

# 浅谈某高速公路高边坡病害的成因及治理

山西省祁临高速公路有限责任公司 李红涛

**摘要:** 高边坡防护工程主要是保护路基上边坡坡面免受雨水冲刷,从而起到保护路基上边坡的整体稳定性。但隧道长期雨水的浸蚀,高边坡会出现多种多样的病害。本文着重从某高速公路运营中出现的边坡坡面坍塌和坡体滑移为例,对病害原因进行分析和治理。

**关键词:** 高边坡病害; 原因分析; 治理

## 一 概述

路基高边坡防护,主要是保护路基上边坡坡面,免受雨水冲刷,减缓温差及温度变化的影响,防止和延缓软弱岩土表面的风化、碎裂、剥蚀演变进程,从而起到保护路基上边坡的整体稳定性,在一定程度上还可美化路容,协调自然环境。高边坡主要的防护形式包括植物防护和工程防护,植物防护包括:种草、铺草皮、种树;工程防护包括:框格防护、封面、护面墙、干砌片石护坡、浆砌片石护面墙、浆砌预制坡护坡、锚杆钢丝网喷浆、喷射混凝土护坡、锚钉板、空心砖等。在某高速公路的高边坡防护形式中,主要应用了植草、浆砌片石护面墙、锚钉板等。随着该高速公路的运营,高边坡的各种病害形式也逐渐的暴露出来,例如:浆砌片石护面墙的局部剥落、锚钉板的“鼓肚”、边坡的水毁坑洞、砌体的脱空等。针对这些病害该公司采取责任到人,加强雨季、冬融季节的高边坡病害隐患排查、采用“疏、堵、绿、补”等措施加强养护管理,使这些小毛病迅速得到解决,避免造成更大的路基病害。但是,对于坡面的坍塌和滑坡等的较大地质性病害,却无法通过管理手段进行有效预防,而这些病害又严重影响着高速公路的运营安全,使得这种较大病害的防治迫在眉睫。本文主要对这两项病害的成因及治理措施进行探讨。

## 二 病害描述

(一) K904+462-485 及 K904+535-550 段二级边坡平台上发现变形裂缝,裂缝延展方向主要平行边坡走向,缝宽 2-5mm。其中, K904+535-541 段二级边坡、一级护面砖、锚钉板坍塌。

(二) K912+558-K912+649 段右边坡滑坡,滑坡所在地段原设计为 6 级边坡,单级高 10m,各级边坡平台 2-3m。该滑坡位于路基一、二级边坡上,滑坡前缘剪口位于一级边坡沟底部外侧,最大剪出约 5mm;后缘位于二级边坡平台上,形成长约 65m 的贯通圈椅状裂缝,裂缝最大宽度约 20m,裂缝前后错台高度约 20cm (见图 2.2-1),在一级边坡平台上也形成了小范围的弧形裂缝,并造成一级边坡局部滑塌。该滑坡影响路线长度约 100m,滑向东,滑动方向与路线基本垂直,滑体沿滑向的长度约 65m,滑动面积约 2300m<sup>2</sup>,滑体平均厚度约 8m,滑体体积约 18400m<sup>3</sup>。

## 三 病害成因分析

(一) 根据现场调查情况分析,由于特殊的地表和地质环境,降雨时雨水沿马兰黄土的垂直裂隙产生入渗,在离石黄土中,遇古土壤时产生相对聚集、向边坡表面运移,造成坡面湿润,含水量增大,冬季来临后,在冰冻作用下在表面最大冻结范围内的水形成冰屑,冰屑的劈裂效应造成坡面面层土体疏松,周而复始,使面板的锚钉由于长度短而失效,在坡面表层疏松土体及结构物自重的作用下,面板脱落,坡面产生剥落或产生新的裂缝,进而局部坍塌。可见,冻害是引起坡面面层脱落的主要原因。另外,靠边坡破口附近的洼地,在地表降水过程中汇集的地表水在沿黄土垂直裂隙向地下入渗过程中不断冲刷,极易形成黄土落水洞,在掏空面板后,造成脱落。

(二) 滑坡所处地段一、二级边坡由红褐色弱膨胀土(亚粘土)组成(见图 3.2-1),具有遇水膨胀、失水收缩的特点,膨胀土的存在,使边坡产生滑动的物质基础;2007年10月份连续20多天的降雨,雨水入渗使边坡土体的含水量增加,在导致土体产生膨胀变形的同时,增加了坡体重量,使边坡沿软弱带产生滑动。从现场变形来看,由于膨胀变形与雨水入渗加载,使一级边坡前部产生局部滑塌,进而牵引二级边坡产生变形,其滑动方式为推移-牵引式复合滑动。

滑体、滑床主要物理力学性质指标统计结果见表 3.2-1。

表 3.2-1

项目	天然含水量	天然密度	干密度	天然孔隙比	饱和度	液限	塑限	塑性指数	液性指数	压缩系数	压缩模量	自由膨胀率
单位	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>		%	%				MPa <sup>-1</sup>	MPa	
数量	16	16	16	16	16	16	16	16	16	2	2	6
均值	22.6	2.01	1.66	0.641	90	34.4	20.2	14.2	0.07	0.13	13.4	42



图 2.2-1 二级平台裂缝

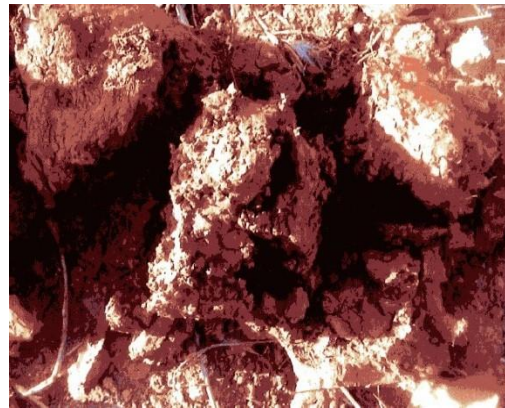


图 3.2-1 ZK 孔滑带土(右侧部分为滑面擦痕)

#### 四 治理方案

##### (一) 治理原则

考虑到目前高速公路正在运营,整治方法对高速公路正常运营干扰最小,施工简便、工艺简单、施工难度小,达到一次根治,不留后患。边坡稳定性应满足现行《公路路基设计规范》的相关要求,稳定安全系数应大于 1.20。

##### (二) 整治措施

1 根据该段坡面防护面板脱落、表面剥落破坏的模式,对路线左侧局部高度较高路段,通过对五级边坡卸载以提高边坡的整体稳定性,将四级边坡平台加宽到 10m,五级仍采用喷播植草防护;拆除一、二级坡面现有防护,对一级边坡采用“挡土墙式护面墙”(即加厚的 C20 混凝土护面墙,要比挡土墙薄)进行防护(治理图见 4.2.1-1),对二级边坡采用顶宽 40cm 的 C20 混凝土护面墙进行防护(治理图见 4.2.1-2),泄水孔沿墙面垂直 3m 水平 2m 梅花形布置;对坡顶平台采用 15cm 厚 C20 混凝土重新修筑排水沟、截水沟和平台封闭防护,排水沟纵坡不小于 1%,其底部用防渗土工布沿铺设,土工布搭接长度不小 20cm,以防坡面水下渗。墙体和平台每 10m 设一道沉降缝,用沥青麻筋填塞。

对坡顶外的黄土落水洞采用 3:7 灰土人工回填，坡外截水沟重新修建，截水沟断面为梯形，底宽 0.6m，深 0.6m，采用 C20 混凝土浇筑。

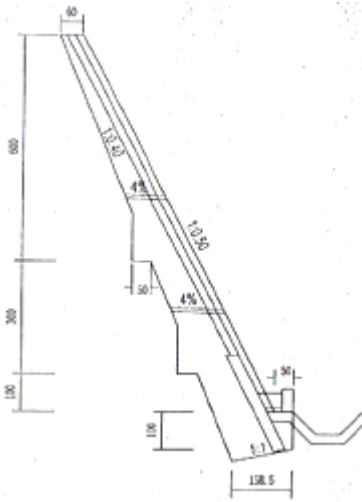


图 4.2.1-1 一级护面墙断面图

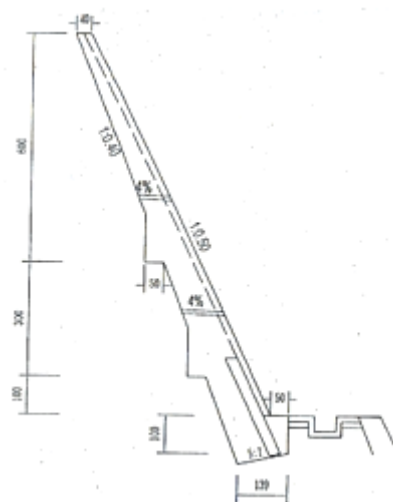


图 4.2.1-2 二级护面墙断面图

## 2 滑坡整治工程

(1) 方案选择：通过调查和了解，该滑坡所在边坡地段在路基施工过程中曾发生过滑塌，后加宽了各级边坡平台，放缓了坡率，坡顶外的高压电塔进行了搬移。若采用减载、连续放缓边坡将危及坡顶外的高压电塔安全，导致线塔继续搬移，搬移需增加 2 个线塔，所需费用较高，同时需要重新征地，难度大，而且一、二级连起部位的膨胀土仍有可能产生类似灾害。若采用抗滑挡土墙支挡，由于滑封皮推力较大，挡墙圯工较大，需对坡脚进行较大规模开挖，有引发滑坡产生重新滑动的可能。若采用锚杆（索）挡墙，由于其施工需较大空间，需要封闭交通占用车道，影响高速公路的正常运营。若采用以抗滑桩支撑为主的方案，施工时仅需占用半幅车道，可确保高速公路运营。经过方案比较，选用抗滑桩支撑为主的方案对该滑坡进行治理。

### (2) 整治措施：

抗滑治理：在一级边坡平台上设置普通钢筋混凝土抗滑桩进行支挡，对应路线桩号 K912+563-648.8，共布置 15 根，桩心距 6m，桩长 21m，桩截面尺寸 2.2\*3.0m，混凝土强度等级为 C30（抗滑桩断面布置图见图 4.2.2-1）。在施工时，按设计对应里程与一级边坡平台边缘的相对关系放线，为避免一次开挖影响坡体稳定，采用 2 序次跳桩施工，当第一序次桩孔开挖完毕，浇筑桩体混凝土后，方可进行第 2 次序桩孔开挖、浇筑。施工过程中，对滑坡进行动态监测，在滑坡后缘裂缝两侧设置 4 组观测点对，对滑坡后缘裂缝的变化进行监测；在公路边沟底部外侧，设置观测点，对滑坡前缘错动进行观测。监测时采用专人负责，每日定时用钢尺测量，并记录。当监测人员观察到滑坡动向明显时，即向施工负责人报告，及时采取安全措施。

挡土墙：对 K912+619.5-642.5 一级边坡坍塌段，采用 C20 现浇混凝土重力式挡土墙，考虑山体滑坡，基础埋深 2.50m，基础底宽 4.46m（倒坡 10:1），挡墙顶宽 2m，胸坡坡率 1:0.5，背坡坡率 1:0.25（挡土墙断面图见图 4.2.2-2）。

平台排水沟：对滑坡段一级边坡平台上的排水沟进行改建，长度为 98m，对滑坡范围内二级边坡平台上的排水沟重修建，长度 83m，断面尺寸 60\*40cm。

滑坡裂缝：对一、二级边坡平台上的滑坡裂缝，采用 3:7 灰土进行夯填处理。

平台铺砌：对滑坡造成毁坏的一、二级平台，在进行裂缝处理后，采用三七灰土夯填找平，在铺设防渗土工布后，采用厚度 15cm 的 C20 混凝土满铺防护。

