

浅谈山区公路岩质陡峭边坡综合处置办法

王雅南¹ 董振¹ 王奇浩² 张力元¹ 占晓锋¹ 廖小辉¹

1 衢州学院 2 浙江海洋大学

DOI:10.12238/btr.v5i3.3945

[摘要] 我国山区公路建设中,岩质陡峭边坡破坏和崩塌是最常见也是危害最大的地质灾害,因公路岩质陡峭边坡发生破坏和崩塌具有复杂性和多变性,对其研究有很大必要性。本文分析并总结了岩质陡峭边坡破坏机制及破坏形式,提出常见岩质边坡崩塌破坏的处置方法,对边坡安全防护及崩塌破坏处置提供一些参考。

[关键词] 山区公路; 岩质陡峭边坡; 边坡崩塌; 破坏机理; 破坏形式

中图分类号: TE834 **文献标识码:** A

Talking about the Comprehensive Disposal Methods of the Rocky Steep Slopes of the Mountainous Highways

Yanan Wang¹ Zhen Dong² Qihao Wang³ Liyuan Zhang⁴ Xiaofeng Zhan⁵ Xiaohui Liao⁶

1 Quzhou University 2 Zhejiang Ocean University

[Abstract] In the construction of highway in mountainous areas of China, the failure and collapse of steep rock slope is the most common and harmful geological disaster. Because the failure and collapse of steep rock slope are complex and changeable, it is necessary to study it. This paper analyzes and summarizes the mechanism and failure form of steep rock slope, and puts forward the disposal methods of common rock slope collapse failure, which provides some references for slope safety protection and collapse failure disposal.

[Key words] mountain road; steep rock slope; slope collapse; failure mechanism; failure form

引言

受地形地貌的特征影响,我国很多公路都要从山区穿越,不可避免地需进行开挖,从而形成大量陡峭边坡^[1]。陡峭边坡的开挖使原有的地质环境发生改变,失去平衡,从而为崩塌、滑坡等地质灾害的发生创造了条件^[2-3]。近年来,边坡灾害事故时有发生,这些灾害不仅影响交通安全,而且造成的财产损失及人员伤亡也是不可估量的,极大的制约了山区公路的建设^[5]。

岩质陡峭边坡的破坏和崩塌对工程建设的危害很大,不仅影响施工而且破坏建筑。由于山区公路急弯和陡坡较多,容易出现较高较陡路基,其物理力学性能差,很容易产生不均匀的变形,所以在梅雨季节,山水汇流时,公路边坡经常遭到严重的冲刷,从而引发边坡滑坡。滑坡则会引起交通中断,影响公路的运输,大规模的滑坡甚至能够堵塞河道,摧毁公路,掩埋村庄,对山区的建设和交通设施有很大危害^[6-10]。目前,国内对于边坡防护处置方法有地表排水、抗滑桩支挡、预应力锚索支挡、压力注浆加固、生态防护技术等,但对于高陡岩质边坡的开挖和支护方法研究较少^[12-13],如何收集高陡边坡详细的地质资料,对高陡边坡的稳定性及破坏机理进行研究并提出合适的保护措施,成为制约山区公路边坡施工及发展的关键性技术问题。近年来,随着国

内外对生态环境的重视,生态防护技术在我国得到了快速的发展,生态防护技术由于其自身的优越性,已在国内外许多破碎岩质边坡工程得到广泛的应用,有可能将是以后公路边坡处治技术的发展趋势^[15]。

1 岩质高陡边坡破坏机制分析

岩质高陡边坡工程是一项复杂的系统工程,它的破坏和物质世界中其它事物一样,有一个发育、发展壮大以及最后破坏的过程,即破坏过程具有动态性、历史性和阶段性^[10-11]。而且,岩质高陡边坡工程的变形和破坏的方式不但受控于边坡岩体本身的内部结构和物理力学性质,同时还与外界因素的作用有关,在这种双重因素的共同作用下,以一定的方式发展演化的。不同岩质高陡边坡的变形破坏机理可能不同,同一岩质高陡边坡,在不同的演化阶段其变形破坏方式也不尽相同。因此,对岩质高陡边坡工程综合处置的前提是必须首先查明其变形破坏机制和各个不同演化阶段的变形破坏方式及稳定性程度。

1.1 边坡风化原理

岩质高陡边坡的变形在坡体未出现贯通性的破坏面之前,属于岩质高陡边坡的变形特征,即在坡体的局部区域内,尤其在坡面区域可能出现一定程度的破裂与错动,但从整体上

未产生滑动破坏,其特征是在岩体的表面位置出现了一系列与坡向大致平行的陡倾角张开裂隙,被这种裂隙切割的岩体向临空方向松开、移动,产生了边坡的松动带,使得岩体强度降低,导致雨水等其他营力因素更容易深入岩体,加快岩体的变形和破坏。

高陡凝灰岩边坡体,在风化作用下,边坡体软弱层慢慢被侵蚀,形成了局部的凹腔,如图1所示。在风化等外部作用力及自身重力的长期作用下,岩体原有的裂隙逐步扩大,随之岩体被逐步切割,形成边坡体松动区域,如图2所示。

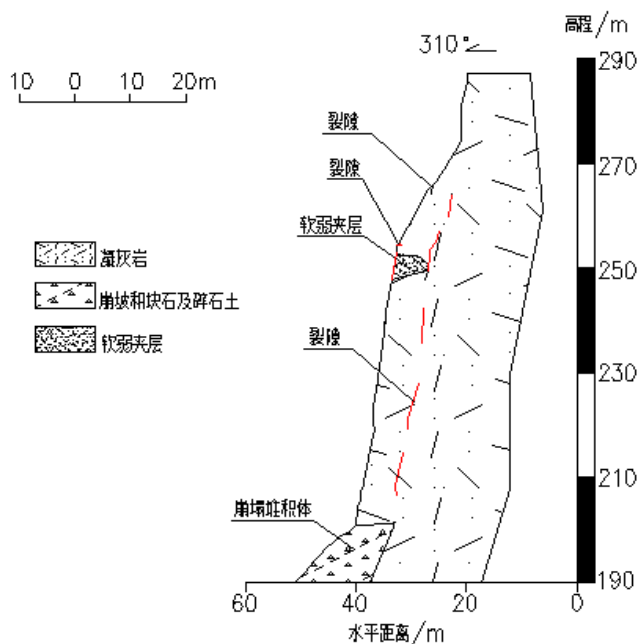


图1 边坡原始剖面图

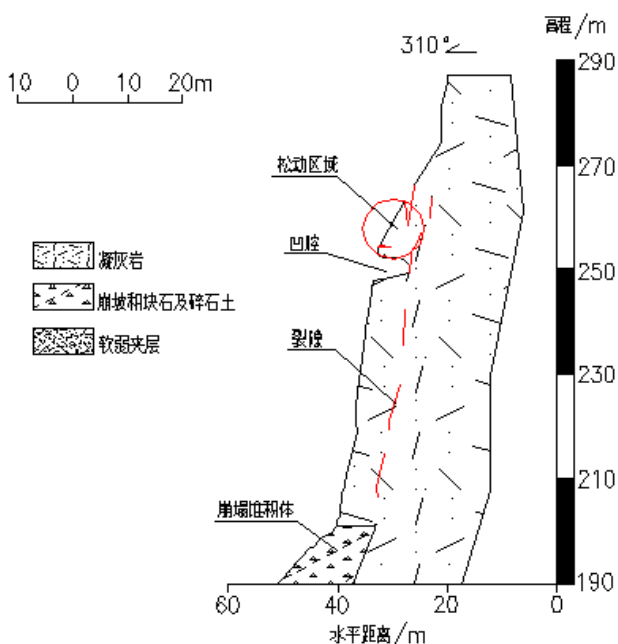


图2 边坡风化后产生了松动的区域

1.2 边坡体的蠕动

边坡岩体在发生松动之后,边坡岩体的强度降低,岩体在自重应力为主的坡体应力的作用下,向自由面方向发生缓慢而持续的变形,即岩体的蠕动。如果坡体的应力小于岩体的强度,那么坡体的蠕动会逐渐减速,最后趋于稳定;反之,坡体蠕动则会加速,最终导致边坡岩体的破坏。

1.3 岩质边坡体的破坏形式

1.3.1 崩塌破坏

岩质边坡体最常见的一种破坏形式是崩塌,它是指块状岩体与岩坡的分离。崩塌多发于岩质边坡的前缘和陡倾斜的裂隙处,由岩质边坡前缘的陡倾裂隙卸荷作用,基座蠕动造成局部岩体的解体而形成,其规模相差悬殊,如山崩和岩体的坠落都属于崩塌破坏。岩质边坡的崩塌破坏常以浅层破坏的形式来出现。

1.3.2 滑坡破坏

平面剪切滑动的滑动面都为平面,一般是地质软弱面,而且走向和坡面基本平行,向坡外倾斜。一般的平面剪切滑动有简单平面剪切滑动、阶梯式滑坡、三维楔体滑坡和多滑块滑动等多种破坏模式。

1.3.3 滑塌破坏

滑塌破坏是岩质边坡的另外一种破坏方式,常出现在坡体表层,发生蚀变与风化,或者发生在节理裂隙异常发育且破碎的区域,并且坡角 α 要大于岩体的内摩擦角 β 。滑塌破坏是岩体表层破碎后不断蠕动积累,并沿着滑动面顺坡滑移、滚动、坐塌,最终达到新的稳定状态。这种破坏形式是浅层破坏,它与雨水、裂隙水、风化、人为活动(开挖坡角)等密切相关。

1.3.4 岩块流动及岩层曲折

岩块流动一般发生在均质硬岩中,由于岩体内部的高应力集中产生脆性破坏,高应力向附近岩石传递,导致附近岩石的应力超过强度而进一步破裂,直至岩层出现全面破裂而崩塌,岩块象流体一样沿坡面向下流动,形成岩块流动。

岩层曲折也是岩质边坡体的破坏方式,当岩层层面与坡面平行时,在重力的影响、裂隙水冰胀等作用,各岩层之间的张拉应力增大,就会使岩层发生曲折变形,导致岩层破坏。

2 岩质边坡崩塌破坏的处置案例

2.1 工程背景

某山区公路边坡体,西南区域地势较复杂,边坡体西面山顶标高为241.0m,东北区域地势平坦,边坡体东面为村落,有较宽的河滩地,河道西岸227m高的陡峭边坡,植被茂密,公路沿线基岩裸露,岩壁耸立,边坡体地貌如图3所示。该坡体为顺层边坡,即岩层倾斜方向与坡面倾斜方向基本相同,主要岩层产状为,顶部为马鞍状,鞍部山头高程为227.4m,路面高程为150.6m,边坡相对高差为76.8m。边坡近似直立,坡体大致分为3段,坡度最陡段位于坡体中部,坡度约为1:0.95,坡度最缓的部分位于坡顶部,坡度约为1:1.95。



图3 边坡地貌

2.2 边坡的工程地质条件研究

该边坡所在区域为衢州区域, 该区域出露地层主要为太古界至新生界, 太古代变质岩出露于区域的东南部, 元古代浅变质岩主要分布在西北部, 古生界分布在两者之间向东北方向延展[16 17]。边坡的岩性为含燧石条带凝灰岩, 岩层厚度约为233m, 基岩为橄榄辉绿岩[18]。根据坡体出露的地层岩性、岩体结构面特征, 可以发现, 岩体本身致密坚硬, 但是岩体风化严重, 裂隙发育, 为岩体的裂隙径流水的存在提供可能, 在大雨或者暴雨的条件下, 雨水可以通过裂缝直接渗入岩体内部, 增加岩体自重, 导致岩体裂隙的进一步发育, 降低了危岩体的稳定性, 在极端条件下, 直接导致危岩体崩塌。

2.3 边坡破坏现状的调查分析

根据边坡岩体的结构特征, 结合现场勘察, 可以将边坡的变形破坏形式归结为: 顺坡结构导致的岩体沿层面的滑移拉裂变形与结构面切割的块体拉裂变形。通过现场调查发现, 边坡体沿坡面法向裂隙极其发育, 已经形成了大量的危岩体, 在自重的

作用下, 部分碎块沿着坡面, 滚落到坡脚、公路边沟及公路上, 通过对现场36块落石的滚落位置的统计分析, 绘制落石分布图, 这些落石已经对沿线的车辆和行人造成了巨大的潜在威胁, 边坡变形破坏特征如图4所示。



图4 边坡变形破坏特征

根据以上的调查分析, 结合边坡的地形地貌、地层岩性与边坡结构、变形破坏现状, 可以认为, 该边坡浅表卸荷作用较强, 岩层表面风化严重, 沿陡壁常有小规模崩塌的发生, 边坡安全度不高, 雨季崩塌问题突出。

2.4 边坡处置方案

(1) 首先, 全面清除坡面的植被、浮石及松动的危岩体, 排除潜在的崩塌块体。

(2) 用高压水冲洗坡面, 并保持坡面一定湿度。

(3) 设计和计算锚杆数量, 确定锚杆孔位, 锚杆可以采用HRB335牌号钢筋; 垂直于坡面(即坡体的节理面)进行钻孔, 孔深及孔径符合设计要求, 钻孔完毕, 应将孔内岩粉吹干净。

(4) 安装锚杆, 同时在钻孔内灌注水泥砂浆。

(5) 坡面喷浆防护, 砂浆强度应不低于M10。水泥的强度等级应不低于32.5级, 优先选用普通硅酸盐水泥, 集料采用中砂或粗砂, 细度模数宜大于2.5, 含水率控制在5%~7%, 粗集料可采用碎石, 粒径应不大于15mm。

(6) 定期监测, 采用无人机配合人工巡查, 水平变形, 数值变形监测的方法。

3 结论

(1) 本研究通过高陡岩质边坡破坏过程出发, 分析了高陡岩质边坡的破坏机理与破坏形式, 提出一套可行的边坡破坏处置方案, 对边坡灾害的研究提供思路。

(2) 根据高陡岩质边坡破坏机制, 对边坡处置方法进行研究及总结, 并通过现场勘查调查, 总结岩质边坡体的主要破坏形式, 即崩塌和滑塌, 通过实际案例对高陡岩质边坡进行研究, 选择合适的防治措施。

[参考文献]

[1] 吴维义. 山区在役公路边坡地质灾害隐患防控技术探讨[J]. 公路, 2020, 65(08): 43-47.

[2] 李文, 刘军. 山区高速公路某高路堑边坡稳定性分析与处治[J]. 湖南交通科技报, 2020, (6): 224-225.

[3] 林刚. 山区公路边坡崩塌的成因及处理对策分析[J]. 江西建材报, 2020, (4): 143145.

[4] 吴洪波, 郭子薇, 李菲, 等. 承德中东部山区公路边坡类型划分及植物配置研究[J]. 现代园艺, 2020, (02): 80-83.

[5] 张继明, 卫超, 高雷, 等. 山区公路超高方边坡工程防护设计研究与探索[J]. 城市道桥与防洪, 2019, 10(10): 33-35.

[6] 周建强, 袁崇阳, 詹伟, 等. 山区高速公路隧道洞口段边坡

稳定性监测[J]. 科技创新与应用, 2019, (19): 129-131.

[7] 朱赞, 甘淑, 袁希平, 等. 三维激光扫描技术对岩溶区公路滑坡要素提取[J]. 测绘科学, 2019, 44(11): 67-73.

[8] 刘洋洋, 李永强, 李有鹏. 基于AHP-集对分析的山区丘陵公路边坡稳定性评价模型[J]. 公路, 2018, 63(01): 6-12.

[9] 高雁波, 陈祥方, 赵鑫. 灯光山区高速公路路堑边坡施工安全风险与边坡高度关系研究[J]. 公路交通科技, 2018, (2): 2-3.

[10] 顾良军, 石家福. 山区公路边坡坍塌的成因及处理[J]. 技术探讨, 2020, (6): 33-36.

[11] 郭文玉, 文竞舟, 任志华, 等. 山区公路高路堤坍塌快速测量与模型构建[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(10): 142-143.

[12] 陈洪波. 路基边坡地质灾害防治技术信息系统[D]. 长安大学, 2007.

[13] 明娟, 徐前卫, 马静. 加锚直立岩质边坡渐进性破坏模型试验研究[J]. 地下空间与工程学报, 2011, 07(5): 836-840.

[14] 陈立新. 高速公路边坡处治技术优化设计研究[D]. 中南大学, 2007.

[15] 罗元斌. 边坡工程稳定性分析及处治技术研究[D]. 中南大学, 2006.

[16] 浙江省水文地质工程大队. 中华人民共和国, 区域水文地质普查报告(衢县幅、金华幅, 1:200000), 1982.

[17] 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志(地质专报. 区域地质第11号). 北京: 地质出版社, 1989.

[18] 王春祥, 李晓, 盛庆伟. 航空摄影测量学: 非摄影测量专业用[M]. 黄河水利出版社, 2011.