

智能化技术在市政工程管理中的应用研究

黄希刚

(唐山市市政建设总公司, 河北 唐山 063000)

摘要 为了解决传统市政工程管理模式在效率、精准度与安全监管等方面难以适应现代城市高质量发展需求的问题, 本文对智能化技术在市政工程施工管理中的实践路径进行系统探讨, 从 BIM 技术、人脸识别闸机、实名制管理系统、智能视频监控及 AI 行为识别、物联网传感器等方面对某市新区主干道示范工程的智能化应用进行了深入分析。结果表明: 以智慧工地平台为核心构建数字化管理体系后, 项目设计冲突 100% 做前置化解, 安全隐患识别响应时间缩短到 10 s 内, 人员考勤准确率 99.6%, 路基压实合格率提高到 98.5%, 施工效率提高了约 18%。

关键词 智能化技术; 市政工程管理; BIM 技术; 人脸识别; 智能监控

中图分类号: TU99; TP2

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.17.007

0 引言

由于城市化进程加快、基础设施规模持续扩大, 传统市政工程管理模式在效率、精度、响应速度方面已不能适应现代城市治理的需要, 而物联网、大数据、人工智能、数字孪生等智能化技术正在迅猛发展, 为市政工程管理带来了新的方法。因此, 探索智能化技术在市政工程管理中的融合路径及应用潜力, 具有重要的现实紧迫性和战略价值, 是推动城市治理体系和治理能力现代化的关键方向之一。

1 市政工程施工中常见的智能化技术

1.1 BIM 技术的应用

建筑信息模型 (BIM) 技术在市政工程中已有十分成熟的应用, 从规划、设计、施工直到运维各阶段都加以充分利用。道路、桥梁、综合管廊等项目中应用 BIM 进行三维建模, 将几何、材料、工期、成本诸种要素自然、合理地整合在一起, 解决传统二维图纸中管线冲突、施工碰撞诸种难题, 施工阶段可结合 4D/5D 模拟优化进度及资源调度, 运维阶段又可直接为设施管理建立可视化数据底座^[1]。

1.2 人脸识别与人员实名制管理

由于人脸识别技术是十分成熟的生物识别手段, 故在市政工程“智慧工地”建设中已有应用。工地出入口布置人脸识别闸机, 即可自动、准确地完成工人考勤、身份核验、进出记录诸种登记, 因而有利于实现劳务人员实名制管理, 与安全培训、特种作业资质数

据库良好联动, 未培训或证件过期者不得进入作业区。

1.3 智能视频监控与 AI 行为分析

以高清摄像头及 AI 算法为基础的智能视频监控系统已经在市政工地得到广泛应用, 系统能做到 24 小时无死角录像, 又可借助深度学习技术自动、可靠地识别未戴安全帽、未系安全带、违规吸烟、区域入侵诸种高风险行为, 及时向管理人员手机或指挥中心发出告警^[2]。

1.4 施工设备状态智能监控

市政工程施工阶段对塔吊、挖掘机、混凝土泵车、压路机等重要机械设备运行状态的实时监控已经是智慧工地建设的重要内容。在设备上加装振动、温度、油压、倾角、电流诸种传感器, 再配合物联网通信模块, 把设备运行参数、工作时长、负载状态、故障代码等数据实时上传到智慧工地管理平台。平台借助大数据分析及规则引擎, 自动、及时地识别超载、过热、非授权操作等异常工况, 由此杜绝设备带病作业带来的安全风险及工期损失^[3]。

2 智能化技术在市政工程管理中的应用

2.1 工程概况

某市新区主干道建设工程 (示范段) 全长约 2.8 km, 规划红线宽度为 50 m, 采用双向六车道断面布置, 两侧设非机动车道及人行道。道路等级为城市主干路, 设计车速 60 km/h。项目管理目标聚焦“安全零事故、质量创优、进度可控、绿色低碳、智慧建造”, 明确

作者简介: 黄希刚 (1967-), 男, 硕士研究生, 助理工程师, 研究方向: 市政施工管理。

要求全面应用BIM技术、智慧工地平台、AI视频监控、人员实名制及施工机械智能监控等成熟智能化手段，打造区域市政工程数字化管理标杆。

2.2 智能化技术的应用

本项目以“智慧工地”综合管理平台为核心载体，系统集成多项成熟智能化技术，全面支撑施工全过程精细化管控，智能技术应用体系见图1。

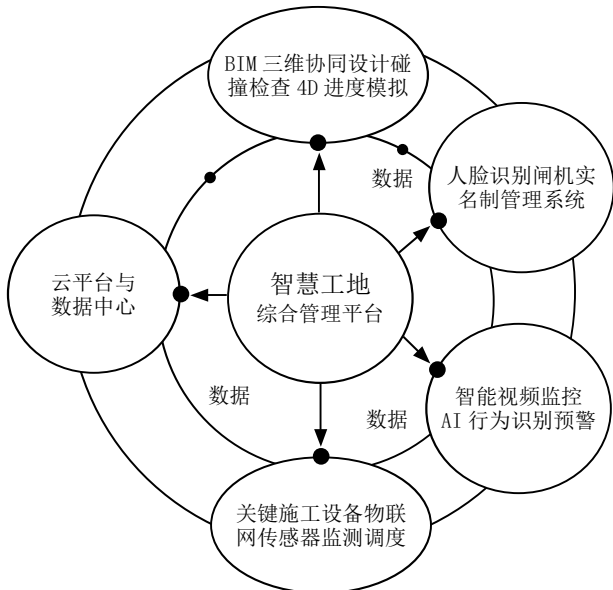


图1 智能技术应用体系

项目以统一的云平台及数据中心为基础，应用BIM技术做三维协同设计、碰撞检查及4D进度模拟，实现设计与施工的衔接。该项目在进场人员入口设置人脸识别闸机，配合实名制管理系统，对进场人员的身份核验、考勤统计、安全培训状态三者予以联动管理，劳务管理因而规范可控。项目布置了全覆盖的智能视频监控网络，辅以AI行为识别算法，自动及时地预警未戴安全帽、违规穿越等危险行为^[4]。

2.2.1 BIM碰撞检查

该项目在设计深化、施工准备阶段引入BIM技术开展碰撞检查，由于工程地下管线极其密集，给水、雨水、污水、电力、通信、燃气诸种专业管线交织在一起，传统二维图纸极难及时发现空间冲突。因此项目团队以Revit平台为基础建立了全专业三维信息模型，继而用Navisworks对各专业进行协同整合及自动碰撞检测，设置硬碰撞（实体构件重叠）及软碰撞（间距不足）规则，识别出137处冲突点，诸如雨水管与电力井位置重叠、污水管高程低于地基梁等。项目在施工前组织BIM协调会议对所有冲突点予以优化调整，

做到了事前解决、避免返工、杜绝开挖、防止变更。

2.2.2 4D进度模拟

为了实现施工进度的可视化、动态可控，项目把BIM模型与Project计划合理地融合，先将WBS工作分解结构与BIM构件逐项关联，给各模型要素赋予明确的开始/结束时间、资源需求及施工逻辑关系，继而用Synchro软件做4D进度模拟推演，直观地呈现道路基层摊铺、沥青面层施工、人行道铺装、附属设施安装各阶段的空间时序安排^[5]。在交叉路口施工高峰期的模拟中提前暴露出压路机与混凝土运输车作业路径冲突的问题，因而促使项目部主动、及时地优化施工组织，错峰安排机械进场。

2.2.3 人脸识别闸机

本项目在施工现场主出入口及生活区通道各处合理、有序地布置了6套有活体检测功能的人脸识别闸机系统，成为智慧工地人员管理的第一道防线。所有管理人员、施工班组人员及访客都须先在实名制平台完成人脸信息采集、身份绑定，方能获得通行权限。闸机所用红外双目摄像头配合先进的AI算法，能在0.3s内可靠、快速地完成1:1或1:N比对，因而能有效地防范照片、视频等各类欺骗手段。该系统与住建部门实名制监管平台实时无缝对接，考勤数据自动上传，真正做到“一人一档、进出可溯”^[6]。施工高峰期日均通行人数已达1200人次，系统运行稳定，识别准确率长期保持在99.6%以上。闸机还与安全培训数据库联动，未完成三级教育或特种作业证过期的人员，即使人脸信息正确也一律不得通行，从源头切实杜绝无资质上岗。

2.2.4 实名制管理系统

本工程充分利用省级建筑工人实名制管理平台及项目自建智慧工地系统，建立了覆盖全体人员、全过程管理的实名制体系。进场人员先按身份证读取、人脸采集、劳动合同上传、工伤保险缴纳诸种程序完成注册，系统随即自动生成工种、技能等级、培训记录、健康情况诸种信息的唯一电子档案^[7]。因此项目部借助移动端APP即可随时、实时查看各班组在岗人数及出勤率。工资发放系由平台银行专户直接发放，做到“月结月清、足额支付”，有利于防范劳资纠纷。

2.2.5 智能视频监控AI行为识别

项目在全线各重要区域布置了32路高清AI摄像头，建成覆盖全线、全天候运行的智能视频监控网络，结合深度学习算法对未佩戴安全帽、未系安全带、吸烟、

闯入危险区域（深基坑、吊装半径内）、车辆超速等十余种违规行为自动识别，故能及时触发声光报警，把抓拍图像及准确位置信息实时、可靠地推送至安全员手机及指挥中心大屏，真正形成“发现—告警—处置”闭环。夜间施工时 AI 还能自动识别照明不足或反光衣缺失的情况。所有视频数据均同步保存于本地边缘服务器及云端，支持按时间、区域、事件类型回溯检索，为事故调查与安全教育提供素材^[8]。

2.2.6 物联网传感器

项目在机械设备、环境监测点及重点工序部位广泛部署物联网（IoT）传感器。在 8 台主要施工设备（摊铺机、双钢轮压路机、挖掘机）上安装振动、倾角、油温、作业时长诸种传感器，把运行数据实时、准确地传送到智慧工地平台，遇超负荷、异常停机、偏离

作业面等情况即自动报警^[9]。同时，在施工现场布设扬尘（PM2.5/PM10）、噪声、风速等环境传感器，数据超标时联动喷淋系统自动启动，切实保证绿色施工目标达成。

2.3 项目效果分析

通过系统化集成 BIM、人脸识别、AI 视频监控、实名制管理及物联网传感等智能化技术，本市政主干道工程在施工安全、质量控制、进度保障与绿色建造等方面取得显著成效，具体见表 1。通过智能化技术应用体系，该项目实现人员进出 100% 可追溯，高风险行为识别响应时间缩短到 10 s 内，设计碰撞问题做到 100% 前置解决，关键工序压实合格率达 98.5%，返工及资源浪费大大减少，施工效率提高了约 18%。

表 1 智能化技术应用前后关键管理指标对比

指标类别	应用前（传统模式）	应用后（智能化模式）	提升 / 改善效果
设计冲突发现率	约 40%（施工阶段暴露）	100%（施工前解决）	冲突处理前置化
安全隐患识别时效	人工巡检，平均 2 ~ 4 小时	AI 自动识别，< 10 s	响应速度提升 99%+
人员考勤准确率	约 85%（存在代打卡）	99.6%（人脸活体验证）	管理真实性显著增强
路基压实合格率	92%	98.5%	质量稳定性提高
月度进度偏差率	+12%	+5%	计划执行力增强
扬尘超标响应时间	30 min 以上	自动联动，< 2 min	环保合规性提升

（数据来源：本项目智慧工地平台运行前后统计汇总。）

3 结束语

智能化技术的深度应用不仅解决了市政工程施工中“看不见、管不细、控不准”的痛点，更构建了以数据为核心的新型项目管理模式，为后续同类工程提供了可复制、可推广的数字化建设范式。本文通过探讨典型市政道路工程中智能化技术的应用，论证了以 BIM、物联网、人工智能和大数据为基础的智慧工地体系在提高施工管理精细化、标准化、可视化等方面所具有的重大价值。未来，5G、数字孪生、边缘计算等新技术成熟之后，市政工程管理将向“全要素感知、全过程协同、全周期智能”的方向发展。

参考文献：

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑信息模型应用统一标准 :GB/T 51212-2016[S]. 北京 : 中国建筑工业出版社 ,2016.

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑信息模型施工应用标准 :GB/T 51235-2017[S]. 北京 : 中国建筑工业出版社 ,2017.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 人力资源和社会保障部. 建筑工人实名制管理办法 (试行)[Z]. 建市 [2019] 18 号 ,2019.

[4] 中华人民共和国公安部. 安全防范工程技术标准 :GB 50348-2018[S]. 北京 : 中国计划出版社 ,2018.

[5] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 建筑施工机械与设备 远程监控系统通用技术条件 :GB/T 38187-2019[S]. 北京 : 中国标准出版社 ,2019.

[6] 郝瑞. 智能化技术在市政道路施工管理中的应用研究 [J]. 新城建科技 ,2026,35(01):37-39.

[7] 蒋锋. 智能化技术在市政工程管理中的应用研究 [J]. 新城建科技 ,2025,34(06):16-18.

[8] 苗宇廷. 智能化技术在市政道路施工管理中的应用 [J]. 新发现 ,2025(12):52-54.

[9] 杜洁, 龙念, 梁鹏鹏. 基于人工智能的市政道路智能化施工技术研究 [J]. 住宅与房地产 ,2025(11):53-55.