

水利工程的风险管理

冯 华

山西省水利建筑工程局集团有限公司 山西 太原 030006

摘 要：水利工程在防洪、灌溉、供水等诸多方面发挥着关键作用，但面临着各类风险威胁，其风险管理至关重要。本文围绕水利工程风险管理展开探讨，先是剖析了风险识别的多个方面，涵盖自然环境、技术工艺、社会经济、人为因素及设计缺陷等风险类型。接着阐述了定性、定量及综合的风险评估方法，还针对风险提出相应应对策略，包含预防、应急以及监控措施等，旨在为提升水利工程风险管理水平，保障工程安全稳定运行提供参考借鉴。

关键词：水利；工程；风险；管理

引言：水利工程作为基础设施，对社会经济发展与民生保障意义重大。然而，在其建设及运营过程中，会受到自然、技术、社会、人为等诸多因素影响，面临各式各样的风险挑战。例如自然环境的多变可能引发洪水、地震等灾害对工程造成破坏；技术工艺不过关会导致质量问题；社会经济因素变动也影响工程效益等。所以，深入研究水利工程的风险管理，科学识别、评估并有效应对风险，是保障水利工程顺利实施、长久发挥作用的必要之举。

1 水利工程风险管理理论

水利工程风险管理理论是一个综合性的体系，旨在系统地识别、评估和应对水利工程全生命周期中可能面临的各类风险，以确保工程目标的顺利实现并将潜在损失控制在可接受范围内。它以风险识别为基础，通过多种方法全面梳理水利工程可能遭遇的自然环境风险（如洪水、地震、干旱等自然灾害对工程设施的冲击）、技术工艺风险（包括设计不合理、施工技术缺陷、设备故障等）、社会经济风险（成本超支、资金链断裂、政策法规变动影响等）以及人为因素风险（如操作人员失误、管理不善等）和设计缺陷风险（如规划布局失误、结构强度不足等）。在风险评估环节，综合运用定性与定量分析方法，确定风险发生的概率和可能造成的影响程度。依据评估结果，制定相应的风险应对策略，涵盖预防、应急和监控等多方面措施，形成一个动态循环、持续优化的管理过程，保障水利工程在复杂多变的环境下安全、高效运行，为社会提供稳定可靠的水利服务^[1]。

2 水利工程风险识别

2.1 自然环境风险

洪水可能冲毁堤坝、淹没设施，造成工程结构损坏与功能丧失；地震可使水利建筑物出现裂缝、坍塌，破坏输水管道等关键部位；干旱会导致水源短缺，影响水

库蓄水与供水能力，使水利工程无法正常发挥效益；强风、暴雨、雷电等极端天气也可能对露天设备、施工场地造成破坏，干扰工程建设进度与日常运行维护，并且长期的气候变化还可能改变流域的水文特性，增加工程运行的不确定性与风险。

2.2 技术工艺风险

在设计阶段，若采用不合理的设计方案，可能导致水利工程结构不稳定，如大坝的坝型选择错误影响其承载能力与抗震性能。施工过程中，施工技术落后或工艺不达标，可能造成混凝土浇筑质量差、基础处理不牢固等问题，引发渗漏、沉降等隐患。在设备安装环节，技术失误会使设备运行参数不准确、兼容性差，影响整个水利系统的联动运行，增加设备故障频率，降低水利工程的可靠性与耐久性，甚至可能引发重大安全事故。

2.3 社会经济风险

社会经济风险给水利工程带来诸多挑战。政策法规的变动可能使工程前期审批手续受阻或后期运营模式受限，例如环保政策收紧可能要求增加环保设施投入。经济形势波动会影响工程资金筹集，如经济衰退时融资难度加大、成本上升，可能导致资金链断裂，使工程建设停滞或延期。此外，土地征收、移民安置等社会问题若处理不当，容易引发当地居民的抵触情绪，造成社会不稳定，干扰水利工程的顺利推进，同时，市场需求的变化也会影响水利工程预期效益的实现，如供水需求减少导致工程盈利能力下降。

2.4 人为因素风险

人为因素风险在水利工程中较为常见。管理人员决策失误，例如在工程规划时对工程规模、选址等关键问题判断错误，可能使工程陷入困境。操作人员技术不熟练或违规操作，如在闸门启闭过程中操作不当，可能引发水毁事故。维护人员责任心不强，未能及时发现并处

理工程设施的轻微损坏,可能使小问题演变成大故障。

2.5 设计缺陷风险

设计缺陷风险对水利工程有深远影响。设计人员若对工程所在地的地质、水文等自然条件勘察不准确,可能使工程基础设计无法满足实际需求,如在软土地基上设计的建筑物因沉降过大而损坏。设计方案缺乏前瞻性,未充分考虑未来工程扩建或功能调整需求,会限制水利工程的可持续发展。此外,在结构设计上安全系数取值不当,过高会造成资源浪费,过低则无法保障工程在极端情况下的安全,如洪水超标准时大坝因结构强度不足而面临溃坝危险,严重威胁下游地区安全与生态环境。

3 水利工程风险评估

3.1 定性评估

定性评估主要依赖专家经验与主观判断对水利工程风险进行分析。组织多领域专家,针对工程的自然环境、技术工艺、社会经济等方面可能存在的风险因素进行全面梳理。例如,依据当地历史灾害数据与工程地质勘查报告,专家凭借经验判断地震、洪水等自然风险发生的可能性为高、中或低。再对风险发生后的影响程度,如对工程结构安全、功能发挥、周边环境及社会稳定等方面的影响,以文字描述定性为轻微、中等或严重。

3.2 定量评估

在自然环境风险方面,借助水文模型结合长期气象与水文监测数据,预测洪水发生概率及水位变化,进而计算出洪水对工程设施破坏可能导致的经济损失数值。对于技术工艺风险,依据设备故障率统计数据与工程结构可靠性分析,确定因技术故障引发工程事故的概率以及由此造成的工期延误损失。通过精确的计算与量化分析,将风险以具体的数值呈现,如风险发生概率为0.2,预期损失为500万元等,使决策者能清晰了解风险的严重程度,从而更精准地制定风险应对策略与资源分配方案。

3.3 综合评估

综合评估整合定性与定量评估的优势全面考量水利工程风险。它先将定性评估确定的风险类型、相对重要性与定量评估的精确数据相结合,例如把定性判断为高风险的洪水因素与定量计算出的洪水损失数据综合考量,充分考虑不同风险因素间的相互关联与耦合作用,如洪水可能引发技术工艺风险中的设备浸泡损坏,进而影响工程运行与社会经济效益。运用层次分析法、模糊综合评价等方法确定各风险因素综合权重与整体风险水平,绘制风险图谱直观展示风险分布状况^[3]。

4 水利工程风险应对策略

4.1 预防措施

4.1.1 加强前期调查和论证

加强水利工程前期调查与论证工作至关重要。需对工程所在地的地质、水文、气象等自然条件展开详尽勘查,收集长时间序列的数据资料,运用先进技术手段精准分析,例如通过地理信息系统(GIS)全面评估地形地貌特征对工程布局的影响。同时深入调研当地社会经济状况、人口分布、土地利用规划等社会因素,预测工程建设可能引发的社会影响并提前规划应对。还要对同类工程案例进行全面剖析,总结经验教训,组织跨学科专家团队反复研讨工程方案的可行性、安全性与可持续性,从源头上降低风险发生的可能性,为水利工程的顺利推进奠定坚实基础。

4.1.2 严格把控材料采购和检验

在采购环节,依据工程设计要求与质量标准,精心筛选信誉良好、资质合格的材料供应商,签订严谨的采购合同明确质量责任与验收标准。对于钢材、水泥、防水材料等关键材料,不仅要求供应商提供详细的质量证明文件,还需进行实地考察确保其生产工艺与质量控制体系可靠。在材料检验方面,建立专业的检验实验室,配备先进的检测设备与技术人员,按照国家及行业标准对每批次材料进行严格的抽样检验,包括物理性能、化学成份等多方面检测,杜绝不合格材料进入施工现场,从而有效预防因材料质量问题引发的工程风险。

4.1.3 建立健全的安全管理制度

首先制定完善的安全生产规章制度,涵盖工程建设与运营的各个环节,明确各岗位的安全职责与操作规范,如施工人员的安全防护要求、设备操作人员的操作规程等。其次,建立有效的安全监督机制,设立专门的安全管理部门或岗位,定期对工程现场进行安全巡查,及时发现并纠正违规行为与安全隐患,构建安全培训教育体系,对全体员工开展常态化的安全培训,包括安全知识讲座、事故案例分析、应急处置演练等,提高员工的安全意识与应急能力。

4.1.4 加强人员培训和管理

加强人员培训和管理对水利工程风险防控意义重大。针对不同岗位人员开展专业技能培训,如对设计人员进行最新设计规范与技术培训,提升其设计水平与创新能力;对施工人员进行施工工艺、质量控制培训,确保施工质量与进度。同时注重安全意识与职业道德培训,使全体人员深刻认识到水利工程安全的重要性以及自身肩负的责任。在人员管理方面,建立科学合理的绩效考核机制,将工作质量、安全表现等纳入考核指标,激励员工积极工作、遵守规章制度。

4.2 应急措施

4.2.1 制定应急预案

预案应基于对水利工程可能遭遇的各类紧急情况,如洪水超标准泄洪、大坝突发渗漏、地震导致设施损坏等进行全面梳理与分析。明确应急响应的分级标准,依据风险的严重程度和影响范围划分不同等级,规定相应等级下的指挥体系、各部门职责及协同机制。详细规划应急处置流程,包括信息报告流程、抢险救援步骤、人员疏散路线等,预案应具备灵活性与可操作性,定期进行修订与演练,根据演练结果及实际情况变化及时调整优化,确保在突发事件发生时能够迅速、有序、有效地开展应急响应,最大程度减少损失与危害。

4.2.2 建立应急救援队伍

队伍成员应涵盖水利工程技术专家、维修抢险人员、医疗急救人员等多方面专业人才,具备丰富的水利工程知识和实践经验以及应急救援技能。通过定期组织专业培训,包括工程抢险技术培训、安全防护培训、急救知识培训等,不断提升队员的业务水平和应急处置能力。同时开展模拟演练,模拟各种突发场景,如洪水决堤抢险、设备故障抢修等,锻炼队伍的协同作战能力和快速反应能力。确保在紧急情况下,应急救援队伍能够迅速集结、准确判断、高效行动,及时处理水利工程突发事件,保障工程安全和周边群众生命财产安全。

4.2.3 配备应急物资

配备充足且合适的应急物资对于水利工程应急管理不可或缺。根据工程特点与可能面临的风险,储备如防汛沙袋、土工布、抽水机等防洪抢险物资,用于应对洪水灾害;储备钢材、水泥、防水材料等维修材料,以便及时修复工程设施损坏部位;配备应急照明设备、发电设备,保障在停电情况下的基本作业需求;同时储备必要的医疗急救物资和生活保障物资,以应对人员受伤和受灾群众安置需求。建立科学的应急物资管理体系,定期对应急物资进行检查、维护与更新,确保物资数量充足、质量可靠、取用方便。

4.3 监控措施

4.3.1 建立风险监测系统

通过在工程关键部位安装各类传感器,如水位传感器、位移传感器、压力传感器等,实时采集工程运行数据,监测大坝、堤岸等主体结构的变形、渗流、应力变化情况以及水情信息等。利用先进的自动化监测技术与数据传输网络,将采集到的数据及时传输至监控中心,借助专业的数据分析软件进行处理与分析,一旦数据出

现异常波动,系统能迅速发出预警信号,以便及时发现潜在风险,为采取相应的应对措施争取宝贵时间,保障水利工程处于安全可控的运行状态。

4.3.2 定期进行风险评估

定期进行风险评估能够确保水利工程风险管理的动态性与有效性。按照预定的时间周期,如每年或每半年,对水利工程重新进行全面的风险识别与评估。随着时间推移,工程所处的自然环境、社会经济状况以及技术条件等都可能发生变化,新的风险因素可能产生,原有风险的等级也可能改变。通过定期评估,及时更新风险数据库,调整风险评估模型中的参数与权重,重新确定各类风险的等级与发生概率,从而根据最新的评估结果优化风险应对策略,使风险管理始终适应工程的实际情况,持续提升水利工程应对风险的能力。

4.3.3 加强信息沟通和反馈

在工程内部,建立高效的信息共享平台,确保设计、施工、运营等各部门之间能够及时交流风险相关信息,如施工部门发现的技术工艺风险及时反馈给设计部门以便优化设计方案,运营部门将日常监测到的异常情况通报给维护部门及时进行检修。在工程外部,与气象、地质等相关部门保持密切联系,及时获取自然环境变化信息提前做好应对准备,同时将水利工程运行状况及风险信息反馈给上级主管部门与周边社区居民,以便各方协同应对风险,保障水利工程安全运行并维护社会稳定^[3]。

结束语

水利工程风险管理是一项长期且复杂的任务,关乎国计民生与生态安全。通过对自然环境、技术工艺、社会经济等多方面风险的系统识别、精准评估与有效应对,以及持续的监控与动态调整,水利工程方能在各种挑战中稳健运行。未来,随着科技进步与社会发展,风险管理需不断融入新技术、新理念,进一步提升科学性与智能化水平,持续优化风险应对策略与管理机制,确保水利工程持续发挥效益,为经济社会的可持续发展筑牢坚实的水利根基。

参考文献

- [1]谢席明.水利水电工程施工风险管理策略[J].农业科技与信息,2020(07):120-122.
- [2]石惠芳.水利工程建设进度管理的风险与控制[J].山西水利,2018,34(10):44-46.
- [3]吴俊.水利工程建设中风险管理的主要途径[J].城市建设理论研究(电子版),2017(08):80-82.