

文章编号: 1008-2786-(2009)1-108-07

汶川 5·12地震次生泥石流沟应急判识方法与指标

陈宁生^{1,2,3}, 黄蓉¹, 李欢⁴, 谢万银¹

(1. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室; 2. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所;
3. 四川省山区减灾工程技术研究中心, 四川 成都 610041; 4. 四川大学水电学院, 四川 成都 610065)

摘要: 5·12汶川大地震诱发了崩塌、滑坡、泥石流等次生灾害, 崩塌、滑坡堆积物给泥石流的形成提供了大量松散固体物质, 将导致灾区部分山洪沟转化为泥石流沟, 为此, 给出了一种泥石流沟的判识方法和指标。调查发现, 汶川灾区的地形地貌和降雨条件满足泥石流的暴发条件, 提出用流域单位面积的松散固体物质方量来判识泥石流沟; 调查西部山区的 50 条泥石流沟, 提出以 $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 的松散固体物质质量作为泥石流沟的判别指标, 以 $2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ 的松散固体物质质量作为粘性泥石流沟的判别指标。

关键词: 地震; 泥石流沟; 判识; 松散固体物质

中图分类号: P315.2 P642.23

文献标识码: A

自公元前 780 年以来, 我国(包括台湾省)共记载和记录到 6 级以上地震 560 多次, 其中 8 级以上地震 23 次, 7.0~7.9 级地震 133 次^[1]。一般中强地震或烈度 \times 度以上地区, 在一定条件下都有大规模泥石流发生, 例如, 1976-08-16~23 松潘-平武地区接连三次发生强烈地震, 震级分别为 7.2、6.7 和 7.2 和 1973-02-06 四川炉霍发生的 7.9 级大地震都不同程度激发了泥石流强烈活动^[2,3]。我国 7 级以上地震激发泥石流活动情况见表 1。由于强烈地震往往激发泥石流强烈活动, 因此, 在一定条件下, 地震活动地带通常也就是泥石流活动带。从我国地震局所划分的我国 23 个地震带中, 根据目前掌握的资料分析, 有 17 个为泥石流活动带, 占地震活动带总数的 70% 以上^[5,6]。中外闻名的云南小江流域位于小江地震带上, 地震活动频繁。1733 年、1833 年和 1966 年均发生过 6.5 级以上地震, 诱发了大量滑坡和崩塌, 使该区成为我国泥石流最发育的地区之一^[6]。

1 汶川地震重灾区与泥石流

2008-05-12 四川省汶川发生了里氏 8.0 级大地震, 灾情十分严重, 受灾区域集中于成都、德阳、绵阳、广元和阿坝地区, 严重危害的县达 21 个(图 1)。地震灾区地处川西龙门山构造带, 这里中高山与峡谷相间分布, 地形陡峻, 降雨丰沛, 尤其是夏季点暴雨十分集中, 历史上这一地带就是泥石流的高发区。5·12 汶川大地震诱发的崩塌、滑坡堆积于不同流域的沟床和山坡, 为泥石流的形成提供了丰富的松散固体物质, 松散固体物质的增加改变了原有的泥石流激发条件, 导致部分的山洪沟转化为泥石流沟, 这为泥石流沟的判识提出了新的难题。目前灾区正处于恢复重建时期, 新村镇和县城的选址需要在一定规模和频率的泥石流危害区域以外, 因此急需快速而简便地判识泥石流沟, 为灾区的选址重建和泥石流灾害防治服务, 最大程度的避免二次灾害的发生。本文基于我国多条泥石流沟的松散固体物质数量统计, 提出应急判识方法与指标。

收稿日期 (Received date): 2008-08-11; 改回日期 (Accepted): 2008-11-15.

基金项目 (Foundation item): 国家科技支撑计划项目 (2006BAJ06B02) 资助 [Supported by National Scientific and Technological Support Project (2006BAJ06B02)]

作者简介 (Biography): 陈宁生 (1965-), 男, 福建南安人, 研究员, 博士, 主要从事山地灾害与工程研究。[Chen Ningsheng (1965-), born in Fujian, male, professor majoring on the mountain hazards and engineering mitigation.]

表 1 7 级以上地震激发泥石流活动^[4]

Table 1 Debris flow's activities caused by earthquake above seven grade

时间	地点	震级	泥石流沟(条)	死亡人数
1303- 09- 17	山西洪洞	8	21	死伤众多
1654- 07- 12	甘肃天水	8	36	压埋村舍
1718- 06- 19	甘肃通渭	7. 5	175	4 万多
1879- 07- 01	甘肃武都	8	210	1 万以上
1920- 12- 16	宁夏海源	8. 6	220	23. 4 万
1927- 05- 23	甘肃古浪	8		4 000 以上
1933- 08- 25	四川叠溪	7. 5	51	6 800 以上
1970- 01- 05	云南通海	7. 7	27	15 000 以上
1973- 02- 06	四川炉霍	7. 9	×以上烈度区 148	2 000 以上
1974- 05- 11	云南永善~大关	7. 8	7	1 423
1976- 05- 29	云南龙陵	7. 3~ 7. 4	18	98
1976- 08- 16	四川松潘平武	6. 7~ 7. 2	×以上烈度区 130	

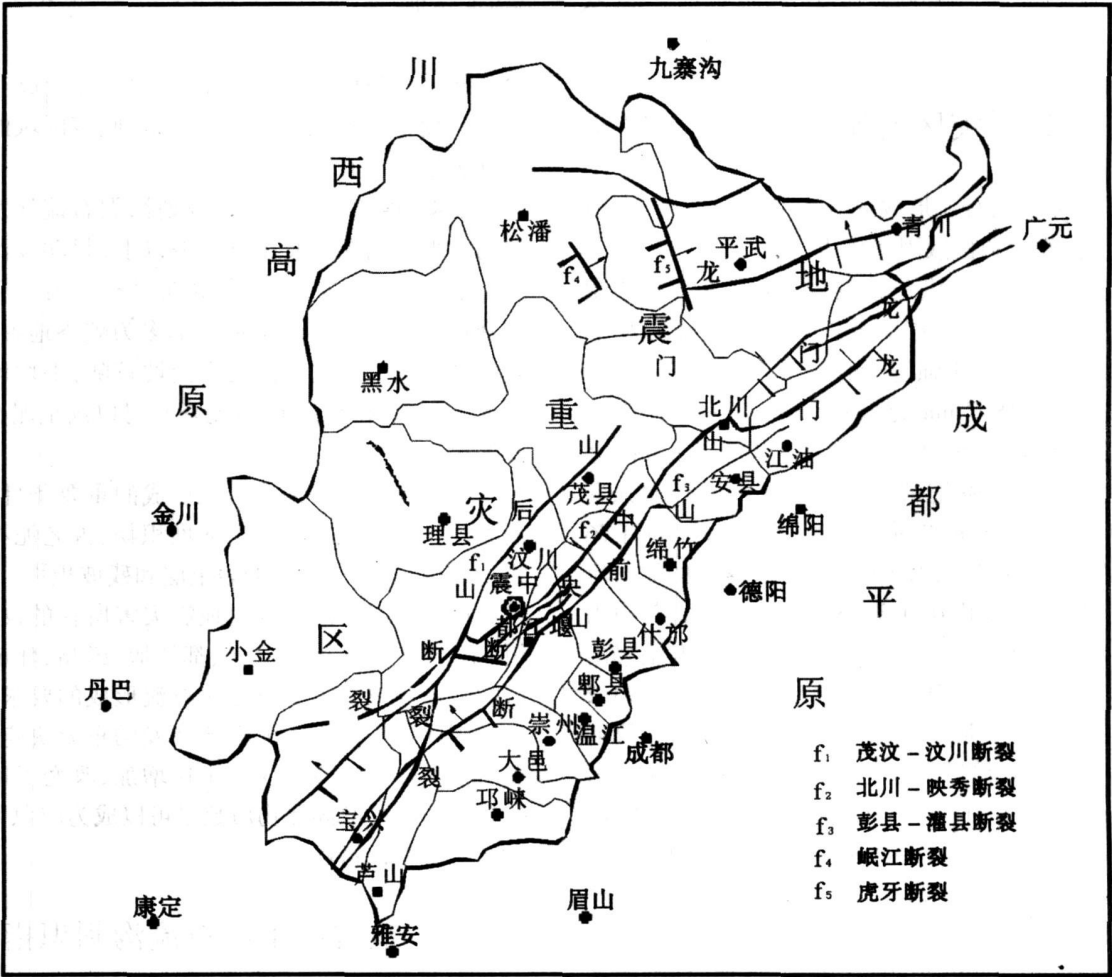


图 1 汶川地震重灾区及地质构造图

Fig 1 The hadest Wenchuan quake-hit area and geological structure

2 普通泥石流沟的判别

普通泥石流沟通常通过观测、调访、现代堆积物

的特点、泥石流的洪痕等判别^[7]。如果这些特征不明显,则综合分析泥石流形成的松散固体物质、水源和坡度等条件采用模糊数学方法进一步判别^[8,9],见图2。

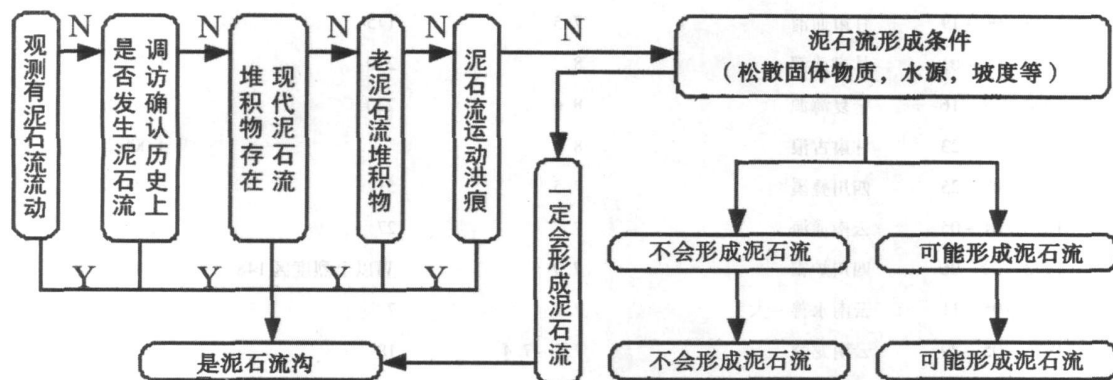


图2 普通泥石流沟判别工作流程图

Fig. 2 Judge process of common debris flow sites

3 汶川地震灾区的泥石流沟应急判识

通常决定泥石流形成的有3个方面的因素,即地形地貌、降雨和松散固体物质。

依据《四川省山洪防治规划》泥石流产生的激发雨强较大^[10],四川省山洪规划项目调查资料显示,有10 min临界雨强纪录的泥石流沟25条,雨强变化在3.5~18.7 mm之间;有30 min临界雨强纪录的泥石流沟24条,雨强变化在9.3~35.8 mm之间;有1 h临界雨强纪录的泥石流沟124条,雨强变化在0.1~64.7 mm之间,其中雨强 ≥ 9 mm的有76条,占总数的61.3%;有3 h临界雨强纪录的泥石流沟121条,雨强变化在0.3~80.9 mm之间,其中雨强 ≥ 9 mm的有92条,占总数的76%;有6 h临界雨强纪录的泥石流沟79条,雨强变化在0.3~93.2 mm之间,其中雨强 ≥ 9 mm的有67条,占总数的84.8%;有24 h临界雨强纪录的泥石流沟141条,雨强变化在0.4~149.4 mm之间,其中雨强 ≥ 9 mm的有128条,占总数的90.8%。

从地震灾区的主要县城气象站资料可知,年降雨量变化于490~1399 mm,北川、茂县、黑水、青川、汶川、广元、彭州、德阳、绵阳、都江堰、理县的平均雨量为813 mm,这些地区包括干旱河谷和湿润山区,其中干旱河谷区夏季的点暴雨相对集中,成为泥石流的高发区之一,相对湿润地区泥石流也比较发

育。同时,2008年春西部山区的大雪(造成严重的雪灾),使得众流域的基流较大,因此该区域的降雨能够满足泥石流暴发的需要。

依据《四川省山洪防治规划》泥石流暴发所需的沟床平均比降一般在100%以上,起动段沟床比降一般大于260‰,部分衰退期泥石流沟沟床平均比降往往小于100‰,沟道中部多为峡谷地形,存在陡坎和跌水。此次震区大多山坡较陡,平均坡度一般大于25°(相当于466‰比降),可以满足泥石流暴发的比降需要。

松散固体物质是泥石流形成的重要条件,包括崩塌、滑坡松散堆积物、沟床堆积物、古老泥石流堆积物、低植被覆盖地区的表土层和残坡积物、局部的风成堆积物等。由于汶川地震灾害所在的汶川、北川、小金、茂县、青川、广元、都江堰、彭州、什邡等县的降雨和坡度一般满足泥石流形成的要求,所以松散固体物质便成了泥石流暴发的重要决定因素。震后山区松散固体物质的迅速增加,改变了原来的数量,因此,松散固体物质数量可以成为应急可行的泥石流沟判识指标。

4 汶川地震次生泥石流沟判识指标

根据容重不同,可以将泥石流分为粘性泥石流(容重 $> 1.8 \text{ kg/m}^3$)和稀性泥石流(容重 $1.3 \sim 1.8 \text{ kg/m}^3$)。一般而言,松散固体物质数量增多,有利

于产生粘性泥石流, 强地震区域在地形地貌和降雨条件满足泥石流暴发的前提下, 由于强地震作用导致的松散固体物质数量增加成为地震诱发泥石流的关键。本文选择西部地震影响区域具有松散固体物质数据和泥石流性质特征的 50条泥石流沟进行统

计, 用流域单位面积所拥有的松散固体物质方量为标准, 统计分析已经发生过泥石流的沟道、流域中泥石流的性质、泥石流发生频率、泥石流暴发规模与松散固体物质数量的关系, 见表 2。

表 2 泥石流沟松散物质量与泥石流性质关系统计表
Table 2 The statistical relationship between quantity of soil material and quality of debris flow

序号	沟名	分布 (所处 道路)	流域面积 (km^2)	松散物总量 ($\times 10^4 \text{ m}^3$)	单位松散物质量 (m^3/km^2)	泥石流容重 (kN/km^3)	泥石流 类型
1	苗尾电站鲁羌沟	云南省云龙县旧洲镇	7.78	79.60	0.10	1.71	稀性
2	杨房沟电站杨房沟	四川省凉山州木里县	14.25	158.00	0.11	1.7	稀性
3	广陕高速王家沟	广元市朝天区宣河乡	2.80	70.00	0.25	1.6	稀性
4	撒多电站撒多沟	四川省凉山州木里县	53.11	1 390.50	0.26	1.6~ 1.80	稀性
5	滨东电站娃娃沟	四川省甘孜州九龙县洪坝乡	25.62	700.30	0.27	1.7~ 1.8	稀性
6	吉堆普沟	中尼公路	5.93	178.40	0.30	——	稀性
7	深沟 ^[2]	发源于小江右岸最高峰	28.32	877.92	0.31	1.50	稀性
8	尖山沟 ^[2]	小江县右侧	173.80	6 604.40	0.38	2.00	粘性
9	黄登电站梅冲河	云南省兰坪县	19.60	842.80	0.43	1.96	粘性
10	那波沟	中尼公路	4.95	221.70	0.45	——	稀性
11	邛山沟	四川丹巴县大金川支沟水卡子沟的右支沟	32.33	145 4.85	0.45	2.04	粘性
12	石羊沟	东川市南端	10.61	509.28	0.48	1.60	稀性
13	腊利沟 ^[2]	是小江流域的一条支沟, 位于东川市区南侧	28.70	1 492.40	0.52	1.3~ 1.50	稀性
14	桃家小河 ^[2]	东川市南面的阿旺区, 小江中游右岸支沟	75.50	430 3.50	0.57	1.50	稀性
15	K4981	中尼公路	2.69	166.70	0.62	——	稀性
16	踏卡电站喇嘛寺沟	四川省甘孜州九龙县踏卡乡	21.90	1 650.70	0.75	1.67	稀性
17	查乌沟	雅泸高速	3.38	347.10	1.03	1.60	稀性
18	森格宗沟	西藏八宿县境内冷曲河西侧 (川藏公路 K3824段)	58.60	732 5.00	1.25	1.40	稀性
19	许家小河 ^[2]	东川市南面的阿旺区, 小江中游右岸支沟	10.16	1 280.16	1.26	1.50	稀性
20	田坝干沟	雅泸高速	15.03	2 239.47	1.49	1.50	稀性
21	白鹤滩电站大赛沟	云南省巧家县	28.73	4 978.80	1.73	2.10	粘性
22	龙蛇子沟	贵州习水县城北 15 km 处的长嵌村附近	0.92	184.00	2.00	1.60	稀性
23	集中沟	四川石棉县蟹螺乡集中村	2.66	532.00	2.00	2.14	粘性
24	茶园沟	四川阿坝州汶川县克枯乡下庄村	19.40	3 880.00	2.00	2.1~ 2.30	粘性
25	无名沟	雅拉河右岸, 康定城北	0.90	186.30	2.07	2.1~ 2.30	粘性
26	嘎玛沟	西藏八宿县嘎同乡 (川藏公路白马段)	66.50	14 497.00	2.18	1.8~ 2.10	粘性
27	K4991	中尼公路	0.41	104.70	2.55	——	稀性

续表 2

序号	沟名	分布 (所处 道路)	流域面积 (km^2)	松散物总量 ($\times 10^4 \text{ m}^3$)	单位松散物质量 (m^3/m^2)	泥石流容重 (kN/m^3)	泥石流 类型
28	巴目登沟	中尼公路	1.13	289.30	2.56	—	稀性
29	黑沙沟	东川市南面的阿旺区,小江中 游右岸一支沟	3.28	849.52	2.59	2.2~2.30	粘性
30	9道班 ¹ 号沟	中尼公路	2.52	722.00	2.87	—	稀性
31	沙拢沟	西藏松宗以东 18 km	13.20	3 841.20	2.91	2.1~2.20	粘性
32	罗坝街沟	黑水河左岸,距黑水县城 7公里	18.60	5 747.40	3.09	2.0~2.20	粘性
33	米堆弄巴	然乌以西 22 km (川藏公路 84 道班)	123.80	42 711.00	3.45	1.50	稀性
34	9道班 ^④ 号沟	中尼公路	0.61	240.00	3.93	—	稀性
35	热水塘沟	四川石棉县蟹螺乡集中村	1.62	648.00	4.00	1.70	稀性
36	铜厂箐 ^{1 2}	东川市南面的阿旺区,小江 中游右岸支沟	8.48	3 408.96	4.02	2.20	粘性
37	9道班 ^④ 号沟	中尼公路	1.13	458.00	4.05	—	稀性
38	索通沟	波密县索东村侧 (川藏公路)	43.40	20 094.20	4.63	1.90	粘性
39	黑水河 ^{1 2}	东川小江流域	4.20	1 999.20	4.76	1.3~1.80	稀性
40	瓦达沟	西藏八宿县川藏公路 K691段	22.60	12 204.00	5.40	1.80~2.00	粘性
41	门布对沟	中尼公路	2.31	12.60	5.45	—	稀性
42	太平村沟 ^{1 2}	小江下游右岸	17.16	10 330.32	6.02	2.20	粘性
43	陪龙沟	西藏波密县—通麦乡 10 km 处 (川藏公路 K4 100段)	86.10	57 687.00	6.70	2.2	粘性
44	冬茹弄巴	西藏波密县 (川藏公路波密以 东 80 km)	23.74	18 042.40	7.60	2.30	粘性
45	小白泥沟 ^{1 2}	小江大白河左岸	12.50	14 325.00	11.46	2.00	粘性
46	大白泥沟 ^{1 2}	小江大白河左岸	18.05	25 396.35	14.07	2.00	粘性
47	K4980	中尼公路	2.66	46.80	17.59	—	粘性
48	古乡沟	西藏波密县境内古乡村 (川藏 公路 K4 035段)	25.20	55 944.00	22.20	2.20	粘性
49	绒青沟	中尼公路	5.50	122.30	22.24	—	稀性
50	角弄弄巴	紧邻古乡沟 (川藏公路)	21.20	54 992.80	25.94	2.06	粘性

统计发现,大部分泥石流流域均有丰富的松散固体物质,松散固体物质量 $>1\text{ m}^3/\text{m}^2$ 的流域占了总流域数的 70%。泥石流暴发规模和频率较高的流域,松散固体物质均十分丰富,如我国的西藏古乡沟,其流域面积 25.2 km^2 ,松散固体物质数量全流域平均达到 $22.2\text{ m}^3/\text{m}^2$ 。在 $10\sim 30\text{ km}^2$ 流域内,可能发生泥石流的沟道内,松散固体物的数量多在 $0.1\text{ m}^3/\text{m}^2$ 以上, $<0.1\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,发生泥石流的机率较小;松散物质量在 $0.1\sim 0.3\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,就可能发生泥石流,且泥石流规模较小,为稀性泥石流或者

水石流; $0.3\sim 2.0\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,多发生一定规模的稀性泥石流; $2.0\sim 5.0\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,较易发生泥石流,且泥石流发生频率稍高,规模不大,稀性或粘性的泥石流都有; $5.0\sim 10.0\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,较易发生泥石流,且发生频率较高,规模较大,多以粘性泥石流为主; $10.0\sim 20.0\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,容易发生泥石流,且频率较高、规模大,为粘性泥石流; $>20.0\text{ m}^3/\text{m}^2$ 时,极易发生泥石流,且频率高、规模大,为粘性泥石流,见表 3。

表 3 松散固体物质量与泥石流类型关系统计表

Table 3 The statistical relationship between quantity of soil material and type of debris flow

单位松散物质量 (m^3/m^2)	泥石流类型
< 0.1	——
0.1~0.3	稀性
0.3~2.0	大部分稀性 (74%)
2.0~5.0	稀性/粘性
5.0~10.0	大部分粘性 (80%)
10.0~20.0	粘性
> 20.0	粘性

注: 74% 表示在统计资料中单位松散物质量在 0.3~2.0 m^3/m^2 的泥石流沟中, 稀性泥石流占 74%; 80% 表示在统计资料中单位松散物质量在 5.0~10.0 m^3/m^2 的泥石流沟中, 粘性泥石流占 80%。

由以上调查发现, 稀性泥石流沟其单位面积松散物质的方量在 0.1~2 m^3 之间, 而 90% 粘性泥石流沟, 其单位面积松散物质方量均 $\geq 2 \text{ m}^3$ 。在目前应急快速勘查判别泥石流沟时, 可以通过遥感和野外填图获得松散固体物质数量, 现场根据松散固体物质数量进行判别快速有效。对于以一般程序和方法确定的泥石流沟, 在地震后依然是泥石流沟; 对于原来确定为非泥石流沟的流域, 由于地震的作用增加了流域的松散固体物质, 依据流域面积, 将 0.1 m^3/m^2 的松散固体物质数量作为泥石流沟的判别参照, 将 2 m^3/m^2 的松散固体物质数量作为粘性泥石流的判别参照, 快速应急地判别泥石流沟。

5 结论

1 汶川地震灾区作为泥石流易发区, 其地形地貌和降雨满足泥石流暴发条件, 由地震产生的崩塌、滑坡等次生灾害增加了松散固体物质数量, 从而改变了泥石流的激发条件, 导致大量的山洪沟将演变成泥石流沟, 以流域的单位面积的松散固体物质方量作为地震灾区泥石流沟判别指标成为可能。

2 松散固体物质数量与泥石流发生的频率、类型、规模有密切关系。松散固体物质数量较少时, 多为稀性泥石流或水石流; 松散固体物质数量多时, 泥石流发生的频率和规模较大, 且以粘性泥石流为主。

3 以 0.1 m^3/m^2 的松散固体物质数量作为泥石流沟的判别指标, 以 2 (m^3/m^2) 的松散固体物质数量作为粘性泥石流的判别指标, 可以快速判别泥石流沟, 为地震灾区重建选址时潜在泥石流沟的判别

提供依据。

4 松散固体物单位面积的含量来判别和定性, 能用于流域松散固体物质停积坡度 30°~40°, 存在点暴雨的区域。目前地震灾区大部分的泥石流流域属此类, 今后需要进一步从泥石流形成的“三大条件”的组合关系和转化态势综合分析判别。

参考文献 (References)

[1] Ma Zongjin. Basis of Active Tectonics and Seismic Engineering[M]. Beijing: Seismological Press, 1992[马宗晋. 活动构造基础与工程地震[M]. 北京: 地震出版社, 1992]

[2] Xu Junming, Tan Wanpei. Debris flow caused by earthquake at Songpang Pingwu in 1976[A]. In: Debris Flow (3) [C]. Chongqing: Chongqing Technology and Science Press, 1986: 67~75[徐俊名, 谭万沛. 1976年松潘平武地震泥石流[A]. 见: 泥石流(3)[C]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1986: 67~75]

[3] Tian Lianqun. Debris flow caused by earthquake at Luohuo of Sichuan Province[A]. In: Debris Flow (3) [M]. Chongqing: Chongqing Technology and Science Press, 1986: 58~66[田连权. 四川炉霍地震区泥石流[A]. 见: 泥石流(3)[M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1986: 58~66]

[4] Li Shude, Ren Xisheng, Yue Shengyang, et al. Earthquake and debris flow activities[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2001, 8(2): 26~28[李树德, 任秀生, 岳升阳, 等. 地震与泥石流活动[J]. 水土保持研究, 2001, 8(2): 26~28]

[5] Zhong Dunlun. An approach on effects of earthquakes on activities of debris flow[A]. In: Debris Flow (1) [C]. Chongqing: Chongqing Technology and Science Press, 1981: 30~35[钟敦伦. 试论地震在泥石流活动中的作用[A]. 见: 泥石流论文集(1)[C]. 科学技术文献出版社重庆分社, 1981: 30~35]

[6] Ma Dongtao, Shi Yucheng. An approach on effects of earthquakes on formation of debris flow[J]. Northwestem Seismological Journal, 1996, 18(4): 38~43[马东涛, 石玉成. 试论地震在泥石流形成中的作用[J]. 西北地震学报, 1996, 18(4): 38~43]

[7] Office of State Flood Control and Drought Relief Headquarters. Institute of Mountain Hazards and Environment. CAS Flood, Debris Flow, Landslide and Hazards Control[M]. Beijing: Science Press, 1994: 112~114[国家防汛抗旱总指挥部办公室, 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所. 山洪泥石流滑坡灾害及防治[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 112~114]

[8] Wang Xuowu, Shi Yuchuan, Huang Runqiu, et al. Application of Multi-Layer Fuzzy Comprehensive Evaluation Method in Debris Flow Assessment[J]. Journal of Catastrophology, 2004, 19(2): 1~6[王学武, 石豫川, 黄润秋, 等. 多级模糊综合评判方法在泥石流评价中的应用[J]. 灾害学, 2004, 19(2): 1~6]

[9] Hou Langong, Cui Peng. The study on assessment of debris flow hazards in the solo channel[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2004, 11(2): 125~129[侯兰功, 崔鹏. 单沟泥石流灾害危险性评价研究[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 125~129]

[10] Flood control and Drought Fighting Headquarter of Sichuan People's

s Government Institute of Mountain Hazards and Environment
Chinese Academy of Sciences & Water Conservancy Mountain
Flood Control Planning in Sichuan Province [R]. 2004: 6~7, 49

~ 55 [四川省人民政府防汛抗旱指挥部, 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所. 四川省山洪防治规划 [R]. 2004: 6~7, 49~55]

Emergency Judge Method and Index of Debris-Flow Sites Triggered by 5·12 Wenchuan Earthquake

CHEN Ningsheng^{1, 2, 3}, HUANG Rong¹, LI Huan⁴, XIE Wanyin¹

(¹ Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth-surface Process, Chinese Academy of Sciences

² Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Water Conservancy

³ Engineering Technological Research Center of Mountain Hazards Mitigation, Sichuan Province, Chengdu 610041, China;

⁴ College of Water Resource & Hydropower of SCU, Chengdu 610041, China)

Abstract The 512 Wenchuan earthquake occurred along Longmenshan fault zone. Those regions are characteristic by complex geological structural and oversteepened slope by terms of field survey. The annual precipitation ranges from 490 mm to 1 399 mm. Masses of rock avalanches and landslide induced by the earthquake supply abundant solid matter to the formation of debris flow, which would result in the transformation of normal gullies to debris flow ones that aggravate the damage of debris flow hazards. In order to decrease the loss caused by debris flow, an emergency judge method and index of debris flow are put forward and soil material quantity per unit area is put forward to separate the debris flow from the flood gully in quake-hit area in this paper. According to 50 debris-flow sites in the west earthquake area of China the index of $0.1 \text{ (m}^3/\text{m}^2\text{)}$ soil material is reasonably to be used to separate debris flow sites from flood sites and the index of $2 \text{ (m}^3/\text{m}^2\text{)}$ soil material is applied to separate the viscous debris-flow sites from the microviscous debris flow.

Key words earthquake; debris flow; judge; soil material