

蒋家沟下游泥石流治理工程及改进措施

罗家骥 王士革 张军 毕诚

(中国科学院成都地理研究所)

(云南省东川矿务局)

蒋家沟是小江流域规模最大, 危害最严重的一条泥石流沟。自1919年以来, 蒋家沟泥石流曾7次堵断小江造成大灾。1964年东川矿务局开始对蒋家沟进行治理。1968年“文革”高潮期间, 导流堤工程无人维修、管理, 8月10日泥石流越堤而过堵塞小江, 顿时江水断流形成堰塞湖。沿江667余公顷高产良田颗粒无收, 两岸交通中断3个月之久, 造成了空前的灾害。1968年工程治理以后, 避免了泥石流堵江, 本文在对下游治理工程及存在问题进行分析后, 提出了改进措施。该沟流域概况可见本专辑第一篇文章。

一、下游治理工程简介

蒋家沟下游泥石流工程治理的原则是: “以排为主, 拦挡停淤为辅。”在工程设计中

采取了因地制宜, 就地取材的方针。

(一) 下游治理工程概况

蒋家沟下游泥石流治理工程包括停淤场和导流堤两个部分。

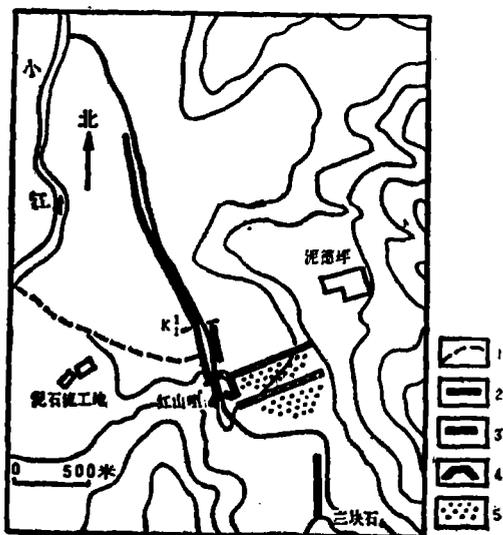


图1 蒋家沟下游泥石流治理工程布置图
Fig. 1 The distribution diagram of control works at the lower reaches of the Jiangjia Ravine

1.老沟床; 2.导流堤; 3.停淤堤; 4.溢流口; 5.停淤区

1. 导流堤工程

导流堤始建于1964年, 分期修筑而成。堤首上接红山咀, 以北西30°跨冲积扇, 经泥德坪山咀延至小江边。导流堤采用单侧设防, 堤身为泥石流堆积物构筑而成。土堤全长

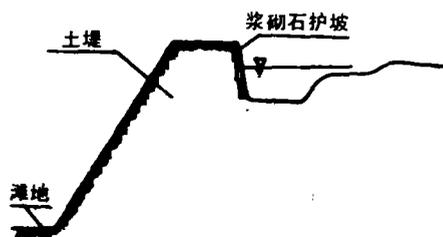


图2 排导沟断面图
Fig. 2 Profile of drainage channel

2433米,堤内侧浆砌块石护坡长1404米。导流堤堵断了老沟床,迫使泥石流改道,在冲积扇右侧形成了一条平面位置固定的排导沟。排导沟与小江呈锐角相汇,其断面为“单侧复式断面”(图2);设计纵比降为5.1—5.3%,与该沟泥石流自然堆积纵坡相符。堤首设有跌水井,可作农田灌溉取水和工程维修时排水使用。排导沟上还建有3座潜坝。

2. 停淤场工程

停淤场是将泥石流引入一块场地内使之落淤的一种工程设施。蒋家沟停淤场建于1972年。现在使用的停淤场布置在老蒋家沟口以下到红山咀间宽阔的沟谷中。停淤场由三部分组成:导流斜堤、拦淤堤和溢流口。导流斜堤和拦淤堤均由泥石流堆积物构筑而成,高5—7米,上游边坡为1:2.0,下游边坡为1:1.5。导流堤位于老蒋家沟沟口以上的三块石,将泥石流导入停淤场。拦淤堤主要有2道,彼此相互平行,相距250米,每道长约600米。堤前形成了0.36平方公里的停淤区。溢流口的外形和结构与拦砂坝相似。它与停淤堤连成一体,其作用犹如水库的溢洪道。溢流口除排泄经过停淤区的泥石流外,还有防止泥石流掏刷其上游沟床产生落淤泥砂再起动的的作用。停淤场设有两级溢流口,均为浆砌圪工结构,高出沟床4—5米。溢流口下游设有3座潜坝与排导沟进口衔接,使停淤场与导流堤成为一体。

(二) 工程治理效益

自1965年以来蒋家沟下游泥石流治理工程达到了预期的效果,避免了堵江的重大灾害(除1968年外)。导流堤固定了泥石流沟槽,迫使泥石流从冲积扇右侧进入小江,大量固体物质堆积在小江滩地上,进入主河槽泥砂量减少;同时排导沟与小江锐角相汇,有利于小江输沙。停淤场效果明显,1973—1982年共停积固体物质506万立方米,减轻了排导沟的压力,延长了导流堤的使用年限。使排导沟的清淤量从1971年的24万立方米减少到1982年的0.4万立方米。导流堤、停淤堤就地采用泥石流堆积物构筑是一项因地制宜的措施,具有施工简单、机械化程度高、投资少等优点。可以说,整个工程的设计指导思想是正确的,工程效益是显著的。

二、1983年部分治理工程遭受泥石流严重破坏及原因分析

(一) 泥石流规模及工程毁坏的情况

1983年6月12日至10月3日蒋家沟主沟共暴发泥石流21次,泥石流最大流量为2812立方米/秒,最大流速为12.5米/秒,龙头高4—5米,最大容重2.366吨/立方米,最大一次泥石流总量为99.28万立方米。泥石流的规模为近年来所罕见。强大的泥石流对下游工程造成了严重的破坏。据估计毁坏工程损失约100万元,为蒋家沟治理工程历年来破坏最严重的一年。工程破坏详细情况见附表。

附表 蒋家沟下游泥石流治理工程1983年破坏情况

Table The destructive cases of control works at the lower reaches of the Jiangjia Ravine in 1983

工程名称	破 坏 情 况
导流堤	浆砌块石护坡共1404米,倒塌694米,共8段,其中红山咀至泥德坪毁186米,泥德坪以下508米。
潜坝	排导沟上2座潜坝彻底冲毁。
停淤场	停淤场土堤溃块40米,溢流口上游120米浆砌块石护坡冲毁。

(二) 工程失事的主要原因

自1965年导流堤投入运行后, 泥石流流体大量在排导沟口附近落淤, 淤积速度曾达2米/年(1969年)。沟口的淤积引起了整个排导沟的淤积。为保持排导沟必要的纵坡, 每年必须加高导流堤。排导沟床的逐年上升使人忽略了在某种特定条件下, (临时侵蚀基准面的下降, 特大流量的泥石流, 人为因素等) 泥石流在堆积区可能产生强烈冲刷下切的作用。钱宁教授指出^[1]: “研究冲积河流的河床演变, 既要注意趋势也要注意变异。趋势是长时期内的发展方向。变异则是一个具体时段所发生的偏离长期发展趋势的情况。”蒋家沟下游的堆积“趋势”是众所周知的, 而“变异”——冲刷则鲜为人所了解。当1981年排导沟出现冲刷时, 并没有引起人们的关注, 只在局部采取了预防措施。

1983年7月31日泥石流暴发后, 沟床普遍下切。3座潜坝基础均被掏空, 浆砌块石护坡两处共60米倒塌。9月1日和9月5日的两次更大规模泥石流又进一步冲刷沟床, 导致大量工程破坏。据9月7日实测, 排导沟床普遍下切3.57米, 并被大量拓宽, 仅在934米长的观测沟段上泥石流就带走固体物质4.3万立方米。

(三) 破坏工程的现场调查情况

工程遭受泥石流破坏后, 在现场进行了调查, 拍摄了大量照片, 并对各类工程破坏原因进行了定性分析。

1. 潜坝的破坏

潜坝的基础放在泥石流堆积物上。当泥石流通过坝面时, 坝后产生冲刷, 当冲刷坑深度大于坝基础时, 基础下的泥石流堆积体也会被泥石流带走, 坝体即被悬空, 基础处于受拉状态。悬空的坝体在自重、土压力及泥石流产生的冲击、振动作用下断裂, 迅速破坏。

2. 导流堤浆砌块石护坡的破坏

浆砌块石护坡的破坏原因较多, 其典型破坏可分为3种。

(1) 基础破坏 此类破坏属于沟床下切, 护坡基础掏空后, 护坡砌体失稳下滑而毁坏。

(2) 护坡前被动土压力减小 导流堤护坡为分期加高的。在排导沟淤积期间, 导流堤不断加高, 当原有砌体将被淤埋时, 在其上新建上一层护坡(图3A)。在这种情况下护坡是稳定的。护坡受力分析如图3B。当排导沟床大幅度下切后, 护坡前凌空面增高, 受力状态发生了变化。被动土压力 F_2 减小而主动土压力 F_1 、自重 W 不变。即稳定力矩不变, 而倾复力矩增加。此时护坡抗滑、抗倾安全系数接近于临界值。在堤顶可见砌体后填土与砌体之间有裂缝出

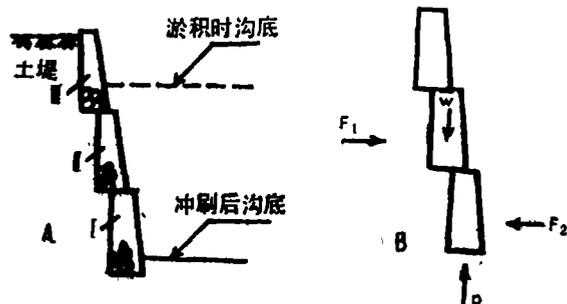


图3 护坡受力分析

Fig. 3 Analysis of bearing force of slope protection
I, I': 分别代表施工先后顺序; F_1 : 主动土压力; F_2 : 被动土压力; W : 自重; P : 地基反力

现,砌体亦有局部鼓出现象。这说明护坡已前倾和局部破坏。而后在泥石流龙头的冲击下,护坡倾覆而破坏。

(3)砌体不均匀下沉 从图3A可见上层砌体基础一部分放置在未作处理的填土上,而另一部分放置在下层砌体上。以后上层砌体产生不均匀下沉而后倾,在其薄弱部位拉裂而破坏,裂缝一般出现在新旧砌体结合部。

以上3种破坏原因在某段护坡的破坏过程中可能同时出现,这里分类是为了便于分析问题。

三、下游泥石流工程的改进措施

1983年部分工程遭泥石流严重破坏暴露了现有工程的弱点,在现场调查和理论分析的基础上,针对其主要问题,根据实际条件,提出如下意见。

(一)改造、修复导流堤工程,保证泥石流顺利排导

导流堤是防止泥石流堵江的关键工程,是改造的重点,其改造要点是防止沟床下切和修复、加固浆砌块石护坡。

1.兴建潜坝群防止沟床继续下切

大量泥石流工程实践证明,在泥石流排导沟上布设潜坝群(小型排导沟上称为“防冲肋板”)是防止沟床下切,稳定沟床的有效措施。这是东川地区泥石流排导沟取得成功的经验之一,在大桥河、石羊沟等工程中广泛应用,效果良好。

由于单座潜坝仅对一定长度的沟床起保护作用,因此必须沿排导沟全程布置若干座潜坝形成群体,并应设置一定数量的骨干潜坝。每一段沟道应有一骨干潜坝作为控制工程,然后以此为依托布设潜坝群。骨干潜坝在工程设计上应适当提高标准,加大基础埋置深度。

2.结合修复被毁工程逐步改造导流堤,确保安全运行

土质导流堤抗泥石流侧蚀能力弱而浆砌块石护坡抗侧蚀能力强。因此毁坏的护坡应在1984年泥石流暴发前予以恢复。新建的护坡应按挡土墙设计,位置应与潜坝布置协调。未破坏部分也不同程度的存在结构尺寸不够,施工质量差、砌体开裂、基础外露等隐患,应采取不同措施进行补救,及时维修。当其再度破坏时或投资允许的情况下,再分期分批按新标准重建。这样既能在短期内恢复导流堤的正常运行又能逐步完成改造工作。

(二)合理使用停淤场,延长工程使用年限和减少维修费用

目前治理工程出现了排导沟下切和停淤场已基本淤满两个问题,对此提两点建议。

1.合理使用停淤场

通过对导流堤运行情况的分析,我们认为在使用停淤场时应考虑合理性。很明显当排导沟处于淤积状态时,使用停淤场效果良好;当排导沟处于冲刷下切状态时,再使用停淤场则会加快沟床下切,甚至引起导流堤工程失事。因此,每年工程进行维修前应仔细研究排导沟的冲淤变化趋势,按其变化规律决定来年是否设置停淤场和决定停淤场规模的大小,以取得最好的工程效果。

2. 开辟新停淤场

目前停淤场溢流口上游部分已基本淤满, 纵坡已达5—8%, 如再加高溢流口则坝下消能困难。建议开辟新停淤场。

(1) 老蒋家沟停淤场 图4为溢流口上游200米处的沟谷横断面。老蒋家沟已低于主沟床15米左右, 1983年10月主沟水流曾改道走老蒋家沟, 在沟内形成水塘, 完全具备了引主沟泥石流入该支沟的条件。据初步估算开辟此停淤场可获得420万立方米的新库容。若按1973—1982年平均每年停淤63.4万立方米计算, 开辟老蒋家沟停淤场至少可使用5年。

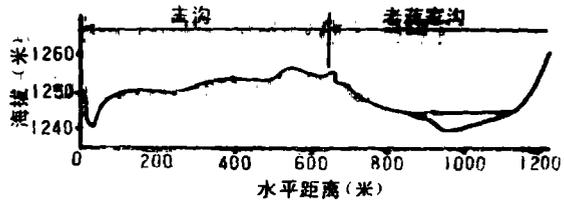


图4 蒋家沟横断面图

Fig. 4 Cross section of the Jiangjia Ravine

(2) 泥德坪停淤场 排导沟红山咀至泥德坪山咀段右岸河滩平均宽200米, 长600米。1983年主沟泥石流曾由拦淤堤决口进入该河滩。若将本河滩左侧原有土堤沿排导沟延长至泥德坪山咀将形成一个新的停淤场。以平均淤积深度3.0米计算, 可停36万立方米泥石流流体。

(三) 降低排导沟尾部上涨速度的设想

从现阶段小江河谷发育的趋势看, 小江下切速度远远小于泥砂堆积速度, 蒋家沟临时侵蚀基准面上升的趋势是不可改变的。由此可见降低排导沟尾部上涨速度是一项长期的战略性任务。

初步设想是: 人为地让排导沟尾部在平面位置上有一定的摆动, 以5—6年为一个周期。当泥石流排导沟尾部固定时, 通过排导沟的泥石流(特别是粘性流)进入主河总是沿直线成垄岗状堆积, 中间高两侧低。这样排导沟尾部迅速淤高, 导致整个排导沟淤满。而人为地向左或向右改变排导沟尾部方向时, 排导沟下游纵坡变陡, 泥石流可以顺利地向左或向右排导, 堆积在垄岗的左侧或右侧。当堆积达到极限时及时改变方向。如此周而复始, 泥石流在主河上的堆积形态就不是垄岗, 而是发育完整的冲积锥。这样就可以充分利用蒋家沟沟口广阔的小江滩地, 最大限度地利用有限的面积堆积泥砂, 降低排导沟尾部上涨速度。

目前人们对泥石流的形成、运动、堆积机理和河床演变规律的认识还很肤浅。要象水利工程那样合理地进行泥石流工程设计是相当困难的。本文对蒋家沟下游泥石流治理工程进行了分析, 结合以往的工程实践, 对工程提出了改进措施。目前这些建议已部份在蒋家沟工程实践中采纳, 取得了较好的效果。

参 考 文 献

- (1) 钱宁、周文浩, 1965, 黄河下游河床演变, 科学出版社, 第218页。

THE PROJECTS FOR CONTROLLING DEBRIS FLOW AT THE LOWER REACHES OF THE JIANGJIA RAVINE AND THE IMPROVING SUGGESTIONS

Luo Jiayi Wang Shige Zhang Jun

(Chengdu Institute of Geography, Chinese Academy of sciences)

Bi Chen

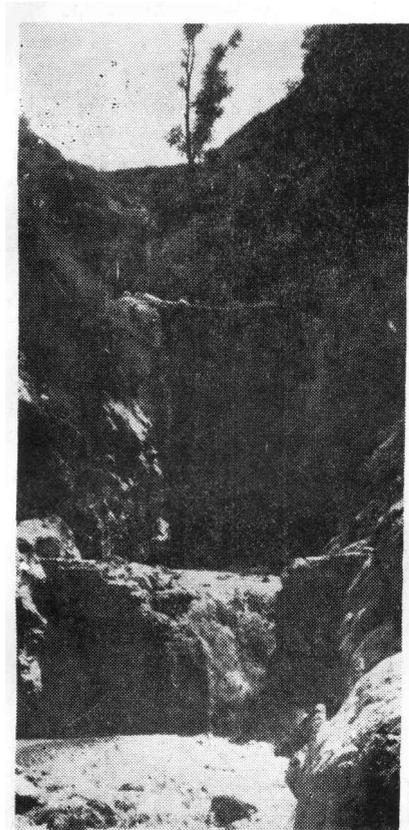
(Mineral Bureau of Dongchuan, Yunnan Province)

Abstract

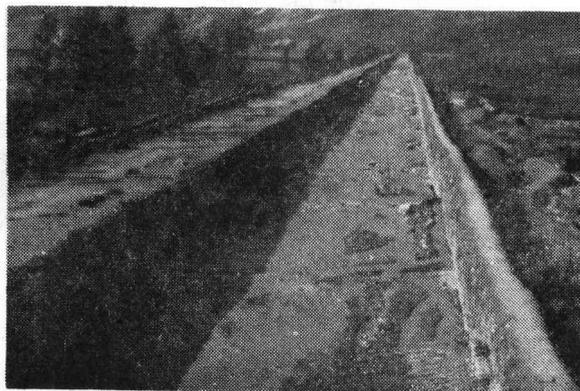
Debris flow in the Jiangjia Ravine is one of the main natural calamities of Dongchuan. Since 1919, debris flows have broken the Xiaojiang River for seven times and caused serious disasters. Dongchuan Bureau has carried on control at the lower reaches and has built a diversion channel and a silt pocket. These projects have gained greater effect for preventing debris flow. But, in 1983 a larger debris flow seriously damaged the projects. The paper put out three measures on the basis of investigation on the reasons of engineering damage: to stabilize the diversion channel bed with undercheck dams in order to repair the stone slope protection in time; rationally to use the silt pocket and built new silt pocket to improve the diversion channel so as to reduce the speed of the bed raise.

泥石流沟的治理措施

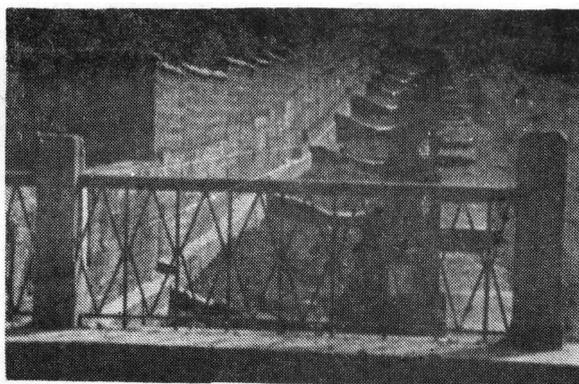
CONTROL MEASURES OF DEBRIS FLOW RAVINE



泥石流沟谷挡坝拦淤沙石，防止下切



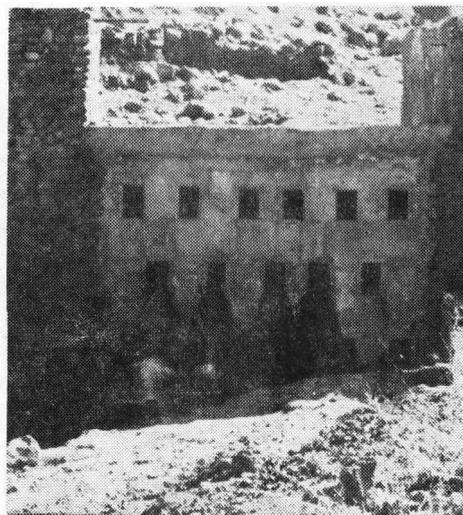
泥石流排导沟防止山洪泥石流泛滥



设有防冲肋板的泥石流排导槽



泥石流流域植树造林，防止水土流失



泥石流窗框拦砂坝有拦砂石透水效果

(以上3版照片均由康志成摄)