

# 水利设施维修抢修体系构建与应急处置研究

王锋

乌苏市兴源水务有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i5.6998

**[摘要]** 水利设施是保障国家水安全、支撑经济社会可持续发展的关键基础设施,承担着防洪减灾、水资源调配、水力发电及生态环境维护等核心职能。然而,受自然老化、极端气候事件频发、设计标准滞后及运行负荷超载等多重因素影响,水利设施在长期运行过程中不可避免地会出现各类病害、损坏甚至突发险情。一旦发生溃坝、决口、管涌或设备故障等事故,若缺乏高效、科学的维修抢修体系与应急处置机制,将极易引发灾难性后果,严重威胁人民生命财产安全和社会稳定。

**[关键词]** 水利设施; 维修抢修; 应急体系; 应急处置; 风险防控; 数字化转型; 预案演练; 协同联动  
中图分类号: TV 文献标识码: A

## Research on the Establishment of a Maintenance and Emergency Repair System for Water Conservancy Facilities and Emergency Response Measures

Feng Wang

Wusu City Xingyuan Water Affairs Co., Ltd.

**[Abstract]** Water conservancy facilities are critical infrastructure for ensuring national water security and supporting sustainable economic and social development, undertaking core functions such as flood control and disaster mitigation, water resource allocation, hydropower generation, and ecological environment maintenance. However, due to multiple factors including natural aging, frequent extreme climate events, outdated design standards, and operational overload, these facilities inevitably develop various defects, damages, or even sudden emergencies during long-term operation. In the event of incidents such as dam breaches, spillway ruptures, seepage, or equipment failures, the absence of an efficient and scientific maintenance/repair system and emergency response mechanism could easily lead to catastrophic consequences, severely endangering public life and property safety as well as social stability.

**[Key words]** water conservancy facilities; maintenance and emergency repairs; emergency response system; emergency management; risk prevention and control; digital transformation; contingency plan drills; coordinated collaboration

### 引言

水是生命之源、生产之要、生态之基。近年来,随着国家水网建设的加速推进和“十四五”水安全保障规划的深入实施,我国已建成世界上规模最大的水利设施网络,包括数以万计的大中小型水库、堤防、水闸、泵站及引调水工程。这些工程在抵御洪水、调控水资源、改善生态环境方面发挥了巨大作用。

#### 1 水利设施运行风险特征与维修抢修面临的挑战

准确识别水利设施的风险特征,是构建高效维修抢修体系的前提。必须从设施老化、外部诱因、管理短板三个维度进行深入剖析。

##### 1.1 设施老化与病害累积的客观规律

水利设施具有长寿命、高负荷的运行特点,但受材料性能退化、结构疲劳、腐蚀磨损等因素影响,其物理力学性能随时间推移逐渐下降。许多早期建成的工程设计标准偏低,施工质量参差不齐,经过数十年运行后,混凝土裂缝、钢筋锈蚀、防渗体破损、金属构件锈蚀等问题普遍存在。特别是部分病险水库、老旧堤防,隐患点多面广,隐蔽性强,常规巡查难以发现深层次缺陷。这种“带病运行”的状态使得设施在遭遇超标洪水或地震等极端工况时,极易发生突发性破坏,对维修抢修的时效性和精准度提出了极高要求。<sup>[1]</sup>

##### 1.2 极端气候与复合灾害的叠加效应

全球气候变化导致极端天气事件频率和强度显著增加,给水利设施带来了前所未有的压力。短时强降雨可能引发山洪泥

石流冲毁堤防,持续高温干旱可能导致水库干涸、渠道冻裂,超强台风可能掀翻水闸顶盖、冲毁护坡。更为严峻的是,多种灾害往往同时或连续发生,形成“风雨叠加、洪涝并存、震灾并发”的复合灾害场景。例如,地震可能诱发大坝裂缝,随即遭遇暴雨冲刷导致溃决;或者洪水漫堤的同时,下游管网因淤积堵塞无法排涝。这种复杂性使得单一的抢险方案难以奏效,需要综合研判、多策并举,对应急指挥决策能力构成了巨大挑战。

### 1.3 管理体制与应急能力的现实短板

当前,水利设施维修抢修工作仍面临诸多体制机制障碍。一是“重建设、轻管理”思想依然存在,日常维修保养经费投入不足,导致小病拖成大病,增加了抢修难度和成本。二是应急预案针对性不强,部分预案照搬照抄,缺乏实操性,未能根据工程实际和周边环境制定差异化方案。三是专业抢险队伍力量薄弱,基层水利单位缺乏具备专业技能和实战经验的抢险骨干,过度依赖社会救援力量,协调难度大。四是信息化水平不高,监测预警数据分散,缺乏统一的指挥调度平台,导致信息传递滞后、资源调配不精准,难以实现“秒级响应”。<sup>[2]</sup>

## 2 水利设施维修抢修体系的系统化构建

构建现代化的维修抢修体系,必须坚持“平战结合、以防为主”,建立涵盖预防、准备、响应、恢复的全周期管理机制。

### 2.1 基于状态监测的预防性维修与隐患排查机制

变“事后抢修”为“事前预防”是提升体系效能的关键。应建立全覆盖、立体化的工程安全监测网络,利用传感器、无人机、遥感等技术,实时采集水位、渗流、变形、应力、振动等关键参数。依托大数据平台和人工智能算法,对监测数据进行深度分析,建立设施健康诊断模型,精准识别潜在风险点。推行分级分类的隐患排查治理制度,定期开展全面体检,对发现的隐患实行台账化管理,明确整改责任人和时限。对于一般病害,纳入年度维修计划及时修复;对于重大隐患,立即启动专项加固工程,坚决消除安全隐患,防止小患酿成大灾。<sup>[3]</sup>

### 2.2 分级分类的应急响应机制与预案体系优化

建立健全科学高效的应急响应机制,是应对突发事件的核心。应根据险情等级、影响范围和发展趋势,将应急响应划分为不同级别(如I级特别重大、II级重大、III级较大、IV级一般),并对应启动相应的应急预案。预案编制应坚持“因地制宜、一事一策”,针对不同工程类型(水库、堤防、水闸、泵站)和不同险情(决口、管涌、渗漏、设备故障),制定具体、可操作的处置流程和技术措施。同时,建立预案动态修订机制,定期组织专家评估和实战演练,检验预案的可行性和有效性,确保预案“管用、好用、实用”。

### 2.3 标准化抢修作业流程与物资装备保障体系

规范化的作业流程和充足的物资装备是抢修成功的物质基础。应制定统一的《水利设施维修抢修作业指导书》,明确各类险情的处置程序、技术标准、安全规范和验收要求,实现抢修作业的标准化、规范化。建立国家级、省级、市级三级水利抢险物资储备库,合理布局仓储网点,储备编织袋、土工布、救生衣、

大功率水泵、发电机、挖掘机等关键物资。推广“模块化、集装箱化”的应急装备配置模式,提高装备的快速集结和机动投送能力。同时,建立物资调用绿色通道,确保紧急情况下物资能够第一时间调运到位。<sup>[4]</sup>

### 2.4 专业化抢险队伍建设与社会力量协同机制

人才是抢险救灾的第一资源。应组建由水利专业技术人员、退伍军人、民兵预备役人员构成的专业化抢险突击队,定期进行专业技能培训和实战演练,提升队伍应对复杂险情的能力。加强与气象、自然资源、应急管理、消防、电力等部门的联防联控,建立信息共享、资源共享、力量共享的协同机制。鼓励引导社会力量有序参与抢险救灾,建立志愿者服务队伍,发挥其在辅助巡查、后勤保障、群众转移等方面的作用,形成政府主导、部门联动、社会参与的多元化抢险格局。

## 3 典型水利险情应急处置关键技术与应用

针对不同性质的险情,必须掌握并应用针对性的应急处置技术,确保科学施救、精准处置。

### 3.1 堤防决口与管涌抢堵技术

堤防决口是防汛抗洪中最危急的险情之一。应急处置的核心是“封堵口门、合龙截流”。常用技术包括:抛投块石、土袋、柳石枕等传统方法,以及使用大型围堰船、浮箱式围堰等现代机械化作业方式。对于管涌险情,必须坚持“反滤导渗、控制涌水、保护堤脚”的原则,严禁盲目堵压。常用措施包括铺设反滤层、设置减压井、围井蓄水等,利用反滤料阻挡泥沙流失,同时排出地下水,平衡渗透压力。在实战中,需根据管涌规模、土质条件灵活组合运用,确保堤防稳定。

### 3.2 大坝渗漏与滑坡应急处置技术

大坝渗漏可能导致内部侵蚀、管涌甚至溃坝。应急处置需先查明渗漏部位和原因,采取“上截下排”策略。上游采用土石方加筑子堤、投放土工膜覆盖等措施截断水源;下游采用导渗沟、贴坡排水、减压井等措施排除渗水,防止渗透破坏扩大。对于滑坡险情,应立即停止蓄水,降低库水位,减轻坝体荷载。根据滑坡体性质,采取削坡减载、抗滑桩、锚索加固、灌浆固结等措施,必要时设置临时观测哨,实时监控滑坡体位移变化,确保抢险人员安全。<sup>[5]</sup>

### 3.3 水闸卡阻与泵站瘫痪快速修复技术

水闸卡阻会导致泄洪不畅,加剧上游洪水威胁。应急处置需迅速排查卡阻原因(如杂物堵塞、机械故障、冰冻等)。对于杂物堵塞,立即组织人工或机械清理;对于机械故障,启用备用启闭机或采用手动操作;对于冰冻卡阻,可采用蒸汽加热、热水融化或破冰船破冰等措施。泵站瘫痪则直接影响排涝能力。需立即启动备用电源,抢修受损机组,疏通进水流道。对于关键部件损坏,可采取现场预制件替换或紧急采购安装等措施,尽快恢复机组运行,确保排涝任务完成。

### 3.4 跨区域联合调度与应急供水保障措施

当特大灾害致使局部水利设施遭受损毁且供水中断之时应当启动跨区域联合调度机制。借助优化流域水资源配置这一方

式,充分利用相邻水库、河流、地下水等资源来进行应急补水工作。快速调集移动净水设备、送水车等,为受灾群众给予临时生活用水。设立应急供水保障专班,对送水路线、供水点、水质监测进行统筹规划,以此保障受灾群众能够喝上安全的水。另外,要强化水质监测、卫生防疫工作,避免灾后再出现疫情。

#### 4 数字化赋能与智能应急指挥平台建设

在面对日益复杂的抢险形势的情况下,需要借助数字化、智能化技术,以此来提高抢险效率还有决策水平。

##### 4.1 数字孪生水利与虚拟仿真推演

借助BIM、GIS、物联网等多项技术来建立水利设施的数字孪生体,达成对工程实体、运行状态、周边环境的三维可视化映射呈现。于应急状态之时,能够借助数字孪生平台进行险情模拟推演工作,进而预测洪水演进路径、淹没范围、设施受损状况,以此辅助制定出最优抢险方案。比如说,在堤防决口之前,可以模拟不同封堵方案的合龙效果,从中挑选成功率最高的方案。运用虚拟现实也就是VR技术展开沉浸式应急演练,以此提高抢险人员的实战能力、心理素质。

##### 4.2 物联网感知与实时监测预警

在水利设施的关键部位布置高精度传感器,以此来实时收集水位、流量、渗压、位移、视频图像等各类数据。借助5G网络把数据实时传输到指挥中心,达成全天候且全覆盖的智能感知。一旦监测数据出现异常情况,系统会自动触发报警,并且将警报推送至相关责任人处。运用AI算法对历史数据和实时数据展开融合分析,提前判别险情征兆,达成从“被动应对”朝着“主动预警”的转变。比如说,借助图像识别技术能够自动识别堤防上的管涌、裂缝等险情,这在很大程度上提高了巡查效率与准确性。

##### 4.3 智能指挥调度与协同作战系统

建立一个智能应急指挥平台,该平台集监测预警、会商研判、指挥调度、资源管理等功能于一身。平台需要拥有“一张图”展示功能,能够实时呈现险情位置、资源分布情况、队伍所在位置、交通状况等各类信息。它要支持多终端接入方式,以此达成上下级之间、各个部门之间的信息相互连通。借助大数据分析技术,能够自动生成最优的资源调配方案,还能推荐最佳的抢险路径、合适的装备配置。通过视频会议、语音对讲等功能,达成远程会商与现场指挥的无缝衔接,保证指令传达顺畅、响应快速、协同高效。

#### 5 完善政策法规与构建长效保障机制

技术手段起着关键的硬性支撑作用,制度政策则是具有重要意义软性保障。唯有搭建出完备的制度模式,才能够实现应急管理能力的持续而稳定保持。

#### 5.1 健全法律法规与标准规范体系

加快修订《水法》、《防洪法》、《水库大坝安全管理条例》等相关法律法规,清晰明确水利设施维修抢险在法律方面的地位、责任主体、保障措施。制定并完善在水利设施维修养护、应急处置、物资储备、队伍建设等多方面的技术标准与规范,以此为工作的进行提供法律依据、操作指南。加大对违法违规行为的处罚力度,通过这种方式促使各方切实落实主体责任。

#### 5.2 强化资金投入与多元筹资机制

建立稳定的水利设施维修养护经费投入机制,把日常维修经费归入财政预算并予以足额保障。设置水利抢险救灾专项资金,这笔资金用于应急物资储备、队伍建设、演练培训等方面。探寻建立商业保险、社会捐赠、企业赞助等多种筹资渠道,以此拓宽资金来源。推行“以奖代补”政策,针对维修养护工作成果突出的单位给予奖励,进而激发其积极性。

#### 5.3 深化教育培训与文化建设

把应急管理、抢险技能培训融入水利干部职工教育培训模式之中,依照规定周期进行全员轮训、专业技能比武活动。强化科普方面的宣传工作,以此提高社会公众对水利安全的认识程度、自救互救能力。培育一种以“生命至上、安全第一、科学抢险”为理念的应急文化,营造出整个社会都关注并支持水利事业的良好氛围。

#### 6 结语

水利设施维修抢险、应急处置属于保障水安全、守护人民生命财产安全的最后一道防线。面对新形势带来的新挑战,要深刻认识建立现代化维修抢险模式、应急处置机制的紧迫性与重要性,这种认识非常必要。本文针对水利设施的风险特征展开了系统梳理,对模式建立的关键环节进行了探讨,对典型险情的处置技术也做了分析,还对数字化帮助的未来方向予以了展望。

#### [参考文献]

- [1]李雄亮.灌区主渠道输水能力优化调控与灌溉效率提升研究[J].山西水利,2025,41(11):38-41.
- [2]吕炉丹,朱笑侃,曹建锋,等.农田水利工程节水灌溉设施建设策略研究[J].农业科技创新,2025,(32):39-41.
- [3]封勇,石金涛.三原县农田水利设施维修养护存在的问题及其对策[J].南方农业,2025,19(20):220-222.
- [4]王明航.电气化农机在农田环境监测中的关键技术研究[J].农机使用与维修,2025,(09):84-87.
- [5]张来华.农田水利设施的维护、保养与运维管理策略[J].农村科学实验,2025,(04):96-98.

#### 作者简介:

王锋(1995—),男,汉族,新疆乌苏人,本科,研究方向:水利。