

市政工程技术演进与工程风险管理协同策略研究

莫金莉

身份证号: 450103197812192045

DOI:10.61369/ETQM.2025090013

摘 要： 市政工程技术经历机械化、自动化、数字化阶段向智能化建造迈进，涉及 BIM 等关键技术创新。阐述风险识别模型、管控机制等，探讨技术与风险管理的系统耦合机理，介绍协同度测度模型等，还提及效果评价方法，以实例验证协同策略有效，指出研究不足与方向。

关 键 词： 市政工程；技术演进；风险管理

Research on the Collaborative Strategy of Technological Evolution and Engineering Risk Management in Municipal Engineering

Mo jinli

ID: 450103197812192045

Abstract： Municipal engineering technology has gone through mechanization, automation, and digitization stages and is moving towards intelligent construction, involving key technological innovations such as BIM. Elaborate on risk identification models, control mechanisms, etc., explore the system coupling mechanism between technology and risk management, introduce the synergy measurement model, etc., and also mention the effectiveness evaluation method. Use examples to verify the effectiveness of the synergy strategy, and point out the research shortcomings and directions.

Keywords： municipal engineering; technological evolution; risk management

引言

随着城市化进程的加速，市政工程建设面临着更高的要求和挑战。2022年发布的《关于推动市政工程高质量发展的若干意见》强调了技术创新和风险管理在市政工程中的重要性。市政工程技术从传统施工向智能化建造演进，经历了机械化、自动化、数字化阶段，关键技术创新推动其向高效、智能、绿色方向发展。同时，风险管理涵盖风险识别、评估及全过程管控机制。技术演进与风险管理相互影响、相互制约，存在耦合关系。构建协同策略对提高市政工程质量 and 效率、降低风险至关重要，需从组织架构、标准体系等多方面协同推进。

一、市政工程技术演进分析

（一）技术发展脉络

市政工程技术经历了从传统施工到智能化建造的演变过程，主要可划分为机械化、自动化、数字化三个阶段。在机械化阶段，各类施工机械逐渐应用于市政工程，取代了部分人力劳动，提高了施工效率和质量^[1]。随着技术的进一步发展，自动化阶段来临，施工过程中的一些操作实现了自动化控制，减少了人为因素的干扰，提升了工程的精准度。进入数字化阶段，信息技术广泛应用，如 BIM 技术、大数据、物联网等，实现了工程信息的数字化管理和共享，为市政工程设计、施工和运营提供了更科学的决策依据，推动市政工程技术向智能化建造迈进。

（二）关键技术创新

BIM 技术在市政工程中实现了三维可视化建模，精确呈现工程结构与细节，有效提升设计与施工的协同效率^[2]。物联网监

测系统实时收集工程数据，涵盖结构安全、环境指标等多方面，为工程管理提供精准决策依据。装配式施工改变传统建造模式，通过预制构件的工厂化生产和现场快速组装，提高施工质量和速度，减少现场作业的环境污染与资源浪费。这些关键技术创新从不同维度推动市政工程建设朝着高效、智能、绿色的方向发展，对市政工程质量提升、成本控制和工期缩短起到至关重要的作用。

二、工程风险管理体系构建

（一）风险识别与评估

建立基于德尔菲法和层次分析法的市政工程风险识别模型，德尔菲法通过专家意见的多次反馈和收敛，能够综合考虑多种因素，减少主观偏见对风险识别的影响^[3]。层次分析法则将复杂的问题分解为多个层次，通过构建判断矩阵，确定各因素的权重，

从而实现对风险的量化评估。在此基础上,构建包含地质风险、技术风险、管理风险的三级评估指标体系。地质风险包括地质条件复杂程度、地下水位变化等;技术风险涵盖施工技术难度、新技术应用等;管理风险涉及项目管理水平、人员素质等,通过对这些指标的综合评估,全面识别市政工程中的风险。

(二) 风险管控机制

市政工程风险管理需构建包含风险预警、责任追溯、保险担保的全过程管控机制,并建立 PDCA 循环改进模型。风险预警机制可通过对工程各阶段风险因素的实时监测与分析,提前识别潜在风险,为风险应对提供时间窗口^[4]。责任追溯机制明确各参与方在风险事件中的责任,确保责任落实到人,提高各方的风险意识和责任感。保险担保机制则为工程风险提供经济保障,降低风险损失。PDCA 循环改进模型通过计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)和处理(Act)四个阶段,不断优化风险管理流程,提高风险管理的有效性和效率,实现市政工程风险管理的持续改进。

三、技术演进与风险管理协同机制

(一) 协同理论框架

1. 系统耦合机理

系统耦合机理是理解技术演进与风险管理协同的关键。从系统动力学角度,技术创新与风险管理构成一个复杂系统,二者相互影响、相互制约。技术创新会改变工程的工艺流程、材料应用等,这可能带来新的风险因素,同时也可能提供新的风险应对手段。风险管理的策略和措施会影响技术创新的方向和速度,过于严格的风险控制可能抑制技术创新,而合理风险管理能够为技术创新提供稳定的环境,促进其发展。这种耦合关系体现了系统内部的动态平衡,只有深入理解这一机理,才能更好地构建技术演进与风险管理的协同机制^[5]。

2. 协同度评价模型

构建基于熵值法的协同度测度模型以及技术-风险复合系统协同发展评价体系具有重要意义。熵值法能够客观地确定各指标的权重,减少主观因素的干扰^[6]。对于技术-风险复合系统,需综合考虑技术演进的多个方面以及风险管理的各个环节,确定相应的评价指标。这些指标应涵盖技术创新能力、技术应用效果、风险识别准确性、风险应对措施有效性等。通过收集相关数据,运用熵值法计算各指标权重,进而得出协同度的值。该值能够反映技术演进与风险管理之间的协同程度,为进一步优化协同策略提供依据。

(二) 协同实现路径

1. 技术赋能风险管理

数字孪生技术可用于风险模拟,通过构建虚拟模型,精确模拟市政工程在不同工况下的运行状态,提前预测可能出现的风险,为风险管理提供决策依据^[7]。区块链技术则对风险追溯到支撑作用,其不可篡改的特性能够记录工程建设过程中的各类信息,在风险发生后,可以准确追溯到相关环节和责任人,有助于

及时采取措施进行处理,同时也能为后续工程提供经验教训,进一步完善风险管理体系。

2. 风险驱动技术改进

风险事件对技术革新存在倒逼机制。当市政工程面临风险时,如施工安全风险、质量风险等,会促使工程团队反思现有技术不足^[8]。例如,若频繁出现地基沉降问题,就需要对地基处理技术进行革新。通过对风险事件的分析和总结,建立风险反馈驱动的技术迭代模型。该模型以风险识别为起点,将风险信息进行量化和分类,进而确定技术改进的方向和重点。然后,根据技术改进的需求,研发或引入新的技术方法和工艺,并在工程实践中进行应用和验证。通过不断地循环反馈,实现技术的持续演进,以更好地应对工程风险。

四、协同策略实施与效果评价

(一) 协同策略实施路径

1. 组织架构重构

市政工程技术演进与工程风险管理协同策略的实施,需要对组织架构进行重构。设计包含技术研发部与风险管理部的矩阵式项目管理组织是关键一步。这种矩阵式结构能够打破传统的部门壁垒,促进技术研发与风险管理两大核心职能之间的信息流通和协同合作。技术研发部专注于市政工程技术创新与演进,风险管理部则着重于识别、评估和应对工程中的各类风险。通过矩阵式组织架构,两个部门的人员可以在项目层面上进行紧密协作,共同制定既符合技术发展要求又能有效管控风险的策略和方案,从而提升市政工程的整体效益和质量,为协同策略的有效实施奠定坚实的组织基础^[9]。

2. 标准体系融合

市政工程技术演进与工程风险管理协同策略的标准体系融合至关重要。需制定技术标准与风险管理规范协同编制指南,确保两者在编制过程中相互参照、补充。例如,在技术标准中明确对风险因素的考量,在风险管理规范中体现对技术要求的响应。同时建立双联联动审查机制,对工程方案进行全面审查。该机制应涵盖技术可行性与风险可控性两个方面,以保证工程在符合技术标准的同时,能够有效应对各类风险。通过这种标准体系的融合,促进市政工程技术与管理风险的协同发展,提高市政工程的质量和效益^[10]。

(二) 效果评价体系

1. 评价指标设计

构建包含技术成熟度、风险可控度、协同效益度的三维评价指标体系。技术成熟度可从技术的先进性、可靠性、适用性等方面衡量,评估市政工程技术在实际应用中的发展水平。风险可控度需考虑风险识别的准确性、风险评估的科学性以及风险应对措施的有效性,以确定工程风险是否能得到有效控制。协同效益度则关注技术与风险管理协同所带来的经济效益、社会效益和环境效益,如成本节约、质量提升、对周边环境的影响减小等。通过综合这三个维度的指标,全面、客观地评价市政工程技术演进与工

程风险管理的协同效果。

2. 评价方法选择

在效果评价体系的评价方法选择中,综合考虑多种因素后,决定采用模糊综合评价法与数据包络分析法构建组合评价模型。模糊综合评价法能够有效处理模糊性和不确定性问题,对于市政工程技术演进与工程风险管理协同策略中一些难以精确量化的因素,可通过模糊数学的方法进行合理评价。数据包络分析法则主要用于评价多投入多产出的决策单元相对有效性,能够从投入产出的角度对协同策略的实施效果进行分析。将两者结合,既能充分考虑协同策略中的模糊因素,又能从效率的角度对其进行全面评估,从而更准确地反映市政工程技术演进与工程风险管理协同策略的实际效果。

(三) 实证应用研究

1. 典型工程案例分析

以某城市地下综合管廊项目为例,在项目实施过程中,依据协同策略,加强了技术演进与风险管理的结合。在技术方面,积极引入先进的施工技术和监测手段,如非开挖技术和智能传感器监测系统,提高了工程质量和效率。同时,在风险管理上,通过建立风险预警机制和应急处置方案,对施工过程中的地质风险、施工安全风险等进行了有效管控。在协同过程中,项目团队定期进行沟通和协调,确保技术演进能够及时适应风险管理的需求,风险管理也能为技术选择提供指导。最终项目顺利完工,成本控制在预算范围内,且未发生重大安全事故,验证了协同策略的有效性。

2. 应用效果验证

通过对市政工程项目实施前后相关数据的对比来验证协同效果。在技术经济指标方面,对比项目实施前后的成本、工期、质量等指标。实施协同策略后,预期成本得到有效控制,避免了因技术问题和风险事件导致的成本超支;工期更加合理,减少了因技术变更和风险干扰造成的延误;质量得以提升,得益于技术与风险管理的协同保障。在风险事件发生率上,统计项目实施前后各类风险事件的发生次数和频率。协同策略实施后,风险事件发生率显著降低,如技术风险、环境风险、人为风险等都得到了有效的预防和控制,从而证明了市政工程技术演进与工程风险管理协同策略的有效性。

五、总结

市政工程技术演进与风险管理的协同发展具有重要理论与实践意义。理论上,有助于完善工程管理相关理论;实践中,能提高工程质量与效率,降低风险。然而,当前研究存在不足。在智慧化协同平台构建方面,缺乏系统性和实用性;跨项目知识迁移上,机制不完善,难以有效应用经验。未来研究方向明确,应加强人工智能应用。利用其强大的数据处理和分析能力,优化协同策略。同时,拓展全生命周期协同管理理论体系,涵盖从规划到运营的各个阶段,综合考虑技术、风险等多方面因素,以更好地适应市政工程发展需求。

参考文献

- [1] 朱宇. CSHL 市政工程风险管理优化研究 [D]. 苏州大学, 2019.
- [2] 郭迪华. 市政工程施工管理中变更索赔风险分析及对策研究 [J]. 砖瓦世界, 2022(19): 103-105.
- [3] 杨超. DXZ 市政工程项目风险管理研究 [D]. 电子科技大学, 2022.
- [4] 宋扬, 王素洁. 国际市政工程进度风险因素分析及合同管理措施 [J]. 项目管理技术, 2019, 17(4): 120-124.
- [5] 蒋国华. 子城公司市政工程项目管理模式评价与风险研究 [D]. 南华大学, 2013.
- [6] 于传文. 市政工程施工风险管理及策略分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2014(31): 2139-2139.
- [7] 孟丽. 市政工程内部控制建设与风险管理研究 [J]. 中国经贸, 2017(18): 235.
- [8] 陈洪新. 市政工程项目投资的风险管理策略探究 [J]. 科技经济导刊, 2016(17): 186-186, 179.
- [9] 吴妍妍. 市政工程 PPP 项目风险管理研究 [J]. 房地产导刊, 2019(5): 245.
- [10] 高雁峰. 市政工程项目风险管理研究 [J]. 商品与质量, 2019(30): 47.