

智慧工地在市政工程施工中的应用研究

文 / 卓亚惜 达濠市政建设有限公司

摘要：本文聚焦于智慧工地在市政工程施工中的应用。首先阐述了智慧工地的概念与特点，接着分析了市政工程施工面临的挑战，进而详细探讨了智慧工地在人员管理、设备管理、施工安全、质量管控以及进度管理等方面的具体应用，最后总结了智慧工地应用带来的效益与前景，旨在为智慧工地在市政工程领域的推广应用提供理论参考。

关键词：智慧工地；市政工程施工；信息化管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.028

引言

随着城市化进程的加速，市政工程建设规模不断扩大，传统施工管理模式逐渐暴露出效率低下、信息传递不畅、监管困难等问题。智慧工地作为一种新兴的施工管理模式，借助物联网、大数据、云计算等现代信息技术，实现了施工过程的智能化、信息化和精细化管理，为解决市政工程施工中的难题提供了新的思路和方法。研究智慧工地在市政工程施工中的应用具有重要的现实意义。

一、智慧工地的概念与特点

智慧工地是智慧理念和智慧相关技术在工程领域的应用，成为优化工程施工及其管理效果的重要手段。智慧工地主要是借助于各类先进技术手段，围绕着整个工程项目进行全过程辅助，实现互联协同、智能施工以及便捷管理。在智慧工地应用中，数据信息资料的搜集、整理和分析更为高效，且更为全面科学，能够准确预测工程项目施工建设状况，辅助进行可视化远程监管，成为优化工程施工效果的重要手段。智慧工地的构建往往涉及大量先进技术手段，如建筑信息模型（BIM）技术、物联网技术、人工智能技术以及大数据技术等，均可以结合工程项目进行合理搭配，提高智慧工地的应用价值。智慧工地的整体架构主要涉及终端层、平台层以及应用层，其中终端层主要是借助于各类传感器、监控设施、射频识别（RFID）设备以及手机等终端设备，实现对于整个工程项目的实时监控和感知，辅助现场人员开展施工以及管理工作；平台层则主要承担高效计算、存储以及服务职责，满足工程项目相关数据的访问以及各项工作的协同需求；应用层则主要围绕着工程项目施工以及管理任务，合理配置应用和系统，以便辅助达成目标，如BIM平台以及项目管理（PM）系统等，均是当前较为普遍的应用层构建方式，表现出了较强的数据化、参数化以及可视化特点。

二、市政工程施工面临的挑战

（一）人员管理复杂

市政工程施工人员规模庞大且构成复杂，涵盖项目经理、技术员、施工员、劳务工人等多个层级。不同工

种人员专业技能水平差异显著，部分一线工人缺乏系统培训。人员流动频繁导致团队稳定性差，新进人员需重新适应工作流程。考勤管理混乱，存在代打卡、虚假考勤等现象。人员资质难以实时验证，特种作业人员持证情况监管困难。安全教育覆盖不全，安全意识和规范操作能力参差不齐。劳务纠纷频发，工资发放不及时等问题加剧管理难度。

（二）设备管理难度大

施工现场各类机械设备数量庞大，包括挖掘机、起重机械、压路机等重型设备。设备台账信息更新滞后，使用状态难以实时追踪。维保记录不完整导致预防性维护难以开展。设备超负荷运行现象普遍，加速零部件损耗。特种设备检测报告过期未及时复检。设备调度不合理造成资源浪费或短缺。油料消耗、运行工时等关键数据采集不准确。设备故障频发影响施工连续性，抢修响应不及时加剧停工损失。

（三）施工安全隐患多

开放式的作业环境存在交叉作业风险，临边防护措施不到位。临时用电线路敷设不规范，漏电保护装置失效。深基坑支护结构变形监测不及时。起重吊装作业指挥信号不统一。有限空间作业通风检测设备缺失。安全警示标识设置不全或位置不当。个人防护装备佩戴依从性差。应急预案流于形式，演练频次不足。夜间施工照明不足加大作业风险。多工种协同作业时安全交底不充分。

（四）质量管控难度大

原材料进场检验抽样比例不足，质量证明文件核查不严。隐蔽工程验收记录与实际不符。混凝土养护时间不足影响强度发展。管道接口处理工艺不规范导致渗漏。路基压实度检测点位覆盖不全。施工缝留置位置不符合规范要求。测量放线误差累积影响后续工序。成品保护措施执行不到位造成二次损坏。质量责任追溯体系不完善，问题整改闭环管理困难。

（五）进度控制困难

施工计划编制未充分考虑雨季、汛期等气候影响。管线迁改协调周期超出预期延误开工。临时交通疏导方

案审批流程冗长。突发性停水停电影响关键工序实施。设计变更传递不及时导致返工。材料供应周期波动打乱施工节奏。劳务队伍更替造成工序衔接断层。进度监测手段原始，偏差发现滞后。多标段界面管理混乱产生等待浪费。竣工资料整理与施工不同步延长验收周期。

三、智慧工地在市政工程施工中的应用

(一) 人员管理

智慧工地通过智能化手段实现了市政工程施工人员的高效管理。人员定位与考勤系统借助智能安全帽、定位手环等可穿戴设备，实时追踪施工人员的位置信息，确保人员分布可视化管理，并基于 GPS 或 UWB 技术实现精准考勤，杜绝代打卡等违规行为。电子围栏功能可对危险作业区域进行动态管控，当人员未经授权进入限制区域时自动触发报警，有效预防安全事故。培训与考核环节采用在线学习平台提供模块化课程，涵盖安全规范、操作技能及应急处理等内容，支持移动端随时学习。在线考试系统通过题库随机组卷、人脸识别防作弊等技术手段，确保考核结果真实反映人员技能水平。人员资质管理系统对接政府监管平台，实现特种作业人员证书到期自动提醒。劳务实名制平台整合银行代发系统，规范工资支付流程，防范欠薪风险。行为分析算法可识别疲劳作业、违规操作等风险行为，及时推送预警信息。

(二) 设备管理

智慧工地系统对市政设备实施全生命周期智能化管控。设备监控体系通过在关键部件加装振动、温度、压力传感器，实时采集设备运行状态参数，结合边缘计算技术实现故障特征早期识别。预测性维护模型根据历史数据预测零部件剩余寿命，自动生成维保计划并推送

至责任人。设备定位系统采用北斗+RFID 双模定位，精确掌握大型机械的实时位置与运动轨迹。油料监测模块通过流量计和液位传感器，动态分析设备能耗效率，识别异常油耗情况。智能调度平台集成 BIM 模型与进度数据，运用运筹学算法优化设备调配方案，减少转场空驶时间。设备利用率看板多维度统计闲置率、台班产量等关键指标，辅助决策设备采购与租赁策略。电子围栏与碰撞预警系统预防设备进入危险区域或发生机械干涉。设备档案电子化管理系统完整记录出厂参数、维修记录、检测报告等资料，支持扫码快速调阅。物联网网关实现不同品牌、型号设备的标准化数据接入，消除信息孤岛。

(三) 施工安全管理

智慧工地构建了立体化的市政工程安全防控体系。视频监控系统采用 AI 摄像头实现 24 小时不间断巡检，通过深度学习算法自动识别未系安全带、高空作业无防护等 11 类违规行为，实时推送告警至管理终端（见表 1）。环境监测终端实时采集扬尘、噪音、有毒气体等数据，超标时自动联动降尘设备启停。高支模监测系统通过倾角传感器和压力变送器，实时监控支撑体系变形情况，预警坍塌风险。智能安全帽集成 SOS 求救功能，遇险时可一键触发定位求救。VR 安全培训系统模拟坍塌、触电等 20 余种事故场景，通过沉浸式体验强化风险认知。电子巡检系统规划最优巡检路线，采用 NFC 打卡确保检查无遗漏，隐患整改形成闭环管理。雷电预警系统对接气象部门数据，提前 2 小时发布停工指令。临边防护监测使用激光测距仪，实时监控防护栏杆位移情况。应急指挥平台集成人员定位、监控画面、逃生路线等数据，支持事故模拟推演与资源调度。

表 1 安全风险识别类型统计表

风险类别	识别准确率	响应时间	典型场景示例
高空作业无防护	≥95%	<3秒	脚手架搭设
未系安全带	93%	<2秒	塔吊操作
危险区域闯入	97%	<1秒	基坑周边
群体性违规	90%	<5秒	交叉作业区

(四) 质量管控

智慧工地建立了贯穿市政工程全流程的数字化质控体系（见图 1）。材料管理系统采用区块链技术实现建材从产地到作业面的全程溯源，质检报告、合格证等关键信息上链存证。智能称重系统自动记录进场材料数量，红外扫描识别材料规格偏差。混凝土测温系统通过植入式传感器监测水化热温度曲线，预警开裂风险。智能试

块养护室恒温恒湿控制，压力试验数据自动上传监管平台。BIM 模型与施工图纸联动校核，AR 技术辅助现场取样验收，毫米级精度检查构件偏差。无人机巡检系统每周自动生成全景影像，AI 对比分析结构观缺陷发展情况。地下管线三维扫描技术避免误挖事故，焊缝质量采用相控阵超声自动检测。质量验收 APP 实现隐蔽工程多方在线会签，电子签名具有法律效力。实验室数据看板

动态展示强度、压实度等指标趋势，SPC 控制图自动判读过程异常。质量追溯系统可快速定位问题工序的责任人、工艺参数及所用材料批次。

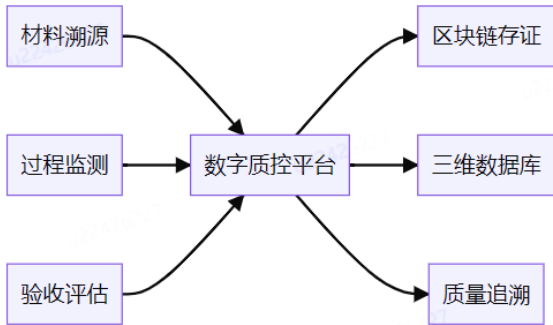


图 1 质量管控体系架构图

(五) 进度管理

智慧工地系统实现了市政工程进度的精细化管理。进度计划编制平台集成 BIM 模型、工程量清单和资源数据，自动生成网络计划图并识别关键路径。四维进度模拟技术动态展示不同施工方案的时空冲突，辅助方案比选。现场进度采集采用无人机倾斜摄影、移动端打卡和物联网设备自动上报相结合，日完成量数据实时更新。进度偏差预警模型考虑天气系数、资源波动等影响因素，提前 7 天预测工期风险。看板管理系统以色块矩阵直观显示各工序延误状态，红黄绿灯分级预警。资源平衡算法根据进度偏差自动调整机械、人力配置方案，生成最优赶工措施。进度例会系统自动推送滞后工序的责任人、延误天数和影响范围数据。征迁协调模块可视化展示管线迁改、交通疏解等外部制约因素解决进度。进度报表自动关联计量支付系统，完成节点自动触发请款流程。数字孪生技术实现实际进度与计划进度的三维对比分析，支持进度预测与沙盘推演。竣工资料管理系统实现施工日志、检验批等资料与进度同步归档，避免验收补资料延误。

四、智慧工地应用的效益与前景

(一) 效益

智慧工地的应用显著提升了市政工程建设综合效益。在管理效率方面，通过物联网、大数据等技术实现了施工数据的自动采集与智能分析，大幅减少了传统人工记录、报表传递等中间环节，使管理决策响应速度得到显著提升。成本控制上，设备预测性维护有效降低了故障率，材料智能调度系统减少了库存积压情况，BIM 算量技术的应用避免了超额采购现象。工程质量方面，基于 AI 的实时检测覆盖了大部分关键工序，混凝土强度、钢筋间距等指标的在线监测频率大幅提高，质量验收一次合格率得到明显提升。安全管理成效尤为突出，AI 视

频监控系统能够识别多数违规行为，对高支模、深基坑等重大危险源的监测预警准确率较高，事故发生率明显下降。

(二) 前景

智慧工地技术正朝着深度集成与跨界融合的方向快速发展。未来几年，5G+ 北斗高精度定位将实现施工机械的高精度自动控制，数字孪生技术使工程进度预测准确度得到显著提升。与城市 CIM 平台的对接将推动工地数据成为智慧城市动态更新的重要来源。在环保领域，基于碳排放实时监测的绿色施工评价体系将纳入地方政府监管平台，带动建筑行业实现减排目标。人工智能的进化将使安全管理从“事后预警”发展为“事前预防”，风险识别提前量得到延长。产业链方面，智慧工地标准体系的完善将催生专业化运营服务商，形成新的业态模式。

结语

智慧工地作为一种新兴的施工管理模式，在市政工程施工中具有显著的应用优势。通过在人员管理、设备管理、施工安全、质量管控和进度管理等方面的应用，智慧工地能够有效解决市政工程施工中面临的诸多难题，提高施工效率、降低成本、提高工程质量和保障施工安全。随着信息技术的不断进步，智慧工地的应用前景广阔，将为市政工程建设带来新的发展机遇。因此，应积极推广智慧工地在市政工程领域的应用，推动建筑行业的信息化和智能化发展。

参考文献

[1] 笙金哲, 闫旭. 智慧工地在市政工程施工中的应用研究 [J]. 中国住宅设施, 2025, (04): 139-141.

[2] 魏致波. 智慧工地技术在市政工程施工中的应用研究 [J]. 新城建科技, 2025, (02): 175-177.

[3] 郝巨杰. 智慧工地在市政公用工程中的运用 [J]. 石材, 2024, (08): 129-131.

[4] 徐成功, 陈寅杰, 吴建平, 等. 智慧工地技术在市政工程钻孔灌注桩施工中的应用 [C]// 江西省土木建筑学会, 江西省建工集团有限责任公司. 第 28 届华东六省一市土木建筑工程建造技术交流会论文集. 浙江省二建建设集团有限公司; , 2022: 128-132.

[5] 陈愿, 杜先顺, 洪广庭, 等. 智慧工地信息管理平台在市政工程中的应用 [J]. 云南水力发电, 2022, 38 (09): 178-181.

[6] 杨东启, 欧阳鹏. 论智慧工地在工程施工中的应用 [J]. 云南水力发电, 2022, 38 (09): 197-199.

[7] 王鹏, 基于智慧工地系统的市政工程综合施工关键技术. 云南省, 中国水利水电第十四工程局有限公司, 2022-07-21.