

文章编号: 1009-3850(2007)01-0103-06

岷江上游地质灾害发育分布规律初探

常晓军¹, 丁俊¹, 魏伦武¹, 王德伟¹, 毛郁², 鄢毅²

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 四川省地质调查院, 四川 成都 610081)

摘要: 岷江上游地区现有地质灾害 284 处, 主要发育于低山、中山、高山区, 其发育面密度分别为 7.3 个/100km²、2.3 个/100km²和 0.64 个/100km², 分别占全区地质灾害总数的 6.7%、70.7%和 20.8%。通过对地质灾害点的统计分析研究, 找出岷江上游流域地质灾害的主控因素及其发育分布规律, 为流域经济可持续发展和减灾防灾规划提供科学依据。

关键词: 岷江上游; 地质灾害; 主控因素; 分布规律; 川西
中图分类号: P694 文献标识码: A

1 概述

岷江上游涉及阿坝州和都江堰市部分地区, 面积 23262km², 自然条件错综复杂, 新构造活动强烈, 地震频发, 岩体破碎, 生态环境十分脆弱。滑坡、崩塌、泥石流等灾害频繁发生, 危害巨大^[1, 2]。据初步统计, 岷江上游流域地质灾害 284 处, 其中滑坡 114 处, 崩塌 36 处, 泥石流 121 处, 不稳定斜坡 13 处(表 1, 图 1.2), 造成 6962 人死亡, 直接经济损失 180 余万元; 目前受地质灾害威胁 44694 人, 威胁财产 2 万元, 是地质灾害高发区。

岷江上游地质灾害对沿江人民生命财产造成巨大危害。笔者对岷江上游地质灾害进行统计分析研究, 找出地质灾害的主控因素与发育分布规律, 科学合理地评价预测地质灾害的发展趋势与可能造成的危害, 提出相应的防治对策及建议, 为岷江上游流域经济可持续发展和减灾防灾规划提供科学依据。

2 地质灾害与地貌的关系

2.1 地貌类型

岷江上游地区属高山峡谷区, 高山耸峙, 河流深

表 1 岷江上游地质灾害汇总表
Table 1 Statistics of the geological hazards in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

灾害种类	滑坡	崩塌	泥石流	不稳定斜坡	合计
数量/处	114	36	121	13	284
比例/%	40.14	12.68	42.60	4.58	100.00

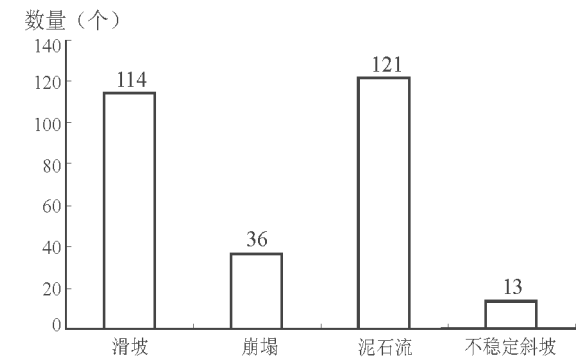


图 1 岷江流域地质灾害统计直方图
Fig. 1 Bar chart of the geological hazards in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

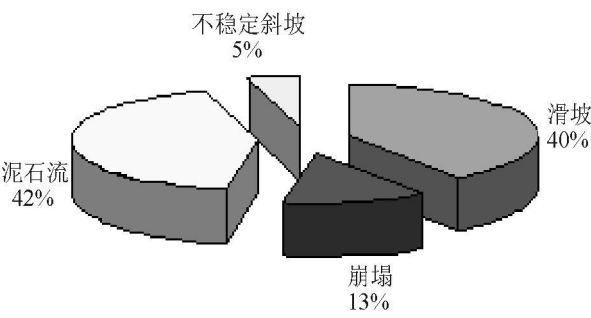


图2 岷江上游各类地质灾害对比图

Fig. 2 Comparison of the geological hazards in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

切,沟谷深邃,地表起伏巨大,相对高差达1000m以上。区内海拔最大高差5383m。整个地势由西北向东南降低,地表切割由北向南加剧。地貌大体以镇关江为界,以北为山原地貌,以南为高山峡谷地貌。岷江上游幅员面积23262km²,其中丘状高原2512km²、低山259km²、中高山17938km²、极高山2550km²,分别占全区面积的10.80%、1.11%、77.12%和10.96%(表2)。

2.2 地质灾害与地貌关系

地质灾害主要发育在高、中、低山地貌中,共有

279处,占全区地质灾害总数的98.2%;在丘状高原区仅发育5处地质灾害,占总数的1.8%(表3,图3)。

在高山地貌区发育地质灾害59处,占地质灾害总数的20.8%,其发育面密度0.64个/100km²,其中滑坡崩塌14处,泥石流41处,不稳定斜坡4处,分别占高山地貌区地质灾害总数的23.7%、69.5%和6.8%(图4a);在中山地貌区发育有地质灾害201处,占地质灾害总数的70.7%,其发育面密度2.3个/100km²,其中滑坡崩塌119处,泥石流75处,不稳定斜坡7处(图4b),分别占中山地貌区地质灾害总数的59.2%、37.3%、3.5%;低山地貌区发育有地质灾害19处,占地质灾害总数的6.7%,其发育面密度7.3个/100km²,其中滑坡崩塌17处,泥石流1处,不稳定斜坡1处(图4c),分别占低山地貌区地质灾害总数的89.4%、5.3%和5.3%。

岷江上游地质灾害集中分布于低山、中山、高山地貌区,其地质灾害发育面密度分别为7.3个/100km²、2.3个/100km²和0.64个/100km²。泥石流主要发育于高、中山区,共发育泥石流116处,占全区泥石流总数的95.9%。极高山、平原区面积2553km²,

表2 岷江上游地貌分类表

Table 2 Morphologic types in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

地貌类型	丘状高原	低 山	中 山	高 山	极高山	平 原	合 计
海拔高度/m	> 1000	<1000	1000~3500	3500~5000	>5000	都江堰	23262
相对高差/m	<200	> 200					
面积/km ²	2512	259	8655	9283	2550		
面积比例/%	10.80	1.11	37.21	39.91	10.96	0.01	100.00

表3 岷江上游地貌与地质灾害关系统计表

Table 3 Statistics of the geological hazards in different morphologic units in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

地貌类型	丘状高原	低山	中山	高山	极高山	平原	小计
滑坡	0	12	92	10	0	0	114
崩塌	0	5	27	4	0	0	36
泥石流	4	1	75	41	0	0	121
不稳定斜坡	1	1	7	4	0	0	13
合计	5	19	201	59	0	0	284
比例/%	1.8	6.7	70.7	20.8	0.0	0.0	100.0

单位: 处

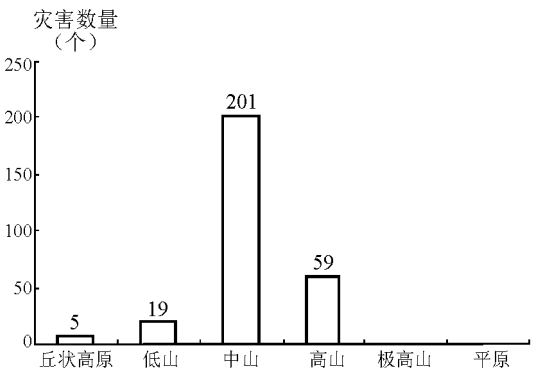


图3 地貌与地质灾害关系直方图

Fig. 3 Bar chart showing the relationship between the morphologic units and geological hazards in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

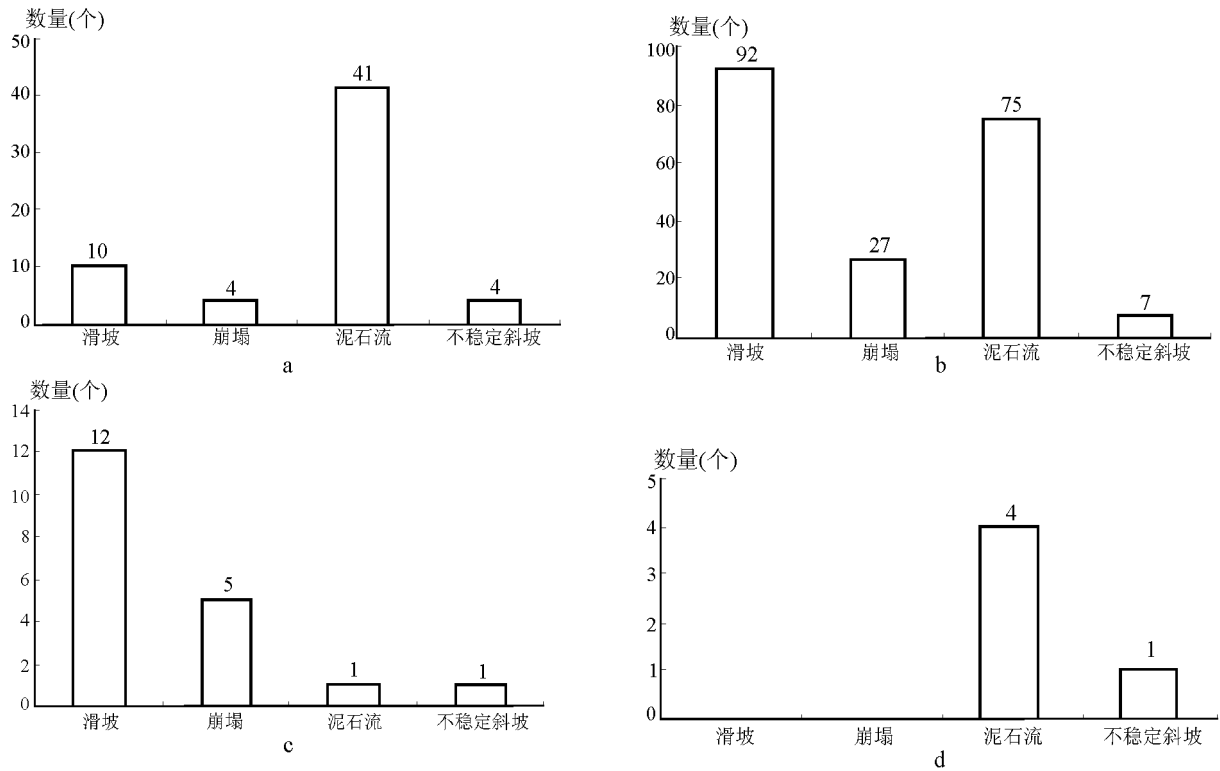


图4 地质灾害与不同地貌关系直方图

a. 高山; b. 中山; c. 低山; d. 丘状高原

Fig. 4 Bar chart showing the relationship between individual morphologic units and geological hazards in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

a= higher mountain; b= intermediate mountain; c= lower mountain; d= hummocky plateau

未见地质灾害。

3 地质灾害与岩性的关系

2.1 岩土体类型

岷江上游地层除前震旦系、侏罗—白垩等系缺失外,自震旦系到第四系均有出露;总体上具有自南向北渐新展布的规律。不同地层岩性,其物理力学指标不同,岩土抗破坏强度也不相同。根据地层岩性工程地质特性和结构,可将岷江上游流域地层岩性划分为松散土体、坚硬变质岩、软硬相间变质岩、软变质岩、碳酸盐岩、碎屑岩和岩浆岩7类。

3.2 地质灾害与岩土体类型关系

地质灾害主要发育在松散土体中,共计221处,占地质灾害总数的77.8%;软硬相间变质岩中发育地质灾害39处,占地质灾害总数的13.7%;坚硬变质岩、软变质岩、碎屑岩中共发育地质灾害19处,占地质灾害总数的6.7%;碳酸岩盐和岩浆岩中分别发育地质灾害4处和1处,占地质灾害总数的1.8%(表4)。

滑坡多发育在松散土体和软硬相间变质岩中,

共计104处,占滑坡总数的91.2%;在茂县叠溪海子附近坚硬变质砂岩中发育滑坡4处,由强震诱发(图5a)。崩塌36处,主要发育在软硬相间变质岩中,占崩塌总数的58.3%;碎屑岩中发育崩塌5处,占崩塌总数的13.9%;其余岩性中发育少量崩塌(图5b)。泥石流发育于松散土体中,共计121处,占全区泥石流总数的100%(图5c)。泥石流主要分布

表4 地质灾害与岩土体类型关系统计表

Table 4 Statistics showing the relationship between the geological hazards and rock types in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

单位: 处								
岩土类型	土体	坚硬 变质岩	软变 质岩	软硬 相间 变质岩	碳酸 盐岩	碎屑 岩	岩 浆 岩	小计
滑坡	89	4	3	15	2	1	0	114
崩塌	2	3	2	21	2	5	1	36
泥石流	121	0	0	0	0	0	0	121
不稳定斜坡	9	0	1	3	0	0	0	13
合计	221	7	6	39	4	6	1	284
比例/ %	77.8	2.5	2.1	13.7	1.4	2.1	0.4	100.0

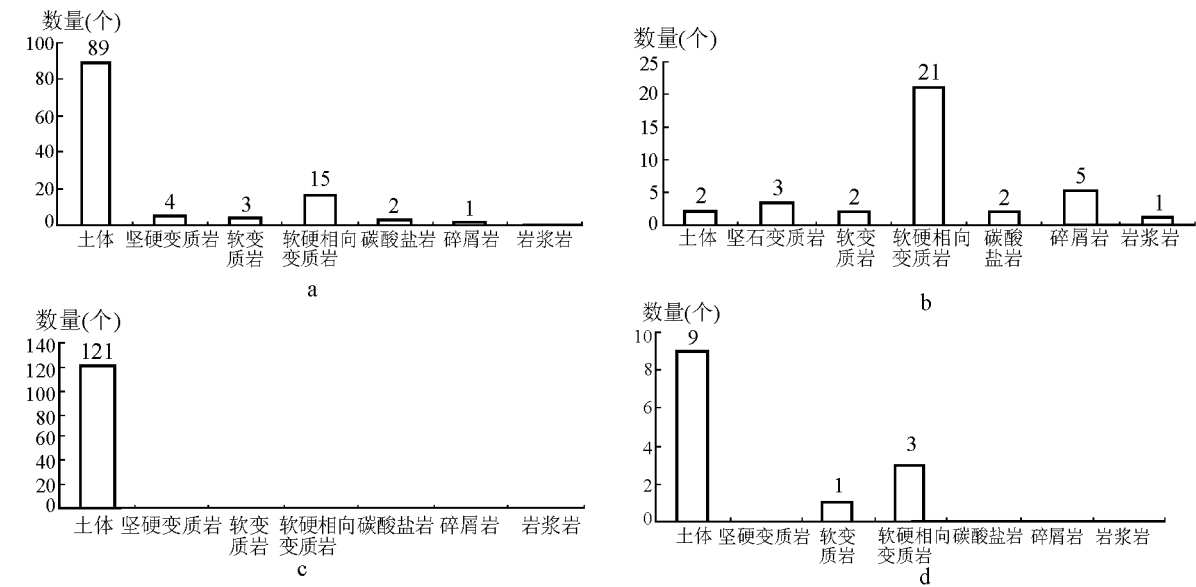


图 5 不同灾种与岩土类型关系直方图

a. 滑坡; b. 崩塌; c. 泥石流; d. 不稳定斜坡

Fig. 5 Bar chart showing the relationship between individual geological hazards and rock types in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

a= landslide; b= collapse; c= debris flow; d= unstable slope

在千枚岩、板岩出露地区, 占泥石流总数的98.4%。不稳定斜坡多分布在松散土体中, 发育9处, 占不稳定斜坡总数的69.2%; 软硬相间变质岩中发育不稳定斜坡3处, 占不稳定斜坡总数的23.1%(图 5d)。

4 地质灾害与斜坡结构类型的关系

4.1 斜坡结构类型

斜坡自身的结构、物质组成对岩土体稳定性起到决定性的控制作用。岩体结构、岩性这些内因对斜坡稳定性影响最大^[3~5]。根据斜坡的岩性组合、岩体结构特征, 将岷江流域斜坡结构类型划分为松散结构斜坡、块状结构斜坡和层状结构斜坡3大类。

4.2 地质灾害与斜坡结构类型的关系

松散结构、层状结构和块状结构斜坡中分别发育地质灾害221处、60处、3处, 分别占地质灾害总数的77.8%、21.1%、1.1%(表 5, 图 6)。

滑坡发育于松散土体结构斜坡和层状结构斜坡中, 分别为89处和25处, 占滑坡总数的78.1%和22.2%(图 7a)。崩塌主要分布于层状结构斜坡中, 发育31处, 占崩塌总数的86.1%; 块状结构斜坡和松散土体结构斜坡中发育崩塌5处, 占崩塌总数的13.9%(图 7b)。泥石流发育在松散土体堆积的沟谷中, 共计121处, 占泥石流总数的100.0%(图 7c)。

表 5 地质灾害与斜坡结构类型关系统计表
Table 5 Statistics of the geological hazards and slope architectures in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

单位: 处				
结构类型	层状结构	松散结构	块状结构	小计
滑坡	25	89	0	114
崩塌	31	2	3	36
泥石流	0	121	0	121
不稳定斜坡	4	9	0	13
合计	60	221	3	284
比例/%	21.1	77.8	1.1	100

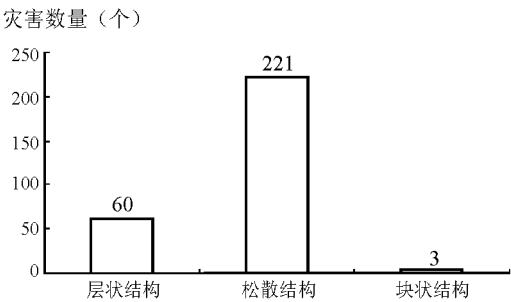


图 6 地质灾害与斜坡结构类型关系直方图

Fig. 6 Bar chart showing the relationship between the geological hazards and slope architectures in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

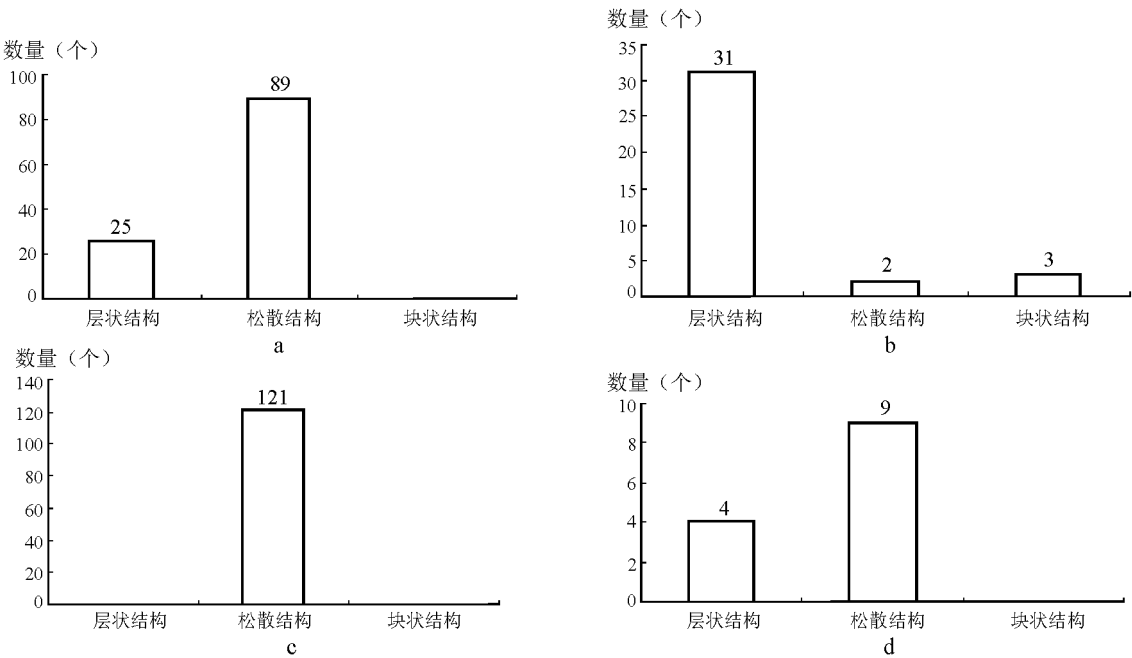


图7 不同灾种与斜坡结构类型关系直方图

Fig. 7 Bar chart showing the relationship between individual geological hazards and slope architectures in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

不稳定斜坡发育于松散土体结构斜坡和层状结构斜坡中(图7d), 分别占不稳定斜坡总数的69.2%和30.8%。

5 降雨对地质灾害的诱发分析

岷江上游不同区域降雨量差异较大, 全区多年平均降雨量在750mm左右, 主要集中在5~10月, 占全年总降雨量的80%~85%。地质灾害多发生在此期间, 与降雨量之间呈明显的正相关(图8)。

暴雨或融雪水渗入地下, 使岩土软化, 降低岩土

的抗剪和粘结强度, 潜蚀岩土, 增大岩土容重, 产生动水压力、孔隙水压力和对透水岩石产生浮托力等是产生滑坡的重要诱发因素。岷江上游地区有“大雨大滑, 小雨小滑, 无雨不滑”之特点, 尤其在持续降雨时表现更为明显。据统计, 在雨季时期产生的泥石流、滑坡、崩塌现象占其总数的90%以上。

6 结 语

岷江上游流域山高、坡陡、切割深, 为地质灾害的产生提供了势能和临空条件, 地质灾害集中分布在低、中、高山地貌区, 其地质灾害发育密度分别为7.3个/100km²、2.3个/100km²和0.64个/100km²。丘状高原主要分布于岷江源区, 谷宽坡缓, 地形起伏较小, 地质灾害发育相对较少; 极高山、平原地貌区地质灾害不发育。

地层岩性和斜坡结构对地质灾害起明显的控制作用。泥石流发生在松散土体中, 广泛分布于板岩、千枚岩出露地区。滑坡多发育在松散土体和变质岩层状结构斜坡中, 分别占滑坡总数的78.1%和19.3%。崩塌在各类岩土斜坡结构中均有分布, 其中主要发育在软硬相间变质岩层状结构斜坡中, 占崩塌总数的86.1%。

地震是该区地质灾害产生的重要诱发因素, 如1933年8月25日叠溪Ms7.5级地震诱发滑坡, 堵塞

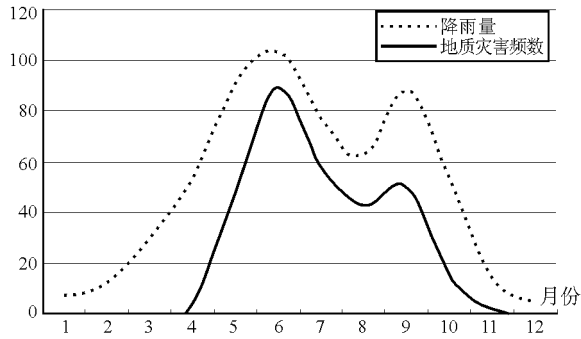


图8 理县地质灾害频数与降雨量关系图(据成都水文队, 2006)

Fig. 8 Relationship between the frequency of the geological hazards and precipitation in Lixian county, Sichuan

岷江数十处,造成6865人死亡,1925人受伤的严重危害。

降水对滑坡、崩塌、泥石流起到明显的诱发作用。岷江上游降雨集中在5~10月份,是地质灾害的高发期,在此期间发生的崩塌、滑坡、泥石流地质灾害占该地区年度地质灾害总数的90%以上。

参考文献:

[1] 丁俊,倪师军,魏伦武,等.西南地区城市地质环境风险性分区评价方法[M].成都:四川科学技术出版社,2006.

[2] 殷跃平.中国地质灾害减灾战略初步研究[J].中国地质灾害与防治学报,2004,15(2):1—8.

[3] 黄润秋,王士天,张倬元,等.中国西南地壳浅表层动力学过程及其工程环境效益研究[M].成都:四川大学出版社,2001.

[4] 蔡彬,陈波,魏伦武.三峡库区崩塌滑坡发育规律初探[J].水土保持通报,1988,8(2):18—24.

[5] 魏伦武,陈波,蔡彬.长江三峡工程库区斜坡稳定性的模糊综合评判方法[J].水文地质工程地质,1990,(2):34—36.

[6] 四川省地矿厅.四川省地质环境图集,1998.

Distribution of the geological hazards in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan

CHANG Xiao-jun¹, DING Jun¹, WEI Lun-wu¹, WANG De-wei¹, MAO Yu², YAN Yi²
(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 2. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: The existing 284 sites of geological hazards are developed in the lower, intermediate and higher mountain areas in the upper reaches of the Minjiang River, Sichuan, with a density of 7.3/100 km², 2.3/100 km² and 0.64/100 km², respectively, and making respectively up 6.7%, 70.7% and 20.8% of the total numbers of the geological hazards throughout the study area. The stratal lithology and slope architectures are considered as important controlling factors, and earth quakes and precipitations as major triggers for the geological hazards in the study area. The statistical analysis of the geological hazards may provide the useful approach to the sustainable economic development and the planning of precaution and reduce of geological hazards along the Minjiang River.

Key words: upper reaches of the Minjiang River; geological hazard; controlling factor; distribution; western Sichuan