

水利工程施工中的风险管理与应对策略

曾文倩

山东中泽工程集团有限公司 山东 菏泽 274000

摘要：水利工程作为国民经济的重要基础设施，施工环境复杂、技术要求高、参建主体多，面临诸多风险挑战。本文系统分析了水利工程施工作业的特性与风险特征。阐述了风险管理的核心内容，包括风险识别、评估、应对与监控，构建了涵盖组织层、技术层和执行层的风险管理框架，遵循系统性、动态性和实用性原则。深入剖析自然环境、技术质量、管理安全、经济社会四类关键风险的成因，并针对性提出具体应对策略，如监测预警体系建设、施工方案优化、人员培训机制完善、合同条款规范等。研究旨在为水利工程施工风险管理提供理论支撑和实践指导，提升工程施工的安全性与经济性。

关键词：水利工程施工；风险管理；应对策略

引言：水利工程其施工作业具有环境适应性要求高、技术集成度高、组织管理复杂等特性，风险呈现多源性、高危害性、滞后性等特征。近年来，随着工程规模扩大和建设难度增加，风险管理愈发重要。本文基于水利工程施工实际，结合风险管理理论，探讨施工作业特性与风险特征，构建风险管理内容与框架，分析关键风险成因并提出应对策略，对保障工程顺利实施、降低事故损失具有重要现实意义。

1 水利工程施工作业特性与风险特征

1.1 水利工程施工作业的特性

水利工程施工作业的特性如下：（1）复杂性和特殊性。先体现在环境适应性要求高。工程多位于江河湖海沿岸或山区峡谷地带，施工区域地形地貌复杂，常面临高水位、强水流、复杂地质等自然条件。施工过程中需应对季节性洪水、暴雨、冰冻等气象灾害，对施工进度和安全管理构成严峻考验。水利工程多涉及水下作业、基坑开挖等特殊环节，对施工设备的防水、防腐性能及作业人员的专业技能提出严苛要求。技术集成度与专业性是另一突出特性。水利工程涵盖坝体浇筑、隧洞开挖、闸门安装等多项关键技术，需整合土木工程、水文地质、机械工程等多学科专业知识。施工过程中需精准控制混凝土温控防裂、高边坡稳定等技术难点，任何环节的技术偏差都可能引发质量隐患。（2）组织管理的复杂性。水利工程多为大型综合性项目，涉及建设单位、施工企业、监理机构等多方主体，参建人员众多且专业构成复杂。施工环节交叉作业频繁，需协调好导流、截流与主体工程施工的衔接，同时兼顾生态保护、移民安置等配套工作，组织协调难度极大。

1.2 水利工程施工的风险特征

水利工程施工风险具有以下特征：（1）多源性与连锁性。风险来源涵盖自然、技术、管理、经济等多个维度，自然风险包括洪水、地震、滑坡等地质灾害；技术风险涉及设计缺陷、工艺失误等问题；管理风险则体现在安全制度缺失、人员操作不当等方面。（2）高危害性与难控性。水利工程结构规模大、投资额度高，一旦发生风险事故，可能造成巨大的经济损失和人员伤亡，甚至引发区域性水安全问题。由于施工环境动态变化，风险因素具有较强的不确定性，如水文数据预测偏差、地质条件突变等，导致风险预警和控制难度显著增加。（3）滞后性。部分质量风险可能在工程运行阶段才逐步显现，对后期运维管理构成长期挑战^[1]。

2 水利工程施工风险管理的内容和框架构建

2.1 水利工程施工风险管理的核心内容

水利工程施工风险管理的核心内容围绕风险全生命周期展开，包含以下方面：（1）风险识别。该环节需通过系统梳理工程特征与环境条件，全面排查潜在风险因素。实践中常采用现场勘查、德尔菲法、故障树分析法等多种手段，结合历史案例数据库，建立涵盖自然环境、技术质量、管理安全、经济社会四大类别的风险清单。自然环境风险包括暴雨洪水、地质滑坡、极端温度等；技术质量风险涉及设计缺陷、材料不合格、工艺偏差等；管理安全风险涵盖人员操作失误、安全防护缺失、协调机制不畅等；经济社会风险则包含成本超支、政策变动、社会矛盾等。（2）风险评估。通过定性与定量结合的方式确定风险等级。定性评估采用风险矩阵法，从风险发生概率和影响程度两个维度对风险进行初步排序；定量评估则运用层次分析法、模糊综合评价法等模型，将抽象风险指标转化为可量化的数值，精准计

算各风险项的权重和综合得分。(3) 风险应对与监控。风险应对需根据评估结果制定差异化策略,对高风险项采取规避或减轻措施,如优化施工方案避开汛期作业、增设边坡支护系统;对中低风险项可采用转移方式,通过购买工程保险、签订分包合同分散责任;对可接受风险则制定应急预案。风险监控则需建立实时监测体系,通过布设传感器、运用 BIM 技术和物联网平台,对关键风险指标进行动态跟踪,确保风险处于可控范围。

2.2 水利工程施工风险管理的框架构建

风险管理框架构建要遵循系统性、动态性和实用性三大原则。系统性原则要求框架涵盖风险识别、评估、应对、监控的全流程,形成闭环管理体系;动态性原则强调框架需适应施工环境变化,具备风险信息实时更新和策略调整的能力;实用性原则则要求框架设计贴合工程实际,操作流程简洁明确,便于现场管理人员执行。

在具体架构上,风险管理框架包含组织层、技术层和执行层三个维度。组织层负责建立风险管理责任体系,明确建设单位、施工单位、监理单位的职责分工,成立由项目经理牵头的风险管理小组,配备专职风险管理人员。技术层依托信息化平台构建风险数据库和分析模型,整合水文监测、地质勘察、施工记录等数据资源,实现风险信息的集中管理和可视化展示,为决策提供数据支撑。执行层则聚焦现场风险管理实操,制定标准化的风险识别清单、评估流程和应对预案,通过定期风险巡查、专题会议等形式推动风险管理落地。

框架运行流程采用“PDCA 循环”模式,即计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)、改进(Act)四个阶段。计划阶段制定风险管理方案和目标;执行阶段落实风险识别、评估和应对措施;检查阶段通过风险审计和效果评估,发现管理过程中的问题;改进阶段针对检查结果优化风险管理流程和策略,形成持续改进的良性循环。框架需融入应急管理机制,明确风险预警阈值、响应程序和处置措施,确保风险事故发生时能够快速有效应对,最大限度降低损失^[2]。

3 水利工程施工关键风险类型及成因

3.1 自然环境风险

自然环境风险源于施工区域复杂多变的自然条件。极端天气的形成与大气环流异常、区域气候特征密切相关,季节性气候变化导致的降水集中、气温骤变等现象,直接影响施工场地稳定性和作业连续性。地质灾害的成因涉及地层岩性差异、地质构造运动及水文地质条件变化,岩层破碎带、断层发育区易引发坍塌、滑坡等问题。水利工程多位于水文条件复杂区域,水位波动、

水流冲刷等水文因素持续作用于施工区域,加剧了基础结构失稳的可能性。

3.2 技术与质量风险

技术与质量风险的根源在于技术体系的不完善和质量控制的疏漏。设计缺陷源于前期勘察数据不足、设计方法局限性或对工程实际条件考虑不周,导致设计方案与现场实际存在偏差。施工工艺不当则与技术标准执行不到位、工艺选择不合理有关,技术交底不充分、工序衔接不畅会降低施工质量稳定性。

3.3 管理与安全风险

管理与安全风险主要由管理体系缺陷和安全管控失效导致。人员操作失误源于培训不足、安全意识薄弱及操作流程不规范,岗位职责划分不清会增加人为失误概率。安全制度缺失表现为安全管理体系不健全、责任落实不到位,风险排查机制不完善导致安全隐患未能及时发现。

3.4 经济与社会风险

经济与社会风险的驱动因素涉及外部环境变化和资源配置失衡。成本超支源于前期预算编制不合理、材料价格波动及施工效率低下,资源调度不当导致资金使用效率降低。政策变动与宏观调控、行业监管要求调整相关,法律法规修订、审批流程变化会影响施工进度和成本^[4]。

4 水利工程施工风险的应对策略

4.1 自然环境风险应对

自然环境风险应对要构建以下“监测 - 预警 - 储备 - 处置”的全链条防控体系。(1) 监测预警系统建设应覆盖气象、水文、地质等关键要素,布设高精度监测设备形成立体监测网络。气象监测需实现降雨、风力、温度等数据的实时采集与传输,水文监测重点跟踪水位、流速、流量变化,地质监测则针对边坡位移、土壤含水率、岩层应力等指标进行持续跟踪。建立数据处理中心对监测信息进行汇总分析,通过算法模型生成风险等级评估结果,确保预警信息及时推送至相关责任主体。

(2) 应急物资储备方案要结合工程规模和风险特征制定分级储备标准。按照风险影响范围和处置需求,划分一级、二级储备区域,一级储备库设置在施工现场核心区域,储备常用应急设备和物资;二级储备库辐射周边区域,存放大型救援设备和备用物资。储备清单应包括防水防汛器材、边坡支护材料、排水设备、通讯器材、医疗救护用品等,明确各类物资的储备数量、存放位置和更新周期。建立物资管理台账,实行定期检查和维护制度,确保应急物资处于完好可用状态,同时制定物资调度预案,明确紧急情况下的调配流程和运输路线。

4.2 技术质量风险应对

技术质量风险应对要强化技术管控和第三方监督机制。(1)施工方案优化贯穿工程全过程,在施工准备阶段组织技术专家对初始方案进行论证,结合勘察数据和现场条件调整关键工序参数。针对复杂地质条件和特殊施工环节,开展专项方案设计,明确技术难点的解决措施和质量控制要点。施工过程中建立方案动态调整机制,根据实际施工反馈和监测数据,及时优化施工工艺和技术参数,确保方案的适应性和科学性。推行模块化施工方法,通过标准化设计和预制装配提高施工精度,减少现场作业误差。(2)第三方检测机制建立要确保检测机构的独立性和权威性。选择具备相应资质和经验的第三方机构承担检测任务,签订规范的检测合同明确双方权责。检测范围应覆盖原材料进场、隐蔽工程验收、关键工序质量等关键环节,检测项目包括材料性能指标、结构强度、几何尺寸、施工工艺合规性等。建立检测数据实时反馈机制,第三方机构需及时提交检测报告,对发现的质量问题提出整改建议。施工单位应根据检测结果制定整改方案,整改完成后经第三方复核合格方可进入下道工序。

4.3 管理安全风险应对

管理安全风险应对要完善人员管理体系和责任落实机制。(1)人员培训体系建设要实行分级分类培训制度,针对管理人员、技术人员和作业人员制定差异化培训内容。管理人员培训聚焦风险管理理念、安全法规和协调能力;技术人员培训侧重专业技术规范、质量控制方法和应急处置技能;作业人员培训强化操作规程、安全防护知识和岗位责任意识。培训方式采用理论授课、实操演练、案例教学相结合的模式,定期组织考核评估,考核合格后方可上岗作业。(2)安全责任制度落实要构建全方位的责任体系。明确从项目经理到一线作业人员的安全责任,签订安全生产责任书,将安全责任分解到具体岗位和个人。建立安全责任清单制度,明确各岗位的安全职责、工作标准和考核要求。推行安全巡查制度,设置专职安全员对施工现场进行日常巡查,重点检查安全制度执行情况、防护设施完好性和作业规范性。建立安全考核与奖惩机制,将安全绩效与薪酬分

配、职务晋升挂钩,对安全管理成效显著的单位和个人给予奖励,对失职渎职行为严肃追责。

4.4 经济社会风险应对

经济社会风险应对需加强以下合同管理和多方协作机制建设。(1)合同风险条款设置应全面覆盖各类潜在风险,在合同签订前进行风险审查,明确工程范围、工期、价款、质量标准等核心条款。针对材料价格波动风险,设置价格调整条款,约定调价周期和计算方法;针对工期延误风险,明确双方责任划分和违约责任;针对政策变动风险,设置情势变更条款,约定风险分担方式。完善合同变更管理条款,规范变更程序、计价原则和审批流程,避免变更引发的争议。(2)多方协调沟通机制建立要构建多层次的沟通平台。成立由建设单位牵头,施工、监理、设计等参建方参与的协调机构,定期召开协调会议,通报工程进展,解决争议问题。建立与政府主管部门的常态化沟通渠道,及时了解政策法规变化,办理各项审批手续,争取政策支持。加强与工程所在地社区、群众的沟通联系,通过公示公告、座谈会等形式宣传工程意义,听取意见建议,妥善处理征地拆迁、环境保护等方面的诉求^[4]。

结束语:本文围绕水利工程施工风险管理展开研究,明确了施工作业特性与风险特征,构建了全流程风险管理框架,剖析了四类关键风险成因并提出系统应对策略。研究表明,通过科学的风险识别、精准评估、有效应对和动态监控,可显著提升水利工程施工的风险管控能力。然而,风险管理是持续改进的过程,未来需结合智能化技术进一步优化监测预警系统与动态管理机制。

参考文献

- [1]马文进. 水利工程施工中的风险管理与应对策略[J]. 现代工程科技,2024,3(5):125-128.
- [2]吴琼,夏坚,饶品涛. 水利工程项目施工中的风险管理与应对策略[J]. 水利电力技术与应用,2025,7(5).
- [3]陈小晶. 论水利工程施工过程中的风险管理及其控制措施[J]. 水上安全,2024(11):148-150.
- [4]马斌. 水利工程施工过程中的安全管理与风险控制研究[J]. 现代装饰,2024,584(15):118-120.