

Research on Intelligent Monitoring and Decision Support of Municipal Engineering Construction Process Based on Big Data and Artificial Intelligence

Zongbing Xu

Hubei Bocheng Highway Engineering Co., Ltd., Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract

Municipal engineering construction involves numerous processes and factors. Traditional manual inspection and monitoring methods have been inefficient, with slow risk identification and decision-making relying heavily on experience rather than scientific rigor. This study integrates big data and AI technologies to develop intelligent monitoring and decision-support systems for construction processes. Through comprehensive data collection, big data integration, and AI-driven optimization of monitoring procedures, a decision-support model has been established. Practical implementation demonstrates that this approach can improve monitoring efficiency by over 30% while reducing safety risk exposure. The findings provide valuable support for municipal engineering construction management, contributing to enhanced project quality and progress.

Keywords

Big Data and Artificial Intelligence; Municipal Engineering Construction; Intelligent Monitoring; Decision Support

基于大数据与人工智能的市政工程施工过程智能监控与决策支持研究

徐宗兵

湖北博诚公路工程有限公司, 中国·湖北荆州 434000

摘要

市政工程施工环节、因素较多,以往人工巡查监控效率低下,风险识别较慢,决策依靠经验,科学性不强,本文融合大数据、AI技术开展施工过程智能监控与决策辅助研究,经由全方位数据搜集,大数据整合分析并借助AI预估优化监控程序,形成决策帮助模型来支撑决策,在实践中显示可以改进监控效率达到三成以上,并减轻安全风险的产生机率,可给市政工程施工管理给予有用的助力,有益于保证工程质量和工程进度。

关键词

基于大数据与人工智能; 市政工程施工; 智能监控; 决策支持

1 引言

市政工程是城市基础设施建造的关键,它牵涉到城市的运作效率和居民的生活品质,工程施工过程的安全性,高效性对于工程整体成果非常重要,当下大多数市政工程施工监控仍然以人工为主,面对道路,桥梁,管网等复杂的施工状况,不能做到全天候,全方面的覆盖,常常会发生隐患漏检的情况,而且施工决策大多依靠管理人员以往的经验,缺少即时的数据支撑,容易因为判断有误而导致工期延迟或者成本超出预算,随着大数据和人工智能技术日渐成熟,它们在处理数据,智能分析方面的长处,给解决市政施工管理

的难点供应了新的途径,本文围绕施工进度,探寻大数据和AI在智能监控,决策助力方面的实际应用,希望可以改善市政工程施工管理的细致化程度。

2 市政工程施工监控与决策现状

2.1 传统施工监控方式覆盖与响应能力不足

当下市政工程施工监控大多依靠人工巡检,拿市政道路施工来说,巡检人员每天得沿着施工路段检查路基压实度,路面平整度这些指标,每人一天巡检的范围也就2到3公里,而且暴雨,高温这种天气会干扰巡检的频率和质量,就设备而言,很多项目只是装了普通的监控摄像头,只能做到录视频,不能自动识别施工中的异常情况,像钢筋绑扎间距不合标准,施工人员没戴安全装备之类的状况,还得人工回看视频找问题,既费时间又容易漏掉,而且像深基坑,高

【作者简介】徐宗兵(1987—),男,中国湖北监利人,本科,中级,从事市政工程研究。

支架这种危险的施工区域，传统监控没法实时监测位移，压力这些关键数据，风险预警就会晚一些^[1]。

2.2 施工数据管理分散且价值挖掘不充分

市政工程施工时会产生很多数据，比如施工日志、设备运转数据、环境监测数据（温度、湿度）以及进度数据等等，不过这些数据大多被分散储存在各个部门或者系统里头，像施工进度数据就存于项目管理软件里面，安全检查数据则记录在纸质台账上，设备运转数据又保存在设备管理系统当中，彼此之间缺少交流渠道，就像“数据孤岛”一样，而且大多数项目只是单纯地把这些数据储存起来，并没有对其进行清洗整合以及分析处理，不能从数据当中找出施工规律，譬如不能依靠以往的混凝土养护数据来改善现在的养护方案，也不能依照当下的环境数据预测施工质量的风险，数据的价值未能得到充分发挥^[2]。

2.3 施工决策依赖经验，缺乏科学性支撑

在市政工程施工决定的时候，管理者大多凭借以前的经验去判断，比如施工进度缓慢的时候，就常常直接增添施工人员、增长作业时间的方法来赶上，而不仔细探究造成

缓慢的缘由是材料供应不足、工艺不合适还是工人工作效率低，很容易造成资源上的损失，在安全决定上，遇上台风、暴雨这些恶劣天气状况要不要停工很多时候靠个人的判断，没有参考气象资料、施工地方积水的情况数据、基坑稳不稳等等信息综合考量，所以会出现过度停工耽误工期或者冒险施工引发安全危险的情形，还有成本决定这块，也没有对整个工程各环节的成本数据做动态分析，很难有效地掌控开支费用。

3 市政工程智能监控与决策支持的应用意义

3.1 提高监控效率以降低管理成本

大数据与 AI 技术可大大改善施工监控流程，缩减人工依赖，借助 AI 摄像头，传感器等设备，可以做到 24 小时持续监控，AI 图像识别技术会自动识别钢筋绑扎是否达标，模板垂直度等问题，识别速度比人工快 5-10 倍，而且准确率达到 90% 以上，传感器会即时搜集深基坑位移，支架压力等数据，不用人工去现场测量，削减巡检人员数量，减小人工成本，为了直观地比较传统监控和智能监控的区别，下表列出关键指标对比：

监控指标	传统监控方式	智能监控方式（大数据+AI）
监控覆盖时长	8-10 小时 / 天（人工工作时段）	24 小时 / 天（不间断）
隐患识别效率	平均 4 小时 / 个	平均 15 分钟 / 个
人工巡检成本	约 3 万元 / 月（按 5 人团队计算）	约 1 万元 / 月（含设备维护，减少 3 人）
高危区域数据监测	人工定期测量（滞后 1-2 天）	实时采集（数据延迟 <5 分钟）
异常识别准确率	约 60%-70%（人工判断）	约 90%-95%（AI 算法识别）

某市政桥梁施工项目来说，采用智能监控之后，每月巡检成本减少 2 万元，隐患识别时间由平均 4 小时缩减到 15 分钟。

3.2 加强安全预警，降低事故发生率

智能监控系统能通过大数据分析和 AI 算法做到风险提前预警，传感器随时上传施工重要数据，大数据平台对数据做趋势分析，当数据接近安全阈值时，AI 算法就会自动发出预警，马上把提醒推送给管理人员，拿深基坑施工来说，当位移数据出现异常增长趋势的时候，系统就能提前 2-3 小时预警，给现场人员撤离，隐患处理留出时间，据数据表明，采用智能监控的市政项目，安全事故发生率平均下降 40%，切实保障施工人员的生命安全和工程财产安全^[3]。

3.3 提升决策质量，确保工程目标实现

大数据、AI 搭建起来的决策支持模型，可以融合历史数据和实时数据给决策提供科学的依据，在进度决策时，它会分析进度滞后的原因，要是发现是材料供应的问题，就会自动推荐备选供应商以及运输方案；在质量决策方面，它会分析混凝土强度、钢筋保护层厚度这些数据，然后给出养护时间调整、工艺改进的建议；决策支持模型还能针对不同的施工方案做模拟推演，比较工期、成本、质量等指标，让管理人员选出最好的方案，下面这张表显示了某市政管网项目应用决策支持模型前后的情况对比：

某市政管网施工项目运用决策支持模型，工期缩短 10 天，成本节约 8%，工程质量合格率达到 98%。

项目指标	应用决策支持模型前	应用决策支持模型后	改善幅度
计划工期	60 天	50 天	缩短 16.7%
实际施工成本	100 万元	92 万元	节约 8%
工程质量合格率	90%	98%	提升 8%
材料浪费率	8%	4.5%	降低 43.75%
进度调整次数	5 次（经验判断）	2 次（数据支撑）	减少 60%

4 基于大数据与人工智能的市政工程智能监控与决策支持策略研究

4.1 施工过程智能监控策略

4.1.1 多维度采集数据, 构建全面数据体系

根据市政工程施工特点确定数据采集范围和方式, 在施工参数采集方面, 对路基施工布置压实度传感器, 桥梁施工布置支架压力传感器, 管网施工布置管道坡度传感器, 实时采集施工数据; 在环境数据采集方面, 通过气象站、温湿度传感器采集温度、湿度、风力、降水量等数据; 在人员与设备数据采集方面, 通过定位手环采集施工人员位置, 通过设备物联网模块采集挖掘机、压路机等设备运行时长、作业效率数据; 通过AI摄像头采集施工场景图像, 包括钢筋加工、混凝土浇筑、人员操作等, 保证数据采集全面、实时^[4]。

4.1.2 大数据技术实现数据整合与分析

搭建市政工程施工大数据平台, 把来自各种渠道的数据整合起来, 先是对采集到的数据执行清洗操作, 把那些因为传感器故障或者人工录入错误而出现的异常数据清除掉, 从而保障数据准确无误; 再利用数据标准化处理手段, 把各类不同格式的数据统一转换成平台可以识别的格式, 进而打破“数据孤岛”, 在数据存储方面采取分布式存储技术, 可以符合海量施工数据的存储需求, 当把数据整合之后, 就用大数据分析技术来发掘数据的价值, 像分析各个季节、不同温度下混凝土强度变化的数据, 就能找出最合适的养护参数; 再比如对比各个施工班组的作业数据, 找到最高效的施工方法, 给后面的工作做参考^[5]。

4.2 施工决策支持策略

4.2.1 构建整合数据与经验的决策支持模型

结合市政工程施工历史数据和管理人员的经验建立决策支持模型, 分解为进度决策、质量决策、成本决策三个子模块: 通过集成历史类似工程的进度数据和当前的施工进度数据、配合资源数据(人员、设备、材料), 当进度发生滞延时, 对滞延原因而行分析, 并生成解决措施比如“因为钢筋供应延期所以进度滞后3天, 供应商选择建议采用备用供应商, 并对当前施工步骤进行调节, 先行进行不受钢筋影响的管网铺设作业”; 质量决策模块依据施工质量检测数据、环境数据给出质量控制建议比如“当前温度较低, 混凝土开始凝结需要延长, 建议增加养护人手, 延长养护时间2个小时”; 成本决策模块可以实时统计数据在各个施工环节的成本数据, 相对于预算数据进行比较, 发现成本超支的风险, 并分析其中的原因, 如挖掘机的油耗出现超出预算10%的情况是由于挖掘机老旧导致油耗过高, 建议对设备进行检修或者更换更高效的设备。

4.2.2 实时数据支持下的决策方案动态调整

决策支持模型同大数据平台实时联结, 取得最新的施工数据, 动态修改决策方案, 比如说, 在某市道工程施工项目里, 决策支持模型开始的时候依照计划的材料供应数据, 制订出“每日铺设沥青500米”的施工规划; 后来经由大数据平台察觉沥青供应商运送拖延, 材料抵达数量缩减, 于是模型立刻修改决策规划, 把每日的沥青铺设数量从500米下调至300米, 而且给出提议, 加快混凝土路缘石施工, 免得人员、设备闲置, 模型容许工作人员按照现场情况自行改动参数, 平衡数据支撑和人工经验, 使决策规划符合实际要求。

4.2.3 数据复盘优化与决策能力提升

在市政工程施工各个阶段如基础施工结束, 主体施工结束时, 对决策过程和决策结果进行数据复盘, 获取决策方案内容数据、决策实施过程数据、决策实施效果数据, 分析决策方案是否合理, 如“进度调整方案实施后, 工期提前了2天, 成本增加了1万元, 整体效益良好”“质量控制建议没有被完全采纳, 导致部分混凝土强度不合格, 要加强现场监督”, 根据复盘结果调整决策支持模型参数, 完善决策逻辑, 同时总结经验教训, 建立施工决策知识库, 为以后类似的市政工程施工决策提供借鉴, 不断提高决策的科学性、准确性。

5 结语

综上所述, 针对市政工程施工过程的传统监控与决策状况展开分析, 陈述了大数据与人工智能技术应用的意义, 给出了相应的智能监控和决策支撑方案, 经由多方面数据的收集, 大数据汇集分析以及AI告警, 就能妥善解决传统监控执行速度慢, 风险预警滞后的问题, 凭借决策支持模型, 可让施工决策摆脱对经验的过度依靠, 使决策变得更具科学性, 部分中小市政企业, 在技术应用方面可能会遇到设备采购, 人员培训之类的费用方面的麻烦, 以后可以探寻一种“政府引领加上企业合作”的做法以削减技术应用的成本门槛。

参考文献

- [1] 谢长春. 房屋建筑与市政工程施工消防安全管理探讨[J]. 今日消防, 2024, 9(12): 82-84.
- [2] 陈建江. 市政工程中软土地基的施工处理方法研究[J]. 建设机械技术与管理, 2024, 37(06): 145-147.
- [3] 雷鏊. 市政工程钻孔灌注桩施工工艺探析[J]. 散装水泥, 2024, (06): 23-25.
- [4] 何俊松. 城市建设中市政工程施工技术优化策略[J]. 工程与建设, 2024, 38(03): 637-638+643.
- [5] 全国市政工程行业科技成果展示大跨度市政梁式桥建设关键技术研究[J]. 市政技术, 2019, 37(03): 1-3.