

小清河分洪道启用影响分析及对策措施

盛 雷, 刘长江, 刘志峰

(山东海河淮河小清河流域水利管理服务中心, 山东 济南 250100)

【摘要】小清河分洪道作为流域防洪体系的重要组成部分, 启用与否对区域水安全与可持续发展具有重要意义。文章基于实地调查与模型模拟, 系统分析了分洪道启用对输水安全、实物资产及洪水演进的影响, 结合流域治理需求提出针对性对策, 为完善防洪调度体系与区域协调发展提供科学依据。

【关键词】小清河; 分洪道; 洪水演进; 防洪除涝

【中图分类号】TV85

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-09-0047-03

Impact Analysis and Countermeasures for the Activation of Xiaoqing River Flood Diversion Channel

SHENG Lei, LIU Changjiang, LIU Zhifeng

(Haihe River, Huaihe River and Xiaoqinghe River Basin Water Conservancy Management and Service Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: Due to the importance of the river basin flood control system, the activation of the Xiaoqing River Flood Diversion Channel is of crucial significance to regional water security and sustainable development. Based on field investigations and model simulations, this paper analyzes the impacts of the channel's activation on water diversion safety, physical assets and flood routing systematically. Combined with the demands of river basin improvement, targeted countermeasures are proposed, providing a scientific basis for improving the flood control and dispatching system and promoting regional coordinated development.

Key words: Xiaoqing River; Flood diversion channel; Flood routing; Flood control and waterlogging drainage

小清河作为山东省重要的骨干河道之一, 在区域防洪、排涝、灌溉、生态、航运等方面发挥着重要作用。小清河流域水系复杂, 支流众多, 且多为山洪河道, 坡陡流急, 在暴雨期极易形成较大的洪水流量, 而小清河干流比降平缓, 河槽泄洪能力相对较弱, 导致洪水下泄不畅, 洪涝灾害频发, 给流域内人民生命财产安全和经济社会发展带来严重威胁。小清河防洪综合治理工程与复航工程完成后, 河道防洪除涝能力显著提升, 但分洪道启用影响尚缺乏系统评估。根据调度方案, 当干流金家堰闸流量达 $260 \text{ m}^3/\text{s}$ 且水位持续上涨时需启用分洪道, 但分洪道滩地分布大量耕地、房屋及设施, 同时承担南水北调输水任务, 洪涝水入侵可能威胁输水安全。开展分洪道启用影

响分析, 对完善防洪调度体系、保障区域安全具有非常重要的现实意义。

1 小清河分洪道概况

1.1 分洪道现状

小清河分洪道位于干流左岸, 北起胜利河口, 南至芦清沟, 全长 83.39 km , 流经淄博市高青县、桓台县, 滨州市博兴县, 东营市广饶县, 潍坊市寿光市共 4 市 5 县。分洪道设计分洪流量 $1\ 300 \text{ m}^3/\text{s}$ (50 年一遇), 分洪流量 $450 \text{ m}^3/\text{s}$ (5 年一遇)。分洪道与干流形成“三堤两河”格局。当前分洪道兼具分洪与输水功能, 是引黄济青、南水

收稿日期: 2025-04-24

作者简介: 盛雷(1981—), 男, 工程师

北调等工程的输水通道,功能由单一防洪演变为综合水利枢纽。

1.2 建筑物工程概况

分洪道内设有分洪闸、泄洪闸及节制闸等控制性工程,设计分洪流量 450 m³/s,分洪流量 1 300 m³/s,兼具两大核心功能:一是防洪分洪,当干流金家堰闸流量 ≥ 260 m³/s且水位持续上涨时启用,与干流形成联合调度体系;二是输水通道,承担南水北调东线和引黄济青常态化输水任务,年输水量超 1.2 亿 m³。

1.3 历次治理建设情况

分洪道历经多次治理:1978 年开挖子槽,1987 年引黄济青工程利用子槽输水,1996 年综合治理中新建分洪闸与泄洪闸,2012 年南水北调工程疏通子槽 34.575 km,2019 年实施防洪综合治理,治理长度 83 km,使其功能从单一分洪扩展为“分洪-输水”双重功能。

2 分洪道启用影响评估

目前,小清河分洪道滩地内分布着大量耕地、林地、房屋、电力、通信等基础设施以及胜利油田的油井设施。启用分洪道面临三大突出矛盾:一是功能冲突。洪涝水入槽可能导致渠道冲刷并残留污染物,威胁输水安全。二是社会经济成本高。根据覆盖 83.39 km 河道范围、涉及 4 市 5 县的实物调查结果,滩地内共有土地 5 282.2 hm²,房屋及附属结构 62 385.91 m²,零星树木近 30 万株(29.99 万株),坟墓 1 564 座,专业项目包括 6 kV 线路 83 处、110 kV 线路 35 处、通讯线路 120.63 km 以及油田油井设施 64 座,启用所需的补偿代价巨大。三是调度复杂性。分洪道位于感潮河段,受径流与潮流双重作用,淹没范围动态变化,潮水顶托效应显著增加了调度难度。

2.1 输水影响评估

尽管小清河分洪道子槽的输水与分洪任务传统上为错时段进行,且分洪道启用几率通常较小,两者时间遭遇可能性较低,但近年来受全球气候变化影响,极端水文事件频发导致洪涝灾害加剧。这不仅表现为流域汛期遭遇较大规模洪水的概率增加,显著提高了分洪道启用可能性,更使得输水渠道在汛期充当行洪排涝通道,导致小清河流域陆源污染物随洪涝水进入子槽系统。洪

水过后,部分污染负荷会残留在子槽积水中或吸附于渠槽及底泥中,短时间内难以通过水体自净作用完全去除,成为影响后续调水初期水质的重要污染源。因此,分析分洪道启用对输水水质的影响,需重点关注洪涝积水与沉积泥沙污染物残留问题。

2.1.1 洪涝积水风险

相较于湖泊、湿地及水库,渠道中的滞水水量极少,同时由于调水初期流量较大,使得滞水与调水水体的交换作用显著,水体的更新时间更短。位于渠道中线附近的滞水区交换速度更快,而靠近河道边界的滞水区由于流速较低,则水体更新时间更长甚至无法完成更新。调水初期的水体来源主要为南水北调东线引江水,其流量稳定,一般维持在 15 m³/s 上下(分洪开始时流量),故流量、流速、水深等水力因素趋于稳定,这也在一定程度上影响了滞水水体的交换作用。通过 MIKE11 求得各分段的水龄,推算分段内的洪水滞水总量、污染物停留时间、水力停留时间、水龄及水体更新周期的模型计算成果,见表 1。

表 1 滞水影响计算表

分段	分洪口至城	城南节制闸至	上节制闸至
	南节制闸	上节制闸	下节制闸
滞留量/m ³	25 638	95 000	218 870
污染物停留时间/h	0.678	2.509	5.767
水力停留时间/h	0.475	1.759	4.053
水龄/h	1.376	5.100	10.933
水体更新时间/h	1.851	6.859	14.986

由表 1 可知,上节制闸至下节制闸段分洪后滞水量最大,达 218 870 m³,污染物停留时间为 5.767 h。虽输水前冲槽操作可缓解污染物风险,但分洪仍会引发两类工程损害:一是护砌结构性破坏,洪涝水冲刷导致护砌坍塌、淘刷;二是材料腐蚀性损伤,积水长期侵蚀护砌层。

2.1.2 沉积泥沙风险

根据《南水北调—引黄济青小清河分洪道子槽输水段水质风险及对策研究(报批稿)》中泥沙沉积量研究成果,经计算分析可知,不同洪水过程后不同时间的挟沙能力变化趋势基本保持一致,说明影响挟沙能力变化的主要因素为断面形状及糙率。

分洪后,分洪道子槽土坡段易造成泥沙淤

积,重点分布在易淤积渠段(引黄济青上节制闸至下节制闸段)。结合渠道输水能力及水质目标保障需求,可适当采取清淤疏浚的方式,削减淤积泥沙中污染负荷悬浮再释放所带来的水质风险。

2.2 实物补偿评估

启用小清河分洪道分洪后,洪涝水漫滩导致土地无法耕作、房屋浸泡等不利影响。

2.2.1 过流能力模拟结果

根据现行批复的防洪规划《山东半岛流域综合规划》(2013年11月)及工程实际,小清河分洪道设计分洪流量 $450\text{ m}^3/\text{s}$ (5年一遇),其中子槽设计分洪流量 $200\text{ m}^3/\text{s}$;分洪道设计分洪流量 $1\,300\text{ m}^3/\text{s}$ (50年一遇)。50年一遇防洪水位 4.56 m ,5年一遇排涝水位 2.76 m 。采用天然河道水面线推算方法进行小清河分洪道过流能力复核。水面线推算结果如图1所示。

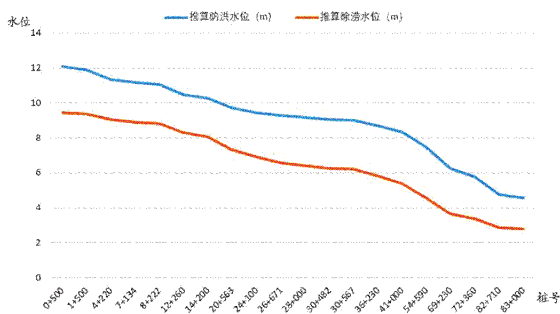


图1 小清河分洪道设计流量下水面线推算成果图

2.2.2 淹没模拟结果

结果显示,随着洪水量级的增加,洪水对地类的淹没影响范围逐渐变大,整体来看,因分洪道滩地内大部分为粮食作物,所以洪水对粮食作物用地的影响面积最大,其次为乔木、经济作物、果树和房屋,低频率洪水地类淹没面积变化幅度受下游水位顶托作用影响较大,高频率洪水地类淹没面积变化幅度受下游水位顶托作用影响较小。其中50年一遇洪水淹没面积 54.27 km^2 , $2.0\sim 3.0\text{ m}$ 水深占比 58.81% ,大于 3.0 m 的占比 30.62% ,粮食作物受淹面积 40.81 km^2 ,影响最为显著。

2.2.3 实物补偿评估结果

基于淹没模拟计算结果和小清河分洪道实物调查结果,参照《蓄滞洪区运用补偿暂行办法》,小清河分洪道启用实物影响补偿投资估算 $12\,352.61$ 万元。其中,农村移民安置补偿 $10\,034.76$ 万元、专业项目补偿 914.40 万元、其

他费用 629.52 万元、预备费 773.93 万元。(耕地青苗补偿按淄博 $27\,000$ 元/ hm^2 、滨州 $24\,000$ 元/ hm^2 等标准计算,房屋补偿根据结构差异取值 $210\sim 980$ 元/ m^2)

3 对策措施

3.1 工程措施

3.1.1 保障输水安全

1)优化子槽护面。在南水北调输水关键段,用生态混凝土替换传统护砌材料,兼顾抗冲刷与生态保护;修补破损护砌,底部加设防渗膜,防止堤基渗水,稳固子槽结构。

2)防控淤积堵塞。在易淤积河段设沉沙池,分洪后用清淤船及时清理泥沙;定期测量子槽断面,淤积超 0.3 m 时开展集中清淤,保障输水断面。

3.1.2 完善分洪设施

1)治理阻水建筑。拆除滩地违规临时房、废弃厂房;迁移或改造合法阻水设施,如油井房移至堤外,农业大棚用可拆卸框架;抬高矮桥梁、移位碍洪杆塔,保障行洪通畅。

2)建避洪安全区。在博兴、广饶等高危区建避洪台,台面高于50年一遇洪水水位 1 m ,配应急水、电、通信设施;设标识与物资储备点,定期演练,确保群众能快速转移避险。

3.1.3 滩地风险防控改造

1)建立耕地防护工程。在滩地耕地周边修建小型防洪埂,搭配田间排水明沟,加快分洪后积水排出;对地势低洼的耕地,采用抬田方式提升地面高程,降低淹没概率。

2)加固设施保护。对滩地内的房屋,优先加固砖混结构房屋的地基与墙体,简易板房迁移至安全区域;为油井、变压器等设施搭建防洪围堰,防止洪水浸泡损坏设备。

3.2 管理措施

3.2.1 资产精细化管控

1)动态数据库建设。利用无人机航拍、卫星遥感等技术,建立分洪道滩地土地、房屋、管线等实物资产的三维数据库,每季度更新一次,实时掌握资产变动情况。

2)违规问题整治。联合沿线政府,清理滩地内违规搭建的房屋、厂房等建筑;规范滩地种植与养殖活动,严禁在核心行洪区(下转第52页)

表 1 工程实施前后水环境指标对比

指标	实施前	实施后
水质类别	Ⅳ类	Ⅲ类
水生生物物种	18种	37种
滨岸植被盖度	35%	78%

3.4 区域水经济得以激发

柳青河大桥闸除险加固工程实施后,水闸与周围环境融为一体,可作为当地景观。拦蓄水提升了灌溉水源的保障能力,有利于当地农业产业结构的优化调整。同时缓解了严重的地下水超采问题,有效保护了地下水源。部分雨洪资源转化为可利用的水资源。农业灌溉供水量增加至 1 643 万 m^3 ,改善灌溉面积 667 hm^2 ,灌溉供水效

(上接第 49 页)开展高风险生产经营。

3.2.2 完善“四预”体系

1)监测预警精准化。整合分洪道沿线水位、流量、雨量监测站点数据,接入流域统一监测平台,整合分洪道沿线水雨情监测数据,提前推送洪水预警,为调度预留准备时间。

2)预演演练常态化。每年汛期前开展跨部门调度预演,半年一次群众转移演练,确保 3 h 内完成高风险区人员转移。

3.2.3 制定超标准洪水预案

1)细化人员转移方案。针对分洪道沿线村庄、企业,建立“一户一档”转移台账,明确转移责任人、转移路线、安置点容量;对老弱病残等特殊群体,提前摸排并制定一对一护送方案,分洪前 6 h 开始转移,确保“不落一人”。

2)规范物资储备管理。在沿线乡镇设立应急物资储备点,每个储备点存放救生衣、冲锋舟、食品、药品等物资;建立物资动态管理台账,每季度盘点补充,确保物资完好可用,分洪时由协调专班统一调度,优先保障高风险区物资供应。

3.3 生态与经济协调措施

3.3.1 滩地生态功能修复

1)建设生态缓冲带。在分洪道两岸滩地边缘,种植芦苇、杞柳等耐涝植物,打造宽度 50~100 m 的生态缓冲带,减少水土流失,吸附面源污染物。

2)合理利用湿地与水质净化。在博兴县锦秋水库周边、东营市部分滩地,恢复天然湿地,种植苦草、黑藻等植物,构建“挺水-浮叶-沉水”复合

益提升至 150 万元。

3.5 群众满意率提升

除险加固工程的实施,充分发挥了蓄水灌溉的作用,明显改善了生态环境,显著提升了沿河区域的综合功能,有力保障了两岸经济的持续发展,获得了当地百姓的赞誉,舆情效益显著。

参考文献

- [1] 李典庆.病险水闸除险加固案例分析[M].北京:中国水利水电出版社,2019:102-115.
- [2] 曹利平.基于风险决策分析的水闸除险加固施工技术[J].水利科技与经济,2024,30(3):27-33.
- [3] 张建云.智慧水利框架下的水闸智能管理研究[J].水利学报,2021,52(7):789-798.

(责任编辑 李浩)

型植物群落,提升水体自净能力,保障输水水质。

3.3.2 耐涝产业优化布局

1)要加快农业结构调整,引导滩地农户种植水稻、莲藕、芡实等耐涝作物,替代传统小麦、玉米,降低洪水对农作物的损失,积极推广“稻渔共生”模式,提高单位面积经济收益。

2)注重生态文旅融合,依托分洪道水利景观,打造水利科普旅游线路,建设“洪水演进体验馆”“分洪道历史文化馆”;在堤防两侧修建生态步道,供市民休闲健身,实现生态与社会效益双赢。

4 结语

小清河分洪道启用对输水安全与实物资产影响显著,通过 MIKE 模型模拟,明确了洪水演进规律与风险区域,50 年一遇洪水淹没面积达 54.27 km^2 ,输水修复与实物补偿需投资超 1.3 亿元。根据存在问题,提出工程、管理与生态经济协调措施,构建“安全-生态-经济”三位一体的流域治理体系,为黄淮海流域类似分洪道治理提供参考。

参考文献

- [1] 刘志峰,宋茂斌,张游,等.小清河分洪道子槽输水段水质风险分析[J].水力发电,2022,48(5):10-14.
- [2] 王月敏,鲁素芬,赵喜富.小清河水质时空动态分析[J].山东水利,2025(3):1-4.
- [3] 刘志峰,孙静,赵婷婷,等.多源汇流条件下小清河分洪道子槽输水段水质风险研究[J].环境科学与管理,2022,47(3):184-189.

(责任编辑 崔春梅)