

文章编号: 1009-3850(2005)04-0095-04

川西高原主要地质灾害特征及其影响因素浅析

段丽萍, 郑万模, 李明辉, 邓国仕, 杨桂花

(成都地质矿产研究所, 四川成都 610082)

摘要: 川西高原位于青藏高原东缘, 是崩塌、滑坡和泥石流等突发性地质灾害的群发地, 具有分布基本沿活动构造带走向、发生时间较集中、人类活动诱发的地质灾害数量增多和地质灾害链后果严重等特点, 主要受地质构造、现今构造运动、地形地貌、降雨及人类不科学的社会、经济和工程活动等多种因素影响。

关键词: 地质灾害; 川西高原

中图分类号: P694

文献标识码: A

川西高原地处青藏高原和四川盆地的过渡部位, 多种地质灾害频繁发生, 是崩塌、滑坡和泥石流等突发性地质灾害的中等至高等发育区, 给当地人民群众的生命财产造成了巨大损失, 严重影响了人类居住和生存的环境质量, 制约了区域社会经济的稳定、快速、持续发展^[1~10]。

1 川西高原地质灾害概况

川西高原在行政区划上包括甘孜州、阿坝州、凉山州、攀枝花市和雅安市西部, 是我国最重要的地势突变带, 在东西平距50km范围内海拔落差可达3000m以上(图1)^[12~13], 地质构造复杂, 新构造运动强烈, 内外动力作用活跃, 是崩塌、滑坡和泥石流等群发性地质灾害的高发地带, 尤其是沿地貌边界带, 是四川省乃至全国崩塌、滑坡和泥石流等突发性地质灾害最为严重的地区之一^[1]。调查表明, 该区地质灾害的发生频率占全省总数的90%以上, 而崩塌、滑坡和泥石流3种地质灾害又占该区地质灾害总数的90%以上, 其中泥石流灾害遍布该区的每个县(市)。据不完全统计, 川西高原发育的泥石流沟达1900多条^[5~9]。最近十多年来, 川西高原地区崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害造成的生命财产损失

呈现出增长趋势。

2 川西高原主要地质灾害基本特征

1. 分布基本沿活动构造带走向

川西高原区地质灾害在构造位置上主要分布在锦屏山-木里逆掩断裂带、金河-箐河断裂带、小江断裂带、龙门山-三江口-虎跳峡断裂带、龙门山山前逆冲推覆带^[11], 其中前3处断裂带以泥石流分布为主, 其他断裂带兼具泥石流、滑坡分布。在地理位置上, 该区崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害主要分布于岷江上游及其支流杂谷脑河和黑水河、大渡河中下游及其支流、雅砻江下游、安宁河及其支流、鲜水河、金沙江中下游等河谷地段的中大断裂带及其影响带内^[1, 5~8, 12]。

2. 发生时间较集中

暴雨诱发的滑坡占滑坡总数的90%, 崩塌占崩塌总数的80%以上, 大暴雨为泥石流多发期, 特大暴雨极易出现大面积泥石流^[2]。据有记录的地质灾害统计可以看出, 几乎所有地质灾害的暴发均与降雨尤其是降暴雨有着密切的关系。川西高原降雨呈集中分布, 主要集中于每年的5至10月份, 降雨量占全年降雨量的70%~80%。崩塌、滑坡和泥石流等

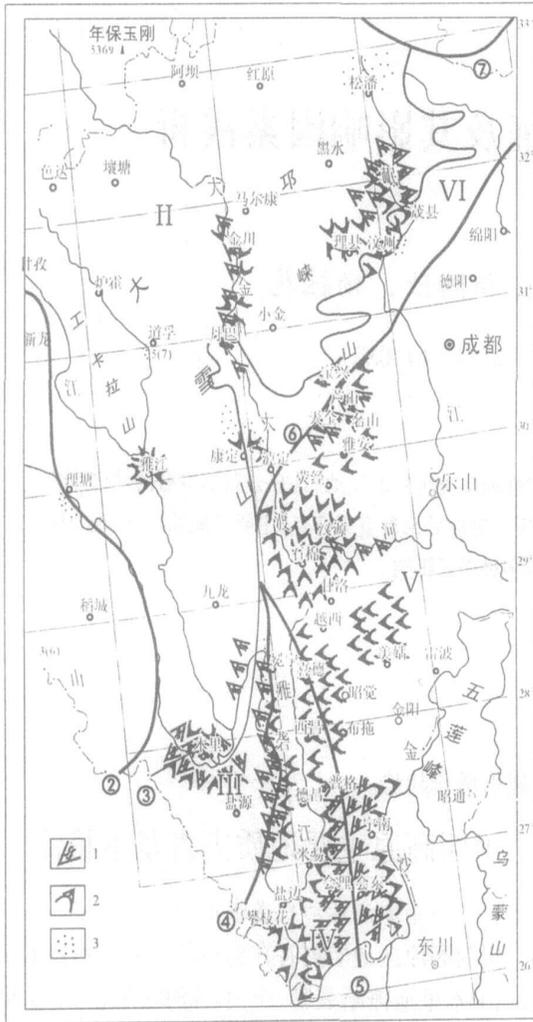


图1 川西高原地势-构造-人口密度和地质灾害分布图 (构造-地层据文献[11]; 地震崩滑事例据文献[9]; 滑坡分布据文献[1]; 泥石流分布据文献[8])

①. 甘孜-理塘断裂带; ②. 锦屏山-木里逆掩断裂带; ③. 金河-箐河深断裂; ④. 小江断裂带; ⑤. 龙门山-三江口-虎跳峡断裂; ⑥. 龙门山山前逆冲推覆带。I. 玉树-中甸分区; II. 黑石北湖阿坝分区; III 丽江分区; IV. 康定-西昌分区; V. 成都分区; VI 龙门山分区。
1. 泥石流; 2. 滑坡; 3. 地震崩滑点

Fig. 1 Distribution of topography, structures, population density and geologic hazards in the western Sichuan plateau (Tectonic-stratigraphic divisions after Pan Guitang et al., 2004; earthquake and collapse events after Yang Tao et al., 2002; landslide data after Meng Hui et al., 2004; debris flow data after Wei Fangqiang et al., 2000)

① = Garze-Litang fault; ② = Jinpingshan-Muli thrust fault; ③ = Jinhe-Qinghe fault; ④ = Xiaojiang fault; ⑤ = Longmenshan-Sanjiangkou-Hutiaoxia fault; ⑥ = Longmenshan thrust fault. I = Yushu-Zhongdian terrane; II = Heishibeihu-Aba terrane; III = Lijiang terrane; IV = Kangding-Xichang terrane; V = Chengdu terrane; VI = Longmenshan terrane. 1 = debris flow; 2 = landslide; 3 = earthquake and collapse event

主要地质灾害的发生与该区降雨、积雪融化集中的时间相当,主要在每年的6至9月份,占全年发生总数的90%以上,高峰期为每年的6至7月份^[4-9]。

3. 人类活动诱发的地质灾害数量增多

人口密度大、人类社会、经济和工程活动频繁区域如康定、雅江、丹巴、新龙等主要城镇及其周边区域、川藏公路318国道沿线也是地质灾害分布密集区。统计资料显示,在川西高原区,与人类经济、工程活动相关的地质灾害4000多处,占统计总数的70%以上,主要为滑坡和崩塌;与人类社会活动相关的地质灾害1700多处,约为统计总数的30%,以泥石流为主。典型的例子有雅安地区因花岗岩石材开采所引起的崩塌、滑坡和泥石流地质灾害;攀枝花地区的钒钛磁铁矿、煤矿等的开采形成的一系列崩塌、滑坡和泥石流灾害^[5,13]。

4. 地质灾害链后果严重

地质灾害往往不是单一发生的,而是具有紧密联系的,崩塌、滑坡的发生往往为泥石流提供了丰富的物质来源,在暴雨的诱发作用下,容易形成灾害性泥石流,或者是发生的崩塌、滑坡堵塞江河形成堰塞坝,坝体溃决形成倾泻而下的洪水,对河流下游的沿岸居民造成生命财产的巨大损失,1933年8月25日岷江上游的叠溪地震造成的一系列后果即是一例^[14]。川西高原由于地势陡峻,河流众多,深切河谷发育,崩塌、滑坡时常发生,有时还堵塞河道形成堰塞坝,坝体溃决形成洪水灾害,同时又为泥石流的发生提供了物质来源,在集中暴雨的激发下,很容易发生泥石流灾害^[4,9]。

3 主要地质灾害的影响因素浅析

归纳起来,影响川西高原主要地质灾害发生的因素主要包括以下几点。

1. 构造

龙门山-三江口-虎跳峡断裂带是松潘-甘孜活动带与扬子陆块间的分界断裂带,由一系列深大断裂组成,其北段为龙门山逆冲推覆断裂带的主中央深断裂,呈北东向展布,推覆时间从三叠纪末开始,经侏罗纪-白垩纪至新生代,地震活动频繁。金河-箐河程海深断裂带为一条岩石圈断裂,延伸近400km,是新构造运动比较活跃的地区,盐源地区6级以下地震频繁,与该断裂活动有一定关系。小江断裂带是一条岩石圈断裂,全长830km以上,是我国地震强烈活动带之一,地震测深资料显示该断裂已

深及地壳底界面附近^[1]。这些断裂带多数是地震活动频繁区,由此引起的崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害较多。除上述主要分界断裂外,川西高原还分布有大大小小的断裂如安宁河大断裂、鲜水河断裂带和攀西大裂谷等,总数占全省境内断裂数的90%以上^[3]。

调查资料显示,泥石流分布与深大断裂走向一致,特别是第四纪活动断裂带往往是泥石流集中发育的地带,如安宁河大断裂内破碎岩带宽达400~500m,由断裂破碎带提供的大量松散固体物质是泥石流形成的物质基础,泥石流沿断裂呈带状发育。另外,在两条大断裂相互交汇的结合部位,或断裂本身性质发生转折地段,或有多条断裂相互交错成网状分布的区域,泥石流特别发育,成群分布,活动频率最大,这是因为断裂带相交处、转折点、网格点的应力集中,造成岩体破碎的程度更严重,强度低,提供泥石流的物质更为丰富^[3]。

2. 现今构造运动

川西高原周边块体具有不同的垂向升降速率,如西藏整体处于强烈的上升状态,上升速率介于2~10mm/a,云贵高原上升速率为4mm/a,明显大于周边地块^[15]。除垂向影响因素外,川西高原地块和其内的一些活动断裂还表现出了明显的水平差异运动^[6]。川滇地块及其以西的运动速率大多为5~10mm/a,鲜水河-小江断裂以东的川青地块和扬子地块运动微弱,约为0~7mm/a^[17]。GPS监测表明,川西高原地区的地壳变形和断层位移活动沿鲜水河断裂带-安宁河断裂带-小江断裂带表现非常强烈,其中鲜水河断裂带左旋走滑速率达8~10mm/a,安宁河-则木河-小江断裂带左旋走滑5~6mm/a^[18]。龙门山断裂带不同部位具有不同的活动形式和速率,北段以东北向走滑为主兼具挤压性质,断裂活动速率为1.54mm/a,中段以伸展为主兼北东向走滑,断裂活动速率为2.77mm/a,南段为伸展兼北东向走滑,断裂活动速率为5.23mm/a,总体具有越向南西,其活动性越强^[19]。川西高原地壳这种垂向运动和水平运动速率差异激发了崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害,在地貌上通常沿断裂活动带以崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害形式表现出来,如康定-冕宁县、岷江上游一带的滑坡就主要以断裂滑坡活动为主^[1,5,19]。

当差异运动使能量积累到一定程度,将进一步以地震形式释放出来,形成地质灾害链。如在鲜水河断裂带、龙门山断裂带、安宁河断裂带内,地震造

成大量崩塌、滑坡,由此带来的大量松散固体物质在集中暴雨的激发作用下短时间内可形成泥石流,加重了地震灾害的损失^[3]。

3. 地形地貌

统计资料显示,川西高原区域内的绝大部分崩塌、滑坡地质灾害发生在“V”字型深切河谷,滑坡多发育在坡度为25°~40°之间,崩塌多发育在坡度为60°~90°之间。“V”字型深切河谷不仅是河流侵蚀、堆积最活跃的地段,地形坡度较陡,边坡稳定性差,同时也是人类居住和活动的最主要场所,水利水电工程和交通建设频繁的区域,有利于崩塌、滑坡等地质灾害的发育和发生^[1,4]。

晚第四纪时期以来,青藏高原快速隆升主导了川西高原区域内河谷的深切作用,区内坡陡谷深,相对高度在1000~3000m之间,坡面一般30°~50°,个别达70°~80°,沟床比降达到150%~300%,成为该区崩塌、滑坡和泥石流突发性地质灾害发生的又一主要控制因素^[1,19]。

4. 降雨

大量的降雨入渗、浸润软化岩土体,降低斜坡的稳定性。雨期初期,降水量显著增大的时段是泥石流高发期,年雨量在700mm以上的地区均可发生地质灾害特别是泥石流灾害,川西高原均具备这一基本条件。川西高原区域干、雨季分明,干季(11月至次年4月)降水量稀少,仅占年总量的10%左右,光照干燥,夜间温度低,白天气温较高,昼夜温差大,风速较大,造成地表土层疏松,岩层风化加速,雨季(5月至10月)多阴雨,降水量占年总量的90%左右,季雨量多在1000毫米以上,最大降水量达1600mm以上,为泥石流形成提供了充足的水分条件^[19,20]。

5. 人类活动

近几年来,政府加大了投资力度以多渠道开发该区资源,城镇、水利水电工程和交通等基础设施建设得到了空前发展。这些人类工程活动对植被造成了严重破坏,使表层土壤流失,岩层裸露,风化作用加剧,水利水电工程和道路建设形成的大量土石、砂料、矿渣等固体堆积物增加了地质环境容量,部分区域超过了地质环境承载力,致使地质环境恶化,为崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的发生提供了更为丰富的物质来源和广阔的临空面,激发了各种地质灾害,人口密度大、人类活动频繁的区域即是崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害的高发区,如雅安西部、汉源、西昌、攀枝花及汶川-茂县一带^[13,19]。

参考文献:

- [1] 孟晖, 张岳桥, 杨农. 青藏高原东缘中段地质灾害空间分布特征分析[J]. 中国地质, 2004, 31(2): 218-224.
- [2] 李媛, 孟晖, 黄颖, 等. 中国地质灾害类型及其特征——基于全国县市地质灾害调查成果分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(2): 29-34.
- [3] 谭万沛. 四川省泥石流发育的区域特征与综合分区[J]. 地理学与国土研究, 1990, 6(3): 19-24.
- [4] 郭嘉仁. 四川泥石流灾害规律探讨[J]. 中国减灾, 1997, 7(3): 42-44.
- [5] 鄢毅, 岳昌桐. 四川地质灾害特征及防治对策探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(增刊): 123-127.
- [6] 张远明. 甘孜州地质灾害分布及重点地段地质灾害防治对策[J]. 四川地质学报, 2000, 20(4): 298-302.
- [7] 徐吉廷. 四川阿坝州主要地质灾害特点及防御对策[J]. 灾害学, 1999, 14(3): 46-49.
- [8] 韦方强, 谢洪, 钟敦伦. 四川省泥石流危险度区划[J]. 水土保持学报, 2000, 14(1): 59-63.
- [9] 杨涛, 邓荣贵, 刘小丽. 四川地区地震崩塌滑坡的基本特征及危险性分区[J]. 山地学报, 2002, 20(4): 456-460.
- [10] 郑万模, 周东, 王锦. 四川省甘孜州地质灾害特征与防灾减灾对策[J]. 地质灾害与环境保护, 2000, 11(2): 102-103, 111.
- [11] 潘桂棠, 丁俊, 姚东生, 等. 青藏高原及邻区地质图(1:150万)[M]. 成都: 成都地图出版社, 2004.
- [12] 尤潜, 郁淑华. 四川省地质灾害预测及减灾对策初探[J]. 四川气象, 2003, 23(3): 30-35.
- [13] 徐志文, 黄润秋. 论四川省地质灾害防治与地质环境保护[J]. 地质科技管理, 1999, (2): 53-56.
- [14] 王兰生, 杨立铮, 李天斌, 等. 四川岷江叠溪较场地震滑坡及环境保护[J]. 地质灾害与环境保护, 2000, 11(3): 195-199.
- [15] 李延兴, 杨国华, 杨世东, 等. 根据现代地壳垂直运动划分中国大陆活动地块边界的尝试[J]. 地震学报, 2001, 23(1): 11-16.
- [16] 唐文清, 刘宇平, 陈智梁, 等. 龙门山断裂构造带 GPS 研究[J]. 大地测量与地球动力学, 2004, 24(3): 57-59, 83.
- [17] 陈智梁, 张选阳, 沈凤, 等. 中国西南地区地壳运动的 GPS 监测[J]. 科学通报, 1999, 44(8): 851-854.
- [18] 吕江宁, 沈正康, 王敏. 川滇地区现代地壳运动速度场和活动块体模型研究[J]. 地震地质, 2003, 25(4): 543-554.
- [19] 罗忠新. 凉山州泥石流形成原因及防范对策[J]. 气象, 1991, 17(2): 27-29.
- [20] 晋玉田. 攀西地区泥石流滑坡灾害与降水关系的分析和预报[J]. 四川气象, 1999, 19(3): 34-38.

Geologic hazards on the western Sichuan plateau and their controls

DUAN Li-ping, ZHENG Wan-mo, LI Ming-hui, DENG Guo-shi, YANG Gui-hua
(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The western Sichuan plateau lies on the eastern margin of the Qinghai-Xizang Plateau, where abundant violent geologic hazards such as collapse, landslide and debris flows frequently occur because of complex geological tectonics, active endokinetic/exokinetic processes and severe tectonization. These geologic hazards are generally aligned along active structural zones, and mostly controlled by geological structures, present-day tectonic movements, topography and geomorphology, rainfalls and human's activities in the study area.

Key words: geologic hazard; western Sichuan plateau