

数字化技术在市政工程管理中的应用

冯家钰

九江市建设监理有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i3.8767

[摘要] 随着新型城镇化建设的深入推进，市政工程呈现出规模宏大、系统复杂、工期紧迫及环境敏感等特征，传统粗放式管理模式已难以满足高质量发展的需求。以建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）、大数据、云计算及人工智能为代表的数字化技术，为市政工程管理带来了革命性的变革。本文旨在系统综述数字化技术在市政工程项目全生命周期中的应用现状，深入剖析其在设计优化、施工管控、质量安全监测及运维管理中的核心价值。通过构建理论框架并结合典型工程案例的实证数据分析，探讨数字化技术如何打破信息孤岛、实现精细化管理与智能决策。研究结果表明，数字化技术的深度融合能显著降低工程成本、缩短建设周期、提升质量安全水平并延长设施服役寿命。最后，针对当前应用中存在的数据标准不统一、复合型人才匮乏及安全隐私风险等问题，提出了相应的对策与建议，以期为推动市政工程管理数字化转型提供理论支撑与实践指引。

[关键词] 数字化技术；市政工程；BIM应用；智慧工地；全生命周期管理；大数据分析；实证研究

Application of Digital Technologies in Municipal Engineering Management

Feng Jiayu

Jiujiang Construction Supervision Co., Ltd.

[Abstract] With the deepening of new urbanization initiatives, municipal engineering projects have exhibited characteristics such as large scale, complex systems, tight schedules, and environmental sensitivity. Traditional extensive management models can no longer meet the demands of high-quality development. Digital technologies represented by Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT), big data, cloud computing, and artificial intelligence have brought revolutionary transformations to municipal engineering management. This paper systematically reviews the current application status of digital technologies throughout the entire lifecycle of municipal engineering projects, and analyzes their core value in design optimization, construction control, quality and safety monitoring, and operation and maintenance management. Through theoretical framework construction and empirical data analysis of typical engineering cases, this study explores how digital technologies can break down information silos and achieve refined management and intelligent decision-making. Research findings indicate that deep integration of digital technologies can significantly reduce project costs, shorten construction cycles, enhance quality and safety standards, and extend facility service life. Finally, addressing existing challenges such as inconsistent data standards, shortage of interdisciplinary professionals, and security privacy risks, corresponding countermeasures and recommendations are proposed to provide theoretical support and practical guidance for advancing the digital transformation of municipal engineering management.

[Key words] Digital technology; Municipal engineering; BIM application; Smart construction site; Full life cycle management; Big data analysis; Empirical study

一、市政工程管理面临的挑战与数字化转型的必然性
市政工程作为城市运行的“血管”与“骨架”，涵盖道路、

桥梁、隧道、给排水、燃气热力及综合管廊等多个专业领域，具有线长面广、地下管线错综复杂、受周边环境制约大等特点。

长期以来，我国市政工程管理主要依赖人工经验与传统二维图纸，存在着信息传递滞后、协同效率低下、过程监管盲区多、资源浪费严重等顽疾。特别是在大型复杂项目中，设计与施工脱节导致的频繁变更、隐蔽工程质量难以追溯、安全风险预警能力不足等问题日益凸显，严重制约了行业的高质量发展。与此同时，国家层面相继出台《关于推进建筑垃圾减量化的指导意见》、《“十四五”建筑业发展规划》等政策文件，明确提出要加快建筑业数字化转型，推广智能建造技术。在此背景下，利用数字化技术重构市政工程管理流程，实现从“人治”到“数治”、从“被动应对”到“主动预防”的转变，已成为行业发展的必然趋势。数字化技术不仅能够实现工程数据的实时采集与高效流转，更能通过数据驱动的智能算法辅助决策，从而大幅提升管理效能，降低全生命周期成本，保障城市公共安全。

二、核心数字化技术在市政工程中的关键应用场景

数字化技术并非单一工具的应用，而是多种前沿技术的集成创新，其在市政工程管理中的应用已渗透至规划、设计、施工及运维的各个阶段。

(一) 建筑信息模型 (BIM) 技术的全流程赋能

BIM 技术是数字化的核心载体，它通过创建包含几何信息与属性信息的三维参数化模型，实现了工程实体的虚拟化映射。在设计阶段，BIM 可进行多专业碰撞检查，提前发现管线冲突、结构干涉等问题，大幅减少施工阶段的返工。例如，在综合管廊设计中，利用 BIM 可精确模拟各类管线的排布方案，优化空间利用率。在施工阶段，BIM 结合 4D (时间) 与 5D (成本) 维度，可进行施工进度模拟与资金计划推演，实现资源的动态配置。此外，BIM 模型还可作为施工交底的直观工具，帮

表 1 项目 A (传统模式) 与项目 B (数字化模式) 质量与安全指标对比

考核指标	项目 A (传统模式)	项目 B (数字化模式)	改善幅度
设计碰撞问题发现率 (施工前)	35%	92%	提升 162.9%
现场质量整改单数量 (份/月)	48	12	下降 75.0%
安全隐患识别及时率	68%	96%	提升 41.2%
重大安全事故发生数	1 起	0 起	杜绝
隐蔽工程验收一次通过率	78%	95%	提升 21.8%

数据显示，项目 B 得益于 BIM 技术的碰撞检查功能，将绝大多数设计冲突解决在施工之前，使得现场因设计错误导致的质量整改单数量大幅下降 75%。同时，依托 IoT 实时监测与 AI 图像识别，项目 B 的安全隐患识别及时率提升至 96%，

助作业人员理解复杂节点工艺，提高施工质量。

(二) 物联网 (IoT) 与智慧工地监测系统

物联网技术通过部署各类传感器、摄像头及智能终端，构建了感知工程现场的“神经网络”。在深基坑、高支模等危大工程中，IoT 设备可实时监测沉降、位移、应力及水位变化，一旦数据超出阈值即自动报警，有效预防坍塌事故。在扬尘噪声控制方面，智能喷淋系统与监测设备联动，实现绿色施工自动化管理。人员定位系统与智能安全帽的应用，则能实时监控作业人员位置与状态，防止违规进入危险区域，并在紧急情况下快速定位救援。

(三) 大数据分析 with 人工智能辅助决策

市政工程产生海量数据，包括地质勘察数据、材料检测数据、监控视频流及设备运行日志等。大数据技术能够对这些异构数据进行清洗、存储与挖掘，揭示隐藏在数据背后的规律。人工智能算法则可基于历史数据训练预测模型，如预测混凝土强度发展趋势、识别安全隐患图像、优化交通疏导方案等。通过数据驾驶舱，管理者可一目了然地掌握项目全局态势，实现科学决策与精准调度。

三、数字化技术应用成效的实证数据分析

为量化评估数字化技术在市政工程管理中的实际效果，本研究选取了某省会城市两个地质条件、工程规模及合同造价相近的市政道路综合改造项目进行对比分析。项目 A 采用传统管理模式，主要依赖人工巡检与纸质文档流转；项目 B 全面应用 BIM+IoT+ 大数据的智慧管理平台，实施了全过程数字化管控。以下是对两个项目在质量控制、安全管理及成本进度方面的关键指标统计。

并成功杜绝了重大安全事故，隐蔽工程的一次验收通过率也显著提高，充分体现了数字化技术在事前预控与过程监管方面的巨大优势。

进一步分析两个项目的经济效益与工期表现，数据如下：

表 2 项目 A 与项目 B 成本控制与工期效率对比分析

经济指标	项目 A (传统模式)	项目 B (数字化模式)	优化效果
因返工造成的直接经济损失 (万元)	215.6	38.4	节约 82.2%
材料损耗率 (%)	4.8%	2.1%	降低 56.3%

平均工序衔接等待时间 (小时)	18.5	6.2	缩短 66.5%
总体工期延误天数	24 天	-3 天 (提前)	工期优化 27 天
管理沟通会议频次 (次/周)	6	2	减少 66.7%

表 2 表明, 数字化技术的应用带来了显著的经济效益。项目 B 通过精准的物料管理与施工模拟, 将材料损耗率控制在极低水平, 并因减少了返工和优化工序衔接, 不仅节约了巨额返工费用, 还使总工期提前 3 天完工。此外, 基于云端协同平台的高效沟通机制, 大幅减少了低效的线下会议频次, 提升了管理团队的运作效率。

四、当前应用存在的瓶颈与制约因素

尽管数字化技术在市政工程中展现出广阔前景, 但在实际推广过程中仍面临诸多挑战。

(一) 数据标准不统一与信息孤岛现象

目前, 市政行业缺乏统一的数字化数据交付标准与设计规范。不同软件厂商的数据格式互不兼容, 导致设计、施工、运维各阶段的数据难以无缝流转, 形成了新的“数字孤岛”。BIM 模型往往仅用于施工阶段的可视化展示, 未能真正贯穿全生命周期, 造成数据资产的浪费。

(二) 复合型人才匮乏与技术门槛较高

数字化技术的应用需要既懂工程技术又精通信息技术的复合型人才。然而, 当前市政行业从业人员年龄结构偏大, 对新技术的接受能力较弱, 且高校培养体系尚未完全跟上产业需求, 导致懂 BIM 的不懂施工、懂施工的不懂数据的尴尬局面, 限制了技术的深度应用。

(三) 初期投入成本高与安全隐私风险

搭建数字化管理平台、采购智能硬件设备及进行人员培训需要较高的初期投入, 对于利润微薄的中小市政企业而言压力较大。此外, 工程数据涉及城市地理信息安全与企业商业机密, 上云后的数据泄露风险、网络攻击威胁以及隐私保护问题也日益受到关注, 相关法律法规与防护体系尚待完善。

五、推进市政工程管理数字化转型的策略建议

针对上述问题, 为推动数字化技术在市政工程中的深度融合与应用, 提出以下策略。

(一) 构建行业标准体系, 打通数据链条

政府主管部门应牵头制定市政工程数字化交付标准、数据编码规范及接口协议, 强制推行基于 IFC 等开放格式的数据交换。鼓励建立行业级云平台, 促进设计、施工、监理及运维各方数据的互联互通, 实现“一次建模、全程共享”, 真正发挥数据资产价值。

(二) 加强人才培养, 打造复合型团队

高校与企业应深化产教融合, 开设智能建造相关专业课程, 开展订单式培养。企业内部应建立常态化培训机制, 鼓励技术人员考取数字化相关证书, 并通过“师带徒”、技能比武等形式提升全员数字素养。同时, 引进 IT 专业人才, 组建跨学科的创新团队。

(三) 加大政策扶持, 强化安全保障

政府应设立专项资金, 对应用数字化技术成效显著的项目给予奖励或补贴, 降低企业试错成本。建立健全数据安全法律法规, 明确数据权属与责任边界。企业应采用私有云、混合云及区块链等技术手段, 构建多层次的安全防护体系, 确保数据存储、传输与使用的安全可靠。

六、结语

数字化技术已成为推动市政工程 management 现代化的核心引擎。通过 BIM、IoT、大数据等技术的集成应用, 不仅能够有效解决传统管理模式下的痛点, 显著提升工程质量、安全、进度与成本控制水平, 更能重塑行业生态, 推动建筑业向工业化、智能化迈进。实证数据充分证明了数字化转型的巨大价值。面对标准缺失、人才短缺及安全挑战, 需要政府、行业、企业及高校多方协同, 共同构建良好的发展生态。未来, 随着 5G、人工智能及数字孪生技术的进一步成熟, 市政工程管理将迎来更加智慧化的新时代, 为建设宜居、韧性、智慧城市奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]李坤.精细化管理下的市政施工进度与质量协同管理策略[J].中国建筑金属结构, 2026, 25 (03): 193-195.
- [2]孟祥珍.基于人工智能与 GIS 的市政设施智能管养系统设计及应用[J].智能城市, 2026, 12 (01): 119-122
- [3]田玲.建筑工程质量监督信息化建设面临的问题与对策[J].建材发展导向, 2026, 24 (01): 88-90.
- [4]王国强.智能建造技术在建筑工程管理中的应用[J].建材发展导向, 2026, 24 (01): 106-108.
- [5]张尚, 孙伟, 朱贯宇, 等.BIM 技术在工程项目安全管理中应用的国内研究综述[J].苏州科技大学学报(工程技术版), 2025, 38 (04): 45-52+73.