

排水工程技术革新与工程风险管理的融合路径

吴继斌

广东 珠海 519180

DOI:10.61369/ME.2025060009

摘要：介绍排水工程技术革新，包括新型管材研发、BIM等技术应用。阐述风险管理，如建立评价指标体系、防控体系。还涉及技术革新与风险管理融合，包括构建智能决策系统等，同时指出融合存在障碍及未来方向。

关键词：排水工程；技术革新；风险管理

Integration Path of Drainage Engineering Technology Innovation and Engineering Risk Management

Wu Jibin

Zhuhai, Guangdong 519180

Abstract : This paper introduces technological innovations in drainage engineering, including the development of new pipe materials and the application of BIM technology. It elaborates on risk management strategies such as establishing evaluation indicator systems and prevention control mechanisms. The research also explores the integration of technological innovation with risk management, particularly through the development of intelligent decision-making systems. The paper further highlights existing barriers and future directions for this integration.

Keywords : drainage engineering; technological innovation; risk management

引言

随着我国城市化进程的加快，排水工程的重要性日益凸显。2021年发布的《关于加强城市内涝治理的实施意见》强调了提升排水工程质量的风险管理能力的紧迫性。早期传统管材存在不足，随着技术发展，新型管材不断涌现。同时，BIM技术、智能化监测系统等在排水工程中的应用逐渐深入，但也面临技术标准滞后和数据融合障碍等问题。排水工程风险管理需建立多维度评价指标体系，构建防控体系，还需关注技术革新与风险管理的融合，包括三维地质建模与管网数据融合、智能决策支持系统构建等，同时要完善制度保障机制和重构行业标准体系，加强人才培养和数据资源整合，以促进排水工程的可持续发展。

一、排水工程技术革新发展现状

(一) 排水工程核心技术的发展历程

新型管材研发方面，早期传统管材在耐腐蚀性、抗压性等方面存在不足。随着技术发展，塑料管材逐渐兴起，如PVC管具有良好的化学稳定性和耐腐蚀性^[1]。后来又研发出了性能更优的PE管等，其强度和柔韧性更好。

BIM技术应用上，最初它主要用于建筑设计领域的三维建模。随着对排水工程精细化管理需求的增加，BIM技术开始应用于排水工程。它能够实现排水系统的可视化设计、模拟施工过程，提前发现潜在问题，从而有效提升工程质量^[1]。

智能化监测系统的发展，从简单的人工定期监测，到利用传感器等设备实现对水位、流量、水质等参数的实时监测。通过对数据的分析处理，能够及时发现排水系统的异常情况，为维护和管理提供科学依据^[1]。

(二) 技术融合的创新热点与发展瓶颈

物联网传感器网络与AI预测模型等新兴技术在排水工程中的应用效果显著。物联网传感器网络可实时监测排水系统的各项参数，如水位、流量等，为排水工程的运行管理提供准确的数据支持^[2]。AI预测模型则能基于大量的数据进行分析和预测，提前预警可能出现的排水问题，如内涝等。然而，技术融合也面临一些制约因素。技术标准滞后使得新技术在应用过程中缺乏统一的规范和指导，影响了其推广和应用效果。数据融合障碍也是一个关键问题，不同来源的数据在格式、精度等方面存在差异，难以实现有效的整合和分析，从而限制了技术融合的深度和广度。

二、给排水工程风险管理体系建设

(一) 工程风险识别与评估方法

排水工程风险管理需建立多维度评价指标体系，涵盖地质条

件风险、施工技术风险及运营维护风险。地质条件风险包括土壤类型、地下水位等因素对工程的影响；施工技术风险涉及施工工艺、施工质量等方面；运营维护风险则关注设备老化、维护成本等问题。同时，风险识别与评估方法至关重要。FMEA（失效模式与效应分析）可用于分析系统中潜在的失效模式及其后果，确定风险优先级，但对于复杂系统可能存在局限性。蒙特卡洛模拟则通过随机抽样模拟系统行为，能处理复杂的不确定性，但对数据要求较高。应根据工程实际情况对比分析这些方法的适用性，以准确识别和评估风险^[3]。

（二）风险防控技术框架设计

构建涵盖风险预警阈值设定、应急响应机制、保险保障措施三位一体的防控体系。风险预警阈值设定需依据给排水工程特点及相关标准规范，综合考虑不同风险因素的影响程度，科学合理确定阈值^[4]。应急响应机制应涵盖从风险识别到应急处理的全过程，明确各环节责任主体和操作流程，确保在风险发生时能够快速、有效地响应。保险保障措施可转移工程风险，降低损失。同时，重点解析盾构施工渗漏预警系统实施路径。通过安装传感器等设备实时监测相关参数，当参数超出预警阈值时及时发出警报，为后续应急处理争取时间。

三、技术与管理融合机制构建

（一）数字化转型下的融合逻辑

1.BIM+GIS的协同管理平台

在排水工程领域，三维地质建模与管网数据的空间融合技术至关重要。通过对地质结构和管网分布进行精确的三维建模，可以更直观地呈现工程环境。同时，构建多源异构数据的标准化对接框架，能够实现不同来源和结构的数据有效整合^[5]。这不仅有助于提高数据的利用效率，还能为工程技术革新与风险管理提供更准确的决策依据。在BIM+GIS的协同管理平台下，这种融合可以进一步优化工程流程，提升工程质量与管理效率，促进排水工程技术与风险管理更好地融合。

2.智能决策支持系统架构

在排水工程领域，为实现技术革新与工程风险管理的融合，构建智能决策支持系统至关重要。基于机器学习设计风险预测模型，可对排水工程中的各种风险因素进行有效分析和预测^[6]。同时，开发集成实时监测、风险诊断和方案优化功能的决策辅助系统。实时监测能获取工程实时数据，为风险诊断提供依据；风险诊断可精准定位风险点；方案优化则基于前两者，为应对风险提供最佳决策方案，从而提高排水工程的技术水平和风险管理能力，保障工程的顺利进行和高效运行。

（二）全寿命周期融合路径设计

1.设计阶段的预防性技术整合

在韧性城市理念下，管网冗余设计标准至关重要。需考虑城市面临的多种风险，如暴雨、洪水等。通过对不同地区、不同功能区域的分析，确定合理的管网冗余度。同时，建立技术参数与风险承受能力的量化关联模型。以管网管径、材质等技术参数为

基础，结合该区域历史灾害数据以及预测的未来风险状况，量化风险承受能力。例如，在洪水频发区域，管径应适当增大，材质需具备更高的抗压强度等^[7]。通过这种量化关联模型，能够在设计阶段更好地整合预防性技术，提高排水工程应对风险的能力。

2.运维阶段的技术迭代策略

在运维阶段，可制定基于CCTV检测数据的管养技术更新机制。通过对排水管道的CCTV检测，获取管道内部的详细状况数据，以此为依据评估管道的健康程度，进而确定合理的管养技术更新方案^[8]。同时，研究非开挖修复技术与风险评估的动态匹配方法至关重要。非开挖修复技术具有对环境影响小、施工速度快等优点，但不同的管道状况和风险等级需要与之相适应的修复技术。通过建立动态匹配方法，能够在准确评估风险的基础上，选择最合适的非开挖修复技术，提高运维效率和质量，降低工程风险。

四、融合实施的保障体系

（一）制度保障机制建设

1.行业标准体系重构

排水工程技术革新与风险管理融合实施需完善制度保障机制与重构行业标准体系。在制度保障方面，应推动智能化施工规程与风险管理规范协同修订，确保技术应用符合风险防控要求。同时建立风险备案制度，对技术应用可能产生的风险进行详细记录与跟踪。在行业标准体系重构上，要依据技术革新成果与风险管理需求，重新审视并调整现有标准。例如，对于新型排水材料和施工工艺的应用，需明确其质量标准和安全规范^[9]。通过这些措施，保障排水工程技术革新与风险管理有效融合，提升工程质量与安全性。

2.监管模式创新

在排水工程技术革新与工程风险管理融合实施中，制度保障机制建设与监管模式创新至关重要。基于区块链技术构建工程质量溯源系统，可确保工程质量信息的真实性与不可篡改，为制度保障提供有力支撑^[10]。同时，实施分级分类的动态监管机制，能根据工程不同阶段与风险等级，灵活调整监管策略，提高监管效率。这种创新的监管模式可有效整合各方资源，加强不同部门间的协作与沟通，打破信息壁垒，确保工程风险管理的各项措施得以有效落实，保障排水工程技术革新与风险管理融合的顺利推进。

（二）技术协同创新平台

1.产学研用联合体建设

打造涵盖高校、设计院、施工企业的创新联盟是构建产学研用联合体的关键。高校拥有丰富的科研资源和人才储备，能为技术革新提供理论支持；设计院具备专业的设计能力和实践经验，可将理论转化为可行的设计方案；施工企业则拥有实际的施工操作能力和现场管理经验，确保技术在工程中得以有效应用。建立技术研发与风险测试的共享实验室，能够实现资源共享和优势互补。在实验室中，各方可以共同开展技术研发项目，针对排水工

程技术革新过程中的关键问题进行研究和探索。同时，通过风险测试，对新技术可能带来的工程风险进行评估和预警，为工程风险管理提供科学依据。

2. 数据资源整合机制

在排水工程技术革新与工程风险管理融合实施的保障体系中，数据资源整合机制至关重要。对于技术协同创新平台而言，设计城市排水设施数据库的跨部门共享协议是关键一步。这有助于打破部门间的数据壁垒，实现信息的高效流通，为技术革新和风险管理提供全面的数据支持。同时，要制定敏感数据的脱敏处理与安全使用规范。由于排水工程数据可能涉及城市规划、环境安全等敏感信息，脱敏处理可有效保护数据隐私，在确保安全的前提下，合理利用数据资源进行技术分析和风险评估，从而推动排水工程技术革新与工程风险管理的深度融合。

（三）专业人才能力培养

1. 复合型知识体系构建

排水工程技术革新与工程风险管理的融合需要构建复合型知识体系以及培养专业人才能力。在复合型知识体系构建方面，高校给排水专业课程设置的优化至关重要。应增设工程风险管理、智能技术应用等交叉学科模块。通过这些模块的设置，学生能够学习到不同领域的知识，打破学科界限。工程风险管理模块让学生了解风险评估、应对策略等知识，为日后处理工程中的风险问题奠定基础。智能技术应用模块则使学生掌握先进的技术手段，如智能监测、自动化控制等，以便更好地应用于排水工程中，提高工程的效率和质量，促进排水工程技术与风险管理的有效融合。

2. 继续教育模式创新

为保障排水工程技术革新与工程风险管理的融合实施，需注重专业人才培养与继续教育模式创新。在专业人才能力培养方面，应着重开发基于VR技术的工程风险情景模拟培训系统。通过VR技术，为技术人员营造逼真的工程风险场景，使其在虚拟环境中积累应对风险的实践经验，提升风险识别与处理能力。同时，建立技术人员双证（技术资质+风险管控）认证制度，激励技术人员全面提升自身素养，确保其在掌握工程技术的同时，具备良好的风险管控能力。在继续教育模式创新上，应将新技术、新风险理念融入继续教育课程体系，采用线上线下相结合的教学方式，为技术人员提供灵活多样的学习途径，使其能够及时更新知识结构，适应行业发展需求。

五、总结

排水工程技术革新与风险管理的融合意义重大。在提升工程韧性上，二者融合可增强工程对复杂环境和突发状况的适应能力；在降低全周期成本方面，能优化资源配置，减少不必要的开支。然而，当前在融合过程中存在一些障碍。数据治理方面，数据的准确性、完整性和时效性难以保证；标准协同上，不同地区、不同部门的标准存在差异，难以统一。未来，应重点研究智能化融合技术的可靠性，通过大量实践和验证，提高技术的稳定性和有效性。同时，要结合我国国情和给排水工程的特点，推动形成具有中国特色的综合治理范式，促进排水工程的可持续发展。

参考文献

- [1] 李尧. A企业建筑给排水工程项目质量管理研究 [D]. 西南交通大学, 2021.
- [2] 袁若诚. 基于FAHP的消防工程风险管理 [D]. 山东建筑大学, 2023.
- [3] 张慧敏. 北新国际海外工程风险管理研究 [D]. 石河子大学, 2023.
- [4] 葛广涛. DD寺修缮工程风险管理研究 [D]. 兰州交通大学, 2022.
- [5] 何广斌. 地铁既有线车站改造工程风险管理研究 [D]. 华南理工大学, 2022.
- [6] 韩振宇. 风险管理与内部控制的融合路径研究 [J]. 中国科技纵横, 2022(3): 150-153.
- [7] 李尚周. 给排水工程信息管理系统的应用与实现 [J]. 信息记录材料, 2021, 22(1): 81-82.
- [8] 岳文静. 提升市政道路排水工程施工管理水平的路径研究 [J]. 居业, 2022(2): 98-100.
- [9] 薄倩. 事业单位内部控制与风险管理融合路径探索 [J]. 广东经济, 2023(18): 59-61.
- [10] 钟亮. 排水工程建设信息管理平台的设计与实现 [J]. 水利技术监督, 2022(7): 52-55.