

朝阳市山洪沟防洪治理工程与非工程协同治理分析

郑红英

(朝阳市水务事务服务中心, 辽宁 朝阳 122000)

摘要: 为提升区域山洪灾害防治能力,以朝阳市柴杖子河、郑营子河及坎杖子河山洪沟治理为研究对象,系统分析工程与非工程措施的协同作用。方法上,通过护岸工程、河道平整等工程强化河道稳定性与行洪能力,结合山洪灾害普查、预警系统建设等非工程措施,完善灾害监测与应急响应机制,构建“工程固本、非工程强基”的综合防治模式。研究表明,该模式能有效降低洪水风险,显著提升区域防洪减灾能力,减少灾害损失。同时,为类似地质条件的山洪沟治理提供了可复制的技术路径与管理经验,对保障人民生命财产安全具有重要的实践意义。

关键词: 工程措施;非工程措施;预警;护岸;演练

中图分类号: TV87

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)04-0286-05

Analysis on Collaborative Management of Flood Control Projects and Non-engineering Measures in Chaoyang Mountain Torrent Gullies

ZHENG Hongying

(Chaoyang Water Affairs Service Center, Chaoyang 122000, China)

Abstract: To enhance the regional capacity for preventing and controlling mountain flood disasters, the management of mountain flood gullies are focused on in the Chaoyang City's Chaizhangzi River, Zhengyingzi River, and Kanzhangzi River. The synergistic effects of engineering and non-engineering measures are systematically analyzed. In terms of methodology, engineering measures such as bank stabilization and river channel leveling are employed to enhance river channel stability and flood carrying capacity. Combined with non-engineering measures such as mountain flood disaster surveys and early warning system construction, the disaster monitoring and emergency response mechanisms are improved, establishing a comprehensive prevention and control model that "strengthens the foundation with engineering measures and reinforces the base with non-engineering measures". The research results show that this model can effectively reduce flood risks, significantly enhance regional flood control and disaster mitigation capabilities, and minimize disaster losses. Simultaneously, it provides a replicable technical pathway and management experience for the management of mountain flood gullies with similar geological conditions, which is of great practical significance for safeguarding people's lives and property.

Keywords: engineering measures; non-engineering measures; early warning; bank protection; leveling

0 引言

朝阳市地处辽西丘陵区,地形复杂,山洪沟众多,历史上山洪灾害频发。随着气候变化加剧,极端降雨事件增多,传统防洪体系面临严峻挑战。北票市坎杖子河作为典型的山洪沟,其治理工程对提升区域防灾减灾能力具有重要意义。然而,当前山洪沟防洪治理存在诸多问题,如监测预警技术滞后、工程措施与生态保护协同不足、应急响应机制不完善

等。本文基于《重点山洪沟防洪治理项目建设指导意见》,系统总结柴杖子河、郑营子河及坎杖子河治理工程中工程措施与非工程措施的实践经验,结合新型实时水雨情监测技术(物联网、雷达)、遥感技术、地理信息系统(Geographic Information System, GIS)和全球定位系统(Global Positioning System, GPS),为构建山洪灾害防治体系提供理论支撑。

1 工程布置原则与总体布局

1.1 工程布置原则

在安全性原则方面,核心目标是通过岸坡防护工程,确保岸坡稳定性,保障河道两岸人民生命财产

收稿日期: 2025-12-02

作者简介: 郑红英(1976—),女,学士,高级工程师,从事水利规划、设计、审查等工作。

安全。针对不同的保护对象,采取差异化控制措施:当保护对象为村庄时,护岸顶高程严格依据 10 年一遇洪水位进行控制;当保护对象为耕地时,若 10 年一遇洪水位高于现有岸顶,则护岸顶高程与现有岸顶相平,若 10 年一遇洪水位低于现有岸顶,则防护高度采用 10 年一遇洪水位进行控制^[1]。经济性原则的核心目标是综合考虑河道洪水流势与风险,优化防护型式,实现成本效益最大化。依据汛期河道流速及两岸生活区分布,科学选择岸坡防护结构;优先采用生态护岸、格宾石笼等经济型方案,兼顾防护功能与景观协调性^[2]。自然性原则的核心目标是尊重河道自然形态,维护生态平衡,加强水土保持。因势利导治理洪水流势,统筹上下游及左右岸;支流段优先采用植被护岸,减少人工干预,增强生态韧性^[3]。

1.2 总体布局

在柴杖子河治理工程中,工程布置总长度达 25.189 km,新建护岸工程 4.559 km,其中干流修建护岸 4249 m(左岸长 807 m,右岸长 3 442 m),支流修建护岸 310m 且均位于右岸,同时实施河道平整工程 2.227 km;郑营子河治理工程布置总长度 7.992 km,护岸总长度 5.877 km(左岸长 2.114 km,右岸长 3.763 km),河道平整 7.992 km,因支流附近无村庄分布,该处未布置工程;坎杖子河治理工程布置长度 6.076 km,新建护岸 6.076 km(左岸长 2.808 km,右岸长 3.268 km),针对东沿支流和兴隆沟支流的洪水特性,重点对于干流河段进行治理。

2 工程措施实施

2.1 护岸工程

2.1.1 工程内容

直立式的石笼墙的优势是透水性强,可促进水体交换与植被恢复;抗冲刷能力高,适应河道动态变形;生态效果显著,利于水土保持。直立式的石笼墙的不足之处是初期造价较高;易挂附垃圾,需定期清理;笼网老化后维护成本增加。浆砌石挡墙的优势是技术成熟,造价低;抗冲刷能力满足短期需求。其不足之处透水性差,生态功能单一;施工依赖专业工艺;长期维护成本高。混凝土挡墙的优势是结构稳定,施工质量可控。不足之处为生态恢复困难,难以与自然环境融合。浆砌石与混凝土挡墙生态功能缺失^[4],无法解决耕地退耕根源;石笼墙虽造价高,但生态与稳定性优势显著,需通过设计优化降低维护成本。

2.1.2 案例分析

村庄问题为凹岸受洪水冲刷形成陡峭坎体,导致耕地退耕。从方案适配性分析,在生态恢复需求方面,直立式石笼墙透水性有利植被生长,减少水土流失,符合可持续发展目标^[5]。在稳定性保障方面,抗冲刷能力适应凹岸动态环境,有效抵御洪水冲刷。长期效益方面,生态修复可降低维护频率,兼顾经济效益与生态效益。

2.1.3 优化措施与推荐方案

推荐方案为直立式石笼墙+生态修复措施,其具有生态优先的优势,恢复透水性支持植被,减少水土流失。在稳定性保障方面,抗冲刷能力适应凹岸动态环境。长期效益方面生态修复后可降低维护频率,符合可持续发展的需求。

优化措施有以下 3 个方面:一是材料创新,采用可降解植物纤维网替代传统笼网,减少环境污染;二是设计优化,结合 GPS 定位技术精准施工,确保结构稳定;三是监测维护,利用遥感技术定期监测,及时修复老化部位。

2.1.4 效果对比

如表 1 所示,直立式石笼墙在生态恢复与稳定性方面表现突出^[6],通过材料创新、设计优化及监测维护^[7],可有效降低维护成本,实现凹岸治理的长期效益。

表 1 效果对比表

方案	生态效果	稳定性	造价	施工条件	长期维护
直立式石笼墙	优	高	较高	较宽松	中
浆砌石挡墙	差	中	低	严	高
混凝土挡墙	差	高	稍高	中	低

2.2 河道平整工程

2.2.1 工程内容

河道平整工程通过机械开挖与人工修整结合、分层碾压等工艺,对河床进行精细处理,优化河床形态,确保平顺衔接,提升行洪能力与抗冲刷能力。重点针对局部凹凸不平、上下游连接不顺的河段,以及岸坎受洪水侵蚀的区域,实施精准平整作业。

2.2.2 案例分析

针对柴杖子河,选取特定河段进行治理,总平整长度 2.227 km,采用机械开挖与人工修整结合方式,精细处理河床,确保平顺衔接,有效提升行洪能力。

郑营子河工程布置总长度 7.992 km,针对局部河床凹凸不平、上下游河底连接不顺的河段,采用分层

碾压法,严格控制施工工艺,确保压实度符合规范,增强河道稳定性与抗冲刷能力。

坎杖子河工程中,针对干流河段中兴隆沟、从家杖子等7个区域(距离河道较近、岸坎存在洪水侵蚀迹象),开展局部平整工作,优化河床形态,使水流顺畅,减少洪水对岸坡的侵蚀破坏。

2.2.3 工程效果

在行洪能力提升方面,通过河床平整,消除局部阻水因素,确保水流平顺,提高河道过流效率。抗冲刷能力增强,分层碾压与压实工艺提升河床稳定性,减少洪水冲刷对岸坡的破坏。生态协同效益方面优化河床形态后,水流条件改善,有利于水生生物栖息与植被恢复,促进河道生态平衡。

2.2.4 存在问题及优化建议

机械开挖与人工修整结合需精准配合,避免局部超挖或欠挖,影响平整质量,协调施工难度。分层碾压法对压实度要求严格,若工艺控制不当,易导致河床沉降不均。针对岸坎侵蚀区域,平整后需配套防护措施(如护岸工程),否则可能因水流集中冲刷导致二次破坏。

施工过程中采用实时测量技术,动态调整开挖与压实参数,确保河床平顺。要生态防护结合,在平整河段下游或岸坡薄弱处增设生态护岸(如石笼网、植被缓冲带),兼顾稳定性与生态修复。分段验收机制实施按河段划分施工单元,平整后立即验收,避免后续工序干扰已完工区域。

3 非工程措施建设

3.1 山洪灾害普查与危险区划定

在灾害普查工作中,通过现场实地调查、广泛收集气象水文资料、地质勘察报告以及历史灾害记录,运用遥感技术进行大范围地形地貌分析,结合地理信息系统(GIS)的空间数据处理能力,对数据进行深入分析,全面查明了山洪灾害的类型、分布范围、形成条件及危害程度^[8]。重点对柴杖子河、郑营子河及坎杖子河流域的降雨特性进行细致调查,利用物联网传感器和气象雷达数据,分析不同区域降雨的强度、频率和持续时间等,为后续预警提供精准数据支持;深入探究河道特征,通过无人机航测和GPS定位技术,精确获取河道形态、断面尺寸、比降等要素;详细研究洪水规律,结合历史洪水数据和实时监测信息,涵盖洪水成因、洪水过程以及洪水演进规律等方面。基于灾害普查所获取的详细结果,同时充分

结合地形地貌、水文地质条件以及社会经济状况等多元因素,运用GIS的空间分析功能,科学合理地将流域划分为高风险区、中风险区和低风险区^[9]。其中,高风险区主要包括坎杖子村、宝国老村等人口较为密集的区域,这些区域一旦发生山洪灾害,可能造成较大的人员伤亡和财产损失;中风险区涵盖耕地分布较为集中的区域,山洪灾害可能对农业生产造成一定程度的破坏;低风险区则包括支流附近没有村庄分布的区域,这些区域受山洪灾害影响相对较小^[10]。

3.2 预警指标确定与监测站点建设

在预警指标确定方面,基于对降雨特性、河道特征以及洪水规律的深入分析,科学合理地确定不同风险区的预警指标。其中,降雨阈值设定为小时降雨量超过50 mm时触发预警,这一阈值通过分析历史暴雨事件和实时气象雷达数据得出;水位阈值设定为河道水位超过警戒水位1 m时触发预警,警戒水位依据河道断面数据和历史洪水位确定;流量阈值设定为河道流量超过100 m³/s时触发预警,流量数据通过流量站实时监测获取,这些指标为山洪灾害的及时预警提供了关键依据。在监测站点建设上,于流域内有序推进水雨情监测站点建设,涵盖雨量站、水位站和流量站等多种类型。目前,柴杖子河流域所涉及的4个村、郑营子河流域涉及的张家窝铺村和惠州村、坎杖子山洪沟流域涉及的坎杖子村、宝国老村和北荒村均已顺利完成简易雨量测站建设,这些雨量站采用物联网技术,实现了对降雨情况的实时监测,数据通过无线网络传输至监测预警平台,为防汛工作提供了第一手数据。后续还计划新增水位站和流量站,水位站配备雷达水位计,流量站采用超声波流量计,进一步扩充和完善监测网络,提升对河道水位和流量的监测能力,为山洪灾害的精准预警和有效防控提供更加全面、可靠的技术支撑。

3.3 监测预警平台与预警系统建设

在监测预警平台建设方面,平台集成水雨情监测数据、预警指标和预警模型,通过先进的技术手段实现数据的实时采集、运用大数据分析技术进行高效处理与深度分析^[11]。该平台具备预警发布、信息传输和决策支持等关键功能,能够为防汛指挥工作提供精准、科学的决策依据,助力防汛部门及时掌握流域水雨情动态,制定合理的防汛策略^[12]。同时,预警系统建立了完善的预警发布、传输和接收流程,确保预警信息能够及时、准确地传达给相关部门和群众。

众^[13]。目前,流域内已构建起较为完善的预警系统,实现了预警信息的快速发布,在防汛工作中发挥了重要作用。为进一步提升防汛能力,计划对预警系统进行升级,通过引入更先进的人工智能算法和云计算技术,优化预警流程,提高预警的精度和时效性,为有效应对山洪灾害提供更加可靠的技术保障^[14]。

3.4 责任制组织体系与预案编制

在责任制组织体系构建中,确立了“政府主导、部门联动、社会参与”的山洪灾害防治格局,清晰界定各级政府和部门的职责与分工。北票市专门成立防汛指挥部,发挥统筹协调的核心作用,全面指挥防汛工作;乡镇政府承担起具体实施的责任,确保各项防治措施落地生根;村委会则负责群众动员和转移安置工作,保障群众生命财产安全。在预案编制方面,精心制定了涵盖组织机构设置、预警发布机制、应急响应流程、转移安置方案以及抢险救灾措施等关键内容的山洪灾害防御预案。目前,柴杖子河流域所涉及的4个村、郑营子河流域涉及的张家窝铺村和惠州村、坎杖子山洪沟流域涉及的坎杖子村、宝国老村和北荒村均已顺利完成预案编制工作,制定了科学且完善的转移安置方案。后续还将定期对预案进行修订,结合GIS的空间分析结果和实时监测数据,以适应不断变化的防汛形势和实际需求,确保预案始终保持可行性和有效性,为有效应对山洪灾害提供坚实的制度保障。

3.5 宣传培训演练

在宣传方面,通过多种渠道和形式广泛开展山洪灾害防治知识宣传,如发放通俗易懂的宣传手册,举办内容丰富、贴合实际的讲座,以及充分利用视频、微信等新媒体平台进行传播,结合GIS制作的灾害风险地图,向群众直观展示危险区域,旨在全方位、多角度向群众普及山洪灾害防治知识,切实提高群众的防灾减灾意识和自救互救能力。在培训环节,积极组织相关部门和人员参与山洪灾害防治知识培训,培训内容涵盖预警系统操作、应急响应流程、抢险救灾技能等多个关键领域,通过模拟预警平台的操作界面,让学员熟悉实时监测数据的解读和预警发布流程,通过系统的学习和实践,不断提升相关人员的业务水平和应急处置能力,确保在灾害发生时能够迅速、有效地采取应对措施。此外,定期组织山洪灾害应急演练,演练内容包含预警发布、群众转移、抢险救灾等核心环节,利用GPS定位技术模拟

群众转移路线,通过模拟真实灾害场景,检验预案的可行性和有效性,及时发现并解决存在的问题,从而提高应急响应速度和各部门之间的协同作战能力,为有效应对山洪灾害提供坚实的保障。

4 工程措施与非工程措施协同效应

4.1 完善防洪抗冲能力

通过实施护岸工程和河道平整工程,显著提升重点河段的防洪抗冲能力,有效减少水流对河岸的冲刷和侵蚀,防止河岸坍塌和河道淤积。结合非工程措施中已建预警系统,实现洪水实时监测和预警,进一步提升防洪能力。

4.2 构建山洪灾害防治体系

结合工程措施与非工程措施,逐步构建“监测预警、应急响应、抢险救灾”的完整链条。工程措施提供物理防护,非工程措施提供信息支持和组织保障,两者协同作用,形成综合防治体系^[15]。

4.3 减少灾害损失

通过工程措施与非工程措施的协同作用,显著提升山洪灾害防治能力得到,有效减少人民群众伤亡和财产损失。尤其是避免群死群伤事件发生,保障人民群众生命财产安全。

5 工程措施与非工程措施投入产出分析

5.1 投入对比

直立式石笼墙初期造价(材料与施工成本)较高,但长期稳定性强;分层碾压工艺需专业设备投入中等。生态修复(如植物纤维网)材料成本相对低,但需持续维护;监测系统(如遥感)前期建设投入较高,后期运营成本可控。协同投入的优势体现在非工程措施可部分替代高成本工程(如生态护岸替代混凝土挡墙),优化资源分配。

5.2 产出效益

直接产出体现在工程措施提升河道行洪能力(如河床平整后水流顺畅),非工程措施增强生态恢复(如植被促进水土保持)。间接产出体现在协同作用减少灾害损失(如耕地退耕风险降低),提升区域可持续发展能力。协同产出优势,非工程措施增强工程效益(如监测预警延长工程使用寿命),实现“1+1>2”的经济性。

5.3 协同效果

经济方面非工程措施降低工程维护频率(如生态修复降低石笼墙垃圾清理需求),平衡初期高投

入。可持续工程提供结构保障,非工程促进环境融合(如植被缓冲带美化河道),符合生态优先原则。整体协同方面在防洪抗冲、灾害防治及损失减少方面,工程与非工程措施形成互补闭环,显著提升综合效益。

6 结 语

朝阳市山洪沟防洪治理实践表明,工程措施与非工程措施相结合的综合治理模式能显著提升防洪减灾能力,其中护岸工程和河道平整工程作为关键工程措施,有效增强了河道抗冲能力和行洪稳定性,而山洪灾害普查、预警系统建设等非工程措施则为完善防灾体系提供了重要保障。针对当前山洪沟防洪治理存在的问题,如监测预警技术滞后、工程措施与生态保护协同不足等,本文提出了具体解决措施,包括应用物联网、雷达、遥感技术、GIS和GPS等新型实时雨水情监测技术,优化工程措施设计,加强生态修复等。

为持续提升防治成效,未来需加强工程与非工程措施的协同优化程度,构建更加完善的防灾减灾体系,加大资金投入以提升监测预警技术水平和应急响应能力,同时加强宣传教育提高群众防灾减灾意识和自救互救能力,并定期开展应急演练检验和完善应急预案,从而提高应急处置效率。本文系统总结了朝阳市山洪沟防洪治理经验,为类似地区山洪灾害防治提供了有益参考,未来应继续加强技术创新,优化管理,不断提升山洪灾害防治水平,切实保障人民群众生命财产安全。

参考文献:

- [1] 陈红杰. 湍河新野段治理工程布置及措施[J]. 河南水利与南水北调, 2025, 54(5): 25-26.
- [2] 周海龙. 羊肠子河治理工程设计分析[J]. 内蒙古水利, 2025(7): 39-41.
- [3] 倪洋. 凡河河道工程总体布置及生态治理工程设计[J]. 内蒙古水利, 2023(9): 22-23.
- [4] 詹明蕾. 挡帕河生态综合治理护岸工程型式比选[J]. 河南水利与南水北调, 2024, 53(1): 46-47.
- [5] 廖健. 八公里河生态护岸方案比选及整治效果[J]. 水科学与工程, 2025(1): 31-34.
- [6] 朱星蔚, 钟德明. 基于格宾结构的生态河流护岸比选[J]. 水利技术监督, 2025(2): 309-312.
- [7] 邢贝米, 张璐, 高蓓, 等. 赤峪河河道治理工程护岸设计分析[J]. 珠江水运, 2024(19): 116-118.
- [8] 李学辉. 辽宁省重点城镇山洪灾害调查评价成果分析[J]. 黑龙江水利科技, 2025, 53(4): 75-78; 82.
- [9] 刘文洁. 安徽省无为市山洪沟灾害普查调查分析报告[J]. 水上安全, 2024(12): 64-66.
- [10] 王珊. 浅议宁城县山洪灾害调查与评价[J]. 中国水能及电气化, 2023(8): 58-61.
- [11] 王宗志, 王坤, 雍斌, 等. 洪水高风险区雨水情监测预报预警关键技术研究框架[J]. 水科学进展, 2025, 35(6): 1-10.
- [12] 张乾柱, 卢阳, 谢谦, 等. 重庆市山洪灾害风险预警指标分析与应用[C]//2024中国水利学术大会论文集(第一分册). 重庆: 长江水利委员会长江科学院重庆分院, 2024: 130-140.
- [13] 林文杰, 马静. 山洪灾害监测预警常见问题及对策浅议——以珠江流域(片)为例[C]//第十四届防汛抗旱信息化论坛论文集. 北京: 水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心, 《中国防汛抗旱》杂志社, 中国水利学会减灾专业委员会, 2024: 836-841.
- [14] 涂勇, 杨春然, 何秉顺, 等. 山洪灾害监测预警信息共享上报问题探讨[J]. 中国防汛抗旱, 2014, 24(增刊1): 60-62.
- [15] 朱俊海, 张娜, 郝永志. 新疆山洪灾害防治典型案例[J]. 中国防汛抗旱, 2025, 35(增刊1): 123-126.

(上接第268页)

参考文献:

- [1] 徐文征, 李鹏程, 丁嘉. 上海中心城典型片区降雨空间分布均匀性研究[J]. 给水排水, 2023, 49(10): 33-37.
- [2] 马肖雨, 唐之媚, 王莹莹, 等. 基于多准则决策和GIS耦合模型的城市内涝风险评估[J]. 净水技术, 2025, 44(增刊1): 263-271.
- [3] Shine K. Intergovernmental panel on climate change report says climate change is to blame for extreme weather events[J]. Weatherwise, 2021(6): 74.
- [4] 陈思颖. 合流制排水系统溢流污染成因分析及控制措施建议[J]. 建材发展导向, 2024, 22(24): 136-138.
- [5] 周广宇, 祁祖尧, 王宝明, 等. 历史街区传统排水系统的保护与传承——以抚州文昌里历史文化街区为例[J]. 建筑与文化, 2016(1): 163-165.
- [6] 王晓婷. 城市雨洪模拟与雨水管网优化研究——以上海中心城商务区为例[D]. 上海: 上海师范大学, 2019.
- [7] 上海市水务规划设计研究院. 中央商务区排水系统专业规划(2020—2035)[Z]. 上海: 上海市水务规划设计研究院, 2021.

- [8] 王磊, 张建频, 廖青桃, 等. 苏州河深层排水调蓄管道系统工程规划研究[J]. 中国给水排水, 2016, 32(15): 139-142.
- [9] 汉京超, 徐文征, 曹晶. 苏州河段深层排水调蓄管道系统工程建设必要性分析[J]. 城市道桥与防洪, 2019(2): 105-108.
- [10] 周吉君, 邵钦, 查文桂, 等. 受限空间下上海中心城区排水系统设计对策[J]. 城市道桥与防洪, 2023(9): 190-192.
- [11] 钟炎. 既有工作井内续建接入大型排水管道施工技术[J]. 建筑施工, 2015(4): 502-504.
- [12] 黄振科. 盾构隧道上覆基坑近接施工设计研究[J]. 铁道工程学报, 2024, 41(12): 109-113.
- [13] 上海市规划和国土资源管理局. 上海市控制性详细规划技术准则(2016年修订版)[S]. 上海: 上海市规划和国土资源管理局, 2016.
- [14] 虞炜, 吴俊. TRD工法在紧邻河道狭长深基坑工程中的应用[J]. 建设监理, 2024(3): 107-111.
- [15] Meng F, Chen R, Mooney M A, et al. Evaluation of shield tunneling-induced soil disturbance in typical structured clays[J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2022, 81(4): 1-16.