

# 川藏公路海子山至竹巴笼段主要地质灾害评价

王小群<sup>1</sup> 叶尚其<sup>2</sup> 江中平<sup>2</sup> 谢 晔<sup>1</sup>

(1. 成都理工大学环境与土木工程学院, 成都 610059; 2. 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院)

[摘要] 对川藏路海竹段沿线工程地质条件研究的基础上, 对该段主要地质灾害进行了分析, 并结合所做出的评价提出了切实可行的处治建议, 对海竹段改建工程的设计与施工具有指导意义。

[关键词] 川藏公路; 海子山; 竹巴笼; 工程地质条件; 地质灾害

[分类号] P694,U 418.5 [文献标识码] A

## 1 概 述

川藏公路是中国西部的公路大通道之一, 它的修建对于促进西藏经济发展、社会稳定及国防建设都具有极为重要的作用。

川藏公路虽然地处恶劣的自然地理条件和落后的经济技术条件, 却为藏区社会经济发展做出过巨大的贡献; 但时过境迁, 随着公路沿线生态环境的逐步恶化, 沿线工程地质条件也进一步恶化, 地质病害已非常突出, 特别是1998年特大洪水的洗劫, 严重地影响了公路的正常运营, 位于巴塘县境内的海子山至竹巴笼段作为四川省内地形、地质条件最为复杂的一段, 表现得尤为突出。海竹段起于巴塘县海子山无量河, 自海子山下行, 布线于巴曲河两岸和金沙江左岸, 止于川藏交界金沙江大桥西藏岸, 全长约156 km。沿线边坡陡峻, 地形狭窄, 河流落差大, 水流湍急, 河床下切剧烈, 加上沿线复杂的工程地质和水文地质条件, 在各种自然和人为因素作用下, 诱发了大量破坏性的工程地质病害, 已严重地危及到道路的安全和营运, 改造海竹段、治理海竹段道路病害已迫在眉睫。因此, 查清海竹段沿线的工程地质条件, 做出正确的灾害评价对于道路改造施工就显得特别重要。

## 2 工程地质条件

### 2.1 地理位置及水文、气象

海子山至竹巴笼段位于四川省巴塘县境内(图1)。区内水系在海子山以东为雅砻江水系之无量河流域; 以西为金沙江水系, 其支流德曲河、巴曲河在区内展布, 其次级支流发育, 如热昌隆、纳希布、水磨沟、朗达曲卡等, 总体呈羽状或树枝状分布, 均受冰雪融水及大气降水的影响, 具暴涨暴落的特征。区内河流走向受断裂构造影响明显, 特别是巴曲河, 其走向基本与巴塘-莫西大断裂走向一致。按本路所处地理纬度, 应属亚热带气候, 但由于海拔高度、南北走向的山脉和大气环流的影响, 除金沙江河谷地带外, 大部分地区属大陆性季风气候, 其特征主要表现为冬长夏短, 四季变化不明显, 旱、雨季分明, 垂直气候明显, 雨热同季, 且植被具垂直分布和发育不均性, 而降水量则由北向南递减, 总的分布趋势是北部多, 南部少; 同时降水量也有垂直变化规律, 一般高山多于谷地, 迎风坡多于背风坡。降水量和降水日数随海拔高度升高而增多, 境内最大降水量高度在3400~3500 m附近。从降水量的分配看, 是极不均匀的, 主要集中于暖季, 5~9月降水量占全年总降水量

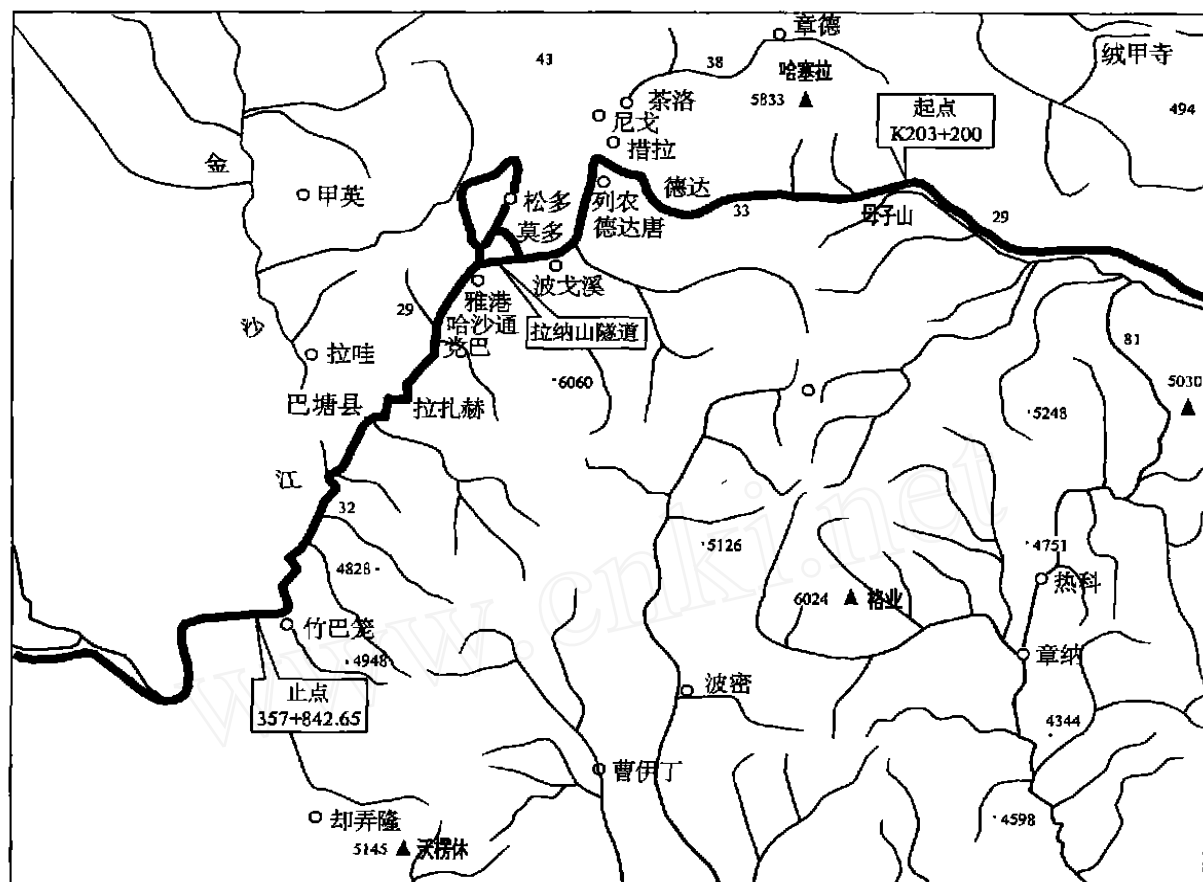


图1 海子山至竹巴笼段交通示意图

Access situation plan between the Haizimountain and Zhubabng

的 91.3%。从暴雨情况看,暴雨最早开始于 6 月 10 日,最晚结束于 9 月 23 日。一日最大降水量 46 mm,一小时最大降水量 25.1 mm,10 分钟最大降水量为 10 mm,这就为泥石流暴发创造了有利条件。

## 2.2 地形地貌

海子山至竹巴笼段地处青藏高原东南翼,横断山脉北段,总体表现为北东高、南西低,区内构造作用强烈,褶皱、断裂发育,新构造运动活跃。同时由于金沙江及其支流巴曲的切割侵蚀,以及强烈的温差和风力作用,形成山高谷深、陡峻崎岖的山地。根据区内地貌发育特征,起点 K3203+200 至 K3216 (海子山分水岭) 段为山间盆地地貌, K3216 至 K3225 段为冰川地貌, K3225 经义敦拉纳山至 K3321 为“V”型河谷地貌, K3321 经巴塘至竹巴笼止点为“U”型河谷地貌。

## 2.3 构造与地震

沿线地层以二叠系、三叠系区域浅变质岩为主,局部变质较深,并分布寒武纪、志留纪地层及

岩浆岩。第四系分布广泛,其中海子山小毛垭盆地以冰积及冰川堆积为主,巴曲及金沙江岸坡崩坡积及坡洪积成裙广泛分布,冲洪积主要分布于河流阶地及漫滩。

海竹段沿线位于新构造运动强烈区。从第三纪末、第四纪初以来,新构造运动以强烈的差异性升降为主并具水平挤压特征,主要表现为: (1) 地壳强烈上升; (2) 水系发育速度加快,河流下切强烈; (3) 冰川谷下切较强烈; (4) 地下水位普遍降低,公路沿线多见温泉泉溢出; (5) 老断裂带复活; (6) 地震活动频繁,且震中的分布均与主要活动断裂带有关,其中巴塘—莫西断裂带近期活动频繁,沿断裂带除频繁的地震活动外,滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害呈带状出现(如松多滑坡群、波戈溪滑坡群、列衣滑坡群等),而且活动断裂带也是晚近期以来地下岩浆活动十分活跃的地区。

沿线属巴塘地震带,其中 K3203~K3229 (305 道班) 为Ⅵ度地震区, K3229 (305 道班)~K3245+600 (义墩) 为Ⅶ度地震区, K3245+600

(义敦)至 K3321(巴塘)为Ⅷ度地震区, K3321(巴塘)至止点(竹巴笼)为Ⅸ度地震区。

2 4 水文地质条件

境内海子山段(K3203~ K3230)松散岩类孔隙水受冰雪融水及大气降水影响表现相对发育, 且于雪融期多于公路边坡及低缓带以涎流冰的形式出现。K3230(305 道班)至止点段地下水发育较弱, 多受季节性大气降水及人工灌溉渠的影响, 并与之同步消涨, 表现为径流途径短、就近补给、就近排泄。该区地下水另一个明显的特点是沿线温

泉出露较多, 且受构造控制, 集中分布于巴塘- 莫西活动断裂带及格聂侵入岩体边缘的围岩接触带。

3 主要灾害评价与防治

3 1 主要地质灾害及其危害

受区域新构造运动、地层岩性、地形地貌及气候影响, 该路线分布着广泛的地质灾害, 详见表 1。

表 1 沿线地质灾害分布一览表

Table 1 Distribution of geological calamities along the line

灾害类型	灾害特征及其危害	灾害分布范围	处治建议
季节性冻土	路基危害表现为弱冻胀、翻浆, 属于漫洼地, 为高地下水位冻土	分布总长约 660 m	提高原路标高, 增强路基截排水能力
涎流冰	河谷涎流冰 无量河支流出冰蚀路基及桥基	分布总长约 949 m	设挡加固, 增大桥涵排导能力
	山坡涎流冰 造成滚石频繁, 危害行车安全	分布总长约 11 295 m	设挡加固, 坡顶开挖排水沟
滑 坡	多为老滑坡被人工或自然破坏后复活, 严重危害路基安全	分布总长约 4800 m	根据不同路段不同成因采取相应措施
泥石流	沿线泥石流多为沟谷型泥石流和坡面型泥石流, 容易造成灾害的发生, 严重危害着公路安全	沿线共有 134 处泥石流分布其中, 还有 5 处泥石流群分布	根据不同路段不同成因采取相应措施
崩塌、岩堆	沿线崩塌、岩堆多为板岩崩塌造成, 规模大小不一	分布总长约 3450 m	根据不同路段不同成因采取相应措施
路基翻浆、冻胀	由于存在沼泽常年积水, 造成新建路基翻浆、冻胀	分布约 270 m	路基采取路堤式通过, 并采用附近塔头草反铺基底, 其空隙用碎石回填, 并设保温护道, 另加载排水措施

海子山小毛垭盆地不良地质现象以风吹积雪、涎流冰为主, 并具冻土, 反映在路基病害上表现为雪害、冰害及路基翻浆、沉降。

海子山以西至义敦沟、拉纳山及止点, 不良地质现象受强烈的新构造运动及干燥气候的控制, 主要表现为滑坡、泥石流、崩塌及风沙。经调查统计, 全线滑坡共 42 处, 其中列衣滑坡、格丹滑坡、松多 1 号~ 3 号滑坡、雅洼滑坡、K3300+ 100~ K3302+ 400 段滑坡群为特大及大型滑坡。泥石流 141 处, 其中巴久曲、水磨沟、朗达曲卡、竹巴笼沟等共 7 处为大型沟谷型泥石流沟, 另有中型泥石流 23 处, 小型泥石流 111 处, 所有泥石流均属暴雨型泥石流, 其中坡面泥石流 77 处; 沟谷泥石流 64 处, 沿线坡面型泥石流主要集中于党巴至金沙江岸坡一带。

全路段的崩塌较多, 全线共发现 56 处不同规模崩塌, 主要发育于灰岩及板岩出露地段, 其中危害较为严重的有两段, 即 K3252+ 710~ K3252+ 900 和 K3335+ 340~ K3335+ 390 段。

本路自 K3218 海子湖起先后沿德曲、巴曲及金沙江岸展线, 沿溪线特征十分明显, 路基水毁也是本路路基病害的一大特点。

3 2 病害成因分析

通过以上分析, 沿线存在如此多且集中的地质灾害主要与以下几个因素有关: (1) 区域地质构造: 本路区域上处于深大断裂带、褶皱带与活动带上, 其中表现最突出的就是地震, 以破坏山体的稳定, 形成滑坡、崩塌、滚石, 同时也为泥石流提供固体物质; 而泥石流的活动也加剧滑坡、崩塌的发展。(2) 地层岩性: 沿线广泛分布工程性质较差的片岩、千枚岩等。(3) 广泛分布的坡洪积、崩坡积体为不良地质的发生和发展提供了大量的物质条件。(4) 地形地貌: 区内山体平均坡比一般 1 : 1.0 ~ 1 : 2.0, 且越往山顶坡度越陡, 直立、悬置现象频现, 为不良地质的发生和发展提供了有利条件。(5) 干燥的区域气候促使岩石风化强烈, 其主要表现为高温差、强风、降雨集中。(6) 人工因素也是该地区地质灾害发生、发展的重要因素, 其形式为公

路切坡未防护、大面积砍伐林木、过度放牧破坏植被、人工水渠漏水等。

### 3.3 处治建议

在沿线复杂的地质、地形及自然气候条件下改造海竹段, 彻底整治、一劳永逸是不可能的; 但仅靠人工养护、机械保通也不能实现道路通达, 应“建”、“管”、“养”相结合全面整治。对风吹积雪、涎流冰为主兼具冻土特征的路段处治措施主要为设深宽边沟降低地下水位; 积雪、聚冰, 必要时设挡冰墙和增强路基保温措施(设无规聚丙烯混和料路面)或于路床设隔水层(分水岭 K3213~ K3216 段); 对滑坡路段处治措施应以绕避及挡防工程(抗滑桩、抗滑挡墙等)为主, 同时辅以清方及截排水设施并保护植被、封山育林; 对大型的泥石流沟, 不能绕避时可以大孔跨桥梁通过, 其余中、小沟谷型及坡面型泥石流沟可加强排导采用归槽以中小桥涵及梁式明洞通过, 必要时采用拦挡工程及过水路面, 加强养护处治, 同时应加强山坡的生物防护; 对易崩塌路段, 可采用斜撑梁加固、清除源区或挂网喷浆等措施加以处治; 而德曲河、巴曲河段计约 18 km 的沿溪线路基水毁段公路改建工程 and 对应河段的河道整治工程应是相辅相成的。

## 4 结 论

通过上述分析得出以下主要结论: 川藏公路

海子山至竹巴笼公路段由于其特殊的区域构造、地层岩性、地形地貌、水文气象以及人为的生态破坏等形成大量的滑坡、崩塌、泥石流等灾害。针对灾害形成的特点提出了“建”、“管”、“养”相结合的综合整治方案, 并提出了具体的防治措施。这对西部地区尤其是西部高寒地区的基础设施建设具有一定的参考意义。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张倬元, 王士天, 王兰生, 等. 工程地质分析原理[M], 北京: 地质出版社, 1981.
- [2] 中航煤测遥感局遥感应用研究院. 川藏公路(国道 318 线)海子山至竹巴笼段改线工程遥感工程地质解译报告[R]. 西安: 中航煤测遥感局遥感应用研究院, 1999.
- [3] 四川省地震局工程地震研究所. G318 线海子山至竹巴笼段公路工程场地地震安全性评价报告[R]. 成都: 四川省地震局工程地震研究所, 2001.
- [4] 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院. 川藏公路(国道 318 线)海子山至竹巴笼段工程可行性研究报告[R]. 成都: 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院, 2000.
- [5] 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院. 国道 318 线海子山至竹巴笼段改建两阶段初步设计文件[R]. 成都: 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院, 2002.
- [6] 王小群, 叶尚其, 王兰生. 大渡河官料河木呷沟泥石流特征研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2002, 13(2): 26 - 29.

## ANALYSIS AND APPRAISAL OF PRIMARY GEOLOGICAL HAZARDS BETWEEN THE HAIZIMOUNTAIN AND ZHUBALONG OF SICHUAN-TIBET ROAD

WANG Xiao-qun<sup>1</sup>, YE Shang-qi<sup>2</sup>, JIANG Zhong-ping<sup>2</sup>, XIE Ye<sup>1</sup>

(1. College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, China;

2. The Highway Programming Reconnaissance Design Academy, Sichuan Province Traffic Office, China)

**Abstract:** The rebuilding engineering of the Sichuan-Tibet road is one of the important items among the western great exploitation projects. The engineering conditions along the line between the Haizi Mountain and Zhubalong are analyzed in this paper. There are many geological hazards along the road — slope slide, collapse and debris flow, for example. These disasters have been formed resulting from special regional structures, the lithologic characters of strata, land forms, hydrometeorology and artificial ecology breakage. Some proposals of prevention and control methods for the geological hazards are put forward based on the appraisal. There are some direction significations aiming at the rebuilding engineering between Haizi Mountain and Zhubalong.

**Key words:** Sichuan-Tibet road; Haizi Mountain; Zhubalong; engineering geological condition; geological hazards