

# 水利工程运行期常见安全问题成因与处置对策

据佳琪<sup>1</sup> 王 博<sup>2</sup> 汪金来<sup>1</sup>

1. 连云港市临洪水利工程管理处 江苏 连云港 222000

2. 连云港市水利局 江苏 连云港 222000

**摘 要：**水利工程是水资源调配、防洪减灾、生态保护的核心基础设施，其长期安全稳定运行直接关系区域民生保障、经济发展与公共安全。工程投入运行后，受结构老化、设备损耗、人为管理、自然环境等多重因素叠加影响，易滋生各类安全隐患，且隐患具备隐蔽性、累积性、关联性特征，若未能及时管控处置，极易引发渗漏、结构破损、设备停运等安全事故，造成工程损毁、洪涝灾害等不良后果。为系统性化解水利工程运行风险，本文全面梳理工程实体、机电设备、运维管理、外部环境四类核心安全问题，深度剖析问题成因，针对性提出专项处置对策与常态化防控保障体系，为提升水利工程运行安全管控标准化、精细化水平提供理论支撑与实践参考。

**关键词：**水利工程；运行期；安全问题；成因分析；处置对策

## 引言

水利工程是水资源调配、防洪减灾、生态保护的核心基础设施，其长期安全稳定运行直接关系区域民生保障、经济发展与公共安全。工程投入运行后，受结构老化、设备损耗、人为管理、自然环境等多重因素叠加影响，易滋生各类安全隐患，且隐患具备隐蔽性、累积性、关联性特征，若未能及时管控处置，极易引发渗漏、结构破损、设备停运等安全事故，造成工程损毁、洪涝灾害等不良后果。为系统性化解水利工程运行风险，本文全面梳理工程实体、机电设备、运维管理、外部环境四类核心安全问题，深度剖析问题成因，针对性提出专项处置对策与常态化防控保障体系，为提升水利工程运行安全管控标准化、精细化水平提供理论支撑与实践参考。

## 1 水利工程运行期常见安全问题分类

结合水利工程运行实际状态，其运行期安全问题可归纳为四大核心类型，涵盖工程实体、配套设备、运维管理、外部环境四个层面，各类问题相互关联、相互影响，共同构成工程运行安全风险体系。（1）工程结构安全问题，主要包括坝体、堤防、渠道、闸室等主体结构出现的裂缝、渗漏、冲刷破损、沉降变形、老化剥蚀等问题，是最基础、最频发的安全隐患。（2）机电设备安装安全问题，涵盖水泵、闸门、启闭机、电气控制系统、监测设备等配套设施的老化、磨损、失灵、卡顿、绝缘失效等故障，直接影响工程调度运行功能。（3）运行管理安全问题，集中体现在运维制度落实不到位、巡检养护不规范、人员操作不专业、隐患排查不彻底等人为管理疏漏引发的安全风险。（4）自然环境安全问题，由极端

天气、水文变化、地质变动等外部自然因素引发的工程超负荷运行、结构受损、隐患加剧等安全问题<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程运行期安全问题成因分析

### 2.1 工程结构自身老化与荷载作用

水利工程主体结构多为混凝土、土石结构，长期处于户外水环境中，受持续性物理、化学作用影响，自身性能会持续衰减，是结构安全问题的核心内因。（1）水流长期冲刷、浸泡会持续侵蚀结构表层材料，导致混凝土碳化、土石体松散、护坡剥落，长期累积会形成空洞、裂缝等破损缺陷。同时，水位频繁升降产生的交替荷载、水流冲击产生的动压力，会让工程结构长期处于疲劳受力状态，超出结构耐受极限后会引发不均匀沉降、结构性裂缝等问题。（2）工程建成运行年限增长后，结构自身老化不可逆。混凝土结构会随时间出现强度衰减、收缩开裂，土石坝体易出现内部孔隙增大、渗透稳定性下降，各类隐蔽性缺陷会逐步发展为显性安全隐患。此外，工程建设阶段存在的细微施工缺陷，如混凝土振捣不密实、填筑分层压实度不足等问题，在长期运行荷载作用下会持续扩大，逐步演变为渗漏、变形、破损等安全问题。

### 2.2 机电设备损耗与运维缺失

机电设备是水利工程调度运行的核心配套设施，设备长期连续运行、自然损耗及养护不到位，是设备安全故障的主要成因。（1）设备存在固有机件损耗，闸门启闭机、水泵、传动装置等机械设备长期往复运行，零部件会出现磨损、松动、疲劳变形，轴承、密封件、钢丝绳等易损部件老化失效后，会直接导致设备卡顿、启闭失灵、输水效率下降等问题。电气设备长期处于潮

湿、多尘的水利运行环境中,易出现线路老化、绝缘层破损、元件受潮短路等问题,引发设备跳闸、控制系统失灵等故障。(2)日常运维养护不规范加剧设备故障。部分运维环节存在重运行、轻养护的问题,未按照设备运行周期开展定期检修、润滑、除尘、调试工作,设备微小隐患无法及时消除,长期累积会引发重大故障。同时,部分老旧设备未及时更新换代,设备性能落后、配件老化适配性差,持续超负荷运行,大幅提升设备安全故障概率。此外,设备安装调试阶段的细微偏差,在长期运行过程中会持续放大,导致设备运行稳定性持续下降<sup>[2]</sup>。

### 2.3 运行管理体系执行不到位

人为管理因素是水利工程运行期安全问题的重要诱因,管理流程不规范、人员能力不足、隐患管控滞后等问题,直接导致各类安全隐患无法及时排查处置。(1)日常巡检养护工作流于形式,巡检范围不全面、巡检频次不足、巡检重点不清晰,对工程隐蔽部位、设备细节部位的隐患排查不到位,无法及时发现微小破损、设备异常等初期隐患,导致隐患持续扩大升级。(2)运维人员专业能力不足,部分操作人员缺乏系统的专业培训,对工程结构特性、设备运行原理、隐患识别要点掌握不熟练,存在不规范操作、误操作等行为,人为引发设备故障、结构受损等安全问题。同时,人员安全责任意识薄弱,对运维工作的安全性、严谨性重视不足,存在敷衍作业、违规操作等情况。(3)隐患管控机制不完善,缺乏系统化的隐患台账管理、动态跟踪、闭环处置流程,排查出的安全问题未及时整改、复查,隐患长期留存。同时,应急处置预案不完善,针对突发安全问题的处置流程不清晰,无法快速响应、有效处置突发风险,加剧安全事故影响。

## 3 水利工程运行期安全问题处置对策

### 3.1 强化工程结构常态化养护与修复

针对工程结构老化、破损、渗漏等问题,建立常态化、精细化的结构养护体系,从日常防护、缺陷修复、风险防控三方面提升结构安全性。(1)开展定期结构排查养护,对坝体、堤防、渠道、闸室等主体结构进行周期性全面排查,重点检查裂缝、渗漏、沉降、冲刷等缺陷,对表层剥落、松散部位及时进行修补,做好结构防水、防渗、防冲刷防护处理,延缓结构老化速度。(2)针对不同类型的结构缺陷实施精准修复。对细微混凝土裂缝采用注浆、密封修补工艺,对结构性深层裂缝开展加固补强处理;对坝体、渠道渗漏问题,通过铺设防渗层、注浆封堵、回填压实等方式完善防渗体系;对冲刷

破损的护坡、护岸进行加固修复,增设防护设施,降低水流冲刷影响。同时,定期监测工程结构沉降、位移、渗透压力等核心指标,掌握结构运行状态,提前预判结构风险。(3)对运行年限较长、结构性能衰减严重的工程部位,开展专项评估,根据评估结果实施加固改造、翻新修复,提升工程结构整体稳定性和承载能力,从根源上规避结构安全风险<sup>[3]</sup>。

### 3.2 落实机电设备精细化运维与更新

围绕机电设备老化、故障频发等问题,构建全周期设备运维体系,规范设备养护、检修、更新流程,保障设备稳定运行。(1)建立设备定期养护制度,根据不同设备的运行特性,制定差异化的养护周期,对机械设备定期开展润滑、紧固、调试、除锈防腐处理,对电气设备进行除尘、线路检测、绝缘性能测试,及时更换老化、磨损的易损部件,杜绝设备带故障运行。(2)规范设备检修流程,日常开展常态化小故障排查维修,定期开展全面深度检修,重点排查设备传动系统、控制系统、密封系统的潜在隐患,精准处置设备卡顿、失灵、漏电等问题,保障设备运行精度和稳定性。同时,做好设备运维记录,建立设备运行台账,跟踪设备运行状态,实现设备隐患可追溯、可管控。(3)推进老旧设备迭代更新,对性能落后、故障频发、无法满足运行需求的老旧机电设备,逐步完成升级替换,选用稳定性强、适配性高的新型设备。同时,优化设备运行环境,做好设备机房防潮、防尘、防锈防护,减少外部环境对设备的侵蚀,延长设备使用寿命。

### 3.3 优化运行管理模式与人员管控

以规范管理流程、提升人员能力、闭环隐患管控为核心,全面优化水利工程运行管理体系,杜绝人为管理疏漏引发的安全风险。(1)细化日常运维管理流程,明确巡检范围、巡检频次、巡检标准,实现工程结构、机电设备、附属设施全覆盖巡检,杜绝巡检盲区。建立隐患排查台账,对发现的安全隐患分类登记、分级管控,明确整改内容、整改时限,完成隐患整改后及时复查,实现隐患闭环管理。(2)强化运维人员专业能力建设,定期开展水利工程运维、设备操作、隐患识别、应急处置等专业技能培训,提升人员实操能力和专业水平。同时,强化人员安全责任意识,明确各岗位运维职责,落实岗位责任制,杜绝违规操作、敷衍作业等行为,规范日常运维操作流程。(3)完善现场应急处置机制,针对渗漏、结构变形、设备停运等常见突发安全问题,细化应急处置流程,明确处置步骤和操作规范。定期开展内部应急实操演练,提升运维人员突发风险应对能力,

确保各类安全问题能够快速、有效处置,降低安全风险损失<sup>[4]</sup>。

#### 4 运行期安全风险常态化防控保障

##### 4.1 建立动态安全监测体系

依托标准化常态化监测手段,实现水利工程运行安全风险的提前预判、全周期动态管控。针对工程结构本体,持续监测坝体沉降位移、结构裂缝开合度、坝基渗透流量、上下游水位变化等核心安全指标,所有监测点位严格按照水利工程安全监测规范布设,数据采集频率匹配工程运行工况要求。针对机电设备系统,监测实时运行负荷、核心部件运行温度、设备启停状态、自动控制系统运行参数等关键数据,配套完成数据异常阈值预设。通过全维度常态化动态监测,实时掌握工程本体及机电设备的真实运行状态,及时识别超出阈值的异常数据,提前定位潜在安全隐患,将传统事后被动处置模式转变为事前主动预防,从源头降低各类安全事故的发生概率。

##### 4.2 强化日常风险分级管控

结合水利工程全生命周期运行特性,对工程全链路各类安全风险开展系统性分级分类梳理,严格按照隐患危害程度、事故发生概率、影响覆盖范围三个核心维度划分明确风险等级,配套对应差异化管控标准,所有风险分级结果同步完成公示备案。对高风险结构部位、核心关键机电设备大幅加密人工巡检频次,升级专项养护作业标准,实施24小时重点监控、专项防护机制,同步建立风险动态更新台账;对常规低风险隐患按既定周期开展常态化维护管控,同步留存全流程运维记录,避免过度管控占用运维资源。通过标准化分级管控模式,将运维资源向核心安全风险领域倾斜,优化人力、物资等运维资源配置效率,全面提升安全管控的针对性和执行高效性,避免无差别管控导致的资源浪费,从机制层面杜绝风险管控工作流于形式的问题。

##### 4.3 完善运维台账精细化管理

建立完整、规范的水利工程全生命周期数字化运维台账,全面记录日常巡检全流程信息、机电设备专项养

护记录、定期隐患排查结果、结构缺陷修复过程、核心设备年度检修报告等各项运维工作内容,所有条目详细标注隐患精准位置、问题分类属性、对应整改技术措施、闭环完成核验情况、责任落实人员等核心信息,所有记录同步完成电子化归档留存,满足水利工程运维档案的法定归档要求。通过系统化精细化台账管理,实现工程运行状态、隐患全流程处置情况的完整溯源,便于运维管理人员定期统计分析安全问题发生的频次与分布规律,针对性优化后续运维巡检方案与隐患防控重点,持续提升水利工程运行阶段的安全管控标准化水平<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

综上,水利工程运行期安全风险诱因复杂、覆盖范围广、防控难度大,是工程运维管理的核心重难点工作。工程结构老化破损、机电设备故障频发、管理体系落实缺位、自然环境干扰影响四大类问题相互交织,是制约水利工程安全稳定运行的关键因素。本文通过分类梳理安全隐患、深挖问题根源,构建了集隐患处置、日常运维、风险防控于一体的全链条安全管控体系,形成了针对性强、可落地的运维管控方案。未来,需持续立足水利工程全生命周期管理理念,深化动态监测、分级管控、数字化台账的融合应用,持续优化运维流程、强化人员能力建设、压实安全管理责任,常态化排查化解各类安全隐患,全面提升水利工程运行安全保障能力,充分发挥水利工程的民生保障与社会服务效能。

#### 参考文献

- [1]蒋凤良,文森.中小型水利工程安全管理现存问题及改进措施研究[J].河北安全生产,2026,(4):94-96.
- [2]赵培剑.水利工程施工管理对后期生产运行的保障机制[J].水电建设(Neolith),2026,1(3):49-52.
- [3]刘国强.农田水利工程施工管理中常见的问题和对策[J].农村实用技术,2026,(1):49-50.
- [4]杨增经.智能化技术在水利工程运行管理中的应用[J].大众标准化,2026,(11):141-143.
- [5]王乐乐,赵江山,周龙凯.水利工程机电设备安装问题及维护措施分析[J].中国设备工程,2026,(3):51-53.