

## 某高速公路大型滑坡工程治理设计

王开源

中交公路规划设计院有限公司, 北京 100088

**[摘要]**在我国云贵高原地区进行高速公路, 由于地形地质条件都极为复杂, 极易发生滑坡等地质灾害, 造成巨大的生命财产损失, 带来无法估量的后果。文章以云南省某高速某滑坡为例, 调查分析了滑坡工程区的地形地质概况, 滑坡发展历史, 并对滑坡进行了分区处治, 采用 slide 软件进行滑坡稳定性计算, 为支护设计提供了支撑, 为类似工程问题提供借鉴。

**[关键词]**覆盖层滑坡; 分区治理; slide; 稳定性分析

DOI: 10.33142/ec.v2i5.372

中图分类号: U417.55

文献标识码: A

## Treatment Design of Large Landslide Project on a Expressway

WANG Kaiyuan

Zhongjiao Highway Planning and Design Institute Co., Ltd., Beijing, China 100088

**Abstract:** In the Yungui plateau area of our country, the expressway is carried out, because the geological conditions of the terrain are extremely complex, the landslide and other geological hazards have taken place, resulting in huge loss of life and property, resulting in incalculable consequences. Taking a high-speed landslide in Yunnan province as an example, the paper analyzes the geological condition of the landslide, the history of the development of the landslide, and the treatment of the landslide, and uses the slide software to calculate the stability of the landslide, and provides the support for the design of the support, and provides the reference for similar engineering problems.

**Keywords:** Overburden landslide; Zoning treatment; Slide; Stability analysis

### 引言

高边坡的稳定性受控于边坡人为改造的程度——开挖高度、坡形和坡度以及所在岩土体的基本特性——地层岩性、地质构造、岩体结构、坡体结构及水文地质条件等, 由于地质体的复杂性、多变性和不均匀性, 使得高边坡设计也十分复杂。尤其当边坡岩土体存在天然软弱面时, 在坡脚开挖、降雨下渗等多重外因诱导下, 山体极易发生大规模滑坡<sup>[1-4]</sup>。

### 1 工程概况

K9+650~K9+938 左侧高边坡, 该处路线走向约 200°, 长约 288m, 中线最大挖方深度 12.5m。该路段属低中山地貌, 地形起伏大, 地势左高右低。该段边坡在施工过程中, 左侧 K9+650~K9+730、K9+850~K9+938 段发生局部滑塌, 滑塌方向为正北向; K9+650~K9+730 段坡面出现裂缝, 二级边坡坡顶截水沟 K9+650~K9+700 段出现断裂错动, 因修施工便道需要, 现错动的截水沟已被清除; K9+850~K9+938 段滑塌因修施工便道及边坡开挖需要, 现已清除, 边坡现状基本稳定; K9+730~K9+770 段发育泥质砂岩包裹体, 发育高程为 1344m~1354m, 厚度约 10m, 泥质胶结, 遇水易软化, 为软弱层, 因加强该段边坡支护措施。



K9+650~K9+730 段滑坡现状



K9+730~K9+850 段开挖现状

### 2 地质条件

该路段地形起伏较大, 地面高程 1346~1362m, 自然边坡坡度约为 25°~35°, 属低中山地貌。坡体植被发育,

边坡区仅山间小路通过,交通条件较差。边坡区内第四系覆盖层薄,主要为坡积成因(Qpd1)含碎石粉质黏土、碎石,下伏基岩为震旦系灯影组(Zbd)白云质灰岩、泥质砂岩、泥质砂岩包裹体、砂质泥岩。其中含碎石粉质黏土、碎石层层厚10m左右,较密实,强风化白云质灰岩,岩芯多呈碎块状,岩质较软,岩体破碎,层厚1.5m-18.9m。勘察区地震动峰值加速度为0.15g,地震反应谱特征周期为0.45s,对应地震基本烈度为Ⅶ度。

边坡区下伏基岩主要为震旦系灯影组(Zbd)白云质灰岩、泥质砂岩、泥质砂岩包裹体、砂质泥岩,对附近露头基岩进行了量测,边坡区岩层产状为 $107^{\circ} \angle 9^{\circ}$ ,主要发育有两组节理裂隙,其产状分别为J1: $72^{\circ} \angle 78^{\circ}$ 、J2: $234^{\circ} \angle 82^{\circ}$ ,边坡区呈单斜构造,边坡区区域地质基本稳定。

边坡区地势较高且起伏较大,不利于地表水的赋存和集聚,仅在雨季冲沟及边坡开挖洼地地段有短暂地表水流、积水。主要为基岩裂隙水,主要接受大气降水补给,赋存于基岩的节理裂隙中,补给与排泄快。

### 3 地质评价

边坡区地表植被不发育,现状山体自然坡度 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ,出露地层为震旦系灯影组(Zbd)白云质灰岩、泥质砂岩、泥质砂岩包裹体、砂质泥岩,自然边坡较稳定。边坡开挖后,挖方边坡基底地层主要为强风化、中风化白云质灰岩、泥质砂岩、砂质泥岩等,承载力较高,地基承载力满足路基工程要求。该段挖方路基左侧最大边坡高度约64m;根据边坡与岩体结构面关系赤平投影图分析,岩层倾向与左侧边坡坡向呈约 $90^{\circ}$ 交角,基本垂直相交,属切层边坡,岩层倾向对边坡稳定是有利的;边坡坡向与边坡发育的两组节理裂隙组合切割岩体所成楔形体倾向与呈小角度相交,对边坡稳定性是不利的。坡体中强风化岩尤其是泥岩包裹体段节理裂隙很发育,岩体破碎,不利于边坡稳定;总体来看,左侧边坡岩体结构类型为碎裂结构或层状斜向结构,边坡稳定性差,可能产生局部滑塌或楔形体崩塌、碎落等变形破坏。

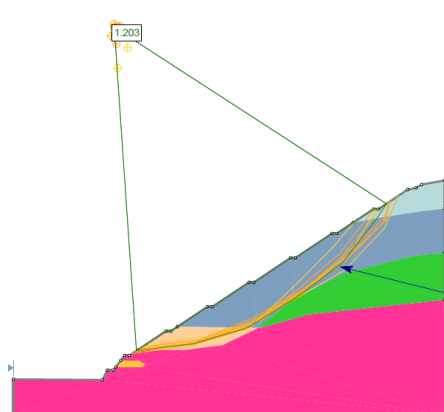
### 4 对现状边坡的认识

(1) K9+650~K9+730段,边坡坡顶截水沟出现断裂错动,滑塌后缘形成明显的周界,根据边坡滑塌现状,结合现场开挖和边坡地质勘察情况,本段边坡滑塌的主要原因:①地质因素:边坡上部覆盖层和强风化层,开挖后未及时防护或封闭,长时间暴露大气作用下,在干湿变化频繁的条件下其抗剪强度逐渐降低,自稳能力变差,发生滑塌变形;②水的因素:变形土体结构较松散,强风化层砂质泥岩节理裂隙发育,易受降雨及地表水入渗迁移的影响。暴雨或者长时间降雨情况下,地表水会沿第四系土体往下渗,积蓄在覆盖层、强风化层和基岩交界面上,使岩土体软化,发生剪切破坏;③路基开挖形成大临空面,排水边沟不畅等,诱发了边坡土体的滑动。

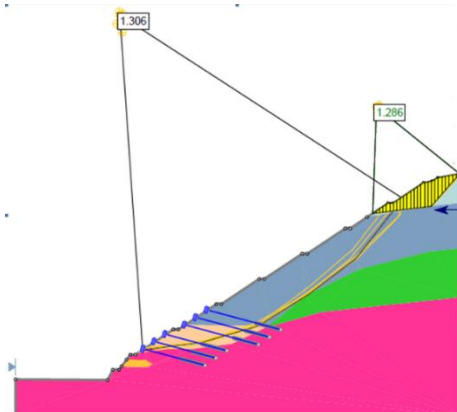
K9+650~K9+730段边坡原设计为2~3级边坡,发生滑动后滑塌体范围较小,设计采用清方后锚固加支挡的方案,可保证边坡稳定。

(2) K9+850~K9+938段,已开挖出8级边坡(第1级尚未开挖完毕),坡率为第2级1:1,第3~8级为1:1.5,边坡斜向开挖,呈凹槽状,坡顶开口线桩号已至K9+770左右,根据现场开挖情况和地勘揭示,边坡覆盖层基本已挖除,边坡基岩裸露,节理裂隙较发育,边坡现状基本稳定。

(3) K9+730~K9+850段,该段边坡按设计开挖,未做防护,现状基本稳定,但边坡上部覆盖层较厚,坡面局部岩体很破碎,节理裂隙极发育,K9+730~K9+770段发育泥质砂岩包裹体,厚度约10m,根据地勘揭示,为局部夹层,该包裹体为泥质胶结,遇水易软化,诱发边坡滑塌,该段需加强防护。



K9+750 典型断面计算简图-暴雨工况



K9+750 典型断面计算简图 加固后

采用 Slide 边坡稳定性分析软件对该边坡进行稳定性验算,选取 K9+750 断面为典型断面,对开挖后边坡进行稳定性计算,可得边体最不利滑动面出现在上部覆盖层,正常工况下其安全系数 1.286。边坡中部覆盖层已被清除,整个边坡沿强中风化基岩界面滑动的安全系数在 1.35 以上。由于边坡 2、3 级边坡处揭示强风化泥质砂岩和强风化泥质砂岩包裹体,该层为泥质胶结,遇水易软化,使上部边坡失去支撑,诱发边坡滑塌,在暴雨工况下,对强风化泥质砂岩和强风化泥质砂岩包裹体层岩体和结构面参数进行折减,得到边坡沿强中风化基岩界面滑动的安全系数提高到 1.203。设计在第 2、3 级设置了两级锚索,通过锚固防护后,整个边坡沿强中风化基岩界面滑动的安全系数提高到 1.306。

## 5 边坡处治设计

本次处治设计重点针对 K9+650~K9+850 段边坡,提出如下方案:

(1) K9+650-K9+938 第一级下部坡率 1:0.5,设置 4m 高路堑矮墙(净高),上部坡高 6m,坡率 1:0.75(K9+650-K9+720 段坡率采用 1:1),采用 6m 锚杆框架梁;

(2) K9+650-K9+710 一级上部采用加宽平台,平台宽 10m,采用 15cmC20 砼封闭,第二、三级坡率 1:1,采用 9m 长锚杆框架梁防护,第四级~第五级坡率 1:1.5,设置浆砌拱形骨架;K9+710-K9+938 第二级坡率 1:1,第三级~第八级坡率 1:1.5;第二级设置 25m 长锚索框架梁,第三级设置 30m 长锚索框架梁,第四级设置 6m 长锚杆框架梁,第五~八级设置浆砌拱形骨架。

(3) 第二、三级设置仰斜式排水孔,排除边坡内部基岩裂隙水。坡顶不小于 3m 外设置截水沟,各级边坡平台上设置平台截水沟,并设置急流槽、流水踏步,形成完整的排水系统。

(4) 边坡施工需从上到下,边坡开挖一级防护一级;征地完成后,应先施工截水沟等排水设施,刷坡完成后,边坡防护应及平台防、排水工程应及时进行。

## 6 结语

(1) 该段边坡发生滑坡是因为边坡开挖导致,地形地质因素加上人为因素共同作用,滑坡范围大,且每段的情况不同,进行分区治理很有必要。

(2) 发生滑塌变形的部分主要是稳定性较差的覆盖层和强风化层,受降雨影响,自稳性变差,发生滑塌;采用卸载清方配合部分支护的处治方法可以较好的治理这种覆盖层滑坡。

(3) 该边坡下部揭示有强风化泥质砂岩包裹体发育,对边坡稳定极为不利,对于边坡中存在软弱面或者软弱夹层的,要加强支护。

### [参考文献]

[1] 王恭先. 滑坡防治工程措施的国内外现状[J]. 中国地质灾害与防治, 1998(1): 1.

[2] 殷跃平. 中国滑坡防治工程理论与实践[J]. 水文地质工程地质, 1998(1): 5.

[3] 王恭先. 滑坡灾害及其防治技术[J]. 交通部科技, 1998(5): 22.

[4] 张俤元. 滑坡防治工程的现状与发展展望[J]. 地质灾害与环境保护, 2000(2): 89.

作者简介: 王开源 (1987.10.-), 男, 工程师, 山东, 硕士研究生, 主要从事主要从事道路工程。