

# 水利工程技术管理与工程风险管理的协同机制研究

蔡志华

中水投（广东）建设有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025030023

**摘要：** 阐述水利工程技术管理与风险管理的核心内容，包括技术管理的施工技术标准、设备维护等，风险管理的识别、评估与应对。强调两者协同机制的重要性，如矩阵式管理架构、并联审批流程等，同时指出研究不足及新技术带来的机遇。

**关键词：** 水利工程；技术管理；风险管理

## Research on the Synergy Mechanism of Water Conservancy Engineering Technology Management and Engineering Risk Management

Cai Zihua

China Water Investment (Guangdong) Construction Co., LTD., Guangzhou, Guangdong 510000

**Abstract :** This paper expounds the core contents of technical management and risk management in water conservancy projects, including the construction technical standards and equipment maintenance of technical management, as well as the identification, assessment and response of risk management. Emphasize the importance of the synergy mechanism between the two, such as the matrix management structure and the parallel approval process, while pointing out the research deficiencies and the opportunities brought by new technologies.

**Keywords :** water conservancy project; technical management; risk management

### 引言

水利工程作为基础设施建设的关键领域，对国民经济和社会发展具有重要支撑作用。2020年我国发布的《水利工程建设标准强制性条文》强调了工程质量和安全的重要性，为水利工程技术管理和风险管理提供了政策依据。水利工程技术管理涵盖施工技术标准体系、设备维护管理制度和工程质量控制方法等核心内容，风险管理包括风险识别、评估和应对策略等方面。两者存在紧密关联，且协同机制在工程质量提升、成本优化和工期保障等方面具有重要价值。然而现有研究在定量分析模型构建和长效机制保障方面存在不足，未来可借助数字孪生、人工智能等新技术优化协同机制。

## 一、水利工程技术管理与风险管理理论基础

### （一）水利工程技术管理基本内涵

水利工程技术管理涵盖多方面核心内容。施工技术标准体系是确保工程质量的关键，它规范了施工过程中的各项技术要求和操作规范，为工程建设提供了统一的技术准则<sup>[1]</sup>。设备维护管理制度对于保障水利工程设备的正常运行至关重要，通过定期维护、检修和保养，可延长设备使用寿命，提高设备运行效率。工程质量控制方法包括对原材料、施工工艺、施工过程等多环节的严格把控，采用先进的检测技术和质量评估手段，及时发现和解决质量问题，确保水利工程达到预期的质量标准和使用要求。

### （二）工程风险管理理论框架

水利工程风险管理理论框架涵盖多个重要方面。风险识别方法至关重要，通过对水利工程可能面临的各种风险源进行系统分析和识别，包括自然因素如洪水、地震等，以及人为因素如设计

缺陷、施工不当等<sup>[2]</sup>。风险评估模型则是对识别出的风险进行量化和定性分析，综合考虑风险发生的概率和可能造成的损失程度。常用的评估方法有层次分析法、模糊综合评价法等。风险应对策略是根据风险评估结果制定的一系列措施，包括风险规避、风险降低、风险转移和风险接受等。这些策略旨在将风险控制可在接受的范围内，确保水利工程的安全和稳定运行。

## 二、水利工程协同管理需求分析

### （一）技术管理与风险管理的内在关联

技术管理与风险管理存在紧密的内在关联。技术决策在水利工程中至关重要，其直接影响风险水平。合理的技术决策能够降低风险发生的可能性，例如科学的工程设计方案、先进的施工技术选择等都有助于减少潜在风险<sup>[3]</sup>。同时，风险事件对技术实施具有反馈作用。当风险事件发生时，它会暴露出技术实施过程中

存在的问题，促使对技术方案进行调整和改进。这种反馈机制有助于进一步完善技术管理，提高技术决策的科学性和合理性，从而更好地应对风险，实现水利工程的可持续发展。

## （二）协同管理的工程价值体现

水利工程协同管理在工程质量提升方面具有重要价值。通过协同，各参与方能够更好地整合资源和技术，避免因沟通不畅或责任不清导致的质量问题<sup>[4]</sup>。例如，设计与施工方紧密协作，可确保施工符合设计要求，及时解决施工中出现的难题。

在成本优化上，协同管理可减少重复工作和资源浪费。各部门之间信息共享，能准确把握工程进度和需求，合理安排物资采购和人力调配，降低不必要的成本支出。

对于工期保障，协同管理能有效协调各方工作进度。各环节紧密衔接，避免因一方延误而影响整体工期，确保工程按时完成。

## 三、协同机制构建与实施路径

### （一）管理框架融合机制

#### 1. 组织架构协同设计

技术管理与风险管理部门可构建矩阵式管理架构。在这种架构下，横向为项目流程的各个阶段，纵向为不同的专业技术和风险管控维度。通过这种设计，不同专业背景的人员可在项目各阶段进行有效协作，避免部门间的壁垒和信息孤岛现象。在项目前期规划阶段，技术人员与风险管理人员共同参与，技术人员提供工程技术可行性分析，风险管理人员基于此进行风险评估和应对策略制定。在工程实施阶段，双方实时沟通，技术人员确保工程按技术标准进行，风险管理人员监测风险并及时调整应对措施。这种矩阵式架构能充分整合技术管理和风险管理资源，提高水利工程的综合管理效率和效果<sup>[5]</sup>。

#### 2. 流程对接标准制定

建立技术方案论证与风险评估的并联审批流程是协同机制构建的重要环节。该流程旨在确保水利工程技术方案的科学性与可行性，同时充分考虑工程风险。在这一流程中，需明确各参与方的职责与权限，技术专家负责对技术方案进行深入论证，风险评估团队则聚焦于潜在风险的识别与评估。通过建立统一的信息共享平台，实现技术方案与风险评估信息的实时交互，避免信息孤岛的出现。同时，制定标准化的审批流程和决策准则，当技术方案和风险评估结果均满足相应标准时，方可批准项目实施，以保障水利工程的顺利进行和风险可控<sup>[6]</sup>。

### （二）动态管控实施系统

#### 1. 风险预警触发技术调整机制

风险阈值驱动的技术参数动态修正模型构建的核心在于以风险阈值为关键指标，对水利工程技术参数进行实时动态修正。当风险监测系统所获取的数据显示风险水平接近或超过预设阈值时，触发技术调整机制。通过分析风险因素与技术参数之间的内在关联，确定需要调整的技术参数及其调整方向和幅度。例如，若水位风险阈值被突破，可能需要调整泄洪设施的相关技术参

数，如泄洪流量、闸门开启程度等。同时，利用先进的数据分析和模拟技术，对调整后的技术参数进行效果预测和评估，确保技术调整能够有效降低风险水平，保障水利工程的安全运行<sup>[7]</sup>。

#### 2. 技术变更风险评估反馈机制

在水利工程技术管理与工程风险管理的协同机制中，基于BIM技术构建变更方案风险模拟验证流程至关重要。BIM技术可对工程结构、材料等进行精确建模，通过模拟不同变更方案下的工程运行情况，评估潜在风险。在变更方案提出后，利用BIM模型输入相关参数，如水流速度、压力等，模拟工程在实际工况下的响应。同时，结合历史数据和相关标准，对模拟结果进行分析，识别可能出现的风险点，如结构稳定性下降、渗漏等。根据风险评估结果，及时反馈给相关部门和人员，以便对变更方案进行调整和优化，确保工程技术管理与工程风险管理的协同性，提高水利工程的安全性和可靠性<sup>[8]</sup>。

## 四、协同管理案例实证分析

### （一）大型水库工程案例

#### 1. 坝体施工技术风险联控

在大型水库工程案例的坝体施工中，混凝土温控措施与裂缝风险控制协同实施至关重要。合理的温控措施可有效降低裂缝风险。例如，通过控制混凝土的浇筑温度、内部温度变化速率以及采用有效的保温保湿措施等，可减少温度应力对坝体的不利影响<sup>[9]</sup>。同时，在施工过程中，实时监测混凝土内部温度和应力变化情况，根据监测结果及时调整温控措施，确保裂缝风险始终处于可控状态。这种协同实施不仅保证了坝体施工质量，也提高了工程的安全性和耐久性。

#### 2. 防汛调度系统协同优化

以某大型水库工程为例，其防汛调度系统的协同优化至关重要。水文预报精度的提升在其中起到关键作用<sup>[10]</sup>。高精度的水文预报能够为防汛风险决策提供更准确的数据支持。通过先进的技术和算法，对水库的来水情况进行更精确的预测，包括水量、水位变化趋势等。这使得防汛调度系统能够提前做出合理的安排，如确定合适的泄洪时间和泄洪量，以应对可能出现的洪水。同时，水文预报精度的提升也有助于更好地协调水库与上下游地区的防汛工作，保障整个区域的防洪安全。通过对该大型水库工程案例的分析，可以看出水文预报精度提升与防汛调度系统协同优化之间的紧密联系，为水利工程的防汛工作提供了有益的参考。

### （二）城市排水系统工程

#### 1. 管网铺设技术风险管理

在城市排水系统管网铺设中，顶管施工是常用技术。其施工参数优化与地面沉降风险控制需协同管理。施工参数如顶进力、顶进速度等不合理，可能导致地面沉降。通过数值模拟和现场监测相结合的方法，可对施工参数进行优化。一方面，数值模拟能预测不同参数下的地层变形情况，为参数选择提供理论依据。另一方面，现场监测可实时获取地面沉降数据，反馈给施工方以调整参数。同时，建立风险预警机制，当沉降值接近或超过预警值

时,及时采取措施,如调整顶进速度、增加支撑等,确保施工安全和周边环境稳定。

## 2.智慧排水系统集成应用

SCADA系统与风险预警平台在城市排水系统工程的智慧排水系统集成应用中具有重要作用。SCADA系统可实时采集排水系统的各类数据,如水位、流量等。这些数据传输至风险预警平台后,平台通过数据分析和模型算法,对排水系统的运行状态进行评估和预测。例如,当水位数据超出正常范围时,风险预警平台能及时发出预警信息,以便相关人员采取措施。同时,风险预警平台反馈的分析结果也可帮助SCADA系统优化数据采集策略,提高数据的准确性和有效性。两者的数据交互实现了对城市排水系统更高效、精准的监测和管理,提升了排水系统应对风险的能力。

### (三)跨流域调水工程

#### 1.输水渠道技术风险管控

跨流域调水工程中输水渠道技术风险管控至关重要。需对渠道的设计、施工及运行阶段进行全面风险评估。设计时要考虑地质条件、水流特性等因素,确保渠道结构稳定。施工过程中严格把控质量,防止出现裂缝、渗漏等问题。对于运行阶段,要建立实时监测系统,监测渠道的变形、水流速度等关键指标。一旦发现异常,及时采取措施进行修复和调整。同时,要制定完善的应急预案,以应对可能出现的突发技术风险,保障输水渠道的安全稳定运行,确保跨流域调水工程的顺利实施。

#### 2.水质保障协同管理实践

跨流域调水工程中水质保障的协同管理实践至关重要。在工

程实施过程中,水处理工艺优化与污染风险防范紧密协同。一方面,通过先进的水处理技术,如深度过滤、化学沉淀与生物处理相结合等工艺,有效去除水中的污染物,保障水质达到调水要求。另一方面,建立严格的污染风险防范体系,对调水沿线的污染源进行全面监测与管控。例如,对工业废水排放、农业面源污染以及生活污水排放等进行实时监测,一旦发现异常,及时采取措施。同时,加强对调水工程设施自身的维护与管理,防止因设施老化或损坏导致的水质污染风险,确保调水全程水质安全稳定。

## 五、总结

水利工程技术管理与风险管理协同机制至关重要。其核心价值在于能显著提升工程可靠性和管理效能。通过两者协同,可更好地预防和应对工程中的各类问题,确保工程顺利运行。然而,现有研究存在不足。在定量分析模型构建上不够完善,难以精确量化两者协同的效果及影响因素。长效机制保障方面也有所欠缺,无法确保协同机制长期稳定发挥作用。展望未来,数字孪生、人工智能等新技术带来了新机遇。这些技术可深度应用于协同管理中,如利用数字孪生实现工程的实时模拟和精准分析,借助人工智能提升风险预测和决策能力,从而进一步优化协同机制,推动水利工程管理水平迈向新高度。

## 参考文献

- [1] 杨风磊. M 水利工程项目施工阶段风险管理研究 [D]. 山东: 山东建筑大学, 2021.
- [2] 彭贝. R 市沽河治理水利工程施工过程风险管理研究 [D]. 山东: 山东大学, 2021.
- [3] 袁琳. Y 工程设计公司技术管理优化研究 [D]. 河北: 河北工业大学, 2022.
- [4] 刘洁霏. B 水利工程全过程造价管理研究 [D]. 哈尔滨: 燕山大学, 2023.
- [5] 张慧敏. 北新国际海外工程风险管理研究 [D]. 新疆: 石河子大学, 2023.
- [6] 李冬俦. 中小型水利工程施工技术管理研究 [J]. 新农业, 2022(19): 90-91.
- [7] 罗汉城. 谈水利工程地基施工技术管理分析 [J]. 珠江水运, 2022(15): 55-57.
- [8] 林杰. 运用 GIS 分析水利工程技术管理措施 [J]. 珠江水运, 2021(11): 2.
- [9] 王琳. 谈水工混凝土温控防裂措施 [J]. 民营科技, 2012(10): 246.
- [10] 邵玉. 水利工程施工技术措施及水利工程施工技术管理 [J]. 砖瓦世界, 2021, (2): 204.