

黄河水利工程施工风险评估与管理策略研究

吴亮¹ 李岩¹ 常上飞²

1. 菏泽黄河河务局东明黄河河务局 山东 菏泽 274500
2. 山东菏泽黄河工程有限公司 山东 菏泽 274000

摘要：黄河水利工程对防洪、灌溉等意义重大。但施工中存在诸多风险，自然层面有复杂地质与极端气候，技术上有难题与新技术应用风险，管理面临组织协调和安全漏洞问题，经济上涉及资金筹集与成本控制困境。本研究通过多种方法识别、评估风险，提出系列应对策略，助力工程顺利推进，提升施工安全与稳定性。

关键词：黄河水利；工程施工；风险评估；管理策略研究

引言：黄河水利工程在我国水利事业中占据关键地位，对水资源合理调配、防洪抗灾以及区域经济腾飞贡献巨大。但施工过程荆棘丛生，黄河流域复杂地质、多变气候，施工技术的高要求，管理协调的复杂性，再加上社会、经济方面的不确定性，让工程施工面临大量风险。一旦这些风险失控，工程进度、质量、成本都会遭受重创，还可能危及周边生态与社会秩序。所以，深入探究黄河水利工程施工风险评估与管理策略迫在眉睫，对推动工程顺利实施意义非凡。

1 黄河水利工程施工风险因素分析

1.1 自然风险

1.1.1 复杂地质条件

黄河流域地质构造复杂，历经长期地质变迁，地层岩性多样。在工程施工区域，可能存在断层、岩溶、软土等不良地质现象。断层地带岩石破碎，稳定性差，易引发坍塌，影响基础施工安全。岩溶地区地下暗河、溶洞纵横交错，可能导致地基不均匀沉降，威胁工程结构稳固。软土地基承载能力低，在施工荷载作用下，易产生较大变形，增加施工难度与风险。

1.1.2 极端气候影响

黄河流经地区气候多变，极端气候频发。暴雨天气会导致河流水位短时间内急剧上涨，超出施工导流设计标准，淹没施工场地，冲毁临时设施与已建工程部分。强风天气对高空作业安全构成严重威胁，增加施工人员坠落风险，且可能损坏大型施工设备。此外，长时间干旱会影响混凝土养护质量，降低工程耐久性，极端气候给黄河水利工程施工进度、质量与人员安全均带来诸多挑战。

1.2 技术风险

1.2.1 施工技术难题

黄河水利工程规模宏大，施工环境复杂，存在诸多

技术难题。比如，在大坝建设中，大体积混凝土浇筑要严格控制温度裂缝，防止因水化热导致混凝土开裂影响坝体安全，温度监测与温控措施实施难度大。河道整治时，对复杂河势的把握及防护工程施工技术要求高，精准治理难度大。水下工程施工面临水流速度快、水压大等问题，基础处理、结构安装等技术操作困难，这些难题制约工程顺利推进。

1.2.2 新技术应用风险

随着科技发展，黄河水利工程尝试引入新技术，但也伴随着风险。新施工材料与工艺缺乏足够工程实践验证，其长期性能与可靠性存疑。例如新型防渗材料在复杂地质条件下的防渗效果不确定。新技术应用还可能面临施工人员不熟悉操作流程的情况，培训成本高且短期内易因操作不当引发施工质量问题。同时，新技术与现有工程设备、管理模式的兼容性需磨合，若协调不好，会影响施工效率，增加施工风险。

1.3 管理风险

1.3.1 施工组织协调问题

黄河水利工程参建单位众多，涉及设计、施工、监理等各方。施工过程中，不同单位工作进度和重点存在差异，易出现沟通不畅、信息传递滞后的情况。例如，设计单位变更图纸未能及时准确传达给施工方，会导致施工延误或返工。各施工区域交叉作业频繁，资源调配如机械设备、施工场地等若协调不当，会造成资源浪费和施工冲突，严重影响工程整体进度，阻碍项目高效推进。

1.3.2 施工安全管理漏洞

水利工程施工环境恶劣，安全风险高。部分施工单位安全管理制度不完善，对施工人员安全教育培训不到位，导致工人安全意识淡薄，违规操作现象时有发生。施工现场安全防护设施设置不足或不符合标准，如高空作业防护栏缺失、漏电保护装置失效等。同时，安全监

监督检查工作存在漏洞,不能及时排查出安全隐患,一旦发生安全事故,不仅危及人员生命安全,还会对工程进度和企业声誉造成负面影响^[1]。

1.4 经济风险

1.4.1 资金筹集困难

黄河水利工程规模庞大,所需建设资金数额惊人。一方面,项目融资渠道相对单一,过度依赖财政拨款,若政府财政紧张或资金调配出现问题,资金难以按时足额到位。另一方面,由于工程建设周期长、投资回报率不高,对社会资本吸引力有限,在吸引银行贷款、社会投资时困难重重。资金短缺将直接导致施工材料供应中断、施工设备购置滞后,严重影响工程建设进度,甚至可能造成工程停滞。

1.4.2 成本控制不力

施工过程中,受多种因素影响,成本控制难度大。首先,工程变更时有发生,如设计方案调整、地质条件变化等,导致额外费用产生。其次,施工管理不善,资源浪费现象严重,材料采购环节若缺乏有效比价机制,易高价购进材料。同时,施工进度把控不当,出现工期延误,会增加人工、设备租赁等成本支出。成本失控将压缩工程利润空间,甚至导致项目亏损,影响工程的持续推进。

2 黄河水利工程施工风险评估方法

2.1 风险识别方法

2.1.1 专家调查法

专家调查法是黄河水利工程施工风险识别的重要手段。通过邀请水利工程、地质、气象等多领域资深专家,借助其丰富经验与专业知识,对工程施工中潜在风险进行全面剖析。专家们依据自身实践经历,考虑工程复杂地质、多变气候等因素,识别诸如地基塌陷、洪水冲击等风险。以会议研讨或问卷调查形式,收集专家意见,经整理、分析,汇总出详细风险清单,为后续风险评估与应对提供关键依据。

2.1.2 历史资料分析法

历史资料分析法在风险识别中不可或缺。收集黄河流域过往水利工程施工资料,涵盖施工记录、事故报告、环境监测数据等。深入研究类似工程在复杂地质区域基础施工遭遇的难题,以及极端气候下工程受损案例。从历史数据规律总结风险因素,如特定地质条件易引发的工程病害,或某种气候类型常带来的施工阻碍,精准识别当前工程可能面临风险,为风险防控提供历史借鉴^[2]。

2.2 风险评估模型

2.2.1 层次分析法(AHP)

层次分析法将黄河水利工程施工风险系统分解为目标层、准则层和指标层。目标层为整体风险评估;准则层涵盖自然、技术、管理等风险类别;指标层细化如复杂地质、施工技术难题等具体风险因素。通过构建两两比较判断矩阵,确定各层次元素相对重要性权重。比如,明确自然风险中复杂地质条件相较于极端气候影响的权重,综合计算得出各风险因素对整体风险的影响程度,直观呈现风险主次,助力制定针对性防控策略。

2.2.2 模糊综合评价法

模糊综合评价法适用于黄河水利工程施工风险评估的模糊性特点。先确定风险因素集和评价等级集,如将风险划分为低、中、高等级。对每个风险因素进行单因素模糊评价,构建模糊关系矩阵。结合层次分析法确定的权重,对矩阵运算,得出综合模糊评价结果。以施工安全管理漏洞风险为例,能综合考量多方面因素,得出其处于何种风险等级,为工程风险管理提供量化参考,使风险评估更贴合实际复杂情况。

3 黄河水利工程施工风险管理策略

3.1 自然风险应对策略

3.1.1 地质勘察与加固措施

施工前期,借助先进技术全面勘察地质状况。运用地质雷达探测地下结构,钻孔取芯分析岩土特性,精准掌握地层分布、断层位置、岩溶发育等情况。依据勘察结果,针对性制定加固方案。针对软土地基,可采用排水固结法,通过设置砂井、铺设排水板并施加预压荷载,加速土体排水沉降,提升地基强度。若遇岩溶地区,先灌浆填充溶洞,再实施桩基础施工,增强地基稳定性,有效降低复杂地质对工程的影响,保障施工安全与工程质量。

3.1.2 气象监测与应急预案

构建专业气象监测体系,与气象部门紧密合作,实时获取气象信息。在施工现场安装自动气象站,监测风速、雨量、气温等数据,尤其对暴雨、强风、寒潮等极端天气提前预警。制定完善应急预案,明确各部门在不同气象灾害下的职责与行动流程。暴雨来临前,检查排水系统,转移物资设备;强风警报发布后,停止高空作业,加固临时设施。

3.2 技术风险应对策略

3.2.1 技术研发与创新支持

设立专门的技术研发基金,吸引高校、科研机构以及行业内优秀企业共同组建联合研发团队,聚焦黄河水利工程施工中遇到的技术难题。比如针对黄河复杂多变

的河势,研发智能化的河道监测与防护技术,实时掌握河势变化,及时调整防护措施。积极鼓励技术人员开展创新实践,对于提出创新性解决方案且经实践验证有效的个人或团队,给予丰厚的物质奖励以及晋升机会。大力引入新兴技术,像运用数字化建模技术辅助水利工程设计,通过模拟分析优化设计方案;借助物联网技术实现施工设备的智能化管理,实时监控设备运行状态,提前预警故障,依靠技术创新突破施工瓶颈,降低技术风险,提升工程建设整体水平^[3]。

3.2.2 技术培训与交流

制定系统且分层级的技术培训计划,根据施工人员的岗位需求和现有技术水平因材施教。对于一线施工人员,着重培训基础施工技术的规范操作以及安全注意事项;对于技术骨干,则安排学习前沿技术和先进施工工艺,如新型水工结构的建造技术。定期邀请行业内知名专家举办技术讲座,分享最新的研究成果和成功工程案例。组织施工团队前往国内外先进的水利工程实地参观学习,汲取优秀的施工经验。搭建线上技术交流平台,方便施工人员随时随地交流施工中遇到的技术问题,促进知识共享与经验传承,确保施工人员熟练掌握各类施工技术,减少因技术不熟练引发的施工失误和风险。

3.3 管理风险应对策略

3.3.1 优化施工组织管理

构建高效合理的施工组织架构,清晰界定各部门与岗位的职责,避免职责不清造成工作推诿,影响施工效率。运用现代化项目管理软件,对工程进度、资源调配及成本进行实时监控与精准分析。依据黄河水利工程的复杂特性,制定详细且具灵活性的施工进度计划,充分考量自然因素、技术难题等可能导致的工期延误,预留弹性时间。定期组织多方协调会议,让设计、施工、监理等参建单位及时沟通。一旦出现设计变更或施工冲突等问题,各方能够迅速响应,协同商讨解决方案。在资源调配环节,依据施工进度动态调整人力、物力和财力,确保资源合理利用,杜绝闲置与短缺现象,保障工程按计划顺利推进。

3.3.2 强化施工安全管理

建立完善的施工安全管理制度,明确各级人员的安全责任,将安全绩效与薪酬、晋升紧密挂钩,提升全员安全意识。加大安全培训投入,新员工入职时开展全面系统的三级安全教育,老员工定期进行安全技能复训,培训内容涵盖安全法规、操作规程以及应急处置方法。在施工现场,设置醒目的安全警示标识,配备齐全且符

合标准的安全防护设施,如临边防护栏、安全网、漏电保护器等。加强日常安全巡查和专项安全检查,对高处作业、动火作业等危险作业环节实施重点管控,及时排查并消除安全隐患。

3.4 经济风险应对策略

3.4.1 拓宽资金筹集渠道

黄河水利工程资金需求庞大,仅依靠单一资金来源难以为继,需积极拓宽渠道。一方面,加强与政府部门沟通,争取更多财政专项资金支持,利用政策倾斜保障基础资金供给。另一方面,创新引入社会资本,采用 PPP 模式,吸引有实力企业参与项目投资、建设与运营,通过合理分配项目收益权,实现互利共赢。同时,与金融机构深度合作,申请利率优惠、还款周期灵活的专项贷款,缓解资金压力,多管齐下确保工程建设资金充足,避免因资金短缺导致工程停滞。

3.4.2 严格成本控制管理

建立全面成本控制体系是关键。从工程设计阶段推行限额设计,精准规划投资,防止设计过度造成浪费。施工过程中,严格把控材料采购,通过集中采购、招标比价降低采购成本,合理规划库存,减少积压浪费。合理安排人工与设备,避免闲置。严格审批工程变更,对必要变更进行成本效益分析。定期开展成本核算,对比实际与预算成本,及时发现偏差并采取纠偏措施,确保工程成本始终处于可控状态,提升资金使用效率^[4]。

结束语

黄河水利工程作为国之重器,其施工进度面临自然、技术、管理、社会与经济等多维度风险。通过系统的风险评估,运用专家调查法、层次分析法等精准识别与量化风险,进而制定一系列行之有效的管理策略,从地质勘察加固到资金成本严控,各环节紧密相扣。这些举措对于保障工程顺利推进、提升工程质量、降低建设成本意义非凡。

参考文献

- [1]曾鹏,毛旗,张兴健.水利工程运行管理及维护探讨[J].湖南水利水电,2020(06):189-196.
- [2]谢雅村.水利工程渠道的维护及管理策略研究[J].内蒙古水利,2022(12):168-169.
- [3]徐秀丽,马玉府.黄河堤防工作维护与管理[J].今日科苑,2010(24):209-210.
- [4]常春,梁士奎.水管体制改革后的黄河水利工程管理 & 维护[J].华北水利水电学院学报,2021,30(04):101-103.