

市政工程技术风险管理：策略优化与实践路径

刘泳君

广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2024110017

摘要：市政工程技术风险管理贯穿项目全生命周期，其风险具工程复杂、环境敏感、利益相关方多元等特征。通过多源异构数据融合识别风险，用集成 AHP – 熵权法与灰色关联分析量化评估，在设计、施工等阶段借助 BIM 技术、智能监测等预控风险，构建系列机制与体系提升管理水平，当前需加强智慧化转型研究。

关键词：市政工程；技术风险管理；策略优化

Risk Management of Municipal Engineering Technology: Strategy Optimization and Practical Path

Liu Yongjun

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : The risk management of municipal engineering technology runs through the entire life cycle of the project, and its risks are characterized by engineering complexity, environmental sensitivity, and diverse stakeholders. Identifying risks through multi-source heterogeneous data fusion, quantitatively evaluating them using integrated AHP entropy weight method and grey relational analysis, and utilizing BIM technology, intelligent monitoring, and other risk prevention measures in design, construction, and other stages to build a series of mechanisms and systems to improve management level. Currently, it is necessary to strengthen research on intelligent transformation.

Keywords : municipal engineering; technical risk management; strategy optimization

引言

党的二十大报告指出，实施城市更新行动，加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性、智慧城市。当前市政工程技术风险管理贯穿项目全生命周期，具有复杂性、环境敏感性及利益相关方多元性等特征。通过多源异构数据融合识别风险，运用集成 AHP – 熵权法与灰色关联分析量化评估，借助 BIM 技术、风险分担契约等预控风险，利用智能监测预警、应急响应决策模型等管控风险，并通过 PDCA 循环、分级管控等持续优化。政策推动下，研究成果具广泛应用前景，但智慧化转型仍待加强，未来需深化人工智能与工程管理融合。

一、市政工程技术风险管理理论框架

市基础设施的可靠运行。

（一）技术风险管理基本内涵

市政工程技术风险管理旨在对市政工程建设过程中因技术因素引发的不确定性进行有效管理。其涵盖从项目规划到交付使用的全生命周期。风险识别是基础，通过收集资料、实地调研等方式，全面查找潜在技术风险，如施工工艺复杂、新材料应用的不确定性等^[1]。风险评估对识别出的风险进行量化分析，考量其发生概率与影响程度，确定风险等级。风险应对则针对不同等级风险制定策略，如风险规避、减轻、转移或接受。风险监控贯穿始终，实时跟踪风险状态，及时调整应对措施，确保市政工程顺利推进，实现质量、进度、成本等目标的平衡，保障公众利益与城

（二）市政工程风险特征分析

市政工程技术风险具有独特特征。工程复杂性方面，市政工程涵盖道路、桥梁、排水等多种类型，涉及地质、结构、材料等多学科知识，各环节紧密相连，一处技术失误可能引发连锁反应，如地下工程施工中对地质条件判断失误，可能导致坍塌等严重后果^[2]。环境敏感性上，市政工程多处于城市人口密集区域，施工技术对周边生态环境、居民生活影响大，例如施工噪声、扬尘等若控制不当，会引发居民不满，影响工程进度。利益相关方多元性致使技术风险复杂，政府、建设单位、施工方、市民等对工程技术要求和关注点不同，各方利益协调困难，若处理不善，易使技术方案推行受阻，增加风险发生概率。

二、技术风险识别与评估体系

(一) 多源异构数据融合识别方法

市政工程技术风险识别中,多源异构数据融合识别方法至关重要。通过整合地质勘察数据、施工监测数据与历史案例库来构建多维度风险因素识别矩阵,并建立动态风险清单。地质勘察数据能揭示地下地质条件对工程的潜在影响,如岩石特性、土层稳定性等^[3]。施工监测数据实时反馈工程建设过程中的各项参数,像结构变形、应力变化等,及时捕捉风险信号。历史案例库则提供过往类似工程的经验教训,帮助识别潜在风险。将这些不同来源、不同结构的数据融合,可更全面、精准地识别技术风险。动态风险清单依据数据的不断更新而调整,确保对风险的持续跟踪与把控,为市政工程技术风险的有效管理奠定基础。

(二) 量化评估模型构建

集成 AHP-熵权法组合赋权与灰色关联分析,构建适用于市政工程技术风险的量化评估模型。利用 AHP 法确定主观权重,凭借专家经验对风险因素重要性进行层次化分析,得出各指标主观影响程度^[4]。借助熵权法获取客观权重,依据指标数据的离散程度来确定权重,反映数据所包含的信息熵。将两者结合,克服单一赋权的片面性,使权重确定更科学合理。在此基础上,引入灰色关联分析,量化风险指标与理想方案间的关联度,判断各风险因素对整体风险的影响程度,从而划分风险等级,为市政工程技术风险提供精准、全面的量化评估,助力风险管控决策。

三、风险管理策略优化设计

(一) 设计阶段风险预控策略

1.BIM 技术协同应用

在工程设计阶段,BIM 技术协同应用对风险预控至关重要。借助 BIM 技术,能搭建整合多专业信息的三维模型,打破各专业间信息壁垒,实现多专业协同审查设计方案。各专业人员可在同一模型平台上交流沟通,提前发现诸如管道碰撞、空间布局不合理等潜在风险,避免施工阶段因设计冲突造成延误与损失^[5]。同时,针对隐蔽工程,利用 BIM 技术的可视化特性,将隐蔽部位的构造、施工工艺等以直观方式呈现,实现风险可视化预警。例如,广州市某区智慧水务调度中心新建工程中,采用 BIM 技术模拟施工过程中各管线安装与装配式竖向构件可能存在的碰撞,提前规划布置线路;再如广州市某区污水处理厂的管线布置,通过模拟施工过程,提前发现可能存在的管线交叉、空间不足等风险,并及时调整设计,降低风险发生概率,提升工程设计质量与风险防控能力。

2. 风险分担契约设计

在市政工程设计阶段,风险分担契约设计是风险预控的关键环节。基于委托代理理论,构建 EPC 模式下合理的风险分担契约,能有效降低技术风险。通过明确业主与承包商在项目中的权利与义务,利用风险分配矩阵,将不同类型的技术风险合理分配给更有能力承担和控制的一方。同时,设置合同激励约束机制,对积极管控风险的一方给予奖励,对未能有效履行风险管理责任

的予以约束。这不仅促使双方共同致力于风险防范,也保障了项目的顺利推进。例如,对于设计变更导致的技术风险,契约可明确规定双方承担的责任范围与补偿机制^[6]。如广州市某下沉式再生水厂项目,通过在合同条款约束发包人、承包人支配范围与结算金额的关系,实现投资风险的合理分担与有效预控,为市政工程技术风险管理奠定坚实基础。

(二) 施工过程动态管控体系

1. 智能监测预警系统

市政工程施工过程中,智能监测预警系统至关重要。借助物联网传感网络,在施工现场各个关键部位和环节部署多种传感器,如位移传感器、应力传感器等,实时采集工程结构、环境等数据。这些数据通过网络实时传输至数字孪生平台。平台依据接收到的数据,构建与实体工程高度匹配的数字模型,对施工状态进行动态模拟和分析。一旦监测数据出现异常,数字孪生平台能迅速基于预设的风险阈值,利用智能算法精准识别潜在风险,并及时发出预警信号。同时,系统会结合历史数据与专家经验,给出相应的风险应对建议,以便施工人员及时采取措施,有效降低风险影响,实现对市政工程施工过程的动态、精准监控与预警^[7]。

2. 应急响应决策模型

在市政工程技术风险管理中,应急响应决策模型至关重要。基于案例推理与蒙特卡洛模拟的突发事件应急处置方案生成机制,能有效提升应急决策的科学性与精准性。借助案例推理,可快速从过往类似市政工程突发事件案例库中提取相关解决方案,结合当前事件特征进行适配调整。蒙特卡洛模拟则通过对多种不确定因素进行大量随机模拟,评估不同应急策略下可能产生的后果,为决策提供量化依据。二者相互结合,能够综合考虑历史经验与现实不确定性,为市政工程突发事件生成更为合理有效的应急处置方案,实现应急响应决策的动态优化,提高应对突发事件的能力,确保市政工程顺利推进^[8]。

四、实践路径与保障机制

(一) 标准化实施框架构建

1. PDCA 循环优化路径

构建市政工程技术风险管理标准化实施框架的 PDCA 循环优化路径,应设计包含计划、执行、检查、改进全过程的持续优化管理流程。在计划阶段,需全面识别市政工程技术风险,深入分析风险产生原因,科学制定风险应对策略与详细的风险管理计划。执行过程中,严格按照计划落实各项风险防控措施,确保资源合理分配与有效利用。检查环节,定期对风险管理效果进行评估,通过收集数据、对比分析等手段,精准判断风险防控措施是否达到预期目标。基于检查结果,在改进阶段及时调整和完善风险管理策略与措施,不断优化技术风险管理流程。如此循环往复,持续提升市政工程技术风险管理水平,保障工程顺利推进^[9]。

2. 分级管控实施指南

构建市政工程技术风险分级管控实施指南,要基于风险等级矩阵制定差别化管控标准与操作规范。对于高风险技术环节,应明确

详细且严格的操作流程，配备专业技术人员实时监督，确保每一步操作都符合高标准，例如对桥梁工程的关键结构施工技术风险的管控^[10]。对于中风险部分，设定相对灵活但仍具约束性的规范，定期进行检查与评估，像道路施工中的路基处理技术风险把控。而低风险环节，可制定简洁通用的操作指引，通过定期抽检保障实施效果。同时，为确保这些标准与规范切实执行，要建立全面的培训体系，提升施工人员对风险及管控措施的认知，还要完善监督考核机制，以保障分级管控有效实施，降低市政工程技术风险。

（二）典型案例实证研究

1. 地下管道施工工程应用

在地下管道施工工程应用中，非开挖施工的顶管施工风险管理策略通过具体措施优化实践路径。针对地质复杂可能引发的顶进困难，利用先进探测技术提前掌握地层情况，设置测力装置，以掌握顶进压力，保持顶进压力与前端土体压力的平衡。例如在富水砂层，精准控制泥水压力与流量，避免涌水涌砂；在微风化岩层，严格控制顶进速度，避免机头翘起。同时，规范的施工流程是保障机制关键，从顶管机进场检查、组装调试，到顶进过程中的各项操作，严格控制顶管轴线偏差，执行勤测量、勤纠偏、小量纠偏的操作方法，依据设计要求把控精度与连接质量，确保每个环节无疏漏。通过技术人员培训提升专业素养，保证策略执行到位，提升地下管道施工工程质量与安全性。

2. 深基坑工程建设验证

在地埋式污水处理厂建设中，针对深基坑工程的安全风险管理，以某大型地埋式污水厂深基坑工程为实证案例，开展风险管理效能验证。系统收集该基坑施工全周期的地质监测数据（如土体位移、支护结构应力、地下水位等）及周边环境变形数据，结合施工过程中记录的各类风险事件。通过对智能监测系统发出的预警信息与实际发生的基坑险情（如支护桩位移超限、涌水涌砂等），分析预警的准确性与时效性。若预警提前量充足且与实际险情匹配度高，表明风险管理体系运行有效；反之则需深入剖析偏差成因，如监测点布置密度不足、预警阈值设置不当或数据分析算法存在缺陷等。同时，系统评估该风险管理对基坑施工进度控制与安全保障的实际贡献，验证其在预防基坑坍塌、控制周边沉降、减少财产损失方面的实际效果，为优化地埋式污水厂深基坑工程风险控制策略、完善精细化施工路径提供实证支持，推动地下工程施工风险管理水平的系统提升。

参考文献

- [1] 何智慧. GZ银行客户关系管理策略优化研究 [D]. 江西财经大学, 2021.
- [2] 张艺曦. W鞋业公司营销策略优化研究 [D]. 哈尔滨工程大学, 2023.
- [3] 王澄若. A教育培训机构营销策略优化研究 [D]. 南昌大学, 2021.
- [4] 叶晶晶. Z银行Z分行零售客户关系管理策略优化研究 [D]. 郑州大学, 2023.
- [5] 潘弘男. P饮料公司品牌营销策略优化研究 [D]. 浙江工业大学, 2023.
- [6] 周红, 张程. 市政工程 PPP项目投资风险管理策略 [J]. 价值工程, 2021, 40(28): 18-20.
- [7] 王刚. 如何加强市政工程技术管理 [J]. 砖瓦世界, 2023(24): 145-147.
- [8] 胡勇. 市政工程施工管理优化策略分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2016(10): 438-438.
- [9] 薛晗. 市政给排水设计优化策略 [J]. 工程技术研究, 2022, 7(6): 171-173, 190.
- [10] 陈尹. 英语教学中实践教育策略的优化研究 [J]. 佳木斯职业学院学报, 2022, 38(2): 62-64.

（三）长效保障机制建设

1. 组织架构创新设计

构建矩阵式风险管理组织体系与跨部门协同工作机制是市政工程技术风险管理组织架构创新设计的关键。一方面，矩阵式风险管理组织体系将职能部门与项目团队有机结合，专业技术人员既能在职能部门发挥专业优势，又能针对具体项目灵活调配，高效应对技术风险。这种结构打破了传统组织架构中部门间的壁垒，提升资源利用效率，增强对风险的快速响应能力。另一方面，跨部门协同工作机制至关重要。通过建立信息共享平台，各部门实时交流项目技术进展与潜在风险，确保各方对风险信息充分掌握。制定统一的工作流程与标准，明确各部门在风险管理中的职责，避免出现推诿现象，促使部门间紧密协作，共同完成市政工程技术风险的识别、评估与应对工作，从组织架构层面为风险管理提供坚实保障。

2. 人才培育体系构建

在市政工程技术风险管理中，构建人才培育体系至关重要。制定复合型人才培养方案，着重提升专业技能，让技术人员深入掌握市政工程各环节技术要点，从工程设计、施工工艺到材料选用等，都具备扎实的知识储备。强化风险意识，通过案例分析、模拟演练等方式，使他们深刻认识各类潜在风险，如地质条件变化、天气因素影响等。培养应急能力，教授应急处理流程与方法，面对突发风险能够迅速做出反应，合理调配资源，有效控制风险扩散与损失。通过这种全方位的人才培育，为市政工程技术风险管理提供坚实的人力保障，推动策略优化与实践路径的有效落实。

五、总结

市政工程技术风险管理的策略优化与实践路径研究，实现了理论创新与实践价值的系统整合。一方面，这些研究成果为城市更新项目提供了切实可行的技术风险管理思路，在城市基础设施建设、老旧小区改造等项目中，具有广泛的推广应用前景，能有效提升项目质量与安全性。但另一方面，当前研究在智慧化转型方面存在局限，未能充分利用人工智能等新兴技术的潜力。未来，需着重加强人工智能与工程管理的深度融合研究，以智能化手段实时监测、精准预警和科学应对市政工程技术风险，推动市政工程技术风险管理向智慧化、高效化方向发展，为城市建设的高质量推进提供更坚实的保障。