

水利工程项目闸站施工风险管理研究

汤建国 王绍兵 张振光

江苏云诚水利建设工程有限公司 江苏 南通 226000

摘要: 本文围绕水利工程项目闸站施工风险管理展开研究,先分析闸站施工风险的复杂性、不确定性与危害性等核心特征,按来源与影响领域进行分类,再构建风险识别方法体系,涵盖核心原则、常用方法与清单构建逻辑,接着阐述风险评估的指标设计、方法适配与实施流程,最后提出风险应对的核心原则、不同等级风险策略及关键环节应对重点。为闸站施工风险管控提供系统方法,助力提升工程安全与效益。

关键词: 水利工程; 闸站施工; 风险管理; 风险识别; 风险应对

引言: 闸站是水利工程的关键设施,承担防洪排涝、水资源调控等重要功能,其施工质量与安全直接关系工程整体效益。闸站施工涉及多专业、受自然环境影响大,易面临地质、气象、技术等多类风险,若管控不当可能引发安全事故、延误工期。在水利工程建设中,闸站施工风险管理是保障工程顺利推进的核心环节,研究其风险管理方法,对提升施工安全性、控制工程成本、确保工程质量具有重要意义,能为水利闸站建设提供有力支撑。

1 水利闸站施工风险的基础特征与分类

1.1 闸站施工风险的核心特征

闸站施工风险具有显著的复杂性,施工过程需整合土建、机电安装、水文调度等多个专业领域技术,不同专业的风险因素相互关联且易形成叠加效应,例如土建施工中的地基处理问题可能影响后续机电设备安装精度,进而引发连锁风险,增加风险管控难度^[1]。不确定性是闸站施工风险的另一核心特征,施工受气象、水文、地质等自然因素动态影响,暴雨、洪水等极端天气可能突然改变施工环境,地下水位波动或地质结构变化也可能超出前期勘察预期,导致风险发生的时间、范围与影响程度难以通过前期规划精准预判。危害性体现在风险事件可能引发的多重后果,轻微风险会导致施工工序中断、设备局部损坏,增加额外修复成本;严重风险则可能造成人员伤亡,甚至破坏流域内水文平衡,引发区域性安全事故,且事故后的修复工作往往需要较长周期,对工程整体进度与周边环境造成长期影响。

1.2 闸站施工风险的分类维度

按风险来源可将闸站施工风险划分为多类,自然环境风险包含暴雨、洪水、地震、滑坡等自然灾害,这类风险直接威胁施工场地安全与工程结构稳定性;施工技术风险涉及复杂工艺适配难题、设备选型与施工需求不匹配、施工精度未达设计标准等问题,易导致工程质量

隐患;管理运营风险源于人员操作不规范、进度管控流程疏漏、资源调配效率低下等管理层面问题,可能引发工期延误;外部关联风险涵盖周边环境变化对施工的制约、第三方工程活动干扰、建筑材料供应价格波动或交付延迟等外部因素,影响施工连续性。按风险影响领域分类可明确风险作用范围,安全风险主要影响施工人员人身安全与工程结构安全;进度风险直接导致施工计划偏离,延长整体工期;成本风险造成资金投入超出预算,增加工程经济压力;质量风险则影响工程最终使用性能与耐久性,各类风险既相互独立又可能相互转化,需针对性制定管控措施。

2 水利闸站施工风险识别方法体系

2.1 风险识别的核心原则

风险识别需严格遵循全面性原则,覆盖闸站施工全流程,从前期准备阶段的勘察设计、方案制定,到基础施工阶段的基坑开挖、地基处理,再到主体结构建设、机电设备安装,直至后期调试运行,每个关键环节都需纳入识别范围,避免因环节遗漏导致风险管控盲区^[2]。系统性原则要求将各类风险因素纳入整体分析框架,不能孤立看待单一风险,需考量不同风险间的关联关系,例如地质风险可能影响施工技术选择,进而引发进度风险,通过系统性分析确保识别结果全面且无片面性。动态性原则强调风险识别需伴随施工全程,结合施工进度推进与外部环境变化持续更新风险清单,施工前期识别的地质风险可能随开挖深度增加出现新特征,极端天气季节需重点关注气象风险变化,通过动态调整确保风险识别与施工实际阶段特征匹配。

2.2 常用风险识别方法应用

文献分析法通过梳理同类闸站工程施工风险的相关研究文献、行业报告与工程总结,提炼过往项目中反复出现的共性风险因素,同时参考不同地域、不同规模闸

站的风险特征差异,为当前项目提供基础风险识别依据。现场调研法需组织专业团队实地勘察施工场地,观察地形地貌、周边水文环境与现有基础设施情况,同时访谈技术人员了解工艺难点、管理人员掌握流程漏洞、作业人员反馈实操隐患,通过多维度沟通获取一手风险信息。德尔非法针对隐蔽性强、专业性高的风险,组织水利工程、施工管理、风险管理等领域专家开展多轮匿名咨询,首轮收集专家独立识别的风险,后续轮次结合专家意见汇总进行补充与修正,最终形成共识性风险识别结果。工作分解结构法将闸站施工整体任务按层级拆解为具体子任务,如将“闸门安装”分解为设备运输、基础定位、部件组装等子项,对应每个子任务分析可能面临的技术、管理、环境风险,确保识别颗粒度与施工实际操作环节精准匹配。

2.3 风险清单构建逻辑

风险清单需明确核心要素,风险名称需简洁准确反映风险本质,风险描述需详细说明风险表现形式与触发条件,风险发生环节需精准对应施工具体阶段或工序,潜在影响对象需清晰界定风险可能波及的安全、质量、进度、成本领域。清单模块按施工阶段划分,施工准备阶段风险清单聚焦勘察误差、方案缺陷等风险,基坑开挖阶段重点纳入边坡失稳、涌水等风险,闸门安装阶段突出设备损伤、精度偏差等风险,通过阶段化分类让风险管控更具针对性。风险清单需建立动态更新机制,每月结合施工进度与风险监测结果开展清单复核,当发现新的风险因素或原有风险特征变化时,及时补充风险信息、调整风险描述,确保清单始终保持时效性与实用性,为后续风险评估与应对提供可靠依据。

3 水利闸站施工风险评估方法与流程

3.1 风险评估的核心指标设计

风险可能性评估指标需综合考量多方面因素,施工环境稳定性方面关注地质结构变化频率、气象条件波动情况,技术成熟度方面分析所用施工工艺的应用案例数量、适配闸站类型的匹配度,管理措施完备性方面检查安全管控流程的覆盖范围、人员培训的达标情况,通过多维度因素叠加判断风险发生的概率水平^[3]。风险影响程度评估指标从四个关键维度设计,安全危害维度衡量风险对施工人员人身安全、工程结构安全的威胁程度,进度延误维度测算风险可能导致的工序停滞时长、整体工期延长幅度,成本超支维度评估风险引发的额外资金投入规模,质量缺陷维度判断风险对工程使用性能、耐久性的破坏程度,通过多维度分析量化风险事件造成的后果严重程度。风险等级划分标准需结合可能性与影响程

度制定,高等级风险对应高可能性且高影响程度,这类风险需优先开展管控;中等级风险为中可能性或中影响程度,需制定专项管控方案;低等级风险为低可能性且低影响程度,按常规管理流程监控,明确不同等级风险的管控优先级,为后续应对措施制定提供依据。

3.2 常用风险评估方法适配

定性评估方法中的风险矩阵法,通过构建横向为可能性、纵向为影响程度的矩阵表格,将风险对应填入矩阵单元格,依据预设标准判定风险等级,该方法操作简便且无需复杂数据支撑,适用于施工前期风险数据不足、风险关系较难量化的场景。半定量评估方法中的层次分析法,将闸站施工风险体系按目标层、准则层、因素层拆解为不同层级,组织专家对各层级风险因素的重要性进行打分,通过计算确定各风险因素的权重,再结合风险发生可能性与影响程度评分,得出风险综合值,适用于需区分风险因素重要性的评估场景。定量评估方法中的蒙特卡洛模拟法,需先确定各风险因素的概率分布类型与参数,通过计算机程序进行多次随机模拟,计算风险事件发生的概率及影响范围的统计结果,该方法对数据积累要求较高,适用于施工数据充足、风险因素间关系明确的成熟阶段评估。

3.3 风险评估实施流程

前期准备阶段需全面收集基础资料,包括闸站施工图纸、地质勘察报告、施工组织设计方案等技术文件,同时组建由水利工程、施工管理、风险管理、安全工程等专业人员构成的评估团队,明确团队成员职责与分工,为评估工作开展奠定基础。风险分析阶段需以风险清单为基础,结合施工实际情况选择适配的评估方法,对清单中的每一项风险逐一分析,先判断风险发生的可能性,再评估风险造成的影响程度,最后结合等级划分标准确定风险等级,确保分析过程全面且无遗漏。结果输出阶段需形成规范的风险评估报告,报告中需详细说明各风险的等级判定结果,重点阐述高等级风险的具体表现、关键影响因素及可能引发的连锁后果,同时提出初步的风险管控方向建议,为后续风险应对措施制定提供靶向依据。

4 水利闸站施工风险应对策略制定

4.1 风险应对的核心原则

风险应对需严格遵循针对性原则,针对不同等级、不同类型的风险制定适配措施,例如自然环境风险需侧重环境监测与防护,技术风险需聚焦工艺优化与技术支撑,避免采用统一模式导致应对效果不足。可行性原则要求结合施工实际条件规划措施,施工资源方面需考量

设备配备、人员数量与材料储备情况,技术能力方面需匹配现有团队的操作水平与技术储备,时间节点方面需确保应对措施不与关键工期冲突,通过多维度适配确保措施可落地执行^[4]。经济性原则强调在保障管控效果的前提下控制成本,例如选择防护设备时优先考虑性价比高的方案,制定冗余措施时避免过度投入,平衡风险管控需求与工程整体效益。协同性原则需统筹各参与方职责,建设单位负责协调资源与监督进度,施工单位承担现场措施执行与风险监测责任,监理单位负责核查措施落实情况,通过明确分工与定期沟通形成风险应对合力。

4.2 不同等级风险的应对策略

高等级风险应对以消除或大幅降低风险为目标,优先采用风险规避策略,如施工方案中存在高风险工序时,重新设计施工路径避开风险区域,或调整施工时序避开暴雨、汛期等不利时段;若风险无法完全规避,则采用风险降低策略,强化技术措施如升级防护设备、优化工艺参数,同时增加管控资源如增设监测点位、延长巡查时间,通过双重保障降低风险发生概率与影响程度。中等级风险应对聚焦风险控制,通过完善监控措施如增加监测频率、采用实时数据传输设备,确保风险变化可及时察觉;制定应急预案明确风险发生后的响应流程、责任人员与处置步骤,提前储备应急物资;加强人员培训提升应对技能,定期组织模拟演练,将风险持续控制在可接受范围。低等级风险应对结合实际情况选择策略,对影响范围小、损失可控的风险采用风险自留,预留少量应急资金与时间应对可能发生的轻微损失;对存在潜在责任纠纷的风险采用风险转移,通过购买工程保险将经济损失风险转移给保险公司,或签订分包合同明确专业分包单位的风险责任,减少自身风险承担。

4.3 关键施工环节风险应对重点

基坑开挖环节需重点应对边坡失稳、管涌、渗水风险,边坡失稳应对采取边坡支护措施,根据地质情况选择土钉墙、排桩或锚杆支护方式,同时控制开挖速度避

免边坡受力突变;管涌与渗水风险应对需设置降水井或排水盲沟,降低地下水位,在基坑周边铺设防渗膜阻断渗水通道,同时加强基坑变形与水位监测,发现异常及时调整措施。混凝土浇筑环节针对裂缝、强度不足风险,优化配合比设计通过调整水泥品种、添加外加剂改善混凝土性能,控制浇筑温度采用分层浇筑、预埋冷却水管等方式,避免温差过大产生裂缝;加强养护管理严格控制养护时间与湿度,采用覆盖保湿材料、定时洒水等措施,确保混凝土强度正常增长。闸门与启闭设备安装环节防范设备损坏、安装精度不足风险,设备进场时严格执行验收标准,检查外观完整性、部件型号与技术参数符合性;规范安装流程按照设计图纸确定安装基准,使用专业测量设备控制安装偏差;加强调试检测通过空载试运行、负载测试检验设备运行状态,确保设备功能正常与安装精度达标。

结束语

水利闸站施工风险管理贯穿工程全流程,涉及风险识别、评估与应对等多个环节。通过明确风险基础特征与分类,构建科学的风险识别方法体系,设计合理的风险评估指标与流程,制定针对性的风险应对策略,可有效降低施工风险。未来,需持续优化风险管理方法,结合新技术与新经验,提升水利闸站施工风险管理水平,保障工程安全与质量。

参考文献

- [1]张鹏,郑科,吴逸.水闸维护项目安全生产管理评价体系及风险控制研究[J].中华建设,2023(3):50-52.
- [2]徐莹.台议水利建筑工程中的水闸施工及其管理要点[J].居业,2021(1):169-170.
- [3]谢运黎.水利建设中泵站水闸的施工技术及质量管理分析[J].建筑与装饰,2021(14):163-164.
- [4]姜永文.水利水电工程中水闸施工技术与管理探讨[J].城镇建设,2021(11):169.