

建筑施工技术管理的数字化转型研究

陈嘉文

上海建工二建集团有限公司南昌分公司 江西 南昌 330100

摘要：建筑施工技术管理的数字化转型是行业提质增效的关键路径。本文围绕建筑信息模型、物联网、大数据、数字孪生等核心技术的支撑作用展开分析，系统梳理施工方案编制、质量安全监控、成本资源调度及现场环境监测等环节的数字化应用路径，并从平台搭建、数据贯通、标准构建与人才培养四个维度提出实施策略，同时剖析技术集成难度、数据孤岛、管理思维惯性及人员素养不足等现实挑战与应对方向，为施工技术管理数字化转型提供系统性参照。

关键词：建筑施工；技术管理；数字化转型；智能建造；数据驱动

引言：建筑行业正处于从粗放式管理向精细化、智能化跃迁的关键阶段，施工技术管理作为工程建设的核心环节，传统模式下信息割裂、协同不足、决策滞后等问题日益凸显，已难以适配高质量发展的内在要求。数字技术的快速渗透为施工技术管理注入了全新动能，建筑信息模型、物联网与大数据等技术与施工场景的深度耦合，正在重塑技术管理的组织方式与运行逻辑。深入探讨数字化转型的技术支撑、应用路径与实施策略，对于推动施工技术管理迈向智能高效具有重要的理论与实践价值。

1 施工技术管理数字化转型的关键技术

1.1 建筑信息模型技术的深化应用

建筑信息模型技术是施工技术管理数字化转型的核心支撑，以三维数字建模为核心，集成建筑全生命周期的几何特征、物理参数、施工工艺及资源配置等多维信息。其深化应用突破传统浅层建模局限，聚焦模型数据的深度流转与价值挖掘，依托IFC标准实现多专业、多软件间的数据互通，消除信息孤岛并构建统一高效的数据交互环境。参数化建模与精细化模型拆分可适配复杂结构施工需求，三维可视化技术交底能精准传递节点构造与工艺标准，而模型与施工进度、资源成本的关联融合，更能搭建起动态化数据体系，为多技术协同应用筑牢数据根基。

1.2 物联网与传感技术的现场嵌入

物联网与传感技术构建起施工现场全场景感知网络，是实现物理施工要素向数字空间转化的核心手段^[1]。现场应用聚焦感知设备的系统化部署与数据稳定传输，在结构关键部位、施工机械及作业环境中布设位移、应力应变、温湿度等智能传感设备，通过5G与LoRa通信技术搭建高速传输通道，保障感知数据实时上传与指令精

准下达。高危施工环节需强化传感设备加密布设与数据高频采集，捕捉细微形变与状态波动，形成现场动态数据闭环，将实体施工场景转化为可量化、可分析的数字信号，为后续数据处理与虚实映射提供原始支撑。

1.3 大数据与云计算的数据处理能力

大数据与云计算技术破解了海量施工数据管理与分析的难题，为数字化转型提供高效算力与存储支撑。大数据技术聚焦多源异构数据整合与价值挖掘，融合物联网感知数据、建筑信息模型数据及施工管理文档，通过分布式架构实现数据高效清洗、分类与关联分析，提炼施工过程潜在规律与关键特征，为技术管理提供数据驱动的决策支撑。云计算技术则提供弹性可扩展的算力与云端存储服务，降低本地硬件投入，实现施工数据安全存储与多终端协同访问，其云端集中式数据处理中心可适配不同规模项目需求，保障数据处理的稳定性与高效性。

1.4 数字孪生技术的虚实映射能力

数字孪生技术以虚实映射为核心，构建与物理施工现场完全对应的虚拟镜像，实现施工场景数字化复刻与动态联动。该技术以建筑信息模型为基础，融合物联网实时感知数据搭建高精度虚拟模型，精准还原建筑结构、施工机械、作业人员及现场环境全要素状态。通过数据实时交互机制，将物理现场动态变化精准映射至虚拟模型，保障虚实场景时空一致性，实现施工过程可视化动态监控。依托虚实映射可开展施工方案预演与工况分析，在虚拟环境中模拟复杂工序衔接与设备吊装过程，提前识别潜在问题并优化方案，打通物理与数字空间双向通道，推动技术管理向主动预判转变。

2 施工技术管理各环节的数字化应用路径

2.1 施工方案编制与进度管控的数字化

施工方案编制与进度管控的数字化，依托建筑信息

模型技术构建施工深化模型,整合施工工艺、资源配置等信息,实现方案编制的数字化与精细化^[2]。遵循行业相关应用标准,将施工段划分、工序衔接等要素融入数字化编制流程,规避传统编制模式的粗放性;进度管控则依托数字化平台实现进度计划的精准录入与动态更新,结合实时采集的施工数据精准把控各工序推进节奏,及时发现进度偏差并优化调整,实现施工方案与进度管控的协同高效,提升施工推进的有序性。

2.2 施工质量与安全管理的数字化监控

施工质量与安全管理的数字化监控,核心是构建覆盖全施工过程的数字化监控体系,整合AI监测、传感检测等技术手段。质量监控聚焦关键工序与隐蔽工程,通过数字化设备采集施工参数,构建标准化质量数据体系,实现质量隐患的精准识别与及时整改;安全监控依托智慧监管平台,实时监测作业人员行为与危大工程状态,通过智能预警机制及时发出安全提示,推动安全管理从被动处理向事前预防转变,筑牢施工质量与安全防线。AI图像识别技术的引入使得混凝土表面裂缝、钢筋绑扎间距等质量缺陷能够被自动检测与分类,大幅降低了人工巡检的漏检率。安全监控方面,智能安全帽与定位手环的普及使得人员越界、临边作业等危险行为能够被即时捕捉与预警,将安全管理的触角延伸至施工现场每一个角落,真正实现了全时段、全覆盖的数字化守护。

2.3 施工成本与资源调度的数字化管理

施工成本与资源调度的数字化管理,依托大数据与云计算技术搭建一体化管理平台,打破传统成本核算与资源调度的割裂困境,实现两者的精细化与协同化管控。成本管理通过数字化手段全面整合人工、材料、机械等各类成本数据,构建动态成本核算体系,实时追踪成本消耗情况,精准把控管控重点并优化控制策略,规避资源浪费与成本超支问题;资源调度则通过数字化平台实现各类施工资源的实时管控,精准匹配施工进度与资源供给,优化资源配置效率,减少资源闲置。同时搭建成本与资源联动分析体系,根据施工进度动态调整资源供给与成本分配,提升施工经济效益。

2.4 施工现场环境与设备的数字化监测

施工现场环境与设备的数字化监测,严格遵循数字工地硬件基础设施配备相关指引,搭建全方位智能化监测网络,融合传感技术、视频监控与云端管理平台,实现全时段、高精度监测。环境监测聚焦扬尘、噪声、温湿度等关键指标,在施工场地关键位置合理布设监测设备,实时采集各类环境数据,联动喷淋、降尘等管控设备实现精准治理,落实绿色施工要求;设备监测针对施工机械运行状态

开展实时数据采集,捕捉设备运行参数、损耗情况与故障隐患,建立设备全生命周期数字化管理体系,实现设备维护的精准化与常态化,减少设备故障对施工的影响。监测数据实时上传与分析,为环境治理与设备管理提供可靠数据支撑,保障施工顺利推进。

3 施工技术管理数字化转型的实施策略

3.1 搭建一体化数字化管理平台

搭建一体化数字化管理平台是数字化转型的核心载体,需立足工程建设全生命周期管理需求,整合施工技术管理各环节功能模块,打破传统管理模式下的部门壁垒与信息割裂^[3]。平台建设应依托工程建设项目全生命周期数字化管理相关要求,融合建筑信息模型、物联网、大数据等核心技术,实现施工技术、进度、质量、成本等管理要素的集中管控。同时具备数据交互、流程管控、智能分析等核心功能,适配不同规模项目管理需求,实现各参建方高效协同,简化管理流程,提升技术管理的集约化水平,为数字化转型提供坚实支撑。

3.2 推进全过程数据采集与贯通

全过程数据采集与贯通是数字化转型的关键支撑,需遵循“一数一源”原则,构建覆盖施工全流程的数据采集体系。数据采集范围涵盖施工方案、进度、质量、安全、成本、设备等全要素,依托物联网传感设备、数字化采集工具实现实时采集,确保数据真实性与时效性。通过建立标准化数据处理流程,实现多源异构数据的清洗、分类与整合,打通设计、施工、验收等各环节数据链条,推动数据在各管理模块间自由流转、共享复用,为技术管理决策提供全面、精准的数据支撑,夯实数字化转型的数据基础。

3.3 构建数字化技术管理标准体系

数字化技术管理标准体系是规范转型过程的重要保障,需结合智能建造与建筑工业化协同发展要求,围绕数字化技术应用、数据管理、平台运营等核心环节构建标准化体系。明确数据采集、存储、交互的统一规范,界定数字化技术应用的流程与要求,统一模型交付、数据接口等关键标准,规避技术应用与管理过程中的混乱现象。通过完善标准体系,规范数字化转型各环节操作,推动技术应用标准化、管理流程规范化,确保数字化转型有序推进,提升技术管理的标准化水平。

3.4 培育复合型数字化管理人才

培育复合型数字化管理人才是数字化转型持续推进的核心动力,需结合住房和城乡建设等部门相关指导意见,构建“教育—产业”双向赋能的人才培育体系,兼顾施工技术专业能力与数字化技术应用能力的双向提

升。培育过程中紧扣行业人才需求导向,重构人才培养课程体系,融入建筑信息模型、大数据、物联网等相关技术内容,强化实践教学环节,搭建专业化实训平台提升人才实操能力;同时开展常态化在职培训,推动现有技术管理人员提升数字化素养,加强与院校、企业深度合作,建立人才培养长效机制,实现人才培养与产业需求精准对接,打造兼具扎实施工技术功底与较强数字化应用能力的复合型管理队伍。

4 施工技术管理数字化转型面临的挑战与应对

4.1 技术集成难度与系统兼容性问题

技术集成难度与系统兼容性问题是数字化转型的突出阻碍,源于不同数字化技术的架构差异与开发标准分歧^[4]。各类数字化系统多由不同厂商研发,采用不同开发语言与数据库结构,缺乏统一接口规范,导致建筑信息模型、物联网、大数据等技术难以深度融合,部分早期部署的系统与新型数字化工具衔接不畅,形成技术断层并增加集成成本。应对需立足技术适配性,搭建标准化接口体系,统一数据交互规范,优先选用支持开放标准的技术与系统,通过中间件或API网关实现异构系统顺畅衔接,逐步推动技术体系一体化整合,降低集成难度。

4.2 数据孤岛与信息壁垒的破除

数据孤岛与信息壁垒源于各管理环节数据采集标准不统一、流转机制不完善,导致不同部门、不同工序的施工数据分散存储,无法有效共享复用。部分施工企业缺乏统一的数据管理机制,数据格式混乱、采集口径不一,进一步加剧信息割裂,影响数字化管理效能。应对需建立统一的数据管理体系,明确数据采集、存储、流转的标准规范,构建企业级数据底座,打通设计、施工、验收等各环节数据链条,实现多源异构数据的标准化处理与集中管控,推动数据资源高效共享,充分发挥数据核心价值。

4.3 传统管理思维与数字化工具的磨合

传统管理思维长期形成的路径依赖,导致数字化工具难以充分发挥效能,成为转型进程中的重要阻碍。传统管理模式注重经验驱动,决策与管控依赖人工判断,部分管理人员对数字化工具的应用价值认知不足,习惯于传统工作流程,对数字化工具接受度低,甚至消极应对,导致工具与实际管理流程脱节,出现“工具闲置”

现象。应对需强化数字化理念宣贯,引导管理人员转变管理思维,认清数字化转型的核心价值,结合管理实际优化工作流程,推动数字化工具与管理流程深度融合,让工具真正服务于管理效能提升,缓解磨合矛盾。

4.4 一线施工人员数字化素养的提升

一线施工人员数字化素养不足,直接制约数字化技术与工具在施工现场的落地应用。建筑行业一线人员结构呈现老龄化特征,对数字化工具操作能力较弱,部分人员缺乏数字化意识,难以熟练运用数字化监测、数据采集等工具,导致数字化技术现场应用流于形式^[5]。应对需构建分层分类的素养提升体系,结合一线人员岗位需求开展针对性实操培训,简化数字化工具操作流程、优化操作界面,降低学习难度;同时搭建实训场景强化实操训练,完善激励机制,引导一线人员主动学习数字化知识、提升操作能力,逐步补齐素养短板,为转型落地提供人员支撑。

结束语

施工技术管理的数字化转型是一项系统性工程,技术支撑、应用路径、实施策略与挑战应对四个维度相互交织、缺一不可。从建筑信息模型到数字孪生,技术底座的持续夯实为管理升级提供了可能;从方案编制到现场监测,各环节的数字化渗透正在改变传统管理范式。面对技术集成、数据孤岛、思维惯性与素养短板等现实阻碍,唯有平台、数据、标准与人才协同发力,方能真正释放数字化转型的管理红利,推动施工技术管理向更高水平持续迈进。

参考文献

- [1]江勇.建筑施工技术管理的数字化转型分析[J].建筑与装饰,2024(8):175-177.
- [2]张敏.建筑施工技术管理的数字化转型研究与思考[J].建筑施工,2022,44(5):1116-1118,1125.
- [3]焦世安.建筑施工技术管理的数字化转型研究与思考[J].建材与装饰,2023,19(15):75-77.
- [4]刘斐.建筑施工技术管理的数字化转型分析[J].新潮电子,2026(7):205-207.
- [5]王光强.数字化技术在建筑施工质量管理中的运用分析[J].建材与装饰,2026,22(9):67-69.