

建筑工程项目施工管理的数字化转型研究

文 / 翁卫恩 中国人民解放军南部战区空军医院

摘要：当前工程建设领域面临多重挑战，施工管理过程中涉及组织协调、资源调配、风险管控等环节呈现多源异构数据交织叠加的特征，如何依托数字化技术高效统筹施工管理流程、保障现场作业安全与效率，已成为工程管理实践的关键。基于此，本文分析了建筑工程项目施工管理的数字化转型意义，阐述了建筑工程项目施工管理的数字化转型方向与转型策略，旨在实现施工管理的深度数字化转型。

关键词：建筑工程；工程项目；施工管理；数字化转型

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.100

引言

随着城市化进程加速与工程规模扩大，建筑形态从传统框架结构向超高层、大跨度、异形曲面等复杂形态演变，施工场地的空间限制与环境约束愈发严格，业主对工期精准度、成本控制精度的要求持续提升，工程管理涉及的参建主体协同链条不断延长，传统的经验驱动+人工协调管理模式已难以应对动态变化的施工场景。在此背景下，数字技术逐步渗透到施工管理各环节，为破解管理难点提供了新路径。

一、建筑工程项目施工管理的数字化转型意义

（一）提升项目管理效率

传统建筑工程管理模式，信息在不同部门、管理层级间的传导存在显著时滞，易引发信息延误、内容遗漏或语义偏差等问题，施工进度信息也往往因传递链条冗长导致末端执行单元无法及时掌握最新状态，进而造成后续工序衔接紊乱。数字化转型通过构建集成化信息管理平台，实现了项目全要素数据的实时共享与协同处理，项目参与方可通过统一端口实时调取进度数据、设计变更指令及资源调配方案等关键信息^[1]。

（二）优化项目质量控制

数字化转型背景下，以传感器网络与智能监测设备为核心的技术体系，推动了质量控制从事后检测向过程监控方向转换，在混凝土施工场景中，通过在搅拌站及浇筑现场部署物联网传感器，可实时采集关键参数并上

传至质量监控平台，当监测数据偏离预设阈值时，系统自动触发预警机制，施工人员与技术管理人员可即时介入调整配合比或采取保温/降温措施，有效规避因材料性能波动导致的结构安全隐患。

（三）降低项目成本

数字化技术在项目成本管控维度展现出多环节协同优化效能，在资源管理层面，基于大数据分析的材料需求预测模型，可结合施工进度计划、工艺参数及历史消耗数据，精准测算各施工阶段的材料需求数量与进场时序，为采购决策提供科学支撑^[2]。例如，某项目通过部署数字化管理系统，项目团队动态跟踪现场施工进度与材料消耗曲线，精确计算水泥、砂石等主材的阶段需求量，据此优化采购计划与运输方案，使材料库存周转率提升，进一步减少了因施工偏差导致的返工损失。

（四）提高安全性与可持续性

施工现场作为高风险作业场所，传统安全管理模式仍存在监测盲区与响应滞后问题，数字化转型通过构建人、机、环境一体化监控体系，实现了安全管理的智能化升级。在人员安全防护方面，集成定位芯片、生理信号传感器的智能安全帽，可实时采集施工人员空间位置与生命体征数据，当监测对象进入未防护高空区域、深基坑边缘等危险区域时，系统立即触发声光报警；若检测到人员跌倒或生理指标异常，平台将同步向现场管理人员与急救中心推送警报信息，为应急救援争取黄金时间，如图1。



图1 建筑安全管理系统

二、建筑工程项目施工管理的数字化转型方向

（一）基于 BIM+ 智慧工地的现场数字管控

1. 人员管理的数字化升级

智慧工地系统通过引入 AI 智能识别、物联网等技术，构建起更精准的人员管理体系，系统集成信息共享、智能调度、电子考勤等功能模块，配合施工现场部署的智能摄像头、人脸识别闸机等设备，严格落实实名制管理要求，实现人员进出记录、考勤数据的自动采集与统计。例如，部分项目为施工人员配备智能安全帽，该设备集成 GPS 定位、视频记录、紧急呼叫等功能，可实时追踪人员行动轨迹，当作业人员进入危险区域或未按规范操作时，系统会自动触发预警，为现场规范化管理提供了有力的技术保障。

2. 设备管理的智能化转型

针对施工设备管理中的安全隐患问题，数字化手段正成为提升管理效能的关键，通过在塔吊、施工电梯等重点设备上加装传感器、高清摄像头等监测装置，可构建覆盖设备全运行周期的智能监控系统。以塔吊管理为例，系统能实时采集设备运行参数，并将数据同步至控制中心进行分析，一旦发现超载、倾斜等异常情况，立即发出预警提示。此外，借助三维群塔防碰撞算法，系统可对多台塔吊的作业区域进行动态模拟计算，通过智能设置塔臂保护范围，有效规避群塔交叉作业中的碰撞风险，将设备安全管理从被动应对转向主动预防^[3]。

3. 物料管理的精细化提升

采用二维码+物联网的组合模式，对物料实施全流程追踪管理，通过搭建数字化物料管理平台，将材料进场通知、运输跟踪、验收入库、领用出库等环节整合到线上，实现信息的高效流转。例如，在材料验收环节，管理人员通过扫描物料包装上的二维码，即可调取供应商资质、检测报告等详细信息；在入库存储时，智能地磅、高拍仪等设备自动完成称重、拍照留痕，避免人为记录误差；出库使用时，系统根据施工进度自动生成领料清单，既提升了管理效率，又减少了物料浪费现象。

（二）基于 BIM 技术的建筑主体工程量化管理

1. 全周期信息集成与动态管控

以 BIM 模型为数据中枢，项目团队可随时调取任意施工节点的成本、进度、材料等信息，并根据工程变更实时更新模型数据，确保信息的时效性与准确性。例如，在施工过程中，管理人员将实际进度与 BIM 模型中的计划进度进行比对，系统会自动生成进度偏差分析报告，明确滞后环节及影响程度，为后续资源调配提供数据支撑。此外，通过在模型中关联进度、成本等多维信息，可实现对工程量的智能统计与拆分，为材料采购、人员安排提供更科学的依据。

2. BIM5D 技术优化资源配置

BIM5D 技术的应用，进一步提升了施工管理的精细化水平，通过将工程模型与进度计划、成本预算进行深度关联，系统可自动生成各阶段资源需求计划，避免资

源闲置或短缺问题。例如，在主体结构施工阶段，系统可根据施工进度模拟，精准计算每周所需的钢筋、混凝土用量，并自动匹配供应商供货周期，确保材料按需进场；同时，若实际进度滞后于计划，系统会自动向相关责任人发送预警信息，督促其调整施工方案，有效减少窝工、返工现象^[4]。此外，利用 BIM 模型的可视化功能，可直观展示不同施工方案的进度效果，帮助项目团队快速优化施工组织设计。

（三）基于数字化的施工现场安全管理

1. 智能监控规范作业行为

施工现场安装的高清摄像头、智能监控终端等设备，可 24 小时实时记录作业场景，系统通过 AI 图像识别技术，自动识别未戴安全帽、违规操作机械等不安全行为，并立即抓拍存档、推送预警信息至管理人员手机，实现违规行为的早发现、早制止。

2. 智能消防系统筑牢安全防线

针对施工现场消防管理难点，部分项目已构建起智能感知+自动联动的消防管理体系，通过在仓库、木工加工区等重点区域安装烟雾传感器、温度探测器，系统可实时监测环境参数，一旦发现火情隐患，立即触发声光报警，并自动联动附近的灭火器、消防栓等设备投入运行。同时，系统还能通过物联网技术将消防设施状态实时上传至管理平台，管理人员可通过手机 APP 随时查看，确保消防设施始终处于可用状态。

（四）基于数字化技术的节地与场地规划管理

1. 数字化场地分析与布局优化

项目开工前，借助 GIS 地理信息系统与 BIM 技术，可对施工场地的地形地貌、周边环境等进行三维建模，并通过数据分析确定建筑物最佳布局方案，例如，某项目通过 BIM 模型模拟不同建筑排布方式下的采光、通风效果，最终选择了既能满足施工需求，又能减少临时用地占用的最优方案。此外，系统还可自动计算土方开挖量、回填量，并模拟不同开挖方案对周边环境的影响，帮助项目团队精准控制土方工程量，避免超挖浪费^[5]。

2. 动态调整的场地分区管理

施工过程中，随着工程进度的推进，场地功能分区需要动态调整，通过 BIM 技术搭建的场地管理平台，可实时导入最新的施工进度数据，模拟不同阶段的场地需求，并自动生成最优布局方案。例如，当主体结构施工进入高峰期时，系统会根据钢筋加工量、模板堆放需求等因素，将原材料堆场调整为加工区，并通过三维模型直观展示调整后的场地布局，确保各功能区既满足使用需求，又避免交叉干扰。

（五）基于数字化技术的节水管理

1. 全周期数据共享与业务协同

以 BIM 模型为核心载体，项目团队可构建覆盖设计、采购、施工、运维的全周期数字化管理平台，各方参建方通过平台实时共享模型数据、进度信息、变更指令等内容，实现业务的高效协同。在设计阶段，设计单位将

BIM模型共享给施工方，施工方可提前发现管线碰撞等问题并提出优化建议；在采购阶段，采购方可根据模型中的材料规格、数量信息制定精准的采购计划；在施工阶段，监理方可通过模型对比实际施工与设计图纸的差异，及时发现质量问题，这种数据驱动的协同模式，不仅减少了信息传递损耗，还大幅缩短了决策周期。

2. 多专业集成化设计优化

针对传统设计中各专业各自为战导致的冲突问题，数字化协同平台支持结构、机电、装修等多专业的集成化设计，通过BIM模型的碰撞检测功能，系统可自动识别不同专业管线、结构的冲突点，并生成冲突报告，设计团队可根据报告快速调整设计方案，避免施工阶段的返工。

三、建筑工程项目施工管理的数字化转型策略

（一）推进数字化工程施工管理理念的有效落实

在建筑工程施工管理实践中，管理理念作为价值导向与行动纲领，对管理效能提升具有核心驱动作用，因此，实现施工管理数字化转型，首要任务在于推动数字化管理理念的深度落地，具体实施路径包括：其一，开展标杆企业经验学习，通过对行业头部企业在数字化管理理念创新、技术应用等方面的实践经验进行系统性梳理与适应性转化，形成与自身管理场景高度契合的数字化管理理念框架；其二，强化技术赋能与方案更新，通过引入BIM、物联网、大数据等新一代信息技术，对现有施工管理流程进行数字化重构，同步开展管理理念与技术方案的协同验证，通过实证检验确保理念落地的科学性与有效性；其三，建立动态优化机制，定期对数字化管理理念的实施效果进行复盘评估，结合管理实践中暴露的适配性问题与技术瓶颈，及时进行优化完善，形成实践-反馈-优化的闭环机制，切实提升管理理念的指导性与可操作性^[6]。

（二）构建完善的数字化管理体系

1. 完善顶层制度设计，强化标准引领

从行业发展的系统性视角出发，需加快构建国家层面的建筑工程数字化管理标准体系，明确技术规范与实施准则，为施工企业提供可操作的标准化指引；同步建立健全动态监管机制，依托工程建设项目审批管理系统等平台，对施工企业数字化管理行为实施全流程监测，对违反数字化管理规范的行为依法依规予以惩戒，形成制度约束与行为规范的协同效应。

2. 落实企业主体责任，推进体系落地

施工企业作为数字化管理的直接实施主体，需构建覆盖全管理周期的数字化管理体系：一方面，将数字化管理要求深度嵌入现有质量、安全、进度管理体系，通过流程再造实现管理环节的数字化贯通；另一方面，针对数字化管理的关键节点制定专项操作规范，明确各岗位的数字化职责边界，确保管理流程的规范性与可追溯性，鼓励企业将数字化管理纳入现有质量管理体系认证

范畴，或单独建立专项数字化管理制度，通过制度刚性约束保障转型成效。

（三）构建分层分类的数字化技能培养体系

1. 精准识别培训需求，实施分层分类培养

基于岗位胜任力模型，对现场作业人员、技术人员、管理人员等不同群体的数字化技能缺口进行精准诊断，针对现场作业人员，重点开展智能传感设备操作、数字化施工流程执行等基础技能培训；针对技术人员，强化BIM建模、工程大数据分析、物联网系统运维等专业能力培养；针对管理人员，侧重数字化管理工具应用、数据驱动决策等高阶能力提升。

2. 创新培训载体，提升培训实效

构建线上+线下融合的培训体系：线上依托MOOC平台提供标准化课程资源，支持碎片化学习；线下开展虚拟仿真实训，利用数字孪生技术搭建虚拟施工场景，模拟数字化施工全流程操作，增强培训的沉浸感与实操性。同时，引入案例教学、工作坊等形式，通过真实项目场景的模拟演练，强化知识迁移能力。

3. 完善评价机制，强化持续学习

建立培训、考核、激励闭环机制，通过理论测试、实操考核、项目应用评估等多元评价方式，检验培训效果；将数字化技能水平与职业发展通道、薪酬绩效挂钩，激发学习内生动力。此外，建立常态化复训制度，定期组织新技术、新工具的专题培训，确保从业人员技能水平与行业发展需求同步。

结语

综上所述，建筑工程施工管理的数字化转型，本质上是技术赋能驱动下的管理范式重构，涉及管理模式革新、组织架构优化与行业生态重塑的全方位变革，数字技术在施工管理中的深度应用，不仅能够显著提升过程管理的精细化水平、降低安全生产风险、促进资源要素的高效配置，更能推动施工生产方式向智能化、集成化方向转型升级。在建筑工程项目中，要采取切实可行的转型策略，为数字化转型提供关键支撑。

参考文献

- [1] 郑琼. “两化融合”管理体系对建筑施工企业数字化转型的作用研究[J]. 建筑施工, 2025, (06): 1012-1016.
- [2] 邓伟. 基于BIM技术的建筑施工管理优化探讨[J]. 散装水泥, 2025, (03): 31-33+36.
- [3] 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(05): 173-176.
- [4] 芦娟. 建筑工程项目资料管理与施工质量控制的相关性分析[J]. 黑龙江科学, 2025, 16(04): 159-161.
- [5] 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.
- [6] 曹红梅, 温艳芳, 李和珊. 装配式混凝土结构工程计量与计价[M]. 化学工业出版社: 2024.02. 257.