

南水北调防洪管理体系构建探讨

王 曦 李文鹏

中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司 河南 南阳 473000

摘 要：南水北调工程跨多流域、多行政区域，水系连通复杂，兼具调水与防洪双重职能，运行管控难度突出。受极端天气、设施老化、跨区管理壁垒等因素影响，工程面临水文灾害、设备隐患、协同不足等多重防洪风险，现有防控体系存在碎片化、智能化薄弱、应急能力不足等问题。本文结合工程防洪现状与短板，确立科学构建原则，搭建一体化防洪管理体系，配套完善运行保障与动态优化机制，全面提升工程防洪减灾与安全输水能力。

关键词：南水北调；防洪管理；体系构建

引言：南水北调是我国水资源优化配置的战略工程，对缓解北方水资源短缺、保障区域生态与民生安全意义重大。工程输水线路跨度广、交叉水系多，防洪调度与日常运维工况复杂。在全球气候异常、极端降水频发的背景下，传统防洪管理模式的局限性逐步凸显，各类防洪风险隐患持续增多。为补齐工程防洪管控短板，破解跨区域协同治理难题，构建系统化、智能化、长效化的防洪管理体系，本文开展相关研究与实践探讨。

1 南水北调工程防洪现状与风险分析

1.1 南水北调工程防洪基本概况

(1) 南水北调工程分为东线、中线、西线三线，东线利用京杭大运河及平行河道，串联洪泽湖、骆马湖、南四湖等湖泊，中线自丹江口水库引水，输水总干渠沿线与多条河流立体交叉，西线尚处规划阶段，工程防洪管控范围涵盖水源区、输水干线及交叉建筑物。(2) 工程防洪管控呈现跨流域、跨行政区、多水系连通、调水与防洪兼顾的复合型特征，输水线路穿越多个流域，与长江、淮河、黄河、海河等水系存在交叉，防洪调度需在保障调水安全的前提下兼顾沿线河道行洪安全，协调难度大。(3) 现行防洪管理模式实行统一调度与属地管理相结合，明确各级防汛责任人，开展日常巡查与监测，汛期实行24小时值守，建立水利、应急、气象等部门联合会商机制，形成以预报预警为先导的防洪调度运行框架。

1.2 南水北调工程主要防洪风险类型

(1) 自然水文风险。工程沿线暴雨洪水频发，河道汛期行洪期间，交叉建筑物面临泄洪压力，极端降水可能引发超标准洪水入渠；地下水位骤涨骤降易造成渠道衬砌板顶托破坏；洪水淘刷影响填方渠道工程稳定；部分游荡性河道汛期易造成洪水冲刷破坏工程基础。

(2) 工程设施风险。长期运行条件下，渠道边坡沉降变

形、闸站启闭设备故障、输水建筑物渗漏异常、穿河涵管及倒虹吸结构老化等隐患直接威胁输水安全，部分穿河建筑物下游冲刷坑持续扩大，基础暴露风险上升^[1]。

(3) 外部防汛风险。工程沿线存在违规采砂、围垦河道、侵占行洪通道等行为，压缩行洪断面、降低区域排涝能力，汛期易出现洪水冲刷破坏、漫溢入渠等问题。同时，部分左岸水库、交叉建筑物上下游河道等工程设施防汛标准低于南水北调工程，进一步加重工程防汛风险。(4) 工程实行跨省、跨县（区）多级分段管理模式，各级管理主体权责边界划分不够清晰、管辖衔接存在一定盲区。流域管理机构与属地水利部门之间水情汛情信息共享时效性不足，应急抢险物资、设备及人力等资源统筹共享机制不完善，跨区域、跨部门防汛联动与应急响应协同能力有待进一步提升。

1.3 现有防洪管理存在的核心问题

(1) 防汛防控体系碎片化。南水北调防汛管控分段特征明显，沿线隐患排查、监测预警、应急处置各环节相对独立、衔接联动不足。常态化隐患排查成果未能有效融入汛期防汛调度体系，未形成全过程、闭环式的防汛风险管控机制，整体防洪统筹处置效能有待提升。(2) 智慧化管控水平不足。沿线监测站点布局密度不均，部分重要断面数据采集缺失，风险形成机理研究不深；多源监测数据整合度低，预报预警模型精度有限，大数据、AI辅助决策等数字技术应用深度不够，先进技术和设备实际应用不足。(3) 跨区域协同机制不完善。地方政府、部门间防汛责任划分不够清晰，工程外部防汛风险隐患问题处理进度缓慢，水利、应急、气象、交通等部门联合会商常态化程度不足，统一指挥调度权威性有待加强。(4) 应急保障能力薄弱。现有应急预案对超标准洪水、多险情叠加等极端场景针对性不足，应急物资储备不合理、调配效率不高，基层运行维

护队伍专业培训及实战演练频次偏低。

2 南水北调防洪管理体系整体构建

2.1 体系构建原则与总体目标

(1) 构建原则涵盖五个核心维度:一是安全优先,始终将保障工程安全、供水安全作为防洪体系的首要出发点和落脚点;二是系统统筹,兼顾调水效益发挥与防洪风险管控、工程本质安全与区域防洪大局、上下游水量调配与左右岸行洪需求之间的多重关系;三是协同共治,打破区域和部门壁垒,构建多方联动、齐抓共管的防洪治理格局;四是科技赋能,充分运用现代信息技术手段和先进防洪技术提升防洪管理的智能化、精准化水平;五是常态长效,推动防洪管理从季节性、被动式式应对向常态化、主动防控转变,实现风险管控的持续改进和能力提升^[2]。(2) 总体目标为搭建“风险排查、智能预警、精准管控、协同处置、长效运维”五位一体化的防洪管理体系,实现防洪风险从识别、预警、响应到复盘的全链条闭环管理,全面提升南水北调工程防洪减灾综合能力,确保工程安全度汛和沿线供水安全。(3) 体系架构以全周期风险管理为核心主线,将技术支撑、管理机制、制度规范和应急力量等方面有机整合,构建覆盖汛前风险排查与整改、汛中监测预警与调度处置、汛后总结与优化的全过程管控架构,形成螺旋上升、持续改进的闭环管理体系。

2.2 防洪风险精准识别与预判体系构建

(1) 建立常态化巡查与专项重点排查相结合的隐患排查模式,常态化排查覆盖全线输水渠道、交叉建筑物、泵站闸站、渠堤边坡等全部工程节点,明确排查周期、责任主体和技术标准;专项排查针对极端气象条件、工程异常工况等特定情境开展定向深查,形成风险清单动态管理和隐患销号闭环制度,确保排查无盲区、整治无遗漏。(2) 综合风险发生概率与危害程度两个维度,将防洪风险划分为高、中、低三个等级,针对不同等级明确差异化的管控措施、巡查频次、响应标准和资源投入强度,建立风险等级动态调整机制,实现有限防汛资源约束下的精准化、差异化防控。(3) 构建洪水预判和小流域汇流分析模型,融合气象预报、实时水文监测及历史洪水资料,实现对汛期沿线洪水演进趋势、水位涨落过程、洪峰抵达时间等关键要素的滚动模拟与精准预判,为防洪调度决策提供科学依据和技术支撑。

2.3 智慧化防洪监测预警体系构建

(1) 优化完善沿线水文站、雨量站、水位计、流量计和工程安全监测设备设施布局,在重点堤段、交叉建筑物和地质条件薄弱区段加密监测设施,补齐监测盲

区,形成卫星遥感、无人机巡检、地面固定站点、水下探测四位一体的全线感知监测网络,实现监测数据无死角全覆盖^[3]。(2) 搭建防洪数据融合共享平台,统一各类监测设备的数据采集标准和接口协议,全面整合气象预报、水文监测、工程运行监测及区域防汛数据资源,打破信息孤岛与数据壁垒,实现多源数据实时汇聚与互联互通,为预警分析和调度决策提供全面的数据支撑。(3) 依据风险等级差异化设定蓝、黄、橙、红四级预警阈值标准,建立预警信息多渠道一键式快速发布机制,综合运用短信、小程序、APP推送、指挥平台弹窗等多种方式,确保预警信息第一时间直达各级防汛责任人和基层值守单元。

2.4 跨区域协同防洪管控体系构建

(1) 明晰国家层面统筹协调、省级层面组织督导、沿线属地政府协同配合、基层运管单位具体执行的四级防汛权责体系,细化各层级职责清单和协作界面,建立责任追溯和考核问责机制,层层压实全链条防洪责任,确保每个环节都有人管、有人盯、有人负责。(2) 建立水利、应急管理、气象、交通运输及沿线地方政府常态化联合会商制度,明确会商启动条件、会议频次和决策程序,完善汛情信息共享、联合调度决策、协同抢险救援的联动处置机制,形成汛前共同隐患排查、汛中联合应对处置、汛后协同评估完善的联防联控机制。(3) 统筹上下游、左右岸及调水线路与天然河网的水量调配关系,科学制定汛期联合调度方案和水量分配规则,在保障工程自身防洪安全的前提下兼顾区域行洪排涝需求,建立调水计划与防洪调度动态协调机制,实现调水安全与防洪安全的有机统一和动态平衡。

3 南水北调防洪管理体系运行保障与优化对策

3.1 制度体系保障

(1) 完善专项管理制度。围绕南水北调工程防汛管理全链条,进一步细化防汛值班值守、风险分级管控、隐患排查治理、险情报送与处置、责任追究等专项制度,明确各层级管理主体的职责边界与操作规范,确保制度覆盖所有防洪管控单元,形成层次分明、系统配套、刚性约束的制度体系。(2) 健全标准化管控规范。统一制定防洪监测站网布设与运维标准、预警信息发布与响应级别划分规范、工程日常巡查频次及重点部位检查要点、应急调度指令下达与执行流程等标准化操作规范,推动沿线不同区段、不同管理单位执行统一作业标准,最大限度减少人为判断差异,提升管控的规范性和可追溯性^[4]。(3) 建立长效考核机制。将防洪管控工作全面纳入工程运行维护年度考核体系,科学设置风险排

查率、隐患整改闭环率、预警响应及时率、应急演练达标率等量化考核指标,实行汛前部署、汛中督查、汛后评估的全过程监督考核,考核结果与经费拨付、评优评先及责任追究直接挂钩,切实倒逼各级责任落实。

3.2 应急处置能力保障

(1) 优化应急预案体系。针对南水北调沿线工程建筑物特性,分类编制专项应急处置预案,根据超标准洪水、局部极端暴雨、交叉建筑物险情等不同风险场景,逐一明确启动条件、指挥架构、响应流程、人员撤离路线及物资调配方案,定期开展预案评估与修订,确保预案内容与工程运行实际、水文气象变化保持动态适配。

(2) 强化应急物资与队伍建设。按照“就近储备、分级保障、快速调运”原则,优化沿线应急物资储备,足额配备防汛沙袋、彩条布、复合土工膜、大功率水泵、移动照明灯、备用发电机组等关键物资设备,建立物资动态更新和紧急采购机制;组建专业化防汛应急队伍,实行准军事化管理,常态化开展实战演练和技能比武,持续提升复杂险情下的快速处置能力。(3) 健全快速应急响应机制。构建“风险触发—信息报送—会商研判—指令下达—现场处置—事后复盘”全链条闭环应急流程,严格界定各环节时限要求和责任人,推行险情分级响应制度,实现一般险情属地快速处置、重大险情跨区域联动支援,确保响应无缝衔接、处置高效有序,最大限度缩短响应空窗期。

3.3 科技与人才保障

(1) 深化数字技术赋能。依托数字孪生技术构建南水北调工程防洪管理平台,实现对渠道水位、流速、闸门开度、降雨量等关键参数的实时映射与模拟推演;运用大数据分析历史洪水规律与工程响应特征,提升风险提前预判能力;引入人工智能算法优化洪水调度方案,提高调度决策的精准性和时效性。(2) 强化科研技术支撑。设立南水北调防洪管理专项科研课题,重点开展跨流域洪水联合调度、极端暴雨洪水演变规律、交叉建筑物防洪安全评估等关键技术攻关;建立产学研用协同创新机制,推动先进监测设备、新型防汛设备、智能预警系统等科研成果在工程一线的转化应用。(3) 搭建人才培育体系。制定分层次、分专业的培训计划,面向管理人员开展防汛法规与应急指挥培训,面向技术人员开展智慧运维与数据分析培训,面向基层运行维护人员开展

险情识别与现场处置培训;建立高校定向培养和继续教育机制,着力打造懂工程、精管理、擅应急的复合型人才梯队。

3.4 体系运行优化与长效完善

(1) 建立常态化复盘机制。每年度汛期结束后及重大险情处置完毕后,组织开展全方位复盘总结,从水文预报准确性、预警响应及时性、应急处置有效性、物资保障充足性、协同联动顺畅性等维度进行系统评估,全面梳理短板弱项,形成问题清单和改进台账。(2) 动态优化体系内容。建立防洪管理体系动态更新机制,密切跟踪气候变化趋势对区域降雨径流的影响、工程老化病害演变规律、国家防汛抗旱政策法规调整等外部因素变化,定期审视并调整防洪管控策略、预警阈值和预案内容,确保管理体系始终与工程实际和外部环境保持适配^[5]。(3) 构建跨区域联防联控长效机制。建立常态化跨区域、多部门联合会商、信息互通、资源共享工作制度,常态化开展联合隐患排查、联合防汛值守、联合应急演练,解决跨区域防汛衔接不畅、隐患处置滞后、调度协同不足等问题,共同筑牢中线工程全域防洪安全防线。

结束语

本文结合南水北调工程防洪管控复合型特征,全面梳理工程现存各类防洪风险与管理短板,系统性搭建了全链条、闭环式防洪管理体系,明确体系构建框架、核心内容与运行保障机制。通过强化科技赋能、跨区域协同、应急提质与制度落地,可有效提升工程防洪风险防控精细化、智能化、规范化水平。未来需持续结合气候变化与工程运维实况动态优化体系,健全全民协同防控格局,持续夯实国家水资源调配与防洪安全保障根基。

参考文献

- [1] 马福恒,杨奇,叶伟.南水北调工程风险防范长效机制研究[J].中国水利,2026,7(3):68-71.
- [2] 刘媛.北京市南水北调环线工程2021年防汛工作思考[J].中国防汛抗旱,2022,32(3):79-82.
- [3] 李庆义,桑晋惠,高正.南水北调山东段工程运行期防汛度汛安全措施浅析[J].中国防汛抗旱,2020,30(8):61-64.
- [4] 陈翔,雷晓辉,蒋云钟,王浩.南水北调中线决策会商与应急响应系统设计研究[J].水利信息化,2025,9(2):71-75.
- [5] 张睿,张利升,饶光辉.丹江口水利枢纽综合调度研究[J].人民长江,2021,50(9):214-220.