

Research on the application of intelligent technology in safety management of municipal road construction

Jijing Wang

Shanghai Baoye Group Co., Ltd., Shanghai, 201900, China

Abstract

With the accelerated development of urban infrastructure, municipal road construction has seen increasing scale and complexity, leading to growing safety risks. Traditional management methods struggle to meet the demands for refined and dynamic supervision. The application of intelligent technologies offers innovative solutions for construction safety management. This paper examines the current status of smart technology applications in municipal road safety management, focusing on how IoT, AI, big data, and BIM are utilized for risk monitoring, hazard prediction, and decision support. Through case studies, it demonstrates how these technologies enhance safety standards, reduce accident rates, and enable collaborative management. Addressing challenges like data silos, inconsistent standards, and insufficient funding, the paper proposes strategies including standardization, improved information integration, and enhanced talent investment. These recommendations provide theoretical and practical references for the industry's intelligent transformation.

Keywords

intelligent technology; municipal road construction; safety management; Internet of Things; big data; BIM; intelligent early warning

智慧化技术在市政道路施工安全管理中的应用研究

王际敬

上海宝冶集团有限公司, 中国 · 上海 201900

摘要

随着城市基础设施建设加速, 市政道路施工规模与复杂度不断提升, 安全风险日益突出, 传统管理方式难以满足精细化与动态化需求。智慧化技术的应用为施工安全管理带来创新路径。本文梳理智慧化技术在市政道路施工安全管理中的应用现状, 重点分析物联网、人工智能、大数据、BIM等手段在风险监测、隐患预警与决策支持中的作用, 结合典型案例, 论证智慧化技术对提升安全水平、降低事故率、实现协同管理的实际成效。针对数据孤岛、标准不一、投入不足等问题, 提出健全标准、完善信息集成与强化人才投入等对策, 为行业智慧化转型提供理论与实践参考。

关键词

智慧化技术; 市政道路施工; 安全管理; 物联网; 大数据; BIM; 智能预警

1 引言

市政道路作为城市功能的重要组成部分, 是支撑城市高效运行、改善居民出行条件的关键基础设施。近年来, 随着城市更新和道路网络扩展的持续推进, 市政道路施工项目数量显著增加, 工程规模日趋庞大, 作业环境愈发复杂。施工现场往往面临工序多、交叉作业频繁、机械设备密集、人员流动性大等特点, 安全风险压力骤增。传统依靠人工巡查、定期培训、制度约束等安全管理方式, 难以实现对动态风险的实时识别、精准防控和高效处置, 施工安全事故时有发生, 严重影响项目进度和社会公众安全。

随着新一代信息技术的快速发展, 智慧化技术正逐步

渗透到市政道路施工的各个环节。物联网、人工智能、大数据分析、BIM(建筑信息模型)、云计算、移动互联网等智慧化手段, 不仅为施工现场提供了全方位、立体化的安全风险感知、实时监控和智能预警, 还推动安全管理模式向数字化、协同化、智能化方向深度转型。智慧化技术的应用, 极大提升了施工安全管理的信息获取能力、风险预警水平和决策科学性, 成为推动市政道路工程安全生产水平整体跃升的重要动力。

然而, 智慧化技术在市政道路施工安全管理中的应用仍处于不断探索和完善阶段, 存在技术集成度不高、数据标准不统一、投资回报期长、管理模式转型滞后等现实难题。本文将聚焦智慧化技术在市政道路施工安全管理中的应用实践, 从技术手段、管理路径、应用成效与发展对策等方面进行系统分析, 为推动市政工程安全管理高质量发展提供理论支撑与创新思路。

【作者简介】王际敬(1987-), 男, 中国山东聊城人, 本科, 工程师, 从事市政工程研究。

2 智慧化技术在市政道路施工安全管理中的发展背景

2.1 市政道路施工安全管理的现实需求

市政道路施工项目常常位于城市核心区域，受地形、交通、管线、居民环境等多重制约，施工组织与管理难度大。安全事故如坍塌、机械伤害、高空坠落、燃气泄漏等风险点众多，传统“人防+技防”手段在信息获取、动态监管、应急响应等方面存在明显短板。社会各界对工程安全要求日益提升，亟须引入新型技术手段，实现对施工全流程、全要素、全时空的立体化安全管理。

2.2 智慧化技术赋能安全管理的理论基础

智慧化技术以物联网为基础，借助传感器、视频监控、定位终端等前端设备，实现对施工现场风险源的实时感知与数据采集。人工智能和大数据分析能够对采集到的各类数据进行深度挖掘与智能判断，识别异常行为和风险趋势，提升安全预警的科学性。BIM等数字化工具则可构建工程的三维虚拟模型，实现安全风险的可视化管理和多专业协同。智慧化手段能够极大提升安全管理的信息透明度、决策效率和应变能力，为施工现场安全管控提供坚实技术基础。

2.3 政策推动与行业发展趋势

国家层面高度重视工程安全生产，出台了多项鼓励智慧工地建设和信息化安全管理的政策文件。地方政府和大型企业纷纷加大对智慧化安全管理的投入，积极推动标准体系建设、示范工程培育和人才队伍培养。智慧工地、安全生产智能化已成为市政工程领域技术创新和管理变革的重要方向，为智慧化技术广泛应用奠定了政策与市场基础。

3 智慧化技术在市政道路施工安全管理中的核心应用

3.1 物联网技术在风险实时监测中的应用

物联网技术通过部署传感器、射频识别（RFID）、环境监测装置等前端设备，实现对危险源、关键结构、机械设备等的实时监测。施工现场的数据通过无线网络汇集到安全管理平台，实现温度、湿度、有害气体、结构变形等关键指标的连续采集。智能感知终端能够对人员进出、关键工序作业、材料堆放等情况进行自动识别，及时发现违规行为和隐患事件。物联网的应用显著提升了风险信息的实时性与全面性，有效减少了人为漏检和信息滞后，为后续的智能预警和应急响应打下坚实基础 [1]。

3.2 人工智能与大数据在隐患识别和预警中的作用

人工智能技术依托于施工现场积累的海量数据，利用深度学习、模式识别等算法对监测数据、视频流、人员行为等进行智能分析。通过大数据平台，系统能够自动识别高危行为、异常环境参数和设备故障，实现对安全隐患的精准识别和趋势预测。AI算法还能动态优化安全巡检路线，辅助管理人员制定科学的防控策略。在突发风险出现时，智能预

警系统能够快速联动相关人员，自动生成应急预案，大幅提升现场处置效率，降低事故发生率。大数据分析还可对以往事故案例进行归因，挖掘风险成因，完善安全管理决策支持。

3.3 BIM及数字孪生技术在安全可视化与协同管理中的应用

BIM技术通过构建三维数字模型，实现对市政道路施工全过程、全要素的直观可视化管理。施工风险点、重点工序、设备布置等都能在模型中动态呈现，便于安全管理人员提前识别潜在隐患，优化施工组织方案。数字孪生技术则将真实施工现场与虚拟空间实时映射，实现现场与管理平台的同步互动。通过BIM与数字孪生的集成，可实现安全信息的多维集成、动态追踪和多方协同，提升管理的科学性和透明度，极大降低人为失误和管理盲区 [2]。

4 智慧化技术赋能市政道路施工安全管理的实践成效

4.1 提升风险监测和事故预警能力

智慧化技术的全面应用极大提升了市政道路施工安全风险的监测与事故预警能力。通过部署物联网终端，施工现场的各类环境参数、机械状态和人员动态可以实时采集和传输，实现对危险源的连续感知和异常状况的即时发现。自动报警机制能够在环境异常、设备故障或人员违规等情况出现时迅速响应，为现场管理者赢得宝贵的应急处理时间。基于人工智能的数据学习与自我优化，智能预警平台能够动态分析历史数据与当前风险态势，持续调整风险防控重点，准确识别隐患趋势。

4.2 实现过程管理智能化和资源高效配置

数据驱动的智能管理模式为市政道路施工过程管理和资源配置带来了革命性提升。智慧化平台可对现场人员、设备、材料等资源实现全方位的动态调度和高效利用。智能考勤系统能够精准统计人员在岗情况，确保关键岗位人员配置合理；设备定位与监控则保障机械设备的运行安全与合理调度，降低闲置与故障风险。大数据驱动的进度管控系统能够对工程进展进行实时分析，自动预警工序冲突、材料供应短缺等问题，帮助管理者及时调整计划，优化多工种协作。BIM技术的协同管理优势也在此过程中充分体现，多专业团队可实时共享信息，减少沟通误差与管理盲区。通过智能化、集约化的组织方式，市政道路施工的生产效率与资源利用率大幅提升，不仅降低了管理成本，更为工程质量和安全提供了强有力的保障，实现了精细化、高效化施工管理目标 [3]。

4.3 推动安全管理模式创新与精细化升级

智慧化技术的深度嵌入，不仅提升了市政道路施工安全管理的技术含量，更引发了管理模式的根本性变革。传统安全管理依赖于经验与制度约束，存在信息不对称、响应滞后等弊端。智慧化管理模式则以数据为核心，管理人员可通过可视化大屏、移动终端等设备实时掌握施工现场全貌，实

现远程调度与精准决策。智能巡检、自动化数据分析、远程会商等功能显著提升了管理的科学性与透明度，减少了人为判断带来的偏差和风险。管理流程趋于精细化，各类岗位分工日益专业，绩效考核实现科学量化与过程追溯，极大提高了整体管理水平。智慧化管理模式的创新为市政工程安全管理带来了前所未有的活力与效率，推动安全管理从粗放型向数字化、智能化、精细化持续升级，为行业高质量发展注入了新动力。

5 智慧化技术应用面临的主要挑战及对策建议

5.1 数据孤岛与系统集成难题

随着智慧工地理念的不断推进，市政道路施工现场广泛部署了物联网、视频监控、BIM管理、大数据分析等多类型智慧化管理平台。然而，由于不同厂商、单位或项目在系统建设中各自为政，导致平台间数据格式、接口协议和传输标准不统一，难以实现数据无障碍共享和业务协同。这种“数据孤岛”现象直接影响到信息流通效率，阻碍安全管理与决策支持的全局优化，削弱了智慧化系统整体的管控价值。更为严峻的是，信息壁垒还可能造成资源浪费和重复投资，限制新技术的扩展应用。破解这一难题，必须加快制定和完善智慧工地行业统一的数据标准、接口规范与安全协议，推动平台互联互通 [4]。

5.2 技术标准滞后与人才储备不足

智慧化技术在市政道路施工安全管理领域的推广应用步伐明显快于相应技术标准的完善，造成标准体系与实际需求间存在错位。大量新兴技术如人工智能、智能传感、数字孪生等尚无完善的行业标准可依，导致技术选型、系统对接和后期升级存在诸多不确定性。同时，智慧化安全管理对管理人员和技术人才的复合能力提出更高要求，既要具备工程建设、现场管理经验，又要掌握智能技术、数据分析等新兴技能。但当前行业内高素质人才储备明显不足，培训体系滞后，影响智慧化技术的落地深度和广度。为此，应加快编制智慧工地、智能安全管理等相关技术标准和规范，推动形成覆盖全流程、各层级的标准体系。加强产学研协同创新，加大政策和资金支持力度，推动高校、科研院所与企业联合培养智慧化安全管理人才。构建多层次、复合型人才培养体系，不断提升行业从业者的信息素养和技术应用能力，为智慧化技术的持续创新与深度应用提供坚实的人才保障。

5.3 投资成本高与管理模式转型阻力

智慧化技术在市政道路施工安全管理中的应用，往往需要在硬件部署、软件平台、运维服务等方面进行大量前期投入，导致整体投资成本高企。而智慧化项目短期内难以实现成本回收，部分施工企业对投资回报存在顾虑，观望情绪较重，影响了新技术的积极推广。与此同时，企业管理模式的智慧化转型也面临内部阻力。传统管理理念、组织架构、岗位分工与信息化管理要求之间存在冲突，部分单位在技术引进后未能同步优化流程和人员配置，导致技术“空转”，实际效果不理想。为破解上述困境，建议政府加大对智慧化安全管理的政策引导与财政支持，推动形成可复制、可推广的示范项目，带动行业整体升级。企业层面要主动开展管理创新，优化组织结构，完善绩效考核体系，推动信息化理念与业务流程深度融合。应从顶层设计出发，逐步实现智慧化管理的制度化、常态化，确保智慧化技术投资转化为切实的安全管理成效 [5]。

6 结语

智慧化技术为市政道路施工安全管理带来了革命性变革，极大提升了风险防控能力、资源配置效率和管理科学性。随着物联网、人工智能、大数据、BIM等新技术的不断成熟和普及，市政道路施工领域的安全管理水平有望实现质的跃升。未来，需进一步完善技术标准体系，推动各类智慧化系统集成互通，强化人才队伍建设和管理创新，推动智慧化技术与安全管理深度融合。通过政策引导、技术创新和产业协同，全面提升市政道路工程施工安全的科技支撑能力，实现智慧化、数字化、智能化安全管理新格局，为城市基础设施高质量发展和安全生产保驾护航。

参考文献

- [1] 杨仁磊.基于人工智能的市政道路智能化施工关键技术[J].黑龙江交通科技,2025,48(07):42-45+50.
- [2] 谭佩思,尹应梅,申晓明.智慧市政巡检在市政道路病害管理中的应用与效果分析[J].价值工程,2024,43(14):11-13.
- [3] 欧林联.智慧城市理念在市政道路项目管理中的应用[J].绿色建筑与智能建筑,2023,(11):127-129.
- [4] 黄兆宇.城市市政道路设计的方法及思路[J].运输经理世界,2022,(09):43-45.
- [5] 李国芝.市政道路施工中绿色施工技术的应用与发展研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(22):190-192.