

# The construction of a safety management system in reservoir risk elimination and reinforcement projects

Shuping He

Longteng Ruihai (Guizhou) Construction Engineering Co., Ltd., Liupanshui, Guizhou, 553000, China

## Abstract

The reservoir risk elimination and reinforcement project is a key measure to ensure the safe operation of water conservancy facilities. Currently, the project still has prominent problems such as lagging design and planning, lack of construction standards, and weak monitoring and early warning, which seriously affect the project quality and operational safety. To break through the above-mentioned predicament, it is necessary to establish a scientific and complete safety management system. This can be achieved by improving the full-chain institutional framework, implementing closed-loop management of responsibilities at each link, strengthening technological empowerment and full-process construction control to enhance the accuracy of risk prevention and control, and focusing on improving the professional quality of personnel to build a solid defense line for talent guarantee. The construction of this system can systematically eliminate potential safety hazards in the project, comprehensively enhance the quality and safety management level of reservoir risk elimination and reinforcement projects, and provide solid support for the long-term safe operation of water conservancy facilities.

## Keywords

Reservoir Hazard Elimination and reinforcement Safety management System construction

## 水库除险加固工程中的安全管理体系构建

何淑萍

隆腾瑞海(贵州)建筑工程有限公司, 中国·贵州六盘水 553000

## 摘要

水库除险加固工程是保障水利设施安全运行的关键举措, 当前工程仍存在设计规划滞后、施工规范缺失、监测预警薄弱等突出问题, 严重影响工程质量与运行安全。为破解上述困境, 需构建科学完善的安全管理体系, 通过健全链条制度体系、压实各环节责任闭环管理, 强化技术赋能与施工全过程管控以提升风险防控精准度, 聚焦人员专业素养提升筑牢人才保障防线。该体系的构建可系统性化解工程潜在安全隐患, 全面提升水库除险加固工程质量与安全管理水平, 为水利设施长效安全运行提供坚实支撑。

## 关键词

水库除险加固; 安全管理; 体系构建

## 1 引言

水库作为水利基础设施核心, 其安全运行直接关乎流域防洪减灾、水资源调配及群众生命财产安全。当前部分水库因建成年限久、设施老化失修, 加之极端天气频发加剧风险, 安全隐患日益凸显, 除险加固工程成为防范化解风险的关键抓手。但工程涉及环节多、技术要求高, 设计、施工、监测等方面的管理短板制约加固成效, 因此构建科学系统的安全管理体系, 对提升工程质量、强化风险防控、保障水库长效安全运行具有重要现实意义。

## 2 水库除险加固工程现存问题

### 2.1 设计规划滞后, 安全标准与实际需求脱节

设计环节是除险加固工程的“源头”, 当前部分工程的设计工作存在明显短板。一方面, 设计标准不统一且更新不及时, 许多水库修建于上世纪五六十年代, 原设计依据的水文数据、防洪标准已无法适应当前气候异常下的极端水文情势, 而部分设计单位仍沿用旧标准或参照不同区域的碎片化规范, 导致设计方案与实际安全需求存在偏差。例如, 某山区小型水库除险加固时, 设计未充分考虑近年极端暴雨频次增加的特点, 溢洪道宽度设计不足, 加固后次年汛期即出现水位超警戒的险情<sup>[1]</sup>。另一方面, 勘察调研不深入, 部分设计单位为缩短周期、降低成本, 未对水库坝体结构、地质条件、渗漏通道等进行全面细致的勘察, 仅依赖历史资料开

【作者简介】何淑萍(1989-), 女, 中国陕西铜川人, 本科, 从事水利水电工程施工及安全管理研究。

展设计,导致方案存在“先天缺陷”。如某水库坝基存在隐伏断层,设计时未探测发现,加固施工中才暴露问题,不仅延误工期,还增加了额外的工程成本。此外,设计方案的针对性不足,对不同类型隐患(如坝体裂缝、防渗体老化、金属结构锈蚀等)缺乏差异化处理策略,难以实现“精准除险”的目标。

## 2.2 施工过程不规范,质量管控存在诸多漏洞

施工环节是工程质量的“保障线”,但当前部分除险加固工程的施工管理乱象频发,直接威胁工程安全。一是施工单位违规操作普遍,部分企业为追求经济效益,存在偷工减料、简化工序等问题,如在坝体回填时使用不合格土料替代设计要求的壤土,或未按规范压实,导致坝体压实度不足,埋下渗漏、滑坡隐患;在混凝土浇筑过程中,擅自调整配合比、减少养护时间,影响混凝土强度和耐久性。二是现场管理混乱,施工组织设计流于形式,人员分工不明确,关键工序缺乏专人旁站监督,各施工班组衔接不畅,容易出现工序脱节或交叉作业冲突<sup>[2]</sup>。例如,某水库防渗墙施工与坝体清基作业同步进行,未采取有效的隔离措施,导致清基产生的废渣混入防渗墙混凝土中,影响防渗效果。三是原材料与设备管控不严,部分施工单位未建立严格的原材料进场检验制度,钢筋、水泥、防水材料等关键物资未经检测即投入使用;施工设备老化、维护不到位,如压实机械性能不足,无法达到设计压实标准,进一步加剧了工程质量风险。

## 2.3 监测预警体系滞后,隐患识别响应能力薄弱

实时精准的监测是及时发现安全隐患的“千里眼”,但当前多数水库除险加固工程的监测体系存在明显短板。首先,监测设施不完善、技术落后,部分工程仍依赖人工巡检、手动观测等传统方式,监测频率低、精度差,难以捕捉坝体沉降、渗流量变化等细微异常;即使配备了自动化监测设备,也多存在设备型号杂乱、兼容性差的问题,无法实现数据互联互通。例如,某中型水库除险加固后,坝体沉降监测采用人工水准测量,每月仅监测一次,未能及时发现坝体不均匀沉降引发的裂缝。其次,监测指标不全面,多数工程重点监测水位、渗流量等常规指标,对坝体应力应变、边坡稳定性、金属结构应力等关键指标监测不足,导致隐患识别存在“盲区”。此外,数据处理与预警机制缺失,监测数据仅简单记录存档,未建立专业的数据分析平台,无法通过数据趋势分析预判隐患发展趋势;预警阈值不明确,应急响应流程不完善,即使发现异常也难以快速启动处置措施,往往错失最佳隐患治理时机。

# 3 水库除险加固工程中的安全管理体系构建的策略

## 3.1 健全全链条制度体系,夯实责任闭环管理基础

制度是安全管理的“纲”,是规范水库除险加固工程全流程运行的核心依据,只有构建起覆盖设计、施工、监测、

验收、运维全生命周期的制度体系,清晰界定各环节责任边界,才能从根源上堵塞管理漏洞,为工程安全筑牢制度屏障。水库除险加固工程涉及主体多、技术要求高、风险点分散,若缺乏系统性制度约束,极易出现流程混乱、标准不一、责任悬空等问题,直接影响工程质量与安全成效,

首先,锚定“全流程覆盖、差异化适配”原则完善顶层制度设计。以水利相关法律法规为根本遵循,结合工程区域水文地质条件、规模等级及安全风险评估结果,构建专项管理制度体系,细化设计勘察标准、施工安全规范、监测数据管理、质量验收标准,确保各环节有明确依据。针对小型水库“多、散、资金有限”的特点,制定“简化流程但不减标准”细则,聚焦坝体结构、防渗系统等核心风险点,简化非关键审批,破解制度适配难题。

其次,构建权责清晰、追溯可查的责任体系,推行“四方联动”责任机制。通过签订分级责任状,明确项目法人、设计、施工、监理单位的核心职责,制定岗位安全职责说明书,将责任层层分解至具体人员,实现“人人有责、岗岗尽责”。建立工程全周期电子追溯档案,归档勘察数据、施工日志等关键资料,确保工作有迹可循,实现“问题可追溯、责任可追究”。

## 3.2 强化技术赋能与过程管控,提升风险精准防控能力

技术创新是提升安全管理效率的核心支撑,需将先进技术融入工程各环节,实现从“被动应对”到“主动防控”的转变。在设计阶段,推行“勘察精细化+设计智能化”模式,利用地质雷达、无人机航测等技术开展全方位勘察,获取精准的地质、水文数据;借助 BIM(建筑信息模型)技术构建三维工程模型,对坝体结构、防渗系统等进行模拟分析,提前预判设计缺陷并优化方案。例如,某大型水库除险加固工程通过 BIM 技术模拟不同洪水工况下的坝体应力分布,将溢洪道设计标准提升 20%,有效降低了洪水风险。

在施工阶段,建立“智慧工地”监管平台,对施工人员、设备、材料进行实时管控。通过人脸识别系统规范人员进出,利用物联网技术对钢筋、水泥等原材料进行溯源管理,确保质量合格;在坝体浇筑、防渗墙施工等关键工序,安装视频监控和传感器,实时监测施工参数,一旦出现超规范操作立即报警。同时,强化监理单位的技术监督作用,要求监理人员配备专业检测设备,对施工质量进行随机抽样检测,检测结果实时上传平台,确保“过程可查、质量可控”。在监测阶段,构建“传统监测+智能监测”融合体系,除人工巡检外,部署渗压计、沉降仪、倾角传感器等自动化设备,结合无人机巡检、卫星遥感等技术,实现对坝体变形、渗流量、边坡稳定性等指标的 24 小时连续监测,通过大数据分析平台挖掘数据趋势,精准预警潜在隐患。

## 3.3 聚焦人员素质提升,筑牢安全管理人才保障防线

人员是安全管理的核心执行者,其专业素养与责任意识

识直接决定水库除险加固工程的安全成效。为此,需构建“分层培训+精准赋能+激励约束”的全链条人才培养体系,针对不同岗位人员的能力需求精准发力,打造一支懂技术、守规范、负责任的专业队伍。管理决策层作为工程安全的“指挥中枢”,其决策方向直接影响安全管理走向<sup>[4]</sup>。需定期组织政策法规专题研修班,深度解读《水利工程安全生产管理条例》等法规文件,结合重特大水库安全事故案例复盘,强化其“安全第一”的责任认知。同时开展风险管控实战培训,通过模拟工程资金调配、工期调整与安全保障的冲突场景,提升其统筹协调能力,确保决策既兼顾效率又坚守安全底线。

技术人员是安全技术落地的“关键纽带”,需聚焦专业技能提升开展系统性培训。针对 BIM 技术应用,开设“理论+实操”课程,邀请行业专家现场指导三维模型搭建与工况模拟,结合工程实例讲解如何通过模型优化防渗墙设计参数;针对智能监测设备,组织设备厂商开展实操培训,确保技术人员熟练掌握传感器安装调试、数据异常判断等技

能,培训后需通过理论考试与实操考核双重检验,合格后方可上岗。某省水利部门联合高校开展的“除险加固技术人才专项计划”,就采用“高校授课+工地实训”模式,累计培训技术人员 2000 余人次,使区域内工程设计优化率提升 30%,隐患识别准确率提高 45%。一线施工人员是安全操作的“最后防线”,需构建“岗前+岗中+日常”的常态化培训体系。岗前培训聚焦安全操作规程与应急处置方法,通过 VR 虚拟仿真技术还原坝体坍塌、渗漏等危险场景,让施工人员直观感受违规操作的严重后果;每个分项工程开工前,由技术负责人进行现场交底,明确工序安全要点与质量标准<sup>[5]</sup>。同时在施工班组设立“安全监督员”,由具备 5 年以上经验的老技工担任,负责日常安全巡查与现场指导,及时纠正不规范操作。建立“技能提升+创新激励”双重机制,对考取高级技工证书的人员发放岗位津贴,鼓励技术人员参与专利研发,某施工单位就对研发“新型坝体压实监测装置”的团队给予 10 万元奖金,有效激发了人才创新活力。

表 1 构建“分层培训+精准赋能+激励约束”的全链条人才培养

岗位类别	培训重点	具体措施	成效/保障
管理决策层	责任认知与统筹协调能力	1. 组织政策法规专题研修班,解读《水利工程安全生产管理条例》等文件; 2. 结合重特大水库安全事故案例复盘; 3. 开展风险管控实战培训,模拟资金调配、工期调整与安全保障的冲突场景	强化“安全第一”认知,确保决策兼顾效率与安全底线
技术人员	专业技能与技术落地能力	1. BIM 技术“理论+实操”培训,专家指导模型搭建与工况模拟; 2. 智能监测设备实操培训,设备厂商现场教学; 3. 培训后需通过理论与实操双重考核; 4. 参与“高校授课+工地实训”专项计划	某省专项计划累计培训 2000 余人次,区域工程设计优化率提升 30%,隐患识别准确率提高 45%
一线施工人员	安全操作与应急处置能力	1. 构建“岗前+岗中+日常”培训体系,VR 模拟危险场景; 2. 分项工程开工前技术负责人现场交底; 3. 设立 5 年以上经验老技工为“安全监督员”; 4. 建立“技能提升+创新激励”机制,高级技工发津贴、创新团队予奖金	规范操作行为,激发创新活力,筑牢安全操作最后防线

## 4 结语

水库除险加固工程的安全管理是保障水利设施稳定运行的核心环节,其体系构建需精准回应设计、施工、监测等领域的现存问题。通过健全全链条责任制度、强化技术赋能与过程管控、提升人员专业素养,可形成全方位、多层次的安全管理闭环。

这一体系的落地实施,既能系统性化解工程潜在风险,又能全面提升工程建设质量与安全管理效能,为水库长效安全运行筑牢屏障,也为水利行业安全管理模式优化提供实践参考,助力水利基础设施高质量发展。

## 参考文献

- [1] 彭定佑.小型水库除险加固项目的工程质量管理研究[J].水上安全,2024,(07):127-129.
- [2] 王洪铭.水库除险加固施工项目管理与进度控制[J].新农村,2024,(10):40-42.
- [3] 王峰.小型水库除险加固工程施工管理研究[J].建材发展导向,2024,22(04):125-127.
- [4] 吴振嵩.小型水库除险加固存在的问题及其解决策略[J].新农村,2024,(05):56-58.
- [5] 杨国俊,王洪迪,周明强.水库水雨情和库坝安全监测系统设计与应用研究[J].黑龙江水利科技,2024,52(12):91-95.