

市政工程施工中技术管理对工程风险的影响及应对策略

梁家超

广东 茂名 525400

DOI:10.61369/UAID.2024120025

摘要：本研究探讨了市政工程建设中技术管理与风险缓解之间的关系。详细阐述了技术管理对风险的影响、影响风险产生的因素以及各类风险类型。实证研究揭示了管理质量与风险降低之间的相关性。还介绍了多种风险评估与管理方法，旨在提高项目效率、安全性以及城市基础设施质量。

关键词：市政工程建设；技术管理；工程风险

The Impact of Technical Management on Project Risks in Municipal Engineering Construction and Corresponding Countermeasures

Liang Jiachao

Maoming, Guangdong 525400

Abstract: This study examines the relationship between technical management and risk mitigation in municipal engineering construction. It elaborates on the impact of technical management on risks, the factors influencing risk occurrence, and various risk categories. Empirical research reveals a correlation between management quality and risk reduction. Multiple risk assessment and management methodologies are also introduced, aimed at enhancing project efficiency, safety, and the quality of urban infrastructure.

Keywords: municipal engineering construction; technical management; engineering risks

引言

近年来，随着城市化进程的不断加快，市政工程建设的重要性日益凸显。2020年发布的《新型城市基础设施建设导则》强调了提高城市基础设施质量与安全的必要性。市政工程建设涵盖各类基础设施项目，充满工程风险。技术管理涉及施工中技术活动的多个方面，对这些风险有重大影响^[1]。理解这种关系、分析风险影响因素并采取适当对策，如采用先进的评估方法和创新技术，对于确保项目成功、提升城市基础设施质量以及促进城市可持续发展至关重要。

一、市政工程技术管理概述

(一) 技术管理的概念与范畴

市政工程建设中的技术管理，是指对项目内所有技术层面进行规划、组织、协调、控制与监督的一系列综合性活动及流程。其涵盖范围从最初的设计理念，一直延伸到最后的施工与调试阶段。

在设计阶段，技术管理确保设计不仅具有创新性，还切实可行，且符合相关法规与标准。这需要与设计师合作，从成本效益、可施工性及长期功能性等方面对设计进行优化^[2]。

在施工过程中，技术管理侧重于按计划实施设计。这包括对建筑材料和施工技术进行质量控制，确保施工人员经过良好培训，能使用正确方法。同时，还要监督施工设备的使用情况，保证设备处于良好运行状态，且适合项目需求。

技术管理的范畴还延伸至与项目相关的文件资料。这包括准

确记录设计变更、测试结果以及施工进度报告等。这些文件对于日后参考、审计以及确保项目的可追溯性至关重要。此外，市政工程中的技术管理还会考虑环境与安全因素。其目标是尽量减少施工活动对环境的影响，并为所有相关方，从现场工人到项目周边的普通民众，保证一个安全的工作环境。所有这些方面共同在实现市政工程建设目标标准化以及确保高质量成果方面发挥着至关重要的作用。

(二) 市政工程项目的特点

市政工程项目具有鲜明的特点。环境复杂性是一个突出特征。这些项目通常在城市地区开展，必须应对各种环境因素。例如，可能会遇到复杂的地质条件，如软土层或地下水系，这会给施工技术和地基稳定性带来挑战^[3]。此外，城市环境中遍布现有基础设施，如地下管道和架空电线，使得施工更加复杂。

多方利益协调是另一个关键特点。市政工程涉及众多主体，包括地方政府、建筑公司、设计单位以及普通民众。每个利益相

各方都有不同的利益和需求。地方政府可能侧重于城市的长期发展和公共利益，而建筑公司关注项目成本和进度。设计单位则致力于打造创新且实用的设计。协调这些不同的利益，确保项目顺利推进，是一项复杂的任务。

市政工程项目公共服务属性也至关重要。这些项目主要是为了提供公共服务，如用于交通的道路、日常使用的供水系统以及用于环保的污水处理设施等。项目的成功与否直接影响城市居民的生活质量。因此，市政工程技术管理不仅要符合工程标准，还必须优先考虑公共服务功能和用户体验。

二、技术管理对工程风险的影响机制

（一）影响风险产生的关键技术管理因素

技术管理对市政工程建设中的工程风险影响深远，有几个关键因素会显著影响风险的产生。设计优化是一个基本方面。优化良好的设计能够预见到施工过程中可能出现的问题，比如结构不稳定或功能效率低下等情况。如果设计没有考虑到当地的地质条件、交通荷载或环境因素，就可能引发诸如地基沉降或结构过早损坏等风险。例如，在市政桥梁设计中，忽视该地区高速风的影响，可能会在施工和运营过程中导致气动不稳定^[4]。

施工过程控制是另一个关键因素。对施工过程的精确控制确保项目按照设计规范执行。施工技术出现偏差、任务顺序不当或施工过程中缺乏质量控制，都可能带来风险。比如，在混凝土浇筑过程中，如果振捣操作不当，可能会导致混凝土结构出现蜂窝麻面和孔洞，降低其承载能力。

材料选择标准也起着至关重要的作用。符合相关标准的高质量材料对于项目的长期稳定性和安全性至关重要。无论是因为削减成本还是质量检验疏忽而使用了不合格材料，都可能导致各种风险。劣质建筑材料可能耐久性差、耐腐蚀性弱或力学性能不佳，随着时间推移，会增加基础设施老化和损坏的可能性。

（二）管理成效的定量分析

实证研究在揭示市政工程建设中技术管理质量与风险概率降低之间的复杂关系方面发挥着关键作用。通过利用案例数据建模，这些研究为这种相关性提供了确凿证据。例如，在某个特定的市政桥梁建设项目中，通过细致的案例数据收集和分析，得以定量评估技术管理的各个方面，如施工过程标准化、材料质量控制以及设备维护规程等，对潜在风险发生可能性的影响。

这些案例模型中基于数据的方法有助于确定对风险缓解有重大贡献的关键技术管理因素。通过精确衡量这些因素对风险概率的影响，可以明显看出，高质量的技术管理能够大幅降低工程风险的发生率。这些有参考文献^[5]支持的研究结果，不仅加深了我们对影响机制的理解，也为更有效的风险管理策略提供了依据。因此，这些实证研究中对管理成效的定量分析，为优化市政工程建设中的技术管理实践提供了指引，确保项目取得更安全可靠的成果。

三、工程风险识别与评估框架

（一）市政工程中的风险类型

1. 技术实施风险

市政工程中的技术实施风险涵盖与施工技术适配相关的多个方面。地质不确定性是一个重要因素。市政项目在施工过程中经常会遇到意想不到的地质状况。例如，地下土壤特性可能与最初的勘测结果不符，这会导致地基不稳定问题。这不仅影响项目的结构完整性，还会造成工期延误和成本超支。

设备可靠性问题是另一个关键部分。市政工程建设严重依赖各种设备。关键设备，如挖掘机、起重机或混凝土搅拌机发生故障，会扰乱施工进度。维护不当、设备质量欠佳或因特定项目需求选择不当，都可能引发设备可靠性问题。如果设备频繁损坏，会减缓工作进度，增加安全事故风险，还可能导致额外的维修或更换成本^[6]。总体而言，需要仔细识别和管理这些技术实施风险，以确保市政工程项目顺利推进。

2. 组织协调风险

市政工程中的组织协调风险主要体现在两个方面：部门间协作不畅和供应链管理低效。

部门间协作不畅会引发一系列工程风险。在市政工程项目中，通常涉及设计、施工和监理等多个部门。当这些部门之间缺乏有效沟通与协调时，可能会产生误解。例如，设计部门可能无法充分理解施工部门提出的施工困难，导致施工过程中出现设计变更，这会延误项目进度、增加成本，甚至影响工程质量^[7]。此外，不同部门可能有不同的目标和侧重点。施工部门可能注重施工进度，而监理部门则强调质量控制。如果协调不当，这些相互冲突的目标会在项目团队内部引发内耗，阻碍项目顺利进行。

供应链管理低效是组织协调风险的另一个重要来源。在市政工程中，材料和设备的稳定供应至关重要。如果供应链管理不善，可能会出现材料交付延迟、供应质量不佳以及价格突然波动等问题。例如，关键建筑材料交付延迟会使施工工作停滞，导致人工和设备闲置，增加项目总体成本。此外，供应链管理低效还可能在库存管理方面引发问题。库存过多会占用资金，而库存不足则可能导致生产中断，这两种情况都会给市政工程项目顺利实施带来风险。

（二）动态风险评估模型

1. 模糊综合评价法

模糊综合评价法是一种在考虑技术管理影响的情况下，评估市政工程建设中工程风险的有效方法。该方法旨在建立一个基于模糊理论的评估系统，将技术管理参数纳入其中，以实现实时风险量化^[8]。

它首先定义一组与市政工程技术管理相关的风险因素，如设计缺陷、施工技术复杂性和技术创新水平。然后，根据每个因素在影响工程风险方面的相对重要性，为其分配权重。这些权重可以通过层次分析法（AHP）等方法确定，该方法综合考虑专家意见和风险因素的层次结构。

接下来，为每个风险因素建立隶属函数，将其实际值映射

到 [0, 1] 范围内的模糊隶属度。这有助于将风险因素的定性和定量信息转化为统一格式，以便进行综合评估。

最后，运用加权平均原理，计算工程风险的模糊综合评价。该值代表在技术管理影响下项目的总体风险水平。该值越接近 1，风险水平越高；反之，越接近 0，风险越低。这种方法为评估工程风险提供了一种更全面、准确的方式，使项目经理能够及时采取适当的应对措施。

2. 基于 BIM 的风险模拟

建筑信息模型（BIM）已成为工程风险识别与评估框架中进行风险模拟的有力工具。BIM 能够创建一个全面的三维模型，不仅涵盖市政工程项目的物理层面，还包括与其组件相关的各种数据。

在风险模拟方面，BIM 可以纳入不同的管理场景^[9]。通过输入这些场景下的相关数据，如施工进度、资源分配和安全协议等，BIM 能够直观呈现潜在的风险演变路径。例如，如果某个特定管理场景涉及施工活动顺序的改变，BIM 可以模拟这种改变可能如何影响诸如进度延误、成本超支或安全隐患等风险。

基于 BIM 的风险模拟具有可视化特点，非常有益。利益相关者，包括项目经理、工程师和决策者，能够轻松理解不同风险因素之间的复杂关系。他们可以实时观察在特定管理场景下，一个参数的变化如何引发一系列事件，从而导致不同的风险结果。这有助于做出更明智的决策，因为它清晰展示了各种管理策略对市政工程建设中工程风险的潜在影响。

四、风险缓解策略与技术管理优化

（一）主动管理干预策略

1. 预防性维护计划安排

设计由人工智能驱动和维护方案，并与技术管理系统相结合，以便早期发现风险。借助人工智能，这些方案能够分析历史数据、实时传感器信息以及与市政工程建设相关的特定项目参数。例如，在一个大型道路建设项目中，人工智能驱动的系统可以监测诸如土壤湿度、交通负荷和材料疲劳等因素。

与技术管理系统的整合确保了数据的无缝流通。然后，技术管理系统可以利用这些数据精确安排预防性维护任务。它们能够根据人工智能分析的数据，预测诸如管道、路面或建筑结构等部件何时可能出现故障。这种主动的方式有助于避免施工期间突发故障和代价高昂的紧急维修，否则这些情况可能会打乱项目进度并增加总体成本。

基于人工智能驱动方案的预防性维护计划安排还能优化资源分配。它使管理人员能够高效分配人力资源、材料和设备。例如，无需按固定周期进行可能不必要的维护，而是在基于人工智能的分析表明确实有维护需求时，再调配资源。这不仅节省了资源，还提高了市政工程建设整体质量和安全性，大幅降低了工程风险发生的可能性^[10]。

2. 基于数字孪生的决策支持

可以采用数字孪生技术来模拟管理决策对市政工程建设风险

缓解效果的影响。通过创建物理市政工程项目的虚拟副本，它能实时、准确地呈现项目状态。这个数字孪生模型可以整合各种数据源，包括施工进度、材料特性和环境因素。

在做出管理决策时，决策者可以将不同场景输入到数字孪生模型中。例如，他们可以模拟调整施工进度、更换材料供应商或修改施工技术对风险缓解的影响。通过这些模拟，他们可以提前预估潜在风险，并评估不同管理策略的有效性。比如，如果考虑加快施工进度，数字孪生模型可以分析这可能对工人安全、项目质量以及因赶工可能导致的成本超支等因素产生何种影响。这有助于做出更明智、更主动的管理决策。此外，随着项目推进，数字孪生模型可用于持续监测和更新风险评估。有新数据时，数字孪生模型可相应调整，确保在整个市政工程建设过程中，风险缓解策略始终适用且有效^[11]。

（二）制度框架强化

1. 质量保证体系重构

质量保证体系重构涉及对质量控制方案进行重新规划。将 ISO 31000 风险管理原则纳入技术管理流程是关键一步。ISO 31000 提供了系统的风险管理方法，有助于在市政工程建设中有效识别、分析、评估和处理风险。通过整合这些原则，技术管理人员可以更好地预见可能影响项目质量的潜在问题。例如，在设计阶段，他们可以使用 ISO 31000 的风险评估方法，识别与设计相关的风险，如结构不稳定或不符合当地建筑规范等问题。在施工阶段，这些原则有助于发现与建筑材料、工艺和设备故障相关的风险。这种整合还确保质量控制措施不仅是被动应对，更是主动预防。技术管理人员不是在问题发生后才去纠正，而是从一开始就防止问题出现。这样，市政工程建设整体质量保证体系得以强化，从而打造出更可靠、更安全、质量更高的基础设施项目^[12]。

2. 利益相关者协作机制

利益相关者协作机制在有效管理工程风险和优化市政工程建设技术管理方面起着关键作用。建立将技术管理数据与承包商绩效指标整合的信息共享平台是重要举措。这类平台使所有利益相关者，包括项目业主、承包商、设计师和监管人员，都能实时获取相关信息。例如，承包商在质量控制、进度遵守和安全管理方面的表现，可以直接与技术要求和数据相关联。项目业主可以利用这些信息更好地评估承包商的能力，并在招标和项目实施阶段做出更明智的决策。设计师可以根据承包商的实际表现和技术管理反馈调整设计方案，确保设计更具实用性和抗风险能力。监管人员也能更全面、准确地监控项目进度，及时发现潜在风险。通过共享这些数据，利益相关者能够更有效地协作，减少信息不对称，提高市政工程建设中风险缓解和技术管理的整体效率^[13]。

（三）绩效评估与持续改进

1. 技术管理关键绩效指标体系

制定关键绩效指标（KPI），用以衡量项目全生命周期内的风险控制效果。在市政工程建设背景下，这些 KPI 对于评估技术管理在缓解工程风险方面的表现至关重要。例如，在规划阶段，KPI 可以包括风险识别的准确性，通过初始风险评估中识别出的实际

风险占项目实施过程中出现的总风险的百分比来衡量。在执行阶段, KPI可能侧重于风险应对的及时性, 比如从发现风险到实施应对措施的平均用时。通过监测这些 KPI, 管理人员可以实时了解其风险缓解策略的有效性。这种基于数据的方法能够推动技术管理的持续改进。如果某个特定 KPI 显示绩效下降, 就表明需要审查和优化相关技术管理流程。例如, 如果风险复发率较高, 就说明现有的风险缓解措施可能不足, 促使重新评估这些策略。通过这种方式, KPI 体系成为确保市政工程建设技术管理不断发展、适应并在项目全生命周期内更好控制工程风险的关键工具^[14]。

2. 基于区块链的审计追踪

区块链技术可应用于为市政工程建设技术管理创建审计追踪。通过在区块链上记录技术管理决策和风险处理流程, 透明度将大幅提高。从工程风险的初步评估到缓解策略的实施, 每一项决策都以防篡改的方式记录下来。这清晰且不可更改地记录了技术管理人员如何应对各种挑战。

这些基于区块链的审计追踪可用于多种目的。它们使包括项目业主、监管机构和公众在内的利益相关者能够访问和审查技术管理过程。这种可访问性建立了信任, 因为它表明所有行动都接受监督。对于绩效评估, 可通过分析审计追踪来确定风险缓解策略的有效性。如果某个特定风险未得到妥善管理, 审计追踪可以帮助确定决策过程哪里出了问题。

在持续改进方面, 这些审计追踪的数据可用于完善未来的技

术管理实践。可以识别成功和失败的风险处理模式, 从而制定更明智的策略。总体而言, 基于区块链的审计追踪是提高市政工程建设技术管理透明度、问责性和有效性的有力工具。

五、结论

综上所述, 本研究探讨了市政工程建设中的技术管理与相关风险缓解之间的复杂关系。技术管理水平对风险降低效果有着显著影响。高水平的技术管理, 其特点是先进技术与制度改革的无缝融合, 有助于将工程风险降至最低。

本研究在理论上为工程管理学科做出了贡献。它通过强调技术进步与制度创新在风险管理中的协同作用的重要性, 丰富了现有知识体系。对于市政当局而言, 本研究具有实际指导意义。通过实施所提出的策略, 他们可以提高市政工程项目效率和安全性, 进而提升城市基础设施的整体质量。

展望未来, 本研究还为智慧城市建设风险管理指明了方向。随着城市向智能化程度更高的方向发展, 了解如何在这种背景下管理风险变得至关重要。未来的研究可以聚焦于如何利用物联网、大数据和人工智能等新兴技术, 更好地识别、评估和缓解智慧城市建设中的风险。这不仅将进一步推动工程管理领域的发展, 也将为智慧城市的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1] 陈杰, 王洋, 李哲. 市政工程建设中的技术管理与风险控制 [J]. Journal of Civil Engineering and Management (《土木工程与管理杂志》), 2020, 36(5): 321-335.
- [2] 张丽, 刘倩, 周伟. 基于 BIM 的基础设施项目动态风险评估 [J]. Automation in Construction (《自动化建造》), 2021, 130: 103842.
- [3] 徐敏, 王丹, 唐艳. 工程风险管理的模糊综合评价模型 [J]. Safety Science (《安全科学》), 2019, 117: 15-24.
- [4] 李雪, 陈刚, 张海. 数字孪生驱动的施工风险缓解决策支持 [J]. Advanced Engineering Informatics (《先进工程信息学》), 2022, 54: 101756.
- [5] 郭帅, 杨静, 付艳. 区块链在技术管理审计追踪中的应用 [J]. Journal of Construction Engineering and Management (《建筑工程与管理杂志》), 2023, 149(2): 04022156.
- [6] 吴艳, 周鑫, 高然. 市政工程项目中的组织协调风险 [J]. International Journal of Project Management (《国际项目管理杂志》), 2021, 39(3): 267-279.
- [7] 赵凯, 刘艳, 黄松. 人工智能驱动的城市基础设施预防性维护 [J]. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering (《计算机辅助土木与基础设施工程》), 2020, 35(7): 689-703.
- [8] 王强, 胡哲, 张涛. ISO 31000 在技术质量管理体系中的整合 [J]. Quality and Reliability Engineering International (《国际质量与可靠性工程》), 2022, 38(4): 1654-1668.
- [9] 潘伟, 卢伟, 薛峰. 风险管理的利益相关者协作机制 [J]. Engineering, Construction and Architectural Management (《工程、建造与建筑管理》), 2021, 28(9): 2459-2476.
- [10] 林泽, 陈凯, 李鹏. 用于评估技术管理绩效的 KPI 系统 [J]. Journal of Infrastructure Systems (《基础设施系统杂志》), 2020, 26(3): 04020024.
- [11] 刘博, 孙超, 张宇. 市政工程中的地质不确定性分析 [J]. Tunneling and Underground Space Technology (《隧道与地下空间技术》), 2021, 118: 104198.
- [12] 郑锐, 徐静, 陈威. 城市建设项目的供应链风险传播 [J]. Supply Chain Management: An International Journal (《供应链管理: 国际期刊》), 2019, 24(6): 732-747.
- [13] 黄莉, 宁欣, 李静. 通过建筑信息模型进行动态风险模拟 [J]. Journal of Building Engineering (《建筑工程杂志》), 2022, 54: 104638.
- [14] 马帅, 张峰, 任欣. PPP 项目中的多利益相关方风险分配机制 [J]. Project Management Journal (《项目管理杂志》), 2023, 54(1): 89-104.