究,2024,9(11):122-124.
- [4] 朱锡露. 危岩边坡破坏模式与稳定性评价研究[J]. 建筑科技,2024,8(5):70-73.
- [5] 王庭作. 公路高边坡危岩稳定性分析及治理方法[J]. 交通世界,2024(20):19-21.
- [6] 李发明. 危岩边坡治理工程勘查技术要点探索[J]. 砖瓦世界,2021(5):94-95.
- [7] 武鹏. 兰合铁路高陡边坡危岩落石综合治理研究[J]. 科技与创新,2023(21):69-71.