

既有公路滑坡体治理施工技术应用

吕国栋 孙杰 申赵阳 张奕智 朱成
中国建筑第八工程局有限公司 上海 201204

摘要: 针对既有公路滑坡体地质灾害处理的技术难题, 综合分析水文地质、周边环境以及地方管理单位的特殊要求, 依据滑坡体治理的力学平衡原理, 合理运用在满足道路保通条件下的滑坡体治理施工技术。通过选取满足受力要求的围护结构, 制定可行性滑坡体开挖作业组织, 采取动态监测辅助手段, 实现了道路保通、降本增效、风险可控及快速履约的目的, 为类似工况下的滑坡体工程治理提供经验借鉴。

关键词: 既有公路; 滑坡体; 治理; 道路保通; 围护结构; 开挖作业组织; 动态监测

Application of construction technology of existing highway landslide treatment

Guodong Lv, Jie Sun, Zhaoyang Shen, Yizhi Zhang, Cheng Zhu
China Construction Eighth Engineering Bureau Co., Ltd, Shanghai, 201204, China

Abstract: In response to the technical challenges in addressing geological hazards of existing highway landslides, this paper comprehensively analyzes hydrogeology, the surrounding environment, and specific requirements of local management units. Based on the mechanical equilibrium principles of landslide control, the study employs rational construction techniques for landslide treatment that satisfy road accessibility conditions. By selecting protective structures that meet the force requirements, formulating feasible excavation organizational plans for the landslide, and employing dynamic monitoring auxiliary methods, the objectives of ensuring road accessibility, cost reduction, risk control, and rapid project completion are achieved. This experience provides valuable insights for the management of landslide projects under similar conditions.

Keywords: Existing highways; Landslide mass; Governance; Road maintenance; Enclosure structure; Excavation organization; Dynamic monitoring

引言:

滑坡体作为道路路基工程的一种特殊地质结构, 对山区道路运营安全有着极其严重的影响, 考虑实际地质与工况的多样性, 在道路保通、工期限制与成本控制等特殊要求下, 滑坡体治理势必成为一项严肃的风险极高的研究课题^[1]。

该文章结合工程实际, 详细介绍既有公路滑坡体治理施工技术的应用过程, 明确风险把控要点, 通过采取有序的施工组织及有针对性的防护结构, 实现滑坡体边治理边保证通车的目的, 可为后续类似工程提供有保障性的工程借鉴。

一、工程概述

1. 滑坡体工程概况

余姚 G228 项目位于浙江省宁波市, 属于一级公路,

项目东溪线拓宽道路旁存在一处滑坡体工程^[2], 桩号范围为 K5+564 至 K5+625, 边坡高度 34.85m, 内侧发育一条断层破碎带, 宽度约 3m, 产状 $24^\circ \angle 36^\circ$, 断层带内岩体呈碎石夹土状, 富水性较强, 属于牵引式岩质滑坡。滑坡区位于丘陵前缘, 地形起伏较大, 植被较发育, 丘陵表部分布残坡积含砾粉质黏土、含黏性土碎石, 坡顶厚度可达 2~3m, 坡脚侵蚀剥蚀强烈, 以风化基岩出露, 基岩岩性为晶屑凝灰岩。

该处滑坡体工程位于东溪线与沙梅线相交位置, 道路均为双车道, 连通余姚与慈溪, 为地方主要交通要道, 车流量较大, 见图 1。

根据《浙江省交通建设危险性较大的分部分项工程专项施工方案管理办法》, 该工程属于岩质挖方边坡高度大于 30m 且处于不良地质、特殊岩土地段的挖方边坡,

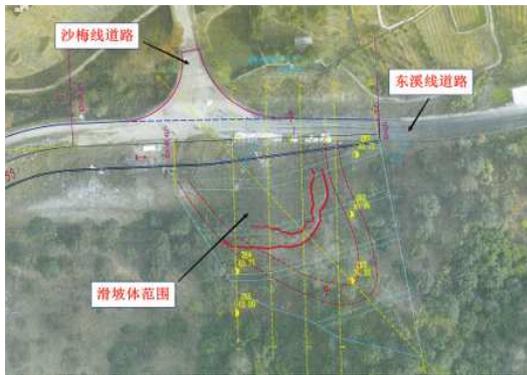


图1 滑坡体工程平面图

且危及既有建(构)筑物及交通的边坡开挖,为超过一定规模的危大工程。

2. 滑坡体治理重点和难点

滑坡体治理重点和难点分析,见表1。

二、技术方案确定

结合滑坡体具体工况,初期考虑封闭东溪线道路交通,采取修建临时道路供社会车辆及行人通行的方案治理滑坡体工程。临时道路采用宕渣1:1放坡填筑,与东溪线原路面前后顺接,路面采用宽4m、厚20cm的C20混凝土结构,外侧设置B级波形护栏。道路施工涉及红线

表1 滑坡体治理重点和难点分析表

序号	治理重点及难点	具体分析	应对措施
1	地质条件不佳,易滑坡滑塌	地质条件不佳,挖方过程中易造成滑塌	(1) 严格按照图纸施工,分层开挖。 (2) 开挖过程中注意防排水,天气不佳不进行挖方。 (3) 逐级开挖,逐级及时完成防护。 (4) 施工过程中做好动态边坡稳定观测。
2	老路改扩建,交通组织难	滑坡体邻近交通要道,车流量较大,存在滚石滑落风险,对道路车辆及行人通行造成极大的安全威胁,交通组织难度大	(1) 提前与邻近村委、交警等部门联系研讨,确定交通组织措施。 (2) 每日监测,当发现坡体不稳定风险时立即封闭交通,并上报相关部门。 (3) 专人值守,提醒过往车辆,防止施工期间滚石落石危害社会交通。 (4) 系统规划滑坡体开挖作业的顺序,规划具体出渣方向,过程严格管控。

外征地、苗木迁移、池塘抽水与回填、鱼苗赔偿、路面清洁保持以及完工后的恢复工作。平面布置见图2。



图2 封道及修建临时道路方案平面图

因上述技术方案实施的成本高、工期长、征地难度大,以及施工临时道路与后期恢复期间会中断道路交通,业主、道路管理单位及村镇均不同意此方案的实施。

为解决以上难题,在确保不中断交通的前提下尽快完成滑坡体治理工作,最终确定采用围挡刚性隔离确保既有东溪线道路半幅通车的方案治理滑坡体^[3]。平面布置见图3。

边坡采用坡脚路堑挡墙+坡面厚层基材防护,共设1级挡墙+4级厚层基材防护。每级边坡之间设置碎落台,

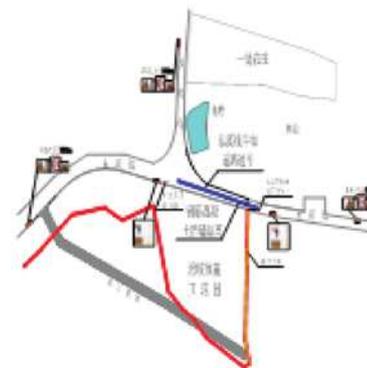


图3 东溪线半幅道路通车方案平面图

宽度为2.0m。根据道路纵坡排水方向,在每级平台终点附近设置流水槽,以收集平台边沟雨水排放至下一级排水设施。受地形影响,渣土运输车无法到达边坡上部,该滑坡体挖方需要采用沿现有坡面将土石方滑落到东溪线上的方式进行出渣^[4]。滑坡体治理边坡防护布置见图4。



图4 滑坡体治理边坡防护布置图

三、施工工艺流程

综合考虑滑坡体施工各工序的逻辑关系, 拟定施工流程如下:

1. 复测滑坡体范围, 施作截水沟。
2. 在滑坡体坡脚范围东溪线道路上施作防护挡墙, 保留3m道路供社会车辆通行; 同时施作坡面大里程侧钢管竹排架防护。
3. 清表, 开挖一级, 防护一级, 及时施作平台沟。
4. 开挖至坡脚位置时, 跳槽开挖施作坡脚路堑墙。
5. 拆除临时挡墙。
6. 老路破除, 路面工程施工。
7. 交安机电等施工。

在施工过程中, 对边坡进行实时监测, 当出现险情预兆时立即启动应急预案, 封闭交通, 并及时上报项目相关管理单位。

四、施工技术管理要点

1. 围挡刚性隔离临时防护

在滑坡体范围东溪线上, 靠近坡脚位置施作C30钢筋混凝土挡墙, 东溪线保留3m宽通道, 供社会车辆及行人通行^[5]。挡墙布置横断面见图5。

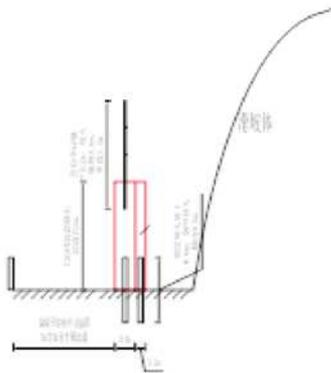


图5 挡墙布置横断面图

挡墙具体做法如下:

- (1) 钢管基础: 沿挡墙纵向设置一排 $\Phi 140 \times 4.5\text{mm}$ 无缝钢管, 间距按1m布置, 钢管长1.2m, 打入沥青路面以下0.6m, 地上0.6m。
- (2) 挡墙采用肋板式钢筋混凝土挡墙, 高2.0m, 宽0.6m, 长56m; 肋板为矩形, 高2m, 宽0.8m, 长0.3m, 沿纵向每8m布置1道, 共设6道。
- (3) 墙顶防护: 在墙顶设置钢管竹排架, 竖向 $\Phi 42$ 钢管长2m, 埋入墙身0.5m, 外露1.5m, 按间距1m布置; 横向钢管间距0.5m, 布置2道; 满布竹排架, 竹排尺寸长3m、高24cm、厚4cm。

挡墙结构平面图见图6。

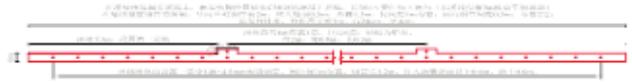


图6 挡墙结构平面图

2. 坡面大里程侧钢管竹排架防护

在高边坡施工范围内, 沿坡面大里程侧红线设置1m高钢管竹排架防护, 竹排满布。竹排架布置立面图见图7。

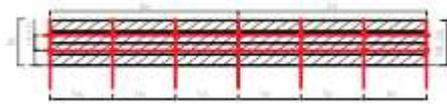


图7 竹排架布置立面图

具体做法如下:

- (1) 竹排架单块尺寸长3m、宽24cm、厚4cm。
- (2) 每段挡护范围, 竖向由4块竹排架并列组成, 高度96cm。
- (3) 所有钢管均采用 $\Phi 42$ 钢管, 竖向钢管间距1m, 埋地0.5m, 地上1m, 横向钢管间距0.3m。
- (4) 为保证竹排架稳定性, 每2m在竹排架外侧布置一道斜向钢管支撑(长1.2m, 插入地下30cm), 沿高度方向于三等分点布置2道横向支撑, 横向支撑外侧与斜撑连接固定。

3. 滑坡体开挖作业

(1) 总体作业要求

- 1) 边坡开挖前, 先做截水沟。按边坡分台阶自上而下进行开挖, 开挖一级、防护一级。逐级开挖, 逐级防护, 及时对边坡外露的危石进行清除^[6]。
- 2) 施工开挖过程中随时进行地质核查, 对边坡稳定性进行监测。发现实际地质情况与设计不符或地质有异常变化时, 立即上报有关部门。

(2) 出渣作业组织

1) 由于渣土运输车无法到达边坡上部, 因此开挖出的土石方均由大里程向小里程方向转移, 沿山坡滑落后在小里程侧经运输车运走。土石方开挖出渣方向组织见图8。



图8 土石方开挖出渣方向组织

2) 开挖过程中, 严禁直接在开挖处倾泄土石方, 造成土石方沿山坡与东溪线呈垂直方向直接滑落。

3) 结合山体设计断面及实际地形, 在土石方由大里程向小里程转移衔接位置设置转移平台, 以满足土石方开挖施工效率及挖机作业要求。

4. 动态监测

观测网采用方格形网络, 边坡体上的观测点布置在各级边坡平台上, 每级平台设置2-3个观测点, 间距为15 ~ 30m, 对可能形成的滑动带、重点监测部位加深加密布点^[7]。

观测点埋设完毕后, 稳定2-3天之后再进行初测, 监测基点设置在稳定的区域并远离监测坡体, 避免在松动的表层上设点, 测点埋设在边坡开挖前完成^[8]。

动态监测频率: 工程施工初期每天监测一次, 且根据地质环境复杂程度、周边建(构)筑物、管线对边坡变形敏感程度、气候条件和监测数据调整监测时间及频率, 后续稳定后可逐步放宽至15天一次, 当出现险情时应加强监测。工程竣工后的监测时间不宜少于2年, 监测频率每月一次, 雨季一周一次, 暴雨及雨后每天一次。

五、结语

1. 既有公路滑坡体治理施工技术在余姚G228项目顺利应用, 施工作业有序推进, 安全风险可控, 并且施工效率满足预期要求, 切实保证了社会车辆的通行。

2. 该施工技术在复杂工况下, 具有实际的推广意义, 在解决类似问题时可提供一定的技术支撑。

参考文献:

[1] 张雨丛. 溧平县北山滑坡地质灾害形成条件及预防治理研究[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(05): 13-16.

[2] 彭泽乾, 彭川. 山岭区高速公路古滑坡体失稳及工程治理研究[J]. 安徽理工大学学报(自然科学版), 2022, 42(05): 31-38.

[3] 王传宗. 柳城隧道出口段洞顶滑坡体整治技术研究[J]. 铁道建筑技术, 2022, No.353(08): 146-148+153.

[4] 赵亮, 彭君. 机场滑坡区填方稳定性与削方方案的三维数值分析[J]. 土工基础, 2022, 36(03): 327-330+334.

[5] 宋涛, 孔甲东, 王刚等. 路基滑坡体防护及加固措施研究[J]. 运输经理世界, 2021, No.613(03): 9-10.

[6] 高丙丽. 滑坡体上路堑开挖边坡稳定性研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2012, 8(04): 56-57+66.

[7] 矣俊洸, 吴运波, 饶林森. 瑞丽江一级电站H1滑坡体表面变形监测资料分析[J]. 云南水力发电, 2023, 39(03): 79-83.

[8] 刘宏生, 葛洲坝集团基础工程有限公司; 李延波, 葛洲坝集团基础工程有限公司; 《中国水利学会地基与基础工程专业委员会第13次全国学术会议》; 2015-11-05.