

文章编号: 1004-8227(2010)07-0847-06

# 大渡河上游沙耳沟泥石流 震后特征及其发展趋势

陈兴长<sup>1,2,3</sup>, 游勇<sup>1\*</sup>, 陈晓清<sup>1</sup>, 吕娟<sup>1</sup>, 柳金峰<sup>1</sup>

(1. 中国科学院/水利部成都山地灾害与环境研究所 山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041;  
2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 西南科技大学环境与资源学院, 四川 绵阳 621010)

**摘要:** 沙耳沟是一条老泥石流沟, 处于“5.12”地震的严重波及区。为了研究地震对严重波及区泥石流沟的影响, 通过详细的野外调查和勘查, 对沙耳沟泥石流震后基本特征和发展趋势进行了探讨。沙耳沟泥石流的性质可判定为“中频率-中~大规模-较高粘度泥质泥石流”, 具有暴雨激发、成灾速度快、危害严重等特点, 其危害作用主要为冲毁和淤埋。泥石流物源主要以沟床质起动、沟源侵蚀和沟岸崩滑补给为主, 沟内固体物源方量约  $130.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ , 其中可能参与泥石流活动的固体物源动储量约  $30.0 \times 10^4 \text{ m}^3$ , 已经具备暴发中-大规模泥石流的可能性。根据计算, 在 50 a 一遇的暴雨作用下, 一次泥石流总量超过  $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ ; 在 100 a 一遇及更低频率的暴雨作用下, 一次泥石流总量超过  $13 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。通过研究发现, “5.12”地震对地震严重波及区的泥石流沟有一定的影响, 但影响不十分明显, 其发展趋势仍按自身规律进行演化。

**关键词:** “5.12”大地震; 大渡河上游; 沙耳沟; 泥石流特征; 发展趋势

文献标识码: A

2008 年的“5.12”特大地震诱发了大量崩塌和滑坡等地质灾害, 为泥石流的形成提供丰富的固体物质来源。在泥石流形成的三大主控因素中, 最重要的因子已经由震前的短历时降雨变为松散固体量<sup>[1]</sup>。在地震灾区震后泥石流的活跃期将维持 20~30 a, 特别是近 5 a 泥石流将十分活跃<sup>[2]</sup>。但是, 在距震中相对较远的严重波及区泥石流沟的基本特征和未来发展趋势如何还需进一步研究。

四川省阿坝州金川县属此次特大地震的严重波及区, 县城及附近地区地震烈度达到 VII 度, 造成全县 23 个乡镇 50 509 人受灾, 50 人死亡, 倒塌农房面积达  $63 480 \text{ m}^2$ , 直接经济损失 19.6 亿元, 同时还引发崩塌及危岩坠落, 加剧滑坡活动。沙耳沟位于金川县沙耳乡境内, 距金川县城北约 4 km, 距“5.12”地震震中约 130 km。地震对沙耳沟产生了一定的影响, 沟道内坡面岩土体受地震影响而松动, 沟内松散物聚集周期缩短, 增加了暴发泥石流的危险性。

历史上, 沙耳沟曾多次暴发大规模泥石流, 给当地人民群众造成巨大的精神和财产损失。1955 年、

1974 年和 1992 年先后 3 次对该泥石流沟进行过治理, 但由于对它的特性和规模等缺乏科学的认识和分析, 防治工程均被毁坏。由于缺乏可靠的防护, 一旦暴发泥石流, 将严重威胁沙耳乡 1 200 多居民生命及财产安全和沟口省道 S211 约 1.0 km 的畅通。

沙耳沟是一条典型的处于地震严重波及区的老泥石流沟。本文通过详细的野外调查和勘查, 对该沟震后泥石流的基本特征进行了研究, 并对其发展趋势作了初步预测, 为进一步研究地震对不同区域泥石流沟的影响提供参考。

## 1 沙耳沟自然环境概况

### 1.1 流域概况

沙耳沟位于金川县沙耳乡政府所在地后山, 为大渡河上游右岸的一级支沟, 流向自西向东; 沟口地理位置为  $102^\circ 3' 57'' \text{ E}$ ,  $31^\circ 31' 06'' \text{ N}$ 。流域中游左岸有两条支沟汇入, 分别为牛家沟和足打沟(如图 1), 是主沟泥石流的主要物质来源。沙耳沟及其支沟的

收稿日期: 2009-07-09; 修回日期: 2009-09-05

基金项目: 973 计划项目(2008CB425803); 中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-YW-Q03-5)

作者简介: 陈兴长(1970~), 男, 河南省泌阳人, 讲师, 博士研究生, 主要从事山地灾害研究。Email: mygeotech@126.com

\* 通讯作者 Email: youyongsc@yahoo.com.cn

流域特征详见表 1。

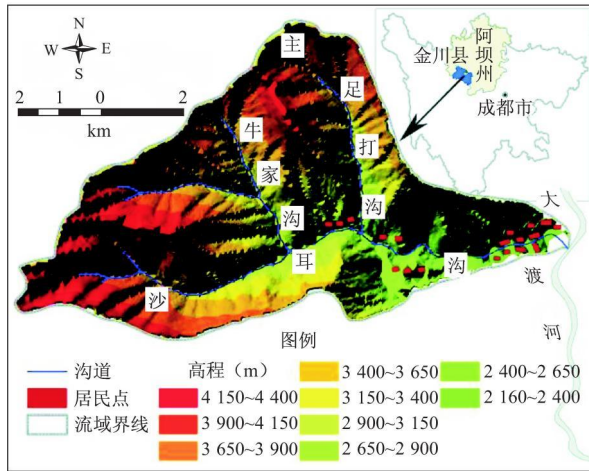


图 1 沙耳沟流域位置及地形图

Fig. 1 Location and Relief Map of Shaer Gully

表 1 沙耳主沟及主要支沟基本特征

Tab. 1 Geographic Factors of Shaer Gully Basin

	沟长 (km)	面积 (km <sup>2</sup> )	沟口高程 (m)	高差 (m)	纵比降 (%)
主沟	13.19	44.49	2100	2290	173.6
足打沟	5.68	8.29	2720	4160	222.2
牛家沟	6.69	23.34	2920	1400	205.5

## 1.2 地形地貌

沙耳沟地处青藏高原东部边缘大雪山脉和邛崃山脉之间的大渡河上游,高山峡谷地貌特征十分明显。据统计,流域内海拔  $\geq 2500$  m 的面积占流域总面积的 94.45%,海拔  $\geq 3000$  m 的面积占 80.27%,海拔  $\geq 3500$  m 的面积占 52.96%(如表 2);流域内  $\geq 25^\circ$  的陡坡地和  $\geq 35^\circ$  的急陡坡地面积之和为 27.56 km<sup>2</sup>,占流域总面积的 61.95%(如表 3)。这表明流域内山高坡陡,地势陡峭,主要以陡坡地为主。

表 2 沙耳沟流域地表面积高程分级统计表

Tab. 2 Statistic Results of Elevation of Shaer Gully Basin

高程(m)	< 2500	2500~ 3000	3000~ 3500	3500~ 4000	$\geq 4000$
面积(km <sup>2</sup> )	2.47	6.31	12.15	17.87	5.69
比例(%)	5.55	14.18	27.31	40.17	12.79

表 3 沙耳沟流域山坡坡度分级统计表

Tab. 3 Statistic Results of Slop of Shaer Gully Basin

山坡坡度(°)	< 15	15~ 25	25~ 35	$\geq 35$
坡地面积(km <sup>2</sup> )	11.64	5.29	19.24	8.32
比例(%)	26.16	11.89	43.25	18.70

## 1.3 地质环境

据区域地质资料显示,沙耳沟所在区域处于松潘-甘孜地槽褶皱系内,夹持于映秀-茂县断裂带和

鲜水河断裂带之间,地质条件复杂。研究区及附近地质构造主要为一系列的 N-W 走向倒转复背斜、复向斜(如图 2)。在金川县城南还发育一条近 E-W 走向的压扭性断裂。受地质构造活动的挤压,岩层褶皱强烈,岩体破碎,发育一组平均走向为 NE61.5° 和 NW315° 的陡倾共轭节理。

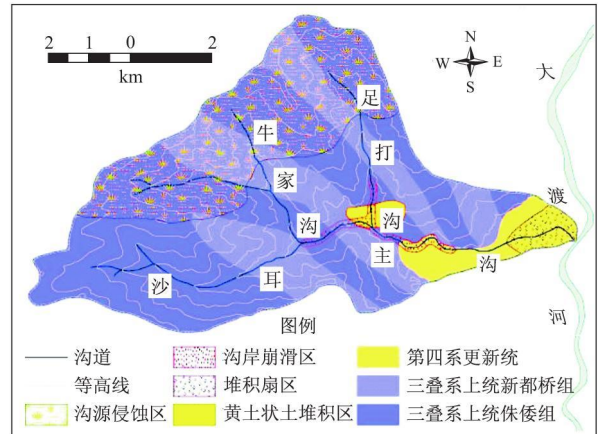


图 2 沙耳沟流域地层分布及泥石流形成特征分区

Fig. 2 Geological Map and Zoning of Shaer Gully Basin

流域内出露的地层为三叠系上统新都桥组和侏倭组深灰-灰色变质石英砂岩、变质长石砂岩、变质粉砂岩和粉砂质板岩等,表层风化强烈。流域内第四系松散物质丰富,主要为残坡积层、崩坡积层、泥石流堆积层和冲洪积层等。地层分布详见图 2。

## 1.4 气候与水文

沙耳沟流域属大陆性高原季风气候,干、湿季节分明,多年平均降水量为 621.0 mm,最大年降水量 858.1 mm,最大日降水量为 52.1 mm(1971-07-09)。年内各月降雨分配不均,6 月和 9 月是降水高峰期,呈双峰型分布;6~7 月多洪灾,短历时降水的变率较大。流域的年降雨量虽然不丰,但局地性强降雨特征十分明显,可达大暴雨量级。在点暴雨的激发下,有可能发生具有强破坏性的中-大规模泥石流。

沙耳沟年平均径流量约 0.96 m<sup>3</sup>/s,年总径流量约 3027 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,干季枯水流量 0.58 m<sup>3</sup>/s,变差系数 0.24。两条支沟内常年有水,调查期间属枯水季节,足打沟实测水量 0.01 m<sup>3</sup>/s,牛家沟实测水量 0.05 m<sup>3</sup>/s。

## 2 泥石流的性质和类型

### 2.1 泥石流沟道特征

沙耳沟沟谷发育受第四纪冰川和流水的强烈侵

蚀作用,“U”型宽谷和“V”型峡谷均有分布。主沟沟谷较为开阔,而支沟相对狭窄,两侧的山坡坡度大,局部地段达 45° 以上。流域下游的岭谷高差为 200~ 1 400 m;中、上游达 800~ 1 400 m。巨大的地形高差,使储存于坡面与沟床底部的松散物质拥有很大的势能。陡峻地形汇聚的暴雨径流与山洪可以快速起动上述松散物质,从而形成泥石流。

根据泥石流沟床纵比降及物源分布特征,将全流域分为形成流通区和堆积区两个区域(如图 3)。形成流通区位于流域的中上部,即海拔 2 240 m 以上区域,为高中山地貌。两岸小冲沟发育,地形起伏大,沟谷纵断面在形态上呈折线型,跌坎发育,纵比降大,谷底一般宽 10~ 30 m,谷坡坡度一般 30°~ 60°,局部近于直立。堆积区位于海拔 2 240~ 2 100 m,平面形态呈扇形,宽 20~ 600 m,平均长约 800 m,坡度 3°~ 8°,扩散角 40°~ 70°,平面面积约 60 × 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>。泥石流堆积厚度大于 15 m,堆积扇体积大于 900 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> (如图 2)。

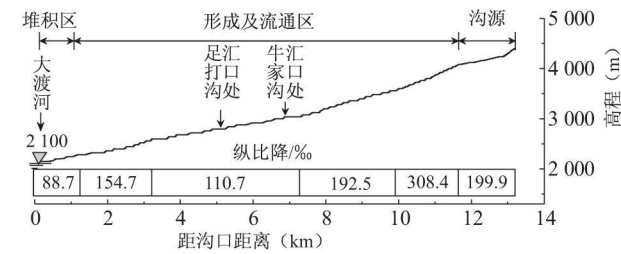


图 3 沙耳沟纵剖面图

Fig. 3 Longitudinal Profile Graphics of Shaer Gully

### 2.2 泥石流物源特征

根据调查,泥石流固体物源主要分布在形成流通区内,有 3 大类:沟床内松散堆积体、沟源地表松散土体、沟岸崩(滑)塌体(如图 2)。沟内松散堆积体为近期泥石流堆积形成,呈长条形堆积于形成流通区的缓坡段沟床上,由(漂)碎石混砂砾石组成,粗颗粒含量约占 50%~ 60%,粘粒含量小于 10%,粒径多在 2~ 15 cm,最大粒径达 2 m。据探井揭露,堆积物厚度大约 5 m,总量约 60 0 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。沟源地

表松散土体位于沟源缓坡地段,厚达 2~ 3 m,被大面积放牧。这类土体粘性大,粒度细,是泥石流体中细颗粒成分的主要来源之一,易受地表流水冲刷起动,总量约 30 0 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。沟岸侧壁老泥石流堆积体和少量崩塌堆积体,在泥石流冲刷下也易成为泥石流体的物源,总量约 40. 0 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。总计沙耳沟固体物源约 130 0 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,其中,可能参与泥石流活动的固体物源动储量约 30. 0 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。

此外,在沟道谷肩顶部还分布有黄土状粘土,厚度达 2~ 3 m(如图 4)。这类粘性土体粒度细,是泥石流体中细颗粒成分的主要物源之一。



图 4 足打沟右岸谷肩顶部的黄土状粘土

Fig. 4 Loessial Clay Distributed on the Top of Right Bank in Zuda Branch Gully

### 2.3 泥石流的性质

松散碎屑物中的粘粒含量决定了泥石流体粘度的大小,是确定泥石流性质的主要指标<sup>[3]</sup>。为确定沙耳沟泥石流松散碎屑物质中的粘粒含量,在主沟及主要支沟采了 5 个土样进行现场试验与室内分析。试验结果列于表 4。

从表 4 中可以看出,沙耳沟泥石流堆积物中粘粒(< 0.005 mm)含量为 0.50%~ 1.30%,考虑到后期流水改造的影响,粘粒含量应当更高一些。由此推断,泥石流体具有较高的粘度。据此,把泥石流性质定为:过渡性粘性泥石流为主,泥石流容重为

表 4 泥石流样颗分成果表(%)

Tab. 4 Grain-size Distribution Results of Debris Flow Samples of Shaer Gully

粒径(mm)	< 0.005	0.005~ 0.074	0.074~ 0.25	0.25~ 0.5	0.5~ 2	2~ 20	20~ 200	200~ 300	> 300
1号堆积物	1.4	6.0	3.3	2.9	6.0	27.7	34.2	10.5	8.0
2号堆积物	1.8	6.2	4.1	2.6	10.0	31.8	32.5	9.7	1.3
3号牛家沟	1.3	12.3	4.6	1.3	3.0	10.4	52.1	13.7	1.3
4号沙耳沟	0.5	4.1	3.1	1.5	5.4	19.9	47.7	14.6	1.9
5号足打沟	1.1	13.8	4.8	1.5	4.1	12.1	36.7	17.1	8.8

1.8~2.1 t/m<sup>3</sup>。200 a 一遇的泥石流容重为 2.1 t/m<sup>3</sup>, 100 a 一遇的泥石流容重为 2.0 t/m<sup>3</sup>, 50 a 一遇的泥石流容重为 1.9 t/m<sup>3</sup>, 20 a 一遇的泥石流容重为 1.8 t/m<sup>3</sup>。

## 2.4 泥石流的类型

根据调查,沙耳沟分别于 1961、1976、1984、1992、1998 和 2006 年都暴发过较大规模泥石流,活动频率较高,属于中等频率泥石流。

由于流域内无实测的洪峰流量资料,因而利用《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》计算设计暴雨,进而推求设计洪峰流量,采用配方法计算设计泥石流流量及相关的泥石流运动参数<sup>[4,5]</sup>。

沙耳沟沟道狭窄,有跌坎,沟床质堆积较厚,泥石流暴发时可能产生崩塌体堵塞沟道,同时还挟有灌木及少量树木。泥石流流量的计算酌情增加了泥石流堵塞系数,其计算公式为:

$$Q_c = (1 + \phi) \times Q_B \times D_u$$

式中:  $Q_c$  为泥石流洪峰流量(m<sup>3</sup>/s);  $Q_B$  为清水洪峰流量(m<sup>3</sup>/s);  $D_u$  为堵塞系数,这里取 1.2~1.3;  $\phi$  为泥石流洪峰流量增加系数,采用下式进行计算:

$$\phi = (Y_c - Y_w) / (Y_s - Y_c)$$

式中:  $Y_c$  为泥石流容重(t/m<sup>3</sup>);  $Y_w$  为清水容重(t/m<sup>3</sup>);  $Y_s$  为固体物质比重(t/m<sup>3</sup>)。

根据计算,沙耳沟 100 a 一遇泥石流洪峰流量为 335.5 m<sup>3</sup>/s,一次泥石流总量达 13.29×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,属大规模泥石流;100 a 以下一遇的泥石流(50 a 一遇泥石流洪峰流量为 240.9 m<sup>3</sup>/s,20 a 一遇为 179.1 m<sup>3</sup>/s;一次泥石流的总量分别达 9.54 和 7.10 万 m<sup>3</sup>)以中等规模为主。根据野外调查和取样颗分试验结果(如表 4),沙耳沟的泥石流应为泥石质泥石流。

综上所述,沙耳沟泥石流的类型可判定为“中频率-中~大规模-较高粘度泥石质泥石流”。

## 3 泥石流活动特征

根据调查分析,沙耳沟泥石流具有如下活动特征。

(1) 松散固体物质以沟床质起动、沟源侵蚀和沟岸崩(滑)塌补给为主。沟床内松散堆积物平均厚约 20 m,表层在泥石流冲刷下很容易重新起动;沟源草地由于过渡放牧,沙化明显,具有溯源侵蚀特征;沟道两岸风化严重,加上“5.12”大地震的影响,

岸坡松散物质进一步增加。

(2) 泥石流成灾快,危害严重。沙耳沟沟床与山坡都十分陡峻,泥石流一旦形成将会以极快的速度向下游倾泄,可在很短的时间内对沙耳乡造成严重的破坏,危害十分严重。

(3) 泥石流危害作用的特点,主要为冲毁和淤埋。根据现场调查和室内计算,泥石流流速为 6~8 m/s,且多属粘性;沟道停积的漂石直径一般为 0.5~1 m,最大达 4 m 以上,致使泥石流冲毁作用十分强烈,成为泥石流灾情严重的主要原因。在宽谷地带淤埋现象十分严重。往往一次较大规模泥石流,输出固体物质总量在 5.0×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> 以上。自 1925 年暴发以来,在扇形地上累计淤埋厚度达 15 m 以上,拓展面积达 0.6 km<sup>2</sup>。由于淤积强烈,扇形地淤高迅速,河床不稳定,沙石化滩地不断扩大,致使干河坝荒漠化迅速发展,生态环境严重恶化。

(4) 泥石流活动频率中等。沙耳沟流域陡峻的地形、丰富的固体松散物质,为泥石流频发孕育了良好的条件。在近几十年内曾多次暴发泥石流,为中频率的泥石流沟。

(5) 暴雨是泥石流形成的激发因素。沙耳沟泥石流形成区位于中高山地,降水量比河谷中低海拔地带多且多局地暴雨。在前期绵绵细雨滋润的情况下,一遇暴雨,就会形成滑塌,进而发展为泥石流。

## 4 泥石流的发展趋势

沙耳沟具备泥石流形成的条件,是一条老泥石流沟。据调查,历史上较大规模泥石流的暴发频率较低。但是,自 20 世纪 50 年代之后,随着人类活动日益加强,泥石流活动愈加频繁,其中 1945、1953、1961、1973、1977、1978、1984、1992、1998 和 2006 年都暴发了较大规模的泥石流,呈现出了一个 8~10 a 的暴发周期。这主要与沟道自身演化和松散物质聚集周期有关。沙耳沟处于“5.12”地震严重波及区,受地震的影响,松散物质聚集周期缩短,目前已经具备暴发中~大规模泥石流的可能性,进入了较为活跃的阶段。

### 4.1 强烈地震作用下的发展趋势

沙耳沟夹持于龙门山地震带和鲜水河地震带之间。外围区域历史上多次发生强烈地震,属强烈地震的波及区,地震基本烈度达到 VII 度。若本区发生地震或受外围强烈地震的影响,沟道内的松散堆积物会骤增,甚至地震引发的崩滑体会堵塞沟道,增加

堵溃的可能性,使得泥石流活动性和规模增强。

“5.12”汶川大地震严重波及沙耳沟流域,对沟道两岸斜坡的完整性造成了一定的影响,表层松散物质增加。此次地震缩短了沟内松散物质聚集的时间。

#### 4.2 近期暴雨作用下的发展趋势

表 5 中计算出了在不同频率暴雨作用下,沙耳沟泥石流流量等基本参数(计算时未考虑地震对泥石流的影响)。从表中可以看出,在 20 a 一遇的暴雨作用下,一次泥石流总量超过  $7 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,将暴发中等规模的泥石流;在 50 a 一遇的情况下,一次泥石流总量超过  $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,将会暴发中~大规模的泥石流;在 100 a 一遇的暴雨作用下,一次泥石流总量超过  $13 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,将暴发大规模的泥石流。

表 5 不同频率暴雨作用下泥石流流量等基本参数

Tab. 5 Features of Debris Flow Discharge of Shaer Gully Under Different Frequency Rainstorm

频率 (%)	清水洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	泥石流洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	泥石流总量 ( $\text{m}^3$ )	固体物质总量 ( $\text{m}^3$ )
1	110.6	335.5	132853	75 916
2	97.5	240.9	95 389	49 057
5	81.0	179.1	70905	32 414

由于受“5.12”大地震的影响,沙耳沟近期暴发特大规模泥石流的可能性增加。若在该流域范围内仅出现 20 a 一遇或更高频率的暴雨,支沟主要以泥石流为主,主沟以山洪为主。如果在主沟内出现崩、滑坡堵塞,堵溃后将形成较大规模的泥石流。若出现 50 a 一遇的暴雨,支沟将会暴发粘性泥石流。如果时空耦合较好,主沟也会暴发中~大规模的泥石流,一旦发生堵溃,将严重威胁堆积扇上居民的生命和财产安全,危害较大。如果发生 100 a 一遇甚至更低频率的暴雨,沙耳沟将出现特大规模的泥石流活动,造成严重危害。

#### 4.3 人类活动对泥石流发展趋势的影响

人类不合理的经济活动,是沙耳沟泥石流频发的重要原因之一。20 世纪 50 年代农村合作化向公社化发展,过度放牧和垦殖严重破坏地表植被和森林,导致 70 年代泥石流暴发频繁。目前,如果沟内人类活动强度进一步加大,尤其是沟源过度放牧的现象得不到有效地控制,泥石流的暴发频率和规模都将进一步增大。

## 5 结论与讨论

在地震荷载作用下,斜坡的整体性遭到破坏,降

低了斜坡岩土体的抗剪强度,使得大量斜坡处于欠稳定状态。在降雨条件下,雨水沿坡面裂隙入渗,进一步降低边坡的稳定性<sup>[6]</sup>。沙耳沟距离“5.12”地震首发点约 130 km,处于地震严重波及区。通过对该流域震后的调查和研究发现,由于距离龙门山主中央断裂较远,地震并未在流域内引发大规模的崩塌和滑坡,仅有少量小规模崩滑现象。但是,由于该区域受地质构造活动的挤压,岩层褶皱强烈,岩体破碎,地震对两岸斜坡的完整性有一定的影响,在雨水作用下,斜坡的稳定性会进一步降低,崩塌和滑坡将会较震前有所增加,沟内松散物质聚集的周期缩短。因此可以认为,在地震严重波及区,地震对泥石流沟有一定的影响,尤其是松散物质聚集的周期会缩短,不过影响并不十分明显,泥石流沟仍按自身规律进行演化。

通过对震后沙耳沟泥石流的研究,可以得出以下结论:

(1) 沙耳沟流域山高坡陡,岩体破碎,具备泥石流形成的条件,是一条老泥石流沟,具有暴雨激发、成灾速度快、危害严重和暴发频率中等的特点。泥石流的类型为:中频率-中~大规模-较高粘度泥质泥石流。

(2) 泥石流物源主要以沟床质起动、沟源侵蚀和沟岸崩滑补给为主。目前,沟内固体物源方量约  $130 0 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,其中,可能参与泥石流活动的固体物源储量约  $30 0 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

(3) 根据计算,在 50 a 一遇暴雨作用下,一次泥石流总量超过  $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ ;在 100 a 一遇及更低频率暴雨作用下,一次泥石流总量超过  $13 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

(4) 通过对沙耳沟震后特征的研究可以发现,“5.12”地震对地震严重波及区泥石流沟有一定的影响,但影响不十分明显,其发展趋势仍按自身规律进行演化。

致谢 在成文过程中得到了崔鹏研究员的指导和帮助,顺致谢意!

## 参考文献:

- [1] 陈晓清,崔鹏,赵万玉.汶川地震区泥石流灾害工程防治机理的研究[J].四川大学学报(工程科学版),2009,41(3):125~130
- [2] 崔鹏,韦方强,何思明,等.“5.12”汶川地震诱发的山地灾害及减灾措施[J].山地学报,2008,26(3):280~282.
- [3] 游勇,柳金峰,谢洪,等.四川青衣江上游若壁小沟泥石流及其防治对策[J].防灾减灾工程学报,2007,27(4):499~503.

- [4] 唐邦兴. 山洪泥石流滑坡灾害及防治[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 180~ 183.
- [5] 康志成, 李焯芬, 马蔼乃, 等. 中国泥石流研究[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 50~ 55.
- [6] 崔 鹏, 韦方强, 陈晓清, 等. 汶川地震次生山地灾害及其减灾对策[J]. 中国科学院院刊, 2008, 23(4): 317~ 323.

## CHARACTERISTICS AND DEVELOPMENT TRENDS OF SHAER DEBRIS FLOW AFFECTED BY “5. 12” EARTHQUAKE IN UPPER DADU RIVER, CHINA

CHEN Xing-zhang<sup>1,2,3</sup>, YOU Yong<sup>1</sup>, CHEN Xiao-qing<sup>1</sup>, LÜ Juan<sup>1</sup>, LIU Jin-feng<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Processes, Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China; 2. Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. School of Environment and Resources, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

**Abstract:** Shaer Gully, an old debris flow gully, the first order right branch of Dadu River, is located in Jinchuan County, Sichuan Province, which is one of the seriously affected counties during “5. 12” Earthquake. In order to study the earthquake’s influence on debris flow gullies in affected areas during “5. 12” Earthquake, we studied the characteristics and development trends of debris flow in Shaer Gully based on detailed field survey and investigation. The debris flows of this gully could be defined as median frequency, medium-large scale, higher viscosity, muddy and bouldery debris flows. The main characteristics of debris flows were as follows: (1) Rainstorm was main triggering condition; (2) It caused rapidly disasters and serious damages; (3) Main harming actions were destruction and burying. The amounts of loose materials had further increased in this gully due to the earthquake and reached  $130.0 \times 10^4 \text{ m}^3$  in volume, approximate  $30.0 \times 10^4 \text{ m}^3$  of which could be involved in subsequent debris flows. Consequently this gully has already had the possibility of breaking out large scale debris flows. According to calculation results, the once total volume of debris flow exceeded  $9 \times 10^4 \text{ m}^3$  and  $13 \times 10^4 \text{ m}^3$  under the precipitation of 50 years cycle and 100 years cycle, respectively. From this study, we found that the earthquake had some influences on debris flow gullies in these affected areas, but it was not serious. Its development trends had no significant change.

**Key words:** “5. 12” earthquake; upper Dadu River; Shaer Gully; characteristics of debris flow; development trends