

数字化转型背景下智慧工地在工程管理中的实施路径探析

朱石磊

内蒙古诚达(集团)房地产开发有限公司 内蒙古 通辽 028000

摘要: 本文旨在系统性地探讨数字化转型背景下智慧工地在工程管理中的实施路径。文章首先阐述了数字化转型与智慧工地的核心内涵及其对传统工程管理模式的颠覆性影响;其次,深入剖析了当前智慧工地建设中存在的主要挑战,如顶层设计缺失、数据孤岛严重、技术标准不一、人才结构断层及成本效益考量失衡等问题;进而,构建了一个涵盖“战略规划—平台筑基—场景深化—机制保障”四个维度的系统性实施路径框架,并详细论述了各阶段的核心任务与关键举措。研究表明,成功的智慧工地建设并非简单的技术堆砌,而是一项涉及战略、组织、流程、技术和文化的系统性变革工程,需要以价值创造为导向,以数据为核心驱动力,方能真正释放其在提升工程质量、保障施工安全、优化资源配置、驱动管理决策等方面的巨大潜能。

关键词: 数字化转型;智慧工地;工程管理;BIM;物联网;实施路径

引言

建筑业被称为“数字化洼地”,存在管理效率低、事故频发、资源浪费、信息滞后等问题,制约行业高质量发展。数据显示,我国建筑业劳动生产率增速远低于其他制造业,安全事故年损失达数百亿元。为此,国家出台《“十四五”建筑业发展规划》等政策,将推动建筑业数字化、智能化转型作为核心战略。“智慧工地”在此背景下应运而生,它借助信息技术,对施工现场全要素实时感知、互联与分析,实现工程项目精细、可视、智能管理。然而,实践中许多企业对智慧工地理解停留在初级阶段,缺乏系统性规划,投入大却收效小,陷入“为数字化而数字化”误区。因此,深入探究数字化转型背景下智慧工地在工程管理中的科学、可行、高效实施路径,既具理论价值,也对指导实践、推动建筑业转型升级有迫切现实意义。本文将超越零散技术应用视角,从系统工程高度,构建逻辑清晰、层次分明、可操作性强的实施路径框架,为从业者提供参考。

1 数字化转型与智慧工地的内涵解析

1.1 数字化转型的本质与特征

数字化转型并非简单地将线下业务搬到线上,或引入几项新技术,其本质是一场深刻的、全方位的企业变革。它是指利用数字技术(如云计算、大数据、物联网、人工智能、区块链等)重构企业的业务模式、组织架构、运营流程和企业文化,以应对不断变化的市场环境,创造新的价值增长点^[1]。其核心特征体现在三个方面:①以客户为中心的价值重塑:数字化转型的最终目的是更好地满足客户需求,创造卓越体验。在工程领域,这意味着要为业主、政府监管方、分包商乃至一线工人提供更

高效、透明、安全的服务。②数据驱动的决策范式:数据取代经验成为企业最重要的资产和决策依据。通过对海量、多源、异构数据的采集、整合、分析与洞察,实现从“凭感觉”到“看数据”的决策转变。③敏捷与创新的组织文化:打破部门壁垒,建立跨职能协作的敏捷团队,鼓励试错与快速迭代,形成持续学习和创新的组织氛围。

1.2 智慧工地的概念与核心价值

智慧工地是数字化转型理念在建筑施工现场的具体落地形态。它是以BIM(建筑信息模型)技术为核心,深度融合物联网(IoT)、云计算、移动互联网、人工智能(AI)、5G等新一代信息技术,构建的一个覆盖项目全生命周期的数字化、在线化、智能化的协同管理平台。其核心价值在于对传统工程管理模式的颠覆与升级:①从“被动响应”到“主动预防”:通过实时监测(如塔吊运行状态、深基坑位移、工人生命体征),系统可提前预警潜在风险,将安全管理从事后追责转变为事前预防。②从“碎片化管理”到“一体化协同”:打破设计、采购、施工、运维等环节的信息壁垒,实现基于同一数据源的高效协同,减少返工与浪费。③从“经验驱动”到“数据驱动”:管理者可以基于实时、准确的数据仪表盘,对进度、成本、质量进行动态监控与科学决策,而非依赖层层上报的滞后报表。④从“人盯人防”到“技防+人防”:利用人脸识别、电子围栏、智能穿戴设备等技术手段,实现对人员、机械、物料的精准管控,极大提升管理效率与精度。

2 智慧工地实施面临的主要挑战

尽管前景广阔,但智慧工地的推广与深化仍面临诸多

现实挑战，这些挑战构成了实施路径中必须跨越的障碍。

2.1 顶层设计缺失，战略定位模糊

许多企业将智慧工地视为IT部门的专项任务，缺乏公司层面的统一战略规划。这导致建设目标不清晰，与企业整体发展战略脱节，各部门各自为政，形成了新的“数字烟囱”。没有明确的战略牵引，后续的投入、组织、流程变革都缺乏方向和动力。

2.2 数据孤岛林立，集成共享困难

施工现场涉及的专业系统繁多，如BIM模型、劳务实名制、视频监控、环境监测、物料管理、机械设备管理等。这些系统往往由不同供应商提供，采用不同的数据标准和接口协议，彼此之间无法有效互联互通。数据被割裂在各个独立的系统中，无法形成统一的数据视图，严重制约了数据价值的挖掘与应用。

2.3 技术标准体系不健全

目前，智慧工地领域尚缺乏统一、权威的国家或行业标准。各地方、各企业自行其是，导致软硬件选型混乱，系统兼容性差，后期维护和升级成本高昂^[2]。标准的缺失也阻碍了优秀解决方案的规模化复制与推广。

2.4 复合型人才严重匮乏

智慧工地的成功运营需要既懂建筑工程专业知识，又精通信息技术的复合型人才。然而，当前建筑行业的从业人员普遍年龄偏大，数字化素养不高；而IT人才又缺乏对建筑行业复杂业务场景的深刻理解。这种人才断层使得许多先进的技术工具无法被有效利用，甚至沦为“摆设”。

2.5 成本投入与效益产出的平衡难题

智慧工地的初期建设投入较大，包括硬件设备、软件平台、网络基础设施以及人员培训等。而其带来的效益，如安全事故减少、管理效率提升、材料损耗降低等，往往是长期的、隐性的，难以在短期内精确量化。这使得部分企业管理者在投资决策时犹豫不决，尤其是在项目利润率本就不高的情况下。

3 智慧工地在工程管理中的系统性实施路径

针对上述挑战，本文提出一个“四步走”的系统性实施路径，即“战略规划—平台筑基—场景深化—机制保障”，旨在为企业提供一个循序渐进、重点突出的行动指南。

3.1 第一步：战略规划——明确方向，统一思想

这是整个实施路径的基石，决定了项目的成败。^①高层驱动与愿景共识：必须由企业最高管理层亲自挂帅，成立专项领导小组。通过内部研讨、外部对标等方式，明确智慧工地建设的战略目标（例如，是聚焦于提升安全水

平，还是优化成本控制，或是打造企业品牌标杆），并将其与公司的整体数字化转型战略紧密结合。目标应遵循SMART原则（具体、可衡量、可达成、相关、有时限）。^②现状评估与差距分析：对企业现有的信息化基础、管理水平、人员素质、项目特点进行全面诊断，识别出当前最迫切需要解决的痛点问题（如高处坠落事故频发、混凝土浇筑超耗严重等），以此作为智慧工地建设的切入点。^③制定分阶段实施蓝图：避免“大而全、一步到位”的冒进思想。应制定一个3-5年的滚动规划，明确每个阶段的重点任务、预期成果、资源投入和里程碑节点。初期可选择1-2个代表性项目作为试点，积累经验后再逐步推广。

3.2 第二步：平台筑基——打破孤岛，构建底座

此阶段的核心任务是解决数据集成与共享问题，为上层应用提供坚实的数据和技术支撑。^①构建统一的智慧工地云平台：摒弃“买一堆独立软件”的做法，选择或自建一个开放、可扩展的云原生平台。该平台应具备强大的数据中台能力，能够通过API、中间件等方式，无缝集成各类前端感知设备（IoT）和业务系统（如BIM、ERP、OA）^[3]。^②确立统一的数据标准与治理规范：在平台之上，定义统一的数据模型、编码规则和交换格式（可参考或参与制定行业标准）。建立数据治理委员会，负责数据的采集、清洗、存储、使用和安全的全生命周期管理，确保数据的准确性、一致性和完整性。^③夯实网络与安全基础设施：部署高速、稳定的5G/光纤/WiFi6网络，确保海量终端设备的稳定接入。同步构建完善的信息安全防护体系，包括网络安全、数据加密、权限管理和应急响应机制，防范数据泄露和网络攻击风险。

3.3 第三步：场景深化——聚焦价值，迭代应用

在坚实的平台基础上，围绕工程管理的核心业务场景，开发和部署具体的智能化应用，并持续优化。^①人员管理智能化：通过人脸识别闸机，自动完成工人进场登记、考勤统计，杜绝代打卡、虚假考勤。利用AI视频分析技术，自动识别未戴安全帽、未系安全带、闯入危险区域等不安全行为，并实时告警。结合智能手环监测工人身体状况（心率、体温），并与岗前培训、技能证书信息关联，实现人岗匹配。^②机械设备管理智能化：在塔吊、升降机等大型设备上加装传感器，实时监测其倾角、风速、载重、运行轨迹等参数，预防超载、碰撞等事故。基于设备使用数据和项目进度，智能生成最优的设备调度方案，并预测性地安排维护保养，延长设备寿命。^③物料管理精细化：对钢筋、混凝土等关键建材实

行“一物一码”管理,从出厂、运输、进场验收到使用部位,全程可追溯,确保材料质量。利用RFID或UWB技术,实现仓库物料的自动盘点,并根据BIM模型中的工程量,智能预警物料短缺或过剩。④质量管理数字化:将BIM模型与现场施工进度、质量检查数据进行关联。质检员通过移动端APP,可直接在模型上标注质量问题,责任到人,并跟踪整改闭环。利用三维激光扫描或无人机航拍,快速获取现场点云数据,与BIM模型进行自动比对,精准发现施工偏差。⑤环境与能耗管理绿色化:部署环境监测仪,当PM2.5、噪音等指标超标时,自动联动喷淋系统降尘,并向管理人员推送告警。对工地用电、用水进行分项计量,分析能耗规律,识别浪费点,提出节能优化建议。所有应用场景的开发都应遵循“小步快跑、快速迭代”的敏捷开发原则,优先解决高价值、高痛点的问题,并根据用户反馈不断优化。

3.4 第四步:机制保障——文化、组织与制度协同

技术是骨架,而机制是血肉,决定了智慧工地能否真正“活”起来。①组织变革与流程再造:设立专门的“智慧建造中心”或类似机构,统筹协调各方资源。对原有的管理流程进行梳理和优化,使之与数字化工具相匹配。例如,将传统的纸质审批流程转变为线上电子流^[4]。②人才培养与激励机制:一方面,加强对现有员工的数字化技能培训,培养一批“数字化班组长”、“BIM工程师”;另一方面,引进外部高端人才,并建立与数字化贡献挂钩的绩效考核和激励机制,激发全员参与的热情。③建立持续改进的文化:鼓励一线员工提出改进建议,将智慧工地平台打造成一个持续学习和创新的载体。定期组织复盘会议,总结经验教训,将最佳实践固化为标准作业程序(SOP)。④构建生态合作体系:积极与高校、科研院所、科技公司建立合作关系,共同研发前沿技术,共享数据资源,形成互利共赢的产业生态。

4 结语

本文系统地探讨了数字化转型背景下智慧工地在工程管理中的实施路径。研究认为,智慧工地的成功绝非一蹴而就,它是一个始于战略、成于执行、久于机制的复杂系统工程。企业必须摒弃“重硬轻软、重技术轻管理”的片面思维,坚持“战略先行、平台筑基、场景驱动、机制护航”的一体化推进策略。展望未来,智慧工地的发展将呈现以下趋势:①技术融合更深:BIM、CIM(城市信息模型)、数字孪生技术将进一步融合,实现从单体项目到城市级的智慧建造与管理。②AI应用更广:人工智能将从辅助决策走向自主决策,在施工方案优化、风险智能预测、机器人协同作业等方面发挥更大作用。③价值链条更长:智慧工地的数据资产将向设计前端和运维后端延伸,真正贯通建筑全生命周期,催生新的商业模式。对于建筑企业而言,拥抱智慧工地不仅是提升竞争力的必然选择,更是履行社会责任、推动行业可持续发展的历史使命。唯有以坚定的战略定力、科学的实施路径和开放的创新心态,方能在数字化浪潮中行稳致远,开创高质量发展的新篇章。

参考文献

- [1]林国强.智慧工地系统在建筑工程管理中的应用研究[J].新城建科技,2026,35(01):188-190.
- [2]李笑林.智慧工地赋能建筑工程管理模式创新与优化[J].城市建设,2025,(18):37-39.
- [3]于霞,徐朝勃.智慧工地视角下的建筑工程管理思路探析[C]//广西大学广西县域经济发展研究院.2025年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会议论文集.青岛市即墨区房地产业发展服务中心;青岛雍达建设监理有限公司,;2025:158-160.
- [4]刘雯.智慧工地系统在建筑工程管理中的运用研究[J].中国管理信息化,2025,28(10):130-132.