

文章编号 :1007-3071(2007)02-0054-08

# 巫溪白鹿溪泥石流沟的初步研究

陈立德 陈州丰 李旭兵 金维群 彭轩明

(宜昌地质矿产研究所,湖北 宜昌 443003)

**摘要** :白鹿溪位于大巴山腹地、大宁河与堵河分水岭西侧,气候环境属秦巴山区暴雨中心东南边缘,流域内固体碎屑物质充分、储量巨大,历史上曾多次爆发泥石流。调查发现,白鹿溪泥石流沟由多条支沟组成,其中杨家湾是规模、危险性和破坏性最大的支沟。支沟是高频小规模泥石流沟,但是在一定条件下也可能爆发相当规模的大型泥石流。主沟是低频大规模泥石流沟,主沟大规模泥石流的爆发是支沟大规模泥石流诱发的;白鹿一带的泥石流堆积体是历次泥石流爆发形成的复合堆积体。区内人类工程经济活动日趋强烈,白鹿溪存在再次爆发泥石流的环境地质条件,可直接威胁到白鹿镇及下游大宁河沿岸居民的生命财产安全,应当引起足够的重视。

**关键词** :泥石流;稳定性;白鹿溪

**中图分类号** :P642.23

**文献标识码** :A

白鹿溪是大宁河左岸的一级支流,于巫溪县白鹿镇流入大宁河。白鹿镇沿白鹿溪口和大宁河左岸展布,呈“T”字形。白鹿镇东侧泥石流扇体上,地形平缓,易于耕作,交通方便,沟口有猪杉坪、大坪、后坪、二坪等村组,是当地的人口密集区,正在兴建的巫(溪)十(堰)高等级公路从泥石流沟区通过。种种迹象表明,白鹿溪泥石流并没有引起当地政府、居民和工程建设部门应有的重视,巫十高等级公路部分路段与桥涵设施建在杨家湾支沟内,后坪村委会大楼和养老院新建在杨家湾支沟内泥石流舌状堆积体上,直接受支沟泥石流的威胁。虽然 170 余年前泥石流造成家园被毁的情景在当地代代相传,但是百余年来没有大规模泥石流爆发的事实已经让人放松了戒备,村民住房甚至直接建在泥石流流路上。大宁河自白鹿镇以下,两岸约有数千居民沿河沿路而居,是巫溪县居民密度较大的地区。因

此,对白鹿溪泥石流沟的调查分析并对泥石流发生的危险性进行评估,直接关系到当地及下游沿岸人民群众的生命财产安全和道路的畅通,这项工作具有重要的现实意义。

白鹿溪泥石流沟距拟建剪刀峡水库库尾 4 km,为了评价白鹿溪泥石流对水库和南水北调中线大宁河补水工程<sup>[1,2,3]</sup>可能造成的不利影响,我们对白鹿溪泥石流沟做了调查。局限于项目涉及的前期调查范围和深度,本次调查仅用地质成因机制分析的方法,对该泥石流沟的危险性作了定性的预测和评价。

## 1 泥石流的形成条件

### 1.1 自然地理及气象水文

白鹿溪位于大宁河流域上游,属中纬度地带,亚热带暖湿季风气候区,气候特点为春天天气复杂多变、阴晴不定,夏季湿热,秋季高爽,冬季干冷。受秦岭和大巴山影响,流域内气候温和湿润,降雨较充沛。根据巫溪县气象站资料统计,近区多年平

收稿日期:2006-08-16

基金项目:中国地质调查局大宁河流域环境工程地质调查评价(200412300003)。

作者简介:陈立德(1969—),男,汉族,副研究员,从事环境地质与工程地质调查研究。

万方数据

均气温为 17.9℃,气温随地面高程变化较大。大宁河流域多年平均降雨量为 1 097.6 mm,尤其巫溪以上流域多年平均年降雨量为 1 333 mm,为秦巴山区暴雨中心东南边缘,短时暴雨则往往集中在夏季 7、8、9 三个月。该区水文地质条件明显受地层和地质构造控制,泥石流物源区及堆积区含松散岩类孔隙水,主要受大气降水补给,受季节影响变化大。在白鹿溪左岸泥石流堆积区,可以观察到地下水以小型泉的形式溢出。

1.2 地形地貌特征

白鹿溪位于重庆市巫溪县境内,发源于渝鄂交

界、大巴山分水岭西侧。流域呈东西向展布,东西长 7.5 km,上游南北宽 7 km,下游宽 0.2 km,呈漏斗状,总体落差 1300 m,河床平均坡降 198.7‰,集水面积 29.2 km<sup>2</sup>。流域内分水岭平均海拔高程 2200 m,最高海拔 2314.4 m,沟口高程 366 m,最大高差 1948.4 m。

白鹿溪小流域呈漏斗状,上游(东端)水系呈树枝状,以断树湾作为源头,白鹿溪右岸(北侧)自上而下发育榨塘湾、黄草沟和龙汇湾三条支沟。左岸支沟自上而下依次为漆箬湾、纸箬湾和杨家湾(图 1)。

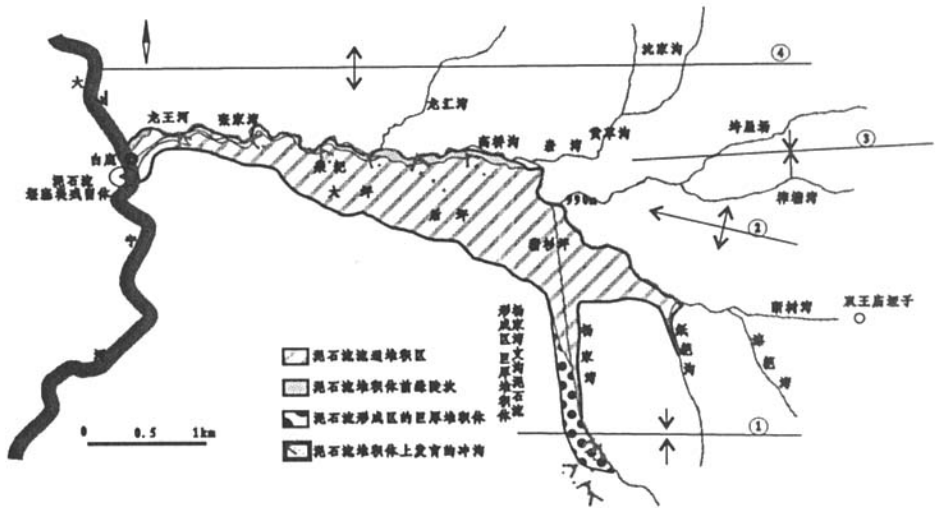


图 1 白露溪泥石流沟平面图

Fig. 1 Map showing the plane of the Bailuxi debris flow  
①橙子岩向斜 ②双桥垭背斜 ③五尺沟向斜 ④七鳞峡背斜

白鹿溪右岸支沟流经的地区主要分布寒武系和奥陶系及少量志留系地层,沟床物质主要以常年流水搬运为主,为主沟泥石流提供的固体碎屑物质有限,但是可以为主沟泥石流的爆发补充水源。白鹿溪左岸支沟的地质地貌特征,决定了支沟具有爆发泥石流的有利条件,尤其杨家湾泥石流发育特征最为显著。杨家湾是白鹿溪左岸一条支沟,沟谷狭窄,谷坡陡峻,近 SN 流向,沟长 3.6 km,在出山口之后下游泥石流堆积区长约 1.2 km。杨家湾支沟总体落差 1 200 m,河床平均坡降 33.3‰,集水面积 2.9 km<sup>2</sup>。

1.3 地层岩性条件及主要物理地质现象

流域内出露的寒武系、奥陶系以及二叠系和三  
万方数据

叠系地层为坚硬的白云岩和灰岩,往往形成高陡的悬崖,受地形地貌特征的影响,二叠系和三叠系地层分布区易发生崩塌滑坡等不良物理地质现象;区内志留系碎屑岩分布面积较大,受构造挤压变形强烈,岩层产状较陡乃至倒转,节理裂隙发育、岩体破碎,易于风化,地形也因此而倒置,背斜成谷、向斜成山,为流域内崩塌、滑坡、冲沟、岩石风化、水土流失等不良物理地质现象发育提供了得天独厚的有利条件,并主要集中在白鹿溪流域左岸支沟杨家湾、纸箬沟、漆箬沟及其源头断树湾等沟谷地区。

崩塌、滑坡、残坡积物在白鹿溪尤其是左岸及上游广泛分布,为泥石流的发育提供了最重要的、充分的固体物源。

## 1.4 构造条件

大宁河中上游位于南大巴山弧形构造挤压带上,由一系列近 EW 向紧密型弧形褶皱和冲断裂群组成。褶皱走向近 EW,微向南凸,呈弧形,均为不对称线形褶曲,岩层产状普遍陡立,局部倒转,且越往北褶皱越紧闭,局部地形多倒置,向斜成山,背斜成谷,规律性较明显。本区新构造运动总体表现为间歇性抬升。

白鹿溪流域自北向南依次发育近 EW 走向的七蟒峡背斜、五尺沟向斜、双桥垭背斜和橙子岩向斜(图 1)。其中白鹿溪东端是以奥陶系为核部的双桥背斜,该背斜向 W 倾伏,南翼地层倒转。双桥背斜的北侧,发育以志留系为核部的五尺沟向斜,五尺沟向斜的向西变窄,向东撒开。双桥背斜的南侧发育以二叠系和三叠系为核部的橙子岩向斜,该向斜由志留系、二叠系和三叠系大冶组地层卷入,志留系和二叠系地层构成尖棱褶皱,三叠系地层则构成向斜的核部,地层产状舒缓,三叠系与二叠系之间发育典型的构造虚脱现象,此外,志留系碎屑岩内次级褶皱发育。区内 NNE 和 NE 向节理裂隙发育十分,岩体破碎,为各种斜坡变形失稳和风化作用等不良物理地质现象的发生提供了有利条件。

## 1.5 森林植被及人类活动

白鹿溪流域内森林植被覆盖率较低,其上游东侧分水岭一带,志留系碎屑岩分布区的山坡上植被被破坏殆尽,流域 SN 两侧的志留系地层上,仅发育有稀疏的灌木林,基岩多裸露。杨家湾支沟上游志留系及其残坡积物构成的缓坡上,往往为坡耕地,散布有稀疏的灌木。灰岩地层分布区植被相对发育,其中杨家湾支流上游二叠系和三叠系灰岩构成的悬崖或陡壁上,林木稀少。

近年来,白鹿溪流域内人类工程经济活动日趋强烈,翻越大巴山分水岭的在建巫(溪)十(堰)高等级公路从泥石流沟通过。公路主体位于白鹿溪左岸(谷坡)坡面,切坡造成的公路弃渣大都堆积在大小溪沟内,但是往往被流水冲走,尚不至于诱发泥石流。在建公路的一部分穿越白鹿泥石流堆积体,尤其是在跨越支沟杨家湾和白鹿溪上游断树湾时,并没有引起足够的重视,建设过程中部分公路及桥涵已经改线,新建桥梁的设计建造有欠考虑,

桥墩直接建在沟谷内,涵洞低矮,易受山区洪水和泥石流威胁。

## 2 泥石流的分布及发育特征

白鹿溪左岸支沟的自然地理和地质地貌特征,决定了支沟具有孕育和爆发泥石流的条件。据现场调查,白鹿溪上游断树湾以及左岸支沟漆篦湾、纸篦湾和杨家湾均是泥石流沟,从泥石流堆积体揭露的众多剖面中,可以观察到堆积物普遍具有多旋回特征,表明支沟均是具有一定规模的泥石流沟,在一定条件诱发下,可能爆发相当规模的大型泥石流。主沟是低频大规模泥石流沟,其爆发诱因可能是支沟百年一遇的大规模泥石流。白鹿一带的泥石流堆积体是历次泥石流爆发形成的复合堆积体。

支沟爆发的泥石流以白鹿镇东侧的猪杉坪、后坪和大坪为堆积区,泥石流堆积扇总体呈 EW 方向伸展的斜三角形,北侧以白鹿溪中下游为界,北东侧以白鹿溪上游、断树湾至黄草沟口为界,南侧则沿切割甚浅的八字沟与志留系地层构成的陡坡截然分开。该堆积区北侧受白鹿溪常年流水的冲刷和侧蚀作用,前缘自上游而下,在白鹿溪左岸形成高 10~60 m 的陡坎(图版 I-1)。

白鹿溪口、白鹿镇所在及东侧的二坪一带则是主沟泥石流(的)堆积区。野外调查发现主沟曾经爆发过的一次泥石流记录,目前可以观察到的是这次主沟泥石流爆发所形成大宁河堰塞体的残留部分(图版 I-2),尤其以大宁河右岸的残留体特征最为明显,据此推测其规模颇为壮观。

## 3 杨家湾支沟泥石流的发展趋势分析

白鹿溪泥石流是由支沟泥石流和主沟泥石流组成,其中杨家湾是泥石流规模和破坏性最大的支沟,泥石流形成区、流通区和堆积区特征明显,当地村民对历史上所发生的泥石流灾害情况迄今仍然心存畏惧,甚至带有某种神秘色彩。

### 3.1 杨家湾支沟泥石流概况

据调查走访,杨家湾曾于1834年(丙申年)爆发了大规模的泥石流,泥石流首先摧毁了位于其原堆积体上的数十间民宅,冲出杨家湾沟口后,向NW方向沿后坪、大坪方向流动,又摧毁民房数十间,并掩埋了大坪一带的水稻田。泥石流发生后,留在当地村民木板墙上的泥痕达“一人多高”。调查访问发现,杨家湾泥石流发生周期为8~10年,但规模较小,这些小规模的泥石流往往受沟谷限制,进入白鹿溪后,由于河谷遽然变宽,水量增大,泥石流物质沿较宽的白鹿溪搬运至其下游或直至大宁河,没有造成灾害性事件。

在杨家湾出山口一带,支沟口右岸为宽约200 m的舌状泥石流堆积体,该堆积体高出杨家湾正常溪水面5~10 m,现在该堆积体成为当地修筑道路和建房的天然料场,多年来没有规模较大的山洪或泥石流可以到达该处,但是,从堆积体成分和结构来看,舌状堆积体是杨家湾泥石流的流通区和堆积区的一部分。由于山区平坦的建设用地稀缺,2004年,当地居民在该舌状堆积体上修建了砖混结构的村民委员会办公楼和养老院,新建巫—十高等级公路桥改线后的方案横跨杨家湾沟谷出山口处,桥高出河床2~4 m,桥跨15 m,桥墩位于堆积体上,其右岸桥墩部分位于沟床内,影响杨家湾支沟行洪,这些建筑物直接受到杨家湾泥石流的严重威胁。

### 3.2 杨家湾支沟物源区特征

杨家湾上游水系呈树枝状。流域分水岭海拔高程1954.7 m,最高海拔2027.3 m,沟口高程790 m,高差约1230 m。杨家湾上游为橙子岩向斜构成的倒置地形,具有典型的“下软上硬”斜坡结构,下部为岩性软弱的志留系碎屑岩地层和二叠系底部的煤系地层,上部坚硬的二叠系和三叠系灰岩往往为陡峻斜坡乃至形成高陡的绝壁。下部志留系碎屑岩和二叠系底部煤系地层易遭受风化剥蚀,上部陡崖失去支撑则易失稳形成崩塌乃至滑坡,与志留系风化残坡积物一起,成为杨家湾泥石流重要的固体物质来源。

杨家湾上游堆积体是支沟泥石流的固体物质来源。杨家湾上游左岸,在二叠系和三叠系灰岩构成的陡峻斜坡之下,发育规模较大的碎石土堆积

万方数据

体。堆积体的物质来源于斜坡上部地层的风化残坡积物和崩滑堆积物。堆积体沿杨家湾沟谷两岸呈条带状分布,左岸规模大,长1500 m、宽约0~250 m(平均150 m),前缘陡坎高20~60 m,体积约65 m<sup>3</sup>,右岸规模则相对较小。堆积体受杨家湾沟谷水流的冲刷造成坡脚失稳,前缘形成高度不等的陡坎,下游低而上游高,局部不断有塌滑现象。正常情况下,堆积体的滑塌随常年流水冲刷搬运至沟谷下游。堆积体上游前缘陡坎,则被数条坳沟切割(图版I-3)。

### 3.3 杨家湾支沟泥石流流通堆积区特征

杨家湾泥石流沟总长约2.5 km,沟谷横断面为U形,呈现出显著的套谷地貌特征。两岸发育1~3级堆积台地,上游物源区长1.2 km,保留最完整一级台地,台地顶面与坡脚高差最大达30~40 m。台地堆积物均为含泥碎石或碎石土夹块石,坡脚河床受流水冲刷多分布较干净的碎石夹块石,台地后缘则为50°~80°坡角的灰岩、页岩陡峻坡或悬崖。台地边坡坡度以40°~60°陡坡为主,套谷内层河谷也呈U形。流通区长0.3 km,两侧台地高度逐渐降低,至后坪村委会高差仅剩3~5 m,但因位于杨家湾溪沟下游,水流冲刷强烈,两侧台地边坡依然陡峭,且活动程度高,多处垮塌仍在发展,坡面杂草丛生。

杨家湾中下游沟谷亦呈U形,沟床宽约21~30 m,两侧陡坎高15~18 m,近直立。沟道顺直,比降180‰。两侧堆积体具有明显的分层性,堆积体中上部进行的揭露情况显示,堆积体自上而下可以明显的区分为6个层段(图版I-4),各层段厚度在0.9~2.5 m不等,最下面数层可能没有完全出露,最上面一层则可能受后期改造保存较薄。各层碎石土的成分和结构相近,各层段之间垂向上变化不明显,泥质成分占40%±,碎石以灰岩为主,易风化的志留系碎屑岩岩屑相对较少,大小以3~10 cm居多,占碎石含量的70%,少数漂石直径达1 m以上,分选性差,磨圆度差,碎石具有明显的“泥包砾”的现象。耕作土呈点状分布,保存在剖面不同的层段上,厚24~50 cm±,该土层外部呈黄褐色、内部呈黑色,侧向断续尖灭(图版I-5)。往下游方向堆积体呈现出厚度增大的趋势,可以识别的堆积体

旋回性层段同时有增多的现象。

杨家湾溪沟出山口后,往 NW 方向,是后坪和大坪两个自然村落,村民的耕地表面遍布的是大大小小的碎石。坡面自然坡度角为  $10^{\circ} \sim 11^{\circ}$ ,坡面呈 EW 向展布的斜三角形,EW 长 4 km,杨家湾出山口处 SN 方向最宽,约 1 km,向白鹿溪出口处逐渐变窄至 200 m,大坪、后坪所在泥石流堆积体坡面上有数条冲沟,冲沟在堆积体前缘陡坎处下切形成北西向“V”形沟,在堆积体内部则呈宽浅的“U”形沟,深度 2~4 m,宽 10~20 m 不等。

### 3.4 杨家湾支沟泥石流爆发的可能性评价

杨家湾支沟泥石流的成因类型为暴雨型沟谷泥石流。野外调查表明,杨家湾沟谷上游陡峻的斜坡之下,大规模的崩滑堆积体是杨家湾支沟泥石流爆发的物源,堆积体的稳定性成为杨家湾支沟泥石流是否会孕育爆发的重要因素。毫无疑问,杨家湾不仅时常爆发小规模的高频泥石流,未来在一定条件下,有可能诱发大规模泥石流,随着时间间隔的增加,固体碎屑物质的不断积累,泥石流重新爆发的危险性也在逐渐增加。由于近区人类工程经济活动较以往更为频繁,可以预计,泥石流的破坏性也将更大。在暴雨或久雨造成堆积物饱水的条件下,杨家湾上游堆积体存在爆发大规模泥石流的可能性。

## 4 主沟爆发泥石流的可能性分析

白鹿溪流域平面上呈漏斗状,上游水系呈树枝状。右岸支沟为主沟泥石流提供的固体碎屑物质有限,但是在主沟泥石流爆发时,右岸支沟可以提供丰富的水源,是主沟泥石流爆发重要的组成部分。左岸支沟均是泥石流沟,尤其杨家湾泥石流发育的特征最为显著,支沟泥石流的爆发往往是构成主沟泥石流爆发的诱因。

白鹿溪主沟泥石流的物源区,既包括支沟泥石流的物源区,同时也包括支沟泥石流的流通堆积区,即白鹿镇东侧猪杉坪、大坪、后坪一带的支沟泥石流堆积区所形成的巨大泥石流复合堆积体,以及支沟泥石流物源区成为主沟泥石流爆发重要的固体碎屑物质来源区。主沟泥石流的流通区相对而

言比较短,以白鹿溪下游为限。白鹿溪口、白鹿镇所在及东侧的二坪一带则是主沟泥石流的堆积区。目前在白鹿镇一带,尤其是保存在大宁河右岸的泥石流爆发时形成的堰塞堤残留体,显示出主沟泥石流爆发时的巨大规模,虽然其造成的灾害目前尚无从查起,但是类似的泥石流再次爆发及其衍生的灾害势必造成巨大的损失。

### 4.1 物源区特征

物源区的地貌条件包括支沟物源区的地貌特征及支沟泥石流堆积体的地貌特征。支沟物源区的地貌特征不再赘述,仅就大坪、后坪一带泥石流堆积体的地貌特征简述如下。

白鹿溪下游左岸,大坪、后坪一带支沟泥石流堆积体总体上地势平坦,略向 NW 倾斜,坡度在  $10^{\circ} \sim 11^{\circ}$  之间,坡高差约 500 m,表面仅有数条宽浅的冲沟,该泥石流堆积体是高山峡谷地区难得的平坦之地(图版 I-6)。主泥石流沟北侧顺 EW 走向发育区内主要河流为白鹿溪,河谷形态呈不对称 V 形;右岸坡度一般  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ,相对较缓,主要出露志留系碎屑岩;左岸多为  $50^{\circ}$  以上的陡峻坡,地形陡峭,均为密实泥石流堆积体冲刷形成,岸坡高差 20~60 m(图版 I-7),平均高度则在  $40 \text{ m} \pm$ 。受白鹿溪侧蚀作用的影响,左岸堆积体前缘陡坎在饱水或有水渗出的边缘往往发育规模不等的滑塌,巫-十公路建设就因为受这些堆积体边缘滑坡的影响而改线。这些滑塌堆积体往往进入白鹿溪主河道后,在常年流水搬运的作用下,进入大宁河,一般不会对白鹿溪下游造成危害。

主沟泥石流的物源既包括支沟泥石流的物源,也包括支沟泥石流堆积体。

白鹿镇东侧大坪-后坪一带的泥石流堆积体,在饱水的情况下,受白鹿溪洪水侧蚀作用形成的塌滑,可能成为主沟大规模泥石流爆发源源不断地补给固体碎屑物质,甚至可能使上游或支沟形成的小规模稀性泥石流在下游演变成为大规模粘性泥石流,造成更大的危害。

流域内人类工程经济活动日趋强烈,增加了泥石流发生的危险性。以巫-十公路为代表的人类工程活动,形成大量松散的弃渣,倾倒在溪沟两侧形成了部分物源,公路切坡诱发了沟谷两侧浅层滑

坡的发生,新鲜滑坡堆积物为泥石流提供了新的物质来源。这些松散的堆积体更容易在暴雨时发生溜滑而启动泥石流,有可能成为泥石流发生的重要条件。

#### 4.2 流通区特征

白鹿溪泥石流沟的流通区(泥石流的固体物质补给区)分布范围东起大坪村,西至白鹿溪出口,临近大宁河边白鹿镇,北侧以白鹿溪主沟为界,南侧边界为凉水沟。北侧沿沟长4 km,面积 $3.3 \times 10^6 \text{ m}^2$ ,固体碎屑物质的成分为碎石土,平均厚40 m,体积 $1.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。可直接参与泥石流活动的固体碎屑物质如果以10%计算,则达 $1.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

白鹿溪下游坡降小,河谷形态弯曲,沟谷宽50~100 m,呈两侧不对称的U字形,左岸为泥石流堆积体前缘形成的陡坎,塌滑或溜滑体较发育;右岸则为宽缓的斜坡,岸坡稳定,无不良地质现象。常年流水局限在狭窄的河道中,河道两侧均被开垦为小块的水稻田。仅在白鹿溪下游上部沟谷中有一个高约4 m的瀑布,切穿奥陶系灰岩。瀑布左侧的泥石流堆积体内有较大的渗流通道,上游水流一部分就是通过渗流通道下泄。

#### 4.3 堆积区特征

白鹿溪为一老泥石流沟,由于干流大宁河携带泥沙的能力强,沟口堆积扇被泥石流间隔期的河流冲刷殆尽,平面上呈残存的扇状堆积体形态。

白鹿溪与大宁河交汇的大宁河左岸,是白鹿镇所在地,也是主沟泥石流爆发的堆积区。大宁河两岸均可见主沟泥石流爆发形成的堰塞堤残留体,以右岸残留体特征最为显著。与白鹿镇隔河相对的大宁河右岸,残留一垛状堆积体,堆积体形态平面上呈三角形,面积 $200 \text{ m}^2$ ,高出大宁河水面30 m,陡立于大宁河右岸边。右岸残留的堰塞堤和大宁河左岸泥石流堆积体隔河相望,浑然一体。据野外观察,左岸堆积体或堰塞堤残留体高40~60 m,向西与大宁河右岸保存的残留体之间的自然坡度角约 $10^\circ$ 。堆积体为碎石土,其中泥质含量约40%,碎石成分以灰岩为主,碎屑岩较少,碎石大小以3~20 cm居多,占50%,巨大的漂石含量稀少。

据野外观察,结合两岸堆积体的结构构造特征分析,残留堆积体是上次泥石流发生堵江事件时形

万方数据

成堰塞堤的一部分,也是历史白鹿溪大规模泥石流爆发的直接证据,该堰塞体的形成时间没有记载,但据访问,其形成年代至少早于1834年(丙申年)。

#### 4.4 主沟爆发泥石流的可能性分析

白鹿一带发生小规模泥石流的可能性是时常存在的,这一点从白鹿溪上游小规模高频泥石流和2005年7月发生在大宁河西岸中坝乡中坝河北岸曹家沟的泥石流可以得到佐证(中坝乡与白鹿镇分别位于大宁河两岸具有相似的地质地貌结构),主沟发生大规模泥石流乃至发生堵江事件的可能性也不容忽视。

支沟爆发的小规模的泥石流进入大宁河后,不容易造成危害,这是由于大宁河河床宽度大,水流量大,难以造成带有威胁性的泥石流灾害。固体碎屑物质被常年流水搬运至下游。但是,由于人口集中,小规模泥石流仍将威胁公路和白鹿镇居民的安全。

大规模泥石流发生的危险性不容忽视。白鹿溪具有发生大规模泥石流的环境地质条件。白鹿溪一带,堆积体前缘形成的陡坎容易发生斜坡失稳。该区地震烈度为7级,加之地处大巴山腹地、大宁河与堵河分水岭一带,降雨集中,有可能成为大暴雨的中心区,流域内固体碎屑物质供应充分,储量甚大。如果在各种有利于泥石流发生的条件叠加下,并在暴雨或地震等因素的诱发下,以杨家湾为代表的左岸支沟爆发泥石流,则可能诱使主沟白鹿溪泥石流再度发生,这将直接威胁白鹿镇及白鹿溪流域内堆积体上的居民生命财产安全。

### 5 白鹿溪泥石流危害性分析及对策

#### 5.1 白鹿溪泥石流的危害性分析

杨家湾作为白鹿溪流域内规模和危害最大的支沟,其爆发不仅直接威胁到大坪、后坪一带的居民生命财产安全和交通干线的畅通,更重要的是可能诱使更大规模的主沟泥石流(的)爆发。一旦堰塞大宁河河道,形成堰塞堤,则可将白鹿镇完全淹没,甚至上溯到上游的徐家镇,天然堤溃决造成的次生灾害则对下游两岸居民的安全构成巨大的威胁,历史上发生的泥石流堰塞堤残留体尚清晰可见

(图版 I - 8)。因此,对杨家湾泥石流支沟及主沟泥石流爆发的危害性应有更加清晰的认识。

## 5.2 泥石流的防治对策

鉴于白鹿溪流域内的特殊情况,泥石流防治工作应以稳定物源为主。

物源区的整治应包括支沟泥石流物源区和主沟泥石流物源区。鉴于杨家湾支沟泥石流在流域内的重要性,白鹿溪泥石流的防治应以杨家湾支沟泥石流的防治为重点,对其上游大规模不稳定松散固体碎屑堆积体的治理是稳定支沟泥石流物源的重要组成部分。治理措施应以恢复植被为主,辅之以适当的工程措施。

在白鹿溪下游左岸,大坪至白鹿镇一带支沟泥石流堆积体前缘陡坎,规模较小的滑塌等不良物理地质现象发育,稳定物源也宜采用一定的工程手段,采用护坡等措施,在松散岸坡修建一定的挡墙,对沟谷两侧一些易发生的浅层滑坡或容易发生溜滑的堆积体采取支挡措施,控制泥石流的物源。在流域内应搞好群测群防,提高认识,建设用地尤其

是当地居民的房屋建设,应避免泥石流流路,达到以防为主的目的。

白鹿溪泥石流沟的规模巨大,其防治宜采取全流域综合治理的措施。在支沟汇水区,采取生物防治措施,提高植被覆盖率。在形成区、流通区,尤其是危险的坡面,采取拦蓄工程,拦蓄泥沙,滞止沟谷下切,小型分级拦沙坝组成的谷防群是必要的。在白鹿溪沟口,堆积区则采取以排导为主的措施,白鹿镇沟口残留泥石流堆积体形成的高陡边坡也应采取支挡加固措施。

## 参考文献

- [1] 谷兆祺,马吉明.抽水蓄能方式的南水北调大宁河济汉方案[J].水利发电学报,2002,(1):4—12.
- [2] 谷兆祺,马吉明.再谈大宁河引江济汉补水方案[J].水利发电学报,2004,23(3):20—26.
- [3] 陈立德,陈州丰,李旭兵,等.南水北调中线大宁河补水工程区域工程地质条件概述[J],华南地质与矿产,2007,89(1):65—73.

# Primary Research on Bailuxi Debris Flow in Wuxi, Chongqing

CHEN Li - de, CHEN Zhou - feng, LI Xu - bing, JIN Wei - qun, PENG Xuan - ming  
(Yichang institute of geology and Mineral Resources, Yichang 443003, Hubei, China)

**Abstract:** There is geoenvironment for debris flow in Bailuxi river. Bailuxi is located in far inland of Dabashan where is the west diverge of Daning river and Du river, may become center of rainstorm. There is varied solid debris flow on bank slope and with more and more man engineering and civil construction. Bailuxi debris flow is very dangerous to Bailu village and people down the Daninghe river, it should be under very curious intention. Baluxi debris flow consists of mainstream debris flow and tributaries debris flow with Yangjiawan is the biggest and destructive branch. Tributary debris flow is smaller and higher frequency one, but in some conditions, big debris flow can also be break up. Bailuxi is much bigger and lower frequency and is induced by tributary debris flow. Debris construction in Bailu is component pile of so many times debris flow.

**Key words:** debris flow, stability, Bailu river

## 图版说明

1. 白鹿溪泥石流沟 2. 白鹿溪泥石流堰塞堤残留 3. 杨家湾上游堆积体 4. 杨家湾下游堆积体剖面结构 5. 泥石流掩盖的耕地 6. 白鹿溪泥石流沟远景 7. 泥石流堆积体前缘陡坎 8. 大宁河右岸泥石流残留天然堤

万方数据



图版 I

