

浅谈张花高速公路路基路面问题及处治对策

孙浩

湖南高速公路集团有限公司

摘要: 近些年我国的基础设施建设有了飞速发展, 高速公路建设规模不断扩大。但是在高速公路建设过程中不可避免的出现某些问题, 其中公路路基滑坡是最为严重的危害之一。本文主要以张花高速公路为例阐述路基滑坡成因, 通过抗滑桩、挡土墙、削坡排水、反压处理等方式对于滑坡进行治理, 提升了滑坡的稳定性, 保证高速公路的正常运行。通过本文的介绍能够对类似滑坡处治提供一定参考和指导。

关键词: 高速公路; 路基滑坡; 成因; 治理对策

一、工程基本概况

张花高速公路地处湘西北, 位于张家界市和湘西自治州境内, 该项目路线起于张家界市阳湖坪镇, 终于湘西自治州的花垣县, 顺接常张高速公路, 经吉首大学边缘, 途经张家界市的永定区、湘西自治州的永顺县、保靖县、花垣县。该项目主线采用四车道高速公路标准, 设计速度为 80km/h, 路基宽度 24.5m (整体式)、2×12.25m (分离式), 路面结构以沥青混凝土路面为主。于 2013 年 11 月 30 日通车。沥青路面, 结构形式为: 4cmSMA-13 上面层+6cmAC-20C 中面层+8cmAC-25C 下面层+1cm 沥青碎石封层+34cm4%水泥稳定碎石基层+20cm4%水泥稳定碎石底基层。

张花高速 K137+770-K137+800 下行、K135+830-K135+950 下行路于 2017 年 2 月出现了路面开裂, 尤其是 K135+830-K135+950 下行路基的滑移区域较大, 严重影响行车安全, 急需进行处治, 消除安全隐患。

二、高速公路路基滑坡原因分析

(一) K135+830-K135+950 下行

第一, 地勘资料。本次勘察揭露地层按其形成年代, 由新到老描述如下:

1) 杂填土: 杂色, 稍湿, 松散~稍压实, 不均匀地由沥青路面、粉质黏土、碎石、中粗砂等组成。所有钻孔揭露该层。

2) 粉质黏土: 褐色, 硬塑状, 切面光滑, 摇震无反应, 韧性中等, 干强度中等。该层仅在个别钻孔处分布。

3) 中风化板岩: 紫红色, 板状构造, 泥质结构, 节理裂隙较发育, 岩芯呈块状、饼状、短柱状, 极破碎, 较硬岩, 岩体基本质量等级为 V 级, 为下伏基岩。所有钻孔揭露该层。

第二, 根据地质勘察资料, 该路段路基组成由上至下分别为杂填土、粉质黏土 (个别钻孔) 和中风化板岩, 其中杂填土厚度约为 5.0~7.0m 厚, 为路基填筑, 粉质黏土厚度为 2.1m。导致路基发生滑移的主要原因是: 路基填筑与原地层在粉质黏土和中风化板岩的交界面为潜在的滑动面, 填方路基的原始地貌为山麓斜坡与山前平原相结合部位, 填方高度约为 5.0~7.0m, 在车辆荷载、路基自重和地下径流的综合作用下, 路基沿滑动面发生沉降和滑移, 路面严重破坏。土体所具有的性质以及结构是造成山体滑坡的重要基础, 在碎屑岩、软弱片状变质岩等情况下非常容

易造成变形面下滑而形成山体滑坡问题。



图1 K135+830-K135+950下行现场照片

其中 K135+830-K135+860 右侧为约 20m 宽平地, 以外为 10m 高路基, 经现场勘察, 该区域路基稳定, 未见坡面和坡脚发生推移和裂缝, 路基稳定, 路面开裂原因为 K135+950-K135+860 段路基滑移牵引所致。

(二) K137+770-K137+800 下行

第一, 地勘资料。

1) 杂填土: 杂色, 稍湿, 松散, 不均匀地由沥青路面、粉质黏土、碎石、中粗砂等组成。所有钻孔揭露该层。

2) 中风化灰岩: 青灰色, 中厚层状构造, 隐晶质结构, 岩质坚硬, 节理裂隙较发育, 呈微张开状, 由方解石细脉充填, 胶结紧密, 岩体破碎, 岩芯多呈块状、短柱状, 岩体基本质量等级为 V 级, 为下伏基岩。所有钻孔揭露该层。

第二, 根据地质勘察资料, 该路段路基组成由上至下分别为杂填土和中风化灰岩, 其中杂填土厚度约为 7.0m 厚, 为路基填筑, 路基稳定。根据裂缝病害形式和后期跟踪观测, 该区域的裂缝未见继续发生, 路基边坡未见裂缝、坡脚未见裂缝和剪出路害, 判定为顺层滑坡导致的路面撕裂。

三、高速公路路基滑坡处治对策

(一) 路基滑坡总体处治对策

第一, 路基稳定性分析。根据现场调查和地质勘察结果, 该两处滑坡为顺层滑坡, 滑动面埋深约为 6.0~7.0m, 滑坡体积较小 ($<4 \times 10^4 \text{ m}^3$), 属小型滑坡, 为填筑体中后部岩土体变形失稳后, 挤压推移前缘段产生滑动, 典型的推移式滑坡。滑坡危害程度分级为严重 (公路通过滑坡中部), 滑坡防治工程安全等级为 I 级, 滑坡稳定性安全系数正常工况 (边坡处于天然状态下的工况) 取值为 1.20~1.30, 非正常工况 I (边坡处于暴雨或连续降雨状态下的工况) 为 1.10~1.20, 公路荷载为公路 I 级。通过数解法 (假定几个不同的滑动面, 按力学平衡原理对每个滑动面进行边坡稳定性分析, 从而找出极限滑动面, 按此极限滑动面的稳定程度来判断边坡的稳定性。) 对该两处路基边坡的稳定性进行了分析, 分析结果见表 1。

第二, 通过有效的抗滑桩进行处治。首先要将滑坡上中下三

表1 滑坡稳定性计算结果

桩号	条件	剩余下滑力计算安全系数	剩余下滑力 (kN)	评价结果
K135+830-K135+950	自然工况	1.20	-36.080	稳定
	暴雨工况	1.10	-21.903	稳定
K137+770-K137+800	自然工况	1.20	-37.401	稳定
	暴雨工况	1.10	-22.384	稳定

部分断面的载荷卸载掉, 之后为了提升其抗滑能力, 可以在推力相对较弱且滑体较薄的区域设置抗滑桩。从该公路的实际情况来看, 路基边坡处在蠕滑状态, 在没受到外部荷载作用下边坡处在

相对稳定状态 (稳定系数设定为 0.98), 滑坡体的饱水重度值达到了 19.2 kN/m^3 。将地震状态下桩前剩余下滑力作为参数, 同时要参照各岩土层有关桩基础技术参数来进行抗滑桩的设计。

表2 各岩土层有关桩基础技术参数

工程地质层	泥浆护壁钻 (冲) 孔桩		人工挖孔桩	
	极限侧阻力标准值 kPa	极限端阻力标准值 kPa	极限侧阻力标准值 kPa	极限端阻力标准值 kPa
杂填土	30		30	
中风化灰岩	300	11000	320	12000

为了有效提升路基稳定性、避免坡体出现侧滑的问题，可以在路基侧边位置设置抗滑装置，要确保其与路基中心线平行。抗滑桩主要采取人工挖孔桩的方式进行施工，同时要利用混凝土进行护壁。

第三，修筑挡土墙进行处治。从整体上来看，路基滑坡具有非常大的面积，涉及的范围较广，一旦发生此种情况一般都是整

个滑坡发生了移动，从而造成路基处发生了断壁情况。随着滑坡的持续进行，逐渐会形成一个全新的坡面，会严重影响到路基的走向。对于该公路来说，在路基地表之下12-15m的区域发生了断壁问题，但是并不会对后续的施工作业造成影响。按照《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)相应规定并充分考量到公路所在区域具体情况，可以将挡土墙的相关参数设置为表3所示。

表3 挡土墙参数设置

工程地质层	重度 (kN/m ³)		岩土和挡墙底面摩擦系数 μ	地基土水平抗力系数的比例系数 m (MN/m ²)	抗拔系数	备注
	天然					
杂填土	22.5		/	6	0.5	墙后填土需要采取分层进行夯实，选料和密度需要满足设计要求，填料回填需要在砌体或者混凝土强度满足设计强度75%上才可以进行
中风化灰岩	24.0		0.60	360	0.8	

但为了避免滑坡进一步发展，可以通过设置挡土墙的方式来提升路基的稳定性，可以将挡墙高度设置在3-5m范围内。正常情况下，为了确保挡墙的稳定性，需要将其基础埋入到边沟地面之下至少1m的位置，而对于岩石路段的挡墙来说要将其嵌入到岩面内至少0.5m之上的位置。

第四，削坡排水处理。一旦山体以及边坡中出现了裂缝问题，就可以对这些区域实施减载削坡处理，可以将放坡比控制在1:2.5。为了有效将坡体以及地表水有效排出，需要按照开挖之后的地形情况和削坡情况来进行，可以将截水沟设置在滑坡的周边，之后在开挖之后的坡体表面设置排水沟（可以按照Y字形进行设置），可以将公路排水系统和滑坡排水系统进行有效连接，从而建立起较为完整的地表排水系统。在实施坡体内排水过程中，要在坡脚位置设置碎石盲沟，避免坡体区域发生积水渗入的问题。

第五，利用反压处理的方式进行处治。通过有效的路基反压处理不但能够提升路基整体的稳定性，同时也可以防止滑坡进一步发展而发生整体滑动的问题。除此之外，通过有效的反压处理能够有效消除路基填土压力，可以起到较好的补强作用。按照该公路的实际情况来看，可以将K137+770-K137+800段纵坡调整为5%，同时将滑坡区域路基高度升高约4m，从而形成滑坡反压。

另外，要通过相应填料进行回填来提升路基压实度。填料必须采用石灰岩经磨细得到的新鲜矿粉，不应含泥土杂质和团粒，要求干燥、洁净，其技术指标应符合表4要求。当上面层粗集料与普通道路石油沥青黏附性达不到5级时，应掺加水泥作为填料的一部分替代矿粉，其用量不低于矿料总量的2%，同时在沥青内添加3%的抗剥落剂。

表4 矿粉的主要技术指标

指标	技术要求
视密度 (g/cm ³)	≥2.5
含水量 (%)	≤1
<0.6mm (%)	100
粒度范围	
<0.15mm (%)	90-100
<0.075mm (%)	75-100
外观	无团粒结块
亲水系数	<1
塑性指数	<4

第六，对于滑坡进行预防处理

1) 加强坡面的安全性检查。坡面能够避免岩体受到雨水以及暴风等自然条件的影响。最大程度减小天气对土壤底层的影响，实现坡体的有效保护，提升坡体稳定性。除此之外，也可以利用此种方式优化路面的环境并且提升车辆行驶安全性，另外也可以有效提升坡体植被覆盖率来加强路面的保护。

2) 加强坡体稳定性检测。在进行公路施工过程中要对于实际情况进行检测，利用最先进的技术来提升监测数据的准确性。

选择准确的观测点，一般都是按照纵向间隔相应距离设置观测点，从而对整个施工区域进行全面勘测。

(二) 具体处治方案

第一，K135+830-K135+950 下行处治方案。经路基稳定性验算，该路段在自然工况和暴雨工况下，路基稳定，路基见明显的沉陷，处治分别针对路基沉陷、路基滑移和现场的路基形式进行病害分类、分段处治。

1) 路基沉陷处治。K135+750-K135+950 下行路面沉陷，根据湘西管理处路基沉陷观测结果，2017年2月-2019年2月共计25个月累计沉降为152mm，2018年12月-2019年2月的累计沉降为0mm，设计认为路基沉陷已基本完成，因此对路基沉陷处治采取沥青路面面层填补顺接的处治方案。将下行路面沉陷区域的半幅路面端头位置铣刨成4cm高的台阶，其余沉陷区域路表采取拉毛1cm，对中面层裂缝采取挖补处治，将沉陷区域填补顺接后重铺4cmAC-13C上面层，上面层以下的病害处理和路面填补顺接均采用改性沥青AC-20C。

2) 路基滑移处治。

①对于 K135+950-K135+860 段路基验算稳定，无须进行工程加固措施，对路面沉陷进行修复。

③对于 K135+860-K135+830 区域，考虑右侧为约20m宽平地，以外为10m高路基，经现场勘察，该区域路基稳定，未见坡面和坡脚发生推移和裂缝，路基稳定，属K135+950-K135+860段路基滑移牵引导致的路面开裂，该区域仅对路面裂缝病害进行修复。

3) 对于 K135+930-K135+860 段的中分带水沟破坏，采取修复的方案，并对水沟处的裂缝采用水泥砂浆填补的处治方案。

第二，K137+770-K137+800 下行处治方案。经路基稳定性验算，该路段在暴雨工况下，路基稳定，路基未见明显的沉陷，对下行路面开裂区域的行车道采取铣刨4cmSMA-13上面层共计4cm的沥青面层后，对中面层裂缝采取挖补处治，然后重铺4cmAC-13C上面层。

四、结束语

本文主要以张花高速公路为例分析了公路路基滑坡的原因所在，从两段区域的具体情况可知，受到地质情况的影响路基填筑与原地层之间存在滑动面，容易引发路面的沉陷以及滑移，再加上碎屑岩、软弱片状变质岩等的影响非常容易造成滑坡。针对滑坡的治理本文提出了抗滑桩、挡土墙、削坡排水、反压处理等不同的方式。在实际应用中针对路基沉陷、路基滑移和现场的路基形式进行病害分类、分段处治，同时对于中面层裂缝采取挖补处治。通过综合性的治理措施能够有效控制路基滑坡病害。通过本文的介绍能够对类似公路工程提供一定参考和帮助，对于确保公路建设质量具有现实意义。

参考文献

[1] 姚子元. 高速公路路基滑坡的成因及监测技术探析[J]. 交通世界, 2018(11):15-17
 [2] 杨涛. 高速公路路基滑坡成因及整治研究[J]. 工程建设与设计, 2018(02):18-19
 [3] 张位华; 刘朝跃. 某高速公路挖方路基滑坡成因分析及治理措施[J]. 交通科技, 2014(08):88-91