

基于弃渣综合利用的泥石流灾害防治新模式 ——以泸定木角沟为例

邱 凌¹ 陈 畅²

1. 川藏铁路有限公司 四川 成都 610081

2. 中铁二院工程集团有限责任公司 四川 成都 610031

摘 要：该项目提出了“因地制宜、生态恢复、因灾设防、工程防护为主、弃渣安全处置”的原则，通过对泥石流沟主沟道进行清淤，修建泥石流拦砂坝、固床潜坝、防护堤等形成排导体系，构建了泥石流拦固排导综合防治体系，有效地降低木角沟区域泥石流安全隐患，以改善木角沟地质环境。既解决泸定县段弃渣合规安全处置问题，又实现城乡规划可持续发展。

关键词：弃渣综合利用；泥石流灾害防治

1 背景情况

甘孜州泸定县境内受沿线高山峡谷地形地貌控制、不良地质作用影响、敏感脆弱生态环境保护等因素制约，弃渣场选址极其困难。尤其是近两年，受泸定县境内铁路建设、泸石高速建设、泸定新城规划、乡村建设等诸多影响，境内弃渣场使用尤为困难。

弃渣场的设置极大程度上破坏了原有地形地貌，会造成很多的危害隐患：其一，工程沿线土地资源稀缺，弃渣会占用大量土地，改变原有地表环境^[1]；其二、弃渣场若选址不合理或未采取合适的防护措施，可能对下游及周边地区产生严重危害；其三、弃渣场如果没有采用有效的防护工程极有可能诱发一些小型地质灾害，如滑坡、泻流和水土流失等；其四，工程沿线环境敏感区密集，敏感区内弃渣，如果生态修复等措施不及时和不恰当，将导致保护区植被毁坏，生态恢复困难，影响生态功能。

在以往工程建设过程中，由于地方未提前谋划开展弃渣综合利用工作，造成建设过程中出现弃渣管理混乱，甚至出现地方自行拉渣、施工单位乱堆乱弃等现象，既造成了弃渣资源浪费，又破坏了生态环境。

为顺利解决泸定县段弃渣合规安全处置问题，又实现城乡规划可持续发展，当地拟利用境内重大工程弃渣进行综合利用。

2 木角沟现状

木角沟位于泸定县城田坝乡境内，为大渡河中游右岸的一级支流，正处于几十年泥石流频发活动期，地方虽对该泥石流沟开展了一定的整治，但长期的泥石流已破坏了原有沟床的稳定性，引起岸坡失稳、诱发滑坡、

崩塌等次生灾害，造成了严重的人民生命和财产损失，对泸定县城及社会经济发展拓展造成了严重影响^[2]。

2.1 木角沟流域地质灾害频发，亟待治理

木角沟位于泸定县城田坝乡境内，为大渡河中游右岸的一级支流，区域内近几十年来多次发生泥石流灾害，造成了严重的人民生命和财产损失，同时对地质环境也造成破坏，泥石流破坏了沟床稳定性，引起岸坡失稳，诱发滑坡、崩塌等次生灾害，是泸定县城及泸定县社会经济发展拓展的主要地质灾害威胁，下泄洪水和泥沙对大渡河下游一系列水电站将造成严重影响。

2.2 泸定新城及多项重大工程正在规划建设

2010年，泸定县启动了泸定新城建设，根据上海同济城市规划设计研究院编制完成的《泸定县新城区控制性详细规划》修编，泸定新城包括泸定县田坝乡上田坝、杵坝、下田坝及泸桥镇大坝4个片区，按规划要求，新泸定城将建成甘孜东部的门户，以旅游服务、商贸服务及教育功能为主的山水宜居城市和红色名城。在新城规划区的四个片区中，田坝乡上田坝、杵坝两个片区位于木角沟的堆积扇上，目前均受到木角沟山洪泥石流灾害的威胁及危害，严重制约了泸定新城的发展。

目前泸定县正在推进铁路、泸石高速公路、引大济岷、新城建设、318国道改造等多个项目，受特殊的地貌以及地质和生态环境等制约，泸定县境内弃渣场选址极其困难^[3]。

2.3 生态环境的危害

项目区部分区域位于贡嘎山国家级风景名胜区三级保护区内，南面毗邻海螺沟、燕子沟、雅家埂等生态旅游区在内，北面紧靠包括二郎山森林公园和岚安乡历史

文化旅游区。

泥石流对区域原有的植物多样性、生态平衡造成一定程度的破坏,并且带来区域性粉尘污染,对当地的人文和自然景观产生了负效应。

实施泥石流治理项目,将会极大地改善项目区的地质环境和生态现状,促进当地的旅游业和社会各项事业的发展。

因此,亟需开展木角沟流域弃渣段地质环境治理工程,以消除或减轻木角沟山洪泥石流对泸定新城区的危害与威胁,为新城建设提供安全保障,兼顾保护木角沟下游村寨和农田的安全,减轻灾害可能造成的损失,为泸定新城的开发建设创造条件。

3 泥石流灾害防治对策及方案

在实地调查和研究基础上,紧密结合木角沟流域弃渣综合利用段地质环境和生态环境综合治理工程实际,总体上采用综合整治的技术路线,因地制宜,因灾设防,采取以工程措施为主,工程措施主要采取治理与防护相结合的方式,采取以固沟、固床、稳坡和排导为主,拦挡为辅,改善泥石流流通和堆积条件,在沟道中游达到冲淤平衡,从上到下、从沟及坡,构成完整的泥石流治理工程体系,将治理后的稀性泥石流及高含沙洪水排入下游泥石流堆积区,达到控制泥石流发生发展和保护填筑区安全的目的。

3.1 防治原则

根据泥石流灾害和环境整治工程存在问题的现状、危害程度和危害方式,结合已有沟道泥石流治理工程,拟定了以下的具体治理原则:

(1) 防护与治理并重。通过防护措施稳定弃渣物源,通过治理工程措施控制泥石流,保护填筑区防护工程,双管齐下,从控制物源和水石分离两个方面破坏泥石流的形成、流通条件,达到防治之目的;

(2) 防护措施以固沟、固床为主,治理措施以弃渣挡护和固床为主。防护措施采用潜坝和肋槛固床,抬高河道局部侵蚀基准,淤埋拦渣堤基础;治理措施采用拦砂坝拦挡泥石流中大石块,通过水石分离减小泥石流容重与流量,采用带有护岸功能的肋槛起到固床与护岸作用,防止沟床堆积物启动补给泥石流,减小下游行洪压力;

(3) 保证冲淤基本平衡,以保证行洪能力。各项工程措施在规划设计时,要保证沟道过流泥石流和洪水的能力,又要防止沟床侵蚀和淤积,通过治理,满足整治工程的防洪设计要求,构成完整的泥石流治理工程体系和排洪体系;

(4) 以中游为主,兼顾下游。从上到下,以保护拦

渣堤、治理沟道、稳定沟床为主,从沟及坡,此次规划以水源地至甘草村间宽谷段泥石流为主,兼顾下游堆积区沟床及大渡河,通过固床及护岸控制下泄泥石流的流量,保护填筑区防护工程的安全^[4]。

3.2 治理方案

结合木角沟流域弃渣综合利用段地质环境和生态环境综合治理工程实际,提出了“因地制宜、生态恢复、因灾设防、工程防护为主、弃渣安全处置”的原则,通过对泥石流沟主沟道进行清淤,修建泥石流拦砂坝、固床潜坝、防护堤等形成排导体系,构建了泥石流拦固排导综合防治体系,有效地降低木角沟区域泥石流安全隐患,以改善木角沟地质环境。

(1) 泥石流拦固排工程。主要包含木角沟主沟道梳理清淤,修建泥石流拦砂坝,固床潜坝,拦渣堤和固床浅坝形成的排导沟槽。通过采用拦固排结合的治理措施,与已经实施的治理工程形成泥石流地质环境治理体系,有效降低木角沟区域泥石流安全隐患,改善木角沟地质环境。

(2) 弃渣填筑防护工程。主要包括弃渣填筑区外侧混凝土护脚墙,泥石流防护堤外侧填筑防护消纳铁路等工程弃渣^[5]。填筑区外侧设置截排水沟,充分保证填筑区稳定性;填筑前进行表土剥离,为后期土地利用创造条件。

(3) 生态恢复工程。主要包括表土剥离、场地平整、土壤外购、表土回填、撒播草籽、栽植灌木、喷播植草等,撒播、喷播植草。受泥石流沟影响,木角沟沿岸生态环境不佳。泥石流排导系统构建以及填筑防护后对于区域地质条件具有改善作用,同时结合针对性的生态恢复方案,可有效控制区域水土流失。

4 经验启示

4.1 应用成效

(1) 减少弃渣运输能耗,实现施工绿色低碳

本项目可大大减少本区段工程弃渣运距、运输需求,以区域内某弃渣场为例,相比原弃渣场方案,在木角沟集中处置,可节约运输距离15km,按照《建筑碳排放计算标准》(GBT 51366-2019)中关于运输碳排放因子的计算,约合840万吨弃渣可节约15km运输距离,总计可减少二氧化碳排放1.26万吨,相当于种植141万棵树每年能够吸收的二氧化碳。

(2) 修复了占地区退化土地,直接增加了林草碳储量

通过开展泥石流治理可以减少土地退化与生境失衡,恢复泥石流生态环境。项目通过生态恢复栽植花灌木161304株,撒播草籽161304m²,喷播植草159302 m²,每年可吸收二氧化碳约5000吨。

(3) 提高区域水土流失防治能力, 巩固了区域林草碳储能力

木角沟地处贡嘎山东坡, 海拔高、垂直落差大, 从大渡河谷底至山顶自然植被垂直分带明显, 总体上在海拔2500 m 以上, 无人居住, 自然植被茂密, 受人为干扰极小, 只有保护好现有森林植被不遭人为破坏和森林火灾与病虫害, 就能维持良好的山地生态平衡, 森林植被能够较好地发挥水土保持和一定程度上抑制山洪泥石流的作用。

通过本项目实施环境综合治理, 可以在一定程度上提高区域植被的固土能力, 有效减小雨水冲刷造成的水土流失, 实施植被恢复、土地治理等措施, 可以增加土壤的蓄水保土和涵养水分的能力, 增加土壤有机碳的储量, 促进碳汇的形成, 为碳达峰和碳中和提供重要支撑。

(4) 保护人民生命财产安全, 提高了居民实施低碳绿化生活的信心

根据《四川省泸定新城规划区建设用地地质灾害危险性评估报告》, 新城规划区中泥石流是评估区最为严重的地质灾害, 其中又以木角沟和磨河沟危害最大, 目前磨河沟泥石流已基本得到治理, 危害减轻。田坝乡上田坝、杵坝两个片区位于木角沟的堆积扇上, 目前均受到木角沟山洪泥石流灾害的威胁及危害, 对周边工业企业及居民形成了极大的安全风险。

(5) 保障了社会经济可持续发展, 加强了区域碳汇的经济实力

木角沟泥石流严重制约了泸定新城的发展, 本项目是区域泥石流及环境综合治理项目, 也是山区人民脱贫致富的有效途径, 项目区内各民族群众迫切需求一个安全、稳定的生产、生活环境, 本项目是密切干群关系的德政工程、惠民工程。

(6) 切实保护了生态环境, 提高了贡嘎山风景名胜區及林业碳汇品质

项目区内近几十年来多次发生的泥石流自然灾害, 造成了严重的生态破坏和财产损失, 原有的植物多样性、生态平衡遭到一定程度的破坏, 并且带来区域性粉尘污染, 对当地的人文和自然景观产生了负效应。

项目区部分区域位于贡嘎山国家级风景名胜区三级保护区内, 南面毗邻海螺沟、燕子沟、雅家埂等生态旅游区, 背面紧靠包括二郎山森林公园和岚安乡历史文化旅游区。

实施泥石流治理项目, 将会大大改善项目区的生态现状, 促进当地的旅游业的发展。

4.2 典型经验与做法

木角沟流域地质环境治理工程涵盖泥石流的拦挡、固床、排导防护, 防护堤外侧填筑防护以及工程实施后的生态恢复。实现了“一举三得”, 总体包括以下几点:

(1) 减小泥石流安全隐患

采用拦固排结合的治理措施, 与下游已经实施的治理工程形成泥石流地质环境治理体系, 有效降低木角沟区域泥石流安全隐患, 改善木角沟地质环境。

(2) 填筑防护消纳铁路等工程弃渣

泥石流防护堤外侧填筑防护消纳铁路等工程弃渣, 填筑期渣体进行分层碾压, 为后期土地利用创造条件。

(3) 恢复、改善生态环境

受泥石流沟影响, 木角沟生态环境遭受一定程度破坏。泥石流排导系统构建以及填筑防护后对于区域地质条件具有改善作用, 同时结合针对性的生态恢复方案, 可有效控制区域水土流失、保障生态安全、推进泸定县生态文明建设。

综上所述, 实施该泥石流的综合治理, 能够确保危险区内人民群众的生命财产安全, 为泸定县社会经济发展保驾护航, 更是保障大渡河河道安全的重要保障, 因此开展木角沟泥石流灾害的综合治理有着极强的经济效益、社会和环境碳汇效益。

参考文献

- [1] 金连才, 崔金鹏, 李怀国, 等. 考虑大型弃渣场的泥石流灾害综合防治研究[J]. 水利水电快报, 2024, 45(8): 28-34.
- [2] 钱洪建, 漆祖芳, 李怀国, 等. 大型弃渣场阻断下泥石流动力过程数值模拟研究[J]. 水科学与工程技, 2023(6): 38-41.
- [3] 刘兵昌, 杨涛, 高幼龙, 等. 陇南麻地沟弃渣型泥石流沟稳定性及启动临界值分析[J]. 西部探矿工程, 2022, 34(1): 28-32.
- [4] 陈宁生, 余德彬. 基于弃渣综合利用的矿山泥石流灾害防治新模式——以冕宁盐井沟泸沽铁矿为例[J]. 山地学报, 2019, 37(1): 78-85.
- [5] 王政, 陈宁生, 刘丽红, 等. 高山峡谷区弃渣泥石流弹性调控模式研究——以牛棚沟弃渣场为例[J]. 安全与环境工程, 2020, 27(3): 67-73.