

水利工程风险管理体系构建

曹学锐 李四发

云南省水利水电工程有限公司, 中国·云南 昆明 650000

摘要: 本文聚焦于水利工程风险管理体系的构建, 展开深入研究。一开始, 就对水利工程所面临的核心风险进行细致剖析, 这些风险囊括自然风险、人为风险以及技术风险等方面, 明确风险来源及各自的特征。紧接着, 阐述构建此体系的意义: 该体系可保障水利工程实现安全稳定的运行状态, 同时还可以维护社会经济稳定发展的局面, 推动水利行业朝着可持续发展的方向迈进。基于上述这些情况, 指出体系构建的目的在于精准地识别潜在风险、科学地评估风险所产生的影响以及有效地制定相应的应对策略。最后, 提出促使体系可落地实施的关键策略: 制定风险预防方面的策略、实施风险应对的各项措施, 再结合持续的风险监控以及改进工作, 形成全流程的风险管理机制, 为水利工程的安全提供系统性的支撑。

关键词: 水利工程; 风险管理; 体系构建

Construction of Risk Management System for Water Conservancy Engineering

Cao Xuerui, Li Sifa

Yunnan Water Resources and Hydropower Engineering Co., Ltd., China Yunnan Kunming 650000

Abstract: This article focuses on the construction of a risk management system for water conservancy projects and conducts in-depth research. At the beginning, a detailed analysis was conducted on the core risks faced by water conservancy projects, including natural risks, human risks, and technical risks, clarifying the sources of risks and their respective characteristics. Next, the significance of constructing this system is explained: this system can ensure the safe and stable operation of water conservancy projects, while also maintaining a stable social and economic development situation, and promoting the water conservancy industry to move towards sustainable development. Based on the above situations, it is pointed out that the purpose of system construction is to accurately identify potential risks, scientifically evaluate the impact of risks, and effectively formulate corresponding response strategies. Finally, key strategies for promoting the implementation of the system are proposed: developing risk prevention strategies, implementing various risk response measures, and combining continuous risk monitoring and improvement work to form a full process risk management mechanism, providing systematic support for the safety of water conservancy projects.

Keywords: Water conservancy engineering; Risk management; System construction

0 引言

水利工程, 是保障水资源调控、防洪减灾以及社会经济发展的关键基础设施, 其安全稳定运行对于人民生命财产安全以及国家战略发展全局有着直接的关联。近些年来, 因为极端天气频繁发生、工程建设复杂度提高以及运营环境发生变化等诸多因素的影响, 水利工程所面临的自然、人为以及技术风险相互交织叠加, 传统的风险管控模式已经无法契合新形势下的管理要求。在这样的背景之下, 构建科学、系统且高效的水利工程风险管理体系成为了行业发展的必然选择。本文针对水利工程风险管理体系展开研究, 从剖析风险类型着手, 明确体系构建的意义和目的, 提出有针对性的实施策略, 可以为提升水利工程风险防控

能力、推动行业可持续发展提供理论方面的支撑以及实践方面的指引。

1 水利工程风险概述

1.1 自然风险剖析

自然风险是指因自然因素导致水利工程遭受破坏或影响其正常运行的风险。洪水便是常见的自然风险之一, 当短时间内大量降水汇聚, 河流水位迅速上涨, 超出水利工程的设计防洪标准时, 洪水的强大冲击力可能直接冲毁堤坝, 使周边地区陷入洪涝灾害, 淹没农田、冲毁房屋, 威胁人民生命财产安全。地震同样极具破坏力, 强烈的地震波会使工程结构承受巨大的应力, 导致水坝坝体开裂、基础松动, 甚至引发垮坝事故; 还可能破坏输水管道等设施,

中断供水^[1]。干旱也是不可忽视的自然风险,长时间降水稀少会使水库蓄水量大幅减少,无法满足下游灌溉、生活和工业用水需求,影响农业生产和社会经济正常运转。这些自然风险的发生往往难以准确预测和完全控制,一旦降临,便可能给水利工程带来毁灭性打击,严重影响其功能的发挥。

1.2 人为风险探究

人为风险涵盖了水利工程从规划设计到运行管理的各个环节。在设计阶段,若设计人员对工程所在地的水文、地质条件等掌握不充分,或对水流压力、荷载等计算出现失误,就会使工程设计存在缺陷^[2]。比如,水坝设计时对洪水流量预估不足,坝体高度和泄洪能力不够,在洪水来临时就极易发生漫顶、溃坝等事故。施工质量问题也是人为风险的重要方面,使用不合格的建筑材料,如强度不达标的水泥、劣质钢材等,或者施工工艺不规范,像混凝土浇筑不密实、钢筋焊接不牢固,都会严重降低工程质量,埋下安全隐患。

1.3 技术风险洞察

水利工程有技术复杂性较高的特性,这致使技术风险在工程建设以及运营的整个过程中都存在。随着科技持续取得进步,越来越多的新技术和新工艺被运用到水利工程领域。然而在应用的初期阶段,这些新技术或许并不成熟,比如说新型防水材料在水利工程防渗方面的应用,有可能因为材料性能不稳定,致使防水效果不好,出现渗漏状况。不同技术之间的兼容性问题也可引发风险,当工程采用多种不同厂家或者类型的设备和技术系统时,可能会出现数据传输不顺畅、设备协同工作存在险阻等情形,对工程的正常运行造成影响。技术风险还会给工程进度带来负面作用,一旦在施工过程中碰到技术难题而无法及时解决,就会造成工程延期,增加建设成本。技术不符合要求还可能致使工程质量达不到标准,无法契合设计规定,影响水利工程的安全性以及使用寿命,后期还需要投入大量资金来进行整改和维护。

2 水利工程风险管理体系的意义

2.1 保障工程安全稳定运行

水利工程风险管理体系,好似一张严实的防护网:借助全面且精细的风险识别,把工程在规划、设计、施工以及运行阶段可能碰到的各类风险逐一找出;不管是自然风险中的洪水冲击、地震破坏,还是人为风险里的设计失误、施工质量问题,都无法隐藏。在风险评估阶段,运用科学的方法与模型,对识别出的风险开展量化分析,精确判断风险发生的概率以及可能造成的后果严重程度。以三峡大

坝来说,在建设和运行过程中,风险管理体系一直发挥着作用:依靠先进的监测技术,实时把控大坝的变形、渗流等状况;一旦发现数据异常,马上进行风险评估,判断是否存在安全隐患;依据评估结果,采取像加固坝体、优化泄洪方案等风险控制措施,成功抵御了多次洪水侵袭,保障了大坝的安全稳定运行。风险管理体系的有效施行,大幅降低了工程发生事故的概率,延长了工程的使用寿命,提升了工程的可靠性,使水利工程可持续稳定地发挥其功能。

2.2 维护社会经济稳定发展

水利工程与社会经济发展紧密相连,在防洪、灌溉、供水等关键领域发挥着不可替代的支撑作用。在防洪方面,江河湖泊上的堤坝和水库等水利设施,就像忠诚的卫士,阻挡着洪水的肆虐,保护着下游城市、乡村以及农田免受洪涝灾害的侵害。在灌溉领域,完善的水利灌溉系统如同生命的脉络,为农作物输送着生长所需的水分,确保农业生产的稳定,保障粮食安全。供水方面,水利工程为城乡居民和工业生产提供了稳定可靠的水源,满足了人们日常生活和工业发展的用水需求。一旦水利工程出现风险事故,后果不堪设想^[3]。洪水引发的洪涝灾害可能冲毁房屋、淹没农田,导致大量人员伤亡和财产损失,农业生产遭受重创,工业也因停水、停电等原因被迫停产,造成巨大的经济损失。而风险管理体系通过对水利工程风险的有效管控,保障工程正常运行,从而为社会经济的稳定发展筑牢坚实基础,让经济发展能够在稳定的水资源保障和安全的环境下有序推进。

2.3 推动水利行业可持续发展

水利工程风险管理体系对水利行业的可持续发展意义重大,犹如强大引擎。在技术领域,它推动着行业的持续探索并运用新技术。随着工程安全、风险控制要求提升,比如智能监测技术、大数据分析技术、先进材料技术等在水利工程领域被广泛运用。这些新技术提升了风险识别和风险评估的精准度与及时性,也提高了工程的安全性、耐久性。在管理范畴,风险管理体系促使水利行业构建更为科学、完备的管理制度与流程。从项目的规划立项开始,历经建设实施,直至移交运行环节,每个步骤都有严格的规范和标准,清晰界定各阶段相关部门及人员的职责,提高管理效率。

3 水利工程风险管理体系的目的

3.1 精准识别潜在风险

在水利工程范畴内,精准识别潜在风险乃是风险管理

的根本所在。运用头脑风暴这种方式,召集设计、施工以及运营等多个领域的专业人员,围绕水利工程展开深入讨论。比如说,在某大型水库建设的前期阶段,专家们运用头脑风暴,提出了如地质条件复杂有可能引发基础不稳,以及周边生态环境发生变化可能会影响工程运行等潜在风险。检查表同样是常用的工具,依据过往工程的经验以及行业标准,制定出包含工程各个环节的检查表。以堤防工程作为实例,检查表可囊括堤身结构完整性、堤基稳定性以及护坡状况等检查项目,工作人员依照检查表逐一进行排查,以此保证不会遗漏关键的风险点。流程图可把工程流程以可视化的形式呈现出来,从项目规划开始,历经施工建设,再到运行维护,清晰地呈现出每个环节,可识别风险。像在水利发电工程当中,依靠流程图可发现设备安装环节可能因为技术不够熟练而导致设备损坏的风险,以及运行过程中因电力调度不合理而引发安全事故的风险。精准识别风险,可为后续的管理工作指明方向。只有全面掌握潜在风险,才可以有针对性地进行防范和应对。

3.2 科学评估风险影响

科学地对风险影响给予评估,是水利工程风险管理之中的关键点,这可为后续去制定合理且有效的应对策略,给予关键支撑。定性评估往往依靠专家所有的专业知识以及丰富经验,针对风险发生的可能性以及后果严重程度,作出主观判断。就像在评估小型灌溉渠道工程时,专家依据渠道周边的地形地貌状况、过往降水情形以及渠道的建设材料与工艺,判定渠道在遭遇强降雨时出现坍塌的可能性处于中等水平。要是发生坍塌,对周边农田灌溉所产生的影响程度较大,会使部分农田缺水,影响农作物生长。定量评估借助数学模型以及大量数据,开展精确运算^[4]。

3.3 有效制定应对策略

有效制定应对策略,乃是水利工程风险管理体系的关键目标,这与工程能否安全运行以及效益能否充分发挥紧密相关。就风险规避策略而言,在对某条河流规划水利工程时,要是发觉所选地址地震活动颇为频繁,并且地质条件极为不稳定,经过评估后认定风险过大,那就应当果断舍弃该选址,重新展开勘察,去挑选更为安全稳定的区域,以此从根源上规避地震等地质灾害对工程构成的威胁。风险降低策略是借助采取具体举措来减轻风险所带来的影响。在防洪工程当中,为了降低洪水风险,可以把堤坝加高加固,将河道拓宽,以此提高工程的防洪能力;构建洪水监测预警系统,提前获取洪水相关信息,及时采取泄洪等举措,减少洪水造成的损失。风险转移一般会采用购买保险

的方式,比如,水利工程建设单位购买工程一切险,一旦工程因为自然灾害、意外事故等缘由遭受损失,那么由保险公司承担部分或者全部赔偿责任,把经济风险转移至保险机构。对于一些发生概率较低、影响程度较小的风险,像小型水利设施偶尔出现的轻微设备故障,可以采取风险接受策略,准备好必需的维修物资以及技术人员,在故障发生之时及时给予修复,将损失控制在可承受的范围之内。

4 水利工程风险管理体系的策略

4.1 风险预防策略制定

在水利工程规划设计阶段,充分考量自然条件和工程要求,对制定风险预防策略非常关键。比如规划大坝时,设计团队要充分评估当地历史洪水数据、地质构造、地层岩性、地震烈度等;针对地震频发、地震烈度大区域的大坝设计,选用抗震性能良好的结构形式,增加坝体抗震构造,像设置抗震缝、采取基础加固补强等,在设计阶段提升大坝抗震稳定性。同时引入先进设计理念、运用先进技术,像计算机模拟技术,对大坝在不同工况下的运行状态展开模拟分析,提前找出潜在风险隐患,优化设计方案。在施工阶段,严格把控施工质量是预防风险的关键举措。施工单位需构建和完善质量管理体系,对每一道施工工序、每一个施工单元严格进行质量检验,保证使用的建筑材料符合质量标准,防止因施工质量问题引发工程安全风险。在运行管理阶段,制定科学合理的调度方案与维护措施,是保障工程安全运行的关键举措。依据不同季节水资源状况和用水需求,合理调度水库蓄水量,避免因过度蓄水或排水不当引发风险。

4.2 风险应对措施实施

当风险事件发生时,迅速启动应急预案并实施有效的应对举措是降低损失的关键。以洪水灾害来说,一旦监测到洪水水位超过警戒水位,相关部门需立刻依照应急预案组织抢险救援工作:先是及时发布洪水预警信息,借助广播、电视、短信等多种渠道,把洪水的危险程度以及可能影响的范围告知下游居民,组织他们快速撤离到安全区域,保障人民生命安全^[5]。在工程抢修方面,组织专业的抢险队伍,携带充足的抢险物资与设备(像沙袋、冲锋舟、挖掘机等),赶赴堤坝等关键部位进行加固;对于出现决口的堤坝,运用沙袋堆砌、土工织物铺设等办法进行封堵,防止洪水泛滥。

4.3 风险监控与持续改进

风险监控属于水利工程风险管理体系里颇为关键的部分,借助实时监测、定期检查以及数据分析等诸多方式与

手段,针对工程的运行状态以及风险状况展开全面的跟踪与评估。运用安装于水利设施之上的各类传感器,像水位传感器、压力传感器以及位移传感器等,实时收集工程的运行数据,例如水位变化、坝体应力以及结构位移等信息,并且把这些数据传至监控中心给予分析处理。一旦察觉到数据出现异常,便即刻发出预警信号,向管理人员提示要及时开展排查与处理工作。除了实时监测之外,还需要定期对水利工程开展全面检查,涉及对工程设施的外观检查、内部结构检测以及设备性能测试等,及时找出潜在的安全隐患。凭借对历史数据以及实时监测数据进行分析,预测风险的发展趋向,为风险管理决策提供科学的依据。依据风险监控的结果,及时调整风险管理策略与措施,达成风险管理体系的持续改进。

5 结语

水利工程风险管理体系的构建是一项系统性、长期性的工程,贯穿工程规划、建设、运营全周期。从剖析自然、人为、技术三类核心风险,到明确体系保障工程安全、维护经济稳定、推动行业可持续发展的意义,再到以精准识别、科学评估、有效应对为目标,最终通过预防、处置、监控改进形成闭环策略,整套体系为水利工程安全管理提供了清晰路径。未来,需结合技术创新与实践经验持续优

化体系,进一步提升风险防控的精准性与高效性,为水利事业高质量发展筑牢安全屏障,更好地发挥水利工程在国家战略中的支撑作用。

参考文献:

- [1] 董贤强. 水利工程施工管理中的安全风险识别与控制措施研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025,(27): 40-42.
- [2] 孙刚强. 水利工程堤防管理中的风险评估与应对策略研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025,(27):195-197.
- [3] 林晓云. 水利工程风险管理与安全监测技术分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025,(24):208-210.
- [4] 王东升. 水利工程项目进度管理的方法实践研究[C]// 广西大学广西县域经济发展研究院. 2025年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会议论文集. 浙江泰阳建设集团有限公司, 2025:38-39.
- [5] 唐慧萍. 水利工程合同管理中的风险控制与优化路径研究[J]. 水上安全, 2025,(13):31-33.

作者简介:曹学锐(1991.05-),男,汉族,云南楚雄人,本科学历,工程师,研究方向:水利水电工程施工。