

# 水利工程施工中的风险管理与优化决策

郑春妍

乌兰浩特市水利局 内蒙古 乌兰浩特 137400

**摘要：**水利工程施工场景开放、高危工序集中，传统依赖人工经验的碎片化风险管理模式，已难以适配新时期工程建设的安全管控要求。本文系统梳理了水利工程施工风险的复杂性、随机性、传导性核心特征，从自然环境、施工技术、资源与现场管理三个维度拆解风险成因，构建包含全周期风险识别、科学化分级评估、精细化分类管控、动态化优化决策四大模块的闭环管理体系。研究表明，该体系可有效消除传统模式下的风险识别盲区，精准区分管控优先级，实现风险从被动处置向前置防控的转变，为水利工程施工领域降低安全事故发生率、减少不必要施工损失、提升项目综合管控效益提供可落地的实操框架，对推动行业施工管理向标准化、精细化升级具有明确实践参考价值。

**关键词：**水利工程；施工；风险管理；优化决策

引言：水利工程是支撑流域防洪安全、水资源调配、民生供水保障的核心基础性工程，其施工过程长期是工程建设领域安全风险管控的重点场景。近年来国内水利工程建设规模持续扩大，极端天气等不可控外部因素频发，传统静态粗放的风险管理模式逐渐暴露出风险识别不全面、分级判定不精准、管控措施适配性不足等突出短板，部分项目因风险管控缺位引发的工期延误、质量缺陷、安全事故等问题，造成了不必要的经济损失与社会影响。在此背景下，系统性梳理水利工程施工全流程的核心风险及形成机理，构建全链条闭环式的风险管理与优化决策体系，对补齐水利工程施工安全管控短板、保障项目稳定高效推进、夯实水利基础设施建设的安全基础具有重要的现实意义。

## 1 水利工程施工风险概述

水利工程施工风险是指在工程从进场筹备到竣工验收的全施工周期内，各类内外部不确定因素共同作用，导致工程施工实际结果偏离预设质量、进度、成本、安全等管控目标，进而引发不同程度经济损失、工期延误或安全事故的可能性。这类风险的核心特征集中体现在三个维度，（1）复杂性，水利工程普遍涉及多专业多工序交叉叠加作业，外部自然环境变量与内部人为施工管控因素深度交织，风险诱因覆盖地质、水文、技术、管理等数十个细分领域，难以通过单一维度排查实现全面覆盖。（2）随机性，流域性水文气象突变、地下未探明地质结构偏差、突发极端天气等不可控外部因素，使得多数风险的具体发生时间、实际影响范围、破坏强度均存在较强的随机属性，无法完全依靠过往施工经验实现精准预判。（3）传导性，施工某一工序环节的风险隐患若未在第一时间完成识别处置，会沿着施工工序链条快

速传导至后续所有关联工序，持续扩大风险的影响层级与损失规模，甚至引发系统性的施工安全事故。依据核心成因属性，可将当前水利工程施工领域的核心风险划分为自然环境风险、施工技术风险、资源管理风险、现场作业风险四大类，不同类别风险并非独立存在，而是相互关联、相互叠加影响，最终共同决定了水利工程施工项目的整体风险等级<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程施工主要风险及成因分析

### 2.1 自然环境风险

自然环境风险是水利工程施工中最基础、最不可控的风险类型，也是影响施工稳定性的核心因素。水利工程施工场地多位于户外水域、河谷、山区等区域，施工过程直接受水文、地质、气象条件制约。水文条件方面，河道水位波动、水流速度变化、汛期水量激增等情况，会直接干扰水下施工、围堰施工等核心作业，造成施工中断、作业面损毁等问题；地质条件方面，施工区域土层松软、地基承载力不足、地下暗河、岩层破碎等地质缺陷，会导致土方坍塌、地基沉降、结构变形等施工隐患；气象条件方面，暴雨、大风、高温、严寒等极端天气，会影响施工设备运行性能、施工人员作业状态，同时破坏混凝土浇筑、土方填筑等工序的施工质量，引发工程质量隐患。此类风险的核心成因在于自然环境的不可预判性，且施工前期环境勘测数据存在细微偏差，无法完全匹配现场实时工况<sup>[2]</sup>。

### 2.2 施工技术风险

施工技术风险源于施工工艺、技术方案、操作管控等技术层面的不确定性，是影响工程施工质量的关键风险。水利工程各工序施工技术专业性强、标准要求高，不同水工结构、施工场景对应的技术方案存在显著差

异。在技术方案设计阶段,若未结合施工现场地形、结构特点优化施工工艺,沿用通用化施工方案,会导致技术方案适配性不足,无法满足施工实际需求;在技术落地阶段,复杂工序的技术交底不细致、施工技术参数把控不精准,极易出现混凝土配比失衡、浇筑振捣不密实、防渗结构施工不规范、边坡支护参数偏差等技术问题;同时,部分新型施工技术、施工工艺应用过程中,施工人员技术掌握不熟练、技术适配调试不到位,也会引发施工技术偏差,造成质量缺陷、工序返工等风险。此类风险具有较强的专业性,隐患隐蔽性强,多数问题需在工序完工后才能显现,整改难度较大。

### 2.3 施工资源与现场管理风险

施工资源与现场管理风险属于人为管控类风险,是水利工程施工中最易频发的风险类型,主要包含人员、设备、物料、现场统筹四个维度。人员层面,施工人员专业素养参差不齐、安全管控意识薄弱、作业操作不规范,管理人员统筹调度能力不足、现场巡查管控不到位,都会导致违规作业、工序衔接混乱等问题;设备层面,水利施工大型机械设备种类多、作业强度高,设备日常检修维护不到位、设备选型与施工工况不匹配、设备操作不规范,易引发设备故障、作业停滞甚至设备安全隐患;物料层面,砂石、水泥、钢材等施工原材料质量把控不严、物料存储不当、物料配比使用不规范,会直接降低工程结构稳定性;现场管理层面,施工工序规划不合理、各施工班组协同衔接不畅、现场分区管控混乱,会造成施工进度滞后、资源浪费、现场作业冲突等问题,大幅提升施工整体风险<sup>[3]</sup>。

## 3 水利工程施工风险管理与优化决策策略

### 3.1 建立全周期风险识别机制

风险识别是整个水利工程风险管理体系的基础核心环节,需全面覆盖水利工程施工筹备、现场实施、竣工验收移交的全生命周期,实现所有潜在风险的前置预判、无遗漏摸排,从源头消除风险识别盲区。(1)施工筹备阶段,重点组织第三方专业勘测单位完成施工现场全域地质水文环境专项勘测,联合技术管理部门完成施工组织设计、专项施工方案的合规性核查,同步完成进场生产资源配置合理性核验,全维度梳理区域不良地质分布、汛期水文波动区间、专项技术方案漏洞、进场设备物料性能缺陷、特种作业人员资质不符等细分维度的潜在风险点,形成项目首版初始风险管控清单。(2)施工实施阶段,针对深基坑土方开挖、汛期围堰填筑、大体积水工混凝土浇筑、深水水下作业等高危关键工序,建立覆盖班组日检、项目部周检的双层动态化风险排查

机制,实时捕捉工序推进过程中新出现的衍生风险、常规人工排查难以发现的隐蔽性风险,动态更新补充全量风险清单,避免风险遗漏。(3)工序收尾阶段,聚焦分项工程质量验收、水工结构专项养护、临建设施拆除与施工场地清理等核心环节,重点排查隐蔽部位质量遗留隐患、水工结构长期稳定性风险等易被忽略的问题。

(4)结合水利施工风险的传导性、复杂性特征,采用分级分类精细化排查方式,严格区分常规风险与特殊风险、显性风险与隐性风险,逐一明确各类风险的具体发生场景、核心诱发因素、典型表现形式,为后续的风险等级评估与精准管控提供完整的精准依据<sup>[4]</sup>。

### 3.2 实施科学化风险分级评估

在完成全流程全面风险识别的基础上,需通过标准化、可量化的评估方法完成所有风险点的等级判定,精准区分不同风险的轻重缓急程度,为后续差异化精准管控提供明确依据。(1)结合水利工程施工风险的实际特征,选取风险发生概率、影响覆盖范围、可能造成的损失程度三个核心维度作为评估指标,构建三维度量化风险评估体系,将所有识别出的施工风险统一划分为高、中、低三个明确等级。(2)其中高等级风险定义为发生概率高、影响覆盖范围广、可能造成的人员与经济损失程度大的核心风险,典型包含深基坑坍塌、汛期围堰损毁、主体水工结构重大施工质量缺陷等,必须列为项目级重点管控风险,纳入每日调度管控清单。(3)中等级风险定义为偶发、仅造成局部影响、可通过常规作业流程完成整改的风险,典型包含局部工序进度滞后、通用施工设备小型故障、非核心部位施工精度偏差等,由对应作业班组完成常态化管控。(4)低等级风险定义为发生概率极低、影响范围极小、整改难度极低的轻微风险,典型包含少量非关键物料损耗、不影响整体质量的轻微作业偏差等,由现场安全员完成日常巡检管控即可。通过这套量化评估流程精准定位核心风险与次要风险,明确不同风险的管控优先级,避免无差别盲目管控造成的管理资源浪费,全面提升整个风险管理体系的针对性与运行有效性。

### 3.3 构建精细化风险管控体系

针对不同等级、不同类别的水利工程施工风险,制定差异化、精细化的专项管控措施,全面实现风险前置防控、全周期动态管控。(1)针对自然环境类风险,结合前期全域勘测获取的地质水文数据与布设的实时环境监测终端回传数据,动态优化施工进度计划,主动规避极端强降雨、流域水位异常波动时段的深基坑、围堰等高危作业,提前完成高陡边坡加固、施工场地排水系统

布设、露天设备防雨抗风防护等前置防护措施,最大限度降低不可控自然因素对施工正常推进的干扰。(2)针对施工技术类风险,强化专项技术方案多级审核与现场落地全流程管控,施工前结合现场实际工况优化专项施工工艺,细化各工序的技术参数控制标准,面向所有参与作业的人员完成全覆盖技术交底,施工过程中安排持证专业技术人员全程旁站监督,第一时间纠正不规范的技术操作偏差,工序完工后组织开展专项质量核验,彻底杜绝技术类隐患遗留进入后续工序。(3)针对现场管理与资源类风险,完善施工现场全维度管控机制,规范一线人员标准化作业流程、施工设备定期运维制度、进场物料验收存储标准,动态优化施工资源配置与各工序衔接流程,加强现场常态化巡回检查,及时整改违规作业、管理漏洞等问题,从源头降低人为管控疏漏引发的各类施工风险。

### 3.4 落实动态化优化决策机制

水利工程施工现场的实际工况始终处于动态变化状态,已识别风险的类型、等级会随施工进度推进、外部环境变量变动持续发生调整,静态固化的管理模式无法适配全周期施工需求,必须建立全流程动态优化决策机制,保障风险管理体系始终适配施工全过程的实际工况。(1)搭建覆盖全作业面的施工风险动态监测机制,依托布设的各类感知终端与现场巡检体系,实时跟踪施工现场水文地质条件、各工序推进状态、人员设备物料的运行情况,按周动态更新风险清单与对应风险等级,第一时间识别新出现的衍生风险、原有等级升级的隐患风险,快速针对性调整对应管控方案,避免风险脱离管控范围。(2)建立管控效果复盘优化机制,结合不同阶段的实际施工损耗、风险处置完成情况持续迭代优化决策方案,针对落地后管控效果不佳、与现场工况适配性不足的管控措施,及时回溯分析问题根源,针对性优化专项施工工艺、生产资源配置逻辑、现场精细化管理模

式,补齐原有管控体系的短板。(3)配套建立突发风险应急决策机制,针对基坑失稳、围堰险情等突发类施工风险,提前制定分级标准化处置流程,明确不同险情下的资源调度权限,快速统筹调配应急人力、抢险设备、备用物料资源,高效完成突发风险处置,最大限度压缩风险影响范围、降低事故损失。通过全周期持续动态优化,实现风险管理体系与实时施工进度、现场工况的精准适配,全面提升项目整体施工管控水平与综合效益<sup>[5]</sup>。

### 结束语

水利工程施工风险管理是覆盖从进场筹备到竣工验收全流程的系统性工作,并非单一环节的局部管控调整,而是识别、评估、管控、决策全链条的体系化迭代升级。本文构建的全周期风险管理与优化决策体系,打破了传统静态管理模式的局限,实现了风险全周期动态适配,可有效降低各类施工风险的发生概率与影响损失。未来随着物联网、大数据等数字化技术在水利施工领域的深度应用,这套风险管理体系将进一步向智能化、精准化方向升级,在保障水利工程施工安全稳定推进的同时,持续提升项目的质量、进度、成本综合管控效益,为新时期水利基础设施高质量建设提供坚实的安全支撑。

### 参考文献

- [1]张鑫伟,朱佳辉,宋强.水利工程施工中的风险管理与优化决策[J].科学技术创新,2026,(1):174-177.
- [2]仇明明.水利工程施工中的风险管理与优化决策[J].中国建筑,2026,9(1):173-175.
- [3]曹修森.BIM技术在水利工程施工进度管理中的应用研究[J].水上安全,2026,(1):145-147.
- [4]王福魁,张伟.水利工程施工管理中的安全风险识别与控制对策分析[J].水上安全,2026,(4):151-153.
- [5]张本磊,颜世兵.探讨水利工程施工技术在现代水利工程中的应用与优化[J].中国地名,2026,(2):0109-0111.