

## 蒋家沟泥石流堆积扇区变迁及整治

张开平, 戴荣福

(云南昆明东川区泥石流防治所, 昆明 654100)

**摘 要:** 蒋家沟是世界闻名的高频大型泥石流沟。200 多年来的泥石流活动及人为减灾影响, 造成其堆积扇及其相邻的沟域和小江河床的巨变。沟内 7.48 亿  $\text{m}^3$  松散物质及年 235 万 t 的补给量必将在今后长期控制影响小江河床, 危害 400 多  $\text{hm}^2$  农田及公路。通过泥石流及人为活动影响历史分析研究, 掌握河流及堆积地貌发展变化趋势, 为其近期整治提供合理措施方案及长期人为积极活动影响提供方向。

**关键词:** 蒋家沟; 泥石流; 堆积扇; 地貌变迁; 人为活动

**中图分类号:** P642.23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2004)01-0129-04

## Evolution and Control of Alluvial Fan of the Jiangjiagou Debris Flow in Dongchuan, Kunming

ZHANG Kaiping, DAIRong-fu

(Dongchuan Institute of Debris Flow Control, Kunming 654100, China)

**Abstract:** Jiangjiagou is a large-scale debris flow ditch with high frequency, and it is well-known in the world. After more than 200 year's movement of debris flow and artificial influence, the sector has been piled, and the great change has taken place in the neighboring ditch region and Xiaojiang riverbed. Xiaojiang riverbed must be controlled and influenced by the incompact matters of 748 000 000  $\text{m}^3$  and the supply quantity of 2 350 000 tons per year in the future, which is a threat to 400  $\text{hm}^2$  farmland and highway. It provides reasonable measures for harnessing and gives the direction for artificial positive activity for a long time on the basis of the analysis and research of the debris flow, grasping the developing trend of the flow and the physiognomy of piled sector.

**Key words:** Jiangjiagou; debris flow; piled sector; the changing of physiognomy; artificial activity

### 1 流域简况

昆明市东川区蒋家沟是一条驰名中外的灾害性黏性泥石流沟, 位于该区绿茂乡, 其中上游在曲靖地区会泽县境内, 系金沙江水系小江右岸的一条支流, 流域面积 48.5  $\text{km}^2$ , 主沟道长 13.9 km。蒋家沟泥石流规模之大, 频率之高, 流态之多, 为全国暴雨泥石流之冠。域内最高海拔 3 269 m, 最低海拔 1 042 m, 支沟众多, 有裂沟 200 多条, 主要支沟有查箐沟、大洼子沟、老蒋家沟、门前沟、多照沟等。

由于地处小江深大断裂带, 地质破碎, 地层松散, 水土流失严重, 年平均侵蚀模数达 3 万  $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 沟内滑坡强烈发育, 其面积占总面积的 61%, 储有松散物质 7.48 亿  $\text{m}^3$ 。蒋家沟是以滑坡、泥石流侵蚀为主的沟域, 它占总侵蚀量的 70% 以上。

### 2 泥石流活动环境效应

#### 2.1 泥石流活动

蒋家沟古泥石流活动的年代可由堆积层内的泥炭和炭化木的  $^{14}\text{C}$  年代法确定。泥炭采自多照台地弯房子村右侧, 泥炭样

品时代为 1.1~1.7 万年前, 即属晚更新世末期。蒋家沟近期泥石流的活动已有二三百年的历史了。1742 年以前曾是间隙期, 以后活动逐步加剧到 1919 年发展到阻塞小江。从 1919~1968 年巨大的泥石流曾 7 次堵断小江, 上游积水成湖, 回水达 10 余 km。它的发展过程除受特殊的地质地理环境的控制外, 还与人类经济活动, 特别是滥伐森林, 过度放牧密切相关。

蒋家沟的泥石流不仅年年暴发, 而且一年可暴发几次至 10 余次, 最高可达 28 次。如此频繁爆发泥石流的沟谷, 在我国是不多见的。观测资料表明, 一次泥石流有几十阵到百余阵, 一般历时为 4~5 h, “龙头”高度一般为 1.5 m 左右, 最高可达 4.7 m。阵流流速一般为 7~8 m/s, 最大可达 15 m/s, 阵与阵之间有断流现象。每年蒋家沟泥石流能将 100~300  $\text{m}^3$  的泥砂、石块输送到山口以下的堆积扇区。冲毁和淤埋下游的农田、道路和村庄, 造成河床严重淤积。在特大泥石流出现时, 往往堵断小江, 形成湖泊, 回水十余公里, 淹没沿江两岸的农田、村庄、道路和工业设施。蒋家沟在近 50~60 年间, 就有 7 次堵断小江并造成严重的损失。

1965 年通过人工导流堤把泥石流导向堆积扇右侧, 使主流

偏向小江下游,与小江以锐角相交。自 1968~1999 年 9 月 3 日没出现严重的堵江事件,保障了铁路和公路桥、干燥车间和转运基地,以及 400 hm<sup>2</sup> 良田的安全。1999 年 9 月 3 日,在强大泥石流的作用下,在泥得坪山咀对岸略靠下方的导流堤坝发生溃决,使泥石流全部通过决口直奔小江,与小江河道近直角相交。决口后仅在 1999 年 9 月 8 日发生了一次中等规模的泥石流,短时间的堵断了小江。2002 年 8 月再次阻断小江达数小时之久。若不加整治,历史将会重演,灾害后果不堪设想。

## 2 2 泥石流堆积扇

蒋家沟长期泥石流活动造就了多样的堆积地貌,有古泥石流堆积台地,老泥石流堆积台地,近代泥石流堆积扇、泥石流堰塞洼地,泥石流堰塞湖区的泥质淤积滩,堰塞堤坝被冲刷成的冲刷沙砾滩。泥石流堆积大体上可分为三期,即近代泥石流堆积层、老泥石流堆积层和古泥石流堆积层,相应地形成泥石流扇(滩)、老泥石流台地和古泥石流台地,现存面积依次为 3.46 km<sup>2</sup>、0.74 km<sup>2</sup>、1.54 km<sup>2</sup>,合计 5.74 km<sup>2</sup>。

蒋家沟近代黏性泥石流堆积扇,右缘为长边达 2.57 km,左缘边短仅长 1.66 km,扇地地面平均半径长约 2.1 km,面积 3.46 km<sup>2</sup>,扇顶堆积厚度以 100 m 计,则堆积量达 1.15 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。

蒋家沟泥石流扇的水系仅有一条主道,1959 年的主道偏在扇形地的右缘,1974 年后偏向左缘,1985 年的主道经人工挑流后又偏在扇形地的右缘,1999 年冲破导流堤使得自 60 年代经人工挑流与小江斜交的主河道再次改变为直冲阻江。

## 2 3 泥石流对小江地貌环境影响

据资料 1737 年曾开避金沙江下游航道,开凿 83 个险滩,首航巧家木祖山至重庆,1742 年从巧家至汤丹凿险滩 134 处,1743 年 2 月 1 日汤丹铜正式由小江水运,经金沙江、长江转运国内各地,说明当时小江河床比降小且变化不大,蒋家沟泥石流处于间隙期。

之后蒋家沟泥石流逐步发育至 1919 年大规模泥石流堵断小江并回水十余公里形成湖泊,使小江在蒋家沟口以上至小江桥下至达朵沟口约 15 km 范围内的沟床发生了剧变。上部 10 km 形成湖泊,纵坡较小仅为 0.8%,沟口及以下段约 4 km 范围强大的泥石流将小江压迫到西岸一侧后经小江河流冲刷形成小江最大的陡坡段,纵坡达 1.44%,没有了当年通航的痕迹。

## 3 人为活动与堆积地貌

### 3 1 泥石流防治工程

蒋家沟泥石流自 1965 年正式进行治理,修筑导流堤长 1 740 m,次年延长到 2 433 m。1976~1982 年在土堤内侧建浆砌石护坡长 1 404 m。1967 年修截流沟 8 条,干砌石谷坊 117 座,1972~1976 年建成停淤场一个、谷坊 6 座,后续建 44 座,停淤场溢流坝两座,坝高 20 m,1983 年后排导沟建潜坝 23 座,1975 年在三块石处建导流堤两道导泥石流流入停淤场。自 1965 年工程防治以来的 30 多年间蒋家沟泥石流未出现堵江灾害,将沟内每年 100~300 万 m<sup>3</sup> 的固体物质顺利输入小江下游,停淤库停淤泥沙约 800 万 m<sup>3</sup>,治理效果显著。

通过导流堤、停淤库等人工工程的作用使蒋家沟堆积区地貌发生了强烈变化。导流堤首部已高达 30 多 m 成为地上河,堤坝内停淤场高于土堤,呈台式地貌,泥得坪以下单墙导流堤约 700 m 段右侧由一次次泥石流漫滩形成堆积侧积堤,

高达 2~3.6 m 而形成两侧堤,同时由于堆积阻塞出路形成了多处洼地,有老蒋家沟洼地、老导流沟洼地和泥浆沟洼地三片。低于其它部位 5~15 m 不等。可见防治工程可以改变泥石流流路,塑造地貌,从而达到防灾目的。

### 3 2 河滩开发河道整治与地貌

蒋家沟堆积扇的整治与开发早在 1953 年以前就在进行。当时采用竹笼装石做挑流坝,民国初还有人投资建毛石挑流坝,拟将泥石流挑向小江下游泥得坪一侧,开垦农田,但屡遭失败。

1954 年会泽县公安局在堆积扇右侧开挖出一条长 500 m、宽 10 m、深 2 m 的排导沟,从三块石至泥得坪,该沟经加固修复至 1964 年失效。

几次挑流一方面开垦了农田,一方面使泥石流从堆积扇右侧通过,减轻了泥石流堵江的危害。自 1965 年建导流大堤以来,泥石流均冲向小江下游一侧未造成堵江。小江沟口以上数公里范围形成逆源侵蚀下切,是整体呈淤积态势的小江特殊河段,逐步减小了该段纵坡,切深固定了上部小江河床,使小江农场 6 000 hm<sup>2</sup> 农田更加巩固,沟口以下段仍呈明显的淤积上升趋势。

## 4 蒋家沟泥石流防治方案

### 4 1 泥石流防治思路

前几个部分从自然的、历史的人为的各个方面阐述了蒋家沟的泥石流的基本情况可以得出一些结论。结论一:蒋家沟泥石流物源丰富,近 100 年的暴发情况看出平均每年输沙在 100~300 万 m<sup>3</sup>,则 7.48 亿 m<sup>3</sup> 的松散物蒋家沟泥石流近代活动还将延续 200~400 年的活动期,这是一个长期的过程。结论二:蒋家沟泥石流造成的堵江灾害乃至改变小江地貌是严重的,但是自 1965 年以来以导流堤为主斜交小江避免堵江危害的防治工程是正确的,效果是显著的,导流堤工程使过去 30 多年的泥石流未造成堵江,今后通过完善优化工程必将取得更好的效果。结论三:自小江汇口以上的导流堤内以及堆积扇内地貌是逐渐淤积上涨的,自 1965 年以来加高大堤最高处已近 40 m,因之加高导流堤使堤内堆积扇地貌上涨起到了停淤拦挡坝的功能。结论四:蒋家沟堆积扇上涨平均每年 0.7~1 m。小江在沟口以下段河床上涨平均每年 0.2~0.5 m,因之,从长远看,巩固人工导流堤将加大导流堤纵坡,利于排泄,且今后加堤只要高于小江河床上涨值即可满足要求。

根据以上几点结论来看,蒋家沟近期泥石流防治应以完善巩固导流工程为主,适当采取停淤,防止稀遇泥石流危害,保障大堤安全为辅的防治思路。在堤内淤积到适当时,考虑在泥得坪山咀处建溢流坝,使整个导流堤从红山咀到泥得坪咀,泥得坪咀下至小江分为两段功能,上段既导流堤又是停淤库堤,下段则为顺畅导流堤。

泥石流的长期防治思路是在加强下游停淤导流的基础上,采取拦稳措施提高各沟侵蚀基准面,压住部分滑坡脚,固定中游沟床质,坡面植树造林固定坡面,控制水土流失,冲、裂沟的发育发展。但要注意的是以稳定松散物质为主,多建稳坡性拦挡坝及护岸导流工程,少建拦沙库为主的工程。通过以上稳坡、导流两大工程措施压制滑坡,泥石流的活动规模,稳定部分滑坡沟床质,以达到控制泥石流灾害及减少泥沙下泄量的目的。

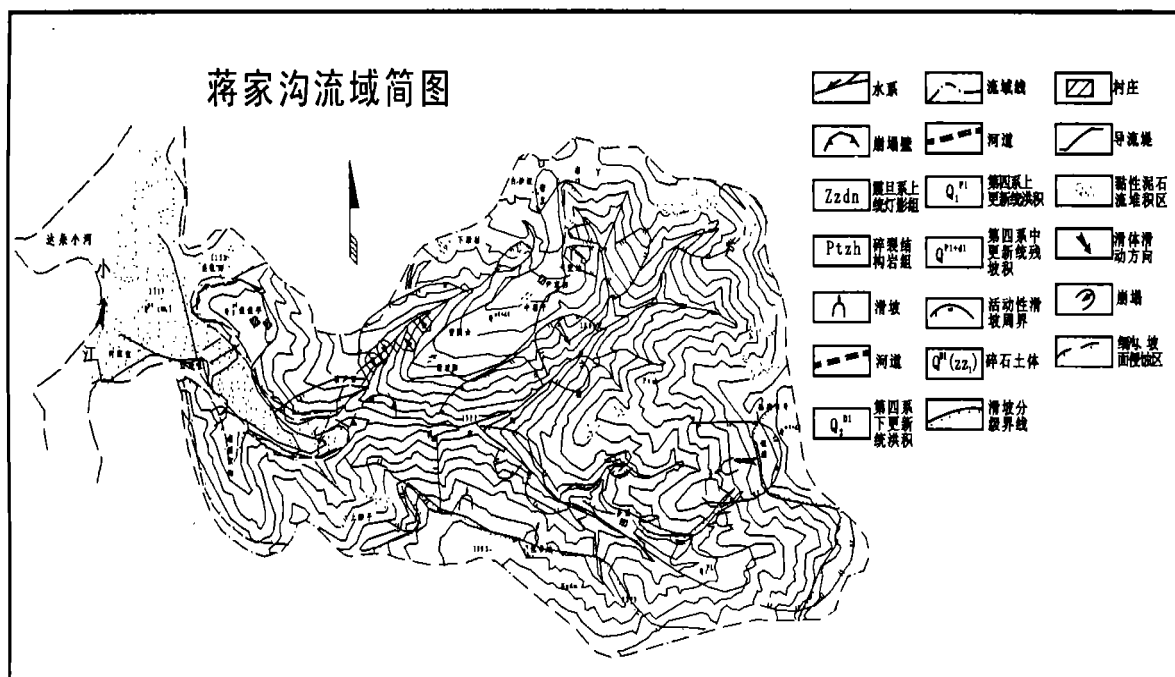


图 1 蒋家沟流域简图

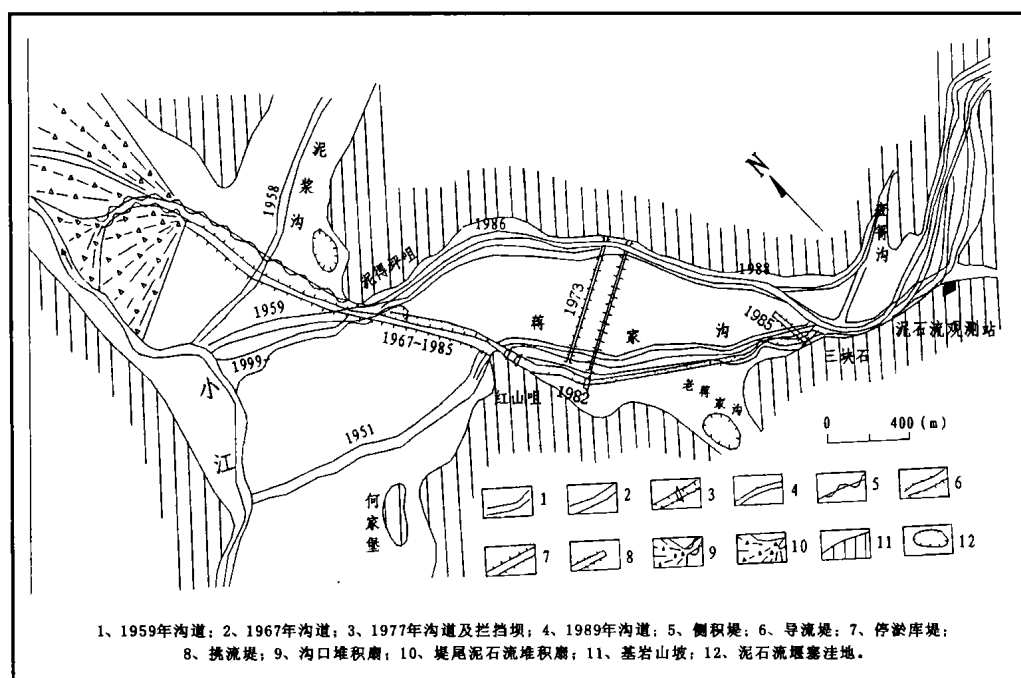


图2 蒋家沟下游泥石流沟道变迁图

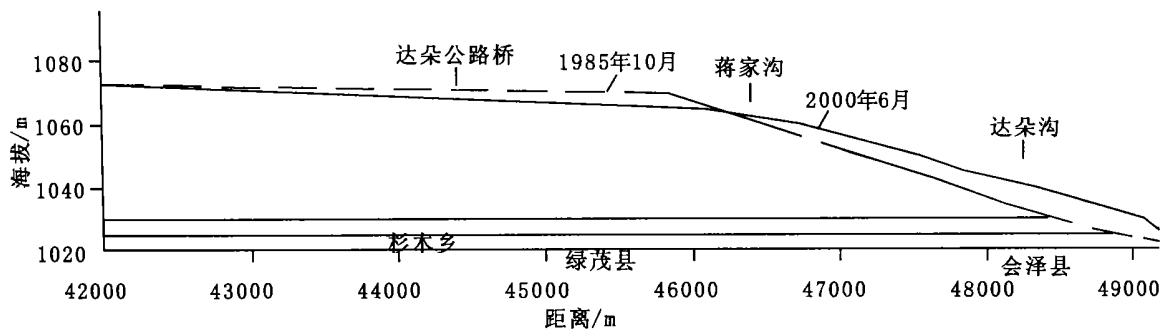


图3 小江蒋家沟段纵坡

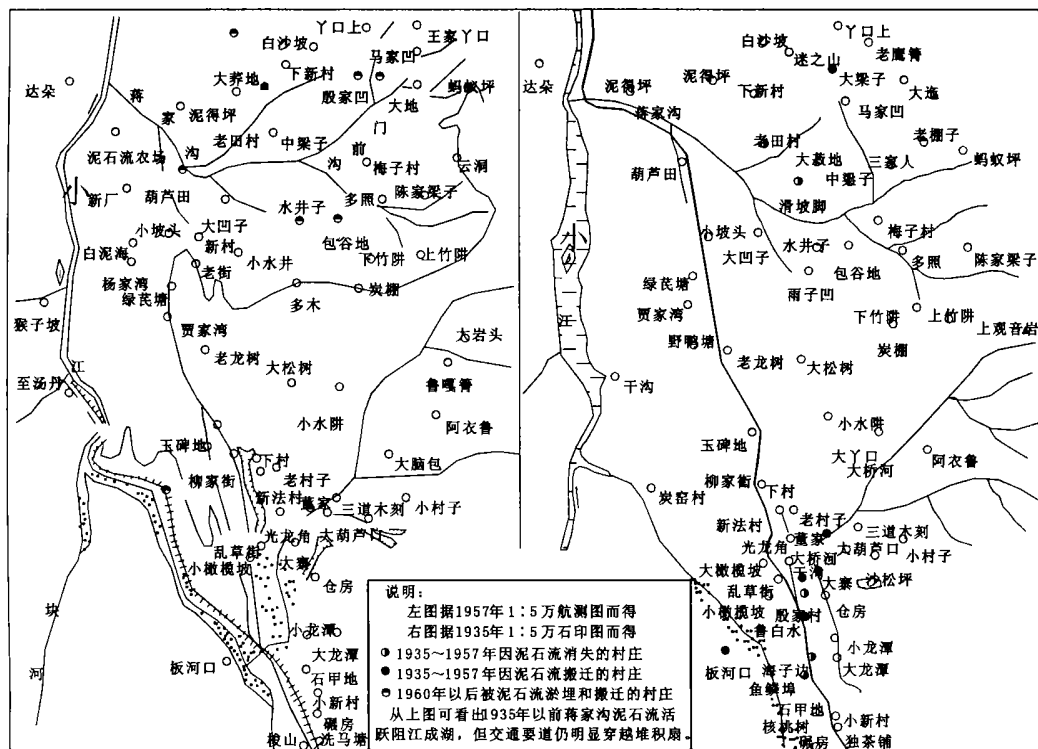


图4 蒋家沟——大桥河段小江河道变迁图

#### 4.2 防治的原则

以保护蒋家沟沟口上下游农田、公路、铁路、公路收费站和原道班房等的安全为目的,采用上建工程、堵、护、排和清淤紧密结合,充分利用现有工程建筑物,防止泥石流的冲决和淤塞,控制泥石流对小江的堵塞。充分分析蒋家沟泥石流的主要特征,泥石流在冲决、淤塞段的运动、淤积规律以及冲积扇和小江的河床地貌变迁,以及保护的主要对象和治理的目的,制定恢复工程方案。

##### 4.2.1 因地制宜,优化设计

蒋家沟是一条流速大、黏性高的泥石流沟。泥石流冲出沟口以后几乎呈垂直倾入小江,堵断江水。因此导流堤在平面布置上小江呈锐角相交的原方案是合理的,设计以恢复加固为主导,优化纵向和横向设计。

##### 4.2.2 就地取材,节省投资

导流堤利用泥石流堆积物构筑土坝,就地取材,易于施工和节省投资等特点。自1965年采用土堤排导以来,效果良好。在土坝的迎水面加浆砌石护面,充分利用原有工程,做好新老堤的衔接。

##### 4.2.3 充分考虑泥石流的冲淤作用

实践证明,对于黏性泥石流来说,在排导工程上采用单侧复式断面是适合的。排导沟断面的宽窄视实际情况而定,一般不能过宽。纵坡不能小于泥石流的自然坡度,该沟泥石流不冲不淤的纵坡大致为5.1%~5.3%。

##### 4.2.4 防治标准

拟确定采用10年一遇泥石流洪峰流量为设流量。此处

#### 参考文献:

- [1] 田莲权,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,1993:143-157.
- [2] 吴积善,康志成,田莲权,等.云南蒋家沟泥石流观测研究[M].北京:科学出版社,1990:1-15.
- [3] 程遵兰,吴积善,等.西部山区河滩地开发和保护规划研究[M].北京:科学出版社,2002:27.

采用原计算结果,蒋家沟20年一遇泥石流设计洪峰流量为 $2\,454\text{ m}^3/\text{s}$ ,10年一遇泥石流设计洪峰流量为 $2\,102\text{ m}^3/\text{s}$ 。

#### 4.3 泥石流防治建议方案措施

根据泥石流防治的指导思想及原则,蒋家沟的导流堤工程以恢复加固原导流堤工程为主导方案。即恢复决口处堤坝,修复加固堤防以达到使泥石流,同小江斜交,防治泥石流堵江危害之目的。

方案包括四方面的内容。第一是泥得坪山咀处导流决口恢复工程,在决口上部原老堤顶高程 $1\,166.2\text{ m}$ ,冲决口河床高程 $1\,143.8\text{ m}$ ,决口长约 $204\text{ m}$ ,需要建堤坝恢复,堤坝以土坝为主体,迎水面进行防护处理。第二是对原老河道淤积泥沙进行清淤处理工程,红山嘴以下至小江长约 $2.7\text{ km}$ 的河段按照不冲不淤纵坡,留够净空断面宁直勿弯的要求进行清淤。根据现场及测量进行设计,重点清淤是在决口上 $160\text{ m}$ 段以下 $710\text{ m}$ 段的老河槽,在泥浆沟口以下段裁弯取直,以保障泥石流顺畅排泄至达朵平台以下小江河床段,不至造成阻江灾害或冲击达朵平台。第三是对原老导流堤全线局部损毁进行恢复和加固,原浆砌石护面进行恢复和加固,土堤缺陷部位进行回填修整,外坝坡面植树造林,防治坝面水土流失。第四是在完成以上工作的基础上恢复堤坝库内的停淤工程,即恢复三块石至红山咀的流路工程,沿老河道下泄避免泥石流在泥得坪山咀处直冲堤坝,危害堤坝,同时可在原大堤至三块石一带的整个扇面特别是左右两侧形成停淤工程,减缓稀遇泥石流对大堤的威胁。