

文章编号: 1009-3850(2006)03-0081-04

西藏波密—林芝环境地质灾害及防治

李建忠¹, 郑来林¹, 耿全如¹, 孙志明¹, 董 翰², 李泰兴²

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 本文在利用遥感技术和野外实地调查的基础上, 研究了波密—林芝环境地质形成的主要控制因素, 认为印度板块和欧亚板块碰撞形成的东部构造结及其所形成的活动断裂系统控制了研究区的地形地貌发育、水文气候和植被, 进而控制洪涝、岩崩、泥石流、滑坡和崩塌, 以及地震等灾害, 并提出防治建议。

关键词: 环境地质灾害; 活动断层; 防治; 波密—林芝; 西藏

中图分类号: X141

文献标识码: A

研究区段位于西藏自治区林芝县和波密县川藏公路沿线, 地质构造、岩性复杂, 新构造运动强烈, 环境地质灾害频繁, 尤以滑坡和泥石流为甚, 严重影响了公路运输和交通安全。前人的研究主要集中在地质构造方面^[1~4], 而环境地质灾害的研究较少^[5~8]。本文以1:25万墨脱幅区域地质调查项目为依托, 利用遥感技术, 在前人的基础上, 野外实地系统地调查了研究区的环境地质灾害, 分析其成因, 提出防治建议。

1 自然、地质环境

1.1 地形特征

研究区大地构造位于印度板块与欧亚板块碰撞形成的喜马拉雅山脉的最东端, 是著名的东部构造结(图 1, 2)^[2, 3], 属藏东南高山峡谷地貌。其南面是喜马拉雅山脉的最东端, 北面是念青唐古拉山脉。雅鲁藏布江的支流帕龙藏布流经该区, 东久藏布和易贡藏布的江水分别在帕龙和通麦附近注入汹涌澎湃的帕龙藏布中。河谷海拔1800~3280m, 两侧山坡平均坡度在45°以上, 其中通麦到帕龙平均坡度可达60°以上; 在雪线以上为裸露的基岩, 坡度达60°~80°, 甚至陡立; 在雪线下为流沙坡和冰积物, 坡度较

缓; 河床和河谷上发育有少量的冲洪积物。

1.2 气候和植被特征

研究区属藏东南高山温湿季风气候, 印度洋的温湿气流沿雅鲁藏布江大峡谷北上, 湿季在这里形成了丰富的降水, 干季较干燥。河谷地区大多是冬无严寒, 夏无酷热, 十分适应植物生长。波密河谷年平均气温8~8.8℃, 多年平均8.4℃; 极端最高气温30.1℃, 最低气温-14.8℃; 最热7月份, 平均气温16.2℃, 最冷1月份, 平均气温-0.1℃; 日照时间长, 蒸发量较大; 降雨在波密县城河谷地带多年平均降雨831mm, 最大年份达1066mm。6~9月份雨水集中, 占全年的70%~90%。易贡、通麦为降雨高值区, 可达1000mm以上。除冰雪常年覆盖区、陡崖和流沙坡外, 其余均为植被覆盖。植物有明显的分带现象: 河谷竹林, 往上分别为阔叶林、针叶林和低矮的灌木林和高山草甸, 针叶林主要为针叶松和油松。

1.3 地质和地震

研究区地层为元古宇念青唐古拉群条带状混合岩、花岗质混合岩夹大理岩、黑云斜长片麻岩和石榴斜长片岩; 岩体分别为燕山期和喜马拉雅期的黑云二长花岗岩、黑云花岗闪长岩、黑云石英闪长岩和石英闪长岩。

收稿日期: 2005-08-15

第一作者简介: 李建忠, 1964年生, 副研究员, 博士, 主要从事区域地质、矿产勘查及环境地质工作。

资助项目: 中国地质调查局1:25万墨脱幅区域地质调查项目。

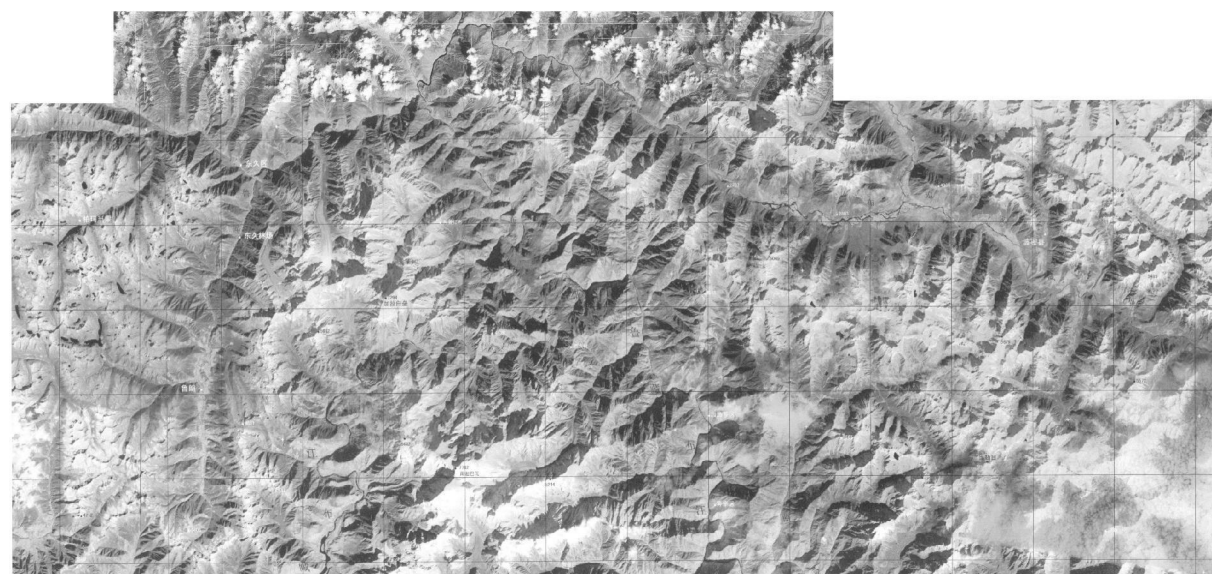


图1 川藏公路林芝—波密段遥感影像图(TM1、4、7波段合成)
Fig. 1 Remote sensing image of the Bomi-Nyingchi zone, Xizang

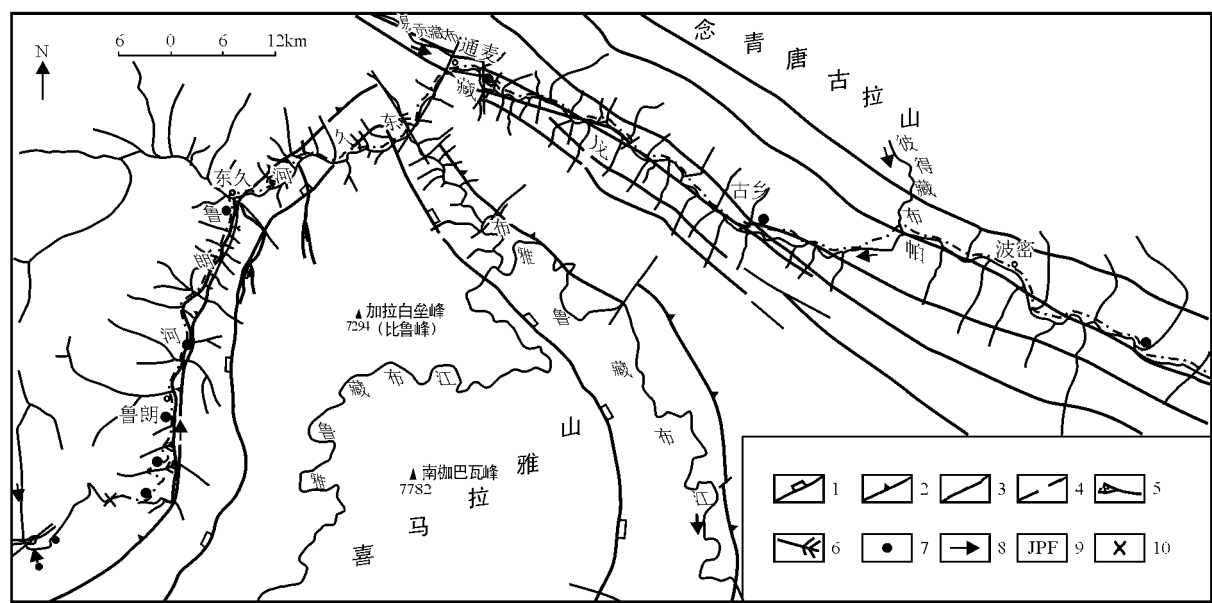


图2 川藏公路林芝—波密段地质构造及地质灾害分布图

1. 板块边界; 2. 俯冲带; 3. 断裂; 4. 推测断裂; 5. 现代冰川; 6. 主要的泥石流沟; 7. 滑坡点; 8. 水流方向; 9. 嘉黎-帕龙断裂; 10. 垭口

Fig. 2 Geological structures and hazards along the Bomi-Nyingchi zone, Xizang

1= plate boundary; 2= subduction zone; 3= fault; 4= inferred fault; 5= modern glacier; 6= gully; 7= landslide; 8= flow direction; 9= Jhari-Palung fault; 10= pass

研究区是念青唐古拉山和喜马拉雅山二大山脉的交接部位, 是印度板块和欧亚板块碰撞形成的东部构造结外围, 地震比较频繁, 沟壑基本沿活动断裂发育。据波密县的地震资料, 1980—2001年4级以上地震有15次(表1)。川藏公路正好建在帕龙-嘉黎活动断裂带和东部构造结的北西缘上。

嘉黎-帕龙断裂从嘉黎县往东经易贡、帕龙藏布, 往南东延伸至察隅, 呈北西-南东向展布。断裂带发育热泉、构造面理 $26^{\circ} \angle 80^{\circ}$ 和线理 $62^{\circ} \angle 75^{\circ}$, 频繁的滑坡和地震说明了它现在仍在活动, 是一个右旋斜落的正断层。米林-鲁朗剪切带是喜马拉雅东部构造结楔入体的北西边界, 呈北东-南西向展布,

表 1 波密—林芝环境地质灾害统计表(单位:次)

Table 1 Statistics of the geological hazards along the Bomi-Nyingchi zone, Xizang

区 段	长度(km)	泥石流	滑 坡	大塌方	崩塌	雪 崩	地 震	合 计
林芝-鲁朗	41	9	5		2	3	1980—2001 年 4 级以上地震 15 次	19
鲁朗-通麦	80	33	7	5	11			51
通麦-波密	89	34	3	1	9			48

注:据文献^[6,7]及本项目野外资料

发育构造面理 $45^{\circ} \sim 51^{\circ}$,是一个左旋的走滑剪切带。

2 研究区环境地质灾害

2.1 地震灾害

研究区分布着帕龙-嘉黎活动断裂带和东部构造结,是地壳构造应力集中区,新构造运动和地震活动十分频繁,地震烈度为 9 度。据西藏自治区地震局记载,从 1911—1965 年间,波密县境内发生 4 级以上地震170余次,5 级以上地震130余次。地震可激发泥石流、冰崩、雪崩、岩崩、崩塌和滑坡。如,古乡沟在1953年爆发的泥石流是当时的冷曲河口地震触发。

2.2 泥石流灾害

研究区最主要的环境地质灾害是泥石流。按水源对泥石流的控制作用,将该区泥石流分为暴雨型泥石流、降水型泥石流、冰川型泥石流、冰雪消融-降雨性泥石流和冰湖溃决型泥石流等 5 种类型,主要泥石流类型是降水型泥石流。1968 年 6 月中旬连续降雨220mm,30年罕见,岗乡到波密一带的支沟都爆发了较大泥石流,资料显示,较大泥石流暴发周期大约10年左右。1953 年古乡沟遭遇多年罕见的持续高温,强烈的冰雪消融造成了规模巨大的泥石流暴发。冰川型泥石流一般发生在 7 月中旬到 9 月中旬,连续的晴朗天气午后至傍晚。1988 年 7 月15日米堆冰湖溃决,最大洪峰 $1279\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$,溃决水量 $540 \times 10^4 \text{m}^3$,形成大规模的泥石流洪水灾害^[5]。在川藏公路林芝到波密段,沿公路现代冰川沟只有 2 条,由于冰积物离公路较远,发生冰川型泥石流对公路的危害可能不大。冰湖溃决型泥石流,常常是持续的日晴高湿,冰川突然前进深入冰湖造成终积堤溃决,也有由于终积堤内的埋藏冰融化因潜蚀而迅速发展为管涌而导致溃决,米堆冰湖溃决就属于这个情况。暴雨在波密县气象局的资料记载中未有反映,但由于有雅鲁藏布江大峡谷这个暖湿气流通道,不排除在局部有暴雨及其触发的泥石流。除降水使冰积物含水量至饱和状态外,降水释放的潜热也可使终积堤内的冰雪消融而引发泥石流。

林芝县城至鲁朗41km,泥石流 9 处;鲁朗至通麦 80km,泥石流 33 处;通麦至波密89km,泥石流 34 处。仅在 2000 年 5 月到 9 月初的野外地质调查期间,鲁朗到帕龙藏布就有 3 处泥石流沟爆发泥石流,据实地调查和遥感影像,这些泥石流沟的物源基本来自于物理风化的产物和崩塌滑坡,而非冰积物,诱因在于连续不断的降雨,属于降水型泥石流。

2.3 崩塌滑坡灾害

研究区由于新构造运动,抬升十分强烈,地震活动频繁,降水集中活跃,河道急剧下切,河床纵比降大,易形成陡边坡,为崩塌、滑坡创造了条件,而且常常是崩塌、滑坡规模大、频度高,堵江溃坝,洪水突出,常常阻碍川藏公路的运输,是崩塌、滑坡灾害最危险的地区。林芝县城至鲁朗 41km,滑坡、崩塌 5 处;鲁朗至通麦80km,滑坡、崩塌23处;通麦至波密 89km,滑坡、崩塌13处。仅在 2000 年 5 月到 9 月和次年的 5 月到 9 月野外地质调查期间,川藏公路通麦附近就多次滑坡,造成交通堵塞、人员伤亡和财产损失,究其原因是该处发育活动断层。

3 环境地质灾害形成机理

从环境地质灾害的分布和结果来看,研究区地质环境灾害的形成起决定性作用的因素是印度板块和欧亚板块碰撞形成的东部构造结及其所形成的活动断裂系统。其中的嘉黎-帕龙活动断裂和米林-鲁朗活动剪切带控制了川藏公路波密-林芝段的地形地貌发育、水文气候和植被,进而控制洪涝、岩崩、泥石流、滑坡和崩塌,以及地震等灾害。新生代以来,印度板块与欧亚板块的碰撞形成了规模宏大的喜马拉雅山脉,在它的东部形成东部构造结;东部构造结向北东方向挤入,形成涡旋构造^[3],及其相应的断裂构造系统。近300万年以来,该区地壳垂直上升的速率为 $3\text{mm/a}^{[2]}$,末次冰期以来达 6.2mm/a ,基岩被河流快速下切,速率在 1.1mm/a 以上^[9]。这种快速的上升伴随着的沿断裂的强烈剥蚀,形成了世界第一大峡谷-雅鲁藏布江大峡谷,及其一级二级水系。形成的雅鲁藏布江大峡谷成为印度洋暖湿气流的通道,

在雨季带来了丰富的降水,又加强了侵蚀作用和高山峡谷地貌的发育。这些因素构成了构造隆升-剥蚀-高山峡谷地貌-气候-环境地质灾害相互作用的动态大系统。在这个自然系统的基础上,有人类活动的干扰,但这只能增加或减少环境地质灾害,而不能改变环境地质灾害本身,因为环境地质灾害是地壳剥蚀的一种自然过程。当然,这是从地质历史演化的时间尺度来说的,但对人类短期的活动,对于将会发生的滑坡,仍然可以采取积极有效的工程措施,使其在一段时间内停止滑动,以免影响生产和生活。环境地质灾害治理应以此为依据。

4 环境地质灾害防治对策

多种内外地质营力联合作用造成了该区段众多的环境地质灾害发生。在防治的理论和思想上,应重视工程地质、岩石力学、构造地质学、水文地质等多学科相结合,在此基础上提出多种措施优化,联合防治。为此,提出以下建议:

1. 建立综合信息系统,加强重要地质灾害监测

鉴于整个波密-林芝段岩性和地质构造条件复杂,所以一开始就有必要建立一个高效的综合地质信息系统(GIS)(刘大安、杨志法、柯天河等,2000)。对于滑坡和地震等地质灾害的防治十分重要。为此,应利用先进的高精度GPS技术,监测帕龙-嘉黎断裂带和米林-鲁朗剪切带以及较大的滑坡,并应用遥感(RS)和地质信息系统(GIS)等项技术,为工程规划、设计和施工提供科学依据。

2. 滑坡和泥石流的防治

由于该路段处于两大活动断裂带,岩性比较破碎,滑坡和泥石流等灾害较多,对于它们的防治十分重要。在理论上应重视多学科交叉,在方法上采用工程地质力学综合集成方法论(杨志法,1993),在工程决策方面注意对来自各方面信息的综合集成^[9]。对该区滑坡和泥石流等多发的关键地段,可考虑采取“避”的方法。所谓“避”的方法是指在某一特定地段,假若因长期的边坡维护和停运造成的损失将超过修建地下隧道或修建桥梁的费用,那么就应采用修建公路隧道或修建桥梁的方法。尽管公路隧桥或桥梁初期建设投资大,但对地质灾害多发的严重地段,修建隧道或桥梁可以长期有效地解决问题。桥梁要选择相对稳定的岩块做桥址,最好不要

在帕龙藏布上架桥,帕龙藏布基本沿帕龙-嘉黎活动断裂带发育,它的修建费用将十分的高。对该区滑坡和泥石流等少发或不发的地段,要注意其上部或

上游植被保护,避免乱砍乱伐和过度放牧;在滑坡工程治理方面,可采用抗滑桩、挡墙、挡墙和锚索、挡墙和钢筋混凝土受拉件相结合等支护结构,加上疏排水设施。难以避开的大滑坡,如帕龙至通麦段的大滑坡,建议考虑采用锚梁加固边坡的技术,加上疏排水设施;在泥石流的防治方面,采取综合防治措施,即在泥石流的清水、形成、流通、堆积区内,采取控制泥石流发生和减轻泥石流危害的各种土木工程与生物工程措施,建立预报、报警系统,防止人为泥石流的发生。

参考文献:

- [1] 张进江,丁林,钟大赉,等.喜马拉雅平行于造山带伸展——是跨塌的标志还是挤压隆升过程的产物[J].科学通报,1999,44(19):2031—2036.
- [2] 张进江,季建清,钟大赉,等.东喜马拉雅南迦巴瓦构造结的构造格局及形成过程探讨[J].中国科学,2003,33(4):373—383.
- [3] 刘宇平,潘桂棠,耿全如,等.南迦巴瓦构造结的楔入及其地质效应[J].沉积与特提斯地质,2000,20(1):52—59.
- [4] 钟大赉,丁林.青藏高原的隆起过程及其机制探讨[J].中国科学(D辑),1996,26(4):89—295.
- [5] 李德基,游勇.西藏波密米堆冰湖遗迹浅议[J].山地研究,1992,10(4):219—221.
- [6] 尚彦军,杨志法,廖秋林,等.雅鲁藏布江大拐弯北段地质灾害分布规律及防治对策[J].中国地质灾害与防治学报,2001,12(4):30—40.
- [7] 何易平,胡凯衡,韦方强,等.川藏公路迫隆藏布流域段泥石流活动特征[J].水土保持学报,2001,15(3):76—80.
- [8] 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所,西藏自治区交通科学研究所.西藏泥石流与环境[M].成都:成都科技大学出版社,1999.1—216.
- [9] YANG Z F, SHANG Y J, WANG S J et al. Engineering geomechanical analysis and monitoring control in design and construction of the Wuxiangxi ship lock slope, China [J]. Engineering Geology, 2001, 59(1—2): 59—72.

(下转第88页)

流灾害,生物防治才是主要手段。在生物措施无效或效果有限,灾害又比较严重的地段,应实施工程措施。

参考文献:

[1] 陈德贵. 四川丹巴县社会经济发展出路思考[J] . 康定民族师范高等专科学校学报. 2002, 11(2) : 32— 33.
[2] 苏鹏程, 刘希林, 王全才, 等. 四川丹巴县邛山沟泥石流灾害特征及危险度评价[J] . 地质灾害与环境保护, 2004, 15(1) : 9— 12.

Discussions on the geological hazards in Danba, western Sichuan

YANG Gui-hua, DENG Guo-shi, ZHENG Wan-mo, BA Ren-ji, DUAN Li-ping,
CHEN Qi-guo, CHANG Xiao-jun
(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

Abstract: The present paper gives a description of the type, control and risk assessment of the geological hazards in Danba, western Sichuan, and some suggestions are made for the precaution and mitigation of the future geological hazards in this county.
Key words: Danba; geological hazard; risk assessment; precaution; western Sichuan

(紧接第 84 页)

Geological hazards and controlling factors along the Bomi-Nyingchi zone, Xizang

LI Jian-zhong¹, ZHENG Lai-lin¹, GENG Quan-ru¹, SUN Zhi-ming¹, DONG Han², LI Tai-xing²
(1. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*; 2. *Gansu Institute of Geological Survey, Lanzhou 730000, Gansu, China*)

Abstract: The geological hazards and their genesis are examined for the Bomi-Nyingchi zone, Xizang with the aid of remote sensing image and field survey. The eastern syntaxis and active fault systems created by the Indian-Eurasian plate collision exercise a major control on the topographic and geomorphic features, hydrology, climate, vegetation plus flood calamity and rockfall, debris flow, landslides and earthquakes. Some suggestions are thus presented for the precaution and mitigation of the future geological hazards in the study area.
Key words: geological hazard; active fault; precaution; Bomi-Nyingchi; Xizang