

G317 线汶川至马尔康段公路 崩塌滑坡灾害危险性评估

秦华中

(四川省地质矿产勘查开发局区域地质调查队, 四川 双流 610213)

摘要:为减少公路工程项目和地质灾害之间的相互影响, 工程建设之前必须对工程建设用地存在的地质灾害进行评估。结合国道 317 线汶川至马尔康段公路改建工程的特点, 对工程遭受或工程建设可能诱发加剧的滑坡和崩塌灾害发生的可能性作了分析, 并提出相应的防治对策, 为拟改建的公路建设提供指导性建议。

关键词:公路建设用地; 滑坡; 崩塌; 危险性评估; 汶川马尔康

中图分类号: P642.22

文献标识码: B

0 引言

建设项目起点为汶川县林业局往西约 400 m 处(接都汶公路连接线), 终点为马尔康县城西北角, 路线全长 208.215 km。工程项目包括: 大桥 25 座, 总长 4 405 m; 中桥 23 座, 总长 1 414 m; 小桥(涵洞) 693 座, 总长 7 804.5 m; 隧洞 4 处, 总长 3 154 m; 通道 6 条, 平交道 39 处, 属重要建设项目。

在充分收集现有地质资料的基础上, 采用综合地质调查法, 有目的地开展野外调查工作。据此, 在阐明该区域地质条件、地貌条件、气象水文条件和人类工程活动对该区环境影响的基础上, 对滑坡和崩塌等地质灾害的现状、规模和危险性进行了充分论述和评估, 基本反映了评估区的自然环境条件和地质灾害现状。对工程建设本身遭受滑坡、高陡危险边坡、崩塌与危岩坠落等地质灾害危害的危险性和公路建设诱发与加剧地质灾害的可能性, 结合灾害点具体环境背景进行了分析和评价^[1], 并提出了相应的防治措施, 对今后的工程建设具有重要的指导意义。

1 研究区环境概况

1.1 地质条件

1.1.1 地层岩性

工程区地层分布除第四系堆积层外, 裸露基岩主要为寒武系至三叠系。寒武系、奥陶系、石炭系和二叠系下统属海相碳酸盐岩和泥页岩建造; 二叠系上统属玄武岩建造, 志留系、泥盆系和三叠系属海相砂页岩建造。三叠纪末的印支运动使地槽褶皱回返, 地层遭受区域变质。第四系为冰碛块碎石土, 河床冲积漂卵砾石、洪积块碎石土和崩坡积块碎石土等, 分布于谷底。

1.1.2 地质构造

采用板块构造观点, 按中国地质调查局、成都地质矿产研究所的划分方案, 工程区位于泛华夏大陆晚古生代—中生代羌塘—三江构造区, 以龙门山后山(茂汶)断裂为界, 将工程区划分为扬子陆块和玉龙塔格—巴颜喀拉双向向前陆盆地褶皱带 2 个二级构造单元。其中汶川一带属龙门山构造带, 马尔康一带属马尔康—金川被动陆缘盆地褶皱亚带。

区内经多次构造运动, 地质构造较复杂, 主要有较场小金弧形构造带、薛城 S 型构造和马尔康 NW 向构造, 构造形迹以线状和弧形褶皱为主。

1.2 地貌条件

工程区位于四川省西北部, 西靠青藏高原, 东邻四川盆地, 处于盆地西北部与青藏高原东南缘的过渡地带, 总体地势东南低, 西北高, 处中高山向高山

* 收稿日期: 2011-08-05; 修订日期: 2011-09-07; 编辑: 王秀元

作者简介: 秦华中(1971—), 男, 重庆丰都人, 工程师, 主要从事地质矿产、地质灾害调查; E-mail: 296848083@qq.com。

过渡带内。工程区最高点为霸王山,海拔 5 551 m;最低点为汶川县城,海拔 1 370 m。

工程区地形切割剧烈,谷深坡陡,相对高差一般在 2 000 m 以上。以构造侵蚀深切的高山、中高山地貌类型为主,地形陡峭,谷坡常呈陡缓交替的阶梯状,沿谷坡及山峭部位常见崩塌、滑坡等不良地质现象,沿河两岸分布 I~V 级阶地堆积地貌。

1.3 气象水文条件

1.3.1 气象条件

工程区位于青藏高原东南缘的高山峡谷地区,主要受西伯利亚西风气流、印度洋暖流和东南太平洋季风 3 个环流系统的影响,属于季风气候区。冬季受青藏高原和北方冷气流的影响,形成寒冷干燥、降雨稀少、日照强烈和晴朗多大风的气候特点。5—6 月西南季风加强,气候暖湿,降雨增多,形成雨季;7—8 月青藏高原高压稳定,副热带高压西伸,降雨减少,造成伏旱;9—10 月雨量增加形成低温阴雨季节。因此,该地区 1 年内,分布 11 月至次年 4 月和 7—8 月 2 个旱季以及 5—6 月与 9—10 月 2 个雨季。

该区降雨量在各地分布不均,总体趋势随地形高度的增加而增加。据有关气象资料统计,汶川一带年平均降雨量为 524.03 mm,理县一带为 610.3 mm,米亚罗—马尔康一带则为 763.5 mm。雨季一般在每年的 5—10 月,降雨量占全年降雨量的 80%。该区历年最高气温 35.6℃,最低气温 -17.5℃,多年平均气温为 8.7℃。

1.3.2 水文条件

工程区地下水按其贮存条件可分为松散堆积层孔隙水和基岩裂隙水 2 大类型。

松散堆积层孔隙水主要贮存于第四系松散堆积层孔隙中,受大气降水及地表径流补给。一般而言,由于河床冲积层含水层厚度较大,连通性好,与河水水力联系较强,补给条件较好,水量丰富,渗透系数一般为 25~120 m/d;而残坡积层等其他成因松散堆积层,由于分布范围有限,厚薄不均,且粘土含量较高,其透水性、富水性相对较差。

基岩裂隙水主要贮存于谷坡两岸及谷底岩体中,多受构造控制,并与岩体的风化卸荷有关,由大气降雨和地下水侧向补给。裂隙水涌水量一般较小,多富集于构造破碎带和裂隙密集带,局部具有承压涌水特点,初见涌水量大,随后逐渐减少乃至干

枯。

1.4 人类工程活动

沿公路分布的人类工程活动主要有农耕、场镇建设、开山采石、筑路和修建水电站等,目前对该区自然环境有一定影响。但随着经济不断发展,其危害呈现逐渐加剧态势。特别是在公路改建过程中,开山取石、切坡开挖形成高边坡,过沟填路形成高填方,水电站闸坝库区的地下水位升降变化等,对该区自然环境有一定的破坏作用,可能诱发新的地质灾害,需要特别处理。

综上所述,改建公路沿线的地形地貌复杂,地质构造较复杂,岩性岩相变化大,岩土体工程地质性质较差,水文地质、工程地质条件良好,影响该区自然环境的人类活动较强烈,因此,公路改建工程的大部分路段为适宜路段,部分路段适宜性差。

2 地质灾害危险性评估^[2]

拟改建公路的大部分路段地质灾害为弱—中等发育,部分路段强发育。该路段地处高山峡谷地区,构造强烈,岩体破碎,不良地质灾害发育,主要表现为滑坡和崩塌。根据实地调查,公路沿线不良地质点共有 67 处,其中滑坡 25 处和崩塌 42 处。不良地质灾害主要发生在理县以东及三家寨以西地带,以理县以东为甚,对拟改建公路工程建设有一定的影响和危害。

2.1 滑坡危险性评估

据实地调查,评估区滑坡共有 25 处,其中汶川、黑土包、雨坝子、桃坪一号、将军碑、薛城、大岐、小岐和米亚罗等 9 处滑坡的分布范围、规模和对路线影响相对较大,其余滑坡分布范围及规模相对较小,虽对路线有一定的影响,采取相应工程措施可以确保道路的畅通。现以黑土包大滑坡为例,分析滑坡的危险性,并对其进行危险性评估。

2.1.1 滑坡基本特征

黑土包滑坡位于拟改建公路 K8+750~K8+950 段杂谷脑河右岸公路内侧斜坡地段。滑坡体平面上呈明显的圈椅状特征,其后缘高出公路路面 80 m,坡脚(滑坡舌)基本上垂直于公路路面,前缘高程 1 600 m,前缘平均坡度 35°,坡体后缘高程 1 640 m,后缘壁高 1 m。滑坡主滑方向为 NE10°,与山坡坡向基本一致,滑体沿着主轴方向长约 135 m,滑体上

窄下宽,上宽 60 m,下宽 100 m,滑壁高 10 m,滑坡中后缘滑体厚度达到 25 m,滑坡土方量约 $40 \times 10^4 \text{ m}^3$ (图 1)。

滑坡体由块石土、碎石土夹角砾土及角砾质粉土组成。滑坡体上有一纵向冲沟切割,雨季有地表水流汇集,中部平台、陡坎发育。滑坡体中部可见宽约 20~40 cm 的横向拉裂缝,延伸长度 5~8 m,可见深度 0.5~1.2 m,后缘错落高度 0.5~1.3 m;在滑坡前缘,可见地下水呈滴流及浸润状渗出,滑床由志留系茂县群二组 (Smx^2) 灰绿色、深灰色千枚岩夹少量砂质灰岩和钙质砂岩构成,此滑坡属于蠕滑拉裂式滑坡。目前滑坡仍在继续变形,威胁路基稳定和交通安全(图 2)。



图 1 黑土包大滑坡

2.1.2 滑坡稳定性评价

据调查,该滑坡在 20 世纪 80 年代初发生过剧烈运动,坡体上建筑物变形拉裂现象明显,滑坡后缘裂隙明显,前缘侵占道路的部分土体已经被清空挖走,坡体上有马刀树、醉汉林等现象。目前该滑坡正处于缓慢蠕滑变形阶段。

据该区地质地貌特征,选择楔体极限平衡分析公式计算稳定系数(公式 1)。计算剖面选用沿滑动轴线方向上的纵剖面;碎石、碎屑滑坡岩土体主要特征参数 c, Φ, γ_0 值参照工程地质手册和经验取值如下: $C=5 \text{ KPa}, \Phi=27^\circ, \gamma_0=20 \text{ KN/m}^3$;采取现场调查估测并结合经验拟合来确定滑动面。

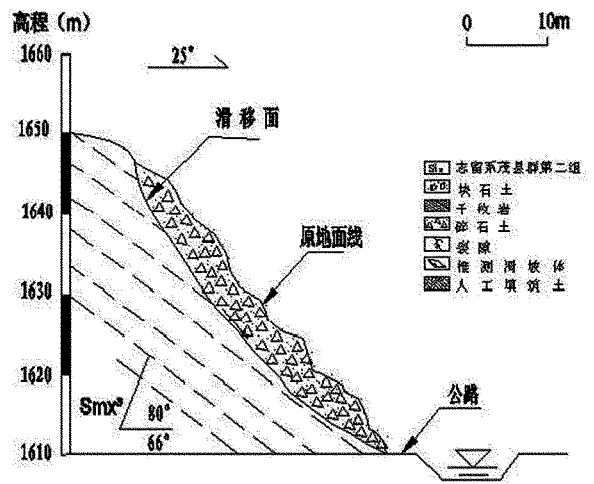


图 2 黑土包大滑坡剖面图

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cos Q_i \text{tg} \varphi + Cl_i}{\sum_{i=1}^n W_i \sin Q_i} \quad (1)$$

式中: K 为稳定系数; i 为单宽土条的重力(KN); Q_i 为土条滑动面倾角。 φ, C 为滑动带土内摩擦角和内聚力; l_i 为土条滑面长; $N=W_i \sin Q_i$ 为第 i 土条垂直坡面方向的分力; $N \text{tg} \varphi$ 为第 i 土条摩擦力; Cl_i 为第 i 土条的内聚力; $N \text{tg} \varphi + Cl_i$ 为第 i 土条产生的抗滑力; $W_i \sin Q_i$ 为第 i 土条产生的下滑力(表 1)。

表 1 滑坡稳定性参数计算

条块编号	条块重量 W_i (kN)	滑面倾角 α_i ($^\circ$)	滑面长度 L_i (m)	Cl_i
1	5815.29	61.6	37.6	88.0
2	10331.17	37.5	26.0	130.0
3	23981.04	25.2	53.9	269.5
4	13393.36	20.0	51.6	258.0

据上述计算表明:天然状态下,滑坡稳定系数 $K=0.976$,表明滑坡目前整体处于临界变形,而局部外在蠕滑变形阶段,与现状基本一致,但是在暴雨等不利因素作用下,滑坡会发生大规模滑动,应及时进行整治。

2.2 崩塌危险性评估

崩塌与岩堆是控制该段公路选线的重要不良地质灾害体,须采取必要的处理措施。沿线共调查有崩塌 42 处,以强风化基岩卸荷崩塌为主,其次为覆盖层松动岩块垮塌。现以 K64+150 处崩塌为例,

分析崩塌的危险性,并对其进行危险性评估。

2.2.1 滑坡基本特征

崩塌体位于拟改建公路 K64+900~K65+000 处,斜坡地势陡峻,坡面整体稳定,为岩质边坡,坡下形成倒石堆,坡顶为基岩。崩塌体形成的后部崩塌壁高 2~5 m,坡高 70 m,崩塌体横向发育宽 50 m,纵向长 80 m。该段崩塌体主要为风化基岩垮塌,但由于岩体风化卸荷作用较强,局部岩石形成危石,危石块径为 5~30 cm,最大可达到 80 cm。基岩主要为较软的变质长石石英砂岩夹千枚岩偶夹灰岩组成,岩体较破碎,裂隙发育,为碎屑崩塌体提供了重要的物源(图 3,图 4)。



图 3 K64+150 处崩塌侧面

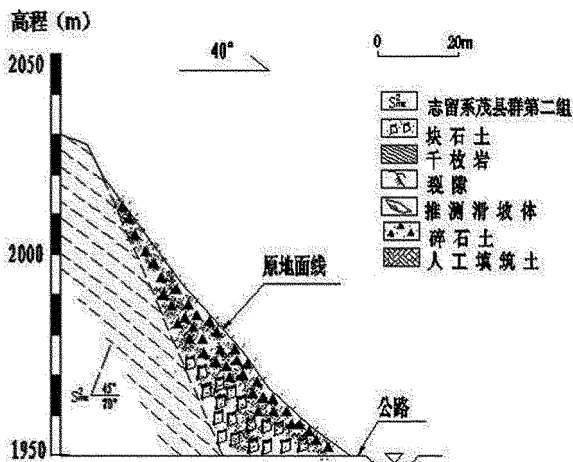


图 4 K64+150 处崩塌剖面图

2.2.2 崩塌稳定性评价

据该区地质地貌特征,选择楔体极限平衡分析公式计算稳定系数(公式 1)。计算剖面选用沿主轴线方向上的纵剖面;碎石、碎屑崩塌岩土体主要特征参数 c, Φ, γ_0 值参照工程地质手册和经验取值如下: $C=5 \text{ kPa}, \Phi=44^\circ, \gamma_0=17 \text{ kN/m}^3$;采取现场调查估测并结合经验拟合来确定软弱面。

经计算分析,天然状态下,滑坡稳定系数 $K=0.95$,表明崩塌体目前处于变形阶段,与现状基本一致,应进行整治处理。

3 结语

(1)国道 317 线汶川至马尔康段公路通过区域,地形地貌多样、地质构造复杂、岩性岩相变化大、水文地质及工程地质条件一般,破坏地质环境的人类工程活动较强烈,地质环境条件较复杂。大部分路段地质灾害发育为弱—中等,部分路段地质灾害发育强烈。上述高等级公路为线状工程,线路长 208.216km,工程量大,投资较多,属重要建设项目,为一级评估项目。

(2)通过现场调查和分析利用已有的勘察设计资料,基本查明了拟改建公路沿线的地形地貌和地质环境条件及主要的地质灾害类型和分布特征。公路沿线地质灾害现状和发育程度,在大部分路段为弱—中等,部分路段地质灾害属强发育。公路沿线地质灾害现有类型主要有滑坡和崩塌,其中滑坡 25 处和崩塌 42 处,并对其进行了地质灾害危险性综合评估。

(3)建议对改建公路工程区的地质灾害和可能发生的地质灾害及相应环境问题,采取防治工程措施和生态环境保护措施,以达到预防和减轻地质灾害危害的目的,同时做好施工期及运行期的地质灾害监测预警工作和制订防灾预案。

参考文献:

- [1] 地质灾害防治管理办法[Z]. 中华人民共和国国土资源部, 1999.
- [2] 陈君. 公路建设用地地质灾害危险性评估实践与认识[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2001, 12(1): 67-70.

From Wenchuan to Maerkang of G317 Highway

QIN Huazhong

(Regional Geological Survey Brigade of Sichuan Exploration Bureau of Geology and Mineral Resources, Sichuan Shuangliu 610213, China)

Abstract: In order to reduce interaction between highway construction projects and geological disasters, risk assessment of geological hazards of construction using land should be carried out before carrying out the projects. Combining with characteristics of reconstruction projects from Wenchuan to Maerkang of G317 Highway, possibility of landslides and avalanches caused by engineering construction has been analyzed, and relative protection countermeasures are put forward as well. It will provide suitable suggestions for planned highway construction.

Key words: Construction using land; landslide; avalanches; risk assessment; Maerkang area in Wenchuan county