

# 磨西河特大型泥石流堵塞大渡河分析<sup>\*</sup>

## ——以一次泥石流规模、不同频率雨洪法流量定量计算

宋 志, 巴仁基, 刘宇杰

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

**摘 要:** 通过一次过程总量与堵河最小规模的计算, 磨西河泥石流堵塞大渡河最小的一次过程总量为  $84.26 \text{ 万 m}^3$ 。在不同频率下的泥石流一次过程总量计算中, 当  $P=2\%$  (50 年一遇), 磨西河一次过程总量为  $83 \text{ m}^3$ , 发生堵河可能性较大。

**关键词:** 堵河; 雨洪法; 一次过程总量; 大渡河; 磨西河

**中图分类号:** P642.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)02-0073-03

### 1 磨西河流域环境地质条件与堵河灾害概况

磨西河流域位于大渡河右岸, 四川省甘孜藏族自治州泸定县西南部, 流域面积  $923 \text{ km}^2$ 。地理坐标为  $29^\circ 31' 07'' \sim 29^\circ 55' 45'' \text{ N}$ ;  $101^\circ 49' 40'' \sim 102^\circ 10' 19'' \text{ E}$ 。省道 211 线从流域东侧经过, 磨榆公路从流域中部穿过, 流域内交通便利。

该区位于贡嘎山东侧, 处于川西高原与四川盆地的交接带上, 地势总体呈东西两侧和北面高、中部和东南部低。区内海拔最高点贡嘎山山峰  $7\,556 \text{ m}$ ; 最低为磨西河与大渡河的汇口, 海拔  $976 \text{ m}$ , 高差达  $6\,580 \text{ m}$ ; 区域内岭谷高差一般  $1\,500 \sim 3\,000 \text{ m}$ 。西侧山峰的主体为近 SN 走向的大雪山脉,  $5\,000 \text{ m}$  以上的区域终年积雪不化, 分布着现代冰川, 第四系冰碛物和崩坡积物十分丰富<sup>[1]</sup>。

由于青藏板块和扬子板块的挤压作用, 并于印支-燕山时期产生了一系列的南北向构造带, 从而使区内主要山脉、河流相间排列, 呈南北走向, 加上在冰川作用下河流的巨大下切作用, 使地表切割破碎, 形成岭谷高差巨大而陡峭的高山峡谷地貌。

本区域主要受东南季风和来自四川盆地的暖湿气流的影响, 具有亚热带季风气候色彩。工作区磨西河为大渡河支流, 磨西河支流有 26 条, 干流全长  $43 \text{ km}$ , 首尾落差约  $3\,000 \text{ m}$ , 比降  $51.3\%$ ,

年均流量  $23.62 \text{ m}^3/\text{s}$ , 枯水流量  $9 \text{ m}^3/\text{s}$ 。水能理论蕴藏量  $4\,600 \text{ kW}$ 。

2005 年 8 月, 磨西河流域群发性泥石流, 汇合后磨西河形成了特大规模泥石流。泥石流进入大渡河后, 形成了巨大的堆积扇, 于 11 日晚 21 时左右曾一度堵断了大渡河, 使大渡河的河水向上回淤至彩虹桥, 回淤长度约  $3 \text{ km}$ , 并淤埋了两岸的大片农田<sup>[2]</sup>。

根据附近老乡描述, 此次磨西河泥石流洪峰流量持续时间为  $2.5 \text{ h}$ , 堵断大渡河的持续时间大约为  $10 \sim 20 \text{ min}$ 。大渡河水溃决后, 冲毁了下游  $2 \text{ km}$  处的沿江公路。在大渡河水的冲刷下, 泥石流堆积物向下游移动, 形成了长约  $1\,500 \text{ m}$  的石垄, 上大下小。在堆积扇上随处可见漂木(图 1)。



图 1 磨西河泥石流堵河事件

### 2 磨西河泥石流堵河最小一次规模定量计算

泥石流堵塞其汇入的主河, 常常酿成巨大灾害。堵塞处上游造成淹没灾害, 一旦堵塞溃决又会对下游造成大的洪水或泥石流灾害。

\* 收稿日期: 2009-09-17

基金项目: 国土资源大调查项目“典型泥石流防治关键技术及示范”(1212010814038)

作者简介: 宋志(1982-), 男, 四川省宣汉县人, 双学士, 主要从事地质灾害(泥石流方向)研究. E-mail: songzhi520@163.com

磨西河泥石流是否可能堵塞大渡河,选用一次性泥石流规模进行分析。

设泥石流沟与主河正交(图2)。主河宽度为 $B_w$ ,主河水深为 $H_w$ ,主河底坡一般很小,可视为水平,堵塞体上游坡度较陡,应满足该种土体在饱和状态下的内摩擦角 $\varphi$ ,堵塞体下游坡度可采用河床物质发生水石流的起始坡度,取 $14^\circ$ ,则堵塞主河需要土体方量 $V_{cs}$ 为<sup>[3]</sup>:

$$V_{cs} = (1/2\text{tg}14^\circ + 1/\text{tg}\varphi) B_w H_w^2。$$

(1)

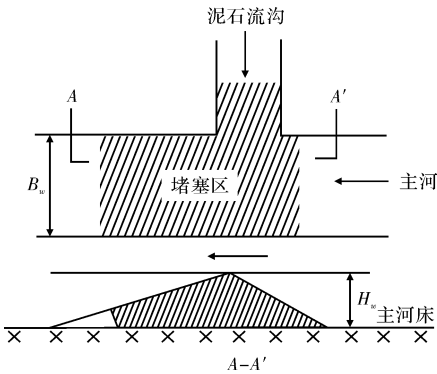


图2 泥石流堵塞主河示意图

磨西河泥石流为低容重的稀性泥石流,由于水土易分离,砂粒及其以下的细颗粒被主河水流带走,堵塞体仅为砂粒以上的粗颗粒,取虚、实方体积折算系数为0.7,则一次泥石流在汇口断面堵塞主河的规模为:

$$V_c = 0.7V_{cs}/(C_v - p_s C_v) = (1/2\text{tg}14^\circ + 1/2\text{tg}\varphi) \times 0.7B_w H_w^2/(C_v - p_s C_v),$$

(2)

式中: $V_c$ 为一次泥石流在汇口断面堵塞主河所需的总量( $\text{m}^3$ ); $P_s$ 为泥石流中砂粒及其以下的土体颗粒重量百分比,由泥石流土体颗粒大小分配曲线查得。

根据大渡河(磨西河沟口)实测典型断面,可得知大渡河 $B_w$ 为220 m, $H_w$ 取最高水位为20 m, $\varphi_w$ 为 $25^\circ$ , $C_v$ 为0.45, $C_v P_s$ 为0.225。由上式计算所得,磨西河堵塞大渡河的最小一次泥石流规模<sup>[4-6]</sup>为84.26万 $\text{m}^3$ 。

3 磨西河泥石流不同频率下的流量与一次过程总量

在泥石流与暴雨同频率、同步发生,计算断面的暴雨洪水设计流量全部转变成泥石流流量的假设下建立计算方法。其计算步骤是先按水文方法计算出断面不同频率下的小流域暴雨洪峰流量(计算方法查阅水文手册),然后选用堵塞系数,

按下式计算泥石流流量。

$$Q_c = (1 + \Phi) Q_p \cdot D_c,$$

(3)

式中: $Q_c$ 为频率为 $P$ 的泥石流洪峰值流量( $\text{m}^3/\text{s}$ ); $Q_p$ 为频率为 $P$ 的暴雨洪水设计流量( $\text{m}^3/\text{s}$ ); $\Phi$ 为泥石流泥沙修正系数; $D_c$ 为泥石流堵塞系数。

首先,计算磨西河流域内泥石流沟洪水流量 $Q_p$ 。取暴雨时的最大洪峰流量,按推理公式

$$Q_p = 0.278(S_p/\tau^n - \mu)F,$$

(4)

式中: $S_p$ 为某频率的雨力( $\text{mm}/\text{h}$ )。其计算式为: $S_p = H_p \cdot t^{n-1}$ , $H_p$ 为设计频率最大 $t$ 小时暴雨量; $n$ 为暴雨参数; $\tau$ 为汇流时间( $\text{h}$ ); $F$ 为流域面积( $\text{km}^2$ ); $\mu$ 为产流参数( $\text{mm}/\text{h}$ )。

一次泥石流总量 $Q_w$ 可通过计算法和实测法确定。实测法精度高,但因往往不具备测量条件,只能是一个粗略的概算。根据泥石流的历时 $T(\text{s})$ 和最大流量 $Q_c(\text{m}^3/\text{s})$ ,按泥石流暴涨暴落的特点,将过程概化成五角形,按下式计算:

$$Q_w = KTQ_c,$$

(5)

式中: $K$ 值随流域面积( $F$ )的大小变化,当 $F < 5 \text{ km}^2$ , $K = 0.202$ , $F = 5 \sim 10 \text{ km}^2$ , $K = 0.113$ , $F = 10 \sim 100 \text{ km}^2$ , $K = 0.0378$ 。

磨西河流域面积为923  $\text{km}^2$ ,主沟长度为42.5 km,主沟纵坡为10.2%,堵塞系数根据《泥石流灾害防治工程勘察规范》标准确定为1.5。2005年8月11日特大型泥石流洪峰流量持续2.5 h,可以类比为在不同频率下的泥石流历时<sup>[7-8]</sup>。

通过参数确定与定量计算,磨西河不同频率下的泥石流特征值见表1。

表1 磨西河不同频率下的泥石流特征值

	$P = 20\%$	$P = 10\%$	$P = 5\%$	$P = 2\%$	$P = 1\%$
洪峰流量/( $\text{m}^3/\text{s}$ )	1 706	2 028	2 342	2 722	3 013
泥石流流量/( $\text{m}^3/\text{s}$ )	2 559	3 042	3 513	4 083	4 520
一次过程总量( $\times 10^4$ )/万 $\text{m}^3$	52	62	72	83	92

通过一次过程总量与堵河最小规模的计算,磨西河泥石流堵塞大渡河最小的一次过程总量为84.26万 $\text{m}^3$ 。在不同频率下的泥石流一次过程总量计算中,当 $P = 2\%$ (50年一遇),一次过程总量为83万 $\text{m}^3$ ,发生堵河的可能性较大<sup>[9]</sup>。

4 几点认识

(1)利用雨洪法,间接确定不同频率下泥石流一次过程总量,反推出磨西河特大型泥石流堵河可能事件为50年一遇。

(2)特大型泥石流堵河事件机理复杂、影响因素多，本文力图利用理想状态下的模型进行定量分析，可能有些偏差。

(3)由于磨西河泥石流爆发时间在晚上，周围居民较少，泥石流持续时间是通过老乡访问的形式，根据响声、震动等方式确定的，存在一定的误差。

(4)本文对特大型泥石流堵河事件的可能性进行初步分析，并用一套理论尽可能对重现率提供依据，达到减灾防灾的目的。

参考文献：

[1] 中国地质调查局成都地质调查中心. 四川泸定县地质灾害详细调查报告[R]. 成都：成都地质矿产研究所，2008.

[2] 陈晓清，崔鹏，陈斌如，等. 050811 特大泥石流灾害及减灾对策[J]. 水土保持学报. 2006，26(3)：122-125.

[3] 周必凡，李得基，吕儒仁，等. 泥石流防治指南[M]. 北京：科学出版社，1993.

[4] 党超，程尊兰，刘晶晶. 泥石流堵塞溃决模式实验[J]. 灾害学. 2008，23(3)：15-19.

[5] 程尊兰，田金昌，张正波，等. 西藏江河堵溃灾害及成灾环境分析[J]. 灾害学. 2009，24(1)：26-30.

[6] 柳金峰，欧国强，游勇，等. 不同出口山脚约束的泥石流淤埋实验研究[J]. 灾害学. 2009，24(3)：7-10.

[7] 四川省水利电力厅. 四川省中小流域暴雨洪水计算手册[S]. 成都：四川省水利厅，1984.

[8] 国土资源部. 泥石流灾害防治工程勘查规范[S]. 北京：中国标准出版社，2006.

[9] 田连权，吴积善，康志成，等. 泥石流侵蚀搬运与堆积[M]. 成都：成都地图出版社，1993.

Analysis on Blocking of the Dadu River by a Giant Debris Flow of Moxi River  
——Quantitative Calculation of Scale of a Debris Flow and Flows of  
Different Frequencies by Rain-flood Method

Song Zhi, Ba Renji and Liu Yujie  
(Chengdu institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China)

**Abstract:** According to a calculation of the total quantity of a debris flow process and the smallest quantity that can block a river, the minimum quantity of one process of debris flow in Moxi River that can block Dadu River is 842, 600 m<sup>3</sup>. In the calculation of the total quantity of one process of debris flows of different frequencies, in case of that the total quantity of one process of debris flow in Moxi River is 830, 000 m<sup>3</sup> as  $P=2\%$  (once in 50 years), the river is possibly to be blocked.

**Key words:** river blocking; rain-flood method; total quantity of one process; Dadu River; Moxi River