

基于物联网技术构建智慧工地的协同管理

张丹

厦门工学院 福建厦门 361000

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12668

[摘要] 文章以智慧工地为研究对象,深入分析了物联网技术在施工现场的应用场景,重点探讨了基于物联网的协同管理平台构建与实施路径。研究表明,通过在人员、材料、机械、环境等关键要素上应用定位、传感、识别等物联网技术,并基于数据采集、处理、共享、决策的架构设计协同管理平台,制定目标明确、机制健全、人员到位、持续优化的实施策略,可显著提升工程管理的协同性、智能性和精细化水平,助力工程项目高质量、高效率建造。

[关键词] 物联网; 智慧工地; 协同管理

引言:

建筑业是国民经济的重要支柱产业,工程项目建设水平直接关系经济社会发展。然而,建筑工程普遍存在参与方多、施工周期长、现场变化大等特点,跨组织协同困难重重,进度、质量、安全、成本等风险频发。近年来,以物联网、大数据、人工智能为代表的新一代信息技术蓬勃发展,为破解工程管理难题提供了新思路。

一、物联网技术在智慧工地中的具体应用

物联网技术的应用为智慧工地的人员、设备、环境、材料管理开启了全新模式。在人员管理方面,可穿戴设备与门禁系统的联动,实现了对施工人员位置和行为的实时监控,有效排查安全隐患,确保人身安全。机械设备内嵌传感器,将运行数据实时上传至管理平台,利用大数据分析算法对设备健康状态进行评估,提前预警维护,减少故障率,提升设

备利用率。环境管理方面,气象站、空气质量及噪声传感器等在线监测设备,24小时不间断采集环境数据,结合预设阈值与预案及时告警,支撑科学决策,最大程度降低环境风险。RFID技术则让材料管理更加智能高效,从入库到使用全链条信息化,减少人工盘点,提高流转效率,优化采购计划,降低材料浪费,助力成本节约。

二、智慧工地协同管理框架设计

智慧工地协同管理框架主要包括数据采集层、数据处理层、信息共享层和协同决策层四个层次。数据采集层通过物联网感知设备采集现场数据;数据处理层对原始数据进行分析处理;信息共享层实现各方信息互通共享;协同决策层提供智能化的决策支持。各层次之间既相对独立又紧密关联,共同构成了一个完整的智慧工地协同管理体系,如图1所示。



图1 智慧工地协同管理系统框架图

(一) 数据采集层

智慧工地协同管理的基础在于全面、准确地掌握施工现场的实时动态数据。数据采集层借助物联网技术,在施工现场部署各类智能化的传感设备,全方位、多维度地收集工地运行数据。现场监测数据主要包括环境监测中的温度、湿度、噪声、PM2.5、PM10等环境指标,以及结构监测中的沉降、位移、应力、振动等关键参数。利用GPS定位设备采集施工机械、运输车辆的位置信息,通过智能手环、定位牌采集施工人员的实时位置、工作轨迹和行为数据。视频监控系统对现场进行全面覆盖,AI视觉算法能够识别工人的违规行为并及时预警^[1]。设备运行数据涵盖了设备位置、运行状态、能耗数据、保养记录等信息。材料管理方面,钢筋、模板、砼等主要材料被贴上RFID电子标签,系统自动采集材料的入

库、出库、库存量、领用、余料等全过程数据。BIM等信息化管理平台持续生成包括构件信息、空间关系、进度数据、质量记录在内的工程管理数据。物联网技术使得施工现场形成了一张覆盖各关键生产要素的“数据采集网”,海量、多源、异构的数据为智慧工地管理奠定了坚实基础。

(二) 数据处理层

采集自施工现场的原始数据,其价值还未被充分发掘。数据处理层肩负着数据“净化、提炼、增值”的重任。系统首先对异构数据进行清洗与转换,统一时间格式、计量单位等基础信息,去除重复值和异常值,提高数据质量。清洗后的数据按照业务主题存入数据仓库,建立多维度检索机制,确保数据安全存储和高效调用。在此基础上,运用大数据分析、机器学习等技术,对各类数据进行深入挖掘。预测分析

可实现进度预测、成本预测、风险预测; 关联分析能发现多源数据间的潜在关系; 模式识别有助于发现异常行为和规律特征。例如, 将人员定位数据、工时填报数据、工资发放数据进行关联分析, 即可发现是否存在虚报工时、多报冒领等问题。利用机器学习算法对设备性能参数历史数据进行训练, 可形成设备故障预警模型。系统还可计算完成率、偏差率等进度指标, 合格率、返工率等质量指标, 事故率、隐患整改率等安全指标, 以及人员产值、设备利用率等效率指标, 为领导决策提供全方位参考。

(三) 信息共享层

工程建设涉及业主、设计、施工、监理等多方主体, 各方既要各司其职, 又需相互配合。信息共享是协同管理的前提。智慧工地的信息共享层搭建统一的数据共享交换平台, 打通参建各方的数据壁垒, 让数据在授权范围内充分流动, 实现项目信息一网统管。在共享平台上, BIM 可视化平台提供三维模型展示、施工模拟仿真、碰撞检测分析、工程量统计等功能, 直观呈现项目全貌^[2]。平台根据各方主体的特点, 设置差异化的门户, 提供个性化的功能和服务。业主门户侧重于进度监控、投资控制等管理功能; 施工门户侧重于资源调配、现场管理等生产功能; 监理门户主要用于质量控制、安全监督; 供应商门户则关注物资供应、结算管理等事项。共享平台还嵌入了视频会议、文档协同编辑、工作流程审批、即时通讯等协同功能, 方便各方沟通。系统通过标准接口实现与企业 OA、ERP、财务系统的互联互通, 并为移动端应用提供数据支持。总之, 信息共享平台像一条“数据高速公路”, 将各方联通起来, 形成了项目统一的“数字大脑”, 是智慧工地实现协同管理的核心枢纽。

(四) 协同决策层

在智慧工地管理框架的顶层是协同决策层。协同决策层以共享的信息资源为基础, 结合工程特点, 制定科学的协同策略, 指导现场施工作业。多方协同决策模块通过目标分解将总目标分解为子目标, 建立多方利益平衡机制, 支持多方方案比选决策, 并构建多维度的绩效考核体系。决策层通过构建仿真模型, 模拟工程全生命期的建造过程, 可提前发现方案缺陷, 优化流程。资源优化配置环节重点解决人力资源调配、机械设备调度、材料供应链优化、资金使用计划等关键问题。在施工阶段, 系统整合进度、质量、安全、成本等数据, 运用多目标优化算法, 制定与实际情况动态匹配的施工计划, 调配资源, 保障任务高效完成。应急预案管理模块包含风险识别与评估、预案制定与演练、应急响应流程、事后评估改进等内容, 帮助管理人员快速应对突发情况。知识经验库收录了技术标准规范、案例经验总结、专家知识库、培训学习资料等内容, 形成协同管理的最佳实践。可以说, 协同决策层内嵌了工程管理的“知识”和“智慧”, 让各参与主体在确保自身利益的同时, 达成项目整体价值的最大化。协同决策让智慧工地的效能得到最终的体现。

三、协同管理策略实施策略

(一) 明确协同管理目标

项目管理团队要充分吸收各参与主体的意见建议, 在广泛讨论和科学论证的基础上, 确定切实可行的阶段性目标和总目标, 如确保工程建设“零事故”、提高管理效率 30%、降低综合成本 5% 等。目标的制定要体现多方利益的平衡, 同时还要与企业战略相协调。在目标分解时, 既要突出重点, 又要全面兼顾; 既要定性描述, 又要定量考核; 既要体现当前

急需, 又要着眼长远发展。分解后的具体措施要落实到责任部门和责任人, 明确时间节点, 做到任务到人, 权责一致。

(二) 建立协同管理机制

信息共享作为协同管理的基础, 项目管理团队要牵头制定统一的信息分类分级标准, 搭建共享平台, 明确共享主体、内容、方式、频率等, 做到有章可循。在明确信息边界的同时, 还要重点围绕跨专业、跨部门、跨阶段的业务协同需求, 对传统的线性流程进行再造, 通过减少中间环节, 下放审批权限等方式, 实现流程扁平化、精细化, 建立起快速响应机制^[3]。角色职责也要相应调整, 树立全局观念, 牢固确立“多方共创”理念, 摒弃条块分割思维定式。项目管理团队还要发挥组织协调作用, 搭建科学的奖惩机制, 既要有物质奖励, 也要有精神鼓励; 既要有个人评优, 也要有团队考核; 既要有过程管控, 也要有结果导向, 将协同目标内化为自觉行动。

(三) 强化人员培训

项目管理团队要充分认识到, 智慧工地的建设和运营需要一支懂管理、善协作、谙技术的复合型团队。要针对不同岗位、不同专业制定个性化的培养方案。对于管理人员, 重点是数字化转型思维的塑造, 要通过案例分析、专题讲座等方式, 提升其对 BIM、物联网、大数据等新技术的认知, 使其真正掌握利用信息化手段优化管理的方法。对于工程技术人员, 要打破学科藩篱, 注重复合型人才的培养, 突出协同创新能力的提升。基层作业人员的培训则要聚焦在实际操作技能和数字化工具的使用上, 通过师带徒、以老带新等方式, 打造一支技能过硬、数字化应用娴熟的高素质产业工人队伍。

(四) 定期评估与优化

项目管理团队要高度重视协同管理成熟度评估工作, 建立定期评估机制, 从战略协同、业务协同、数据协同等多个维度设置科学的评判指标, 辅以第三方评估等方式, 客观评判协同管理水平。对于评估中发现的突出问题, 要举一反三, 找准病灶, 开展专项整治。整改措施要制定详细的时间表和路线图, 明确责任分工, 严格考核问责, 确保取得实效。对于行之有效的做法, 要及时总结提炼, 以标准化的形式固化下来, 成为可复制、可推广的经验模板。只有常抓不懈, 久久为功, 才能使协同管理在复杂多变的工程建设环境中生根发芽, 推动智慧工地行稳致远。

四、结语

智慧工地的构建是一项复杂的系统工程, 需要技术、管理、业务的多维融合。协同管理则是智慧工地的核心价值所在, 其重点在于利用前沿技术重塑组织流程, 实现跨专业、跨部门、跨阶段的无缝对接, 形成利益共享、目标一致的命运共同体。只有坚持以新技术为支撑, 以新流程为抓手, 以新机制为保障, 以新文化为内核, 系统设计, 综合施策, 才能构建起高效协同的智慧工地管理新模式。

[参考文献]

[1] 邵骏鹏. 基于物联网技术的智慧工地系统应用研究[J]. 建筑与装饰, 2023, (05): 142-144.

[2] 薛延峰. 基于物联网技术的智慧工地构建[J]. 科技传播, 2015 (15): 2.

[3] 周小冬, 刘民军, 鲁万卿, 等. 基于物联网技术的智慧工地建设[J]. 施工技术, 2018 (4): 3.

作者简介: 张丹, 女 (1988.12), 汉, 江苏邳州, 厦门工学院, 讲师, 研究生, 研究方向: 工程项目管理、工程造价。