

# 滑坡现象的研究与分析

张亚强

中交第三公路工程局有限公司河北雄安设计咨询分公司 北京 101304

**摘要:** 在山区工程建设中, 由于施工过程中开挖、填筑等造成斜坡岩土失稳而发生滑坡现象屡见不鲜。大量工程事件给人民生命财产造成巨大损失、甚至是毁灭性灾难, 这些事件时刻警醒着我们要防止滑坡的发生, 早发现、早治理, 防患于未然。滑坡治理是山区路基设计的重点和难点, 本文结合具体工程实例, 给出了安全、合理的滑坡治理措施, 有效解决了滑坡问题, 将为今后的工程建设提供有效借鉴。

**关键词:** 失稳; 滑坡; 稳定性; 抗滑桩

## 引言

滑坡产生的条件主要有岩土类型、地质构造条件、地形地貌、水文地质、地壳运动和人类工程活动等。其中最常见的是, 由于不合理的人类工程活动(如开挖坡脚、坡体上部堆载等)造成的岩土滑坡。

## 1 工程概况

乐山至西昌高速公路(乐山至马边段)路线起点位于乐雅高速冷山互通, 终点位于仁沐新高速公路马边支线武圣枢纽互通, 路线主线全长约84.7km。本项目设计标准为四车道高速公路标准, 路基宽度25.5m, 设计速度80km/h。

本文以竹林湾K63+180~K63+228段滑坡治理为论述对象, 该滑坡位于乐山市沐川县舟坝镇新建镇场区, 处于马边河左岸, 拟建线路从滑坡体中上部斜坡上以路基形式通过<sup>[1]</sup>。

本文针对此处滑坡进行分析、计算, 提出经济、合理、安全的工程处置措施, 为以后类似工程提供参考价值。

## 2 设计流程

一般情况下, 边坡设计的主要流程为: 现场调查、详细工程地质勘察、根据地质资料确定结构面特征及力学参数、稳定性计算分析、确定工程方案、支挡及加固设计。

## 3 工点分析、计算

### 3.1 工点概况

K63+180~K63+228段滑坡位于乐山市沐川县舟坝镇新建镇场区, 处于马边河左岸, 拟建线路从滑坡体中上部斜坡上以路基形式通过, 路基最大挖深为 14.31m。路基开挖后, 对滑坡后缘产生临空面, 不利于后缘稳定, 对滑坡前缘产生减载作用, 利于前缘的整体稳定性, 需对该滑坡后缘进行加固, 避免老滑坡由于路基减载产生变形对上方居民产生不利影响, 保障老滑坡的整体稳定性, 坡面设置截排水沟对滑坡体加强排水。

### 3.2 工点地质概况

竹林湾滑坡处于马边河左岸(堆积岸), 坡面呈折线形, 微地貌发育, 多陡坡、缓斜坡、缓平台和冲沟等, 周界较为明显, 远观呈不规则“喇叭”形。据调查及钻探, 该滑坡前缘滑体覆盖于马边河一级阶地之上, 地面标高 430m; 后缘以地形平缓处为界, 地面标高约为 500m; 滑坡前、后

缘相对高差约 70m, 滑坡后缘局部被滑坡堆积层覆盖, 地形陡峭处则基岩出露, 滑坡左右侧缘不明显。

滑坡由第四系全新统滑坡堆积之含碎石粉质黏土、碎石、块石组成, 下伏页岩、粉砂质泥岩及砂岩, 为相对隔水层。

地质横断面图如下:

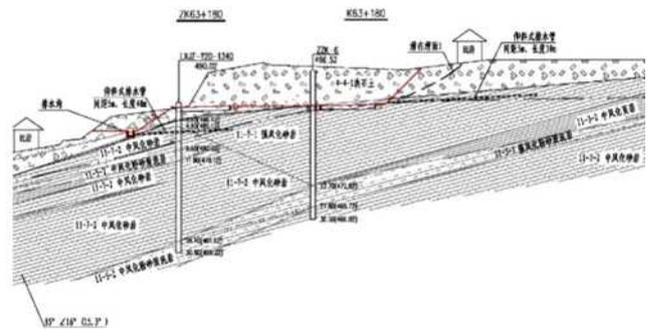


图1 地质横断面图

## 3.3 工程地质条件评价

### 3.3.1 滑坡的形态及规模

该滑坡处于马边河左岸(堆积岸), 周界较为明显, 后部平台局部被滑坡堆积层覆盖, 滑坡中前部坡角约 19°, 中后部坡角约 17°, 左右侧缘分界不明显, 远观呈不规则“喇叭”形; 从地形看坡面呈折线形, 微地貌发育, 多陡坎、缓斜坡、缓平台和冲沟等, 显示坡体浅表经过多次大小不等规模的滑动。滑坡体表层分散有大小不一的漂石, 土层厚处被开垦为梯田, 其余地方则种植果木、乔木、竹林、茶园, 亦有房屋建于坡体之上<sup>[2]</sup>。

据调绘及勘探显示, 滑坡前缘宽约 174m, 后缘宽约 106m, 平均宽约 140m, 长约 400m, 面积约为 5.5 × 104m<sup>2</sup>, 滑坡体平均厚约 14.0m, 方量约为 7.7 × 105m<sup>3</sup>, 主滑方向约为 104°, 属大型土、石质滑坡。

该滑坡滑体土主要由块石、碎石和含砾粉质黏土组成, 滑带土主要由含砾粉质黏土组成, 而滑床则主要页岩、粉砂质泥岩、砂岩。

### 3.3.2 滑坡体的变形特征

目前滑坡在没有加大荷载的情况下总体是稳定的, 经调

查, 滑坡上新建的建筑物使用良好。在新建高速公路加大滑坡上部的荷载的情况下滑坡有复活的可能。钻探揭示在拟建高速路线位处及以上古滑坡滑带深度 8.2~19.2m。

滑坡在没加大荷载的情况下滑坡是稳定的。在新建高速公路加大滑坡上部+荷载的情况下, 如遇暴雨或地震滑坡体中积聚了足够能量, 形成了贯通的滑动面, 坡体就会从前缘临空面剪出再次滑动。

### 3.3.3 滑坡体的形成机理

竹林湾滑坡地处马边河左岸, 随着马边河不断侵蚀下切, 形成较为陡峭的坡体, 其在坡体顶部与坡脚位置产生集中应力, 作用主要以坡体的自重应力为主, 在坡脚位置形成剪切破裂面, 并会持续产生变形。特殊的地形条件、坡体的物质构成、大量降雨及地震是形成滑坡的主要因素。

### 3.3.4 滑坡体的稳定性评价及发展趋势

滑坡是稳定临界稳定或即将破坏可根据有无宏观变形迹象来判定。

据调查: 该滑坡上的房屋未出现开裂, 地面也未出现张拉裂缝, 滑体上的大小树木均未有马刀树形迹, 表明该滑坡目前处于稳定状态。

自然状态下, 该滑坡整体稳定, 路基减载后, 对滑坡后缘产生临空面, 不利于后缘稳定, 同时坡顶居民房屋较多, 开挖后破坏斜坡原有应力平衡, 坡体应力释放, 开挖前若不及时采取措施, 则易形成滑坡、崩塌体等人为地质灾害, 存在较大安全隐患<sup>[3]</sup>。建议在边坡开挖前应进行预加固, 确保边坡安全后方可开挖边坡。

### 3.3.5 滑面及滑面参数的确定

从钻孔结果看, 古滑坡上的每个钻孔均揭示有滑动面, 一般分布在含角砾粉质黏土、碎石和块石土混杂的粉质黏土中, 滑带中的粉质黏土含水量明显偏高, 呈软塑状态。暴雨工况重度取  $23.5\text{kN/m}^3$ , 天然工况重度取  $23.0\text{kN/m}^3$ 。

经综合分析, 本断面建议采用饱和和不排水状态的快剪值 ( $C=10\text{KPa}$ 、 $\Phi=10.5^\circ$ ) 作为进行最终工程处治措施稳定性计算的参数值。

### 3.4 计算工况与安全系数

该边坡工程综合考虑《公路路基设计规范》及《公路滑坡防治设计规范》有关规定, 边坡安全系数按照以下方式确定:

工况一: 正常工况, 天然状态下为 1.30;

工况二: 非正常工况, 暴雨或连续降雨状态下的饱水工况为 1.20。

### 3.5 稳定性分析计算结果

根据地勘资料和现场实际情况, 对该段进行稳定性计算, 剩余下滑力计算结果如下。

表2 剩余下滑力表

计算滑面	工况一		工况二	
	前缘位置推力 (KN/m)	支挡处剩余下滑力 (KN/m)	前缘位置推力 (KN/m)	支挡处剩余下滑力 (KN/m)
推测老滑面	0	0	0	0
潜在滑面一	164.37	164.37	138.37	138.37

### 3.6 工程方案

K63+180~K63+228段挖方右侧一级边坡设置C30钢筋混凝土抗滑桩, 抗滑桩间距6m, 桩截面形式为 $1.8\text{m} \times 2.6\text{m}$ 的矩形, 桩长18m, 埋深12m, 共计设置8根抗滑桩; 二级边坡坡率 1:1.25, 采用菱形网格防护。

排水: 滑坡后缘截水沟设置  $100 \times 100\text{cm}$  梯形沟, 采用 C20 砼浇筑, 沟身厚度为 30cm。

### 4 结束语

本文通过乐山至西昌高速公路 (乐山至马边段) K63+180~K63+228段右侧路堑边坡设计, 总结了拟建线路从滑坡体中上部斜坡上以路基形式通过时设计流程及计算理论, 结合边坡稳定计算成果提出了经济、合理的支护措施, 有效解决了此类边坡稳定性问题, 为以后同类项目提供成功经验。

### 参考文献:

- [1]张昌林.渝湘高速公路某滑坡应急治理工程分析[J].公路交通技术期刊,2013-12-8.
- [2]李剑伟,杨培果,陈清泉.反算法在某滑坡稳定性评价中的应用[J].四川水力发电期刊,2014-12-17.
- [3]熊冰.某高速公路岩堆体特征及对路基工程影响分析[J].铁道工程学报期刊,2014-11-11.