

文章编号: 1009-3850(2007)04-0106-05

四川省丹巴县滑坡地质灾害分布特征浅析

段丽萍, 陈启国, 唐业旗

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 丹巴县滑坡地质灾害具有①集中分布在断裂带两侧的人口密集区; ②在河谷两岸的分布数量相当; ③主要集中在分布于中等海拔的中等坡度区等特征。滑坡地质灾害的发生主要受控于区域独特的地形地貌(尤其是地形坡度)、强烈的构造运动及日益加剧的人类工程经济活动等因素。

关键词: 丹巴; 滑坡; 四川

中图分类号: P694

文献标识码: A

丹巴县位于四川省甘孜藏族自治州东部, 大渡河上游, 县城建于一个巨型古滑坡体脚下。2005 年 2 月 21 日下午 3 时 22 分, 丹巴县城建设街西南侧的后山坡上百吨沙石加速滑下, 导致 20 余间居民房屋被冲毁, 街道被迫中断。监测表明, 近年来该滑坡体的活动还在加剧, 严重威胁到了丹巴县城区人民群众的生命财产安全。另据统一的地质灾害危险性等级(或地质灾害平均危险度指数), 丹巴县被划分为地质灾害高度危险性地区(高庆华等, 2003)。因此, 查清丹巴县的地质灾害分布情况及其活动规律, 对预防预报该区地质灾害的发生, 进而降低人民群众的生命财产损失具有重要现实意义。本文利用笔者在《四川丹巴地质灾害详细调查》项目实施过程中获得的四川省丹巴县滑坡地质灾害的野外实际调查资料, 对丹巴县滑坡地质灾害的分布特征进行分析。

1 区域地质背景概况

1.1 地形地貌

丹巴县地处我国大陆第一阶梯向第二阶梯的过渡地带, 属于岷山、邛崃高山区, 系典型高山峡谷地貌。境内地形复杂, 地势变化大, 相对高差悬殊, 地势自北西向南东倾斜, 最高峰为西部的斯达纳山, 海拔 5521m, 最低为东南角溪河沟大渡河, 海拔仅

1700m, 相对高差达 3821m。按地貌面类型、海拔高程和切割深度可将全区划分为极高山、高山、中高山, 其中以高山为主, 约占 60% 以上。由于地壳的阶段性抬升, 该区河流发生了显著的深切和侧蚀作用, 导致高原面遭受不同程度的破坏, 其东、中、北部河谷切割形态多呈“V”字型, 而北西、南部较缓, 河谷形态多呈“U”字型。

1.2 地质构造与地震

丹巴县在大地构造位置上隶属于龙门山褶皱-逆冲断裂带的茂汶-丹巴背斜和川-滇南北向构造与小金-金汤弧形构造的复合部位。该区构造活动强烈, 既有先存断裂的复活, 又有新断裂的产生, 构造形变特征复杂, 岩浆活动从晚元古代持续到中新世。

丹巴县新构造运动强烈, 整体显示为东西向水平挤压, 其中以鲜水河断裂带的活动最为强烈, 其北西段(炉霍-道孚-乾宁段)第四纪以来的滑动速率为 $(10 \sim 13) \text{mm/a}$, 南东段(中谷-康定-折多塘)第四纪以来的滑动速率为 $(3 \sim 8) \text{mm/a}^{[1]}$ 。该区也是近代地震活动最频繁的地带, 属于 5.5 ~ 6.9 级地震危险区, 设防震级为 VI 级(高庆华等, 2003)。

1.3 地层岩性

丹巴县地层出露齐全, 从震旦系至第四系均有出露, 以志留系的变质碎屑岩、泥质岩和碳酸盐岩为

收稿日期: 2006-06-30

第一作者简介: 段丽萍, 1977 年生, 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事地质灾害和旅游地质调查与研究工作

主,岩性组合上统称为“茂县群”。此外,局部出露有泥盆系海相变质碎屑岩(危关群)、震旦系混合岩及晋宁—澄江期侵入岩(格宗岩体)和燕山期中酸性侵入岩等^[2]。

1.4 水文地质与气象

丹巴县水文地质条件较为复杂,共有三种类型的地下水赋存形式,包括松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩与碎屑岩互层的裂隙溶洞水。松散岩类孔隙水赋存于第四系砂砾卵石层,分布在山间河谷阶地和河漫滩;基岩裂隙水主要赋存于碎屑岩、变质岩、及岩浆岩中,为区内主要地下水类型;碳酸盐岩与碎屑岩互层裂隙溶洞水分布于境内东南大渡河金汤弧形构造部位。区内地下水的补给主要来自降雨和地表水。

丹巴县水系发达,河川溪沟纵横密布,境内水系以树枝状和平行状为主。境内主要河流有大渡河、东谷河、小金河、大金川河、革什扎河5条。东谷河、小金河、大金川河、革什扎河在丹巴县城附近交汇,汇入大渡河。除大金川河为大渡河上游的主干河流外,另外3条河流均为大渡河的一级支流。境内河流总体流向为北西—南东,支流发育,水流湍急。径流量受降雨影响,年内分配极不均匀,夏、秋季进入汛期,以秋季汛期最长。

2 滑坡地质灾害分布特征

在《四川丹巴地质灾害详细调查》项目实施过程中,我们对丹巴县滑坡地质灾害进行了野外调查。统计结果发现,丹巴县共发育90个规模不等的滑坡体(表1),其中巨型滑坡体有4个,小型滑坡体有10个,其它均为大型(48个)和中型(28个)滑坡体,分别占53%与31%(表1)^[3]。在所有滑坡体中,97%为滑动型滑坡,其平面形态主体为舌形与半圆形,分别占36%与32%,其次是不规则形与矩形,分别占20%与12%。滑坡的剖面形态以阶梯形与凸形为主^[4],分别占滑坡体总数的29%与28%,其次是直线形,为18%,少数为复合形与凹形,分别为14%和11%。据

表1 四川丹巴滑坡地质灾害规模概况表

Table 1 Scales of the landslide geological hazards in Danba Sichuan

滑坡体积(10 ⁴ m ³)	滑坡规模	滑坡数量(个)	滑坡频率(%)
< 10	小型	10	11
10~100	中型	28	31
100~1000	大型	48	53
> 1000	巨型	4	4

分析,丹巴县滑坡地质灾害分布具有以下几个基本特征:

2.1 滑坡体集中分布在断裂带两侧的人口密集区

统计分析结果发现,丹巴县滑坡主要集中分布在断裂带两侧(图1),其数量占滑坡体总数的90%以上,值得指出的是,在这些断裂带附近形成的伸展盆地常常是人口密集区。我们的调查结果表明,大多数滑坡分布在人口密集区内,在90个滑坡体中,有78个(总数的87%)分布在以丹巴县城以章谷镇为中心的梭坡乡、格宗乡、水子乡、革什扎乡、聂呷乡、巴旺乡、中路乡、岳扎乡、半扇门乡等(图1),其余12个滑坡体零星分布在其它乡镇。

2.2 滑坡体在河谷两岸的分布数量相当

统计分析结果表明(表2),丹巴县滑坡主要分布于大金川、小金川和大渡河3条主要河流河谷地带,分别占滑坡总数的24%、27%和30%。进一步分析我们获得的滑坡地质灾害详细调查资料发现,丹巴县滑坡体在河谷两岸的分布数量相当,90个滑坡体中有46个分布在河流左岸,占滑坡总数的51%;44个分布在河流右岸,占滑坡总数的49%。按方位角概念^[5],一般将滑坡朝向为0~90°、270~360°的方向统称为阴坡,90~270°的方位统称为阳坡。丹巴县滑坡坡向统计结果表明(图2a),该县发生的滑坡朝向为阳坡的占总数的52%,为阴坡的占总数的48%,朝向为阳坡的与朝向为阴坡的滑坡体数量相当,这一结果与滑坡体在河谷两岸的分布情况类似。

2.3 滑坡体主要集中在中等海拔的中等坡度区

丹巴县滑坡的海拔高程数据统计表明(图2b)^[3],滑坡主要集中分布于海拔2000~3000m范围内,占滑坡总数的80%,海拔高程小于2000m,大于3000m发生的滑坡分别占总数的9%和11%。

若将丹巴县地形坡度分为15°~25°、25°~35°、35°~45°、45°~55°、>55°五个级别进行统计(图2c)^[3,4],该区滑坡发育的原始地形坡度主要集中在25°~35°,占滑坡体总数的85%,其次为15°~25°,占滑坡体总数的12%,仅个别滑坡体(总数的3%)分布在45°以上的高斜坡地区。

另外,对丹巴县滑坡原始坡高数据统计结果表明(图2d)^[3],该区滑坡发生的原始坡高集中在0~400m,累计占69%,其中以原始坡高为100~200m、300~400m的滑坡最为发育,分别占总数的22%、21%;原始坡高为400~500m、500~600m和700~800m的滑坡分别占8%、8%和7%;而原始坡高为600~700m及大于800m的滑坡分别仅占2%和5%。

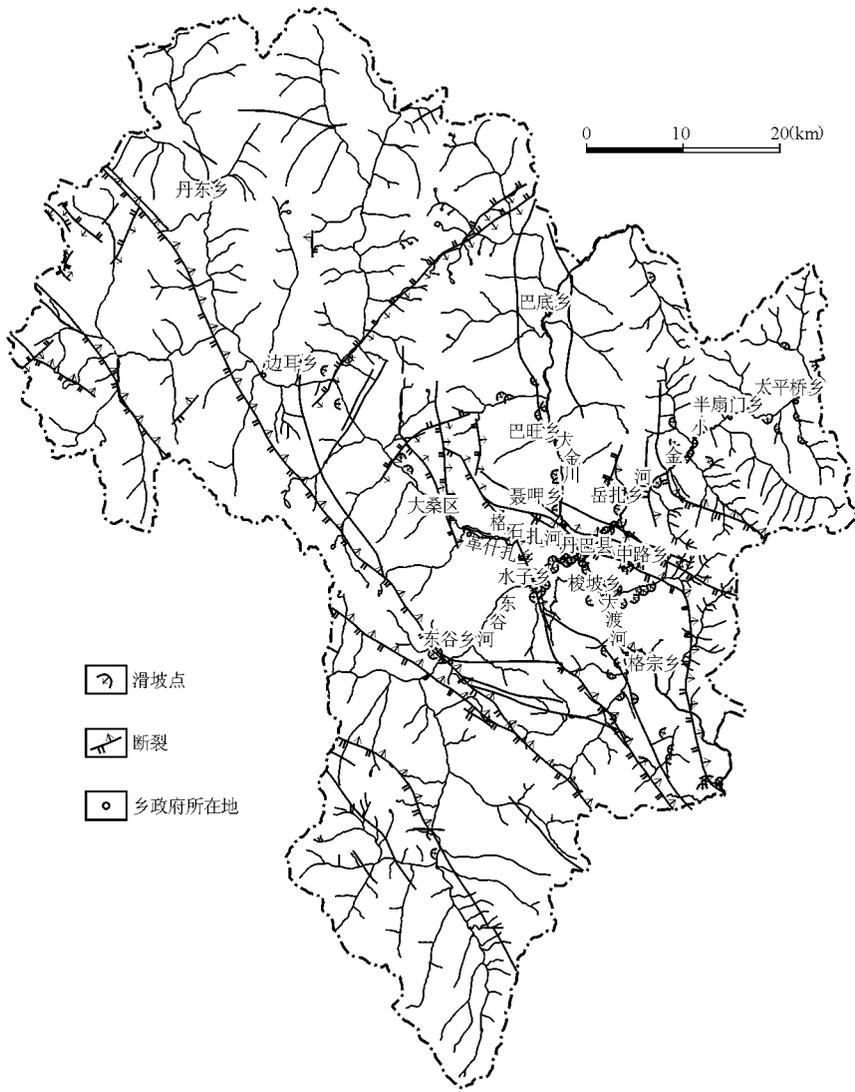


图1 丹巴滑坡分布示意图

Fig. 1 Sketch to show the distribution of landslides in Danba, Sichuan

3 滑坡地质灾害发生的控制因素浅析

一般来说,滑坡发生的控制因素很多,既可能是地形地貌及地层岩性、断裂活动、水文气象等单因素引起,也可能是两种或两种以上因素相互耦合的结果。通过对丹巴县滑坡地质灾害分布特征的浅析,笔者认为以下两个因素是丹巴滑坡地质灾害发生的主要控制因素。

3.1 地形地貌

山区河流是塑造和改变地表形态最活跃的营力,自然也是滑坡等外动力地质作用最活跃的场所。一般地讲,地形坡度对滑坡的发育具有重要影响,坡体的临空面能否成为有效临空面,与坡体的坡度有着极大的关系。因此,地形坡度直接影响到滑坡发生的概率,对滑坡发生的原始地形坡度进行统计分

析,对今后的滑坡防治具有一定的指导作用^[3,4]。已有统计分析表明,巨型滑坡和大型滑坡相对集中于 $10^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 坡度区间,随着滑坡规模减小,发生滑坡的坡度区间逐渐上移,小型滑坡在 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ^[3]。本文统计结果表明,丹巴县滑坡体发育的原始地形坡度主要集中在 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ (占85%),并且这些滑坡主要是大型滑坡(表1),与我国滑坡总体统计特征类似。这种相似性说明,地形坡度在很大程度上制约了丹巴县滑坡地质灾害的形成和发生。

“V”字型河谷地貌是河流侵蚀、堆积最活跃的场所,由于这里地形切割大,坡度较陡,边坡稳定性差,常常发育滑坡地质灾害。尤其是“V”字型河谷肩部之上的宽阔坡谷带,由于河流下切深度较浅,发生滑坡的频率和规模远远大于“V”字型河谷内^[3]。丹巴县滑坡资料的初步统计结果表明,绝大部分滑

表2 四川丹巴滑坡沿主要河流分布特征表

Table 2 Distribution of landslides along the major rivers in Danba, Sichuan

主要河流	主要乡镇	滑坡数量/个	滑坡频率/%
大金川	章谷镇	9	10
	聂呷乡	1	1
	巴旺乡	11	12
	巴底乡	1	1
	小计	22	24
小金川	中路乡	6	7
	岳扎乡	6	7
	半扇门乡	8	9
	太平桥乡	4	4
	小计	24	27
大渡河	梭坡乡	15	17
	格宗乡	12	13
	小计	27	30
革什扎河	革什扎乡	5	6
	边耳乡	3	3
	小计	8	9
东谷河	水子乡	5	6
	东谷乡	4	4
	小计	9	10

坡发生的海拔高程受控于深切河谷,“V”字型河谷是丹巴县滑坡地质灾害发生的最主要场所。

3.2 断裂活动

丹巴县经历了多次构造运动,断裂、褶皱构造极为发育,而断裂、构造变动与滑坡灾害的发育分布有着密切的关系^[6,7]。在构造变动过程中,岩层受力产生弯曲变形,由于软、硬岩层的抗弯刚度不一,岩层弯曲时常在软硬岩接触带处产生层间错动。错动面的产生使其层面抗剪强度接近于残余强度,粘结力基本上等于零,同时为地下水的入渗提供了条件。地下水沿错动面渗入,一是使软弱夹层强度进一步降低,并对坡体产生静水浮托力;二是溶蚀软弱层中的可溶盐成分并将其带走,留下泥质成分而使其强度进一步降低,从而利于斜坡失稳并产生滑动^[8]。

另一方面,由于构造地震带的分布往往与深大断裂构造密切相关,而地震动力活动可导致岩层破碎,岩体强度降低,地震时产生的振动增加了斜坡岩土的下滑力,也可以导致斜坡失稳^[9]。如前所述,四川省丹巴县在喜马拉雅期以后新构造运动强烈,兼有先存断裂的复活和新断裂的产生,从滑坡集中分布在断裂带两侧的特点来看,丹巴县滑坡与构造活动密切相关。

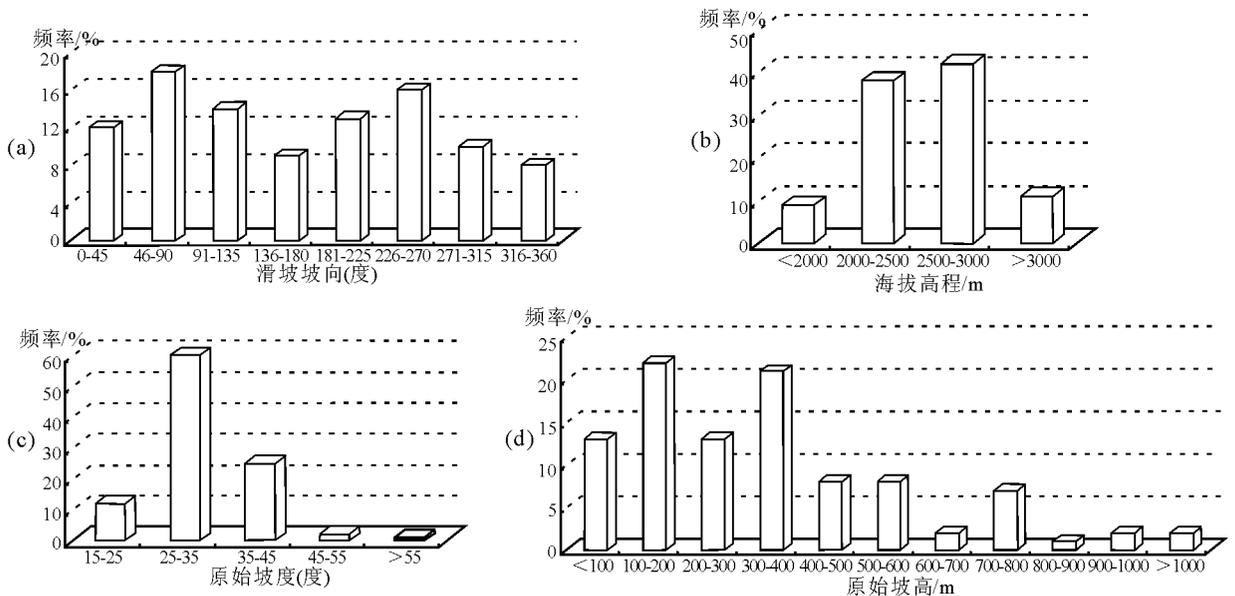


图2 四川丹巴滑坡发生的原始坡度、海拔高程、原始坡高、滑坡坡度向统计图

Fig. 2 Bar charts of original slopes elevation heights, original slope heights and slope direction for the landslides in Danba, Sichuan

4 结 语

统计分析获得的实际野外调查资料发现,丹巴县滑坡分布具有如下几个基本特征:①滑坡体集中在断裂带两侧的人口密集区;②滑坡体在河谷两岸的分布数量相当;③滑坡体主要集中分布于中等海拔的中等坡度区。丹巴县滑坡地质灾害的发生主要受控于区域独特的地形地貌(尤其是地形坡度)、强烈的构造运动等因素。

参考文献:

- [1] 李天诏,杜其方,游泽李等.鲜水河活动断裂带及强震危险性评估[M].成都:成都地图出版社,1997.67-114.
- [2] 刘尚忠,张连英.丹巴旋涡状构造的解译及初步认识[J].国土资源遥感,1994(3):25-33.
- [3] 李媛,孟晖,董颖等.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.
- [4] 樊晓一,乔建平.滑坡危险度评价的地形判别法[J].山地学报,2004,22(6):730-734.
- [5] 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.
- [6] 李长安.三峡地区滑坡与构造运动、气候变化的关系[J].地质科技情报,1997,16(3):88-91.
- [7] 曾克峰,韩庆之,梁杏,等.新构造运动及气候变化与溶洞及滑坡演化——以金沙江雷波地区为例[J].地质科技情报,1998,17(2):54-58.
- [8] 白云峰,周德培,王科,等.顺层滑坡的发育环境及分布特征[J].自然灾害学报,2004,13(3):39-43.
- [9] 唐川,朱静,等.云南滑坡泥石流研究[M].北京:商务印书馆,2003.

The preliminary study of the distribution of the landslide geological hazards in Danba, Sichuan

DUAN Li-ping, CHEN Qi-guo, TANG Ye-qi

(Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The Danba county town, Sichuan stands at the foot of a giant palaeo-sliding mass and belongs to a highly hazardous area in Sichuan. Landslide data obtained from our field observations in Danba have been statistically studied in the present paper so as to understand the distribution of landslide geological hazards and to analyze related influencing factors. The results of research indicate that the landslide geological hazards in Danba are generally distributed: (1) along the both sides of regional faults with higher density of population; (2) along the both sides of rivers with approximately equal amounts, and (3) in the moderate altitudes with moderate slope gradients. It has been suggested that the distribution of landslide geological hazards in Danba are mainly affected by the special landforms (especially by the slope gradients), intensely tectonic activities and increasingly intensive human activities, etc.

Key words: Danba; landslide; Sichuan