

水利工程项目施工风险影响因素评价与管理研究

檀 迪

中国中铁工程装备集团隧道设备制造有限公司 河南新乡 453000

【摘要】随着经济的快速发展和人口的增长,水资源的需求不断增加,水利工程建设也迎来了新的机遇和挑战。一方面,国家加大了对水利工程的投入力度,一大批重点水利工程相继开工建设;另一方面,水利工程建设规模越来越大、技术要求越来越高、施工环境越来越复杂,这也增加了工程施工的风险。本文旨在深入分析水利工程项目施工风险影响因素,建立科学的风险评价模型,并提出有效的风险管理策略,为水利工程建设提供理论支持和实践指导。

【关键词】水利工程; 施工风险; 影响因素; 评价

一、水利工程项目施工风险评价方法

(一) 风险评价方法

1. 定性评价方法

定性评价方法在水利工程项目施工风险评估中具有重要作用,它能够凭借专家的丰富经验和专业知识,对风险进行深入剖析和直观判断。头脑风暴法和德尔菲法是两种常见且应用广泛的定性评价方法。

头脑风暴法是一种激发群体创造力的方法,在水利工程项目施工风险评估中,运用头脑风暴法时,首先要明确需要解决的风险问题,然后邀请相关领域的专家、工程师、施工人员等组成讨论小组。在会议过程中,主持人应鼓励参与者自由联想,不受任何限制地提出各种可能的风险因素和应对措施。

德尔菲法,又称专家意见法,在水利工程项目施工风险评估中,首先由课题小组确定研究问题,明确问题的范围和目标,然后拟定专家函询问卷。问卷应考虑专家情况、问卷信息以及填写说明等因素,确保专家能够准确理解问题并提供有价值的意见。选择具有专业背景和丰富经验的专家,一般选取20名左右,以确保意见的可靠性和权威性。专家们以匿名的方式(函件)提交意见,经过多次的反复征询和反馈,最后意见逐步趋于集中。

2. 定量评价方法

定量评价方法在水利工程项目施工风险评估中具有重要地位,它通过运用数学模型和统计分析工具,对风险进行量化计算,从而为风险评估提供精确的数据支持。LEC法和模糊综合评价法是两种常见且应用广泛的定量评价方法。

LEC法,即作业条件危险性分析法,是一种对具有潜在危险性作业环境中的危险源进行半定量安全评价的方法。该方法采用与系统风险率相关的3种方面指标值之积来评价系统中人员伤亡风险大小。这3种方面分别是:L为发生事故的可能性大小;E为人体暴露在这种危险环境中的频

繁程度;C为一旦发生事故会造成的损失后果。风险分值 $D=LEC$,D值越大,说明该系统危险性大,需要增加安全措施,或改变发生事故的可能性,或减少人体暴露于危险环境中的频繁程度,或减轻事故损失,直至调整到允许范围内。在某水利工程施工中,对高处作业进行风险评估时,假设发生事故的可能性L为6(相当可能),人体暴露在危险环境中的频繁程度E为3(每周一次或偶然暴露),一旦发生事故会造成的损失后果C为15(1-2人死亡),则风险分值 $D=6 \times 3 \times 15=270$ 。根据LEC法的风险分级标准,D值大于160属于高度危险,需要立即整改。通过这种量化计算,能够直观地了解高处作业的风险程度,为制定相应的安全措施提供依据。

模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评价方法,它根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。该方法具有结果清晰,系统性强的特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题。

(二) 风险评价指标体系构建

1. 指标选取原则

在构建水利工程项目施工风险评价指标体系时,需遵循一系列科学合理的原则,以确保指标体系能够全面、准确地反映水利工程施工过程中的风险状况,为风险评价提供可靠依据。

科学性原则是指标选取的首要原则,它要求所选取的指标必须基于科学的理论和方法,能够客观、真实地反映风险因素的本质特征和内在规律。

系统性原则强调指标体系的完整性和系统性,要求所选取的指标能够全面涵盖水利工程施工过程中各个方面的风险因素,形成一个有机的整体。

可操作性原则是指所选取的指标应具有实际可操作性,能够在实际工程中方便地获取数据和进行计算。

敏感性原则要求所选取的指标对风险因素的变化具有较高的敏感性，能够及时、准确地反映风险的变化情况。

独立性原则强调指标之间应具有相对独立性，避免指标之间存在较强的相关性。

2. 具体指标确定

基于上述指标选取原则，结合水利工程项目施工风险影响因素的分析，确定以下具体的风险评价指标：

(1) 自然因素指标：

气温异常天数：统计施工期间日最高气温超过35℃或日最低气温低于5℃的天数。高温天气会影响混凝土的浇筑和养护，增加施工人员中暑的风险；低温天气则会使混凝土受冻，影响其强度和耐久性。

暴雨天数：记录施工期间日降水量达到50毫米及以上的天数。暴雨可能引发洪水、滑坡等地质灾害，对施工现场的人员、设备和工程设施造成严重威胁。

年最大风速：获取施工地区气象资料中的年最大风速数据。大风会影响施工设备的稳定性，增加高空作业的风险，如吹倒塔吊、脚手架等。

水位变幅：计算施工期间水位的最大变化幅度。水位大幅上涨可能导致洪水灾害，淹没施工现场；水位下降则可能使基础暴露，影响工程安全。

流量变异系数：通过对施工地区河流流量数据的统计分析，计算流量变异系数。流量异常会对施工中的桥梁、堤坝等结构物产生巨大的冲击力，影响工程安全。

岩石强度：采用现场试验或地质勘察报告中的岩石抗压强度、抗拉强度等数据。岩石强度低会影响基础的稳定性，增加施工难度和风险。

土层稳定性：通过地质勘察，评估土层的抗剪强度、压缩性等指标，判断土层的稳定性。不稳定的土层容易引发滑坡、坍塌等地质灾害。

(2) 人为因素指标：

施工人员技能证书持有率：统计持有相关专业技能证书的施工人员占总施工人员的比例。技能证书持有率高，说明施工人员的专业技能水平较高，能够更好地保证工程质量和施工安全。

施工人员培训时长：记录施工人员在施工前和施工过程中接受培训的总时长。培训时长充足，能够提高施工人员的安全意识和操作技能，减少施工风险。

管理体系完善程度：从管理制度的健全性、执行的有效性、监督的严格性等方面进行评估，采用专家打分的方式，将管理体系完善程度分为完善、较完善、一般、不完善四个等级。

监管力度：考察监管人员的配备数量、巡查频率、问题发现和整改情况等，同样采用专家打分的方式，将监管力

度分为强、较强、一般、弱四个等级。

二、水利工程项目施工风险管理策略

(一) 风险规避策略

1. 合理规划与选址

在水利工程项目的规划阶段，科学合理的规划与选址是规避风险的重要前提。选址过程中，需全面、深入地开展地质勘察工作，运用先进的勘察技术和设备，对工程场地的地质条件进行详细的探测和分析。通过地质勘察，能够准确了解地层结构、岩石特性、土壤性质以及地下水位等关键信息，为判断场地是否存在断层、滑坡、泥石流等地质灾害隐患提供科学依据。

除了地质条件，还需充分考虑气象、水文等自然因素的影响。对于气象因素，要收集工程所在地长期的气象数据，包括气温、降水、风速等，分析气象变化规律，评估高温、暴雨、大风等极端天气对工程施工和运行的影响。在降水较多的地区，应避免在易受洪水淹没的低洼地带选址；在多风地区，要考虑建筑物的抗风能力，合理规划建筑物的布局和结构。

水文因素也是选址过程中不可忽视的重要方面。要对工程所在地的河流、湖泊等水域的水文特征进行详细研究，包括水位变化、流量大小、水流速度等。避免在河流弯道、冲淤变化较大的地段选址，防止因水流冲刷、泥沙淤积等问题影响工程的安全和正常运行。在建设跨河桥梁时，要准确掌握河流的水位变化情况，确保桥梁的设计高度能够满足洪水期的行洪要求，避免桥梁被洪水淹没。

2. 优化设计方案

优化设计方案是从源头上降低水利工程项目施工风险的关键举措。在设计过程中，应充分考虑工程的实际需求和各种可能出现的风险因素，运用先进的设计理念和技术，确保设计方案的科学性、合理性和可行性。

加强设计前期的调研和分析工作至关重要。设计团队要深入工程现场，了解地形地貌、地质条件、水文气象等实际情况，与相关部门和专家进行充分沟通，收集工程建设所需的各种资料。通过对这些资料的综合分析，为设计方案的制定提供准确的依据。

采用先进的设计理念和技术，能够提高工程的安全性和可靠性，降低施工风险。在大坝设计中，运用有限元分析等先进技术，对大坝的结构进行优化设计，确保大坝在各种工况下都能保持稳定。

积极引入新技术、新材料也是优化设计方案的重要途径。新型建筑材料具有强度高、耐久性好、抗渗性强等优点，能够提高工程的质量和安全性。在水利工程中，使用高性能混凝土可以有效提高混凝土结构的抗裂性能和耐久性；采用新型的土工合成材料可以增强地基的稳定性，减

少地基沉降。

(二) 风险减轻策略

1. 加强施工管理

完善管理制度是加强施工管理的基础。建立健全施工质量管理体系，明确施工过程中的质量标准和检验流程，确保每一道施工工序都符合质量要求。制定严格的质量检验制度，对原材料、构配件和工程实体进行定期检验，不合格的材料和构配件严禁进入施工现场，不合格的工程部位必须返工处理。建立施工安全管理制度，明确安全责任，加强安全教育培训，提高施工人员的安全意识和自我保护能力。制定安全操作规程，规范施工人员的操作行为，杜绝违规操作。

2. 采用先进技术与设备

采用先进的施工技术和设备是降低水利工程项目施工风险的重要手段。先进的施工技术能够提高施工效率，保证工程质量，降低施工风险。在混凝土浇筑施工中，采用自动化混凝土浇筑设备和智能振捣技术，能够实现混凝土的精准浇筑和振捣，提高混凝土的密实度和强度，减少混凝土裂缝等质量问题的发生。智能振捣技术则能够根据混凝土的特性和浇筑情况自动调整振捣参数，确保混凝土振捣密实，避免出现蜂窝、麻面等质量缺陷。

先进的施工设备能够提高施工的安全性和可靠性。在水利工程施工中，使用高精度的测量仪器和先进的施工机械，能够提高施工的精度和效率，减少施工事故的发生。采用全球定位系统（GPS）和全站仪等高精度测量仪器，能够实现对工程施工的实时监测和控制，确保工程施工的精度和质量。

(三) 风险接受策略

针对可能发生的风险事件，制定科学合理的应急预案是风险接受策略的重要组成部分。应急预案应涵盖应急组织机构、应急响应程序、应急救援措施等方面，确保在风险事件发生时能够迅速、有效地进行应对，最大限度地减少损失。

明确应急组织机构的职责和分工是应急预案的基础。成立应急指挥中心，由项目经理担任指挥长，负责全面指挥和协调应急救援工作。应急指挥中心下设抢险救援组、医疗救护组、后勤保障组、安全保卫组等多个小组。抢险救援组负责现场的抢险救援工作，如对坍塌的建筑物进行抢险、对泄漏的管道进行抢修等；医疗救护组负责对受伤人员进行紧急救治和转运；后勤保障组负责提供应急物资和设备，如抢险工具、医疗用品、食品和饮用水等；安全保卫组负责维护现场秩序，防止无关人员进入危险区域，确

保救援工作的顺利进行。

制定详细的应急响应程序是确保应急预案有效实施的关键。当风险事件发生时，现场人员应立即向应急指挥中心报告，报告内容包括事件的发生时间、地点、性质、危害程度等信息。应急指挥中心接到报告后，应迅速启动应急预案，根据事件的严重程度和发展态势，组织各应急小组开展救援工作。在应急响应过程中，各应急小组应按照职责分工，密切配合，协同作战。抢险救援组应迅速到达现场，采取有效的抢险救援措施，控制事故的发展；医疗救护组应及时对受伤人员进行救治，确保伤员得到及时的医疗救助；后勤保障组应及时提供应急物资和设备，保障救援工作的顺利进行；安全保卫组应加强现场的安全保卫工作，维护现场秩序，防止发生次生灾害。

制定具体的应急救援措施是应急预案的核心内容。针对不同类型的风险事件，应制定相应的救援措施。对于火灾事故，应立即组织人员使用灭火器、消防栓等灭火设备进行灭火，并及时疏散现场人员；对于坍塌事故，应迅速组织人员对坍塌部位进行抢险，抢救被埋人员，并采取措施防止坍塌范围扩大；对于洪水灾害，应及时启动防洪应急预案，加固围堰，转移施工设备和材料，确保人员和财产安全。还应制定应急救援的技术方案 and 操作规程，确保救援人员在救援过程中的安全。

三、结论

本文对水利工程项目施工风险影响因素构建了科学的风险评价方法，提出了针对性的风险管理策略，对于水利工程施工风险管理，还应当强化以下几点措施：一是要加强对新兴技术应用风险的研究，深入分析新技术在水利工程施工中的应用场景和潜在风险，制定相应的风险防范措施。二是进一步完善风险评价方法体系，结合大数据、人工智能等技术，开发更加智能化、精准化的风险评价模型，提高风险评价的效率和准确性。三是强化风险管理策略的协同与动态调整研究，建立风险管理策略的协同优化模型，根据风险的变化及时调整风险管理策略，提高风险管理的效果。

参考文献：

- [1] 李继柱. 交通工程施工管理影响因素及策略评价分析[J]. 人民交通, 2023(9): 0053-0055.
- [2] 崔龙, 张勇. 建筑工程项目风险评价与管理措施分析[J]. 建筑工程技术与设计, 2018.
- [3] 周兰庭, 袁志美, 徐长华, 等. 基于改进云模型的水利工程项目成本风险管理研究[J]. 水电能源科学, 2019(4): 4.