

水利水电工程项目风险管理

陈天鹤¹ 陈 季²

1. 武汉市新洲区水务工程质量安全监督站 湖北 武汉 431400
2. 武汉市新洲区水工建筑工程公司 湖北 武汉 431400

摘 要：水利水电工程项目风险管理是一项贯穿建设全生命周期的系统工程。本文围绕风险识别、应对策略、过程控制与保障措施四个层面展开论述，系统梳理了自然环境、技术、管理、社会及经济五类风险来源，剖析了勘察设计、施工准备、实施及运行各阶段的致险因素。针对不同风险等级提出了规避、转移、减轻与接受四种应对路径，并从组织、制度、技术及资金物资四个维度构建了保障体系，为工程风险的全过程闭环管控提供了理论框架与实践指引。

关键词：水利水电工程；风险识别；过程控制；保障体系；施工管理

引言：水利水电工程因建设周期长、技术难度高、自然环境复杂等特征，面临着多源头、多类型的风险挑战。水文气象异常、地质构造复杂、施工工艺不成熟以及管理协调不畅等因素相互交织，使得工程安全与效益保障面临严峻考验。传统经验式管理模式已难以适应现代工程对风险精细化管控的要求，建立覆盖识别、分析、应对、监控全链条的风险管理体系势在必行。唯有将风险管控深度融入工程建设各环节，才能有效化解潜在隐患，保障工程顺利推进。

1 水利水电工程项目风险识别

1.1 风险识别维度与来源

自然环境风险表现为水文气象条件的异常波动，地质构造的复杂多样，地震活动的频繁发生，以及库区周边滑坡、泥石流等地质灾害的潜在威胁^[1]。技术风险源于枢纽布置方案的不合理偏差，施工工艺的成熟度欠缺，新型建筑材料在工程场景中的适配性不足，以及施工设备选型环节的决策疏漏，直接影响工程结构安全与施工效率。管理风险产生于参建各方的协调不畅，合同条款中界面划分的模糊，项目信息传递中的失真问题，以及进度规划与资源配置的错位，制约项目整体推进节奏。社会风险涉及移民安置中的矛盾纠纷，周边社区对工程建设的干扰，生态环境保护的相关压力，以及文化遗产保护与工程建设的衔接难题，关乎项目社会影响。经济风险包括原材料市场价格的波动，项目资金链的紧张状况，征地拆迁费用的超预算支出，以及汇率变动对涉外工程的不利影响，直接关联项目经济效益。

1.2 勘察设计阶段风险识别

地质勘察资料的收集不够充分，会导致坝基设计出现偏差，影响大坝基础结构的稳定性。水文资料系列的收集不完整，会造成洪水计算结果偏差，进而导致防洪

标准确定不合理，无法有效抵御洪水威胁。枢纽布置方案的比选缺乏科学性，会埋下结构安全隐患，同时影响工程后续运行效率与综合效益。库区淹没范围界定与移民安置规划不合理，易引发社会稳定问题，阻碍项目顺利推进。

1.3 施工准备阶段风险识别

导截流方案的选择不合理，会引发施工安全隐患，同时增加度汛工作的难度。施工总布置规划不当，会影响施工现场物流运输效率，引发交通拥堵，制约施工进度。大型施工设备的选型与配套不够适配，会降低施工工效，增加施工成本与工期延误风险。临时设施建设标准偏低，无法满足汛期安全防护需求，同时削弱应急处置能力，易引发安全事故。

1.4 施工实施阶段风险识别

基坑开挖与支护过程中，易出现坍塌、涌水等安全隐患，直接威胁施工人员安全与工程进度。混凝土浇筑过程中温度控制不到位，会导致结构出现裂缝，影响工程耐久性。隧洞掘进过程中易发生围岩失稳，同时可能遭遇突泥涌水、有害气体泄漏等风险，增加施工难度。大坝填筑压实度控制不佳，会引发坝体不均匀沉降，影响结构安全。金属结构安装精度不足、焊接存在缺陷，会削弱结构承载力。机电设备安装与调试过程中，易出现系统联动故障，影响工程整体运行功能。

2 水利水电工程项目风险应对策略

2.1 风险规避策略

风险规避策略需贯穿项目前期规划至实施全过程，枢纽选址阶段通过多方案系统比选，合理绕避高风险区域，从源头降低自然环境与地质条件带来的安全隐患^[2]。针对不良地质地段，通过线路优化调整与工程布置优化，避开地质灾害高发区域，减少工程建设与地质风险的直接接

触。对于高风险施工工序,采用成熟可靠的工艺替代方案或进行施工方案变更,摒弃风险隐患突出的施工方式,降低施工过程中的安全风险。针对敏感生态区域与文物保护单位,优化工程边界设计,合理划定工程建设范围,避免工程建设对生态环境与文物保护造成不利影响,实现工程建设与生态保护、文物保护的协调推进。

2.2 风险转移策略

风险转移策略通过合理的合同设计与保险配置,将工程风险转移至相关责任方。合同条款的科学设计,明确各方责任边界,完善索赔机制,确保风险发生时责任划分清晰、索赔流程顺畅,减少因责任界定模糊引发的纠纷。分包合同中细化专业施工风险转嫁条款,将专业施工环节的特定风险合理转移至具备相应资质与风险承担能力的分包单位。履约保函与质保金的设置,能够发挥违约风险转移功能,约束合同各方履约行为,降低违约事件带来的损失。

2.3 风险减轻策略

风险减轻策略聚焦于通过技术优化与管理提升,降低风险发生概率与影响程度。优化施工组织设计,合理规划施工工序与资源配置,减少多工序交叉作业带来的干扰与资源冲突风险,提升施工效率与安全性。开展超前地质预报与围岩实时监控工作,精准掌握地质条件变化,减少隧洞施工过程中的不确定性,提前防范围岩失稳、突泥涌水等风险。采用混凝土通水冷却与表面保温技术,有效控制混凝土浇筑过程中的温度变化,减轻温度裂缝风险,保障混凝土结构质量。编制完善的应急预案并定期开展应急演练,提升项目应对突发事件的处置能力,降低突发事件造成的损失。精准选择导截流时段,充分结合水文条件变化规律,减轻水文条件波动对施工造成的不利影响,保障导截流施工安全。

2.4 风险接受策略

风险接受策略适用于低概率低影响的风险类型,对这类风险采取被动接受模式并做好详细记录备案,确保风险处于可监控范围。预留合理额度的风险准备金,作为主动接受风险的保障措施,明确准备金额度管控标准,确保风险发生时能够及时调配资金应对损失。建立风险接受的分级审批流程,规范风险接受决策行为,同时实施动态监控,实时跟踪风险变化情况,及时调整管控措施。定期对接受的风险进行回顾分析,对风险触发条件进行再研判,根据项目进展与外部环境变化,优化风险接受策略,避免风险升级扩大。

3 水利水电工程项目施工阶段风险过程控制

3.1 导截流工程风险过程控制

导截流工程风险过程控制需注重截流时段的科学选择,实现与实时水文条件的动态匹配,根据水文变化及时调整实施节奏,保障截流施工顺利开展。强化龙口护底、抛投与合龙的全过程安全管控,细化各环节施工要求,严控施工质量,防范施工过程中的安全隐患^[3]。加强围堰闭气、防渗与拆除环节的质量安全管控,规范施工流程,避免渗漏、坍塌等问题出现,保障围堰使用安全与拆除作业顺利。完善汛期超标准洪水的预警响应机制,加强预警监测,定期开展应急处置演练,提升突发事件应对能力,降低洪水造成的不利影响。

3.2 基础处理工程风险过程控制

基础处理工程风险过程控制依赖帷幕灌浆环节的压水试验开展,通过试验数据检验灌浆效果,根据检验结果动态调整灌浆方案,确保灌浆质量满足设计要求。严控防渗墙施工的槽段衔接质量,规范接头施工工艺,控制施工偏差,避免接头渗漏等质量隐患。加强地基加固后的承载力验证,做好沉降监测工作,根据监测结果及时反馈调整处理措施,保障地基稳定性。跟踪优化岩溶、洞穴与断层破碎带的处理方案,结合施工实际情况动态完善,提升基础处理的针对性与有效性。

3.3 土石方工程风险过程控制

土石方工程风险过程控制需落实高边坡开挖的分级放坡要求,确保支护作业及时跟进,加强变形监测,实时掌握边坡稳定状态,防范边坡坍塌风险。合理规划料场,规范开采流程,保障供料的连续性与质量稳定性,为工程施工提供可靠材料支撑。严控大坝填筑过程中的含水量、铺筑层厚与碾压遍数,全程做好质量管控,避免坝体压实度不足引发的安全隐患。加强雨季施工期间排水系统的运行管理,开展边坡防护动态巡查,及时排查处置隐患,降低雨水对施工的不利影响。

3.4 混凝土工程风险过程控制

混凝土工程风险过程控制需针对配合比设计,结合原材料波动情况及时调整,确保混凝土性能符合工程要求。合理调配拌合站产能,实现与浇筑强度的实时适配,优化调度方案,避免产能不足或调度不当影响施工进度。将温度控制与防裂措施贯穿混凝土拌合、运输、浇筑至养护的全链条,落实各项防护措施,减少温度裂缝产生。严控混凝土浇筑间歇时间,规范冷缝处理流程,加强层间结合质量管控,保障混凝土结构整体性与耐久性。

3.5 隧洞与地下工程风险过程控制

隧洞与地下工程风险过程控制需根据围岩类别实时调整开挖方法,确保开挖方式与围岩条件适配,降低开挖风险。动态优化支护时机、参数与形式,结合围岩变

化及时调整,保障支护效果,防范围岩失稳。加强涌水处理,保障排水系统可靠性,完善应急抽排措施,应对突发涌水风险。做好通风除尘工作,加强有害气体监测,严控作业环境安全,保障施工人员身体健康与施工安全。

3.6 金属结构与机电安装风险过程控制

金属结构与机电安装风险过程控制需加强闸门与启闭机制造精度的过程检验,及时纠正制造偏差,确保设备符合安装要求^[4]。严控压力钢管焊接质量,规范内水压试验流程,及时处理焊接缺陷,保障钢管结构安全。加强水轮机组安装的同心率、水平度控制,做好振动监测与调整,确保机组运行稳定。完善电气设备调试工作,重点开展绝缘、接地与保护联动检测,及时排查调试隐患,保障电气系统安全可靠运行。

4 水利水电工程项目风险管理保障措施

4.1 组织保障

组织保障需加快项目法人风险管理领导机构的组建工作,明确机构内部各成员的职责划分,确保风险管理决策高效落地。规范勘察设计、施工、监理等各方风险管理岗位的设置,明确各岗位工作要求,实现风险管理责任全覆盖。合理配备专职风险管理人员,明确人员专业能力标准,提升风险管理队伍的专业素养与履职能力。建立跨参建单位的风险管理协调机制,完善例会制度,及时协调解决风险管理过程中的各类问题,提升协同管控效率。落实风险管理责任书的层级签订工作,做好岗位公示,强化全员风险管理责任意识,确保责任层层传导、落实到位。

4.2 制度保障

制度保障核心是建立健全风险识别、分析、应对、监控的全流程管理制度,规范各环节工作流程,实现风险管理的规范化、标准化。明确风险报告与信息沟通的时限要求、传递路径和格式规范,确保风险信息传递及时、准确、完整。完善风险变更管理与动态更新的审批流程,规范变更决策行为,实现风险管控的动态调整。建立隐患排查治理机制,推行重大风险挂牌督办制度,强化隐患整改力度,防范风险升级。制定风险管理绩效考核办法,明确考核标准,配套完善责任追究机制,确保风险管理各项工作落地执行。

4.3 技术保障

技术保障通过引进专业风险管理人才,开展常态化培

训与持续教育,不断提升人才专业能力,为风险管理提供人才支撑。加强施工工艺与工法的技术储备,提升方案比选的科学性与合理性,降低技术实施风险。合理配置风险分析软件、各类监测仪器及智能化管理工具,提升风险管理的精准度与效率。建立外部专家库,完善重大风险会商咨询机制,借助专家专业能力,为重大风险处置提供技术支撑。推广超前地质预报、围岩监控量测等专项技术的应用,减少施工过程中的不确定性,提升风险防控的针对性与有效性。

4.4 资金与物资保障

资金与物资保障需明确风险准备金的计提比例,实行专户管理,规范使用审批流程,确保准备金专款专用。建立应急救援资金的快速拨付通道,合理确定资金额度,保障应急处置过程中资金及时到位^[5]。足额投保工程保险,优化险种覆盖范围,加强理赔跟踪工作,确保风险发生后能够及时获得经济补偿。分类储备应急抢险物资,定期开展物资检查,完善调配机制,提升应急物资供应保障能力。

结束语

水利水电工程项目风险管理涉及多主体、多环节的协同配合,需要将风险识别、分级管控、过程监督与保障支撑贯穿于工程建设始终。自然环境、技术、管理、社会与经济五个维度的风险相互关联、缺一不可,任何单一环节的疏漏都可能引发连锁反应。组织架构、制度体系、技术手段和物资储备构成的四重保障为风险管控提供了坚实底座。持续完善全过程闭环管理机制,切实将安全责任压实到每个岗位和每道工序,才能从根本上筑牢施工安全防线,推动水利水电工程建设水平稳步提升。

参考文献

- [1]邓志伟.水利水电工程项目风险管理及对策[J].科学与信息化,2025(6):4-6.
- [2]杨江.水利水电工程项目风险管理及应对策略研究[J].现代工程科技,2024,3(4):101-104.
- [3]朱统发.水利水电工程项目全生命周期风险管理体系研究[J].水上安全,2026(4):37-39.
- [4]孙鹏,张玮,许言超.水利水电工程施工项目风险管理探讨[J].山东水利,2025(4):28-30.
- [5]李苗苗.对水利水电工程项目风险管理措施的探讨[J].世界家苑,2021(5):8.