

# 极端天气事件频发下水旱灾害防御的挑战与对策

孙文静

平罗县河湖事务中心 宁夏 石嘴山 753400

**摘要:** 本文系统梳理了极端天气事件对水旱灾害的新特征与新规律,并深入剖析了当前防御体系在监测预警、工程韧性、管理协同、社会动员及科技支撑等方面面临的五大核心挑战。在此基础上,本文提出构建一个以“韧性”为核心、融合“智慧化”手段、贯穿“全链条”的现代水旱灾害综合防御体系,并从强化监测预警能力、提升基础设施韧性、创新流域协同治理、深化智慧水利应用以及推动全社会参与五个维度,提出了具体的对策建议。旨在为提升国家水安全保障能力和防灾减灾救灾现代化水平提供理论参考与实践路径。

**关键词:** 极端天气;水旱灾害;防御体系;韧性;智慧水利;气候变化适应

## 引言

水能滋养万物,亦会引发灾害,水旱灾害是我国治水兴邦的重大课题。21世纪以来,全球气候变暖,大气环流调整,极端天气气候事件频发且强度增加,表明我们正步入水旱灾害风险放大的“新常态”。如宁夏平罗县,这一趋势同样不容忽视。该县年均降水量仅175.1毫米,但降水高度集中于6—9月,且局地暴雨多发,尤其贺兰山区暴雨强度大、历时短(主雨历时常 $\leq 3$ 小时),极易在短时间内形成爆发性山洪,对下游村镇构成直接威胁。这种“小雨大灾”的极端水文响应,正是气候变化背景下水旱灾害“新常态”的典型体现。这一“新常态”打破传统水文气象规律和设计标准,过去基于历史数据的防洪抗旱标准,在极端天气下屡屡失效。原有水利工程体系、应急管理机制和社会动员模式,应对复合型、链发性灾害时,短板与脆弱性尽显。在此背景下,科学认识极端天气下水旱灾害新特征,精准识别防御体系核心挑战,前瞻构建更具韧性、智慧、协同的综合防御体系,成为保障国家多领域安全的紧迫战略任务。

## 1 极端天气事件频发下水旱灾害的新特征与新规律

### 1.1 致灾因子的极端化与复合化

极端降水事件的强度和短历时雨量屡破纪录。例如,郑州“7·20”特大暴雨的最大1小时降雨量高达201.9毫米,远超城市排水系统的设计极限。与此同时,高温热浪与少雨叠加,导致蒸散发量剧增,使得干旱的发展速度更快、程度更深、影响更广。更为严峻的是,“旱涝急转”现象日益频繁,即在同一地区短时间内先经历严重干旱,随后又遭遇特大暴雨。这种复合型灾害对水库调度、农业生产、生态系统恢复等都构成了极大挑战,防御难度呈几何级数增长。

### 1.2 灾害影响的全域化与链发性

在极端天气驱动下,灾害影响呈现全域化趋势。以平罗县为例,其地貌单元复杂,涵盖贺兰山区、山前洪积扇、西大滩碟形洼地、黄河冲积平原等六大地貌类型。其中,贺兰山东麓山洪沟道(如大水沟、小水沟、汝箕沟等)源短流急,一旦遭遇短历时强降雨,洪水暴起暴落、夹带大量泥沙块石,可迅速冲毁道路、淹没村庄,甚至威胁110国道等交通干线。2021年调查评价显示,全县有21个行政村被列为山洪灾害危险区,主要集中在崇岗镇等地,凸显山洪灾害的链发性与高风险性。而大范围、持续性的高温干旱,则可同时影响农业、工业、能源(如水电、火电冷却)、航运和居民生活用水,形成跨区域、跨行业的系统性风险<sup>[1]</sup>。此外,水旱灾害极易触发次生和衍生灾害链,如暴雨诱发山洪、泥石流、滑坡等地质灾害;长期干旱则可能导致森林火灾风险陡增、水体富营养化加剧、生物多样性锐减等生态危机。

### 1.3 风险暴露度与脆弱性的双重放大

快速城镇化进程中,大量人口、资产和关键基础设施向洪泛区、低洼地带集聚,客观上放大了灾害的风险暴露度。许多城市的地下空间(如地铁、车库、商业设施)在极端暴雨面前尤为脆弱。同时,部分地区的水利基础设施老化失修,防洪排涝标准偏低,农业灌溉系统效率不高,这些都构成了内在的脆弱性。当极端天气这一外在冲击与高暴露度、高脆弱性相结合,灾害损失便被急剧放大。

## 2 当前水旱灾害防御体系面临的核心挑战

### 2.1 监测预警的精准性与时效性不足

尽管我国已建成较为完善的气象水文监测网络,但在极端天气的精细化预报方面仍存在瓶颈。在平罗县山洪灾害易发区,土壤覆盖薄、沙性大、植被稀疏、蓄水能力差,导致产汇流速度极快,留给预警和转移的时间

窗口极为有限。虽然当地已建设40套无线广播预警站和9处视频监控,实现了县—乡—村三级预警管理体系,但在部分偏远村落,仍存在信号盲区或设备维护不及时问题,影响“叫应”效果。预警信息“最后一公里”的传递机制尚不完善,尤其是在偏远山区、农村地区,信息覆盖存在盲区,且预警内容的专业性过强,公众理解与响应能力有待提升。

## 2.2 工程体系的韧性与适应性亟待提升

部分工程是在特定历史条件下、依据过去的水文资料设计建造的,其设防标准已难以应对当前及未来的极端气候情景。一些中小型水库、堤防、涵闸等存在病险隐患,抗御超标准洪水的能力不足。城市排水管网系统普遍标准偏低,且“重地上、轻地下”的发展模式导致调蓄空间严重不足<sup>[2]</sup>。在抗旱方面,水源工程布局不均,跨区域、跨流域的水资源优化配置能力有待加强,应急备用水源建设滞后。整个工程体系缺乏足够的冗余度和弹性,一旦关键节点失效,极易引发系统性崩溃。

## 2.3 流域协同与部门联动机制尚不健全

当前的管理体制仍存在“九龙治水”的碎片化问题。流域管理机构的权威性和统筹协调能力有待加强,上下游、左右岸、干支流之间的利益协调机制不够顺畅。在应急管理层面,水利、气象、自然资源、住建、交通、应急管理等部门间的信息共享、会商研判、联合调度和应急处置协同机制尚需磨合,难以形成高效的防御合力。特别是在应对跨省界、跨流域的重大灾害时,协调成本高、决策链条长的问题尤为突出。

## 2.4 社会动员与公众参与深度不够

公众的防灾减灾意识和自救互救技能普遍薄弱,对预警信息的敏感度和响应行动力不足。社区作为防灾减灾的第一道防线,其组织动员能力和应急预案的实操性有待提高。保险等市场化风险分担机制在巨灾领域的覆盖面和赔付能力有限,未能有效发挥“减震器”作用。这种自上而下的单一管理模式,在面对点多面广、瞬息万变的极端灾害时,显得力不从心。

## 2.5 科技赋能与数据融合应用存在壁垒

大数据、人工智能、物联网、数字孪生等技术的应用仍处于初级阶段。各部门、各层级的数据标准不一、共享壁垒森严,形成了一个个“数据孤岛”,制约了对灾害全过程的精准感知、智能分析和科学决策。智慧水利平台的建设存在重硬件、轻软件,重展示、轻应用的倾向,未能真正实现从“信息化”向“智慧化”的跃升。基础理论研究,如极端气候-水文响应机理、复杂系统韧性评估方法等,也亟需加强,以支撑技术应用的科

学性和有效性。

## 3 构建现代水旱灾害综合防御体系的对策建议

### 3.1 强化监测预警能力,筑牢灾害防御“第一道防线”

一是织密天空地一体化监测网:加快部署X波段雷达、相控阵雷达、智能雨量站、土壤墒情站等新型感知设备,重点加强对山洪地质灾害易发区、城市易涝点、大型水库等关键区域的监测密度。二是突破精准预报核心技术:加大对高分辨率数值天气预报模式、人工智能短临预报算法的研发投入,着力提升对极端强对流天气的预报准确率和提前量。发展耦合气象-水文-水动力的多模型集成预报系统,提高洪水演进过程的模拟精度<sup>[3]</sup>。针对平罗县山洪“快、猛、短”的特点,应进一步加密山洪沟道出口、村庄上游等关键节点的自动雨量站和水位站布设,推广低成本、低功耗的物联网传感设备。同时,优化无线广播预警站的覆盖盲区,探索利用北斗短报文、卫星电话等手段作为极端情况下的备用通信链路,确保预警信息“发得出、收得到、听得懂、用得上”。三是构建靶向化、通俗化预警发布体系:利用手机短信、社交媒体、应急广播、有线电视等多种渠道,实现预警信息的精准靶向发布。预警内容应通俗易懂,明确告知风险等级、影响范围、避险路线和具体行动指南,确保“叫应”到村、到户、到人。

### 3.2 提升基础设施韧性,打造坚固可靠的“物理屏障”

其一,实施水利工程提标改造:对现有病险水库、堤防、水闸等进行全面排查和除险加固,科学论证并适度提高重要城市、关键基础设施的防洪排涝标准。推广海绵城市建设理念,通过增加绿地、透水铺装、雨水花园等“蓝绿”基础设施,增强城市对雨水的吸纳、蓄渗和缓释能力。建议对平罗县现有拦洪库进行动态淤积评估,适时清淤扩容,并研究在重点山洪沟道(如汝箕沟、二道沟)增设小型滞洪坑,增强源头滞蓄能力。对南大闸沟、北大闸沟等排洪沟道,应结合“水美乡村”建设,实施生态化整治,提升排涝标准与生态功能。其二,优化水资源配置格局:加快国家水网骨干工程建设,推进重大引调水和区域水网互联互通,提升跨流域、跨区域的水资源统筹调配和抗风险能力。加强抗旱应急水源工程建设,构建多水源、多用户的供水保障体系。其三,融入“韧性”设计理念:在新建和改扩建工程中,充分考虑未来气候变化情景,采用冗余设计、模块化设计等理念,确保系统在部分功能受损时仍能维持基本运行,具备快速恢复的能力。

### 3.3 创新流域协同治理，形成高效联动的“防御共同体”

一要强化流域统一管理权威：赋予流域管理机构更大的规划、调度、监督和协调权限，建立基于水权、水量、水质的流域生态补偿和利益共享机制，破解“上游保护、下游受益”或“上游排污、下游受害”的困局。二要健全多部门协同联动机制：建立常态化的多部门联合会商、信息共享和应急联动平台。制定清晰的职责清单和响应流程，在灾害应对的关键环节（如水库联合调度、人员转移安置、交通管制）实现无缝衔接。三要推动区域联防联控：鼓励相邻省份、城市建立区域性水旱灾害防御联盟，共享监测数据、救援队伍和物资储备，开展联合应急演练，共同应对跨界、跨区域的灾害风险。

### 3.4 深化智慧水利应用，驱动防御体系“智能化升级”

一是打破数据壁垒，构建统一数字底座：制定统一的数据标准和接口规范，整合气象、水文、地质、社会经济等多源异构数据，构建覆盖全域的水利数据资源池和共享交换平台。二是建设数字孪生流域：运用物联网、云计算等技术，对物理流域进行全要素数字化映射，构建能够实时感知、动态模拟、前瞻预演、精细管控的数字孪生体<sup>[4]</sup>。通过“预报-预警-预演-预案”（“四预”）业务体系，实现对水旱灾害全过程的超前模拟和智能决策支持。三是赋能基层一线：开发面向基层防汛抗旱责任人的移动应用终端，集成实时监测、预警接收、险情上报、指令下达等功能，打通智慧水利应用的“最后一米”。

### 3.5 推动全社会参与，凝聚群防群治的“人民防线”

一方面。加强防灾减灾科普宣教：将水旱灾害风险教育纳入国民教育体系和社区文化建设，通过体验式、互动式活动，普及避险自救知识，提升全民风险意识和

应对技能。另一方面。激发社区内生动力：支持社区编制符合自身实际的应急预案，组建志愿应急队伍，定期组织演练。推广“社区风险地图”绘制，让居民共同识别身边的隐患点和安全区。此外，完善市场化的风险分担机制：大力发展巨灾保险、农业指数保险等产品，通过财政补贴、税收优惠等政策引导，扩大保险覆盖面，建立健全“政府+市场+社会”三位一体的风险分担与损失补偿机制。

## 4 结语

水旱灾害防御工作已从单纯的技术工程问题，上升为关乎国计民生、社会稳定和可持续发展的综合性、系统性工程。面对前所未有的挑战，我们必须以更大的决心、更开阔的视野和更创新的思维，推动水旱灾害防御体系实现从被动应对向主动适应、从工程主导向系统治理、从经验决策向智慧驱动的根本性转变。构建一个具有强大韧性的现代水旱灾害综合防御体系，不仅是抵御自然灾害侵袭的坚固盾牌，更是践行“人民至上、生命至上”理念的生动体现，是实现高质量发展和高水平安全良性互动的必然要求。这一体系的建成，需要顶层设计的引领、科技创新的驱动、制度机制的保障，更离不开全社会的共同参与和努力。

## 参考文献

- [1]郭生练,尹家波,汪肖雅.气候变化下长江暴雨洪水形成机理与水旱灾害防御新范式[J].人民长江,2025,56(10):28-36.
- [2]极端天气事件多发水利部部署当前水旱灾害防御工作[J].中国水利,2021,(10):5.
- [3]全面提升流域防灾减灾能力推动水旱灾害防御工作高质量发展[J].治淮,2025,(S1):27.
- [4]魏邦记.坚持“两个至上”筑牢水旱灾害防御安全屏障[J].奋斗,2025,(19):25-27.