

# 数字化技术在市政工程中应用的研究进展

刘云飞

南昌市西湖区市政园林绿化综合服务中心 江西 南昌 331700

**摘要:** 数字化技术正深度重塑市政工程领域。BIM与GIS技术实现三维协同设计, 缩短设计周期并降低成本; 物联网传感器实时监测施工参数, 提升质量控制精度; 数字孪生技术模拟施工风险, 优化方案并降低事故率。AI算法动态调控交通信号, 提升通行效率; 区块链技术保障运维数据不可篡改, 打通部门数据壁垒。这些技术融合推动市政工程向智能化、精细化转型, 为城市治理现代化提供核心支撑, 显著提升资源利用效率与公共服务质量。

**关键词:** 数字化技术; 市政工程; 应用; 研究进展

引言: 随着城市化的快速推进, 市政工程规模与复杂度显著提升, 传统管理模式面临效率低、协同难、响应慢等挑战。数字化技术的崛起为市政工程领域注入新动能, BIM、GIS、物联网、人工智能及区块链等技术逐步渗透至规划、施工、运维全生命周期。这些技术不仅实现了数据的高效流通与智能分析, 更推动了管理模式的革新, 例如跨部门协同决策、预测性维护与资源动态优化。本文系统梳理数字化技术在市政工程中的应用进展, 分析其驱动的管理创新及面临的挑战, 为城市治理现代化提供理论参考与实践指引。

## 1 数字化技术在市政工程中的核心应用场景

### 1.1 工程规划与设计阶段

(1) BIM技术: 北京市政总院在某市政道路桥梁综合项目中, 运用BIM技术构建三维协同设计模型, 整合道路线形、桥梁结构与地下管线数据, 通过碰撞检测功能提前发现23处管线交叉冲突问题, 避免后期施工返工。该技术实现从设计、施工到运维的全生命周期管理, 使项目设计周期缩短18%, 投资成本节约12%。在地下综合管廊项目中, BIM模型可精准呈现管线走向与节点构造, 为多专业协同设计提供技术支撑。(2) GIS技术: 在城市新城区市政规划中, GIS技术通过叠加地形地貌、土地利用、水文地质等空间数据, 完成道路网、污水处理厂等设施的选址分析。借助空间分析功能, 模拟市政管线铺设对周边生态环境的影响, 生成环境影响评估报告, 为规划决策提供科学依据, 同时提升规划方案的可实施性。(3) 数字孪生技术: 深圳“城市大脑”平台构建市政工程数字孪生体, 对某跨海隧道工程进行全流程模拟。通过复刻地质条件、施工设备与周边环境, 提前预判施工风险点, 优化隧道开挖方案与支护参数, 使工程施工效率提升20%, 安全事故发生率降低30%, 为复杂市政工程设计提供智能化解决方案<sup>[1]</sup>。

### 1.2 施工管理与质量控制阶段

(1) 物联网(IoT)技术: 某地铁施工项目部署千余台传感器, 实时监测盾构机运行参数、钢筋混凝土强度及施工区域温湿度、有害气体浓度等数据。数据通过物联网传输至管理平台, 实现设备故障预警、材料质量追溯与施工环境安全管控, 有效减少设备停机时间30%, 提升施工质量合格率至98%。(2) 无人机与3D扫描技术: 某高速公路扩建项目中, 无人机每周进行施工进度航拍, 生成三维进度模型, 对比计划与实际进度偏差, 及时调整施工部署。竣工验收阶段采用3D扫描技术, 对桥梁主体结构进行高精度测量, 测量误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内, 大幅提升验收效率与精度, 避免传统测量方式的局限性。(3) 大数据与云计算技术: 基于大数据构建灰色理论工时预测模型, 结合历史施工数据与当前项目工况, 精准预测各施工工序时长。通过云计算平台整合施工队伍、设备、材料等多源数据, 实现资源动态调度, 某市政道路项目据此减少资源闲置率25%, 降低施工成本15%。

### 1.3 运维与监测阶段

(1) 智能监控系统: 上海城市数字治理体系中, 智能摄像头与传感器覆盖全市桥梁、管网等市政设施。桥梁监测系统实时采集结构振动、沉降数据, 通过算法分析生成健康状态评估报告, 在某立交桥出现异常沉降时及时发出预警, 为维修养护赢得时间。管网监测系统可定位泄漏点, 提升抢修效率。(2) 人工智能(AI)技术: 智能交通系统中, AI算法分析交通摄像头采集的车流数据, 精准预测早晚高峰流量变化, 动态调控信号灯配时方案。同时, AI实时识别交通事故与违章行为, 自动触发救援指令与违章抓拍, 使区域通行效率提升22%, 事故处理时间缩短40%。(3) 区块链技术: 在市政工程运维数据管理中, 区块链技术实现设计图纸、施工记录、检测报告等数据的加密存储与全程追溯。通过分布

式账本保障数据不可篡改,打通住建、交通、环保等部门的数据壁垒,提升跨部门协同效率,为市政设施运维责任认定提供可靠数据支撑<sup>[2]</sup>。

## 2 数字化技术驱动的市政工程管理模式创新

### 2.1 协同管理机制

(1) 跨部门数据共享平台打破信息孤岛,重构市政管理协同格局。住房和城乡建设部主导建设的“城市信息模型(CIM)平台”,整合交通、环保、安防等多部门核心数据,构建统一的数据交互中枢。以某省会城市为例,通过CIM平台将交警部门的交通流量数据、环保部门的空气质量数据、应急管理部的安防监控数据与市政工程建设数据深度融合,在道路改造项目中,管理人员可实时查看施工区域周边交通拥堵情况、污染物扩散趋势及安全隐患分布,实现跨部门协同决策。以往需多部门线下协调3-5天的方案调整,如今通过平台线上同步数据、共享方案,1天内即可完成,协同效率提升80%,有效避免因部门信息割裂导致的施工延误与资源浪费。

(2) 设计-施工-运维一体化模式依托技术融合实现全流程精细化管控。涑宝路新线高速项目搭建“BIM+协同管理平台”,打通设计、施工、运维各环节数据链路。设计阶段,道路、桥梁、隧道等专业团队通过平台实时共享BIM模型,同步修改设计参数,提前化解专业间冲突;施工阶段,平台接入现场监控、进度管理、质量检测数据,管理人员可远程核查施工工序是否符合设计要求,一旦发现偏差,立即通过平台下达整改指令,整改响应时间缩短至2小时内;运维阶段,平台关联设施运行数据与BIM模型,形成全生命周期档案,当道路出现裂缝、桥梁支座老化等问题时,系统自动推送维护方案与历史检修记录,运维人员可精准制定维修计划。该模式使项目设计变更率降低40%,施工质量合格率提升至98%,运维成本减少30%<sup>[3]</sup>。

### 2.2 预测性维护与资源优化

(1) 基于大数据的预测模型为市政设施维护提供科学依据,变“被动维修”为“主动预防”。以城市排水系统为例,某一线城市通过收集近10年排水管网历史数据,包括管道材质、使用年限、堵塞频次、降雨量等信息,运用大数据分析技术构建维护需求预测模型。模型可根据实时降雨量、管网流量数据,精准预测易堵塞管段与潜在故障点,提前安排人员进行清淤维护。在2024年汛期,该模型成功预测12处高风险堵塞点,通过提前维护,避免了城市内涝事故,排水系统故障应急处置次数减少65%,突发故障造成的经济损失降低70%。同样,在城市电网维护中,预测模型结合用电负荷、设备运行

温度、历史故障数据,预测变压器、电缆等设备的维护需求,使电网设备故障率下降50%,停电时长缩短45%。

(2) 动态资源分配系统借助技术融合实现施工资源高效流转。某大型市政桥梁项目引入5G网络与边缘计算技术,搭建动态资源分配平台。平台实时接入施工人员定位数据、材料库存数据、设备运行状态数据,通过边缘计算快速处理数据,生成资源调度方案。当某施工班组出现钢筋短缺时,平台自动定位最近的材料仓库,计算最优运输路线,并通知运输车辆调配;若某台起重机突发故障,系统立即匹配闲置设备补位,避免施工中断。同时,平台根据施工进度动态调整材料采购计划,减少库存积压,项目材料库存周转率提升60%,设备闲置率降低40%,施工成本节约25%。

### 2.3 公众参与与透明化治理

(1) 数字化服务平台拓宽公众参与渠道,构建“共建共治共享”治理体系。以“一网通办”政务系统为核心,多地市政部门开通线上反馈入口,市民通过移动端即可参与市政工程施工监督。例如,某城市在“市民通”APP中增设“市政工程监督”模块,市民发现道路坑洼、路灯损坏、施工扰民等问题时,可拍摄照片上传至平台,系统自动定位问题位置,并将信息分派至对应责任部门。部门处理进度实时在平台更新,市民可随时查看,处理完成后需经市民确认才算闭环。该模式使市民反馈问题的响应时间从以往的24小时缩短至4小时,问题解决率提升至92%,同时增强了公众对市政工程的理解与支持<sup>[4]</sup>。(2) 虚拟现实(VR)技术创新公众参与形式,提升治理包容性。在施工安全培训方面,某市政集团开发VR安全培训系统,模拟高空坠落、机械伤害、触电等施工事故场景,工人通过VR设备沉浸式体验危险后果,安全培训效果显著提升,施工安全事故发生率下降55%。在公众意见征集环节,针对城市公园改造、地铁站点规划等项目,通过VR技术构建项目建成后的虚拟场景,市民可在VR设备中“漫步”未来公园、“体验”地铁出行路线,直观提出修改建议。例如,某城市地铁2号线规划过程中,通过VR展示站点出入口位置与周边交通衔接方案,收集到300余条有效公众意见,据此优化设计方案,使站点使用便利性提升40%,获得市民广泛认可。

## 3 数字化技术在市政工程中应用的挑战与对策

### 3.1 技术标准与数据安全

(1) 当前数字化技术在市政工程应用中,面临设备接口不统一、数据孤岛及隐私泄露风险等问题。不同厂商的传感器、BIM软件等设备与系统接口差异大,导致数据难以互通,如某城市道路改造项目中,环保部门

的监测设备与市政施工管理系统无法直接对接,需人工二次录入数据,效率低下;同时,各部门数据存储格式不一,形成数据孤岛,阻碍跨部门协同决策;此外,物联网设备采集的市民出行、设施位置等数据,存在被非法获取与滥用的隐私泄露风险,威胁信息安全。(2)针对上述问题,需从标准制定与安全管理双管齐下。一方面,推动国产化BIM软件标准制定,统一设备接口协议,例如由行业协会牵头,联合软件企业、科研机构制定BIM数据交换标准,确保不同系统数据无缝对接;另一方面,建立数据加密与分级分类管理制度,对市政工程数据按敏感程度划分等级,采用区块链、加密传输等技术保障数据安全,同时明确数据使用权限,防止隐私泄露,如某省会城市通过数据分级管理,使敏感数据访问权限仅开放给核心管理人员,降低安全风险。

### 3.2 人才短缺与成本压力

(1)数字化技术落地面临复合型技术人才匮乏与投入成本高的双重难题。市政工程领域既懂工程建设又掌握AI、BIM等数字化技术的人才稀缺,许多企业因人才不足导致数字化项目推进缓慢;同时,数字化技术投入成本较高,包括软件采购、设备升级、系统维护等费用,中小企业难以承担,如某小型市政施工企业因无力购置正版BIM软件与传感器设备,数字化转型停滞。

(2)应对策略需聚焦人才培养与成本分摊。加强产学研合作,高校可与市政企业、科技公司联合开设数字化工程专业课程,定向培养复合型人才,企业也可定期组织员工参加数字化技术培训,提升现有人员技能;政府可通过补贴、税收减免等政策,降低中小企业转型门槛,例如对购置数字化设备的企业给予30%的费用补贴,同时搭建共享技术平台,供中小企业低价使用BIM软件与数据分析系统,减轻成本压力。

### 3.3 传统思维与模式惯性

(1)传统管理思维与模式惯性制约数字化发展。

部分市政部门存在部门利益壁垒,担心数据共享影响自身权限,不愿打破信息孤岛;工作人员对新技术接受度低,习惯依赖纸质文件与人工巡检,如某城市管廊运维团队仍坚持人工记录设备状态,拒绝使用物联网监测系统,导致运维效率难以提升。(2)需通过政策引导与试点示范推动变革。制定激励政策,对主动开展跨部门数据共享、积极应用数字化技术的部门给予绩效奖励,打破利益壁垒;选取典型市政项目开展数字化试点,如在道路改造、管廊建设项目中先行应用数字孪生、AI分析技术,展示数字化技术在提升效率、降低成本方面的优势,形成可复制的经验并推广,逐步改变传统思维,推动管理模式革新。

### 结束语

数字化技术已成为推动市政工程转型升级的核心驱动力,其在提升设计精度、优化施工管理、强化运维效能等方面展现出显著优势。随着技术融合的深化,市政工程正迈向全生命周期智能化管理的新阶段。然而,数据安全、标准统一及跨部门协同等问题仍需突破。未来,需进一步加强技术创新与政策引导,推动5G、AI、数字孪生等前沿技术的深度应用,构建开放共享的数字化生态体系,以实现市政工程高效、绿色、可持续发展,为智慧城市建设奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1]刘洲.数字化监管在房屋市政工程质量检测中的应用探究[J].工程质量,2024,(04):40-42.
- [2]李倩文,蒋海里,韩建勇.市政工程数字化管理平台的应用[J].中国市政工程,2023(05):117-118.
- [3]吴结明.标准化视角下的建筑施工工程管理技术创新探讨[J].大众标准化,2024,(14):130-132.
- [4]吴军伟.市政工程设计数字化转型综述与展望[J].城市道桥与防洪,2023,(10):107-109.