

黄河山东段防洪体系建设成效与优化分析

吕清硕, 范春阳

(菏泽黄河河务局, 山东 菏泽 274000)

【摘要】黄河山东段工程设施已建成包含堤防、险工、控导工程及东平湖水库等蓄滞洪区的防洪体系。在非工程建设方面,“四预”能力不断提升,建成一体化信息感知网,建立“1+N”防汛抢险机制,体系建设成效显著,成功应对多轮重大汛情。目前防洪体系仍需从河道整治清淤、优化水库调度及滞洪区治理、完善预警机制、优化防汛队伍建设等多方面持续发力,系统性优化完善防洪体系,提升防洪能力,助力实现“让黄河成为造福人民的幸福河”的目标。

【关键词】黄河;防洪体系建设;防洪工程;防汛抢险;水利工程

【中图分类号】TV87

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-06-0047-04

Effectiveness and Optimization Analysis of Flood Control System Construction for the Shandong Section of the Yellow River

LV Qingshuo, FAN Chunyang

(Heze Yellow River Administration Bureau, Heze, Shandong 274000, China)

Abstract: A comprehensive flood control system consisting of embankments, danger elimination works, river regulation works and flood storage and detention areas including Dongping Lake Reservoir has been completed. In terms of non-engineering measures, the capabilities of forecast, early warning, pre-scheme and pre-drill have been continuously improved. An integrated information perception network has been established, and a "1+N" flood prevention and emergency rescue mechanism has been put into operation. The system has achieved remarkable results and successfully coped with multiple severe flood events. Nevertheless, further efforts are required to optimize the flood control system, including river regulation and dredging, reservoir operation optimization, management of flood detention areas, improvement of early warning mechanisms and professional flood control team building. Systematic upgrading will enhance overall flood resistance capacity and support to realize the target of building the Yellow River into the Happy River Program for benefiting the people.

Key words: Yellow River; Flood control system construction; Flood control project; Flood prevention and emergency rescue; Water project

黄河作为中华民族的母亲河,其安澜与沿黄地区经济社会发展息息相关。黄河山东段作为下游最末端,流经9市25个县(市、区),全长628 km,占黄河下游总长度的80%以上,全线均为“地上悬河”,防汛形势严峻复杂^[1]。自人民治黄以来,黄河山东段已连续79年伏秋大汛不决口,创造了举世公认的历史性成就。然而,随着气候变化加剧、极端天气频发,以及“二级悬河”等固有矛盾的持续存在,黄河山东段防洪减灾工作仍面临诸多挑战。文章从现状梳理、问题分析与优

化路径三个维度,系统探讨黄河山东段防洪减灾体系建设的现状与未来发展方向。

1 防洪减灾体系现状

1.1 工程设施体系

1) 防洪工程网络建设。自1998年长江特大洪水以来,国家加大了对黄河下游防洪工程的投资力度,黄河下游防洪工程、东平湖蓄滞洪区防

收稿日期:2025-11-10

作者简介:吕清硕(1996—),男,工程师

洪工程等重点项目相继建成^[1]。2023年4月,黄河下游“十四五”防洪工程全面开工建设,该工程以防御花园口 22 000 m³/s 洪水为目标,总投资 22 亿元以实现黄河山东段防洪工程体系愈加完备,堤防抗洪能力、河道泄洪能力大幅提升,工程涉及菏泽、济宁、泰安、聊城、德州、济南、淄博、滨州、东营 9 市 22 个县(市、区),包括 96 处河道工程,涉及险工改建加固 30 处、控导工程改建加固 38 处、控导工程新续建 28 处,坝垛 1 104 道。目前,黄河山东段建成各类堤防 1 543 km,其中标准化堤防 800 km,险工及控导工程 273 处,经过长期治理,黄河山东段已建成较为完善的防洪工程体系。

2)蓄滞洪区建设。黄河山东段防洪工程体系采用“上拦下排、两岸分滞”的总体思路。蓄滞洪工程主要为东平湖蓄滞洪区,承担着分滞黄河洪水和调蓄大汶河来水的双重任务,该工程位于黄河下游汶河支流末端的东平湖区,涉及山东省济宁市梁山县和汶上县、泰安市东平县,湖区由二级湖堤分为新、老两个蓄滞洪区^[2]。东平湖蓄滞洪区总面积 627 km²,涉及 12 个乡镇、363 个自然村,区内人口 36.61 万,耕地 3.15 万 hm²。东平湖老湖区洪水南排工程于 2024 年 8 月 31 日全面开工,2025 年汛前完成主体建设任务并具备相机南排条件,工程全长 19.08 km,总投资 19.85 亿元,老湖区洪水南排泄洪能力由 210 m³/s 提高至 450 m³/s,如遇极端天气,在强迫行洪条件下南排能力可达 500 m³/s,日均南排水量达到 4 320 万 m³。

1.2 非工程设施体系

1.2.1 “四预”能力建设

山东黄河防洪非工程措施的核心为“四预”(预报、预警、预演、预案)能力,目前已取得显著进展。

1)预报。健全黄河山东段 12 条入黄支流汛情共享机制和东平湖防汛退水会商机制,通过接入山阳水库测雨雷达数据,构建“气象-水文-水力”耦合模型,并接入山东省水利厅新安江模型、时空变元模型的洪水预报结果进行对比分析,不断延长洪水预见期、提高洪水预测精度。

2)预警。强化“一键直达”洪水提醒信息发布,更新洪水提醒信息白名单,确保信息直达防御一线责任人。

3)预演。组织开展“军、地、河”22 支队伍参与的山东省黄河防汛抢险协同演习,组织各级开展防汛演练 40 余次。

4)预案。修订印发防洪预案、超标准洪水防御预案等各类预案方案,预案从传统的纸质文档转变为动态、可交互的智能系统,可以根据实时数据进行动态调整和优化,确保预案的科学性、实用性和时效性。

此外,山东黄河河务局已建成以“三个全覆盖”为主体的大规模、成体系“天空地河”一体化信息感知网,在黄河下游直管河道范围内率先实现工程线上巡查等功能^[3]。

1.2.2 防汛队伍建设

山东黄河河务局建立了“1+N”防汛抢险新机制,“1”通常是以国家常备防汛物资为主或河务部门为主导,“N”则是联合多种其他力量,包括但不限于应急管理局、武装部、生产经营企业、机关社会团体、沿黄乡镇(街道)、群众等^[4],目前已经形成了以专业机动抢险队为骨干、群防队伍为基础、防汛专家为技术支撑的防汛队伍体系。

同时,山东黄河河务局通过组织开展多种形式的培训活动,如防汛知识与技能竞赛、专家授课比赛、“半月谈”防灾减灾知识课堂等,提升防汛队伍的业务能力和综合素质。各级单位每年开展多次防汛演练,2024 年累计开展演练 70 余次,2025 年也多次开展防汛综合演练,通过演练检验和提升队伍的应急响应和抢险实战能力。

2 防洪体系建设主要成效

2.1 防洪能力显著提升

通过持续开展黄河下游防洪工程建设和调水调沙,黄河下游防洪工程体系更加完善。标准化堤防 800 多公里全面建成,险工、控导工程达到设计标准,堤防抗洪能力、河道泄洪能力显著提升,主槽过流能力由 2002 年的 1 800 m³/s 提升至 5 000 m³/s 量级,洪水漫滩机率不断减小。

2.2 保障滩区居民安全

据统计,为保障滩区居民生命财产安全,地方政府已累计投资 371 亿元,圆了 60 万滩区群众“安居梦”,实现了“搬得出、稳得住、能发展、可致富”的目标。如东营市龙居镇的龙居社区,政府为 19 个河滩老村群众建设了 3 284 套崭新住

房,可安置村民 9 383 人。社区设施完备,还配备了“数字社区智慧平台”,并为 68 名独居老人免费配备智能手环,满足居民生活、医疗等需求。2023 年滩区农民人均纯收入同比增长 6.85%,标志着滩区居民生活条件和安全保障能力得到显著改善^[5]。

2.3 成功应对重大汛情

近年来,黄河山东段成功应对了多轮大范围强降雨和洪水过程的严峻考验,展现了日趋完善的防洪减灾体系和高效的应急管理能力。

2021 年秋汛为新中国成立以来最严重秋汛,东平湖水位超警戒水位 0.75 m,通过提前腾库、分洪削峰、精准调度,首次启用 16 座引黄水闸应急分洪,动态调整东平湖出湖流量,配合 32 支流动专家组现场指导,以工程措施与非工程措施深度协同,最终实现“不伤亡、不跑坝、不漫滩”目标。

2024 年多场次洪水叠加台风考验,黄河山东段干支流全年应对 10 次大流量过程,包括大汶河 7 次洪水和台风“格美”引发的强降雨。通过数字孪生技术升级,大汶河洪水预测误差小于 10%、东平湖提前开启陈山口、清河门闸腾库,并联合省水利厅实施跨部门调度,北排、南水北调穿黄工程等分泄 12 亿 m^3 ,以及汛前腾库 1.5 亿 m^3 ,成功化解风险,展现了“四预”机制的实战效能。

3 防洪减灾体系面临的主要问题

3.1 防洪工程短板

1)部分工程未完全达标。截至 2020 年底,按照设防标准,黄河山东段大堤仍有 320 km 高度不足(0.5 m 以上的有 15 余公里);有 340 余公里堤身单薄,断面不足;有近 2 700 段险工坝岸需加高改建。部分险工控导工程仍未达到设计标准,防洪能力有待进一步提升。

2)险工控导工程隐患突出。黄河大堤多为沙壤土修建防渗抗冲能力差。2021 年秋汛期间,黄河山东段 138 处工程 883 道坝出险 1 090 次,滨州、东营市部分控导工程防守达到极限,个别工程一度漫顶;东明县高村段作为游荡性河段,面临主流下延导致的深基水位计桩冲刷剧烈问题,需 24 h 驻守巡查。利津丁家控导工程始建于 1958 年,因建成时间长、防洪强度较低,近年来溜势有明显的左移上提趋势,靠水靠溜坝号增多。

3)北金堤滞洪区排水不畅。北金堤滞洪区有效库容 20 亿 m^3 ,存在末端积水难排问题。2021 年秋汛期间,艾山水文站出现 1988 年秋汛以来最大流量,金堤河发生 2010 年以来最大洪水,东平湖超警戒水位运行,洪水持续时间之长为历史罕见。当黄河、金堤河“两线”同时发生高水位、大流量洪水时,北金堤滞洪区末端积水严重威胁北金堤安全。

3.2 非工程措施不足

1)群防队伍老龄化。沿黄群防队伍中年长居家老人所占比例较大,体力、精力、巡堤查险能力不足,影响查险、报险、抢险效率。根据材料显示,菏泽群防队伍一线主力 3.05 万人,二线 3.23 万人,但年龄结构不合理问题突出。随着农业机械化水平提高和农村富余劳动力外出务工,农村守家种田的多是老人、妇女和未成年孩子,容易导致群防队伍“有名无实”。

2)预警监测存在盲区。虽然山东已建成“天空地河”一体化监测网络,但部分偏远地区和复杂河段仍存在监测盲区。秋汛期间,预警系统虽已发挥作用,但在极端天气条件下,部分区域的监测数据采集和传输仍存在延迟。

3)防御大洪水经验不足。特别是在“久旱之后,必有大涝”的自然规律下,黄河自 1958 年已连续 67 年未发生超过 20 000 m^3/s 量级大洪水,自 1982 年已连续 43 年未发生超过 10 000 m^3/s 量级洪水,这种长期无大洪水的“和平期”可能导致防御意识松懈。

4 优化路径与建议

4.1 工程措施优化路径

1)继续完善防洪工程体系。推进险工控导工程达标建设,参考黄河下游“十四五”防洪工程经验,可采用控导工程续建、险工改建加固等技术手段,对未达到设计标准的险工控导工程进行改建加固,进一步实施堤防薄弱段隐患治理,采用垂直铺塑、高压摆喷等防渗技术,提升堤防抗渗能力。同时,在窄河段(如冻口至利津段)推进控导工程平面布局优化,通过增设丁坝、垛群等工程,增强对游荡性河势的控制,减少主流顶冲险工的频率,提高其行洪能力^[6]。

2)加强河道整治与清淤。针对高村-艾山段

淤积严重的河段,应当在调水调沙期间通过脉冲式泄洪增强对下游河道的冲刷效果,提高主槽过流能力。另外,可探索使用水下机器人开展水下清淤。可借鉴小清河复航工程经验,采用绞吸船等先进设备进行高效清淤。

3)优化小浪底水库调度。依托小浪底水库精准调度,进一步优化水沙联合调控方案。未来需探索水库群协同调度机制,充分挖掘梯级水库群的防洪潜力,扩展调度空间、增加防洪主动性,降低上游干支流水库泄水叠加造成的防洪风险,实现黄河上游干支流主要梯级水库群防洪统一调度。例如联合三门峡、万家寨等水库实施“接力式”调水,延长下游主槽冲刷时间,提升过流能力至 5 000 m³/s 以上。

4.2 非工程措施优化路径

1)提升“四预”能力。深化数字孪生水网建设。以省级水网总体布局为基础,构建覆盖全省的数字孪生水网平台,整合 1.1 万多处监测站点、2 万多个视频站点和 76 个业务图层数据,形成全省防洪安全态势场景,实现雨、水、工、险、灾“五情”信息贯通,实现防洪“四预”功能。

2)完善预警监测网络。黄河山东段应当充分发挥无人监测在防洪预警工作中的作用,当前“空天地水工”一体化检测网络基本成型,可利用无人机开展定期大范围动态监测,并开发智能算法自动识别水面异常情况和非法人为活动,触发声光报警并自动上报管理人员;在偏远地区推广智能监测设备应用,如根石探测无人艇、新型声呐根石险情探测杆和物联网水位站等,提高监测精度和效率,以实现无人精准监测预警^[7]。

3)推广 PPP 模式吸引社会资本。PPP 模式即政府和社会资本合作模式,如小清河复航工程(全国首个内河航道 PPP 项目,总投资 136 亿元)和大明湖排水分区 PPP 项目(投资 67.1 亿元)通过引入社会资本有效缓解了资金难题,充分发挥了相关企业在其领域的专业能力,并且通过长期合同保证了项目的可持续性^[8]。黄河山东段保护治理可探索借鉴上述工程实例,通过政府和社会资本合作模式,吸引社会资本参与部门黄河河道整治、堤防加固等工程,减轻财政压力,提高治理

效率。

5)优化防汛队伍建设。引入年轻力量优化群防队伍结构。建立志愿者招募机制,吸引年轻人参与防汛工作。提高群防队伍的业务素质和应急处置能力。利用无人机巡航、电子远程指挥等信息化手段替代部分人工巡查工作,提高巡堤查险效率^[9]。

5 结论与展望

黄河山东段防洪减灾体系建设已取得显著成效,但面对“二级悬河”等固有矛盾和气候变化带来的新挑战仍需持续发力。未来,黄河山东段防洪减灾体系建设应从工程措施和非工程措施方面进行系统性优化。在工程措施方面,应重点加强河道整治与清淤,完善险工控导工程达标建设,同时推广 PPP 模式吸引社会资本参与防洪工程建设。在非工程措施方面,深化数字孪生水网建设,完善预警监测网络,优化群防队伍结构,推广技术替代减少人力依赖。

通过系统性优化,黄河山东段防洪减灾体系将更加完善,防洪能力将得到显著提升,进一步助力实现“让黄河成为造福人民的幸福河”的宏伟目标。

参考文献

- [1] 李西刚,黄莹.黄河滩区生产堤对下游防洪影响分析[J].中国防汛抗旱,2025,35(S1):29-31.
- [2] 李远发,武士国,武彩萍,等.小浪底水库建成后滞洪区在黄河防洪中的作用[J].人民黄河,2011,33(7):3-4,16.
- [3] 李丛,王坤,李恒天.济南黄河防洪工程绿化建设实践[J].山东水利,2023(6):77-79.
- [4] 王琳,刘维花.历城黄河防洪工程通过水利工程标准化管理水利部评价[J].水利建设与管理,2022,42(8):2.
- [5] 张奇慧.黄河防洪工程征迁安置项目实施过程影响因素研究[D].郑州:郑州大学,2022.
- [6] 宋华力.黄河防洪工程体系建设与布局展望[J].中国水利,2022(4):16-18.
- [7] 赵大闯,黄红粉.零缺陷工程管在黄河防洪工程建设中的应用[J].人民黄河,2023,45(S2):164-165.
- [8] 郭朔彤.山东黄河防汛抢险队伍建设存在的问题与对策[J].山东水利,2024(11):5-7.
- [9] 孙鹏涛.基于信息化手段的水利项目监理效率提升路径分析[J].河北水利,2025(6):24,27.

(责任编辑 赵其芬)