

水利、房建、市政工程施工中的技术管理与工程风险管理研究

刘承泉

广东 广州 510800

DOI:10.61369/ETQM.2025110040

摘 要： 阐述水利、房建、市政工程施工技术管理差异，包括各自核心技术。介绍5G物联网监测系统应用及地质、工艺、设备选型风险关联，还涉及多种风险评估与管理方法及相关技术应用，强调技术管理与风险管理的重要性及协同成效。

关 键 词： 工程施工；技术管理；风险管理

Research on Technical Management and Engineering Risk Management in Hydraulic, Building Construction, and Municipal Engineering Projects

Liu Chengquan

Guangzhou, Guangdong 510800

Abstract： This paper elaborates on the differences in technical management for hydraulic, building construction, and municipal engineering projects, including their respective core technologies. It introduces the application of 5G IoT monitoring systems and analyzes the interrelationships among geological conditions, construction techniques, and equipment selection risks. Additionally, it covers multiple risk assessment and management methods along with related technical applications, highlighting the importance of technical management and risk management as well as their synergistic effects.

Keywords： engineering construction; technical management; risk management

引言

随着我国工程建设行业的不断发展，相关政策也在持续完善。2020年发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》强调了新技术在工程建设中的应用。水利、房建、市政工程因自身特点在施工技术管理上存在差异，如水利工程的温控技术、房建工程的BIM深化设计技术、市政工程的装配式施工技术。同时，智能建造技术发展下的5G工程物联网监测系统等新技术不断应用，还有工程风险量化模型、集成BIM-GIS的管理平台等的研发，以及各方主体在风险管理中的责任明确等，都对工程施工的技术管理与风险管理产生重要影响，推动行业进步。

一、工程施工技术管理体系构建

（一）多元工程类型的技术管理特征

水利、房建、市政工程由于其自身特点，在施工技术管理上存在显著差异。水利工程中，大体积混凝土温控技术至关重要，因其混凝土浇筑量巨大，需严格控制温度变化以防止裂缝产生，对原材料选择、浇筑工艺及养护措施等都有特殊要求^[1]。房建工程的BIM深化设计技术是核心，通过BIM模型实现建筑结构、机电等多专业的协同设计，优化空间布局和施工流程，提高施工效率和质量。市政管廊装配式施工技术则注重预制构件的生产、运输和安装精度，需要精确的测量和定位技术，以及高效的现场装配工艺，以确保管廊的结构安全和使用功能。这些不同工程类型的技术管理特征，要求施工企业针对具体工程特点制定相应的技

术管理策略。

（二）智能建造技术集成应用

随着智能建造技术的发展，5G工程物联网监测系统在水利、房建、市政工程中得到了应用。该系统在边坡稳定性监测、高支模实时预警和盾构姿态调控方面具有重要作用。在边坡稳定性监测中，系统可实时获取相关参数，依据一定标准进行分析判断，及时发现潜在危险^[2]。对于高支模实时预警，能精确监测其状态，当出现异常时迅速发出警报。在盾构姿态调控中，通过对盾构机各项参数的监测，依据应用标准进行调整，确保施工的准确性和安全性。这些应用不仅提高了施工效率，还降低了工程风险，为工程施工技术管理体系的完善提供了有力支持。

二、工程风险关键要素识别与评估

（一）风险因子耦合作用机制

在水利、房建、市政工程中，地质条件、施工工艺与设备选型之间存在复杂的风险关联。构建风险关联矩阵可清晰呈现其相互关系。例如，不同地质条件对施工工艺有特定要求，不合适的工艺选择会增加风险^[3]。同时，施工工艺又制约设备选型，不合理的选型无法满足工艺需求，进一步加大风险。以地下水水位突变对深基坑支护体系的影响为例，采用蒙特卡洛模拟分析其多级影响。地下水水位突变这一地质条件变化，通过影响施工工艺（如降水措施），进而影响设备选型（如抽水设备），最终对深基坑支护体系产生从局部构件到整体稳定性的多级影响，体现了风险因子的耦合作用机制。

（二）风险动态评估模型建立

开发基于模糊贝叶斯网络的工程风险量化模型。该模型结合模糊理论与贝叶斯网络，能够处理不确定信息，有效解决参数不确定条件下超高层建筑风振风险的多维度评估问题^[4]。首先构建贝叶斯网络结构，确定节点及其之间的因果关系，以描述工程风险系统的复杂性。然后利用模糊理论对不确定参数进行模糊化处理，将其转化为模糊数，从而更好地反映实际情况。通过概率推理，计算不同风险事件发生的概率，实现对工程风险的量化评估。这一模型为超高层建筑风振风险评估提供了一种新的方法，有助于提高风险管理的科学性和有效性。

三、技术管理－风险管理协同机制

（一）过程协同控制模型

1. 设计施工一体化协同平台

研发集成 BIM－GIS 的工程全生命周期管理平台对水利、房建、市政工程施工至关重要。该平台可整合建筑信息模型（BIM）与地理信息系统（GIS）的优势，实现数据的高效共享与交互。通过 BIM 的三维可视化模型，能够对危大工程方案进行精确模拟，分析施工过程中可能出现的各种情况^[5]。同时，结合 GIS 的地理空间分析能力，对工程所处的地理环境因素进行综合考量，从而实现风险预判。这种智能联动机制，能够在工程施工前提前识别风险，为技术管理和风险管理提供科学依据，有助于优化工程方案，提高工程施工的安全性和效率。

2. 知识驱动的决策支持系统

构建包含海量工程案例的决策知识库以及开发相关智能推演算法，对水利、房建、市政工程施工中的技术管理与工程风险管理意义重大。通过收集和整理 3 万+工程案例，分析其中的技术应用、风险发生及处置情况，形成全面且系统的决策知识库^[6]。这为后续工程提供了丰富的参考资料，使其能在面临类似问题时迅速获取有效的解决方案。同时，针对隧道涌水突泥风险这一特定问题，开发智能推演算法。该算法能够依据知识库中的数据以及实时监测的工程参数，对风险处置方案进行智能推演，从而提高风险处置的效率和准确性，为工程施工的顺利进行提供有力

保障。

（二）保障体系建设

1. 多主体协同责任体系

水利、房建、市政工程施工中，需构建设计建设－施工－监理－监测四方联动的风险管理责任矩阵，并明确 EPC 模式下界面管理标准。四方主体应明确各自在风险管理中的职责，设计建设方要确保设计方案的科学性与合理性，考虑可能存在的风险因素^[7]。施工方需严格按照设计要求施工，对施工过程中的风险进行实时监控与处理。监理方要监督施工过程是否符合规范，及时发现并督促整改风险问题。监测方负责对工程进行实时监测，提供准确的数据支持，以便各方及时了解工程状态，共同应对风险，保障工程顺利进行。

2. 智慧化监管机制

建立基于区块链的工程档案存证系统，可有效提升水利、房建、市政工程施工中的技术管理与风险管理水平。区块链技术的去中心化、不可篡改等特性，确保了工程档案的真实性和完整性^[8]。在质量追溯方面，通过该系统可以精准记录每一个施工环节的详细信息，一旦出现质量问题，能够迅速定位责任主体。在风险责任管理上，系统能够智能分析潜在风险，并明确各方在风险防控中的职责。这不仅有助于提高工程建设的透明度和公正性，还能为后续的监管和纠纷处理提供有力依据，促进工程施工的顺利进行和行业的健康发展。

四、实证研究与效果分析

（一）跨江大桥工程应用

1. 深水基础施工风险控制

在跨江大桥工程的深水基础施工中，针对汛期水流突变风险，实施了三维激光扫描引导的钢围堰智能纠偏技术^[9]。通过三维激光扫描技术，实时获取钢围堰的空间位置和姿态信息。利用智能算法对这些数据进行分析处理，准确判断钢围堰是否发生偏移以及偏移的程度。当检测到偏移时，系统自动发出指令，驱动相关设备进行纠偏操作。这一技术的应用有效提高了钢围堰在汛期水流突变情况下的稳定性，减少了因钢围堰偏移可能导致的施工风险，保障了深水基础施工的顺利进行。

2. 大跨度缆索系统监控

在跨江大桥工程应用中，针对大跨度缆索系统监控，采用光纤光栅传感网络实现主缆应力的分布式实时监测。光纤光栅传感网络具有高精度、抗干扰能力强等优点，能够准确获取主缆应力的变化情况^[10]。通过在主缆上合理布置光纤光栅传感器，可实现对主缆应力的长期、稳定监测。监测数据能够实时反馈给工程技术人员，为判断缆索系统的安全状况提供重要依据。同时，该监测技术还可以与其他监测手段相结合，如应变片监测等，进一步提高监测的准确性和可靠性，确保跨江大桥大跨度缆索系统的安全运行。

（二）城市综合体项目实践

1. 交叉作业风险预控

城市综合体项目施工过程中，开发了施工进度－资源投入－

风险概率的三维仿真系统，并对幕墙安装与设备吊装的时空关系进行优化，以实现交叉作业风险预控。该系统综合考虑施工进度安排、资源投入情况以及风险发生概率等多方面因素，通过三维可视化技术模拟施工过程。针对幕墙安装与设备吊装的交叉作业，详细分析其在时间和空间上的相互影响，通过调整作业顺序、合理安排施工空间等措施，避免两者在同一时间和空间内产生冲突，从而降低交叉作业风险，提高施工效率和安全性。经项目实践验证，该系统和优化措施有效减少了交叉作业风险事件的发生，保障了项目的顺利进行。

2.绿色施工技术融合

在城市综合体项目实践中，绿色施工技术融合至关重要。对于装配式降噪围挡，建立碳排放-降尘效率双控指标体系是关键举措。通过科学测算和分析，明确围挡在生产、运输、安装及使用过程中的碳排放量，同时精准评估其降尘效果。这一体系的建立，有助于施工企业合理选择围挡材料和安装方式，在降低碳排放的同时，最大程度提高降尘效率。例如，采用环保型材料可减少碳排放，而合理的结构设计能增强降尘能力。该体系为城市综合体项目的绿色施工提供了量化标准和指导方向，促进施工过程更加环保、高效。

（三）市政管网工程验证

1.非开挖施工风险管控

在市政管网工程非开挖施工风险管控的实证研究中，应用地质雷达扫描与导向钻机姿态自调整的协同控制技术具有重要意义。通过地质雷达扫描，能够精准探测地下地质结构及障碍物分布，为施工提供详细的地质信息，有效避免因地质不明导致的施工风险，如塌方、地下管线损坏等。同时，导向钻机姿态自调整技术可确保钻机在复杂地层中按照预定轨迹钻进，提高施工精

度，减少因钻机偏移而造成的施工失误。在实际工程验证中，该协同控制技术显著提高了施工效率，降低了施工风险，保障了市政管网工程非开挖施工的顺利进行，提升了工程质量和安全性。

2.管线保护智能预警

在市政管网工程中，构建分布式光纤振动传感系统进行了验证。该系统通过在管线上方或附近敷设传感光纤，能够实时感知管线周围的振动情况。当第三方施工产生的振动干扰靠近管线时，系统可在毫秒级时间内作出响应。这一快速响应能力对于保护市政管网的安全至关重要。它能够及时发现潜在的破坏风险，为采取相应的保护措施争取宝贵时间。通过实际工程验证，该系统的准确性和可靠性得到了证明。在多次模拟第三方施工破坏的实验中，系统均能准确地检测到振动信号并发出预警，有效避免了可能对市政管网造成的损害，为市政管网的安全运行提供了有力保障。

五、总结

水利、房建、市政工程施工中的技术管理与工程风险管理至关重要。通过实证研究发现，技术管理与风险控制协同体系成效显著，能大幅降低重大风险发生率和工程延误率。这为工程施工提供了有力保障，有助于提高工程质量和效率。同时，提出基于数字孪生的工程智能管控平台建设方向，这将为工程管理带来新的机遇和变革，使工程管理更加智能化、精准化。建议制定融合风险管理要素的新版施工技术规范标准，以进一步规范工程施工中的技术管理和风险管理，确保工程施工的顺利进行，提升工程的整体效益和可持续发展能力。

参考文献

- [1]尹佳雯.Y市政道路工程施工阶段风险管理[D].中国科学院大学,2021.
- [2]张盼.大跨度站房装饰工程施工安全风险研究[D].兰州交通大学,2021.
- [3]苏宇祺.JH市政高架桥工程施工质量风险管理研究[D].沈阳建筑大学,2023.
- [4]彭贝.R市沽河治理水利工程施工过程风险管理研究[D].山东大学,2021.
- [5]姜小芮.基于主成分分析的房建类项目工期风险管理研究[D].青岛大学,2021.
- [6]戴远志.房建建筑施工和工程节能技术管理的策略[J].居业,2021,000(8):69-70.
- [7]蔺艳玲.浅析公路工程施工技术管理和控制的策略[J].中外交流,2021,28(6):154-155.
- [8]刘玉东.房建工程施工技术管理探讨[J].科技创新导报,2022,19(23):210-212.
- [9]闵丽坤.公路工程施工阶段成本风险管理与控制研究[J].运输经理世界,2021,(13):24-26.
- [10]闫鑫.市政道路工程施工现场技术管理研究[J].河南建材,2022(12):84-86.