

# 水利工程管理确保水利工程安全的有效措施

丛 林

烟台市城市水源工程运行维护中心 山东 烟台 264003

**摘要:** 本文旨在系统探讨确保水利工程安全的有效管理措施。文章首先阐述了水利工程安全的内涵,并深入剖析了当前水利工程安全管理面临的主要风险与挑战,包括工程老化病险、极端气候冲击、管理体系不健全、信息化水平不足及人为因素干扰等。在此基础上,本文从制度建设、技术支撑、人员素养、应急管理及智慧化转型五个维度,构建了一套全方位、多层次、立体化的水利工程安全管理有效措施体系。最后,文章强调,确保水利工程安全是一项长期、复杂且动态的系统工程,必须坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,通过制度、技术、人才与文化的深度融合与持续创新,方能筑牢水利工程的安全基石,为国家高质量发展提供坚实可靠的水安全保障。

**关键词:** 水利工程; 安全管理; 风险防控; 智慧水利; 全生命周期管理

## 引言

兴水利、除水害是中华民族永恒主题。新中国成立后,我国建成庞大水利基础设施网络,在防洪、供水、农业支撑等方面发挥关键作用,堪称“国之重器”。但“重器”需精心呵护,水利工程失事后果灾难性,河南“75·8”事件等惨痛教训警示我们,其安全运行依赖科学管理体系。当下我国经济转向高质量发展,对公共安全等要求提高,水利工程安全管理意义重大。当前,我国水利工程安全管理处于关键转型期,大量老工程老化病险,极端天气增加考验防御能力,传统管理模式难适应需求。因此,系统构建有效管理措施体系,既是理论所需,也是实践之急。本文立足新时代,审视挑战,从多层次探讨确保安全的途径,为提升管理水平提供参考。

## 1 水利工程安全的内涵及面临的主要挑战

### 1.1 水利工程安全的内涵

水利工程安全是多维度概念,核心是保障工程结构与运行过程的完整、稳定、可靠,确保设计功能正常发挥,避免危害下游人民生命财产、生态环境和社会经济。其内涵包括:结构安全,即主体结构在多种荷载下有足够强度等,不发生破坏;运行安全,指设备设施运行正常、规程严格执行;度汛安全,即汛期能有效应对洪水;生态与环境安全,指建设和运行不破坏水生态系统,防止次生灾害。

### 1.2 当前水利工程安全管理面临的主要挑战

当前水利工程安全管理挑战重重:工程老化病险问题突出,不少水库建于上世纪,先天不足且运行多年后问题频发;极端气候加剧,超标准洪水风险增加,原有防洪抗旱标准受挑战;安全管理体系与责任落实待加强,“重建轻管”致投入不足、责任难压实;信息化智能化水

平低,监测手段落后、数据挖掘分析能力弱;专业人才队伍建设滞后,复合型人才短缺;外部人为干扰侵占工程,破坏其完整性与安全边界,增加管理难度风险。

## 2 健全法规标准与责任体系,强化全生命周期风险管理

### 2.1 完善法律法规与技术标准体系

应加快修订和完善《水库大坝安全管理条例》《河道管理条例》等核心法规,明确各级政府、主管部门、管理单位、产权所有者等各方的安全责任。推动出台专门针对水利工程安全管理的综合性法律,提升法律层级和约束力。紧跟国际前沿和国内实践,系统修订和更新水利工程设计、施工、质量评定、安全鉴定、除险加固、运行维护等方面的技术标准<sup>[1]</sup>。重点加强对老化病险工程评估、风险分级管控、应急预案编制等环节的标准制定,为安全管理提供科学、统一的技术依据。对于新建、改建、扩建的水利工程,以及重要的安全监测、预警、应急设备,应建立强制性的安全性能认证制度,从源头上杜绝不合格产品和工艺进入工程领域。

### 2.2 压实全链条安全责任

全面推行并严格落实水库大坝的“行政责任人、技术责任人、巡查责任人”制度,将责任细化到人、公示上墙、接受监督。对于其他类型水利工程,也应参照建立类似的责任人体系。借鉴建设工程领域的经验,在水利工程领域探索建立质量安全终身责任制。无论工程处于哪个阶段,一旦发现因前期工作(如勘察、设计、施工)存在重大缺陷而导致安全隐患或事故,都要追溯相关单位和个人的责任。将水利工程安全管理成效纳入地方政府和相关部门的绩效考核体系,实行“一票否决”。对因责任不落实、监管不到位、隐患整改不力而导致安

全事故的,依法依规严肃追究相关领导和直接责任人的责任。

### 2.3 实施全生命周期风险管理

规划与设计阶段将风险评估前置,充分考虑未来气候变化情景下的水文情势变化,适当提高工程设防标准。采用先进的设计理念和技术,增强工程的冗余度和韧性。施工阶段严格质量控制,确保工程实体质量满足安全要求。同步建设完善的安全监测系统,做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。运行阶段建立常态化的安全检查、定期检测和安全鉴定制度。根据工程等级、规模和风险状况,实施差异化、精细化的风险分级管控。对高风险工程,要加密监测频次,加大巡查力度,制定专项管控方案。退役与拆除阶段对于功能丧失、病险严重且无经济价值进行除险加固的工程,应制定科学、安全的退役或拆除方案,防止在处置过程中产生新的安全风险。

## 3 深化安全监测与隐患排查,推广先进检测与加固技术

### 3.1 构建现代化安全监测预警体系

大力推广GNSS(全球导航卫星系统)、静力水准仪、渗压计、应力应变计、视频监控、无人机巡检等自动化、智能化监测设备的应用。实现对工程变形、渗流、应力、环境量等关键安全指标的全天候、全过程、高精度自动采集。打破信息孤岛,整合各类监测数据、视频图像、气象水文预报、工程档案等信息资源,构建省级乃至国家级的水利工程安全监测信息云平台。实现数据的集中存储、统一管理和共享共用<sup>[2]</sup>。运用大数据、人工智能(AI)和机器学习(ML)技术,对海量监测数据进行深度挖掘和关联分析。建立基于物理机制和数据驱动相结合的工程安全状态评估与预测预警模型,实现从“数据展示”向“智能诊断”和“风险预判”的跃升。

### 3.2 常态化开展隐患排查治理

全面推行安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制。定期组织专业技术人员,采用“望、闻、问、切”等多种手段,对工程进行全面、系统的“体检”。隐患排查要突出重点,如大坝的坝肩、坝基、防渗体,堤防的险工险段、穿堤建筑物,水闸的闸室底板、岸墙等。对历史上曾出现过险情或存在已知缺陷的部位,要进行重点监控和复查。对排查出的隐患,要建立台账,明确整改责任、措施、资金、时限和预案。整改完成后要组织验收销号,形成“排查—整改—验收—销号”的完整闭环,确保隐患真改、实改、改到位。

### 3.3 推广应用先进检测与加固技术

广泛应用地质雷达(GPR)、高密度电法、声波CT、

红外热成像等无损或微损检测技术,对工程内部结构、隐蔽缺陷进行精准探测,为安全评估和加固设计提供可靠依据。针对不同类型的病险问题,推广应用如高性能混凝土修补、碳纤维布加固、化学灌浆防渗、土工合成材料加筋等先进、环保、高效的加固处理技术。注重加固方案的耐久性和与原结构的协调性。将病险水库、水闸的除险加固作为重中之重,加大财政投入,简化审批程序,确保项目早开工、早建成、早见效。严格项目法人责任制、招标投标制、建设监理制和合同管理制,确保加固工程质量。

## 4 提升管理人员专业素养,培育安全至上的组织文化

### 4.1 加强专业人才队伍建设

面向高校和科研院所,引进水利工程、水文水资源、岩土工程、自动化、信息技术等专业的优秀毕业生。建立健全在职人员的继续教育和岗位培训体系,定期组织新技术、新规范、新设备的专题培训。组建由资深工程师、学者组成的水利工程安全专家库,为重大工程的安全鉴定、险情处置、技术咨询提供智力支持。鼓励专家深入基层一线,指导解决实际难题<sup>[3]</sup>。加大对基层水管单位的支持力度,改善工作条件,提高待遇水平,稳定一线管护队伍。通过“传帮带”、技能比武、应急演练等方式,切实提升基层人员的实操能力和应急处置水平。

### 4.2 培育“安全第一”的组织文化

将安全教育融入日常管理的方方面面,通过案例警示、安全讲座、知识竞赛等形式,使“安全红线”意识深入人心,让每一位员工都认识到自己是安全的第一责任人。设立安全奖励基金,对在隐患发现、险情报告、应急抢险中表现突出的个人和集体给予表彰和奖励,营造“人人讲安全、事事为安全、时时想安全、处处要安全”的良好氛围。建立无惩罚或轻惩罚的安全信息自愿报告制度,鼓励员工主动上报未遂事件、微小差错和潜在风险,从中汲取教训,持续改进管理流程,而非一味追责。

## 5 完善应急预案与演练机制,构建高效协同的应急响应体系

### 5.1 科学编制与动态修订应急预案

针对每一座重点水利工程,都要编制具有针对性、可操作性的专项应急预案。预案内容应涵盖险情识别、预警发布、应急响应分级、指挥调度、人员转移、抢险救援、后勤保障等各个环节。预案编制应基于最不利的情景假设,如遭遇超标准洪水、发生重大工程险情等,确保预案在极端情况下依然有效。定期对预案进行评估和演练,并根据工程状况变化、社会经济发展、法律法

规更新等情况,及时对预案进行修订和完善,确保其始终与实际相符。

### 5.2 常态化开展应急演练

改变过去“演”多“练”少的局面,多开展贴近实战、不预先通知的突击式、无脚本应急演练。重点检验指挥体系的顺畅性、信息传递的及时性、队伍集结的快速性和抢险措施的有效性。水利工程安全涉及水利、应急、气象、交通、公安、卫健、电力等多个部门<sup>[4]</sup>。应定期组织多部门、跨区域的联合应急演练,磨合联动机制,明确各方职责,提升协同作战能力。在涉及下游群众转移避险的预案演练中,要积极组织当地居民参与,普及防灾减灾知识,熟悉转移路线和安置点,提高自救互救能力。

### 5.3 强化应急保障能力建设

在工程现场及附近区域,按标准储备足量的抢险物料(如块石、砂袋、土工布)、应急装备(如冲锋舟、发电机组、照明设备)和生活保障物资,并定期检查、更新、补充。依托水利工程管理单位,组建或签约一支训练有素、装备精良的专业化或半专业化应急抢险队伍。加强日常训练,确保关键时刻拉得出、冲得上、打得赢。确保在极端灾害导致常规通信中断的情况下,仍能通过卫星电话、集群对讲、短波电台等备用通信手段,保持指挥中心与抢险现场、上下游相关单位之间的信息畅通。

## 6 加速智慧水利建设,赋能水利工程安全智能管理

### 6.1 构建数字孪生水利工程

利用BIM(建筑信息模型)、GIS(地理信息系统)、倾斜摄影等技术,构建水利工程的高精度、全要素、动态更新的三维数字孪生体。该模型不仅是工程的可视化展示,更是集成了所有静态属性(设计参数、材料特性)和动态数据(监测数据、运行状态)的“活”的虚拟工程。将实时监测数据、气象水文预报数据等输入数字孪生模型,可以对工程在不同工况下的响应进行仿真模拟。例如,模拟不同量级洪水下的大坝应力应变、渗流场分布,提前预判可能的薄弱环节,为科学调度和风险防控提供

决策支持。

### 6.2 深化大数据与人工智能应用

利用搭载高清摄像头和多种传感器的无人机、机器人,对人工难以到达的区域(如高边坡、深水区、隧洞内部)进行自动巡检。通过AI图像识别技术,自动识别裂缝、渗漏、植被异常等病害。基于设备运行的历史数据和实时状态,运用机器学习算法,预测机电设备、金属结构等关键部件的剩余寿命和故障概率,变“坏了再修”的被动维修为“该修就修”的主动维护,降低突发故障风险。在防汛抗旱调度中,融合气象、水文、工程、社会经济等多源数据,利用AI优化算法,自动生成多个调度方案,并评估各方案的安全性、效益和风险,辅助管理者做出最优决策。

## 7 结语

水利工程安全意义重大,关乎全局。当前面临工程老化、气候剧变等挑战,需构建系统有效的安全管理措施体系。该体系以法规标准与责任体系为“纲”,监测技术和隐患排查为“目”,人才队伍与安全文化为“魂”,应急预案与响应为“盾”,智慧水利建设为“引擎”,推动管理向现代化、智能化转型。确保水利工程安全是长期系统工程,要秉持“人民至上、生命至上”理念,坚守“宁可十防九空,不可失防万一”底线,在实践中不断探索创新完善。如此,才能筑牢守护江河安澜的钢铁长城,让水利工程成为平安、幸福工程,为全面建设社会主义现代化国家提供坚实水安全保障。

## 参考文献

- [1]曹洪英.如何抓好水利工程管理确保水利工程安全[J].水上安全,2023,(15):157-159.
- [2]徐子轩.水利工程管理中安全生产的实践与思考[J].江苏水利,2025,(12):65-68.
- [3]宋斌杰.安全生产标准化建设在水利工程管理中的应用[J].水上安全,2024,(23):64-66.
- [4]孔祥涛.水利工程管理中存在的安全问题及改进策略[J].水上安全,2024,(23):172-174.