

长江上游泥石流最重度危险区*

韦方强 谢 洪 钟敦伦

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 泥石流最重度危险区内泥石流危害最严重或危害能力最强。论述了长江上游泥石流最重度危险区的泥石流形成条件,活动特征及发展趋势;总结了区内泥石流的防治现状,并提出了区内泥石流防治的原则和意见。

关键词 长江上游 泥石流 最重度危险区

长江上游泥石流最重度危险区(简称本区)包括 9 个小区,面积 3.20 万 km²,其中最大的小区面积 0.78 万 km²,最小的仅 0.08 万 km²。本区大多分布在金沙江、雅砻江、岷江、大渡河和白龙江等流域;主要见于四川省甘孜藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州,甘肃省陇南地区和云南省昭通地区,分属 3 省 28 县(表 1)。

表 1 泥石流最重度危险区各小区
Table 1 Most catastrophic danger district of debris flow

小区	涉及的县市	水系	县城所在地(个)	面积 (万 km ²)	泥石流自然危险度级别 ¹⁾	经济发展程度级别 ²⁾
I ₁	四川丹巴、道孚	大渡河上游	1	0.25	A	4
I ₂	四川泸定、石棉、天全、宝兴	大渡河中上游	2	0.59	A	3, 4
I ₃	四川冕宁、西昌市	雅砻江中下游		0.21	A	4
I ₄	四川汶川、理县、宝兴、芦山、大邑、崇庆、都江堰市、彭州市、什邡、绵竹	理县—汶川段岷江上游	2	0.78	A, B	1, 2, 3
I ₅	四川甘洛、金口河工农区、峨边、峨眉山市、乐山市	金口河工农区—乐山市段大渡河	2	0.45	A, B	1, 2, 3, 4
I ₆	四川雷波	金沙江支流美姑河下游		0.08	A	4
I ₇	四川宁南、云南巧家	巧家—宁南段金沙江	2	0.33	A	3, 4
I ₈	甘肃迭部	白龙江上游		0.21	A	4
I ₉	甘肃宕昌、舟曲、武都、文县	舟曲—文县段白龙江	2	0.30	A	4

1) A 级代表泥石流一级自然危险区; B 级代表泥石流二级自然危险区。
2) 1 级代表经济高度发展区; 2 级代表经济次高度发展区; 3 级代表经济中等发展区; 4 级代表经济次中等发展区。

本区有 A-2, A-3, A-4, B-1 四种组合类型。前三种组合类型的自然条件对泥石流形成有利,泥石流沟密度大,泥石流活动强烈,危害极其严重; B-1 类的自然条件虽对泥石流形成较有利,但经济发展水平很高,工农业发达,且往往有铁路、公路干线,居民集中,泥石流活动造成的危害亦极其严重。

1 泥石流形成条件

本区泥石流自然危险度指标级别大多属 A 级,少数属 B 级;经济发展程度指标级别

* 长江水利委员会水土保持局资助项目。
本文收稿日期: 1994-01-19。

大多属 4 级, 少量属 1, 2, 3 三级。区内泥石流危险度指标级别皆属 I 级(泥石流最重度危险区), 但自然条件和经济发展水平相差很大。

1.1 地质地貌条件

本区主要处于我国第一级地貌阶梯与第二级地貌阶梯之间的过渡带内, 河谷深切, 沿岷山、龙门山、夹金山、大相岭、小相岭和五莲峰呈岛状分布。区内构造运动强烈, 断裂发育, 岩体破碎。地质地貌指标级别大多数属 a 级(利于泥石流极强烈活动区)。

1.1.1 地貌条件

本区地貌指标级别主要属 1 级(统计单元相对高度 $h \geq 3000\text{m}$), 少数属 2 级($h = 3000 - 2000\text{m}$), 很少属 3 级($h = 2000 - 1000\text{m}$)。各小区多为周围群山环抱, 中部河谷深切。如 I₁ 小区南有大马山, 西为郭宗山, 西北有磨子山, 东为夹金山, 海拔 $\geq 5000\text{m}$ 高峰有 5 座, 深切的大渡河从中部穿过。再如 I₇ 小区东西两侧分别为五莲峰和鲁南山, 强烈下切的金沙江夹在两者之间。区内岭谷相对高度悬殊, 坡陡, 沟床比降亦陡峻, 这为泥石流发育提供了极其优越的动力条件。

1.1.2 地质条件

本区地质指标级别以 1 级(统计单元内断层长度与地层风化系数之积 $S \geq 0.25$)和 2 级($S = 0.25 - 0.20$)为主, 其次为 3 级($S = 0.20 - 0.15$)和 4 级($S = 0.15 - 0.10$), 几乎无 5 级($S < 0.10$)。白龙江流域的 I₅ 小区内 7 个统计单元中有 6 个的地质指标级别属 1 级, 1 个属 2 级。由此可见, 本区的地质条件对泥石流形成极其有利。区内新构造运动强烈, 其主要表现有二: 1. 发育有一系列深大断裂, 如安宁河大断裂、牛牛寨—马颈子大断裂、茂汶大断裂和岷江大断裂等, 其中大部分是活动断裂, 主干断层长度达 $418\text{m}/\text{km}^2$, 深大断裂使岩体破碎范围大; 2. 各小区都处在地震中心或地震强烈影响带内, 地震活动强烈而频繁, 岩体进一步丧失完整性和稳定性; 再则崩塌、滑坡十分发育。在这种情况下, 形成泥石流所需的松散碎屑物质可得到源源不断的提供。

1.2 气候条件

区内气候指标级别以 c 级(利于泥石流中等活动区)为最多, 其次为 d 级(利于泥石流一般活动区), 再次为 b 级(利于泥石流强烈活动区), 最少为 a 级(利于泥石流极强烈活动区)。

1.2.1 气温条件

本区气温指标级别以 2 级(气候综合评价 $T = 24.0 - 20.0$)居多(9 个小区中有 5 个小区属之), 其次为 4 级($T = 16.0 - 12.0$), 再次为 3 级($T = 20.0 - 16.0$), 从区内气温指标分布的总体来看, 对岩石风化有利, 即有利于泥石流松散碎屑物质的形成和积累。但区域分异明显, 如年均温最高 21.1°C , 最低 7.8°C , 相差 13.3°C ; 气温极端较差最高 53.9°C , 最低 39.2°C , 相差 14.7°C ; 气温年较差最高 20.7°C , 最低 13.1°C , 相差 7.6°C ; 1 月均温最高 12.2°C , 最低 -4.3°C , 相差 16.5°C ; 7 月均温最高 27.3°C , 最低 15.9°C , 相差 11.4°C 。气温对岩石风化的影响不是气温指标的单因素起作用, 而是气候指标的众多因素共同作用的结果。

1.2.2 降水条件

区内降水指标级别大多属 4 级(降水综合评价 $Q=16.0-8.0$), 少部分为 3 级($Q=24.0-16.0$), 还有 1 级和 2 级(Q 分别为 ≥ 32.0 和 $32.0-24.0$). 1 级和 2 级主要出现在 I₁ 和 I₂ 两个小区; 两者处于夹金山迎风坡, 东南季风至此受阻抬升, 凝云致雨, 故降水丰沛、多暴雨. 其间年降水量 $\geq 1\,000\text{mm}$, 最高达 $1\,500\text{mm}$, 年暴雨日数 $\geq 3.0\text{d}$, 最高达 6.7d , 最大一日降水量 $\geq 180\text{mm}$, 最高达 272mm . 3 级和 4 级主要分布在其他各小区, 当地多为雨影区或干热河谷区, 降水条件较差, 年均降水量 $< 1\,100\text{mm}$, 最低仅 433mm , 一日最大降水量 $< 160\text{mm}$, 最低 43mm , 年暴雨日数 $< 2.0\text{d}$.

从总体上看, 本区降水指标普遍较低, 似乎不能满足泥石流强烈活动或极强烈活动的要求. 但泥石流活动强弱, 除一定要有激发雨强外, 还得有很多因素的配合, 如沟床比降的陡缓和流域面积的大小等. 若沟床比降增陡, 流域面积减小, 泥石流激发雨强则降低^[1]. 因而仅根据降水条件并不能确定泥石流活动强弱. 本区泥石流沟沟床比降陡峻, 泥石流沟流域面积又多 $< 10\text{km}^2$, 其中尤以 $1-5\text{km}^2$ 为最多, 这就降低了对泥石流激发雨强要求. 换言之, 区内降水条件能满足泥石流强烈以至极强烈活动的要求.

1.3 人类经济活动条件

一般地说, 经济发展程度愈高, 泥石流活动强度和危害程度越大. 本区人类经济活动对环境的破坏主要表现为: 砍伐森林, 陡坡耕作, 道路、水利工程、矿山等的不合理建设使边坡失稳, 筑路、修渠、采矿等弃土弃碴的不合理堆放, 为泥石流的发生发展提供了大量的松散碎屑物质, 加剧了泥石流的活动.

2 泥石流活动特征及发展趋势

2.1 活动特征

1. 区内的自然条件利于泥石流发育. 泥石流沟密集, 泥石流暴发频繁, 规模大, 破坏力强, 危害极其严重.

2. 本区泥石流多以暴雨洪水揭底而成, 或崩塌、滑坡转化而成. 泥石流暴发时能量巨大, 在短时间内冲出物方量可达数十万 m^3 , 甚至数百万 m^3 , 摧毁沿途的建筑物、村庄, 甚至堵断江河.

3. 运动的泥流体侵蚀能力强, 一次泥石流可将沟底下蚀几 m , 甚至十几 m ^[2], 使沟谷两岸坡脚失稳, 为日后的泥石流暴发创造了条件.

4. 区内部分泥石流堆积扇往往发育不完整, 甚至完全缺失, 泥石流沟隐蔽性甚强, 对此应谨慎从事, 以免漏判.

2.2 发展趋势

本区新构造运动强烈, 断裂发育, 地震烈度高, 岩体破碎, 岭谷相对高度悬殊 ($h \geq 3\,000\text{m}$, 最大达 $4\,590\text{m}$), 山坡坡度陡峻, 崩塌、滑坡活跃, 加之降水适宜, 因此在今后很长一段时间内泥石流活动仍将处于活跃期. 而且随着人类经济活动的不断增强, 环境进一步恶化, 岩体大面积裸露, 坡脚失稳, 崩塌、滑坡不断发生, 水土流失日益严重, 更促进了泥石流的发生发展. 总之区内泥石流活动有日趋加重之势, 如不加以防治, 泥石流将危害更大. 大量固体物质输入主河, 还会给下游造成重大危害.

3 泥石流防治现状和意见

3.1 防治现状

各级政府机构和有关部门对本区泥石流防治, 给予了高度重视, 曾多次组织研究人员和防治人员对重点地区进行考察、观测、试验和防治研究, 对重点泥石流沟谷进行了治理, 并取得了许多科研成果, 收到了较好的防治效益, 为以后的防治积累了经验. 如为确保城镇安全的宁南县城泥石流综合治理工程^[3,4], 为保护成昆铁路运输畅通的勒古洛夺沟和瓦红沟等泥石流防治工程^[2], 为保障公路运输畅通和居民安全的武都县火烧沟泥石流排导工程等^[1].

区内的泥石流防治, 已从 20 世纪 80 年代以前的由当地居民自发建造的简易拦挡坝、护岸堤为主的阶段, 进入了统一规划、综合防治阶段, 并在许多点上取得了显著效益. 但是由于交通不便, 经费困难, 很多地区的研究深度还不够(甚至近乎空白), 综合治理和预警预报站仅在几个点上进行, 区域性的综合治理尚未真正开始. 可见本级综合危险区的泥石流防治工作还不能满足生产实际的需要.

3.2 防治意见

区内泥石流防治应坚持统一规划, 统一部署; 以防为主, 防治结合; 全面防治, 重点治理; 工程治理与生物治理四个方面相结合的原则. 据此对本区泥石流防治提出以下意见.

1. 本区在泥石流危险度方面相对一致. 因此泥石流防治必须统一规划, 统一部署; 在财力有限的情况下, 要突出重点, 避免大灾、特大灾的发生, 分期分批安排泥石流防治工程, 逐步达到全面防治泥石流的目的.

2. 区内大至特大规模的泥石流一旦发生, 将会造成巨大的、甚至毁灭性的灾害. 因此在本区进行经济建设时, 无论是修筑道路、建设厂矿或水利设施, 还是建设居民区, 都应高度重视泥石流危害, 并要充分论证经济建设项目本身对环境的影响. 区内的部分泥石流堆积扇往往发育不全, 泥石流沟隐蔽性甚强, 应加以认真考察, 仔细判别, 尽量避开泥石流危害区或治理控制泥石流危害, 以保证建设的顺利进行.

3. 本区受泥石流危害的铁路、公路干线分别有 295 和 803(km); 受泥石流危害的县城有 6 座; 四川省的宁南^[3,4]、泸定、宝兴, 云南省的巧家^[5]和甘肃省的武都^[1]、文县(区内共有县城 9 座). 铁路、公路是当地的交通命脉, 县城是当地的政治经济文化中心, 它们属重点防护对象. 危害这些对象的泥石流沟必须加以重点治理, 宜采取以工程措施为先导、生物措施为后续的综合治理措施, 以确保长期安全.

4. 对区内目前尚无力进行治理的泥石流沟, 宜采取泥石流预警预报措施, 以减轻泥石流突然暴发造成的危害.

5. 本区的相当一部分居民, 对环境保护的认识不足, 缺乏预防泥石流危害的有关知识, 因此广泛宣传泥石流形成、危害、预防的科普知识是非常迫切的. 这不仅可提高人们对保护环境、保护防治工程设施的认识, 而且还可为开展泥石流群防群测工作奠定基础.

参 考 文 献

- [1] 中国科学院兰州冰川冻土研究所,甘肃省交通科学研究所. 甘肃泥石流. 北京:人民交通出版社,1982. 14—15, 33,68,133—137.
- [2] 中国科学院成都山地灾害与环境研究所编著. 泥石流研究与防治. 成都:四川科学技术出版社,1989. 13,235, 335.
- [3] 李德基,欧阳强,王士革. 宁南县城后山泥石流综合治理. 山地研究,1990,8(4),258—265.
- [4] 张有富. 宁南县城后山泥石流生物治理. 山地研究,1990,8(4),266—273.
- [5] 胡发德,田连权. 云南巧家县城郊泥石流概况. 见:中国科学院成都地理研究所. 泥石流(3). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1986. 46—51.

MOST CATASTROPHIC DANGER DISTRICT OF DEBRIS FLOW IN UPPER REACHES OF CHANGJIANG RIVER

Wei Fangqiang Xie Hong Zhong Dunlun

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*
& *Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041*)

Abstract

Debris flow harms the people's lives and property most seriously, or has the most destructive capability in the most catastrophic danger district of debris flow in the upper reaches of Changjiang River. The forming conditions, activity characteristics and developmental tendency of debris flow are discussed, the status quo of debris flow prevention is summed up, and some principles and suggestions of debris flow prevention in the district are put forward.

The natural danger degrees are A which is favourable to the most intense activity of debris flow of the district in most part and B which is favourable to intense activity of debris flow in little part. The economic developmental level is 4 (low) in greater part of the district, 3 (middle) and 2 (subhigh) in a little part, and 1 (high) in little part.

Debris flow gullies are dense, frequency is high, scale is great, and destructive power is strong in the district.

The favourable natural environmental conditions enliven debris flow activities, and human unreasonable economic activity stimulates debris flow occurrence further.

Unified planning, putting the prevention first, combining prevention with control, preventing overally, controlling major points, and combining civil engineering and biologic engineering are the principles of debris flow control.

Key words upper reaches of Changjiang River, debris flow, most catastrophic danger district