

典型硬质岩区泥石流的发育研究

刘惠军, 任光明

(成都理工大学工程地质研究所, 四川 成都 610059)

摘要: 泥石流一般发育在岩性强度低、岩性较为破碎的地区, 由于岩性差, 岩体较为破碎, 它易形成泥石流的物源, 配合一定的地形条件和气象条件, 造成泥石流发生。硬质岩区由于其强度高, 不容易发生崩塌、滑坡等, 形成泥石流物源。本文通过一个硬质岩区发生的泥石流调查表明: 在硬质岩区, 由于不合理的人类活动, 造成降雨水时, 水从高处经过硬质岩崩塌堆积物向下流动时, 由于在高比降情况下, 水的侵蚀能力强, 坡形陡, 硬质岩崩塌堆积物容易垮塌为其提供了物源。它的发生频率高, 对下游危害大, 因此, 在这种地区进行工程活动时, 必须对这种现象引起高度的重视。

关键词: 泥石流、比降、硬质岩区、不合理人类工程活动

中图分类号: P642

文献标识码: A

泥石流一般发育在岩性强度低、岩性较为破碎的地区^[1], 由于岩性差, 岩体较为破碎, 它易形成泥石流的物源, 配合一定的地形条件和气象条件, 造成泥石流发生。硬质岩区由于其强度高, 不容易发生崩塌、滑坡等产生物源, 因此, 在这种地区发生泥石流的可能性很低。但作者在调查中发现, 在硬质岩区, 由于地形高差, 比降大, 在人类工程活动影响下, 由于不合理的引水, 造成水从斜坡从高处向低处流动, 硬质岩产生的坡积物就会由于水在高势能情况下产生的强侵蚀性, 形成泥石流, 这种泥石流发生频率高, 危害大, 在西部建设时需要引起重视, 在这种地区进行工程建设时需要防止类似问题的发生^[2-4]。

1 泥石流沟基本情况

洪流槽泥石流沟位于大渡河一级支流深溪沟的右岸, 距深溪沟沟口约 3km。深溪沟口左岸为成昆铁路线上的长河坝车站, 由于此沟是深溪沟水电站建

设料场布置所在地, 因此, 泥石流对工程建设影响大。深溪沟泥石流沟总体走向为 N59°E, 地势西南高、东北低。流域内海拔最高 2 075 m, 海拔最低为 770 m, 高差为 1 305 m。在沟的源头部位发育有一长条形的岩溶洼地, 其底部高程 1 705 m, 周围四面环山, 山顶高程 1 800~2 075 m, 汇水面积 2.1 km², 该洼地中汇集的水通过人工引水暗洞和引水渠道引到泥石流沟(图 1), 泥石流汇水面积为 2.8 km², 沟道(包括岩溶洼地中的水沟、涵洞、渠道长 2.5 km, 泥石流沟长 1.2 km)长 3.7 km, 整个形态平面上呈不对称的长哑铃状。

泥石流沟支沟不发育, 但通过人工引水渠将泥石流沟和岩溶洼地连成一体, 上部岩溶洼地谷地较宽, 流域内地形较缓。周围山坡平均坡度 20°左右。对于泥石流沟一侧, 沟谷狭窄, 沟谷呈典型的 V 字型。受构造影响, 灰岩形成陡崖, 在下部由陡崖形成了崩坡积物, 下部坡度相对缓, 上部较陡, 其中下部坡度 < 1 000 m 坡度平均在 35°左右, 两侧坡度基本对称, 中部坡度(1 000~1 500 m)右侧坡度在 55°左

收稿日期(Received date): 2007-11-10; 改回日期(Accepted): 2008-04-18.

基金项目(Foundation item): 国家软件学计划项目(2004DS3D026); 陕西省教育厅自然科学专项科研项目(07JK389)。[Supported by the National Software Research Project No. 2004DS3D026; Supported by the Special Natural Science Research Project of Shaanxi Education Bureau No. 07JK389]

作者简介(Biography): 刘惠军(1972-), 男(汉族), 甘肃天水人, 成都理工大学环境与土木工程学院讲师, 研究方向为岩土工程特性。[Liu Huijun(1972-), The institute of engineering geology, chengdu university of technology, E-mail: lzhink@163.com.]

右, 左侧坡度在 70° 左右。 $> 1500\text{ m}$ 至人工渠坡度近直立, 两侧坡度较对称。 总体平均坡度在 56° 左右。

当地多年平均年降水量 745.1 mm , 历年最大日降水量 168.2 mm 。 洪流槽中的水主要来自于大气降雨和地下水补给, 其中主要为大气降雨, 因此具有易涨易落的特点。 由于植被覆盖率高, 平水期水量较稳定。

泥石流沟内出露的岩性主要由两部分组成, 在泥石流沟流域及其附近, 出露的第四纪的崩坡积物、河滩的堆积物及沟床中的冲洪积物。 基岩主要为震旦系的灯影组灰岩和白云质灰岩。 从洪流槽沟缘约 1600 m 引水水渠附近至山脊分水岭 1820 m 、上池子岩溶洼地汇水区, 以及在高程 $1600\sim 800\text{ m}$ 高程的沟谷两侧崩坡积物以上的陡崖及其上部至分水岭的地带为洪流槽沟泥石流活动的清水动力区。 该区第一部分为原先洼地的汇水区, 为主要的清水汇集来源, 面积 2.67 km^2 ; 第二部分为洪流槽沟周边汇水区, 面积约 0.56 km^2 。

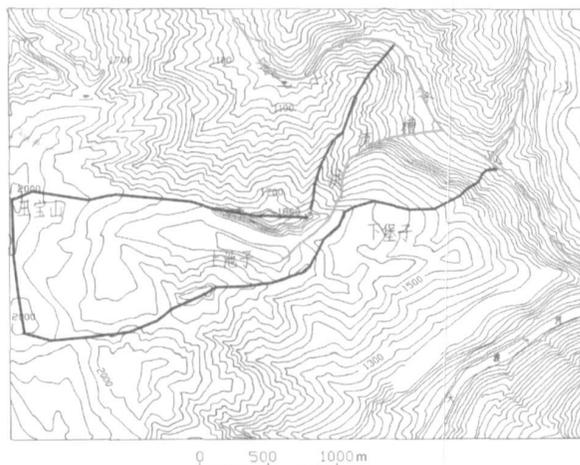


图 1 泥石流沟流域及其影响范围内的地形特征

Fig 1 The charactery of terrain of inflence scope and basin of debris flow

引水水渠以跌水的形式进入形成区与流通区, 从高程 1600 m 到沟底高程约 800 m , 高差近 1000 m , 沟道长近 1.12 km , 平均宽度 20 m 左右, 其中在跌水陡主沟两侧边坡坡度 $35^\circ\sim 85^\circ$, 由于坡积物垮塌的不同, 在河道中有些部位形成育肠型, 有些部位形成凹腔型。 河道呈基本对称的 U 型谷。 在局部地段有少量基岩, 形成跌水陡崖。

洪流槽沟的主要物质分布在沟谷中, 泥石流的形成也是在沟道中产生, 因而从 1600 m 至 800 m

沟床及其两测主要提供物源且形成泥石流 (图 2)。 因此, 其的形成区与流通区在一起, 面积约 0.54 km^2 , 该段沟床比降较大, 主沟平均比降为 828‰ 。

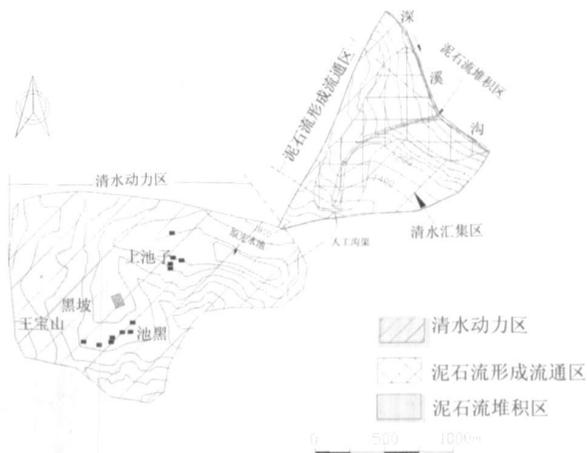


图 2 洪流槽沟泥石流活动的分区特征

Fig 2 The debris flow characteristics of the district of hongliucao

在沟口从高程 800 以下为洪流槽沟泥石流的堆积区。 该区在平面上为一扇形地貌, 纵向长度约 300 m 左右, 扇长 197 m , 顺沟向上宽度逐渐变窄, 从后到前缘最大高差为 25 m 左右, 坡降平均为 176‰ , 扇形张开角为 160° 左右。 目前, 已挤压深溪沟河床, 使其向左岸发生严重偏移甚至泥石流活动导致深溪沟堵塞。

2 泥石流沟形成条件分析

泥石流的形成完全是由人类工程活动引起。 根据走访调查当地 63 岁老人, 当地属于汉源县永历乡桃子坪, 上面有个天然的水池, 水量将近一万多方, 近 7 km^2 , 天然形成, 几个大队的水积到那里, 当地农田少, 为了增加基本农田, 1966 年, 县和生产队组织人打了三年的洞将其打通, 打完池子中的水放出, 形成农田。 一冲就冲下一堆石子。 现在每年往下冲, 水量一大冲几百方, 一年 4 次, 雨很大的情况下, 一次几百方下来。 目前, 洪流槽泥石流的活动规模呈现出逐渐增大且有加速的趋势, 泥石流未发生之前, 有简易公路通往深溪沟内里, 2005 年以后, 冲坏公路, 交通阻断, 而且发生堵江, 活动规模增大。

现场调查表明: 这个沟冬天没有水, 它的补给主要为上部的大气降水来源, 因此它的冲刷量和当地的降水有密切关系。 在其上部有一天然水池, 这一

水池的长度为 514 m, 宽度为 138 m, 走向 67°, 面积在枯水期为 $4.9 \times 10^4 \text{ m}^2$ (约为 73 亩), 在洪水期面积 $16.6 \times 10^4 \text{ m}^2$ (约为 248 亩), 在据估计当时这个水池的蓄水量最大在 $16 \times 10^4 \text{ m}^3$ 左右。为了增加农田, 修建的人工引水渠, 将水排空。



图 3 原先堆积扇照片(2004 年拍摄)

Fig. 3 The original fan photos of the accumulation (2004)



图 4 目前洪流槽泥石流扇挤压主河道情况

Fig. 4 The current torrent of debris flow fans squeezed in the main river

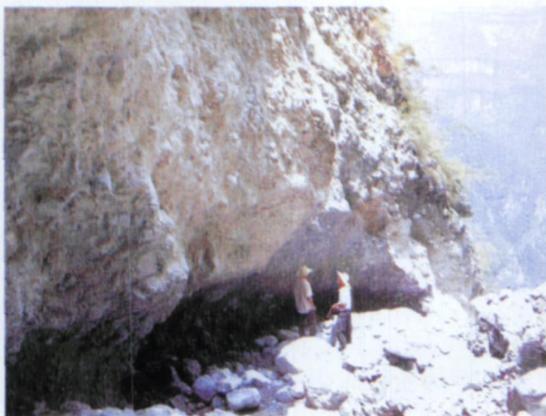


图 5 河流切割形成的底部掏空

Fig. 5 The cutting emptied of at the bottom of a river



图 6 沟谷破坏的渐进累积式破坏

Fig. 6 The gradual destruction of the cumulative damage of valley

人工引水渠总长有 755 m, 有两部分组成, 一部分为涵洞, 一部分为明渠, 洞长 300 m 左右, 明渠长 $> 400 \text{ m}$ 。其中在上池子和下堡村中间山脊打洞 ($2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$)。水最大时可以充满, 然后以明渠 ($1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$), 以 30° 的方向沿下堡字村左侧山边绕过, 水流量 5 L/s 最后通过分成两股水, 在陡坎处 (高度约为 8 m) 流入泥石流流通区。

洪流槽沟泥石流是属于典型的沟谷型泥石流, 它发生的规模在逐渐增大, 洪流槽沟泥石流属于稀性、水石型泥石流, 为高频极易发型, 发生规模为中型, 处于泥石流活动发展期。

洪流槽沟泥石流松散固体物源主要来自于沟谷两侧洼坡的崩滑堆积物, 限分布在 800~1700 m 范围内, 物源量取决于物源主要为流经斜坡的渐进累积式破坏, 据统计, 目前洪流槽沟泥石流活动可能提供的松散固体物源量有 $16.4 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。潜在物源有 $535 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。因此, 洪流槽沟流域泥石流活动的松散固体物源条件充分。

泥石流的物源主要来自沟道两侧岸坡的破坏, 两岸斜坡的主要成份由两部分组成: 上部为坡积块碎石, 含有植物根径等, 厚度约在 0.5~1 m 左右。下部主要为的崩坡块碎石, 其较密实~密实状态, 沟坡较陡, 在流水的长期冲刷软化作用, 沟坡表现为累积性渐进破坏, 两侧斜坡表现出了一种渐进累积式破坏, 斜坡破坏每次提供的方量较小。物源来自于泥石流发生时沟底堆积物的二次起运和沟谷两岸崩坡积物的垮塌 (图 3~6)。

3 结论

根据以上分析可以看出: 硬质岩区的泥石流特点为: 流通区和形成区为同一地段, 物源为流通区斜坡堆积物。上部只为汇水区, 提供较充分的水量。物源来自于它的两侧堆积物, 这些堆积地形陡, 这些堆积物在水的强动力侵蚀下, 就易形成垮塌, 成为泥石流发生的物源, 而地形条件, 由于其为硬质岩区, 地形坡降大, 造成水动力条件强。发生频率高, 形成危害大, 这表明, 在这种硬质岩区, 一旦形成其强的水动力条件, 形成泥石流的可能性就很大, 因此, 在这种地区, 对于水利的改造必须引起高度重视, 一旦形成泥石流, 治理起来将是非常困难的。

参考文献 (References)

- [1] Zhang Zuoyuan, Wang Shitian, Wang Lansheng. The Analysing Principle of Engineering Geology [M]. Beijing: Geology Publishing House, 1994. 10~300 [张倬元, 王士天, 王兰生. 工程地质分析原理 [M]: 北京: 地质出版社, 1994]
- [2] Zhou Bangqing, Wang Yunying. The basic charity of the landslide in the southwest area in China [J]. *Journal of Earthquake of Northwest*, 1994, 16(1). [周本刚, 王裕明. 中国西南地区地震滑坡的基本特征 [J]. 西北地震学报, 1994, 16(1)]
- [3] Shiguang. The Study of Main Charity of the Landslide in the Southwest Area in China [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 1994. 12~34 [史国安. 对西南山区滑坡一些主要特征的认识 (滑坡文集第十一集) [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1994]
- [4] Yang Tao, Deng Ronggui, Liu Xiaoli. The dangerous partition and basic charity of landslide and slide of Sichuan province [J]. *Journal of Mountain Research*, 2002, 20(04): 456~460 [杨涛, 邓荣贵, 刘小丽. 四川地区地震崩塌滑坡的基本特征及危险性分区 [J]. 山地学报, 2002, 20(4): 456~460]

The Study of a Development Character of Typical Debris in Ragstone

LIU hu ijun, REN gu anming, NIE dexing

(1 Engineering Geological Institute, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059 China)

Abstract The debris flow is easy to happen, because it is commonly growth in the lower intensity and rock mass broken area because it can easy to be the material source of debris flow, and if it have condition of terrain and climate, the province of rag stone because its intensity high, is not easy to have the slide, the landslide and so on, it is difficult to lead the material source. This article study on the debris flow that occurs the province of rag stone, the result is that also can produce the debris flow, as a result of unreasonable human project activity, this is because in the high hydraulic slope, the water corrosion ability to be strong when water flow in the slope to under slope wash has provided the source for it. Therefore, carries on the project activity when this kind of area, must bring to the high attention to this kind of phenomenon.

Key words debris flow; gradient; rag stone province; unreasonable human project activity