

水利水电工程风险评估与管理策略研究

罗玉岗

曲靖市麒麟区水务局 云南 曲靖 655000

摘要：水利水电项目建设耗时久、参与环节繁杂，各类风险会相互交织并不断演变，常规管理方式无法实现有效管控。结合项目从前期筹备、现场施工、运营使用到最终报废的完整流程，梳理风险来源并完成类别划分，搭建起包含环境、技术、管理、经济要素的评价指标框架。结合实际场景选用不同分析方式开展风险研判，同时结合实际工作提出事前防范、全程管控、应急处理、机制优化四类应对思路，可为水利水电项目风险分级治理与持续改进提供参考依据。

关键词：水利水电工程；风险评估；全生命周期；风险管理；动态管控

引言：水利水电工程的建设和运营深受水文、地质、气候等自然条件制约。外界环境变化与内部运行状态异动，会让各类风险不断发生变化。个别风险问题会顺着施工流程、管理环节逐步蔓延，多种风险交织后，现有管控手段很难发挥作用。现阶段相关风险管控工作大多只针对部分阶段，并未形成覆盖项目全流程的完整评价与协同管理模式。在各类不确定因素影响下，完成风险识别、评测与处置，是当下水利工程安全管理亟待解决的实际问题。

1 水利水电工程风险基础体系解析

1.1 水利水电工程风险的基本特征

水利水电工程建设与运维覆盖地域范围较广，施工及运营周期跨度较长，自然环境与工程建设条件的动态变化，让各类风险具备鲜明的不确定性。工程建设依托复杂的水文、地质与气象条件开展，外界环境的动态波动会持续影响工程推进状态，风险发生的概率与影响程度无法通过固定标准精准界定。工程整体建设规模偏大，涉及施工技术、设备调配、人力组织、生态保护等多个领域，单一领域的细微偏差会逐步扩散，引发多层级的连锁影响，体现出显著的传导性^[1]。工程建设及投产运行后产生的影响覆盖社会、生态、经济多个层面，风险造成的不良后果往往具备持续性，短期管控手段难以彻底消除各类隐患。各类风险因素相互交织叠加，单一风险的出现会诱发其他关联风险，风险整体表现出复杂的耦合性，大幅提升工程风险管控的整体难度。

1.2 水利水电工程风险的形成逻辑

水利水电工程风险的产生源于外部环境与工程内部系统的动态失衡。自然环境的动态变动是诱发工程风险的核心外部诱因，水文情势的波动、地质结构的不稳定以及气象条件的异常变化，都会打破工程建设与运行的

稳定状态。工程建设全过程中的技术落实偏差、资源配置不合理、管控流程不规范等内部问题，会进一步放大外界因素带来的负面作用。工程各施工阶段与运营环节具备紧密的关联属性，前期勘测设计的细微疏漏，会在后续施工、运维过程中逐步放大，形成持续性的风险隐患。各类内外影响因素持续交互作用，不断打破工程系统原本的平衡状态，逐步积累形成各类工程风险，最终对工程质量、建设进度和运行安全形成不良影响。

1.3 水利水电工程风险体系的构成维度

水利水电工程风险体系依托工程全生命周期形成多维度的结构化框架。环境维度主要涵盖水文、地质、气象等自然层面的不稳定因素，是工程风险体系的基础组成部分，持续影响工程建设与运行的整体状态。技术维度聚焦工程勘测、设计、施工、运维各环节的技术应用与落地状态，技术适配性不足或执行标准偏差都会催生对应风险。管理维度围绕工程建设的资源调度、流程管控、制度落实等管理行为展开，管理环节的疏漏会造成工程运行秩序紊乱，衍生各类安全与质量隐患。经济维度涉及工程投资、造价管控、资源损耗等经济相关内容，各类不稳定因素会引发工程建设成本波动与收益偏差。多维度内容相互支撑、相互关联，共同构成完整且立体的水利水电工程风险体系。

2 水利水电工程全周期风险分类与成因分析

2.1 工程筹备阶段风险及内在成因

工程筹备阶段是项目落地的初始环节，各类潜在风险多源于前期调研与规划工作的不完善。场地水文地质勘测工作深度不足，数据采集覆盖范围有限，会造成基础建设参数与实际场地条件存在偏差，为后续项目推进埋下隐患。规划编制工作未能结合区域生态条件与建设需求统筹考量，建设方案适配性不足，难以适配复杂的

工程建设场景^[2]。投资测算与资源统筹工作缺乏精细化把控,市场行情研判不够深入,容易出现资源调配规划不合理、资金统筹不精准的问题。前期合规审批与统筹规划的疏漏,会造成项目建设基础支撑条件薄弱,制约工程后续建设推进的稳定性与规范性。

2.2 工程施工阶段风险及内在成因

工程施工阶段风险具备高发多发的特性,风险隐患集中于技术落地、现场管控与环境适配层面。施工技术方案未结合现场动态工况优化调整,技术执行标准落实不到位,会引发工程结构施工质量不达标等问题。现场施工管控体系执行力度不足,施工工序把控不够严谨,设备运维与人员作业管控不够规范,会提升现场施工隐患出现的概率。施工场地多处于复杂自然环境之中,水文气象与地质条件的动态变化,会干扰施工工序正常推进,弱化施工管控措施的落地效果,衍生多重施工安全与质量风险。

2.3 工程运维阶段风险及内在成因

工程运维阶段的风险主要来源于设施老化、运维管控疏漏与环境长期侵蚀。水利水电设施长期处于自然环境之中,水流冲刷、温度变化与地质形变会持续损耗工程结构性能,逐步降低设施运行稳定性。常态化运维巡检工作落实不到位,隐患排查存在盲区,细微设施损耗无法得到及时修复,会造成隐患持续累积扩张。运维管理制度执行不够细致,设施养护、设备调试等核心工作标准落地不严,会降低工程整体运维质量,影响工程长期安全稳定运行。

2.4 工程退役阶段风险及内在成因

工程退役阶段风险围绕设施拆除、场地治理与生态修复等工作产生。长期服役的工程结构存在性能老化、结构破损等问题,拆除作业过程中极易出现结构失稳的状况,提升作业安全隐患。退役处置方案未结合工程老化状态与场地环境制定,拆除流程与处置工艺适配性不足,会造成场地残留废弃物处理不彻底。工程长期运行会改变区域原有生态格局,退役后场地生态修复规划不完善、治理措施落实不到位,会造成区域生态环境无法恢复至稳定状态,产生持续性的生态隐患。

3 水利水电工程风险评估体系构建

3.1 风险评估的基本原则与适配思路

水利水电工程风险评估工作需要依托科学的准则开展整体布局,保障评估内容贴合工程全周期建设与运行实际状态。评估工作需坚守客观真实的核心准则,依托工程实际工况与环境条件开展研判,杜绝主观臆断对评估结果造成干扰。全过程覆盖准则需要贯穿评估工作全

程,兼顾工程不同阶段的隐性隐患与显性问题,实现风险全方位摸排^[3]。动态适配准则要求评估工作跟随工程建设进度与环境变化持续调整,适配不同施工阶段与运维周期的风险特征。整体评估思路以工程全生命周期运行规律为核心,结合场地环境与管控条件完成分层研判,结合工程建设标准与安全规范完成风险量化与质性研判,保障评估结果具备较强的实用性与指导性。

3.2 风险评估指标的筛选与搭建

风险评估指标的选取与架构搭建是完善评估体系的核心基础,需要依托工程风险的多维构成特征完成筛选工作。指标筛选遵循科学性与针对性的核心标准,围绕环境变化、技术实施、管理运营、经济调控等核心层面选取核心要素。筛选过程剔除无效、重叠的评估要素,保留能够真实反映工程安全状态、隐患程度的核心指标。指标体系搭建按照分层架构模式推进,从基础环境指标、技术实施指标、管理管控指标到经济稳定指标完成逐层布设。各层级指标相互独立又彼此关联,形成覆盖工程全流程的立体化评估架构,为后续风险量化研判提供完整的数据支撑。

3.3 多维度风险评估方法的适配应用

水利水电工程风险类型繁杂、成因多元,仅依靠单一评估模式难以精准判定风险等级与实际危害。结合工程实际风险特征选用适配的评估技术,能够有效提升风险研判的专业精度。定量评估以现场实测数据和工程核心参数为基础,通过数理分析完成风险量化判定,直观界定各类风险的影响强度与变化区间。定性评估侧重处理无法量化的隐性工程风险,依托专业经验完成综合研判,弥补纯定量分析的应用短板。融合两种评估模式的优势开展组合式评估,可依据工程各阶段风险差异灵活调整研判方式,全面提升风险评估的完整性与准确性。

3.4 风险等级的层级划分标准

风险等级划分是落实风险分级管控的重要依据,划分标准需要结合风险影响范围、危害程度与发生概率综合设定。层级划分工作依托水利工程安全管控规范开展,结合隐患对工程结构、施工进度、运行状态的影响程度完成层级界定。低层级风险对应影响范围小、可控性强、不会干扰工程正常推进的隐患问题。中层级风险对应具备一定扩散性、需要专项管控干预的隐患问题^[4]。高层级风险对应破坏力强、波及范围广、极易引发重大安全问题的隐患问题。标准化的层级划分能够精准区分各类风险的管控优先级,为工程风险治理提供清晰的执行依据。

4 水利水电工程全周期风险管理优化策略

4.1 风险前置防控的常态化管理策略

风险前置防控能够从源头削减工程各类隐患,是提升水利水电工程安全管控水平的核心手段。项目建设前期需深化场地勘测与工况调研工作,细化水文地质与环境条件的调研深度,积累充足的基础数据支撑风险预判工作开展。管控团队需要建立常态化的隐患摸排机制,将风险筛查工作融入项目筹备与前期规划的各项流程。针对工程不同建设环节的潜在隐患制定针对性的预防方案,细化管控流程与作业规范,从源头约束不规范作业行为。依托行业现行安全标准搭建前置管控制度,细化各岗位的防控职责,推动风险预判与预防工作形成固定工作模式,减少未知隐患滋生的可能性。

4.2 过程风险动态管控的实施策略

工程全流程推进过程中各类风险处于持续变化状态,静态管控模式难以适配复杂的工程运行场景。动态管控工作需要依托实时监测技术搭建全过程管控体系,对施工工况、结构状态、环境参数开展持续性数据采集与分析。结合工程建设进度更新风险数据库,及时识别全新出现的隐患因素,调整对应的管控措施。优化现场管控流程,推动隐患排查、问题整改、状态复核形成闭环工作流程,保证各类风险隐患可以及时处置。结合不同施工环节的作业特点调整管控力度,强化关键工序与薄弱环节的管控强度,持续稳定工程建设与运行状态。

4.3 突发风险的应急处置应对策略

水利水电工程极易受自然环境与工况变动影响产生突发风险,高效的应急处置机制可以有效降低风险损失。工程运营与施工单位需要结合工程场地特征与风险类型编制完善的应急处置预案,细化不同突发状况的处置流程与作业规范。定期组织应急演练与技能培训,提升工作人员对突发风险的处置能力,强化现场应急作业的规范性。配齐配足各类应急物资与专业设备,做好常态化养护与更新工作,保障突发状况出现时可以快速投入使用。搭建

高效的信息传递机制,打通各部门联动渠道,提升突发风险处置的响应速度与协同效率。

4.4 长效风险管理体系的完善策略

稳定完善的长效管理体系是保障水利水电工程长期安全运行的重要支撑。行业单位需要持续优化风险管控制度体系,结合工程建设技术更新与行业规范升级完善管控条款,适配新时代工程管控需求。强化技术赋能作用,引入智能化监测与数据分析技术,提升风险识别、研判与处置的精细化水平^[5]。健全人员考核与岗位管理制度,明确各岗位风险管理职责,推动各项管控工作落地落实。

结束语

水利水电工程风险管控是一项贯穿全生命周期的系统性工作,各阶段风险特征与传导机制存在显著差异,单一策略难以覆盖全部管理需求。从筹备期的前置防控到施工期的动态跟踪,从运维期的常态化排查到退役期的生态修复,风险治理需要依托多维度评估体系与分层管控策略协同推进。随着工程技术的迭代与管理经验的积累,风险识别精度与管控效率将持续提升,推动水利水电工程安全运行水平迈上新台阶,保障工程效益稳定发挥、助力水利事业高质量发展。

参考文献

- [1]王中海.水利水电工程安全风险评估与管理研究[J].现代工程科技,2024,3(4):125-128.
- [2]刘平华.水利工程建设与管理的风险评估与应对策略[J].湖南水利水电,2025(6):98-101.
- [3]张帅.水利水电工程施工安全管理研究[J].水上安全,2025(7):157-159.
- [4]蔡清发.水利水电设备工程安全管理措施探讨[J].中国设备工程,2025(24):48-50.
- [5]桑亚雄.城市水利水电工程施工中的风险评估与应对措施[J].科技与创新,2025(16):168-171.