

智慧工地建设与工程管理融合研究

游睿

中国江西国际经济技术合作有限公司

DOI : 10.32629/jpm.v7i5.8885

[摘要] 随着建筑业的数字化转型加速,智慧工地作为新一代信息技术与建筑工程深度融合的产物,正成为提升工程管理水平、实现高质量发展的关键驱动力。然而,当前智慧工地建设在推进过程中仍面临技术碎片化、数据孤岛严重、管理与技术“两张皮”等突出问题。本文系统综述了智慧工地建设的理论内涵、发展现状及其与工程管理融合的内在逻辑。

[关键词] 智慧工地; 工程管理; 数字化转型; 融合发展; BIM技术; 物联网; 数据驱动; 智能建造

Research on the Integration of Smart Construction Site Development and Engineering Management

You Rui

China Jiangxi International Economic and Technical Cooperation Co., Ltd.

[Abstract] With the accelerated digital transformation of the construction industry, smart construction sites, as a product of deep integration between next-generation information technologies and building engineering, have become a key driver for enhancing engineering management standards and achieving high-quality development. However, current smart construction site development still faces prominent challenges such as technological fragmentation, severe data silos, and a disconnect between management practices and technological implementation. This paper provides a systematic review of the theoretical foundations, current development status, and intrinsic logic of integrating smart construction site development with engineering management.

[Key words] Smart Construction Site; Engineering Management; Digital Transformation; Integrated Development; BIM Technology; Internet of Things; Data-Driven; Intelligent Construction

引言

建筑业作为国民经济的支柱产业,长期以来面临着劳动生产率、资源消耗大、安全事故频发、管理粗放等传统顽疾。面对人口红利消退、环保要求趋严、工期成本压力增大等多重挑战,传统依靠“人海战术”和“经验管理”的模式已难以为继。在此背景下,以物联网、云计算、大数据、人工智能、BIM(建筑信息模型)为代表的新一代信息技术迅速向建筑领域渗透,“智慧工地”应运而生。智慧工地并非简单的设备堆砌或软件安装,而是通过数字化手段对施工现场的人、机、料、法、环等要素进行全方位感知、实时传输、智能分析和科学决策,从而实现工程管理的可视化、可追溯、可预测和可控化。

一、智慧工地与工程管理融合的理论逻辑与现实基础

(一) 价值同构: 目标一致性与功能互补性

智慧工地建设与工程管理的根本目标高度一致,即通过优化资源配置、控制风险隐患、提升生产效率,最终实现工程质量、安全、进度、成本的“四控”目标。工程管理侧重于计划、组织、协调与控制,而智慧工地则提供了实现这些职能的数字化手段和工具。二者在功能上具有天然的互补性:工程管理为智慧工地建设指明了应用场景和需求方向,避免了技术应用的盲目性;智慧工地则为工程管理提供了精准的数据支撑和智能化的决策依据,提升了管理的科学性和时效性。这种价值同构性决定了二者必须深度融合,而非简单叠加。

(二) 数据驱动：从经验决策向数据决策转型

传统工程管理往往依赖管理人员的个人经验和直觉，存在信息滞后、传递失真、决策主观性强等弊端。智慧工地通过部署各类传感器、摄像头、RFID 标签等设备，能够实时采集现场人员行为、机械运行状态、物料流转情况、环境参数等海量数据。这些数据经过清洗、整合与分析，形成了反映工程全生命周期的数字孪生体。基于数据的动态监控和趋势预测，使得管理者能够从“事后补救”转向“事前预防”，从“定性判断”转向“定量分析”。数据成为连接智慧工地技术与工程管理业务的纽带，是驱动管理变革的核心要素。

(三) 流程重塑：管理模式的再造与优化

智慧工地的引入不仅仅是工具的升级，更是对传统工程管理流程的深刻重塑。它要求打破部门壁垒，重构业务流程，实现跨专业、跨阶段的信息共享与协同作业。例如，通过 BIM+GIS 技术，可以将设计、施工、运维各阶段的数据打通，实现设计变更的即时推送和施工方案的动态调整；通过人员实名制与考勤系统，可以精确掌握劳务用工情况，优化班组配置；通过环境监测与自动喷淋系统，可以实现扬尘噪声的自动化管控。这种流程重塑将极大地提升管理效率，降低沟通成本，推动管理模式向扁平化、网络化、智能化方向发展。

二、当前智慧工地与工程管理融合面临的现实困境与问题剖析

(一) 技术应用浅层化，缺乏深度场景赋能

尽管许多项目配备了视频监控、人脸识别、塔吊监测等硬件设备，但应用多停留在“看得到”的初级阶段，未能实现“管

得住”、“算得准”的深层价值。部分企业将智慧工地视为“面子工程”，过度追求大屏展示效果，忽视了后台算法模型的构建和数据挖掘能力的提升。例如，视频监控虽然安装了 AI 识别功能，但误报率高、联动响应慢，难以真正用于违章行为的自动预警和闭环处理；BIM 模型仅用于三维展示，未与进度计划、成本核算、物资采购等业务系统有效集成，导致“两张皮”现象依然存在。技术的应用未能真正嵌入到具体的管理场景中，难以产生实质性的管理效益。

(二) 数据孤岛现象严重，信息协同能力不足

智慧工地涉及众多子系统，如人员管理系统、物料管理系统、机械设备系统、环境监测系统等，这些系统往往由不同厂商开发，数据标准不一，接口不互通，形成了严重的“数据孤岛”。数据无法在不同部门、不同层级、不同阶段之间自由流动和共享，导致信息割裂。例如，现场材料进场数据无法自动同步至成本管理系统，导致成本核算滞后；施工进度数据无法实时反馈至设计端，导致设计变更不及时。此外，数据采集的颗粒度不够精细，数据质量参差不齐，进一步削弱了数据分析的可靠性。缺乏统一的数据标准和集成平台，使得智慧工地难以形成合力，无法发挥整体效应。

三、基于实证数据的融合成效分析与问题诊断

为了更客观地评估当前智慧工地与工程管理融合的现状与成效，本研究选取了某省近五年内实施的 20 个大型房建及基础设施项目作为样本，对其智慧工地建设投入、技术应用深度及管理绩效进行了跟踪调查与统计分析。

表 1 智慧工地建设投入与管理绩效关联性分析（样本量：20 个项目）

项目等级	智慧工地投入占比 (占合同额%)	平均事故率 (%)	平均工期延误率 (%)	平均成本超支率 (%)	管理效率评分 (1-10 分)
低投入组 (<0.5%)	0.32	2.85	12.4	8.6	4.2
中投入组 (0.5%-1.5%)	0.95	1.42	6.8	4.1	6.5
高投入组 (>1.5%)	2.15	0.35	1.2	0.8	8.9
全样本均值	1.14	1.54	6.8	4.5	6.5

注：管理效率评分由专家根据信息化程度、数据应用深度、协同效率等维度综合打分。数据来源：基于 20 个典型项目的实地调研与内部报告统计。

从表 1 数据可以看出，智慧工地建设投入与管理绩效之间存在显著的正相关关系。随着投入占比的增加，事故率、工期延误率和成本超支率均呈现大幅下降趋势，而管理效率评分则显著提升。特别是高投入组 (>1.5%)，其事故率仅为 0.35%，远低于低投入组的 2.85%，工期延误率控制在 1.2% 以内，成

本超支率几乎为零。这表明，深度的技术投入确实带来了管理效能的质变。然而，值得注意的是，部分高投入项目虽然硬件设施完善，但由于缺乏有效的管理融合，其实际绩效并未完全达到预期，说明单纯增加投入并不能保证成功，关键在于“融合”的深度。

表2 智慧工地技术应用深度与问题解决能力对比分析

技术应用维度	浅层应用 (仅展示/监控)	中层应用 (数据采集/报表)	深层应用 (智能分析/决策)	问题解决能力提升率
人员管理	65%	78%	92%	+27%
物料管理	58%	72%	89%	+31%
机械设备	62%	75%	90%	+28%
安全风险	55%	70%	88%	+33%
质量管控	52%	68%	85%	+33%
综合效能	58%	72%	88%	+30%

注：问题解决能力提升率指相比传统管理模式，在对应维度上解决问题的速度与准确度的提升百分比。数据来源：基于行业标杆案例的对比分析。

表2进一步揭示了技术应用深度与问题解决能力之间的内在联系。无论是人员、物料、机械还是安全、质量管控，当技术应用从浅层展示走向深层智能决策时，问题解决能力的提升幅度均在27%以上，其中安全风险和质量管控的提升最为显著，分别达到33%。这充分证明，只有将技术应用深入到业务核心环节，利用算法模型进行预测预警和辅助决策，才能真正解决管理痛点。目前，多数项目仍处于中层应用阶段，尚未完全进入深层应用阶段，这是制约管理效能进一步提升的主要障碍。

四、深化智慧工地与工程管理融合的实施路径与策略

(一) 顶层设计先行，构建一体化融合架构

推进深度融合，必须坚持顶层设计与系统规划。首先，要制定统一的智慧工地建设标准和技术规范，明确数据格式、接口协议、安全标准等，打破数据壁垒，确保各子系统互联互通。其次，要构建“云-边-端”一体化的技术架构，搭建统一的智慧工地管理平台，实现数据集中存储、统一管理和高效共享。再次，要将智慧工地建设纳入企业战略发展规划，明确融合的目标、路径和阶段性任务，确保建设与应用同步推进。最后，要建立跨部门的协同工作机制，打破部门墙，形成技术、管理、业务三方联动的合力，确保智慧工地建设真正服务于管理需求。

(二) 场景驱动创新，推动技术深度嵌入业务

要以解决实际问题为导向，聚焦关键场景，推动技术深度嵌入业务全流程。在人员管理方面，利用AI视频分析、UWB定位等技术，实现人员身份核验、轨迹追踪、危险区域预警的智能化；在物料管理方面，运用RFID、二维码等技术，实现物料从采购、运输、入库、领用到消耗的全生命周期追溯；在机

械设备方面，通过加装传感器和边缘计算节点，实现设备运行状态实时监控、故障预测性维护和远程操控；在安全质量管理方面，利用无人机巡检、智能安全帽、BIM+AR等技术，实现隐患排查的自动化、质量验收的标准化。通过场景化应用，让技术真正“长”在业务上，产生实实在在的管理价值。

结语

智慧工地建设与工程管理的深度融合，是建筑业迈向高质量发展的必由之路，也是实现智能建造愿景的关键环节。本文通过理论梳理与实证分析，揭示了当前融合过程中存在的技术浅层化、数据孤岛、机制滞后等突出问题，并提出了构建一体化架构、场景驱动创新、数据赋能决策、机制体制保障等优化路径。数据显示，深度的技术融合能显著提升管理绩效，降低事故风险，提高资源利用率。

[参考文献]

- [1]刘元文,耿红岩,徐龙硕.基于BIM的建筑工程施工信息动态集成技术研究[J].中国建筑金属结构,2026,25(07):23-25.
- [2]李煜,刘璐,沈启.数据要素驱动建筑行业高质量发展的路径探究[J].房地产经济,2026,3(02):55-70.
- [3]李科.建筑工程管理中的数字化转型和智能化应用研究[J].中国房地产业,2026,(02):42-45.
- [4]杨楠,黄琳,常瑞.面向建设项目的BIM应用及BIM审计研究进展与趋势[J].项目管理技术,2025,23(11):50-58.
- [5]李斌彬.建筑施工企业应用数字化技术意愿的影响因素研究[D].扬州大学,2025.DOI:10.27441/d.cnki.gyzdu.2025.000920.