

水利工程运行管理中的安全隐患及预防措施

祝海丽

中科华水工程管理有限公司 河南 郑州 450000

摘要：水利工程作为水资源调控与水安全保障的核心基础设施，其运行管理质量直接关系到社会经济发展与民生安全。本文围绕水利工程运行管理的安全问题展开研究，首先梳理其核心流程；进而将常见安全隐患划分为工程结构类、设备设施类、水文与环境类、管理与人为类四类，并从自然因素、工程建设遗留问题、运行维护不到位、管理体系不健全四方面剖析成因。在此基础上，针对性提出结构类隐患“监测-养护-加固”、设备类隐患“巡检-养护-校准-更新”、水文环境与人为因素隐患“风险预警+行为管控”的预防措施，同时提出完善运行安全管理体系的策略。研究为提升水利工程运行安全性、保障工程稳定发挥效益提供实践参考。

关键词：水利工程；运行管理；安全隐患；预防措施

引言：当前水利工程运行中受自然环境变化、工程老化、管理模式滞后等因素影响，各类安全隐患频发，不仅威胁工程自身稳定，还可能引发次生灾害。但现有研究对隐患分类、成因及预防措施的系统性整合不足，难以全面指导实际管理工作。基于此，本文以水利工程运行管理为研究对象，系统分析其核心流程、安全隐患类型与成因，构建多维度预防措施与管理体系完善策略，旨在为解决工程运行安全问题、提升管理效能提供理论与实践支撑。

1 水利工程运行管理的核心流程

水利工程运行管理围绕“安全、高效、可持续”目标展开，核心流程包含以下三个关键环节。（1）日常监测，工作人员通过人工巡检与自动化设备（如渗压计、位移监测仪），实时采集工程结构（坝体、边坡）、设备状态（启闭机、水泵）、水文数据（水位、流量）等信息，及时捕捉异常信号；（2）维护养护，依据监测结果与预设周期，对工程结构进行加固修补、对设备进行清洁润滑与故障维修，比如定期清理水库淤积、检修闸门密封件，避免小问题演变为安全隐患；（3）调度运行，结合水文预报与用水需求，科学制定调度方案，如水库根据汛期来水情况调节水位，灌溉工程按农作物生长长期分配水量，确保工程在保障安全的前提下，最大化发挥综合效益^[1]。

2 水利工程运行管理中的常见安全隐患分类

2.1 工程结构类安全隐患

工程结构类安全隐患主要集中在水利工程主体及附属结构的完整性与稳定性层面。表现为结构本体出现物理损伤或性能退化，如坝体、堤岸出现裂缝、渗漏、剥蚀等问题，边坡存在滑移、坍塌风险，混凝土或砌石结

构出现风化、碳化、冻融破坏，基础出现不均匀沉降或淘刷。

2.2 设备设施类安全隐患

设备设施类安全隐患涉及水利工程运行所需的各类机械、电气与监测设备。具体包括启闭设备（闸门、阀门）的传动系统故障、密封性能下降、锈蚀卡阻，动力设备（水泵、电机）的绝缘老化、部件磨损、运行参数异常，监测设备的精度漂移、信号中断、数据失真，以及电气线路的短路、过载、接地不良等问题。此类隐患会导致设备无法正常运行，影响工程调度与安全预警。

2.3 水文与环境类安全隐患

水文与环境类安全隐患源于外部自然环境与水文条件的异常变化。涵盖水文要素的极端波动，如水位骤升骤降、流量超限、泥沙淤积或冲刷加剧；气象灾害的直接影响，如强降雨、台风、高温、严寒等引发的工程受力失衡；水质污染问题，如水体富营养化、有害物质入侵导致设备腐蚀或影响工程使用功能；以及生态环境变化引发的周边地质条件改变，如水土流失、岸坡侵蚀等。

2.4 管理与人为类安全隐患

管理与人为类安全隐患由运行管理体系缺陷与人员操作不当导致。包括安全管理制度不健全、责任划分模糊、流程执行不到位，日常巡检与养护工作存在疏漏、频次不足或标准不统一；人员专业能力不足，对设备操作不熟练、对隐患识别不敏锐，违规操作或应急处置不当；安全培训缺失，人员安全意识薄弱，对风险防控重视程度不足；以及管理信息传递不及时、协同机制不畅，导致隐患处置延误等问题^[2]。

3 水利工程运行管理安全隐患成因分析

3.1 自然因素影响

自然因素是引发安全隐患的外部客观诱因,具有持续性与不可控性。气候变化打乱水文循环规律,极端降水、高温干旱、寒潮冻融等事件频次与强度上升,使工程承受超设计预期的荷载与应力,加速结构材料老化、性能退化,同时引发水位、流量异常波动,破坏周边水文地质平衡。地质灾害直接冲击工程基础与结构,地震易致坝体、边坡裂缝或位移,滑坡、泥石流可能堵塞泄洪通道或损毁设施,水土流失与河床冲刷改变基础受力条件,持续侵蚀工程安全屏障,诱发结构性与功能性隐患。

3.2 工程建设遗留问题

建设阶段的缺陷为运行期埋下先天隐患。设计环节若未充分考量工程所在地水文地质、气候与长期运行需求,易导致结构选型不当、荷载计算偏差或防护缺失,使工程难以承受实际工况压力。施工中质量管控不严,材料不达标、工艺不规范、工序衔接差,会造成结构隐蔽性损伤;建设时设备选型适配性不足或安装不达标,也会导致运行中设备易故障,这些问题投入使用后逐渐暴露,成为隐患重要源头。

3.3 运行维护不到位

运行维护疏漏是隐患滋生扩大的直接原因。日常巡检缺乏系统规范,范围不全、频次不足或漏检关键部位,无法及时发现结构细微损伤、设备初期故障等潜在隐患,使其持续发展。养护未按规程开展,或因资源不足导致养护不及时、不彻底,会加剧结构裂缝、设备磨损,错过最佳处置时机。

3.4 管理体系不健全

管理体系缺陷是防控成效的核心短板。责任划分不清、边界模糊,导致安全管理推诿扯皮或出现真空地带,防控措施难落地。人员队伍建设滞后,缺乏系统培训与考核,工作人员专业知识、操作技能不足,隐患识别、处置与应急能力薄弱。安全制度不完善,缺乏统一排查标准、处置流程与考核问责机制,管理流程有漏洞、信息传递与协同不畅,导致隐患发现、上报、处置效率低,难形成闭环管理,为隐患产生扩散提供条件^[3]。

4 水利工程运行管理中多类型安全隐患预防措施

4.1 针对结构类隐患的预防措施

结构类隐患预防要构建以下“监测-养护-加固”三位一体的防控机制。(1)在监测环节,搭建分层级、全覆盖的监测网络,对坝体、堤岸、边坡、基础及附属结构,部署位移计、渗压计、应力传感器等自动化设备,同时明确人工巡检频次与路线,重点排查裂缝、渗漏、剥蚀、沉降等异常现象;建立监测数据实时传输与分析系统,设定不同结构的预警阈值,通过数据趋势对比与

异常识别算法,及时捕捉结构性能退化信号,确保隐患征兆早发现。(2)养护工作严格遵循技术规程,按周期开展标准化作业。对混凝土结构,定期清理表面杂物与青苔,采用修补剂填充细微裂缝,对碳化深度超标的区域进行表面防护处理;对砌石结构,检查勾缝完整性,及时填补脱落或破损的勾缝,加固松动石块;对土质边坡与基础,定期巡查坡面稳定性,清除杂草与浮土,采用喷锚、挂网等方式增强坡面抗冲刷能力;针对季节性特点,在汛期前加固堤岸防护设施,冬季来临前做好结构防冻保温处理,避免环境因素加剧结构损伤。(3)加固工作要结合结构健康评估结果推进,定期组织专业机构对工程结构进行全面检测,依据检测数据评估结构承载能力与安全状态;对存在潜在风险或性能下降的结构,制定针对性加固方案,采用增大截面、粘贴碳纤维布、增设抗滑桩、灌浆加固等技术手段,提升结构抗风险能力。

4.2 针对设备类隐患的预防措施

设备类隐患预防要落实以下“巡检-养护-校准-更新”全流程管控。(1)日常巡检需覆盖启闭设备、动力设备、监测设备、电气系统等所有运行设备,明确各设备的巡检项目与判定标准,检查启闭设备的传动机构、密封件、润滑状态,动力设备的运行电流、电压、振动与噪声,监测设备的信号传输、数据精度,电气系统的线路绝缘、接地电阻、保护装置有效性。(2)养护工作按设备类型制定专项计划,实行分级养护。对启闭设备,定期更换润滑油脂,清洁传动部件,调整闸门与启闭机的同步性,检查密封件老化情况并及时更换;对水泵、电机等动力设备,定期清理内部灰尘与杂物,检测轴承磨损程度,开展绝缘电阻测试,确保设备运行参数在正常范围;对传感器、数据采集终端等监测设备,定期进行精度校准,检查设备固定情况与信号连接稳定性,更换失效或漂移的元器件;对电气线路与配电箱,定期排查线路老化、接头松动问题,清理箱内异物,测试过载、短路保护装置的可靠性。(3)设备校准与更新要形成常态化机制,定期委托第三方机构对关键设备进行精度检测与校准,确保设备测量数据准确;建立设备全生命周期台账,记录设备采购、安装、运行、维护等信息,根据设备使用年限、故障频次、性能衰减情况,制定合理的更新计划;对超期服役、性能无法满足要求或维修成本过高的设备,及时进行更换。

4.3 针对水文环境与人为因素隐患的预防措施

水文环境与人为因素隐患预防需采取以下“风险预警+行为管控”的双重策略。(1)在水文环境风险防

控方面,建立多源信息融合的预警体系,接入气象、水文、地质等部门的实时数据,整合水位、流量、降水、台风、地震等预警信息,构建智能化预警平台;设定不同等级的预警响应机制,明确预警发布流程、责任部门与处置措施,在极端天气或水文异常来临前,提前做好工程调度、设备防护、人员部署等准备工作;针对水质污染风险,定期采集工程周边水体样本进行检测,在水源地或关键水域设置污染物拦截与监测设施,制定水质异常应急处置预案,防止污染影响工程运行;对泥沙淤积、河床冲刷等问题,定期测量淤积厚度与冲刷深度,按计划开展清淤疏浚作业,在易冲刷区域铺设防护垫层或修建护岸工程,维持工程周边水文环境稳定。(2)人为因素管控要从制度建设与能力提升两方面发力。制度层面,制定覆盖设备操作、巡检养护、应急处置、安全管理等环节的标准化规程,明确各岗位的操作权限与责任,杜绝违规操作;建立人员行为监督机制,通过现场巡查、视频监控、操作记录核查等方式,实时监督人员作业行为,对违规操作及时制止并追责;完善安全考核制度,将隐患识别与防控成效纳入人员绩效评价,激发人员参与隐患防控的积极性。(3)能力提升层面,构建常态化培训体系,定期组织安全知识、专业技能、设备操作、应急处置等培训,邀请行业专家开展技术指导,通过理论授课、现场实操、案例分析等形式,提升人员对隐患的识别能力、处置能力与应急响应能力;针对新入职人员开展岗前培训与考核,考核合格后方可上岗。

4.4 水利工程运行安全管理体系的完善策略

水利工程运行安全管理体系的完善策略如下:(1)健全安全管理制度与责任考核机制。

构建覆盖全流程的安全管理制度体系,结合工程实际制定隐患排查、养护维修、应急处置等专项制度,明确各环节操作标准与管控要求,避免制度空白或模糊。同时,建立“一岗双责”责任体系,将安全管理责任细化到岗位、落实到个人,明确各级管理人员、技术人员及一线作业人员的安全职责,形成“全员抓安全”的责任网络。完善责任考核机制,将安全管理成效与绩效挂钩,设置隐患识别率、整改完成率、事故发生率等考核

指标,定期开展考核评估,对表现优异者予以奖励,对责任落实不到位者严肃追责,通过奖惩分明的机制倒逼责任落地。(2)优化运行管理流程与协同工作机制。针对运行管理中的流程堵点,重新梳理巡检、监测、养护、调度等核心流程,简化冗余环节,明确各流程的发起条件、执行标准、完成时限与责任主体,形成标准化流程手册,确保各项工作有序推进。同时,打破部门间信息壁垒,建立跨部门协同工作机制,例如在隐患处置中,明确运维部门、技术部门、管理部门的协同职责,设置信息共享平台,实时传递隐患信息、处置进展,避免因信息滞后或协同不畅导致处置延误。(3)加强第三方监督与评估体系建设。引入具备专业资质的第三方机构参与安全监督,明确第三方监督范围,涵盖制度执行、流程合规、隐患整改等方面,通过定期巡查、随机抽查、专项检查等方式,客观评估工程运行安全管理现状,避免“自我监督”的局限性。构建第三方评估体系,制定科学的评估指标,从管理制度、责任落实、风险防控等维度开展周期性评估,形成评估报告并提出改进建议^[4]。

结束语:本文通过对水利工程运行管理安全问题的系统研究,明确了工程运行核心流程,理清了四类安全隐患的特征与成因,形成了覆盖结构、设备、水文环境与人为因素的针对性预防措施,同时完善了运行安全管理体系。这些研究成果可直接应用于水利工程实际运行管理,帮助管理人员精准识别隐患、科学制定防控方案,有效降低安全风险。

参考文献

- [1]杨冰清.水利工程运行管理标准化构建与实践的分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(2):102-105.
- [2]周子靖.水利工程运行管理中的安全隐患及预防措施[J].价值工程,2025,44(18):24-26.
- [3]蒋声睿,高菁伟,袁国凯,胡丽姝.水利工程运行管理标准化建设存在的问题及优化对策[J].农村科学实验,2025(10):93-95.
- [4]余磊.水利工程运行管理中的安全隐患分析与预防措施分析[J].水上安全,2025(3):37-39.