

建筑工程项目施工管理的数字化转型研究

褚衍亮

国能(山东)能源环境有限公司 山东 济南 250000

摘要: 本文围绕建筑工程项目施工管理的数字化转型展开研究,首先阐述数字化转型的理论基础,包括概念界定、相关理论框架及发展历程。接着分析转型涉及的关键技术,如BIM、物联网、大数据与云计算、人工智能与机器学习等。探讨施工管理数字化转型的核心内容,涵盖进度、质量、安全、成本及协同管理的数字化。最后提出转型的实施路径与策略,涉及组织架构变革、技术实施、人才培养和标准化体系建设,为建筑业施工管理数字化转型提供全面思路。

关键词: 建筑工程; 施工管理; 数字化转型; 数字技术; 管理策略

引言: 在建筑行业快速发展背景下,传统施工管理模式面临效率、质量与协同等多方面挑战。数字技术崛起为施工管理变革提供契机,数字化转型成为必然趋势。其不仅涉及技术更新,更关乎管理理念、组织架构与业务流程的系统性重塑。深入探究建筑工程项目施工管理数字化转型,有助于把握行业发展趋势,为建筑企业提升管理水平、增强核心竞争力提供理论支撑与实践指导。

1 数字化转型理论基础

1.1 数字化转型概念界定

数字化转型的定义与内涵,是借助数字技术对组织运营模式业务流程及价值创造方式进行系统性重塑。这一过程并非简单的技术叠加,而是通过数据的深度整合与流动,打破传统管理中的信息壁垒,实现从经验驱动向数据驱动的转变^[1]。数字技术成为连接各个环节的纽带,推动管理逻辑与组织形态发生根本性变化,让分散的管理要素形成有机整体。建筑业数字化转型特征表现为全流程的协同性。从设计到施工再到运维,数字技术贯穿始终,使原本相对独立的阶段形成联动。数据的核心性突出,工程建设中各类信息被转化为可分析利用的数据资源,成为决策与优化的基础。技术的融合性明显,不同数字技术相互配合,共同作用于项目管理各层面。

1.2 相关理论框架

系统工程理论将建筑工程项目视为复杂动态系统,强调各要素的关联性与整体性。在数字化转型中,指导通过数字技术实现系统内人物流信息流的高效协同,确保项目整体目标达成。其注重从全局出发,协调局部与整体的关系,为数字化转型中的系统设计与优化提供思路。信息管理理论关注信息的采集加工存储与传递。在建筑业数字化转型中,为数据的规范化处理与有效利

用提供支撑,明确信息流转的节点与路径,确保数据在不同阶段不同参与方之间准确传递,减少信息失真与滞后,提升利用效率。组织变革理论聚焦组织应对外部变化时的结构调整与文化重塑。数字化转型不仅带来技术改变,更要求组织在管理架构职责分工及员工行为模式上做出调整。该理论为理解转型中组织内部动态变化提供视角,指导破除传统组织模式束缚,建立适应数字化的新型组织形态。

1.3 建筑业数字化转型发展历程

信息化阶段以计算机技术初步应用为标志,表现为各类管理软件在局部环节的使用。数据处理局限于单个部门或任务,信息共享程度低,主要解决传统手工操作效率低下问题,如用电子文档替代纸质文件,用简单统计软件处理工程数据。数字化阶段在信息化基础上实现数据互联互通。BIM技术推广使三维模型成为信息载体,不同参与方可基于同一模型协同工作。物联网技术引入实现对施工现场人员机械物料的实时感知,数据开始在项目各环节有序流动,管理精细化程度提升。智能化阶段是数字化的高级形态,人工智能大数据等技术深度应用使管理具备自主分析与决策能力。通过学习历史数据,系统能预测施工风险优化资源配置,甚至自动生成部分管理方案。此时数字技术不再仅是辅助工具,而是驱动项目管理智能化升级的核心动力,推动建筑业管理模式向更高效精准方向发展。

2 施工管理数字化转型的关键技术

2.1 建筑信息模型(BIM)技术

BIM在施工管理中的应用体现在将建筑设计信息转化为三维数字模型,为施工全过程提供可视化依据。通过模型可提前模拟施工流程,排查设计与施工之间的冲突,减少现场返工。施工方案的可行性可在虚拟环境中验证,资

源配置计划能基于模型数据进行优化,各专业团队可依托同一模型开展工作,减少信息传递中的偏差^[2]。BIM与数字化施工的融合使现场作业与数字模型形成实时互动。施工进度可通过模型更新直观呈现,实际施工数据能及时反馈至模型中,形成动态调整机制。模型承载的信息贯穿施工各环节,从材料进场到工序验收,均能以数字形式记录归档,为后续运维提供完整数据基础。

2.2 物联网(IoT)技术

施工现场感知技术通过各类传感器收集环境参数与作业状态信息。温度湿度噪音等环境数据被实时捕捉,为施工环境调控提供依据。作业人员的位置与行为数据通过定位设备获取,有助于规范作业流程并保障安全。机械设备的运行参数被持续监测,可及时发现异常并预警。设备与材料追踪管理借助射频识别与定位技术实现全流程管控。材料从进场到使用的流转路径被精准记录,库存状态实时更新,避免积压或短缺。机械设备的调度情况通过物联网系统统筹,闲置设备可被快速调配至需求环节,提高设备利用率,减少资源浪费。

2.3 大数据与云计算

施工数据采集与分析覆盖项目各环节产生的信息。进度数据质量记录成本明细等被系统收集,经过处理形成结构化数据资产。通过分析这些数据可识别施工规律,发现管理薄弱环节,为优化施工方案提供方向,数据中的关联关系被挖掘后,能辅助解决复杂管理问题。云端协同管理平台打破地域与时间限制,使各参与方能够共享信息。施工文档图纸变更等资料在云端集中存储,授权人员可随时访问最新版本,减少信息滞后带来的问题。多方协作时,云端平台可实现实时沟通与审批流转,缩短决策周期,提升协同效率。

2.4 人工智能与机器学习

施工进度预测通过算法对历史进度数据与当前工况进行分析,推算后续工序可能的完成时间。影响进度的因素被模型纳入考量,如天气变化资源供应等,预测结果可动态调整,为进度管控提供前瞻性指导,有助于提前应对可能出现的延误。质量与安全智能监控利用图像识别与模式分析技术识别隐患。施工工序的质量缺陷可通过图像对比被自动检测,安全违规行为能被系统及时发现并提示。机器学习算法通过不断积累案例优化识别能力,使监控过程更精准,减少人工巡检的疏漏,提升质量与安全管理的主动性。

3 施工管理数字化转型的核心内容

3.1 施工进度管理数字化

4D进度模拟与优化是在三维模型基础上融入时间维

度,将施工计划转化为动态可视化过程。通过模拟不同施工方案的进度推演,直观对比各方案效率差异,找出关键路径制约因素,调整工序衔接顺序,压缩不必要的等待时间^[3]。模拟结果为进度计划优化提供直观参考,使计划更贴合实际施工条件。实时进度监控与预警依托现场数据采集设备,将实际施工进度与计划进度持续比对。某道工序完成时间偏离计划阈值时,系统自动提示,管理人员及时介入协调。进度偏差原因通过关联数据快速追溯,便于采取针对性措施纠正,防止小范围延误扩散为整体工期滞后。

3.2 施工质量管理数字化

数字化质量检测技术借助高精度仪器对施工成果量化检测,数据直接录入系统形成电子记录。传统检测难以捕捉的细微缺陷,通过数字化手段识别记录,保障检测标准一致性,减少人为判断主观差异。检测过程规范性通过系统流程约束,避免遗漏关键环节。质量数据追溯与分析将各分项工程检测结果、整改记录关联存储,形成完整质量档案。梳理历史质量数据,发现常见问题分布规律与成因,为制定预防措施提供依据。后续出现同类问题时,快速调取过往处理经验,提高解决效率。

3.3 施工安全管理数字化

智能安全监控系统通过视频监控与传感设备覆盖施工现场关键区域,自动识别违规操作、危险行为。高处作业不系安全带、临时用电不规范等风险行为被捕捉后,系统立即警示,提醒现场人员纠正。监控范围不受人工巡检时空限制,实现全天候不间断监管。风险预警与应急响应基于安全数据实时分析,识别可能引发事故的风险因素并提前预警。针对不同风险,系统推送预设应急处置流程,指导管理人员快速启动响应。应急资源分布与调配路径通过数字地图呈现,缩短响应时间,降低事故损失。

3.4 施工成本管理数字化

成本动态监控将合同价、预算价与实际支出数据实时关联,形成成本变动曲线。每笔费用支出对应具体分项工程与时间段,成本构成变化趋势直观呈现。某一成本项增长速度超出预期时,系统及时提示,便于管理人员分析原因并控制支出,防止成本失控。资源优化配置利用数字化工具分析各类资源消耗规律与效率,结合施工进度调整投入。材料采购量根据实际消耗速度与库存状态自动建议,避免积压或短缺。机械设备使用时间按工序安排分配,减少闲置时长,通过精准调配降低成本。

3.5 施工协同管理数字化

多方协同工作平台整合设计方、施工方、监理方等

参与主体工作界面,各方向平台输入工作成果与反馈。平台自动关联相关方任务与数据,确保信息传递准确及时。各方工作进度与待办事项在平台清晰展示,避免信息不对称导致的协作障碍。信息共享与沟通机制通过标准化数据格式与传递流程,实现施工信息在不同主体间顺畅流转。图纸变更、技术交底等重要信息经平台发布后,相关方接收与确认状态可追踪,确保传递无遗漏。沟通记录数字存档,便于后续查阅核对,减少口头沟通产生的误解纠纷。

4 数字化转型实施路径与策略

4.1 组织架构变革

数字化团队建设需整合技术与管理人才,形成跨部门协作单元。团队成员需具备数字技术应用能力与施工管理经验,能够理解各环节需求并推动技术落地^[4]。明确团队职责边界,建立高效沟通机制,定期开展协同会议,确保转型过程中各部门协调一致,减少内部阻力。管理流程再造需打破传统层级壁垒,构建扁平化决策体系。梳理现有管理环节中的冗余步骤,基于数字化技术重新设计流程节点,简化审批环节,使信息传递更直接高效。流程调整需匹配数字化工具的应用场景,强化数据在决策中的引导作用,提升管理响应速度。

4.2 技术实施路径

基础设施建设需升级硬件设备与网络环境,为数据传输与存储提供支撑。施工现场部署高性能计算设备与稳定通信网络,覆盖各作业区域,确保各类传感器与终端设备的数据实时上传。搭建数据存储中心,配备安全防护设施,保障数据安全与访问便捷,为后续系统运行奠定基础。系统集成方案需实现不同技术平台的数据互通,消除信息孤岛。将BIM系统物联网平台等工具进行接口对接,建立统一的数据交换机制与共享规则。集成过程中需兼顾各系统的功能特性,进行必要的适配调整,避免因兼容问题影响整体效能,形成完整的数字化管理闭环。

4.3 人才培养策略

数字化技能培训需针对不同岗位设计课程,提升全员数字工具应用能力。基础操作培训涵盖数据录入系统

操作等内容,进阶培训聚焦数据分析与系统优化。培训方式结合线上学习与现场实操,设置阶段性考核,确保员工能将所学技能应用于实际工作。复合型人才培养需融合技术知识与行业经验,培育既懂施工管理又掌握数字技术的专业人才。通过项目实践积累跨界经验,鼓励技术人员参与施工管理过程,管理人员深入学习数字技术原理。建立人才成长通道与激励机制,激励员工向复合型方向发展。

4.4 标准化体系建设

数据标准制定需规范数据采集格式与存储方式,确保信息一致性。明确各类型数据的定义与分类规则,统一数据录入口径与校验标准,使不同环节产生的数据可相互关联比对。标准需覆盖数据全生命周期,从采集到应用各环节均有明确规范。流程标准化需梳理施工管理各环节操作步骤,形成统一执行规范。基于数字化工具应用场景,制定标准化作业指南,明确各岗位在数字环境下的职责与操作要求。流程标准需具备一定灵活性,可根据项目特点适当调整,平衡规范性与适应性。

结束语

建筑工程项目施工管理的数字化转型是行业发展的必然趋势,它涉及技术应用、管理模式及组织架构等多方面的变革。通过理论与实践探索,明确了转型的关键要点与实施方向。尽管转型过程中可能面临诸多挑战,但随着技术的不断进步、人才的持续培养及体系的逐步完善,数字化转型必将推动建筑施工管理迈向更高效、精准的新阶段,为建筑业的可持续发展注入强大动力。

参考文献

- [1]张骞.建筑工程项目施工管理的数字化转型研究[J].现代工程科技,2025,4(5):173-176.
- [2]姜会会.BIM技术在建筑工程管理中的应用研究[J].砖瓦,2025(4):109-111.
- [3]周加毅.数字化赋能下的建筑工程标准化管理研究[J].张江科技评论,2024(5):37-39.
- [4]肖映灼,龙春莲,崔阳阳.建筑工程项目质量管理数字化转型应用研究[J].中国设备工程,2024(23):67-69.