

智慧市政工程施工管理系统的构建与实施效果评估

丁照光¹, 薛伟²

(1. 青岛校企英才科技服务集团有限公司, 山东 青岛 266499;

2. 青岛海富建设发展有限公司, 山东 青岛 266400)

摘要 市政工程作为城市发展的重要基础设施, 其施工管理的科学性与高效性愈发关键。智慧市政工程施工管理系统借助先进的信息技术, 对传统施工管理模式进行了革新, 实现了施工全过程的智能化、精细化管理。本文详细阐述了智慧市政工程施工管理系统的构建, 包括系统架构设计、功能模块开发以及技术选型, 探讨了该系统在提升施工效率、保障工程质量、强化安全管理、降低成本等方面的实施效果, 并结合实际案例分析进行了验证, 旨在为市政工程施工管理提供创新思路与实践参考, 推动城市建设高质量发展。

关键词 智慧市政工程; 施工管理系统; 效果评估

中图分类号: TU99

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.12.012

0 引言

市政工程是城市正常运转的基础保障, 涵盖道路、桥梁、排水、供水、燃气等多个领域。传统市政工程施工管理面临信息沟通不畅、资源调配不合理、施工进度难以精准把控、质量安全监管存在漏洞等诸多问题, 严重制约工程建设的效率与质量。随着物联网、大数据、云计算、人工智能等信息技术的飞速发展, 智慧市政工程施工管理系统应运而生。该系统整合各类施工信息, 实现数据的实时共享与分析, 为施工决策提供科学依据, 从而优化施工流程, 提高管理水平, 确保市政工程的顺利实施。

1 智慧市政工程施工管理系统架构设计

智慧市政工程施工管理系统采用分层架构设计, 主要包括感知层、网络层、数据层、应用层和用户层, 各层之间相互协作, 共同实现系统的功能。

1. 感知层。感知层由大量分布在施工现场的传感器、智能设备组成, 如温度传感器、湿度传感器、压力传感器、摄像头、RFID 标签读写器等。这些设备实时采集施工现场的环境数据(如温湿度、空气质量)、设备运行数据(如施工机械的工作状态、能耗)、人员位置数据以及材料信息等, 为系统提供原始数据支持^[1]。

2. 网络层。网络层负责将感知层采集的数据传输到数据层, 并实现各层之间的通信。采用有线与无线相结合的网络传输方式, 包括以太网、Wi-Fi、4G/5G 等。有线网络用于连接固定设备, 保证数据传输的稳定性

和高速率; 无线网络则适用于移动设备和传感器节点的数据传输, 确保数据采集的灵活性和实时性。

3. 数据层。数据层是系统的数据存储与管理中心, 包括数据库管理系统和数据仓库。数据库用于存储实时数据, 如施工现场的实时监控数据、设备运行状态数据等, 保证数据的及时性; 数据仓库则用于存储历史数据和经过处理分析的数据, 利用数据挖掘和分析技术, 为应用层提供决策支持。例如, 对历史施工进度数据和资源消耗数据进行分析, 预测未来施工进度和资源需求^[2]。

4. 应用层。应用层集成了各种业务应用功能模块, 如施工进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、资源管理等。这些功能模块基于数据层提供的数据, 结合数据分析和处理, 为施工管理人员提供直观、准确的信息, 辅助其进行决策和管理。

5. 用户层。用户层涵盖参与市政工程施工的各类人员, 包括项目经理、施工人员、质量检测人员、安全管理人员、监理人员等。用户借助 PC 端、移动端等设备访问系统, 实现数据的录入、查询、分析以及业务操作等功能。

2 功能模块开发

1. 施工进度管理模块。对施工计划的制定、分解和跟踪, 实时掌握工程进度。利用甘特图、网络图等工具, 直观展示各施工任务的开始时间、结束时间、持续时间以及任务之间的逻辑关系。结合施工现场的

实际进度数据,自动对比分析计划进度与实际进度的偏差,及时发出预警信息,并提供进度调整建议,确保工程按时交付。例如:当某一施工任务实际进度滞后时,系统自动分析可能影响的后续任务,并给出加快施工进度和资源调配方案^[3]。

2. 质量管理模块。从施工材料、施工工艺、施工过程检验等多个环节对工程质量进行全面管理。建立质量标准库,对原材料的质量检验标准、施工工序的质量验收标准等进行统一管理。在施工过程中,通过传感器采集施工参数数据,与质量标准进行对比分析,实时监控施工质量。如混凝土浇筑过程中,实时监测混凝土的坍落度、温度等参数,确保符合质量要求。对出现的质量问题,系统自动记录并生成质量问题报告,跟踪问题整改情况,实现质量问题的闭环管理。

3. 安全管理模块。基于物联网技术,对施工现场的安全状况进行实时监测和预警。借助摄像头、传感器等设备,监控施工现场的人员行为、设备运行状态以及环境安全因素(如火灾隐患、有害气体泄漏等)。利用人工智能图像识别技术,对人员是否佩戴安全帽、是否违规操作等行为进行自动识别和预警。当检测到安全隐患时,系统立即发出警报信息,并通知相关人员进行处理,同时记录安全事件的详细信息,为后续的安全事故分析提供数据支持^[4]。

4. 成本管理模块。对市政工程施工过程中的成本进行全面核算和控制,建立成本预算模型,根据工程设计方案和施工计划,制定详细的成本预算。在施工过程中,实时采集人工成本、材料成本、设备租赁成本等数据,与成本预算进行对比分析,实时监控成本支出情况。当成本超支时,系统自动分析超支原因,并提供成本控制措施建议,如优化资源配置、调整施工方案等,确保工程成本控制在预算范围内。

5. 资源管理模块。对施工过程中的人力资源、材料资源、设备资源进行统一管理和调配。建立资源信息库,记录各类资源的基本信息、库存数量、使用状态等。根据施工进度计划和实际施工需求,自动生成资源需求计划,并进行资源的合理调配。根据施工任务安排,合理分配施工人员和机械设备,避免资源闲置或短缺。同时,对材料的采购、入库、出库等环节进行精细化管理,实现材料的零库存管理目标,降低材料成本^[5]。

3 技术选型

1. 物联网技术。实现施工现场各类设备、材料、人员与系统之间的互联互通,实时采集和传输数据。

在施工设备上安装传感器和物联网模块,将设备的运行状态、工作参数等数据实时上传至系统,实现对设备的远程监控和管理。利用 RFID 技术对材料进行标识和跟踪,实时掌握材料的位置和使用情况^[6]。

2. 大数据技术。大数据技术对海量的施工数据进行存储、管理和分析,利用大数据分析技术,挖掘施工数据中的潜在价值,为施工决策提供支持。分析历史施工数据,预测施工过程中可能出现的问题,提前采取预防措施;对不同施工方案的成本、进度、质量等数据进行对比分析,选择最优的施工方案。

3. 云计算技术。云计算技术提供强大的计算能力和存储资源,支持系统的高效运行。采用云计算平台,实现系统的快速部署和弹性扩展,降低系统建设和运维成本。施工人员结合云端随时随地访问系统,进行数据录入和查询等操作,提高工作效率。

4. 人工智能技术。人工智能技术应用于图像识别、数据分析、智能决策等领域,利用人工智能图像识别技术,对施工现场的安全隐患、质量问题进行自动识别和预警;利用机器学习算法,对施工数据进行分析 and 预测,实现施工过程的智能化管理。利用人工智能算法优化施工进度计划和资源调配方案,提高施工效率。

5. 地理信息系统(GIS)技术。在市政工程施工管理中,GIS 技术用于展示工程地理位置信息、施工场地布局信息以及地下管线分布信息等。将施工数据与地理信息相结合,为施工管理提供更加直观、全面的信息支持。在道路施工过程中,利用 GIS 技术可清晰展示道路的走向、周边环境以及与其他市政设施的关系,便于施工人员进行施工规划和协调。

4 智慧市政工程施工管理系统的实施效果评估

1. 评估指标体系构建。为全面、客观地评估智慧市政工程施工管理系统的实施效果,构建以下评估指标体系:

(1) 施工效率指标。包括施工进度偏差率、单位时间完成工程量等。施工进度偏差率反映实际施工进度与计划进度的差异程度,计算公式为: $(\text{计划进度} - \text{实际进度}) / \text{计划进度} \times 100\%$ 。单位时间完成工程量则体现了施工过程中的生产效率,如每日完成的道路铺设面积、管道安装长度等。

(2) 工程质量指标。涵盖工程质量验收合格率、质量问题发生率等。工程质量验收合格率是指通过质量验收的分项工程数量占总分项工程数量的比例;质量问题发生率则表示在施工过程中出现质量问题的次数与施工总次数的比值。

(3) 安全管理指标。主要有安全事故发生率、安全隐患排查整改率等。安全事故发生率反映了施工现场的安全状况,计算公式为:安全事故发生次数/施工总天数 $\times 100\%$ 。安全隐患排查整改率是指已整改的安全隐患数量占排查出的安全隐患总数的比例。

(4) 成本控制指标。包括成本偏差率、成本节约率等。成本偏差率用于衡量实际成本与预算成本的偏差程度,计算公式为:(实际成本-预算成本)/预算成本 $\times 100\%$ 。成本节约率则体现了通过系统实施实现的成本节约情况,计算公式为:(预算成本-实际成本)/预算成本 $\times 100\%$ 。

(5) 用户满意度指标。结合问卷调查、访谈等方式收集施工管理人员、施工人员等用户对系统的满意度评价。满意度评价指标包括系统易用性、功能完整性、数据准确性、响应速度等方面。

2. 评估方法选择。采用层次分析法(AHP)和模糊综合评价法相结合的方式,对系统实施效果进行评估。层次分析法用于确定各评估指标的权重,构建判断矩阵,计算各指标的相对重要性权重。模糊综合评价法则用于对系统实施效果进行综合评价,将定性评价和定量评价相结合,借助模糊变换原理,得出系统实施效果的综合评价结果。

5 实际案例分析

选取某城市的一项大型市政道路工程作为案例,该工程在施工过程中引入智慧市政工程施工管理系统。在系统实施前,该工程采用传统的施工管理模式,存在施工进度难以把控、质量问题时有发生、安全管理存在漏洞、成本超支等问题。

1. 施工效率提升。系统实施后,通过施工进度管理模块对施工计划进行精细化管理和实时跟踪,施工进度偏差率从原来的15%降低到了5%以内。单位时间完成工程量明显提高,道路铺设速度比原计划提高了20%,有效缩短了工程工期。

2. 工程质量改善。质量管理模块实现对施工全过程的质量监控,工程质量验收合格率从原来的85%提升至95%以上,质量问题发生率显著降低,从每月10次左右减少到每月3次以下。在混凝土路面施工中,实时监测混凝土的配合比和施工参数,避免因施工工艺不当导致的路面裂缝等质量问题。

3. 安全管理加强。安全管理模块利用物联网和人工智能技术,对施工现场进行全方位的安全监测和预警。安全事故发生率从原来的0.5%降低到了0.1%以下,安全隐患排查整改率达到98%以上。如通过智能摄像

头实时监测施工人员的安全行为,及时纠正违规操作,有效预防安全事故的发生。

4. 成本控制有效。成本管理模块对工程成本进行实时核算和控制,成本偏差率从原来的12%降低到了5%以内,成本节约率达到了8%左右。优化资源配置和施工方案,减少不必要的成本支出,如材料浪费现象得到有效遏制,材料成本降低10%。

5. 用户满意度提高。对施工管理人员和施工人员的问卷调查,用户对系统的满意度达到了85%以上。用户普遍认为系统操作简单方便,功能齐全,能够及时提供准确的数据支持,有效提高工作效率和管理水平。

对该案例的分析可知,智慧市政工程施工管理系统的实施在提升施工效率、保障工程质量、强化安全管理、降低成本等方面取得显著成效,有效解决传统施工管理模式存在的问题,为市政工程建设提供有力的支持。

6 结束语

智慧市政工程施工管理系统的构建与实施,是市政工程施工管理领域的一次重大变革。先进信息技术的应用,可实现施工全过程的智能化、精细化管理,有效提升施工效率、工程质量、安全管理水平和成本控制能力,为城市建设的高质量发展奠定坚实基础。然而,在系统实施过程中,也面临着技术集成难度大、数据安全保障、人员培训等挑战。未来,需进一步加强技术研发和创新,完善系统功能,加强数据安全,提高施工人员的信息化素养,推动智慧市政工程施工管理系统的广泛应用和持续发展,为城市基础设施建设提供更加优质、高效的管理服务。

参考文献:

- [1] 李龙. 市政土木工程施工智慧管理问题及其优化策略[J]. 建筑与施工, 2024, 03(11): 9-10.
- [2] 李浩, 李猛. 关于市政工程施工中管理措施的探讨[J]. 装饰装修天地, 2024(11): 184-186.
- [3] 宋鹏飞, 宋惠婷, 李彦. 探讨市政工程施工中的安全管理与质量控制[J]. 世界家苑, 2024(06): 78-80.
- [4] 曾亮亮. 市政工程建设管理信息化体系构建研究[J]. 中国建设信息化, 2024(13): 74-77.
- [5] 陆维. “数字化+物联网技术”理念在智慧桥梁施工与管理中的应用研究[J]. 西部交通科技, 2024(06): 158-160.
- [6] 张烨, 姜薇, 高逾, 等. 《城市综合管廊智慧运营管理系统技术规范》实施效果评价[J]. 中国标准化, 2024(20): 133-138.