

中小型水库运维过程中安全风险防控路径探析

李梅红

沙湾河管理站

DOI:10.32629/hwr.v10i7.7082

[摘要] 中小型水库是我国基层水利体系的重要基础设施,承担防洪减灾、农业灌溉、城乡供水等核心功能,是保障区域民生与经济稳定的关键载体。我国中小型水库存量规模庞大,多数工程修建年代久远,受建设时期技术标准、资金条件限制,叠加长期运行老化、自然环境侵蚀及后期管护缺位,普遍存在结构性能衰减、安全隐患多发等问题,运维安全风险持续凸显。当前基层水库运维普遍存在风险识别不准、防控体系不完善、技术手段滞后、制度落实不严等问题,极易引发渗漏、滑坡、漫坝甚至溃坝等安全事故,严重威胁群众生命财产安全与区域水利安全。本文系统梳理中小型水库运维阶段的核心安全风险,结合基层运维实测数据剖析风险成因,从工程、管理、技术、应急多维度搭建系统化防控体系,提出贴合基层实际的常态化防控路径,为中小型水库安全运维、隐患根治及长效管护机制建设提供理论与实践参考。

[关键词] 中小型水库; 运维管理; 安全风险; 隐患排查; 防控路径

中图分类号: TV62 文献标识码: A

Exploration of Safety Risk Prevention and Control Paths in the Operation and Maintenance of Small and Medium sized Reservoirs

Meihong Li

Shawan River Management Station

[Abstract] Small and medium-sized reservoirs are important infrastructure of China's grassroots water conservancy system, undertaking core functions such as flood control and disaster reduction, agricultural irrigation, urban and rural water supply, and serving as key carriers for ensuring regional livelihood and economic stability. The stock scale of small and medium-sized reservoirs in China is huge, and most of the projects have been built for a long time. Due to the technical standards and financial conditions during the construction period, coupled with long-term aging, natural environment erosion, and lack of management and protection in the later stage, there are generally problems such as structural performance degradation and frequent safety hazards, and the safety risks of operation and maintenance continue to be prominent. At present, there are common problems in the operation and maintenance of grassroots reservoirs, such as inaccurate risk identification, incomplete prevention and control systems, outdated technical means, and lax implementation of systems, which can easily lead to safety accidents such as leakage, landslides, dam overflow, and even dam collapse, seriously threatening the lives and property of the masses and regional water conservancy safety. This article systematically sorts out the core safety risks in the operation and maintenance stage of small and medium-sized reservoirs, analyzes the causes of risks based on actual data from grassroots operation and maintenance, and builds a systematic prevention and control system from multiple dimensions such as engineering, management, technology, and emergency response. It proposes a normalized prevention and control path that is in line with the actual situation at the grassroots level, providing theoretical and practical references for the safe operation and maintenance of small and medium-sized reservoirs, the eradication of hidden dangers, and the construction of long-term management and protection mechanisms.

[Key words] small and medium-sized reservoirs; Operation and maintenance management; Security risks; Hazard investigation; Prevention and control path

引言

长期以来,水利行业的新建设、轻管护问题十分突出,许多老旧水库缺少日常的、标准化的维护管理,运行年限增加造成工程病害不断积累,监测、防汛等配套设施老化失灵的情况越来越严重。同时极端天气频发、水资源调度压力增大,使水库运行安全隐患更加严重,基层运维队伍能力不足、管理不善、应急处置制度不健全等造成隐患不能及时消除、险情频发。因此,对中小型水库运维安全风险类型进行准确梳理,分析风险成因,建立科学高效的水库运维安全风险防控体系,对于提高水库运行的稳定性,筑牢区域水利安全防线,保障基层民生安全都具有十分重要的现实意义。

1 中小型水库运维安全风险整体概况

1.1 运维安全风险基本特征。中小型水库运维安全风险整体有隐蔽性、累积性、突发性、区域性等特点,与大型水库的规范运维相比,基层水库隐患识别难、风险叠加明显。大多数水库病害发展速度较慢,初起时只有一些微小的渗漏、坡面损坏、排水不良等问题,传统的手工检查很难发现,如果长时间不加以治理,就会慢慢变成坝体滑坡、管涌、渗流破坏等结构上的重大危险。汛期强降雨、水位急涨急落等特殊情况下,由于长期存在的隐蔽性隐患而很快爆发,造成漫坝、溃坝等灾难,具有很强的突然性和严重性。除此之外,中小型水库大多处于丘陵山区,区域水文地质条件类似,运维模式雷同,一旦遇到极端天气就会出现区域性隐患集中爆发的现象,加大基层防汛防控和隐患整治的负担。

1.2 运维安全风险整体现状。根据近几年来水利部门对隐患排查和安全检查的统计数据可知,我国中小型水库运维安全形势总体比较严峻,存量隐患多、整改效果差、风险反复性大等突出问题比较突出。20世纪修建的很多水库都快要接近或者超过设计使用年限了,坝体、溢洪道、输水涵洞等主要结构功能已经大幅度衰退,配套的位移、渗漏、水文检测仪器基本已经损坏或者失灵,不能对水利工程进行实时监测和预警。基层管护体系薄弱问题十分严重,大量的小型水库缺少专职人员、缺少健全制度、缺少完整巡检记录,日常维护依靠简单的巡查,没有形成系统的管理体系。基层运维专项资金匮乏,设备更新、工程维修、隐患整治等工作一直拖后腿,存量隐患不断堆积,加之极端气候的影响,在汛期出现水库险情的风险越来越高,不仅会阻碍水库的灌溉、供水、防汛等功能的发挥,还会给当地公共安全带来持续的危害。

2 中小型水库运维核心安全风险分类

2.1 工程本体结构性风险。工程本体结构性风险属于中小型水库运维中最核心、危害最严重的风险类型,也是产生溃坝、漫顶等重大事故的直接原因,主要包含坝体、溢洪道、输水建筑物这三个关键部分的结构病害风险。土石坝为中小型水库主流型水库,长期处于水体浸泡、水压冲击、地质沉降之中,极易产生坝体渗漏、坡面开裂、土体疏松等状况,早起施工压实度不够、工艺简陋的先天缺陷,会使高水位运行时渗漏量急剧增大,逐渐产生管涌、流土等渗透破坏隐患。溢洪道存在淤积堵塞、边坡受损、闸体老化的状况,长时间缺少清淤养护会造成行洪断面变

小,汛期泄洪能力降低,大幅提高漫坝危险。输水涵洞及附属管道很容易受到裂缝、淤塞、局部崩塌等因素的侵蚀而发生损坏,造成涵洞长时间不能正常使用。按照基层病害统计资料,结构性隐患占水库总隐患量的六成以上,是运维风险防控的主要对象^[1]。

2.2 运维管理体系性风险。运维管理体系性风险是贯穿水库运维全过程的,是造成各种工程病害反复发生、隐患不断恶化的根本性软性原因。目前基层中小型水库运维管理制度体系存在诸多不足,县域水利部门没有制定详细的管护标准,日常巡检、设备维护、隐患上报、应急调度等工作缺少指导,运维工作具有很大的随意性。同时管护、监管、整改责任不清,权责不明,隐患产生之后容易出现推卸责任、整改迟缓、问责无着落等现象。大部分基层单位没有建立常态化督查考核制度,运维人员工作积极性不高,巡检走形式主义、巡检无实效、隐患上报瞒报等行为时有发生。另外,水库运行调度方案通用性强、针对性差,没有根据工程参数和流域水文特征来改进,汛期调度决策不科学,高水位管控能力差,又加大了运维安全风险^[2]。

3 中小型水库运维安全风险成因分析

3.1 工程建设先天条件不足。我国大部分中小型水库建于20世纪六七十年代,受当时经济水平、设计理念、施工技术所限,工程先天性建设标准低,给后期运行安全埋下了长久的隐患。早期水库的防洪标准以及结构安全储备参数比较保守,不能适应目前极端天气频繁发生和水文环境改变的运行工况。施工阶段精细化管控缺乏,施工工艺简陋、建材质量控制不到位、土体压实度不合格等问题普遍存在,工程整体施工质量参差不齐^[3],结构耐久性与稳定性先天不足。大多数老化的水库缺少完善的配套设施,监测、防渗、标准化防汛设施都缺乏,工程整体上不完备。随着运行年限不断增长,先天建设缺陷愈加明显,结构老化、性能衰减速度变快,各种安全隐患持续产生,即便是经常性的养护工作,也不能完全消除工程的不足,运维风险一直保持在较高的水平上^[4]。

3.2 运维保障资源投入不足。新建设、轻管护的行业观念,造成中小型水库运维资金、人力、设备等保障资源投入不足,是风险防控流于形式的原因。基层财政运维专项经费不足,大部分资金被用作重大险情应急处置,日常巡检、设备保养、轻微病害整治、智能设备更新等工作缺少专项资金,许多小型水库常年没有专门的管护资金,隐患治理工作不得不中断。设备上,老旧水库运维设备老化落后,智能化监测、远程预警设备覆盖率很低,传统的以人为主观决策的方式效率低、精度低。人力方面基层水利岗位编制紧张、专职运维人员缺口大、兼职人员待遇低、流动性强、队伍不稳定、常态化专业培训缺失,人员专业能力无法满足标准化运维需求,造成隐患不能及时发现、处理、根治^[5]。

4 中小型水库运维安全风险防控优化路径

4.1 完善工程隐患治理与设施升级体系。对于工程结构性核心风险,就要创建起以隐患系统治理、设施提质升级为特点的工程安全保障体系。基层管护单位要建立水库隐患排查的常态化工作机制^[6],定期对坝体、溢洪道、输水等设施进行全面排查,准确

形成隐患台账,确定整改时限、责任人和整改措施,严格执行闭环销号制度,轻微病害及时养护修补,重大隐患立即停止运行进行整改,杜绝隐患积累扩大化。根据老旧水库的先天缺陷,有针对性地实施提质改造工程,采用坝体防渗加固、边坡修护、库区清淤、泄洪设施修缮等技术手段来提高工程结构稳定性及防洪能力。加快运维设施智能化升级,配置水位、渗漏、位移、雨量自动化监测设备,搭建远程智能预警平台,完成运行数据的实时收集、动态研判、危险预估,很好地弥补了人工运维的不足之处,从硬件角度把牢水库运行的安全防线^[7]。

4.2健全标准化运维管理长效机制。健全完善的运维标准化管理机制,是治理好基层运行管理问题、避免责任缺失和执行力低下的最佳手段。各地水利主管部门根据本地区水库的实际运行情况来制订适应中小型水库运维管理的细则、巡检标准、调度规程、考核办法等,对日常工作运维、隐患排查、设备保养、汛期调度、档案整理等工作进行全面的规范。严格落实三级管护责任制,明确县级监管责任、乡镇属地责任、管护人员直接责任,细化岗位职责,建立权责清楚、层层负责的责任制,杜绝履职不到位、推诿扯皮等现象的发生。建立水库安全运行专项督查及考核制度,将水库安全运行工作作为基层水利年度重点考核项目之一,并对整改进度滞后、履职不到位、造成安全事故发生的相关单位和个人依法依规进行问责追究。优化水库专项调度方案,根据工程参数、流域水文特征细化汛期管控、洪水处置、水资源调度的流程,用标准化的制度规避运维管理的风险。

5 中小型水库运维风险防控数据统计分析

表1 县域中小型水库运维安全隐患类型及整改现状统计

隐患类型	隐患数量(处)	占比(%)	未整改隐患数量(处)	未整改占比(%)
工程结构性隐患	87	62.1	12	13.8
管理体系性隐患	31	22.1	8	25.8
人员技术性隐患	22	15.8	6	27.3

表2 县域中小型水库运维保障资金投入统计

运维投入类别	2023 年	2024 年	2025 年(上半年)
年度运维专项资金(万元)	126	168	95
智能化监测设备投入(万元)	28	45	32
人员培训经费(万元)	6.2	8.5	4.8

表3 不同风险防控模式实施成效对比

防控措施	隐患整改完成率(%)	险情发生次数(次)	运维合规率(%)
传统常规运维模式	78.2	11	80.5
标准化+智能化防控模式	95.7	3	98.2

本文对2023-2025年某县域42个中小型水库运维督查情况进行统计分析,从隐患种类、整改效果、运维投入三个方面准确找出风险防控的不足和改进方向。

根据本次对县域42座中小型水库实测数据的分析可知,工程结构隐患是运维主要风险源,占60%以上,管理及人员技术类隐患的滞后性比工程结构隐患更大,是防控薄弱点。数据表明,随着运维资金不断增加、智能化设备逐步投入使用,标准化+智能防控模式比传统运维模式隐患整改完成率高、运维合规率高、险情发生率低,充分证明了本文提出的工程治理、制度健全、保障加强的三重防控路径有很强的可操作性,可以很好地解决基层水库运维安全问题,给区域中小型水库风险防控工作提供强有力的数据支持和实践借鉴。

6 结束语

中小型水库运维安全属于基层水利安全治理的中心部分,对整个地区的防汛减灾、水资源供应以及群众生命财产安全起着决定性的作用,其风险控制工作具有很强的长期性和系统性。本文对中小型水库运维三大主要安全风险进行了系统的整理,对工程先天的缺陷、保障投入的缺乏、防控体系的缺失等深层次原因进行了详细的分析,并用实际测量得到的数据验证了防控的不足之处,提出了一种工程提升、制度落实、保障加强相结合的一体化防控路径。做好水库运维风险防控工作,要抛弃重建设、轻管护的旧观念,坚持源头治理、系统防控,不断健全工程设施、管理制度、保障体系,使运维管理由被动处置转向主动防控、由粗放管理转向精细管理,全面提高中小型水库运行稳定性和防灾减灾能力,为基层水利事业高质量发展筑牢安全根基。

[参考文献]

- [1]张成群,魏国奇.结合多源水文数据和图像分类算法的水库溃坝主动预警方法[J].微型电脑应用,2026(3):323-327.
- [2]贺泽云.水库运维中的稳定分析评估及除险加固管理实践[J].云南水力发电,2024,40(3):186-190.
- [3]曾樱.水库运维中的除险加固工程管理系统研究[J].水利科学与寒区工程,2023,6(12):121-124.
- [4]韦显国.水库除险加固工程设计及施工研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [5]李霞,晏琴.中小型水库安全运行的管理要点[J].EngineeringScienceResearch&Application,2025,6(20).
- [6]李武斌,陈帅,王军忠.台兰河洼地水库工程档案管理研究[J].现代管理,2024,14(4):699-703.
- [7]刘霞,胡昕悦,李鑫玉,等.基于水库综合管控的智慧水务系统建设[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023.

作者简介:

李梅红(1989--),女,汉族,山东鄄城人,大学本科,水利专业/工程建设工程师,研究方向:水利专业、工程建设、生产运行与管理、水资源利用。