

水利水电工程建设中的风险评估与管理策略

孙强

安徽省阜南县水利局

DOI:10.32629/hwr.v10i6.7039

[摘要] 水利水电工程属于与国计民生有关的重要基础设施,其创建过程中规模庞大,技术繁杂,持续时间长,这就产生了许多不确定性因素。科学系统的风险评估及管理,是工程的重要核心。本文目的在于建立一个完整的水电工程风险管理体系,系统地阐述了从风险识别与分类、风险评估与分析、风险应对和控制,到管理体系建设、风险管理持续改进的全过程。重点探讨了风险的主要来源、定性评估方法、差异化应对策略以及组织制度的建立,旨在为工程实践提供一套行之有效的管理思路与方法论,以提升项目整体韧性和成功概率。

[关键词] 水利水电工程; 风险评估; 风险管控; 管理体系; 持续改进

中图分类号: TV 文献标识码: A

Risk Assessment and Management Strategies in Water Resources and Hydropower Engineering Construction

Qiang Sun

Funan County Water Resources

[Abstract] Water conservancy and hydropower projects constitute critical infrastructure vital to national economic development and public welfare. Their implementation involves massive scale, complex technologies, and prolonged duration, giving rise to numerous uncertainties. Scientific and systematic risk assessment and management form the core of such projects. This paper aims to establish a comprehensive risk management system for hydropower projects, systematically outlining the entire process—from risk identification and classification, risk assessment and analysis, risk response and control, to management system development and continuous risk management improvement. It focuses on examining primary risk sources, qualitative assessment methods, differentiated response strategies, and organizational framework establishment, providing a practical set of management approaches and methodologies to enhance project resilience and success rates.

[Key words] Water Resources and Hydropower Engineering; Risk Assessment; Risk Management; Management System; Continuous Improvement

引言

水利水电工程建设规模宏大、技术复杂、时间久长,全过程存在来自自然、技术、管理和社会等多方面不确定的因素。这些内在和外在的风险因素如果不能得到有效管控,极易造成安全、质量、工期、投资等方面的重大偏差,甚至对生态环境和社会稳定构成长期性威胁。所以开展系统而又动态的风险评估与管理,成为确保项目成功的不可缺少的关键环节。本文期望创建一个全面的风险管理架构,仔细探究从风险识别到不断改进的过程和办法,从而为改善工程建设的韧性与可控性提供理论依据和实践指导。

1 风险识别与分类

1.1 风险定义与特性

在水利水电工程中,风险是指在水利水电工程整个过程中,由于不确定因素的影响,使工程的安全性、工程质量、工程工期、工程费用、工程环境等方面的目标受到损害的可能性及其损失程度的综合反映。它具有显著的动态性,会随项目内外部条件的变化而发生质或量的改变,但它的本质却是客观存在的且不以人的意志为转移的。深入理解其客观性、偶然性、可变性以及潜在损失的极端程度是开展有效风险识别工作的逻辑起点和认识前提。只有正确理解其内涵和特点才能指导其后的管理活动走向科学精准方向。

1.2 风险识别方法与过程

风险识别是系统性发现、列出并分析所有有可能导致项目目标不能实现的事件和原因,是风险管理的第一步,也是基础步

骤。这个阶段注重多样方法与协作团队，一般综合应用检查清单法、德尔菲法、情景分析法、工作分解图(WBS)法等方法^[1]。它不是一劳永逸的事情，而是要在水利水电工程建设的各个部分都反复进行的一种动态的过程。这个过程从信息收集开始，通过团队头脑风暴、系统分析，初步生成风险清单，最后经过归并、整理，给后面的评估工作提供清晰、全面的输入依据。

1.3 主要风险类别与来源

水利水电工程风险管理意义重大，有效的风险管理，是工程能够顺利进行的重要条件，也是工程质量、安全的有效保障。理想的风险管理，是一连串排好优先次序的过程，管理过程中，将工程中的可能造成巨大损失或者最可能发生的事情优先处理，将相对风险较低的事情后置处理。通过风险管理，本将发生的风险得到了规避，已经发生的风险得到了减轻或转移，从而保证了工程的顺利进行。技术及管理风险是由人类认知和行为的局限所造成的，包括设计上的缺陷、施工技术困难、机械设备损坏以及组织协调的失误、质量管理不到位等等。经济财务风险同经济效益有关，比如物价波动、融资困难和投资失误；社会政策风险包括征地移民、社区关系、环保政策法规变化等外部环境。这几类因素交织在一起构成项目的风险谱系。

2 水利水电工程风险评估与量化分析

2.1 风险评估的系统性流程与核心内容

水利水电工程的风险评定属于一种系统性分析进程，目的在于给后续的管理决策提供定量依据。该进程往往先针对已被察觉的风险展开细致剖析，探究每种风险在水利水电专门状况下被激发的原因，比如高坝库区地震造成滑坡涌浪的风险、深层覆盖层基础整治不力的风险等等；接着把分析成果同事先确定好的风险标准做比较，评估它们是否可以被接受，再按照重要程度加以排序^[2]。评估内容要全方位包含工程整个生命时段，特别重视那些出现几率大、影响严重或者也许会带来连锁效应的重要风险，诸如导流截流失败、高边坡失稳之类的情况，最后得出规范化的风险登记表，清楚地显示各类风险的级别及其应对的紧迫程度。

2.2 适用于水电工程的定性评估方法

水利水电工程存在诸多难以精准量化的复杂风险，定性评价方法凭借直观高效的特点被全面采用。最常见的工具有概率—影响风险矩阵，评价人员按照工程经验与专家判定，把风险事件（比如特大洪水超出标准、主要设备出现故障）的发生概率及影响后果划分到不同的级别（高、中、低），然后在矩阵里确定他们的风险档次。风险研讨会、专家访谈以及德尔菲法都是搜集多方观点、填补个人认知不足的可行途径。这些办法能够立即找出值得重点关注的高等级风险，尽管其成果具有一定主观色彩，但在数据短缺的时候，可以给是否执行更为细致的定量分析提供重要指引。

2.3 风险因素间的耦合与传递效应

水利水电工程风险突出的特性在于其高度的相关性和传递性，各个风险因素不是孤立存在的，它们彼此相互影响。极端水

文气象事件属于自然风险，可能会引发电站超标准洪水，之后施工围堰就可能发生溃决，这会带来人员伤亡以及工期延误这些管理风险，而且有可能引发公众对于工程安全的忧虑。这样一种连锁反应会极大加剧风险的最终后果。在执行风险评定的时候，要放弃线性思维，用系统论的眼光，透彻剖析风险因素之间的结合原理及其传递途径，找出其中的重要节点和薄弱之处，这样才能更为精准地评判工程的整体风险程度。

3 水利水电工程风险应对与过程监控

3.1 差异化的风险应对策略与工程实践

水利水电工程存在多种类型的风险，要采取不同的应对策略。风险规避适合那些可能导致灾难性后果而且难以控制的风险，比如改良坝址选定以避开活动断裂带或者大规模滑坡体的方案。风险减轻是最常采用的策略，其具体举措包含加大地质勘探的密度、运用更为先进的施工工艺（诸如碾压混凝土筑坝技术）、改善工程质量，还要制定大量的防洪度汛方案以减小洪水带来的冲击。风险转移可通过工程保险、再保险或者将某些施工环节分包给专业公司来达成。对于后果较轻或者应对成本过高的风险，可以自行承担并保留应急储备，以此保障整体应对体系具备经济合理性。

3.2 工程全生命周期的风险动态监控

水利水电工程建设历时比较久，风险监测需成为覆盖施工预备、主体创建一直到蓄水运行整个生命时段的动态进程。重点在于不断跟进已知风险状况，观察剩余风险变动情况，立即察觉新出现的风险，并考量应对策略的实际成果。要建立起一套完善的现场数据收集及汇报系统，包含水文预报、大坝形变监测、应力应变观测等重要指标^[3]。通过定时召开的风险评审会议，项目运作小组可以随时更新风险登记表，使得风险管理方案一直同工程实际进程以及环境改变相契合，从而给决策赋予最新的、最精确的风险形势资讯。

3.3 基于阈值的水电工程风险预警机制

建立科学的风险警示机制对于达成从被动应对到积极干预的风险转变十分关键。就水利水电工程而言，要给各个主要风险指标确定清晰的界限，上游库区水位靠近防洪限制水位、坝基渗流量骤增、边坡位移速度超出正常范围等情况均属此列。一旦检测到的数据达到预先划定的黄色、橙色或者红色警戒线，系统就会自行激活对应等级的警报，并开始执行事先安排好的应急处理步骤。这个机制要想顺利运作，离不开高效的信息收集、传递和分析体系，还要有清楚的授权及回应流程，从而让项目组在危险尚未升级成大祸之前收获珍贵的应对时机，有效地掌控局面。

4 水利水电工程风险管理体系构建

4.1 多层次的风险管理组织架构

要创建起层次分明、权责明晰的管理组织，这才会使水利水电工程风险控制切实得到落实。其一，要组建以项目经理为最高级别风险管理决策团队，该团队负责审核整体策略以及重要风险应对计划。其二，应当清楚界定技术、合同、安全、财务

等关键职能部分的风险管理任务: 技术部主要关注设计及施工技术相关风险, 安全部则专门处理施工安全与职业健康方面的问题。针对大型水利枢纽项目来说, 设置专门的风险管理职位或者小组十分必要, 该小组需承担起组织调配、提供方法论支撑并且监督检查的责任, 进而塑造起“决策层—管理层—执行层”相互配合的风险管理责任体系。

4.2 规范化的风险管理制度与操作流程

把风险管理应用固定成标准化的制度与流程, 这是做到它规范化和可持续性的根基所在。风险管理制度要明确工程风险管理的总体方针、基本准则、组织架构以及基本程序, 充当项目管理的纲领性文件。关键的操作流程须要细致化风险信息搜集、风险评价会议安排、应对方案审查执行、警报开启及处理等各个部分的具体执行步骤^[4]。非常关键之处在于, 这些风险管理流程应当同工程设计更改、施工组织、物资采购等主要业务流程深入融合, 防止出现“两张皮”的情况, 保证风险管理成为日常工作的组成部分。

4.3 集成化的水电工程风险管理信息系统

水利水电工程会产出大量又多变的风险信息, 所以创建集约化的风险管理信息系统就成了加强管理效能的必然之举。这个系统要成为统一的信息平台, 做到把地质、水文、施工、合同等各种类型的风险数据集中起来储存, 并且随时分享、动态刷新。它的核心功能模块包含风险登记、量化评价、应对方案追踪、自动警报以及全方位的报告制作等全部业务流程。系统自带的通知和警报功能可以帮助管理者及时掌握风险情况, 而它所保存的历史数据还能凝结成组织的知识财富, 给后续类似工程的风险管理提供珍贵的参考依据。

5 水利水电工程风险信息的沟通与持续优化

5.1 面向全相关方的风险信息沟通机制

水利水电工程牵涉多方利益相关者, 其关系繁杂, 在此情形下建立高效又透明的风险交流机制十分关键。内部要借助定时举办的风险评审会以及诸如周报、月报之类的标准化风险汇报体系来保证业主、设计方、监理方、施工单位等各方信息对等, 行动统一。对外则应积极同政府部门监管机构、受波及社区群众乃至全社会展开真诚对话, 并及时公布工程项目所遇主要风险及其应对办法, 如此一来便于解开外界困惑, 获取更多认同, 从而解决可能存在的移民搬迁、自然环境等方面的外部难题, 给项目发展建立良好的周边条件。

5.2 风险管理的定期审查与专项评估

风险管理体系自身也要通过定时审查和专门评定来核查其有效性。定时审查往往设在工程的关键里程碑节点上, 全面回顾之前阶段的风险识别是否完备、考量是否恰当、应对措施是否

有效。一旦碰上超标洪水、重大地质灾害之类的突然风险事件, 或者水利水电工程产生大幅偏离情况的时候, 就要马上执行专门审查, 深入分析事件起因以及管理体系存在的薄弱之处。所有的审查成果都要生成正式文件, 这些文件会成为修订风险管理计划以及改善后续管理决策的主要依据, 以促使管理体系不断符合工程实际情况。

5.3 经验教训总结与组织知识沉淀

风险管理的终极目的在于提高组织整体应对将来更为繁杂水利水电工程难题的能力, 所以要形成起循环的经验回馈及知识管理体系。每当一个标段竣工或者项目结束的时候, 就要全面归纳风险管理整个过程中的经验得失, 把那些被证实有效的革新举措凝练成规范步骤或者优良范例文档, 归入组织的知识库当中。而且, 对于出现的问题应当执行深入的本质剖析, 并据此修订完善风险管理制度、培训教材和操作手册。通过这种螺旋式上升的持续改进, 后续项目才能避免重复过往错误, 不断提升风险管理的成熟度。

6 结语

水利水电工程建设的复杂性和不确定性决定着风险管理在项目管理体系中居于核心位置。它绝非一项孤立、临时性或被动的工作, 而是一个需要全员参与、持续迭代、贯穿项目全生命周期的动态管理过程。本文系统地论述了从风险识别、风险评估、风险应对到体系构建及持续改进的完整逻辑链。经验证明, 只有前瞻性地识别风险、科学客观地评估分析、有效精确地应对控制, 并借助坚实有力的组织制度保障和开放学习文化, 才能将不确定性转变为可控因素, 最终保证水利水电工程建设目标的顺利实现, 提高项目的整体价值和韧性。面对未来更加复杂的水利水电工程挑战, 深化和完善风险管理理论和实践是行业的永恒课题。

[参考文献]

- [1] 马睿睿. 浅谈水利水电工程社会风险的评估和防控[J]. 农业科技与信息, 2019, (24): 109-111.
- [2] 高雅丽. 水利水电工程系统的风险评估方法研究[J]. 农业与技术, 2018, 38(16): 62.
- [3] 杨晓燕. 水利工程风险评估与应对策略[J]. 农村经济与科技, 2025, 36(09): 102-104+119.
- [4] 傅良. 水利工程施工中安全风险评估与控制策略分析[J]. 水上安全, 2024, (24): 151-153.

作者简介:

孙强(1973—), 男, 汉族, 安徽省阜南县人, 大专, 助理工程师, 从事阜南县水利局内河闸管所工程管理工作。