

# 长江上游泥石流较轻度危险区\*

谢洪 韦方强 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** 区内共有 20 个小区,面积 30.63 万 km<sup>2</sup>。本区地跨 8 省区。区内有 14 个小区泥石流自然危险度级别为 C 级(面积 11.91 万 km<sup>2</sup>),6 个小区泥石流自然危险度级别属 D 级(面积 18.72 万 km<sup>2</sup>)。本区有 4 座县城受泥石流威胁或危害,除此之外泥石流危害程度一般较轻。

**关键词** 长江上游 泥石流 较轻度危险区

长江上游泥石流较轻度危险区(简称本区)属 N 级区,分为 20 个小区,跨 8 省区,面积 30.63 万 km<sup>2</sup>。小区面积最大的 15.39 万 km<sup>2</sup>,最小的仅 0.06 万 km<sup>2</sup>(表 1)。

本区经济发展程度级别五级全有,其中以经济待发展区(5 级区)最多,这级小区占全区小区总数的 70%。

## 1 泥石流形成条件

区内泥石流活动为中等和较微弱(泥石流自然危险度既有 C 级,又有 D 级)。在自然危险度 C 级区内泥石流具有中等危害能力,只因当地经济发展程度过低(多为 5 级区),泥石流的危害对象甚少和对经济建设造成的损失较小,故将泥石流危险度级别定为 N 级。

本区地质地貌指标级别以 c 级(利于泥石流中等活动区)为主,其次为 d 级(利于泥石流一般活动区)和 e 级(利于泥石流微弱活动区或不利于泥石流活动区);气候指标级别则以 d 级(利于泥石流一般活动区)为主,次为 c 级(利于泥石流中等活动区)和 b 级(利于泥石流强烈活动区)。这种自然条件组合不利于泥石流强烈活动,而利于泥石流中等和一般活动。区内属泥石流自然危险度级别为 D 级(或以 D 级为主)的小区面积 18.72 万 km<sup>2</sup>,占全区面积的 61%;C 级(或以 C 级为主)的小区面积 11.91 万 km<sup>2</sup>,占全区面积的 39%。

### 1.1 地貌条件

本区主要处在青藏高原、云贵高原、四川盆地等,相对高度变幅较大。地貌指标级别有 2,3,4,5 级,统计单元相对高度  $h$  分别为 3 000—2 000,2 000—1 000,1 000—500 和 < 500(m)。区内地貌指标级别属 3 级(或以 3 级为主)的小区 14 个,占全区小区总数的 70%;属 4 级(或以 4 级为主)的小区(5 个)面积 17.54 万 km<sup>2</sup>,占全区面积的 57%。

青藏高原(海拔多 3 000—4 000m)及其边缘(海拔  $\geq 2 000$ m)分布有  $N_1$ — $N_{12}$  小区,面积 10.42 万 km<sup>2</sup>,占全区面积的 34%。地貌指标级别以 3 级为主,谷地一般属 3 级,深切谷地可有 2 级,仅高原面上为 4 级和 5 级。四川盆地、云贵高原及两者间过渡带的  $N_{13}$ ,  $N_{15}$ — $N_{19}$  6 个小区面积 18.72 万 km<sup>2</sup>,占全区面积的 61%,地貌指标级别以 4 级为主;云

\* 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。

贵高原(海拔 1 000—2 000m)及其边缘、切割较深处一般属 4 级,局部有 3 级;四川盆地属低山丘陵(海拔 300—700m),切割浅,出现 5 级,仅盆地边缘及与云贵高原过渡带上切割稍深,呈 4 级. 陇南山地(海拔  $\geq 2 000\text{m}$ ),以 3 级为主,其间有  $N_{11}$  小区,面积 1. 01 万  $\text{km}^2$ ,占全区面积的 3%. 鄂西山地仅有  $N_{20}$  小区,面积 0. 48 万  $\text{km}^2$ ,不足全区面积的 2%,以 3 级为主.

表 1 泥石流较轻度危险区各小区

Table 1 Light danger district of debris flow

小区	涉及的行政区	水 系	县市所在地(个)	面积 (万 $\text{km}^2$ )	泥石流自然 危险度 级别 <sup>1)</sup>	经济发 展程度 级别 <sup>2)</sup>
$N_1$	青海曲麻莱、治多	通天河中游		0. 12	C	5
$N_2$	青海曲麻莱、治多、称多、玉树,四川石渠	通天河中下游,金沙江上游	1	2. 10	C	5
$N_3$	四川石渠	雅鲁江支流各雍河		0. 12	C	5
$N_4$	西藏昌都地区东部	金沙江上游	2	1. 06	C	5
$N_5$	云南中甸	金沙江上游	1	0. 30	C	5
$N_6$	四川甘孜州西部,云南中甸	金沙江上游,雅鲁江上中游	3	2. 32	C,D	5
$N_7$	青海班玛、久治,四川石渠、色达、德格、甘孜、炉霍、壤塘	雅鲁江上游,大渡河上游		1. 67	C,D	5
$N_8$	青海久治	大渡河上游		0. 06	C	5
$N_9$	四川阿坝州北部	大渡河上游,岷江上游,嘉陵江上游		1. 21	C,D	5
$N_{10}$	四川康定	雅鲁江上游		0. 34	C	5
$N_{11}$	云南德钦、维西	金沙江上游		0. 14	C	5
$N_{12}$	四川木里、盐源,云南宁蒗、永胜、鹤庆、洱源	雅鲁江下游,金沙江中游	2	0. 98	C,D	5
$N_{13}$	四川攀枝花市,云南华坪、永胜、楚雄州	金沙江中游	4	1. 18	D	4,5,3
$N_{14}$	甘肃宕昌、礼县、成县、西和,陕西略阳	嘉陵江上游	3	1. 01	C,D	5,2
$N_{15}$	四川广元市、江油市、绵阳市	嘉陵江中游	2	0. 31	D	2,3,1
$N_{16}$	四川成都市、中江、简阳、仁寿	沱江上游	2	0. 42	D	2,1,3
$N_{17}$	四川旺苍、巴中地区、广安地区、南充市、泸州市、重庆市、涪陵地区、万县地区、黔江地区、乐山市、宜宾地区,云南昭通地区,贵州铜仁地区、遵义地区、毕节地区、安顺地区、六盘水市、贵阳市,湖北鄂西州西部	川江段长江,金沙江下游,岷江、乌江	67	15. 39	D,C,E	1,2,3,4,5
$N_{18}$	云南昭通、鲁甸、永善	金沙江支流横江上游	1	0. 11	C,D	3,4,5
$N_{19}$	云南曲靖地区、昆明市	金沙江中游	6	1. 31	D,C	1,2,3,5
$N_{20}$	湖北秭归、兴山	长江三峡段	2	0. 48	C	5

1) C 级代表泥石流三级自然危险区;D 级代表泥石流四级自然危险区;E 级代表泥石流五级自然危险区.

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;5 级代表经济待发展区.

## 1. 2 地质条件

本区属扬子准地台、松潘-甘孜褶皱系、三江褶皱系、秦岭褶皱系等大地构造单元. 区内地质构造虽较复杂,但多处于上述几个构造单元内的构造运动较弱部位,构造运动对岩体的破坏作用均较泥石流危险度 I, II, III 级区弱. 本区主干断层长度  $164\text{m}/\text{km}^2$ ,仅为 I 级区的 39%, II 级区的 10%, III 级区的 69%. 区内仅  $N_{11}$  小区处于强烈地震震中区,其余小区处于地震波及区或地震弱活动区. 因此本区地质指标(统计单元内断层长度与地层

风化系数之积 $S$ )级别普遍较低,以4级( $S=0.15-0.10$ ),5级( $S<0.10$ )为主的小区共15个( $N_1, N_3, N_5, N_7-N_{10}, N_{12}-N_{19}$ ),占全区小区总数的75%,面积24.53万 $\text{km}^2$ ,占全区面积的80%;其余小区一般以4级和3级( $S=0.20-0.15$ )各占一半的居多,仅 $N_{11}$ 小区为2级( $S=0.25-0.20$ )和3级, $N_2$ 小区局部是1级( $S\geq 0.25$ )。这就是说,本区绝大多数小区的地质条件仅有利于泥石流一般甚至微弱活动。

### 1.3 气候条件

本区的主要气候区有:亚热带季风气候区,大陆性高原气候区,暖温带季风气候区,亚热带高原季风气候区。气温指标(气温综合评价值 $T$ )级别1—5五级全有,以属4级( $T=16.0-12.0$ ),5级( $T<12.0$ )的小区为多,占全区小区总数的60%;属1级( $T\geq 24.0$ )的小区面积最大,仅 $N_2, N_3, N_{15}-N_{17}, N_{20}$ 6个小区的面积就达18.82万 $\text{km}^2$ ,占全区面积的61%。

与气温指标级别相比,降水指标(降水综合评价值 $Q$ )级别变化较小,仅有2级( $Q=32.0-24.0$ ),3级( $Q=24.0-16.0$ ),4级( $Q=16.0-8.0$ )。区内以3级为主的小区面积22.95万 $\text{km}^2$ ,占全区面积的75%。

各气候区主要气候特征值如下:1.属亚热带季风气候区的 $N_{15}-N_{20}$ 6个小区(面积18.02万 $\text{km}^2$ ),年降水量738—1389mm,年降水日数131.5—207.0d,一日最大降水量82—364mm, $\geq 50\text{mm}$ 暴雨日数0.5—5.2d, $\geq 100\text{mm}$ 暴雨日数0.0—1.2d, $\geq 150\text{mm}$ 暴雨日数0.0—0.3d,年内降水变率52.60—102.55%,年均温10.5—18.8 $^{\circ}\text{C}$ ,气温年较差11.7—25.9 $^{\circ}\text{C}$ ,气温极端较差37.4—49.0 $^{\circ}\text{C}$ 。2.属大陆性高原气候区的 $N_1-N_{11}$ 11个小区(面积9.44万 $\text{km}^2$ ),年降水量387—952mm,年降水日数100.3—170.7d,一日最大降水量25—88mm, $\geq 50\text{mm}$ 暴雨日数0.0—0.7d,无日降雨量 $\geq 100\text{mm}$ 记录,年内降水变率65.36—128.12%,年均温-2.5—12.5 $^{\circ}\text{C}$ ,气温年较差14.0—21.2 $^{\circ}\text{C}$ ,气温极端较差38.5—63.2 $^{\circ}\text{C}$ 。3.属暖温带季风气候区的 $N_{11}$ 小区(面积1.01万 $\text{km}^2$ ),年降水量488—860mm,年降水日数113.5—134.2d,一日最大降水量55—181mm, $\geq 50\text{mm}$ 暴雨日数0.1—0.2d, $\geq 100\text{mm}$ 暴雨日数0.0—0.1d,年内降水变率74.54—80.87%,年均温8.4—13.2 $^{\circ}\text{C}$ ,气温年较差22.2—24.4 $^{\circ}\text{C}$ ,气温极端较差46.2—58.1 $^{\circ}\text{C}$ 。4.属亚热带高原季风气候区的 $N_{12}, N_{13}$ 小区(面积2.16万 $\text{km}^2$ ),年降水量614—1037mm,年降水日数91.4—134.0d,一日最大降水量39—228mm, $\geq 50\text{mm}$ 暴雨日数0.1—3.4d, $\geq 100\text{mm}$ 暴雨日数0.0—0.2d,年内降水变率74.32—115.14%,年均温11.5—21.9 $^{\circ}\text{C}$ ,气温年较差11.7—15.2 $^{\circ}\text{C}$ ,气温极端较差37.5—43.5 $^{\circ}\text{C}$ 。由上可见,区内多数小区降水丰沛,并有一定的暴雨、大暴雨乃至特大暴雨日数,具备形成泥石流的水体条件和激发条件;再则年温差较大,利于岩石风化,从而利于松散碎屑物质的积累,为泥石流形成提供了松散固体物质来源。

总而言之,本区地貌条件与气候条件均较利于泥石流形成,尤其在高原边缘、深切谷地及盆地向高原的过渡带上切割强烈,山坡陡峻,并有较多地形雨,泥石流活动较频繁。

## 2 泥石流活动特征

本区泥石流活动强度差异明显:1.泥石流自然危险度级别属C级(或以C级为主)的

计 14 个 ( $N_{11}$ — $N_{12}$ ,  $N_{14}$ ,  $N_{20}$ ) 小区 (面积 11.91 万  $\text{km}^2$ ), 泥石流活动强度中等, 活动频率较高, 规模较大. C 级区多处于青藏高原及其边缘, 泥石流虽活动性和危害能力均较强, 但因当地人烟稀少, 经济发展程度甚低, 除对某些县城及主要交通干线造成较大灾害的泥石流外, 全区泥石流的危害对象甚少, 即危害较轻. 2. 泥石流自然危险度级别属 D 级 (或以 D 级为主) 的共 6 个 ( $N_{13}$ ,  $N_{15}$ — $N_{19}$ ) 小区 (面积 18.72 万  $\text{km}^2$ ). 与 C 级区相比, D 级区形成泥石流的环境条件不大有利, 虽占据人口稠密的四川盆地及其边缘, 但泥石流活动频率低, 规模小, 危害能力甚弱, 即危害甚微. D 级区内人口稠密, 人类经济活动强烈, 这对泥石流形成也有重要影响, 已有人为促发泥石流活动的事例, 如四川省巴中市境内就曾发生过陡坡耕作型泥石流<sup>[1]</sup>, 应引起高度重视.

### 3 泥石流发展趋势及防治意见

影响泥石流发展的因素中地质地貌条件相对稳定, 地震活动具有周期性, 暴雨、特大暴雨的出现也有一定的周期, 因此一定时期内影响泥石流发展趋势的因素主要是地震和暴雨. 地震活动增强, 利于松散碎屑物积累, 会促发泥石流, 反之则不然. 如  $N_{14}$  小区处于强震多次发生的震中区及附近, 泥石流活动长盛不衰. 除此之外, 本区多数小区远离强震震中, 受地震影响小. 因此本区多数小区内暴雨影响着泥石流发展趋势. 暴雨既是形成泥石流的水源, 又是激发条件. 暴雨增多, 泥石流活动频率将增高, 危害加大.

此外人类经济活动对泥石流发展趋势的影响也不容忽视. 泥石流自然危险度级别属 D 级与泥石流危险度级别属 N 级的小区内, 若人类经济活动不加剧, 则泥石流活动仍能保持低频率、小规模、危害较轻的状态; 若人类经济活动进一步加剧, 并忽视泥石流预防, 则泥石流将有所发展, 危害加重. 泥石流自然危险度级别属 C 级与泥石流危险度级别属 N 级的小区内, 泥石流形成条件充分, 生态环境较脆弱, 若人类经济活动不加剧, 则泥石流的活动和危害也将会有所发展; 若人类经济活动进一步加剧, 又忽视环境保护, 则泥石流危害将增大; 若人类发展经济的同时, 又注意防灾减灾, 则泥石流的活动和危害将会削弱.

区内受泥石流威胁或危害的县城 4 座, 即: 甘肃省礼县, 云南省中甸县, 四川省新龙县、理塘县, 其间实施了某些泥石流防治措施 (如修建防护堤、拦挡坝、开展小流域治理等), 对所在小区的泥石流防治起到了示范作用, 有助于当地泥石流防治的进一步开展. 其余小区仅对危害交通干线的泥石流作过些零星治理, 大多还未开展防灾减灾工作.

本区县城等重要防护对象附近发生的泥石流可能会造成重大危害, 需充分重视泥石流防治. 但就全区而言, 泥石流危害是较轻度的. 这就要按区内泥石流危害对象和危害状况的不同, 开展泥石流防治. 如对危害县城、乡镇、村庄和交通线路等重要设施的重点泥石流沟, 要进一步加以治理; 对暂时因财力、物力等有限而无法实施工程治理、但危害又很严重的泥石流沟, 应建立泥石流预警站或采取群测群防等措施, 尽量减轻泥石流所造成的损失. 本区面积甚大, 经济待发展区颇多, 除上列重点防护对象所在的小区外, 泥石流对经济建设所造成的威胁或危害一般较轻. 由此本区泥石流防治原则宜取以防为主, 即在开展经济建设时, 应避开泥石流危险区, 并加强对植被的保护, 合理开发利用自然资源, 以免造成人为泥石流.

## 参 考 文 献

- [1] 钟敦伦, 杨庆溪. 四川境内嘉陵江及沱江流域泥石流. 见: 中国科学院成都地理研究所编. 泥石流(2). 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1983. 18.

## LIGHT DANGER DISTRICT OF DEBRIS FLOW IN THE UPPER REACHES OF CHANGJIANG RIVER

Xie Hong Wei Fangqiang Zhong Dunlun

*(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

*& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)*

### Abstract

Light danger district of debris flow is IV-District with actual and potential capacity of harm or threatening. The district is divided into 20 parts, distributed over 8 provinces and autonomous region (see Table 1). The area is  $30.63 \times 10^4 \text{ km}^2$  and 31% of the area of the upper reaches of Changjiang River.

In the district, the activities of debris flow are mostly feeble, the level of economic development is lower and there are mainly awaiting development districts.

In the district, landform indexes are mainly 4 grade (the relative height  $h$  in statistic unit = 1000—500m). The geologic indexes are mostly 4 grade (the product  $S$  of fault length and strata weathering coefficient in statistic unit = 0.25—0.10) and 5 grade ( $S < 0.10$ ). The length of main faults is 164m/km<sup>2</sup>. Most climatic index is 1 grade. In the geologic and landform conditions and climatic conditions, only the later is more favourable to forming debris flow.

Combination of natural conditions is only favourable to feeble activity of debris flow in the district. Therefore, active characteristics of debris flow are as follows: scales are small, the frequency is lower and light damages. In the district, there are 4 county towns which are damaged and threatened by debris flows and should be controlled majorly. Man-made debris flow should be prevented especially in populous area of Sichuan Basin and its edge zone.

**Key words** upper reaches of Changjiang River, debris flow, light danger district