

# Investigation and Design Method and Control Countermeasures of Geological Disaster of High and Steep Rock Slope

Bin Li Tao Wang

Sichuan Geological Survey and Research Institute Surveying and Mapping Geographic Information Center, Chengdu, Sichuan, 610000, China

## Abstract

Geological disaster of high and steep rock slope will increase the difficulty of high and steep rock slope construction, and affect the construction quality and cost to a certain extent. In order to effective management of slope geological disasters, need to carry out scientific and reasonable high steep rock slope geological disaster survey and design work, scientific analysis and evaluation of slope stability, understand the trigger mechanism of geological disasters, optimize the effect of geological disasters and management, reduce the occurrence of geological disasters, create good conditions for engineering safety construction. This paper mainly analyzes the exploration and design method of high and steep rock slope disaster, and puts forward feasible treatment measures, effectively improve the prevention and control effect of slope geological disaster, ensure the stability of slope, and create good conditions for the safe construction of the project.

## Keywords

high and steep rock slope; geological disaster; exploration design; governance countermeasures

## 高陡岩质边坡地质灾害勘察设计方法及治理对策

李彬 王桃

四川省地质调查研究院测绘地理信息中心, 中国·四川成都 610000

## 摘要

高陡岩质边坡地质灾害会加大高陡岩质边坡施工难度, 且在一定程度上影响工程施工质量和成本。为了对边坡地质灾害进行有效治理, 需要开展科学合理的高陡岩质边坡地质灾害勘察设计工作, 对边坡稳定性进行科学分析和评估, 了解地质灾害的引发机制, 优化地质灾害治理效果, 减少地质灾害的出现几率, 为工程安全施工创建良好条件。论文主要对高陡岩质边坡灾害勘查设计方法进行分析, 并提出可行性的治理措施, 有效提升边坡地质灾害的防控效果, 保障边坡稳定性, 为工程安全施工创建良好条件。

## 关键词

高陡岩质边坡; 地质灾害; 勘查设计; 治理对策

## 1 引言

高陡岩质边坡地质灾害的类型较多, 包含滑坡、泥石流等灾害, 对人民生命财产安全造成极大威胁, 且影响工程项目的顺利施工。因此, 为了提升工程建设水平, 要做好高陡岩质边坡地质灾害的勘查设计工作, 对边坡稳定性进行全面评估, 进而提出针对性地质灾害治理措施, 减少坍塌、滑坡等自然灾害的出现几率, 保障人们生命财产安全, 为建筑工程的顺利施工创建良好条件。

## 2 高陡岩质边坡的特点

高陡岩质边坡地形条件较为复杂, 且岩层倾角较大,

通常在  $10^\circ$  以内, 甚至有些地方接近水平线, 进而产生一定的隐性卸荷裂缝。此外, 边坡与狗仔应力场有 3 组左右的节理, 其裂缝倾角通常在  $40^\circ$  左右, 甚至有些地方超过  $45^\circ$ 。不同部分的岩石软硬程度存在一定的差异性, 因而引起节理裂隙层面、交接部分发生一定的风化剥蚀凹坑现象。同时, 白云岩、灰岩的交接部位的裂隙面、层理面, 在长时间的溶蚀作用下产生不规则的溶洞。高陡岩质边坡在岩体切割作用下, 往往会出现切割岩体崩塌、倾倒、坠落等地质灾害, 引起局部边坡不稳的现象。这些情况都会在一定程度上加大工程施工难度<sup>[1]</sup>。在高陡岩质边坡地质灾害调查作业中, 需要通过上部边坡采伐减坡的方式, 确保边坡稳定性, 还需要结合调查结果, 详细了解边坡实际情况, 进而采取针对性的加固措施, 保障项目开发的安全性、可靠性开展, 进一步强化边坡地质灾害的治理效果。在高陡岩质边坡勘察工作中

【作者简介】李彬(1986-), 男, 中国重庆人, 本科, 高级工程师, 从事水文地质、工程地质和环境地质研究。

需要对边坡内部的隐伏构造进行详细了解,从而保障后期方案设计的科学性与合理性。其中,勘探内容涉及边坡地质中夹层的分布情况、节理裂隙构造的位置、密度、伸展度、开放程度,同时要勘探断层构造的产状、宽度等,对断层构造的充填情况、地下水等情况进行详细了解。结合以上勘查结果,对边坡的力学性质、地质内部空间关系进行详细了解,明确边坡地质条件,为后续工程项目开发设计提供依据。此外还需要结合边坡地质构造资料,精准评估和分析边坡稳定性和危险性。其中,岩质边坡易发性评价流程如图1所示。其中常见的边坡地质勘测方式包含物探方法、钻进方法。①物探方法,这也是一种地球物理勘探技术,通过专业勘探仪器间接探测岩土层工程物理形式,勘探效率较高,成本较低,仪器设备方便携带,操作简单。如可以利用原位测试方式对岩土层物理性质进行探测,测试结果较为准确。此外常见的物探方法还有大地电磁法、高度高密度电法等。②钻探勘察法,该技术步骤包含取样、孔内测试等环节,需要严格按照相关规范要求开展钻探勘查作业,并为钻孔质量进行科学评估,然后才能取样开展原位测试作业,帮助工作人员详细了解地下水分布情况、岩土层性质等。

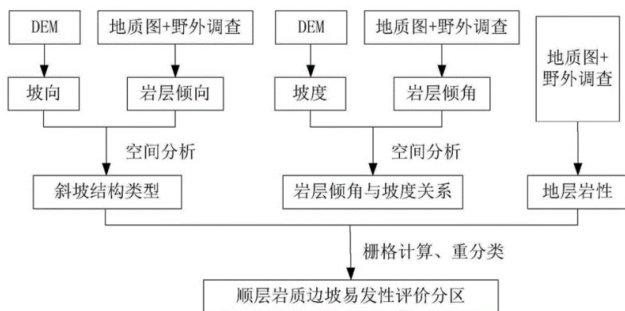


图1 岩质边坡易发性评价流程

### 3 高陡岩质边坡地质灾害勘察设计

#### 3.1 布置勘探点

为了实现地质灾害勘查设计作业的顺利开展,需要做好测量点的布置和测量工作,并严格按照相关技术规范要求,对地质灾害勘察点进行优化布置。在具体操作中,需要结合垂斜坡趋势形态进行针对性布置,通常情况下,需要通过钻孔技术实施,各个勘察点的间距不能低于15m,但也不能超过20m。此外,相邻勘查线的距离一般要设置在20~30m范围内<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 勘探点孔深设计

为了保障高陡岩质边坡稳定性计算精准度,确保勘查设计方案的可行性与合理性,要提前了解地层纵向变化形式,尤其要详细掌握软弱下垫层的分布情况。要对勘探孔的深度进行严格控制,确保穿过滑动面,且进入到稳定带。通常情况下孔深需要达到滑动面下方4m左右,其他孔在滑动面下方2m左右。岩层风化程度不同,需要设置的埋深也

有所差异,其中坡脚钻孔勘查中需要把埋深控制在8~11m左右;坡脚控制钻孔的11~15m之间;坡顶钻孔深度控制在15~20m左右;坡脚勘探深度控制在20~25m左右。此外,还需要对钻孔数量进行合理控制,一般为总钻孔数的30%。在斜坡现场勘查作业中,要结合地层具体现状,对钻孔深度、数量进行灵活性调整。

#### 3.3 勘探点定位测量

在高陡岩质边坡勘察点施工测量作业中,要结合相关技术规范的要求,明确计算数据类型,通常情况下为建设单位提交的导线点、水准点、边坡高程等数值,并在计算过程中对定位偏差进行严格控制,通常情况下不超过0.10mm,标高偏差不能超过0.05mm<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 钻探作业

不同的岩土层性质,需要对钻探技术进行优化设计,保障钻探效果。如针对人工充填、粉质粘土,要提前做好土壤加固工作,之后才能通过筒管芯进行操作,在具体实施中要先后使用动态探孔、标准侵彻试验等方式,实现人工填料、粉质粘土的测试作业;针对风化岩层,要通过动态侵彻试验对岩层密实度、均匀性进行检测,此外还需要明确岩层承载能力,了解岩土层变形特征,为边坡加固方案的设计提供依据。

## 4 高陡岩质边坡地质灾害治理措施

### 4.1 选择合适的治理方法

①人工建物方法,在具体应用前,要对边坡受到的地质因素影响进行分析,如施工者技术、施工环境、工程载体负荷、地震因素等,实现内外部因素的综合考量,从而有效发挥人工建物对地质灾害的治理效果。②优化排水设施,水是影响边坡稳定性的重要因素,甚至还会引起滑坡、塌陷等问题。因此要结合排放、截流地表水、地下水的方式,减少水对边坡稳固性、地质结构产生不利影响。其中排水方式主要是降低冻水压力、孔隙水压力的方式实现,把水排放搭配农田进行灌溉,有效提升边坡地质灾害治理效果。在截留排水措施应用中,要在坡顶位置设置切沟,并沿着坡顶凹陷部分设置流槽,同时要在坡脚设置排水沟,进一步提升排水能力<sup>[4]</sup>。③嵌补支顶方法,该技术能够稳固岩体上半部分,该技术在被风腐蚀的溶洞、发育溶洞治理中发挥了重要作用,进一步提高岩体结构稳定性,减少地质灾害的出现几率。④做好破损岩体清除工作,这些破损岩体会在一定程度上影响地质结构稳定性,加大地质灾害出现几率。所以要做好破损岩体清除工作,尤其要清除松动、稳定性较差的岩体,从而增加整体岩体结构的稳固性,强化边坡地质灾害治理效果。⑤针对地质灾害风险性较高的区域,严禁在周边区域进行建设活动,并迁出附近居民,采取科学合理的加固措施。例如,挡土墙,通过重力式挡土墙的方式,充分发挥滑动体结构的自重,有效控制滑动体的滑动力,确保滑坡体保持受力

状态的平衡性,避免出现滑坡体变形问题;抗滑桩,即在滑坡面下方设置抗滑桩,并深入到稳定岩土层中,从而对滑动面进行有效性控制,此外还需要在抗滑桩内浇筑砂浆,使其与周围土体充分融合,强化加固效果;预应力锚杆,即利用锚杆、锚索组合方式,把锚杆打入岩体内部,充分发挥深部稳定岩层的作用,实现岩体的有效支护,以便对边坡集中应力进行快速传递,保障边坡稳定性;做好监测预警工作,要边坡地质环境较为复杂,需要结合实际情况,完善监测预警机制,实现风险隐患区域的动态监管,当出现灾害隐患时,会第一时间发出预警信号,提醒工作人员采取针对性措施进行处理。

#### 4.2 地质灾害治理的计算方法

①有限元法。该方法应用中,需要通过专业软件仿真模拟普通坡的应力场,此外还需要对各个位置的桥基荷载作用下的应力场开展科学合理的模拟分析。常用的专业软件为岩石岸坡应力位移场有限元模拟软件,以便实现桥基最优化,且动态分析岩体破坏情况,为岩体结构稳定性控制提供依据。离散元分析法主要是针对岸坡破坏范围、破坏模式等展开详细分析,为岸坡加固措施的设计提供依据。具体应用流程如图2所示。②楔形体滑动分析法。主要是对楔形体滑动体的构成进行分析,进而有效提升该方法应用效果。其中楔形体滑动包含两个软弱结构面,分别为:包含两个倾向相反、平面倾向相同的软弱结构面;另外为有两个较差倾向相同、倾角小于边坡角的软弱结构面。在具体应用中,要通过三角几何、实体比例投影等方式,实现滑动面的精准计算。其中计算内容包含交线倾角、滑动面法线、交线倾角和滑动面法线夹角。通过以上作用力的精准计算,能够进一步提高边坡稳定系数。③赤平投影空间解析法,能够对坡面结构体的类型开展全方位判断和分析,明确各种类型结构面的组合特征,为地质灾害的有效预防提供依据。④极限平衡法,该方法涉及不同的计算方法,且各有利弊,需要结合实际情况,优化选择计算方式,充分发挥极限平衡法的功能作用。其中常见的方法包含刚体平衡法、平面直线法、传递系数法等<sup>[5]</sup>。⑤岩石质量法,该方法能够对边坡角进行有效性稳定,在具

体应用中需要明确边坡基础位置,确保边坡角控制在稳定范围内。

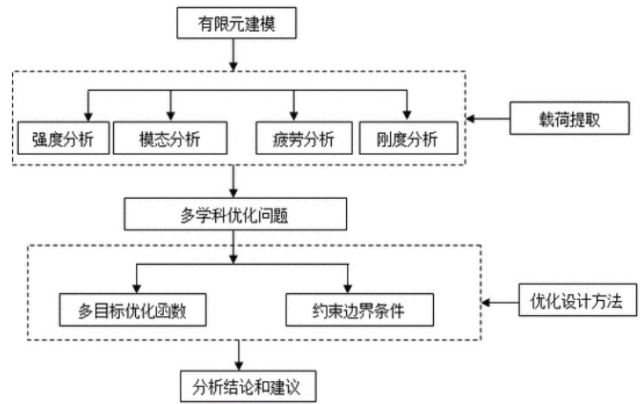


图2 有限元法应用流程

#### 5 结语

综上所述,为了提升高陡岩质边坡地质灾害的治理效果,需要做好前期勘查设计工作,对边坡情况进行详细了解,掌握地质灾害诱发因素,进而提出针对性的防治措施,有效控制边坡地质灾害的发生概率。同时需要结合国家相关标准要求,做好各类参数的精准计算工作,为边坡地质灾害治理工作的开展提供指导。

#### 参考文献

- [1] 王思力,唐书伟.高陡岩质边坡地质灾害勘察设计要点及注意事项[J].新城建科技,2024,33(3):98-100.
- [2] 程传智.高陡岩质边坡地质灾害的勘察设计方法探讨[J].工程与建设,2023,37(6):1704-1706.
- [3] 徐通.高陡岩质边坡的工程地质勘察和地质综合分析[J].建筑监督检测与造价,2021,14(6):1-5.
- [4] 刘鹏.广连项目高陡岩质边坡地质灾害勘察设计[J].智能城市,2021,7(9):55-56.
- [5] 刘展雄.浅析高陡岩质边坡地质灾害勘察设计思路构架[J].世界有色金属,2017(7):182+184.