

# 资勒沟泥石流灾害及特征

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)

**提 要** 1987年6月5日晨,资勒沟暴发了一场灾害性泥石流,沟口的公路桥和凉红道班被摧毁,致使5名道班工人死亡。该沟是一条暴发频率很低的泥石流沟。这场泥石流是由局地暴雨激发而引起的,雨强为55.2毫米/小时。泥石流为粘性,容重2.18吨/立方米,最大流量352.1立方米/秒,最大流速10—12米/秒,总冲出物方量约8万—9万立方米。

**关键词** 资勒沟 泥石流 特征值

资勒沟位于四川省凉山彝族自治州甘洛县境内,为大渡河水系牛日河右岸的一条一级支沟。该沟于1987年6月5日晨发生了一场规模较大的灾害性泥石流。现根据灾后现场考察所获资料,对这次泥石流过程进行分析,并对其特征值进行探讨与估算。

## 一、泥石流的活动概况及危害

资勒沟是一条暴发频率很低的泥石流沟。据访问,当地人从未见该沟暴发过泥石流。

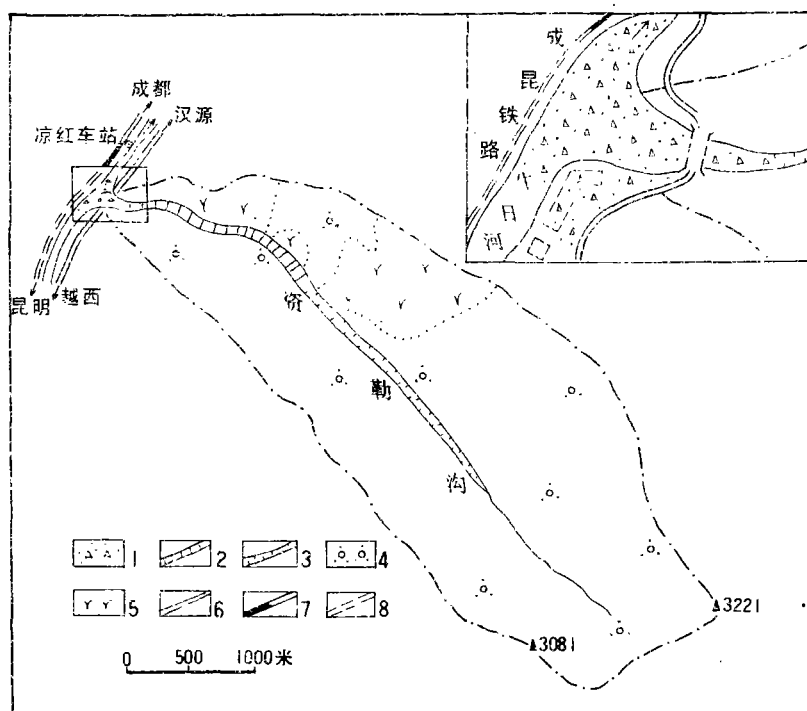
1987年6月5日晨,北京夏令时2点后,该沟及其附近开始下小雨,3点过后下大雨约30分钟,后又下了10分钟小雨,4—5点再降暴雨。在4—5点钟的强大暴雨径流激发下,该沟陡急沟床上的松散堆积物,在上游被揭底起动而形成泥石流,顺沟而下的泥石流沿途不断铲刮中下游沟床及两岸的松散堆积物,形成更大规模的泥石流。奔腾咆哮的泥石流冲出沟口后,冲毁跨越该沟的汉(源)越(西)公路桥梁,部分流体冲上高出沟口10余米的凉红道班,将道班住房全部摧毁,5名养路工人全部丧生,造成直接经济损失约15万元。泥石流冲过牛日河,直抵对岸,堵河成坝。其不久即被冲开,但有严重淤积,威胁成昆铁路及凉红车站的安全(附图)。

## 二、泥石流形成条件分析

该沟流域面积7.90平方公里,沟长6.02公里,流域最高点海拔3221米,最低点海拔905米,高差达2316米,沟床比降333.4‰,即20.5°,山坡平均坡度陡达49.3°。由此,流域内山高谷深、沟坡陡峻,利于水流和松散固体物质的汇聚和能量的转化。

在地质构造上,该沟位于特克向斜东翼,有2条断层在流域下部相交。流域内出露岩石主要是震旦系上统灯影组白云岩、白云质灰岩,受构造运动作用,岩层变形强烈,褶曲及裂隙发育。沿裂隙解体的岩块、碎石,或滚入沟中成为沟床堆积物,或残存于坡面形成坡残积物。沟床堆积物以大块石为骨架,碎石和细粒物质充填其间,加之岩性坚硬,堆积物棱角

突出,犬牙交错,相互咬合紧密。因此,一般的暴雨径流难于起动这些物质。再者,白云岩、白云质灰岩这类岩石抗物理风化能力较强,使松散堆积物积累缓慢,故只有经过一定的时期才能积累相当数量的松散堆积物。这些决定了该沟是一条暴发频率很低的泥石流沟。



附图 资勒沟泥石流

Figure Debris flows in Zile Gully

1. 泥石流堆积区; 2. 流通堆积区; 3. 形成流通区; 4. 灌丛; 5. 撂荒地; 6. 公路; 7. 铁路; 8. 铁路隧道

该沟所处区域是东南季风气候向西南季风气候过渡的地区。据岩润水文站资料,多年平均降水量为 811 毫米,年降水量并不丰沛。但该区地势高亢,地形陡峻,地形对降水的增幅作用很大,往往形成中心小,强度大的局地暴雨,其便成为泥石流暴发的水源条件。

### 三、泥石流特征值

#### (一)形成泥石流的暴雨量

该沟既无历史降水资料,又无本次降雨记录,因此对这次暴雨量只能用实地调查访问与《四川省水文手册》(四川省水利电力厅, 1979)提供的资料相结合的分析方法来确定。根据访问结果,把这次降雨定为七十五年一遇的暴雨。据此反算出形成这次泥石流暴雨量为 55.2 毫米/小时。这一降雨量是该沟泥石流暴发的强大激发因素。

#### (二)泥石流的性质及容重

这次泥石流的性质,可由下列几点来确定: 1. 泥石流粘附在沟岸上的泥浆十分粘稠;

2. 弯道超高很大,说明其惯性力很大,即单位体积的质量很大(当然,弯道超高主要决定于流速和弯道曲率半径);3. 泥石流一度堵断牛日河,说明流体运动时整体性很强,而不被河水稀释和截断;4. 从泥石流堆积物看,大小混杂,无分选,被泥石流搬运至沟口公路上的一块白云质灰岩巨石体积为 $2.8 \times 2.5 \times 3.0$ 立方米,说明泥石流流体致密,有较大的浮托力。基于上述分析,该沟这次暴发的是粘性泥石流。

#### 泥石流容重

$$\gamma_c = (\gamma_H f + 1) / (f + 1)^{[1]}, \quad (1)$$

式中  $\gamma_H$  为固体物质比重,该沟泥石流中固体物质的岩性主要为白云质灰岩和白云岩, $\gamma_H$  取2.7吨/立方米; $f$  为泥石流流体中固体物质与水的体积之比,根据现场调查, $f=7/3$ 。由此  $\gamma_c$  为2.18吨/立方米。

#### (三)泥石流堵塞系数

该沟植被覆盖率达89%,以灌丛为主,仅中下游右侧山坡上有部分撂荒地。沟底原来灌丛茂密,沟内多处巨石突出,成为泥石流行进的天然障碍;下游沟道弯度大,曲率半径小,泥石流在运动过程中左碰右撞,形成阻塞。因此该沟泥石流运动过程中堵塞严重,故取堵塞系数  $D_c$  为1.5。

#### (四)泥石流最大流量

由于泥石流发生在夜间,养路工人又全部丧生,因此对这次泥石流过程既无人目睹,更无人观测,只有泥石流过后留下的一些痕迹。现用雨洪修正法对泥石流流量进行估算。

以形成泥石流的暴雨量,计算形成这次泥石流的最大清水流量  $Q_b$ ,结果为71.8立方米/秒;再根据  $\gamma_c$  和  $D_c$ ,用配方公式<sup>[2]</sup>来计算泥石流最大流量

$$Q_c = Q_b(1 + \varphi)D_c, \quad (2)$$

式中  $\varphi$  为泥沙修正系数, $\varphi = (\gamma_c - 1) / (\gamma_H - \gamma_c)$ 。由此  $Q_c$  为352.1立方米/秒。

但用形态调查法,得该沟泥石流过流断面面积206平方米,求出的泥石流最大流量2472立方米/秒,与用雨洪修正法计算的泥石流最大流量很不协调。原因在于:1. 沟谷内现存断面是一个复合断面,这就是说,泥石流冲淤变化剧烈,往往呈泥痕断面大于实际过流断面;2. 部分超高的上限泥痕属泥石流飞溅泥痕,不代表真实泥位。看来,用雨洪修正法估算的泥石流最大流量与泥石流实际最大流量大体一致。

#### (五)泥石流流速

据甘洛县水利电力局调查,泥石流在较顺直沟段,一般超高达5—6米。弯道超高越大,流速就越快。但弯道超高不仅取决于流速,还与弯道的曲率半径和流体性质有关。由于该沟弯道曲率半径等尚无实测资料,因此按沟道的具体情况和泥石流所搬运的大石块等来估算泥石流流速。结果是:第一阵泥石流流速约8米/秒,最大一阵泥石流流速可能是10—12米/秒,至多15米/秒。

此外,还用经验公式<sup>[2]</sup>来计算粘性泥石流流速

$$V = K H^{2/3} I^{1/5}, \quad (3)$$

式中  $H$  为泥深,下游的  $H$  为5米; $I$  为泥位纵坡,因无实测值,只好用沟床比降0.3334来替代; $K$  为流速系数,取其为5<sup>[2]</sup>。由此泥石流流速为11.7米/秒。前后两者基本吻合。

### (六) 泥石流冲出物方量

根据现场勘测, 这次泥石流在最大一阵泥石流摧毁公路桥和道班房后, 后续泥石流因无水供给而即停止活动。估计泥石流历时不超过 20 分钟, 因此冲出物方量也有限, 估计为 8 万—9 万立方米。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院甘肃省冰川冻土沙漠研究所, 1973, 泥石流, 科学出版社, 共 82 页。
- [2] 陈光曦等, 1983, 泥石流防治, 中国铁道出版社, 第 56, 57, 71 页。

## DEBRIS FLOW DISASTER AND THE CHARACTERISTICS OF ZILE GULLY

Xié Hong Zhong Dunlun

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

### Abstract

Zile Gully, situated in Ganluo County of Sichuan Province, is a I branch gully at the right bank of Niuri River of Dadu River system. In the morning of June 5, 1987, a destructive debris flow occurred. The highway bridge at the gully debouch and the house of Lianghong Maintenance Crew were destroyed so that 5 maintenance workers got killed and the direct economic losses were 150,000 yuan. At the sometime, the debris flow endangered the Lianghong Station.

This debris flow was aroused under hard rain. The rainfall was 55.2 mm/h. It was viscous debris flow. Its volume weight was up to 2.18 t/m<sup>3</sup>. In balance equation,  $Q_c = Q_b(1 + \varphi) D_c$ . Thereby, the maximum discharge of debris flow was 352.1 m<sup>3</sup>/s. The freeboard of debris flow was 5—6 m in bends of gully. The velocity of the first debris flow was about 8 m/s. The maximum velocity may be 10—12 m/s. Its duration was below 20 minutes and the solid materials were 80,000—90,000 m<sup>3</sup>.

**Key words** Zile Gully, debris flow, characteristic value