

智慧工地技术在工程造价实时管控中的应用实践

胡德志

江西聚浩工程管理有限公司，江西吉安，343000；

摘要：在建筑行业数字化转型背景下，工程造价实时管控成为提升项目效益的关键，但传统管控方式存在数据滞后、动态调整不及时等问题。智慧工地技术凭借实时感知、数据整合、智能分析等优势，为工程造价实时管控提供了新路径。本文立足智慧工地技术的应用特性，结合工程造价管控需求，剖析智慧工地技术与造价实时管控的内在关联，梳理当前应用中存在的痛点，探索技术在造价数据采集、动态分析、风险预警等环节的应用路径，明确应用落地的保障机制，预判未来发展趋势，旨在为建筑企业借助智慧工地技术提升造价实时管控水平、实现成本精准控制提供理论参考与实践指引。

关键词：智慧工地技术；工程造价；实时管控；数据采集；风险预警

DOI：10.69979/3029-2727.25.11.073

引言

近年来，建筑工程项目复杂度不断提升，工程造价管控难度随之加大，传统依赖人工核算、事后调整的造价管理模式，已难以满足项目对成本动态把控的需求，易出现造价超支、成本浪费等问题。智慧工地技术通过物联网、BIM、大数据等技术的集成应用，能够实时获取施工现场的人员、机械、物料等关键信息，为工程造价实时管控提供数据支撑。

1 智慧工地技术与工程造价实时管控的关联分析

1.1 智慧工地技术的核心内涵与主要技术类型

智慧工地技术是以数字化、智能化为核心，整合多类技术形成的工地管理技术体系。其核心内涵在于通过技术手段打破施工现场的信息壁垒，实现对人员、机械、物料、环境等要素的实时感知与动态管理，为工程全流程管理提供数据支撑。从主要技术类型来看，物联网技术是基础，通过传感器、RFID 标签、摄像头等设备采集现场实时数据，如物料库存、机械运行状态等；BIM 技术是核心载体，构建工程三维可视化模型，整合造价、进度等信息，实现可视化管理；大数据技术负责对海量数据进行存储、清洗与分析，挖掘数据背后的管理价值；人工智能技术则用于风险识别、智能决策，如自动识别造价超支风险，这些技术协同作用，构成智慧工地技术的完整体系。

1.2 工程造价实时管控的核心需求与关键环节

工程造价实时管控的核心需求是实现对项目成本的动态监控与精准把控，确保造价始终处于计划范围内，

避免超支风险。这种需求体现在项目全周期中，从施工准备阶段的成本预算制定，到施工过程中的成本动态调整，再到竣工阶段的成本核算，均需实时掌握造价变化情况。其关键环节主要包括三方面：一是数据获取环节，需实时收集与造价相关的各类数据，如材料采购价格、人工费用、机械租赁成本等；二是数据分析环节，需对获取的数据进行实时核算，对比实际成本与预算成本的差异；三是调整优化环节，需根据分析结果及时调整造价计划，制定成本控制措施，确保造价管控的及时性与有效性。

1.3 智慧工地技术对工程造价实时管控的支撑作用与适配性

智慧工地技术为工程造价实时管控提供了多维度支撑作用。在数据支撑方面，物联网技术实现了造价相关数据的实时采集，解决了传统管控中数据滞后的问题；在分析支撑方面，大数据技术能够快速处理海量造价数据，精准计算成本差异，提升分析效率；在决策支撑方面，人工智能技术可基于数据自动生成成本调整建议，辅助管理人员快速决策。从适配性来看，智慧工地技术的实时性与工程造价实时管控的“实时”需求高度契合，能够满足管控对数据及时性的要求；其集成性可整合多维度造价数据，适配管控对数据全面性的需求；其智能化则能减少人工干预，适配管控对精准性的需求，整体适配工程造价实时管控的核心诉求。

2 智慧工地技术在工程造价实时管控中的应用现状与痛点

2.1 智慧工地技术在造价实时管控领域的整体应

用普及情况

当前,智慧工地技术在造价实时管控领域的应用呈现“局部应用多、全面覆盖少”的特点。部分大型建筑企业已在重点项目中尝试应用智慧工地技术开展造价实时管控,如通过 BIM 模型关联造价数据,实现成本动态查看;通过物联网设备采集材料使用数据,辅助成本核算。但从行业整体来看,应用普及率仍较低,大量中小型企业受限于资金、技术、人才等因素,尚未将智慧工地技术与造价实时管控深度结合,仅在部分环节使用简单数字化工具,未形成完整的实时管控体系。此外,从应用场景来看,智慧工地技术在材料成本管控中的应用较多,在人工、机械成本实时管控中的应用较少,应用场景存在不均衡性。

2.2 智慧工地技术在造价数据采集、分析、预警环节的应用痛点

智慧工地技术在造价管控各环节的应用均存在明显痛点。数据采集环节,虽能通过物联网设备获取数据,但不同设备的数据格式不统一,如不同品牌的传感器输出数据格式存在差异,导致数据整合难度大,需人工二次处理,影响数据采集效率;数据分析环节,部分项目虽引入大数据分析工具,但工具与造价管理软件的兼容性不足,数据无法顺畅流转,且分析模型多基于通用场景构建,难以适配不同项目的个性化造价管控需求,分析结果精准度有限;风险预警环节,预警模型的灵敏度把控难度大,易出现“误预警”或“漏预警”情况,如因临时材料价格波动触发不必要的超支预警。

2.3 制约智慧工地技术深度服务造价实时管控的关键因素

制约智慧工地技术深度服务造价实时管控的因素涉及多方面。技术层面,不同智慧工地技术之间的协同性不足,如 BIM 技术与物联网技术的数据接口不统一,导致数据无法高效联动,影响管控流程顺畅性;人员层面,缺乏兼具造价管理专业能力与智慧工地技术应用能力的复合型人才,现有造价人员多熟悉传统管控方法,对智慧工地技术的操作与数据解读能力薄弱,难以充分发挥技术价值;制度层面,行业内缺乏针对智慧工地技术应用于造价实时管控的统一标准,如数据采集规范、分析流程标准等,导致各企业应用水平参差不齐。

3 智慧工地技术在工程造价实时管控中的应用路径

3.1 数据采集环节:基于物联网技术的造价相关数据实时获取

数据采集环节需以物联网技术为核心,构建全方位的实时数据获取体系。针对材料成本数据,在材料仓库、施工现场安装 RFID 阅读器与重量传感器,材料入库时自动记录材料规格、数量、单价等信息,材料使用时实时采集消耗数量,确保材料成本数据实时更新;针对人工成本数据,为施工人员配备智能安全帽或定位手环,记录人员出勤时间、工作时长、所在工种等信息,自动核算人工费用;针对机械成本数据,在施工机械上安装 GPS 定位与工况传感器,实时采集机械运行时间、作业效率、燃油消耗等数据,结合租赁单价计算机械租赁成本。

3.2 动态分析环节:依托 BIM 与大数据技术的造价动态核算与对比

动态分析环节需依托 BIM 与大数据技术构建高效的分析体系。首先,将 BIM 模型与造价数据库关联,在模型中嵌入各构件的预算成本、材料用量等信息,形成“模型+造价”一体化管理载体;其次,利用大数据技术将物联网采集的实时成本数据导入 BIM 模型,模型自动根据实际数据更新构件成本,生成实时成本报表;最后,通过大数据分析工具对比实际成本与预算成本的差异,分析差异产生的原因,如材料价格上涨导致的成本增加、人工效率低下导致费用超支等,并以可视化图表形式呈现分析结果,让管理人员直观掌握成本动态变化情况,为后续调整提供依据。

3.3 风险预警环节:借助人工智能技术的造价超支风险实时识别与预警

风险预警环节需借助人工智能技术构建精准的预警体系。首先,基于历史项目的造价数据与风险案例,训练人工智能预警模型,明确不同类型造价超支风险的特征指标,如材料成本超支的预警指标可设为“实际单价超出预算单价 10%”;其次,将实时成本数据与预警模型联动,模型实时监测成本数据是否触发预警指标,一旦触发,立即生成预警信息;最后,预警信息通过管理平台推送至相关管理人员,同时附带风险原因分析与应对建议,如针对材料价格超支风险,建议更换供应商或调整采购数量,帮助管理人员快速采取措施,避免风险扩大。

4 智慧工地技术在工程造价实时管控中应用落地的保障机制

4.1 技术保障:构建适配造价管控需求的智慧工地技术集成体系

技术保障的核心是构建适配性强的技术集成体系。

首先,开展技术需求调研,根据不同项目的造价管控重点,如住宅项目侧重材料成本管控、市政项目侧重机械成本管控,选择适配的智慧工地技术类型;其次,建立技术集成平台,统一数据接口标准,解决物联网、BIM、大数据等技术之间的数据互通问题,实现技术间的无缝协同。

4.2 人员保障:培养兼具造价管理能力与智慧技术应用能力的复合型人才

人员保障需围绕复合型人才培养构建完整体系。一方面,制定分层培训计划,针对基层造价人员,重点培训智慧工地技术的基础操作,如物联网设备数据查看、BIM模型造价关联方法;针对中层管理人员,重点培训技术数据分析与风险判断能力,如通过大数据结果制定成本调整策略;针对高层决策人员,重点培训技术应用规划能力,如制定项目智慧造价管控方案。另一方面,建立人才激励机制,将智慧工地技术应用能力纳入员工绩效考核,对技术应用成效显著的个人与团队给予奖励,同时通过校企合作引进专业人才,充实人才队伍,为技术应用提供人力支撑。

4.3 制度保障:完善智慧工地技术应用于造价管控的标准与考核机制

制度保障需从标准制定与考核激励两方面入手。标准制定方面,企业应结合行业规范与项目实际,制定智慧工地技术应用于造价管控的操作标准,明确数据采集、分析、预警各环节的工作流程、责任主体与质量要求;同时,推动行业层面建立统一的技术应用标准,规范数据格式、分析方法等,提升行业整体应用水平。考核激励方面,建立技术应用考核制度,定期检查项目智慧工地技术的应用情况,评估造价实时管控效果,将考核结果与项目团队绩效挂钩。

5 智慧工地技术在工程造价实时管控中的发展趋势

5.1 技术融合深化:多技术协同驱动造价实时管控精度提升

未来,智慧工地技术的融合将进一步深化,多技术协同成为提升造价实时管控精度的核心方向。物联网、BIM、大数据、人工智能等技术将不再是独立应用,而是形成“物联网采集数据—BIM整合数据—大数据分析数据—人工智能决策”的完整闭环。例如,物联网采集的实时数据直接导入BIM模型,大数据分析模型与BIM模型深度绑定,自动生成成本差异分析结果,人工智能

基于分析结果生成决策方案并推送至管理人员,各技术无缝衔接,减少数据流转环节的损耗,提升数据准确性与分析精度,推动造价实时管控从“粗略管控”向“精准管控”转型。

5.2 管理一体化:智慧工地技术与造价全流程管理的深度融合

管理一体化将成为重要发展趋势,智慧工地技术将与造价全流程管理深度融合,打破各阶段管控壁垒。在施工准备阶段,智慧工地技术可通过BIM模型进行造价预算编制,结合历史数据优化预算方案;施工阶段,实时管控成本变化,及时调整计划;竣工阶段,自动整合全周期造价数据,生成竣工结算报告,实现“预算—施工—结算”全流程的智慧化管控。

5.3 决策智能化:基于智慧工地数据的造价管理智能决策支持

决策智能化将成为智慧工地技术应用的核心发展方向。随着人工智能技术的成熟,未来的造价实时管控将实现“数据自动采集—分析自动完成—决策自动生成”的智能化流程。人工智能模型将基于海量智慧工地数据,不仅能实时识别造价超支风险,还能结合项目实际情况生成多种成本控制方案,并评估各方案的可行性与预期效果,如针对材料成本超支,生成“更换供应商”“调整采购量”“优化施工工艺减少材料消耗”等多种方案及效果预测,辅助管理人员快速选择最优方案。

6 结论

本文研究表明,智慧工地技术与工程造价实时管控存在高度适配性,能够从数据、分析、决策多方面提供支撑,但当前应用仍面临普及度低、环节痛点多、制约因素复杂等问题。通过构建“数据采集—动态分析—风险预警”的应用路径,搭配技术、人员、制度三维保障机制,可有效推动智慧工地技术落地应用。未来,随着技术融合深化、管理一体化推进、决策智能化发展,智慧工地技术将在工程造价实时管控中发挥更大价值。

参考文献

- [1] 范兆挺. 智慧工地系统对建筑工程管理及造价影响分析[J]. 新城建科技, 2024, 33(12): 186-188.
- [2] 赵希军, 于宗新. 浅议建筑企业造价管理与新基建的对接融通[J]. 中华建设, 2021, (02): 54-55.
- [3] 探索工程项目信息化管理最佳解决方案[N]. 中国建设报, 2017-08-04(005).