

水利技术管理视角下水利工程风险管理策略研究

肖海锋

广州市水务科学研究院有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/WCEST.2025100009

摘要：文章探讨水利技术管理视角下的水利工程风险管理，指出两者紧密相连，构建互动模型可协同优化。阐述预防性技术措施、应急处置技术等重要内容，提出从标准规范升级、责任主体协同等多方面优化风险管理机制，构建绩效评价指标体系及持续改进机制，搭建智慧化平台，探索韧性工程构建策略，实现高效风险防控。

关键词：水利技术管理；水利工程风险管理；风险防控

Research on Risk Management Strategies for Water Conservancy Engineering from the Perspective of Water Conservancy Technology Management

Xiao Haifeng

Guangzhou Water Science Research Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This article explores the risk management of water conservancy projects from the perspective of water conservancy technology management, pointing out that the two are closely connected, and the construction of an interactive model can be synergistically optimized. Elaborate on important contents such as preventive technical measures and emergency response technologies, propose to optimize risk management mechanisms from multiple aspects such as upgrading standards and norms, coordinating responsibility subjects, and construct a performance evaluation index system and continuous improvement mechanism, build an intelligent platform, explore resilience engineering construction strategies, and achieve efficient risk prevention and control.

Keywords : water conservancy technology management; risk management of water conservancy engineering; risk prevention and control

引言

2019年颁布的《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》旨在提升水利工程管理水平，其中风险管理是重要内容。水利技术管理与工程风险管理紧密相连，相互作用。前者通过科学技术方法对工程全生命周期管理，后者对潜在风险识别、评估与应对。二者的互动模型推动协同优化，预防性技术措施、应急处置技术等保障工程安全。标准规范升级、责任主体协同等优化风险管理机制，通过技术创新、智能装备应用等提升管理水平，全面保障水利工程安全、可靠与高效运行。

一、水利技术管理与工程风险管理的理论关系

(一) 概念内涵与研究框架

水利技术管理旨在运用科学的技术方法与手段，对水利工程全生命周期，从规划、设计到施工、运营等各阶段进行有效管理，确保工程安全、高效运行，其外延涉及技术规范、标准制定以及技术创新推广等。水利工程风险管理则是通过对工程潜在风险的识别、评估与应对，保障工程效益及周边环境、社会安全。其框架涵盖风险源分析、风险评估模型构建以及风险应对策略制定等。水利技术管理的各要素，如先进的设计技术、精准的施工技术等，与风险管理目标紧密相连。科学合理的技术管理能精准识别风险源，为风险评估提供可靠依据，进而助力制定有效的风

险管理策略，实现保障水利工程安全稳定运行的共同目标^[1]。

(二) 管理机制互动模型

水利技术管理与工程风险管理的管理机制互动模型旨在清晰呈现两者相互作用关系。从水利技术管理角度，其技术标准、规范与措施会影响工程风险管理措施的制定与实施^[2]。如先进的水利施工技术管理能从源头上降低工程建设阶段的风险，而成熟的运行技术管理可保障工程长期稳定运行，减少运行期风险。从工程风险管理来看，风险评估结果又反作用于水利技术管理。高风险区域或环节促使技术管理优化升级，例如当风险评估显示某水利工程防洪风险高，就会推动防洪技术管理改进，更新防洪标准、采用更先进防洪技术等。通过这种互动模型，水利技术管理与工程风险管理形成有机整体，相互促进、协同优化，共同保障

水利工程安全、可靠与高效运行。

二、水利技术管理在风险管理中的实践应用

(一) 预防性技术措施体系

在水利技术管理视角下的风险管理中，预防性技术措施体系至关重要。在工程设计阶段，应用BIM技术可实现对水利工程的三维建模与可视化分析。通过该技术，能精准模拟工程各部分的运行状况，提前发现设计中潜在的风险点，如结构薄弱环节、水流不畅等问题，进而优化设计方案，从源头降低风险。施工期部署智能监测技术，借助传感器、物联网等手段实时采集施工过程中的各类数据，像温度、应力应变等参数。一旦数据出现异常，可及时预警，防止因施工不当引发安全风险。运行期构建状态评估技术体系，综合运用无损检测、数据分析等方法，定期对水利工程的运行状态进行全面评估，依据评估结果提前采取维护、加固等预防性措施，保障水利工程长期稳定运行，有效规避潜在风险^[3]。

(二) 应急处置技术支撑

在水利工程风险管理的应急处置中，物联网实时监测技术、大数据预警模型和智能决策系统协同发挥关键作用。物联网实时监测技术可全方位、实时收集水利工程的各类数据，如水位、流量、结构应力应变等，确保信息的及时性与准确性^[4]。大数据预警模型基于收集到的海量数据，通过深度挖掘与分析，精准预测可能出现的风险，提前发出预警。智能决策系统则依据实时监测数据和预警信息，结合专家知识与算法，迅速生成科学合理的应急处置方案，帮助决策者快速做出正确决策。三者协同应用，从数据收集、风险预测到决策制定，形成一个完整高效的应急处置技术支撑体系，有力提升水利工程风险管理中应急处置的科学性与时效性，最大程度降低风险损失。

三、水利工程风险管理机制优化路径

(一) 管理制度体系重构

1. 标准规范升级策略

从水利技术管理视角看，标准规范升级是水利工程风险管理机制优化的关键。应针对新技术应用，系统提出风险控制标准修订方案。随着水利工程领域新技术不断涌现，如数字化监测技术、智能调度技术等，原有的风险控制标准可能不再适用，因此要全面梳理新技术应用场景下的风险点，结合实际工程需求与技术发展趋势，科学合理地修订风险控制标准。同时，完善技术规程与风险管理指南。技术规程是指导工程建设与运行的准则，风险管理指南为风险防控提供具体方法，二者相辅相成。通过细化操作流程、明确风险评估方法等，让水利工程技术人员在实际工作中有章可循，有效提升水利工程风险管理水平^[5]。

2. 责任主体协同机制

在水利工程风险管理中，责任主体协同机制的构建至关重要。政府部门、技术机构和施工企业应建立风险共担机制，明确各方在风险管理中的责任与义务，避免出现责任推诿现象。政府

部门可凭借政策制定与监管优势，为风险管理提供宏观指导与支持；技术机构利用专业技术知识，为风险评估、防控提供科学依据；施工企业则需在工程建设过程中严格落实风险管理措施。同时，搭建技术协同平台，实现各方信息共享与交流，提高风险管理效率。通过整合各方资源，打破信息壁垒，使各方能及时沟通风险情况，共同制定应对策略，形成高效的协同风险管理模式，保障水利工程建设与运行的安全稳定^[6]。

(二) 技术创新驱动机制

1. 数字孪生技术集成

水利工程风险管理机制优化路径中的技术创新驱动机制下，数字孪生技术集成是关键。数字孪生技术通过对水利工程进行全方位数字化映射，构建虚拟模型与实体工程实时交互^[7]。在此过程中，它能够精准采集各类数据，涵盖水文、地质、工程结构等多方面信息。借助该技术，可实现对水利工程运行状态的实时监测与动态模拟，提前预测潜在风险。例如，在洪水等极端情况下，通过数字孪生模型模拟洪水演进过程，预测对水利工程的影响，为提前采取防范措施提供依据。这种集成不仅能提升风险模拟预测的准确性，还能为工程管理人员提供直观、全面的决策支持，辅助制定更为科学合理的风险管理策略，有效降低水利工程风险，保障工程安全稳定运行。

2. 智能装备应用体系

构建包含无人机巡检、水下机器人检测的智能装备技术矩阵，能有效提升水利工程风险管理水平。无人机巡检可凭借其灵活、高效的特点，快速获取大面积水利设施的外观状况、周边环境等信息，及时发现诸如堤坝裂缝、渗漏迹象等潜在风险。水下机器人检测则可深入水下，对水工建筑物基础、水下管道等关键部位进行细致检测，精准掌握其内部结构是否存在损坏。通过这种智能装备应用体系，实现对水利工程全方位、多维度的实时监测，大幅提高风险识别的准确性与及时性。同时，借助大数据与人工智能技术对智能装备收集的数据进行深度分析，挖掘潜在风险规律，为风险管理决策提供有力支撑^[8]。

四、现代水利工程风险管理策略构建

(一) 技术风险联防联控体系

1. 多源数据融合分析

在现代水利工程技术风险联防联控体系中，多源数据融合分析至关重要。水利工程涉及水文、地质、技术实施等多方面数据，这些数据来源广泛、类型多样且相互关联^[9]。通过建立综合风险评估模型，将水文监测数据（如水位、流量等）、地质勘探数据（如土壤类型、岩石结构等）与技术实施数据（如施工进度、工艺参数等）进行融合。利用先进的数据挖掘与分析技术，挖掘数据间潜在联系与规律，以全面、准确地评估技术风险。例如，分析不同地质条件下，特定施工技术对工程稳定性的影响。多源数据融合分析为水利工程技术风险联防联控提供科学依据，助力提前识别风险、制定精准防控策略，保障水利工程安全稳定运行。

2. 动态风险预警机制

构建动态风险预警机制，需设计基于机器学习算法的风险预警指标自适应调整系统。该系统借助机器学习强大的数据处理与分析能力，对水利工程运行过程中的海量数据，如水位、流量、结构应力应变等进行实时监测与分析^[10]。依据数据变化特征，自动识别风险模式，动态调整预警指标，使其能精准反映工程实时风险状态。当监测数据触及调整后的预警指标时，迅速发出警报，为工程管理人员争取处理风险的时间。同时，通过不断学习新数据，系统持续优化预警模型，提高预警的准确性和及时性，保障水利工程在复杂多变的环境下安全稳定运行。

（二）技术管理效能评估

1. 绩效评价指标体系

水利工程绩效评价指标体系，需从技术可靠性、经济合理性和风险可控性三方面构建。技术可靠性指标可涵盖工程设施完好率、设备运行稳定性等，反映工程技术层面的可靠程度，确保水利工程能稳定发挥功能。经济合理性指标可设置投资回报率、成本效益比等，衡量工程投入与产出的关系，保证资源合理利用，避免资金浪费。风险可控性指标选取风险发生概率、风险损失程度等，评估工程面临各类风险时的可控水平，为及时采取应对措施提供依据。通过这一指标体系，全面、系统地对水利工程技术管理效能进行绩效评价，助力风险管理策略的科学制定与有效实施。

2. 持续改进机制设计

在水利技术管理视角下，持续改进机制设计是现代水利工程风险管理策略构建的重要环节。可通过定期收集与分析技术管理效能评估数据，包括工程运行参数、质量检测结果、安全指标等，明确当前技术管理存在的薄弱环节与潜在风险点。针对这些问题，组织专业团队进行深入研讨，制定针对性的改进措施，如优化技术流程、更新管理方法等。同时，将改进措施纳入新的技术管理计划并加以实施，在实施过程中持续监测与反馈，根据实际效果适时调整，确保改进措施的有效性。通过这种闭环式的持续改进机制，不断提升水利工程技术管理水平，降低工程风险，保障水利工程的安全稳定运行。

（三）新型风险管理模式探索

1. 智慧化风险管理平台

智慧化风险管理平台依托先进信息技术，实现对水利工程风

险的全面、精准管理。该平台整合多源数据，包括工程基础数据、实时监测数据、气象水文数据等，利用大数据分析技术深度挖掘数据价值，为风险评估提供坚实依据。同时，平台具备智能化风险预警功能，通过构建科学的预警模型，能及时捕捉潜在风险信号，并以直观的方式呈现给管理人员，便于快速响应。此外，规划云端协同的风险决策支持系统架构及功能模块，打破地域限制，使不同部门、不同层级人员可实时共享风险信息，协同制定科学合理的风险应对策略，提升整体风险管理效率与水平，确保水利工程安全稳定运行。

2. 韧性工程构建策略

在水利技术管理视角下，探索韧性工程构建策略对现代水利工程风险管理至关重要。可通过研究融合自适应技术来提升工程韧性。一方面，利用自适应监测技术，实时收集工程运行数据，像借助智能传感器监测大坝渗流、应力应变等关键参数，依据数据变化及时调整应对策略。另一方面，开发自适应调控技术，依据实时数据实现对水利工程设施的动态调控。如针对水库，根据上下游水位、流量及气象预测等信息，自适应调整泄洪方案，提高工程应对不确定性事件的能力。通过这些融合自适应技术的方法及实现路径，增强水利工程韧性，有效应对各类风险，确保水利工程长期稳定、安全运行。

五、总结

从水利技术管理视角出发，水利工程风险管理需全面且深入。在防控创新路径方面，通过技术迭代，运用先进的监测技术、材料技术等，为工程安全筑牢基础；管理升级则要求优化管理流程，提升人员专业素养，确保各项工作高效运行。而机制创新为风险管理提供制度保障，如建立高效的预警机制、科学的决策机制等。三位一体的解决方案协同发力，有效应对水利工程风险。随着科技发展，智能化风险管控体系是未来方向，借助大数据、人工智能等技术，实现实时、精准的风险预测与处理。水利工程风险管理需不断探索创新，以适应复杂多变的环境，保障水利工程长期稳定运行，更好地服务社会经济发展。

参考文献

- [1] 陈越. 基于风险防控视角的快件通关管理系统效能研究 [D]. 山东大学, 2021.
- [2] 杨风磊. M水利工程项目施工阶段风险管理研究 [D]. 山东建筑大学, 2021.
- [3] 付宣铭. 现代风险导向审计视角下跨境财务舞弊案例研究——以雅百特为例 [D]. 山东财经大学, 2022.
- [4] 许振宇. 基于鲁棒性视角下中国 PPP 增信机制的风险防控研究 [D]. 哈尔滨工程大学, 2021.
- [5] 朱鸿洋. 金融监管视角下担保圈风险防控研究——以山东省 J 市为例 [D]. 曲阜师范大学, 2021.
- [6] 包丽平. 财务风险防控视角下事业单位财务管理策略探讨 [J]. 中国农业会计, 2023, 33(4): 25–27.
- [7] 袁天. 风险审计视角下公立医院招标采购管理研究 [J]. 审计与理财, 2021(8): 44–45.
- [8] 吴晓谦. 风险防控视角下企业财务管理体系建设策略探讨 [J]. 南北桥, 2024(13): 46–48.
- [9] 寇怀众. 乡村振兴视角下农田水利工程建设策略研究 [J]. 砖瓦世界, 2023(18): 187–189.
- [10] 金安才. 基于企业视角下加强水利工程专项资金管理的策略 [J]. 中小企业管理与科技, 2023(12): 127–129.