

文章编号 1001-8166(2004)增-0250-04

## 川藏公路海竹段泥石流问题及对策分析

胡瑾<sup>1</sup>,李又<sup>2</sup>,聂平<sup>3</sup>,华政辉<sup>3</sup>,李永江<sup>3</sup>,刘波<sup>3</sup>,李创<sup>3</sup>

(1.成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家专业实验室,四川 成都 610059;  
2.四川省交通厅,四川 成都 610041;3.川藏路甘孜州改线段指挥部,四川 成都 610000)

**摘要** 在简要介绍川藏公路海竹段自然环境条件及地质构造条件的基础上,对该段公路沿线的地质灾害的特点及危害做了简单描述,重点阐述了该段所发育的泥石流的分布特征、危害、形成机制、发展趋势及整治对策及措施。

**关键词** 川藏公路;海竹段;泥石流  
**中图分类号** P642.23 **文献标识码** A

川藏公路是我国 318 国道的一部分,是西藏联络内地的两大交通命脉之一,对发展西藏经济、加强民族团结和保证国家安全等方面均具有重要的战略意义。但是,雅安以北的地区,山高谷深,地形陡峻;地震等构造活动强烈,岩体破碎,降水丰富,冰雪覆盖广,是我国地质灾害种类最多、分布最广、活动最频繁、危害最严重的地区之一。在该区域发育的主要地质灾害有泥石流、滑坡和崩塌等。为确保该路段的畅通,保证西藏及甘孜州地区经济的持续发展,就必须研究该路段各种地质灾害的分布及活动规律,做好相应的防治工作。目前正在进行的 318 国道甘孜州改线段工程即是为了改变目前川藏公路地质灾害频繁发生,尤其是滑坡与泥石流极为发育,抵御自然灾害的能力差,严重影响着进藏物资的运输和当地经济的发展的现状而实施的。该工程包括川藏公路海子山至竹巴笼、雅江过境段公路改建工程,该路段按 2 级公路标准建设,拟建特大桥、大桥 7 座,隧道 7 座,隧道全长近 11 km,水泥路面 65 km,沥青路面 64 km。工期为 4 年半。地形复杂,地质条件恶劣,抗灾能力弱,滑坡、水毁、塌方极为严重。

### 1 海竹段自然环境及地质构造条件

#### 1.1 地理位置及社会环境

318 国道海子山—竹巴笼段,起于海子山无量河

桥头,止于川藏交界金沙江大桥西藏岸,路线全长 127.0 km。行政区划隶属于四川省甘孜藏族自治州巴塘县。该段地处四川省甘孜州,主要通过的县城为里塘县,沿途地广人稀,沿线居民主要以农牧业为生。

#### 1.2 地貌及水文气象条件

该工程沿线所处区域地处青藏高原东南翼,横断山脉北段。地势特征为北高南低、东高西低。主要山脉近南北向展布,发育明显受区域构造控制。总之,该区地形陡峻,气候多变,环境恶劣。该路段跨越两大水系,海子山分水岭以东地区为雅砻江,其支流无量河在区内发育,以西为金沙江水系,其支流巴曲河在区内展布。河流次级支流发育,总体呈羽状或树枝状分布。在 9 月到次年 4 月为枯水期,5~9 月为汛期,河水暴涨暴落,枯洪水位差 1~3 m。该区处于季风湿润气候和干冷气候交接地带,全年多风少雨,旱雨季节分明,垂直气候明显。年降水量一般在 750 mm 左右,一般降水分布特点是高山多于谷地,背风面多于迎风面,阴坡多于阳坡,平水期降水量较小,雨季时暴雨集中,洪水暴涨,冲刷剧烈,各种地质灾害频繁发生。

#### 1.3 地层岩性及地质构造

区内地层除缺失侏罗系、白垩系和前寒武系外,其它各系均有出露,以二叠系、三叠系分布最广。新生代以前的地层,多经受区域变质,以浅变质为主,

局部变质较深,达片岩程度。第四系大面积分布于海子山无量河及措尼巴以西海拔 4 200 m 以上地带,此外沿各级河流、沟谷两岸、山麓及其边缘均有分布,主要有冰碛、冲洪积、残坡积、化学沉积、湖沼沉积等,其中前 3 种最为发育。河流主要发育三级阶地。

区内构造主要由北北西构造、北东向和南北向构造组成。其中北北西向褶皱极为发育,主要有金沙江复背斜,加尔—党结真拉复背斜,义敦—毛垭坝复向斜。本区断裂以北北西向最为发育,并在上德达以西地段尤为密集。

#### 1.4 新构造运动与地震

该区为新构造活动强烈区,具强烈的差异性升降为主兼具水平挤压特征。

本路段主要属巴塘地震带,属多震带。地震烈度按度考虑。

#### 1.5 水文地质条件

本区地下水主要赋存、运移于构造裂隙中,富水性主要受岩性和构造控制。有松散岩类孔隙水、基岩裂隙水及岩溶水。

## 2 海竹段沿线地质灾害的特点及危害

### 2.1 主要地质灾害类型

该路段沿线地区,由于地质构造、地貌条件、水文气象及人为破坏因素,造成地质灾害种类多,分布广泛、活动频繁。其中对公路畅通造成直接影响的主要有泥石流、崩塌与滑坡。

### 2.2 主要地质灾害活动特点

这些不同的地质灾害常相互转化、互相依存,常具有相互触发或互为因果的关系。

### 2.3 影响与危害

公路沿线的地质灾害不仅在建设过程中造成经济损失和施工危险性增大,在营运过程中也会影响人民的生命财产安全。该路段沿线地质灾害有的在历史上一直存在,由于筑路的影响加剧了其影响,而有的则可能由于筑路而产生。在该公路修通前我们只能就已有的地质灾害做出调查,对潜在的地质灾害则通过分析进行判断。在建设阶段,地质灾害会延缓施工进度,甚至破坏施工设施,甚至造成施工人员的伤亡,建成通车后的地质灾害轻则阻断交通,给当地及西藏的经济军事造成一定的影响,重则直接威胁人民的生命财产安全。

## 3 海竹段沿线泥石流灾害

### 3.1 海竹段沿线泥石流分布特征

大量积聚的泥沙、岩屑、石块等,在水分的充分浸润饱和下,沿着斜坡或谷地象河流那样的流动过程称为流动作用,其中石、土和水的混合流动称为泥石流。泥石流可按水源分为冰川型、暴雨型和溃决型。同时可按活动形态分为沟谷型和坡面型。还可按规模分为大型、中型、小型。以及按危害程度分为极严重、严重、一般和轻微型。

海竹段沿线泥石流根据调查共有 101 处。按危害程度分极严重型 5 处,严重型 17 处,次严重型 20 处,一般型 59 处。按水源分暴雨型 99 处,冰川型 2 处。按活动形态分沟谷型 63 处,坡面型 38 处。按规模分大型 10 处,中型 28 处,小型 63 处(表 1)。

表 1 海竹段沿线泥石流分类表

泥石流 分类	按危害程度分			按水源分			按活动形态分		按规模分		
	极严重 型	严重 型	次严重 型	暴雨 型	冰川 型	溃决 型	沟谷 型	坡面 型	大 型	中 型	小 型
数量 (处)	5	17	20	99	2	0	63	38	10	28	63

### 3.2 海竹段沿线泥石流危害

海竹段沿线泥石流的危害是十分严重的。早在公路修筑以前,由于该地区气候水文环境、地形地貌及岩性构造的特殊性,区内泥石流灾害就十分发育。而老川藏线贯通后,由于对地表植被的恢复不够,加上当地人环保意识淡漠,乱砍乱伐现象严重,造成泥石流的活动更加强烈,经常堵塞淤桥,淤埋路面,冲毁路基和防护设施,甚至毁路断桥,同时由于后期的人为破坏加重了泥石流的危害程度,使得原先设计的泥石流的防护设施失效破坏的现象也屡见不鲜(图 1)。而且泥石流有突然爆发的特点,这就使泥石流爆发造成的生命财产损失更为惨重。

而且由于目前已形成乱砍乱伐—植被破坏—水土流失—发育坡面型泥石流(图 2)—形成沟谷—发育沟谷型泥石流—进一步破坏植被的恶性循环,将来这一地区的泥石流发育的数量、规模和危害程度还有可能进一步加剧,这是一个值得大家重视的问题。

### 3.3 海竹段沿线泥石流形成机制

形成泥石流的基本条件是固体物质的大量供给和聚集,另外还要有适当的地形、地质、气候及其他自然因素的促成。海竹段大量泥石流的产生就是在适当的地形、地质、气候及其他自然因素的影响下,在自然和人为因素作用下形成的大量固体物质可提供的情况下形成的。



图 1 海竹段某处泥石流使原防护设施失效

### 3.3.1 地形

泥石流通常发生在地形复杂的山区,沟谷型泥石流上游为形成区,是一个三面环山、一面出口的圈椅型凹地。凹地内有平面上呈鸡爪状分布的深切沟谷,地形陡峻,植被生长不良,这样的地形最有利于聚集风化岩屑及降水、降雪。中游为流通区,多为一个深切的狭窄沟谷,坡度很陡。下游为堆积区,多位于山口平缓开阔地带,泥、沙、石块在这里堆积成为扇状、垄岗状等乱石堆。海竹段完全符合这些特征的地段很多,因此其泥石流也非常发育。



图 2 坡面型泥石流的大量发育

由于自然因素或人为破坏的缘故,海竹段沿线山体植被覆盖情况均较差,岩层裸露在地表,在该处高寒山区各种因素的作用下,使得当地岩层风化作用非常强烈,如沿线本身处于构造运动上升地区,剥蚀作用强烈,地面切割程度高,地形陡峻,岩体裂隙发育,使水分能渗入岩体,引起更进一步的风化作用,水在岩体中的冰冻作用造成地表岩层较破碎,山坡坡度较陡,地下水位低,植物不易存活,同时较陡的山坡使风化产物难以保存在原地,这样就使未风化的岩石不断暴露地表接受风化作用,风化作用影

响范围较广等。在这些因素的共同作用下,海竹段沿线山体发育大量坡面型泥石流(图 2)。

坡面型泥石流的继续发展,就会首先在坡面上形成一道道沟槽,沟槽在风化作用和水流的冲刷作用下不断加宽加深,互相吞并,形成沟谷,沟谷在溯源侵蚀的作用下不断向山体深处发展,在源头形成圈椅形凹地。同时在沟谷形成的过程中,植被不断被毁坏,使得植被覆盖率更低,更进一步加快了沟谷形成的进程。泥石流在下游会形成堆积区,海竹段沿线山高谷深,泥石流在出口处形成的堆积物,轻则压缩河道,加剧河床两边的冲刷作用,引发塌岸甚至诱发滑坡,重则直接堵塞河道,其溃决会引起水毁,危害上下游沿河公路工程及居民生命财产安全。

### 3.3.2 物质来源

泥石流的发育离不开松散物质,因为只有大量松散物质的存在,才能使泥石流具有形成的物质基础。在海竹段沿线,山高谷深,冰冻风化和其他物理风化作用十分强烈,经常发生岩崩,大量岩块崩落在凹地内,成为泥石流的主要物质来源,同时该地区也是新构造运动上升强烈地区,各级断裂发育,使各种物理风化作用更易深入广泛的进行,使得提供给泥石流的充分持续的物质来源成为了可能。

### 3.3.3 水

在地形及物质来源都具备的条件下,泥石流的发生还需要一个触发因素——水。因为当堆积物内水分充分饱和后,减小了内摩擦力和粘聚力,增加了滑动力,同时降雨,特别是暴雨或溶雪后,水流强烈冲刷掏挖沟床及岸坡,造成滑坡、崩塌等,为泥石流的形成提供了更丰富的物质来源,同时给这些物质的运移提供了强大的动力,直接诱发泥石流。海竹段沿线的气候条件十分适合泥石流发育——该地区处于季风湿润气候和干冷气候交接地带,全年多风少雨,旱雨季节分明,垂直气候明显,一般降水分布特点是高山多于谷地,背风面多于迎风面,阴坡多于阳坡,平水期降水量较小,雨季时暴雨集中,洪水暴涨,冲刷剧烈。平时雨水少有助于物质的积累,以免物质被不断的降水带走,无法形成有效的物源区。雨季时暴雨集中或冰雪溶水给泥石流的产生提供了丰富的物质来源和强大的动力,使得这一地区泥石流非常发育。

### 3.4 海竹段沿线泥石流发展预测

根据调查及推测海竹段的 101 处泥石流,其发展趋势为:极不稳定 50 处,不稳定 35 处,次稳定 16 处。其中极不稳定和不稳定的泥石流共有 85 处,占

总数的 84% ,爆发大规模泥石流的可能性较大 ,对公路具有较大的潜在危害。其余 16 处活动性较弱 ,占总数的 16% ,这部分泥石流再次爆发大规模的泥石流条件不充分 ,但如果环境因素强化或突变 ,则可能形成新的泥石流 ,对公路仍有一定潜在的威胁。

### 3.5 海竹段沿线泥石流整治对策及措施

根据泥石流发展趋势的不同 ,大体可以分为如下几种整治对策及措施 :对次稳定型及稳定型泥石流 ,主要采用清除原泥石流堆积物 ,注意环境保护与水土保持的方法整治 ,所处位置较重要的还可加设涵洞 ,若离线路较远处也可不整治 ;对不稳定型泥石流 ,主要采用设涵洞过水 ,使用棚洞 ,设挡墙处治 ,结合清除原泥石流堆积物 ,注意环境保护与水土保持的方法整治 ;对极不稳定型泥石流 ,则根据严重程度及与路线的远近关系采用改线绕避 ,将泥石流归槽后 ,采用桥跨形式绕开泥石流或设涵洞使泥石流从涵洞通过 ,结合改善冲沟沟口及植树涵养水土 ,清除原泥石流堆积物 ,设挡墙等方法整治。特别值得重

视的是对坡面采取一些水土保持的措施 ,会起到标本兼治的作用 ,因为一方面可以减少物质来源 ,另一方面可以降低水分的冲蚀作用 ,避免泥石流沟的扩大 ,防止泥石流从坡面型向沟谷型转化。

## 4 结论与建议

根据上述内容 ,海竹段地质灾害问题 ,尤其是泥石流问题是非常值得重视的问题 ,我们应该通过一定的技术措施结合水土保持、植树造林等辅助措施改善泥石流发育的强度和规模 ,保证川藏线的畅通。

### 参考文献(References) :

- [1] 李叔达主编 动力地质学原理[M] 北京 :地质出版社 ,1987 .
- [2] 张俾元 工程地质分析原理[M] 北京 :地质出版社 ,1994 .
- [3] 罗德富 ,朱平等编 川藏公路南线(西藏境内)山地灾害及防治对策[R] 北京 :科学出版社 ,1995 .
- [4] 四川省公路勘察设计规划研究院 海竹段公路工程地质勘察报告[R] 2003 .

## ISSUE OF MUD-ROCK FLOW AND ANALYSE OF ITS DISCOUNTER-MEASURE OF SECTION BETWEEN HAI ZHU OF HIGHWAY BETWEEN SICHUAN AND TIBET

HU Jin<sup>1</sup> , LI You<sup>2</sup> , NIE Pin<sup>3</sup> , HUA Zhen-hui<sup>3</sup> ,  
LI Yun-jiang<sup>3</sup> , LIU Bou<sup>3</sup> , LI Chuang<sup>3</sup>

(1. Chengdu University of Technology , Chengdu 610059 , China ;

2. Sichuan Province Communications Department , Chengdu 610041 , China)

**Abstract :** The paper introduced nature environment conditions and geological structural conditions about section between Haizishan and Zhubalong of highway between Sichuan and Tibet at first , on the basis of this , simply described characteristics and dangers about geological calamity of section between hai and zhu , chiefly expounded distributed characteristics , dangers , take shape mechanism , development tendency and dredge counter-measures about mud-rock flow at section between hai and zhu .

**Key words :** Highway between Sichuan and Tibet ; Section between Haizishan and Zhubalong ; Mud-rock flow .