

# 水库建设项目中的风险评估与管理实践

刘金伟

新疆维吾尔自治区金沟河流域水利管理中心 新疆 沙湾 832100

**摘要:** 水库建设作为重要水利工程, 面临诸多风险挑战。自然环境风险涵盖地震、洪水等灾害, 工程技术风险涉及设计缺陷、施工难题, 社会经济风险包含移民安置、资金短缺等。通过定性、定量及综合评估法, 能精准识别与量化风险。风险管理策略中, 风险规避、减轻、转移和接受各有侧重, 相互配合可提升项目抗风险能力, 为保障水库建设安全、高效推进提供有力支撑。

**关键词:** 水库建设项目; 风险评估; 管理实践

## 引言

水库在防洪、灌溉、供水等领域发挥着关键作用, 是水利基础设施的重要组成部分。然而, 水库建设项目投资大、周期长、技术复杂, 面临着自然环境、工程技术和社会经济等多重风险, 任何风险的发生都可能导致项目延误、成本超支甚至安全事故。本文基于对水库建设项目风险的深入分析, 探讨科学的风险评估方法与有效的管理策略, 旨在为提升水库建设风险管理水平提供参考。

## 1 水库建设项目中的风险类型分析

### 1.1 自然环境风险

水库建设所处的自然环境具有高度复杂性与不可控性, 潜藏多种风险。地质条件是关键影响因素, 若坝址区域存在断层破碎带、喀斯特溶洞等不良地质构造, 会显著削弱地基承载能力, 导致坝体沉降不均甚至失稳。地震活动也不容忽视, 强震产生的地震波可能破坏坝体结构完整性, 引发裂缝、滑坡等灾害, 同时增加库区边坡失稳风险, 致使大规模滑坡体冲入水库, 形成涌浪危及大坝安全。水文气象条件同样带来挑战, 极端降雨事件会造成入库洪水流量远超设计标准, 引发水库超水位运行, 增大漫坝溃坝概率; 长期干旱则使水库蓄水不足, 无法满足供水、发电等功能需求, 同时可能引发库底渗漏加剧、周边地下水位下降等连锁反应。库区的地形地貌、生态环境也会影响水库建设与运行, 复杂地形增加施工难度与成本, 生态环境变化可能导致生物栖息地破坏、水土流失加剧等问题。

### 1.2 工程技术风险

水库建设工程技术体系庞大且精密, 每个环节都可能存在风险隐患。坝型选择与设计直接关系到工程成败, 若坝型与当地地质、水文条件不匹配, 或设计计算存在偏差, 会导致坝体抗滑、抗渗等性能不足。施工技

术的应用也至关重要, 混凝土浇筑过程中, 若温控措施不当, 易产生温度裂缝, 降低坝体强度与耐久性; 土石坝填筑时, 若压实度不达标, 会造成坝体沉降过大、渗透破坏等问题。工程材料质量同样关键, 不合格的水泥、钢材等建材, 会严重影响结构强度与稳定性。施工过程中的新技术、新工艺应用若缺乏充分论证与实践经验, 可能出现技术难题无法解决的情况, 导致工期延误、成本增加。工程监测系统若不完善, 不能及时准确获取大坝变形、渗流等关键数据, 将无法有效预警潜在风险, 错失风险处置的最佳时机。

### 1.3 社会经济风险

水库建设项目对区域社会经济发展影响深远, 同时也面临诸多风险。移民安置工作是其中的重点与难点, 若移民搬迁补偿标准不合理、安置点规划建设不当, 会引发移民不满与抵触情绪, 甚至产生社会矛盾冲突, 影响项目建设进度与社会稳定。水库建成后, 对周边区域产业发展产生复杂影响, 可能导致传统农业、渔业受损, 若不能及时引导产业转型, 会造成当地居民收入减少、经济衰退。工程建设资金投入巨大, 若资金筹措渠道单一或资金链断裂, 会导致工程建设停滞。项目运营阶段, 市场需求的变化也会带来风险, 如电力市场价格波动、供水需求减少等, 影响水库发电、供水等经济效益, 若不能及时调整运营策略, 可能导致项目财务状况恶化, 难以实现预期收益目标。

## 2 水库建设项目中的风险评估方法

### 2.1 定性评估法

定性评估法在水库建设项目风险评估中, 以专家经验与专业知识为核心驱动, 构建起对项目风险的认知框架。通过收集项目资料, 包括地形地质勘察报告、工程设计方案、施工组织计划等, 专家团队凭借自身在水利工程领域多年积累的实践经验, 对水库建设可能面临的

风险因素进行识别。从地质条件角度,分析库区是否存在断层、岩溶等不良地质现象,这些地质隐患可能导致坝基不稳、渗漏等问题;在施工方面,考量施工工艺的复杂性、施工设备的适用性以及施工环境的恶劣程度,像高海拔、严寒、多雨等特殊气候条件,都可能给施工安全和进度带来风险。在风险分析阶段,定性评估法采用诸如风险矩阵、德尔菲法等工具和方法。风险矩阵通过对风险发生的可能性和影响程度进行分级,将风险划分为不同的风险等级区域,直观展现各风险因素的严重程度;德尔菲法通过多轮匿名专家咨询,逐步达成对风险因素的共识,降低个人主观因素的干扰。定性评估法能深入挖掘风险背后的潜在原因和相互关系,例如分析水库蓄水后可能引发的周边山体滑坡风险,不仅考虑地质条件,还会综合植被覆盖、地下水位变化等因素,从多个维度全面理解风险本质,为后续风险应对策略的制定提供丰富的信息支持,其灵活性和适应性能够贴合水库建设项目复杂多变的实际情况<sup>[1]</sup>。

## 2.2 定量评估法

定量评估法以数学模型和数据分析为手段,对水库建设项目风险进行精确量化。首先利用概率论和数理统计方法,对历史数据和监测数据进行深入分析。在水文风险评估中,收集多年的降雨、径流数据,运用频率分析方法,计算不同重现期的洪水流量,以此评估水库遭遇洪水漫坝、溃坝的风险概率;对于结构安全风险,通过有限元分析等数值计算方法,模拟大坝在不同荷载工况下的应力、应变分布,计算结构失效的概率。定量评估法还引入蒙特卡洛模拟等技术,通过大量随机抽样,模拟项目实施过程中各种不确定因素的变化情况,得到风险结果的概率分布,从而全面评估风险的可能性和影响程度。在定量评估过程中,建立风险评估模型是关键环节。根据水库建设项目的特点和需求,构建包含众多风险变量的数学模型,各变量之间的关系通过严谨的数学公式表达。以水库建设成本风险评估为例,将建筑材料价格波动、劳动力成本变化、工期延误等因素作为变量纳入模型,通过对这些变量的历史数据统计分析,确定其概率分布函数,进而计算出成本超支的概率和程度。定量评估法能够提供精确的风险数值,使项目决策者对风险大小有直观、准确的认识,便于在不同方案之间进行比较和选择,为项目资源的合理配置提供科学依据,有效提升项目决策的科学性和合理性。

## 2.3 综合评估法

综合评估法融合定性评估法和定量评估法的优势,针对水库建设项目风险的复杂性和多样性,构建全面、

系统的风险评估体系。在评估过程中,第一,运用定性评估法对项目风险进行全面识别和初步分析,从宏观层面把握风险的种类和性质,确定主要风险因素;第二,利用定量评估法对这些关键风险因素进行量化分析,通过数学模型和数据分析得出风险的具体数值指标。例如,在评估水库建设的环境风险时,先通过专家经验和专业知识识别出可能的环境影响因素,如水质污染、生态破坏等,再运用定量方法,如建立水质模型模拟污染物扩散、采用生态指标量化生态损失,计算出各环境风险因素的具体影响程度和发生概率。综合评估法还采用层次分析法、模糊综合评价法等方法,对定性和定量评估结果进行整合。层次分析法将复杂的风险系统分解为多个层次结构,通过两两比较确定各风险因素的相对权重,使不同类型、不同维度的风险因素具有可比性;模糊综合评价法处理风险评估中的模糊性和不确定性问题,将定性描述转化为定量评价,通过构建模糊关系矩阵和综合评价模型,得出综合风险评估结果。这种方法能够充分考虑水库建设项目中各种不确定因素和复杂关系,提供更全面、客观、准确的风险评估结论,为项目风险管理提供更具针对性和有效性的决策支持,助力项目在风险可控的前提下顺利推进<sup>[2]</sup>。

## 3 水库建设项目中的风险管理策略

### 3.1 风险规避

(1) 在水库建设项目规划阶段,通过科学严谨的地质勘探与水文分析,精准识别潜在高风险区域,避免在地质断裂带、强地震活动区等地质条件恶劣地段选址,从源头上杜绝因地质不稳定引发的溃坝、渗漏等重大风险。对流域内历史洪水数据进行深度挖掘与模拟推演,充分考量极端气候条件下的洪水演进规律,舍弃易受超标洪水威胁的坝址方案,确保工程建设基础条件安全可控。(2) 在技术方案选择方面,优先采用成熟可靠且经过实践验证的坝型结构与施工工艺,避免盲目引入未经充分验证的新技术、新材料,降低因技术不确定性导致的工程风险。针对复杂的地基处理,采用经过长期工程检验的加固方法,而非尝试缺乏工程案例支撑的新型技术,保障基础工程质量与稳定性。(3) 优化施工组织设计,结合工程规模、技术难度及资源状况,精准规划各施工环节的先后顺序与衔接方式,合理安排施工时序与进度计划。深入剖析当地气候条件与水文周期,提前制定应急预案,避免在雨季、冰冻期等不利时段开展关键部位作业,规避风险隐患,确保工程建设顺利推进。

### 3.2 风险减轻

(1) 在水库建设过程中,采用先进的施工监测技术

与设备,对大坝填筑、混凝土浇筑等关键工序进行实时动态监测,通过传感器网络采集位移、应力、渗流等关键数据,结合大数据分析 with 数值模拟技术,及时发现潜在质量缺陷与安全隐患,采取针对性的补强加固措施,将风险控制在萌芽状态。(2)加强施工过程中的安全管理,对高空作业、深基坑开挖、爆破作业等高风险施工环节,制定详细的安全操作规程与应急预案,配备专业的安全防护设备与人员,定期开展安全检查与隐患排查,通过强化安全技术措施与人员安全意识,降低事故发生概率,减轻事故损失程度。(3)在水库运行管理阶段,建立完善的水库大坝安全监测系统,对大坝变形、渗流、应力应变等指标进行长期连续监测,结合气象、水文预报信息,提前预判可能出现的风险情况,制定科学合理的调度方案,通过优化水库水位控制、泄洪设施运行等措施,有效减轻洪水、地震等外部因素对水库工程的影响,保障水库安全稳定运行<sup>[3]</sup>。

### 3.3 风险转移

(1)通过工程保险机制,将水库建设与运行过程中的部分风险转移给保险公司。针对施工阶段可能面临的自然灾害、意外事故、工程质量缺陷等风险,投保建筑工程一切险、安装工程一切险、第三者责任险等险种,明确保险责任范围与赔偿标准,当风险事故发生时,由保险公司承担相应的经济赔偿责任,降低项目建设与运营主体的经济损失。(2)采用工程总承包(EPC)模式,将项目的设计、采购、施工等环节整体委托给具有丰富经验与强大实力的总承包商,在合同中明确约定各方的权利与义务,将因设计不合理、设备材料质量问题、施工管理不善等引发的风险转移给总承包商,由其负责项目全过程的风险管理与控制,保障项目顺利实施。(3)引入专业的风险管理咨询机构,通过签订风险管理服务合同,将部分复杂的风险评估、风险应对策略制定等工作委托给专业机构,借助其专业知识与丰富经验,对项目风险进行全面系统的分析与管理,将因风险管理能力不足导致的风险转移给专业机构,提升项目风险管理水平。

### 3.4 风险接受

(1)对于发生概率极低且造成损失较小的风险,经过科学的风险评估与成本效益分析,在充分权衡采取风险应对措施所需投入的成本与可能获得的收益后,选择主动接受风险。例如,施工过程中偶尔出现的小型设备故障,其维修成本较低且不会对工程进度造成重大影响,项目团队可自行承担维修费用,无需采取额外的风险应对措施。(2)当风险发生的可能性与潜在损失处于可承受范围内,且采取风险规避、减轻或转移措施所需成本过高时,选择风险接受策略。如在水库运行过程中,一些轻微的水质变化,通过常规的水质监测与适当的水处理措施即可满足要求,无需投入大量资金建设复杂的水质净化设施,可接受这种轻微的水质波动风险。(3)对于无法准确预测其发生概率与影响程度的风险,在缺乏有效应对手段的情况下,也可采取风险接受策略。例如,某些新型地质灾害在特定区域的发生具有不确定性,且目前尚无成熟的防范技术,项目团队可在加强监测预警的基础上,预留一定的风险储备金,以应对可能发生的风险损失,主动接受该类风险带来的不确定性<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述,水库建设项目风险评估与管理是确保项目顺利实施的关键环节。通过系统分析自然环境、工程技术和社会经济等风险类型,运用定性、定量及综合评估方法精准识别与度量风险,并结合风险规避、减轻、转移和接受等管理策略,能够有效降低风险影响。在未来的水库建设中,需进一步重视风险管理实践,推动项目高质量建设与可持续发展。

### 参考文献

- [1]吴庆东.高台水库建设征地移民安置潜在的社会风险评估[J].黑龙江水利科技,2022,50(8):218-220.
- [2]张鸿.茅坡水库工程建设征地移民安置社会风险评估分析[J].城镇建设,2021(5):178-179.
- [3]李宗坤,王特,葛巍,等.黄河流域梯级水库大坝风险评估与管控的战略思考[J].人民黄河,2023,45(7):1-6.
- [4]吴双.水库管理中的风险评估与应对策略研究[J].建筑工程与设计,2023,2(8):32-34.