

# 铜川王益区某处公路滑坡稳定性分析及治理研究

吴德军 冯 伟

西安公路研究院有限公司 陕西西安 710000

**摘要:** 通过对铜川王益区某处公路滑坡稳定性研究表明,天然工况下滑坡处于基本稳定状态,暴雨工况下滑坡处于不稳定状态。为此,对该处滑坡采用“挡墙+截排水+削方”的综合治理方案,治理后滑坡体处于稳定状态,治理效果良好。

**关键词:** 滑坡成因; 滑坡稳定性; 滑坡治理

## Study on Stability Analysis and Treatment of Highway Landslide in Wangyi District, Tongchuan

WU Dejun, FENG Wei

Xi 'an Highway Research Institute Co., LTD., Xi 'an, Shaanxi 710000

**Abstract:** The study on the stability of a highway landslide in Wangyi District, Tongchuan shows that the landslide is basically stable under natural conditions and unstable under rainstorm conditions. Therefore, the comprehensive treatment scheme of “retaining wall + interception and drainage + cutting” is adopted for the landslide. After treatment, the landslide is in a stable state and get better effect.

**Keywords:** Landslide origin; Landslide stability; Landslide control

### 引言:

王益区某处滑坡位于陕西省中部,铜川市西南,地处铜川市中部偏东南方向的丘陵山地峡谷。境内生态环境脆弱,地质环境条件复杂,尤其是黄土残塬梁峁区,地质灾害较发育。该灾害点有小范围滑塌迹象,并且坡体前缘没有进行紧急加固,没有进行任何防护措施。本文结合滑坡治理工程对该滑坡的成因、稳定性进行分析,根据分析结果提出较为合理的治理方案<sup>[1]</sup>。

### 1 工程概况

#### 1.1 地形地貌

该处滑坡属于黄土残塬梁峁区,黄土崩边缘沟谷陡坎地形,前缘地势开阔,相对高差约50m。区内地表植被发育,多于枯树、杂草覆盖,覆盖率达80%。

#### 1.2 地层岩性

经野外地质调查、井探以及勘探剖面揭示该崩塌区出露的岩土体主要为第四系( $Q_2^{ml}$ )黄土,其次为人工堆积素填土( $Q_4^{ml}$ )。中更新统( $Q_2^{col}$ )离石黄土:为灰褐、桔黄色黄土,局部夹薄层状棕红色古土壤层。该地层在勘查区出露厚度大于15m,未见底。人工堆积素填

土( $Q_4^{ml}$ ):褐黄色,以黄土为主,可见植物根系、碎砖屑。稍湿,稍密。该层厚度0.2 ~ 1.1m。

#### 1.3 地质构造

勘查区区域上发育有条隐伏断裂,沿黄堡镇到阿庄镇成NE向展布,走向近45°。岩土体发育的主要构造为节理构造,以垂直贯通节理为主,斜切节理为辅,垂直节理密度2-3条/m,斜切节理多为NW向,节理密度1-2条/m。

#### 1.4 地震

根据国家地震局《中国地震反应普特征周期区划图》(GB 18306-2015)和《中国地震动峰值加速区划图》(GB 18306-2015),王益区II类场地地震动反应普特征周期为0.45s,地震动峰值加速度为0.10g,地震烈度VII度。

#### 1.5 人类工程活动

王益区煤矿开采历史悠久,在采煤过程中,因采矿技术落后,机械化水平低,环保意识差,形成了大面积的采空区,导致地面变形,造成地面塌陷。这些采空塌陷不仅破坏了土地资源,而且也破坏了房屋建筑和道路,

使地下水流失,造成村民饮用水干涸,同时也诱发了滑坡等灾害的发生。

## 2 滑坡体基本特征

### 2.1 滑坡体规模特征

根据工程地质测绘,结合勘探资料,该处滑坡在平面上呈圈椅状,为堆积层滑坡,滑坡有明显冲沟,滑坡面临空,有发生部分滑动,滑坡周界明显,存在少量裂缝。危岩体形态及与本次受灾对象相对位置关系。

该滑坡所在坡体坡度 $80^\circ$ ,局部近陡立,坡向 $160^\circ$ ,属土质倾倒式崩塌。崩塌体长约80m,宽约110m,平均厚度约10m,体积约 $8.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ,规模中型。勘查区内地表植被发育,多于枯树、杂草覆盖,覆盖率达80%。根据调查,了解到该灾害点近期发生过局部滑落,严重威胁上方道路安全,同时威胁当地居民人身及财产安全。

### 2.2 变形特征

该地质灾害点坡体表层为松散堆积物,中部为黄土,垂直节理发育,有向下错动变形迹象,滑塌错台高约0.5-1.5m,坡脚处有少量滑塌堆积物。根据勘查,整个灾害点北坡主要受两组节理作用形成楔形或菱形块,崩塌体中上部存在松散土体,外侧临空面上分布有黄土垂直节理裂隙,节理长3-8m、宽5-8cm,且裂缝有上、下延伸趋势。局部有垮塌现象,每逢雨季崩塌表层有掉块现象。

### 3 滑坡成因分析

根据野外地质调查及勘查综合分析,崩塌成因主要包括地质地形因素以及人为因素,成因分述如下:

#### 3.1 水文因素

王益区年均降水量504.4mm,年最大降水量878.3mm,多形成地表径流排泄,入渗坡体增大孔隙水含水量,在下部泥砂岩互层相对隔水层阻隔作用下,无法及时排泄,导致岩土结合面土体含水率增大,上层覆盖层容易发生滑塌。水对崩塌体的影响分3个方面:①短期降雨,雨水经地表裂缝及坡体裂缝渗入坡体内,坡体总重力增加,使得下滑力增大;②坡体局部负地形因排水不畅,相当于坡面加载下滑力增大;③长时间降雨,雨水直接由坡体边界裂隙流入粘土的粘聚力和内摩擦角值降低,随着垮塌面的逐步贯通,最终发展为整体滑塌。

#### 3.2 地质因素

滑坡体位于黄土残塬梁峁区,黄土崩边缘沟谷陡坎地形,在新构造运动作用下,水流冲刷、河谷下切岸坡

高度加大,使得该处附近形成高约20m的土质陡坎,加之下方切坡挖窑洞致使坡体进一步变陡,为滑坡的形成提供地形条件。同时,长期的风化作用使得陡坎表层黄土垂直节理裂隙发育,遇强降雨及连阴雨,雨水沿节理裂隙下渗至土体内部,降低土体抗剪强度,使土体沿节理裂隙面发生外倾,失稳发展成滑坡。

## 4 滑坡稳定性分析

### 4.1 岩土参数

在边坡稳定性评价与计算中所采用的岩土物理力学参数选取合理与否,是计算评价边坡稳定性的关键所在,其中边坡的抗剪强度参数 $C$ 、 $\phi$ 取值更是关系重大。具体参数根据探井中采取的黄土室内试验以及该地区的工程经验来综合确定。根据室内试验成果及该地区的工程经验取得的参数,考虑各种试验条件及方法的局限性,稳定性分析和推力计算中抗剪强度是以室内剪切试验统计值为基础,以工程经验为辅而选取的。该边坡计算参数采用黄土的抗剪强度指标,具体取值如表4-1所示。

表4-1 黄土抗剪强度参数综合取值

项目	天然重度 $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )		粘聚力 $C$ ( $\text{kPa}$ )		内摩擦角 $\phi$ ( $^\circ$ )	
	天然状态	暴雨状态	天然状态	暴雨状态	天然状态	暴雨状态
崩塌体	16.6	17.8	24.5	16.2	23.1	15.8

### 4.2 稳定性计算及评价

根据《GB 50330-2013》建筑边坡工程技术规范,本次计算采用理正自动搜索滑面,采用传递系数法对边坡进行稳定性计算。考虑到边坡体在实际土层中大气降水下渗等因素,故计算工况采用天然状态条件,天然状态+暴雨条件两种工况组合条件,并以暴雨状态下的稳定性计算结果为稳定性评价的首要考虑结果。

边坡推力计算时,边坡推力安全系数 $F_s$ 按《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)第5.3.2条有关规定天然状态下取1.30,暴雨状态下取1.10。边坡稳定性计算结果见下表4-2。

表4-2 稳定性计算结果

剖面名称	工况条件	稳定性系数	剩余下滑力	稳定性评价
1-1'	自重	2.734	0KN/m	稳定
	自重+暴雨	1.704	0KN/m	稳定
2-2'	自重	1.332	0KN/m	稳定
	自重+暴雨	0.847	72.76KN/m	不稳定
3-3'	自重	1.727	0KN/m	稳定
	自重+暴雨	1.082	17.74KN/m	基本稳定

根据《建筑边坡工程技术规范》规定,稳定系数 $F_s$ ,

$< 1$ 为不稳定,  $1 \leq F_s < 1.05$ 为欠稳定,  $1.05 \leq F_s < F_{st}$ 为基本稳定,  $F_s \geq F_{st}$ 为稳定。本次计算天然状态下 $F_{st}=1.3$ , 饱和状态下 $K=1.1$ 。本次采用分条块传递系数法和理正搜索最危险滑面相结合的方法分别对3条断面进行了稳定性分析, 据稳定性计算结果, 该边坡天然状态下处于稳定状态, 暴雨状态下为不稳定状态<sup>[2]</sup>。

## 5 滑坡治理方案

### 5.1 治理措施分析

目前, 国内外在整治地质灾害实践中积累了丰富的经验, 总结了一套有效措施。归纳起来可概括为“避、排、挡、减、固、植”。在该处滑坡的综合治理中, 我们在可行性研究方案中, 提出综合治理, 将采用“排”、“减”与“挡”相互配合使用的主导思想, 可以保证工程的顺利进行, 这个方案无论从技术上或是施工上, 充分考虑了该处滑坡的实际条件, 治理工程的实施都是具有可行性的<sup>[3]</sup>。

### 5.2 治理措施

据已查明的滑体形态特征、结构特征, 同时考虑防治工程的施工环境、经济合理性与环境适应性, 提出了针对该处滑坡治理方案, 即“挡墙+截排水+削方”的综合治理方案<sup>[4]</sup>。

## 6 结语

(1) 滑坡处地形平均坡度 $80^\circ$ , 属于小型浅层堆积层滑坡。在暴雨、久雨工况下, 可能发生滑坡, 其危险性大, 威胁道路交通安全。

(2) 对该处滑坡三处剖面进行稳定性分析, 据稳定性计算结果, 该边坡天然状态下处于稳定状态, 暴雨状态下为不稳定状态。

(3) 对该处滑坡采用“挡墙+截排水+削方”的综合治理方案, 未来治理后效果良好。

### 参考文献:

[1]梁亚红.黄土山区公路滑坡稳定性分析与防治研究[J].建材与装饰, 2020(12): 238-239.

[2]王洪兵, 张立宏, 杨情兵, 林源, 杜飞翔.西南山区某公路滑坡成因分析及治理方案[J].山西建筑, 2020, 46(06): 48-49.DOI: 10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2020.06.020.

[3]赵卫冬, 张兴波, 史艳.库区公路高边坡滑坡治理技术[J].公路, 2020, 65(03): 64-67.

[4]赵华, 陈俊, 吴银亮.南鹤公路东乡村滑坡稳定性分析及治理方案研究[J].路基工程, 2020(01): 178-183.DOI: 10.13379/j.issn.1003-8825.2020.01.36.