

冯玉涛, 牟海峰, 周小平, 等. 堆积体陡斜坡路基滑坡机制及其处治对策[J]. 灾害学, 2021, 36(3): 57–59. [FENG Yutao, MU Haifeng, ZHOU Xiaoping, et al. Mechanism and Treatment of Subgrade Landslide on Accumulation Body Steep Slope [J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(3): 57–59. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2021.03.011.]

# 堆积体陡斜坡路基滑坡机制及其处治对策<sup>\*</sup>

冯玉涛<sup>1,2</sup>, 牟海峰<sup>3</sup>, 周小平<sup>1</sup>, 龚业超<sup>1</sup>, 杨海清<sup>1</sup>

(1. 重庆大学 土木工程学院, 重庆 400045; 2. 中铁长江交通设计集团有限公司, 重庆 401121;  
3. 重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074)

**摘 要:** 堆积体陡斜坡路基作为山区高速公路特殊路基设计的重要内容, 受到国内外工程技术人员和相关学者的高度关注。针对山区高速公路堆积体陡斜坡路基病害频发的现状, 以国内某山区高速公路典型路段为研究对象, 从地形地质条件、路堤填筑、边界内建(构)筑物状态、施工方案与设计文件的差异等方面对堆积体陡斜坡滑坡机制进行了深入的研究。陡斜坡地貌、坡脚临空、人为堆载等是堆积体斜坡失稳的关键因素, 地表植被和原始水系的破坏将加速滑坡的形成、加剧致灾程度。针对性的提出了“上部减载、中部封水、下部固脚”的综合处治措施, 多年的变形监测表明: 该措施经济有效、安全可靠。

**关键词:** 堆积体, 陡斜坡路基, 滑坡机制, 人为堆载, 土工生态袋

**中图分类号:** U418.55; P642; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2021)03–0057–03  
doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2021.03.011

山区由于特殊的地质构造及物理风化等原因, 堆积体较为发育, 以大型山体中下部及坡脚处最为突出。堆积体的存在对山区公路建设形成了较大的威胁, 尤其是大中型堆积体。

公路在地质选线时对大中型堆积体尽量绕避, 但多数情况下, 受线路走廊带及省界接线点位置的影响, 线路穿越堆积体的情况难以避免, 而在公路建设过程中因各方面因素的影响, 堆积体滑坡病害时有发生<sup>[1–4]</sup>, 直接影响到公路的正常建设和资金投入, 给公路建设造成了极大的困难和巨大的经济损失, 并给沿线居民的生产生活造成困扰和生命威胁。堆积体失稳的因素很多, 如降雨入渗、地震、人工坡顶堆载、边坡中部或坡脚开挖临空等<sup>[5–9]</sup>。本文主要从人为方案变更造成重庆某高速公路堆积体路基失稳的典型案例分析研究, 旨在为工程建设人员提供警示和参考。

幅路基外侧紧邻一居民区, 为保证路基和居民区房屋的安全, 设计采用了左侧桩板墙支挡方案。抗滑桩外边缘距离居民房屋的距离约 6.5 ~ 35.0 m, 其中 K6+020 ~ K6+075 段距离为 6.5 ~ 11.0 m。高速公路主线路基、桩板墙、居民区平面位置关系如图 1 所示。

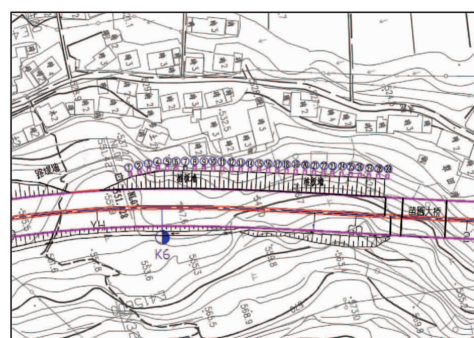


图1 平面位置关系图

## 1 工程概况

重庆某高速公路为双向四车道, 路基宽度 24.5 m, 主线路基 K5+980 ~ K6+150 段为陡斜坡半填半挖路基。地表横坡 1:3.4 ~ 1:2.3, 地层岩性为第四系黏土、块石土和雷口坡组泥灰岩。左

幅路基外侧紧邻一居民区, 为保证路基和居民区房屋的安全, 设计采用了左侧桩板墙支挡方案。抗滑桩外边缘距离居民房屋的距离约 6.5 ~ 35.0 m, 其中 K6+020 ~ K6+075 段距离为 6.5 ~ 11.0 m。高速公路主线路基、桩板墙、居民区平面位置关系如图 1 所示。

2017 年 10 月, 高速公路左侧桩板墙在施工过程中, 桩外侧边坡出现滑移变形, 造成居民区二层砖砌裙房严重损毁、1 处土坯房损毁, 并直接威胁到 2 栋三层主楼房屋的安全。房屋周边水泥混凝土地坝开裂隆起, 排水沟被挤压损毁, 严重威胁到居民的生命安全, 亟需处治。病害概况如图 2 所示。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2021–01–05

修回日期: 2021–03–02

基金项目: 重庆市住房和城乡建设委员会科技项目(18KJ16); 重庆市交通局交通科技项目(19KJ24)

第一作者简介: 冯玉涛(1978–), 男, 汉族, 河南新郑人, 博士研究生, 教授级高级工程师, 主要从事岩土与道路设计及研究。

E-mail: ytaof@126.com



围为高速公路抗滑桩外侧至开裂受损房屋附近。

### 3 处治措施

根据上述病害情况, 设计拟定了永临结合的针对性处治措施, 具体方案是: 立即搬迁滑坡影响区内的居民并转移安置至安全处, 边界处设置警示围挡, 在加固方案施做完成前, 严禁人员进入危房内。立即拆除 K6+020-K6+075 段的挡土墙, 坡脚采用双排钢管桩注浆加固, 钢管桩直径 130 mm, 纵向间距 1.5 m, 横向间距 0.8 m, 呈中心错开布设, 桩长 6 m, 双排桩顶部采用钢筋混凝土冠梁连接。注浆加固前, 对变形斜坡上的地表裂缝进行封闭, 并采用塑料薄膜或彩条布遮盖。加固后应重新修复地表排水系统, 坡面采用土工生态袋植草防护。

上述处治措施完成 3a 多来, 该高速公路已成功通车, 变形监测情况较好, 未发生任何变形, 表明该滑坡病害已得到了有效的治理。

### 4 结论

通过对国内某山区高速公路典型路段堆积体陡斜坡路基病害案例的分析研究, 主要得出如下研究结论。

(1) 人为加载是诱发山区堆积体陡斜坡滑坡的重要因素之一。陡斜坡在下游侧存在临空面, 自重作用下存在下滑趋势, 任何额外堆载均会诱发边坡的局部或整体失稳。

(2) 鉴于堆积体陡斜坡特殊的岩土组成和潜在的失稳风险, 工程建设必须采取安全可靠的支护措施。

(3) 地表植被和原始地表水系的扰动或破坏将加速滑坡的形成, 加剧滑坡的致灾程度。

(4) 对于有潜在失稳风险的特殊路段, 现场应加强管理, 严格按设计方案施做, 严禁随意变更设计方案, 增加工程滑坡风险。

### 参考文献:

- [1] 刘卓华, 杨海峰. 山区高速公路堆积体陡倾滑坡成因分析及治理措施[J]. 西部交通科技, 2019(12): 36-40.
- [2] 冯玉涛. 山区高速公路省界站场大型堆积体滑坡综合处治关键技术研究[J]. 灾害学, 2018, 33(S1): 100-104.
- [3] 杨小刚. 东环铁路柿子坪隧道不稳定堆积体综合治理技术研究[J]. 路基工程, 2018(4): 258-262.
- [4] 赵永辉, 涂国祥, 董劲, 等. 基于 FLAC3D 的澜沧江古水水电站争岗滑坡堆积体稳定性分析[J]. 路基工程, 2016(1): 182-184.
- [5] 张理平, 杨小明, 张鸿, 等. 降雨和开挖对滑坡力学性能影响的试验分析[J]. 四川建筑科学研究, 2016, 42(2): 47-50.
- [6] 冯玉涛, 肖盛燮, 侯晓丽, 等. 基于岩崩动力作用下的斜坡稳定性研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2006, 25(S1): 2682-2686.
- [7] 李为乐, 伍霁, 吕宝雄. 地震滑坡研究回顾与展望[J]. 灾害学, 2011, 26(3): 103-108.
- [8] 胡田飞. 堆载诱发型滑坡变形演化机理的模型试验研究[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版), 2016, 29(1): 38-42.
- [9] 孙军杰, 王兰民, 龙鹏伟, 等. 地震与降雨耦合作用下区域滑坡灾害评价方法[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(4): 752-754.

## Mechanism and Treatment of Subgrade Landslide on Accumulation Body Steep Slope

FENG Yutao<sup>1,2</sup>, MU Haifeng<sup>3</sup>, ZHOU Xiaoping<sup>1</sup>, GONG Yechao<sup>1</sup> and YANG Haiqing<sup>1</sup>

(1. School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2. China Railway Changjiang Transport Design Group Co. Ltd, Chongqing 401121, China;

3. Hehai College, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

**Abstract:** As an important part of the special subgrade design of mountainous expressway, the steep slope subgrade with accumulation body has attracted great attention by the engineers and scholars at home and abroad. In view of the frequent occurrence of subgrade diseases on steep slope of mountain expressway, taking a typical section of a mountain expressway in China as the research object, the landslide mechanism of steep slope of mountain expressway was deeply analyzed and studied from the aspects of terrain and geological conditions, embankment filling, state of buildings (structures) within the boundary, differences between construction scheme and design documents, etc. Steep slope landform, the free space at the foot of the slope and the artificial heaped load are the key factors for the instability of accumulation slope. The destruction of surface vegetation and original water system will accelerate the formation of landslide and aggravate the degree of disaster. The comprehensive treatment measures of “upper load reduction, middle water sealing and lower fixation” were put forward. Years of deformation monitoring showed that this measure was economical, effective, safe and reliable.

**Key words:** accumulation; steep slope subgrade; landslide mechanism; man-made surcharge; geo ecological bag