

# 智能建造模式下工程管理流程再造与效率提升研究

刘红娟

西南交通大学土木工程学院 四川 成都 610000

**摘要:**为破解传统工程管理流程中信息壁垒、协同滞后、决策低效等痛点,顺应智能建造推动建筑业数字化转型的发展趋势,本文开展相关研究。首先界定智能建造与工程管理流程再造的核心内涵及内在关联;基于BIM、物联网等智能技术特征,剖析传统流程在全生命周期的现存问题;构建“诊断-重构-优化-落地”四阶段流程再造框架,提出全生命周期协同管理等再造路径;结合实际案例验证可行性与效率提升效果,并提炼保障措施。研究成果为智能建造背景下工程管理模式创新提供理论支撑与实践参考,助力建筑业高质量发展。

**关键词:**智能建造;工程管理;流程再造;效率提升;全生命周期

## 引言

为破解传统工程管理信息壁垒、协同滞后、决策低效等痛点,顺应智能建造数字化转型趋势,本文界定智能建造与工程管理流程再造内涵及关联,基于BIM、物联网等技术剖析全生命周期流程问题,构建“诊断-重构-优化-落地”四阶段再造框架,提出全生命周期协同管理等路径,结合案例验证可行性与效率提升效果并提炼保障措施,为工程管理模式创新提供理论支撑与实践参考,助力建筑业高质量发展。

## 1 研究背景

数字经济与实体经济深度融合推动建筑业转型升级,传统建筑业因生产方式粗放、管理流程繁琐、资源配置低效等问题,制约行业高质量发展。2020年,住建部等部门联合印发《智能建造与新型建筑工业化协同发展行动计划》,明确推动智能建造技术在工程全生命周期深度应用,要求优化工程管理流程、提升建设效率与质量<sup>[1]</sup>。

工程管理作为贯穿项目全生命周期的核心环节,传统线性管理模式存在信息传递不及时、多方协同不畅、决策依赖经验、风险管控滞后等痛点;设计阶段专业协同不足导致冲突频发,施工阶段动态管控难度大,运维阶段精准管理缺失,全生命周期信息壁垒显著。智能建造模式下,BIM、物联网、人工智能、大数据等技术的集成应用,为工程管理流程再造提供了技术支撑,有望破解传统管理瓶颈,因此开展本研究具有重要理论与实践意义。

### 1.1 国内外研究现状

国外研究起步较早,聚焦智能技术集成与流程优化:Vasconcelos等基于BIM构建全生命周期协同管理平台,实现信息共享与流程协同;Tanaka等将人工智能应用于施工进度预测,优化施工流程;哈默的业务流程再造(BPR)

理论被广泛应用,实现工程管理流程精简,但国外研究适配国内行业实践的针对性不足<sup>[2]</sup>。

国内研究多集中于智能技术在单一环节的应用:王要武等基于BIM研究施工阶段碰撞检测与进度管控,李启明等探讨大数据在工程造价预测中的应用。流程再造研究多借鉴BPR理论,聚焦单一阶段优化,缺乏全生命周期系统性设计,对智能技术与流程再造的融合机制探讨不足。本文立足全生命周期视角,系统构建流程再造框架与效率提升机制,弥补现有研究空白<sup>[3]</sup>。

## 1.2 研究内容与方法

### 1.2.1 研究内容

①智能建造与工程管理流程再造的核心内涵及内在关联;②传统工程管理流程全生命周期痛点分析;③智能建造模式下工程管理流程再造框架与路径;④工程管理效率提升机制;⑤案例验证与保障措施。

### 1.2.2 研究方法

①文献研究法:梳理智能建造、流程再造等领域研究成果,奠定理论基础;②案例研究法:选取典型智能建造项目,分析流程再造实践效果;③对比分析法:对比传统流程与再造后流程,量化效率提升效果<sup>[4]</sup>。

## 2 相关理论基础

### 2.1 智能建造的核心内涵与技术体系

智能建造是新一代信息技术与建筑工程深度融合的产物,指在工程全生命周期集成应用BIM、物联网、人工智能、大数据、云计算等技术,实现设计、施工、运维环节的智能化、数字化与协同化管理。其核心特征为数字化(数字孪生模型实现虚实映射)、智能化(AI驱动精准决策)、协同化(多方高效协作)、全生命周期化(覆盖项目全流程)。

核心技术体系包括:①BIM技术:工程信息集成与

可视化管理载体；②物联网技术：实时感知施工现场人、机、料、法、环等要素；③人工智能技术：应用于进度预测、风险识别、质量检测等场景；④大数据技术：挖掘全生命周期数据，支撑管理决策<sup>[5]</sup>。

## 2.2 工程管理流程再造理论

工程管理流程再造是以效率提升、成本降低、质量提升为目标，基于新一代信息技术对传统流程进行根本性再思考与彻底性再设计。核心内涵包括：以客户需求为导向、打破部门壁垒、精简冗余流程、动态优化改进。依托BPR理论“根本性、彻底性、显著性”原则，智能建造背景下流程再造实现从“线性管理”向“协同智能管理”的转型。

## 2.3 两者内在关联

智能建造与工程管理流程再造相互支撑、协同发展：一方面，智能技术为流程再造提供支撑（BIM打破信息壁垒、物联网提供实时数据、AI提升决策效率）；另一方面，流程再造为智能技术提供应用载体，明确技术应用场景与需求，推动技术与管理全流程深度融合。

## 3 传统工程管理流程痛点分析

传统工程管理流程基于“规划-设计-施工-运维”线性模式，各阶段独立分割，缺乏有效协同，核心痛点如下：

### 3.1 设计阶段：协同不畅，冲突频发

各专业独立设计，缺乏实时协同机制，二维图纸难以直观发现管线与结构梁碰撞等设计冲突，问题多在施工阶段暴露，导致设计变更频繁，增加成本并延误进度；设计与施工、运维阶段脱节，方案缺乏实操性与运维便利性考量。

### 3.2 施工阶段：管控滞后，资源低效

①进度管控：人工统计数据难以实时跟踪，进度调整滞后；②成本管控：人工操作易出现计算误差与材料浪费，动态监控缺失；③质量安全管控：“事后检查”模式难以提前识别隐患，事故频发；④资源配置：依赖经验调度，易出现资源闲置或短缺。

### 3.3 运维阶段：数据缺失，管理低效

与设计、施工阶段数据脱节，图纸、施工记录等资料以纸质形式保存，查询不便；人工巡检效率低，难以实现设施运行状态实时监测与故障预警；维修计划基于经验制定，缺乏科学性，运维成本偏高。

### 3.4 全生命周期：信息壁垒，协同缺失

各阶段信息分散于不同主体，形成“信息孤岛”，多方缺乏有效信息共享与协同机制，信息传递不及时、不准确，导致施工偏差、设计优化滞后等问题，影响管理效率并增加项目风险<sup>[6]</sup>。

## 4 智能建造模式下工程管理流程再造路径

基于传统流程痛点与智能技术特征，构建“诊断-重构-优化-落地”四阶段流程再造框架，实现全生命周期流程智能化、协同化升级。

### 4.1 流程诊断：全生命周期流程梳理与问题定位

流程再造的前提是：①梳理规划设计、施工建设、运维管理等全流程，绘制传统流程图谱；②通过问卷调查、专家访谈识别各环节核心痛点与改进需求；③设定再造目标，如信息传递时间缩短50%、设计变更率降低30%等，借助大数据分析历史项目数据，精准定位问题节点。

### 4.2 流程重构：全生命周期协同流程设计

流程再造的核心是打破线性模式，构建协同化智能流程：

#### 4.2.1 设计阶段：协同化智能设计流程

搭建BIM协同设计平台，实现多专业实时协同；通过三维建模与碰撞检测技术提前化解设计冲突，将施工、运维需求融入设计阶段，借助AI优化节能等设计方案。

#### 4.2.2 施工阶段：智能化动态管控流程

构建智慧工地管理平台，集成多技术实时采集进度、成本、质量、安全数据，通过数字孪生模型实现虚实映射；AI预测进度偏差，质量检测机器人与无人机实现实时监测，大数据优化资源调度。

#### 4.2.3 运维阶段：智能化精准运维流程

基于BIM构建运维管理平台，整合全生命周期数据；物联网实时监测设施运行状态，AI实现故障预警与预测性维护，智能化巡检系统提升巡检效率，大数据优化运维计划。

#### 4.2.4 全生命周期：多方协同共享流程

打造协同管理平台，实现多方信息实时共享与协作，建立智能协同决策机制，确保各阶段无缝衔接<sup>[7]</sup>。

### 4.3 流程优化：动态调整与持续改进

实时采集流程运行数据，分析运行效率并识别新问题；借助大数据挖掘优化流程参数与运行机制；建立反馈机制，鼓励各主体提出改进建议，实现流程动态优化。

### 4.4 流程落地：技术支撑与保障措施

技术支撑方面，构建多技术集成应用平台，加强技术研发创新；保障措施方面，健全法律法规与标准体系，培养工程管理与智能技术复合型人才，明确多方主体职责分工。

## 5 智能建造模式下工程管理效率提升机制

### 5.1 信息协同机制：打破壁垒，提升协同效率

通过全生命周期信息共享平台，BIM实现信息集成可视化，物联网保障信息实时传递，协同平台促进多方实

时协作，缩短信息传递时间，避免因信息滞后导致的流程低效。

### 5.2 智能决策机制：数据驱动，提升决策效率

决策模式从“经验驱动”转向“数据驱动”，大数据提供精准数据支撑，AI实现决策自动化、智能化，提升决策效率与准确性，减少决策失误。

### 5.3 资源优化机制：精准配置，提升利用效率

借助大数据与AI实时分析资源需求与使用数据，智能匹配人力资源、机械设备、材料等资源，优化调度与采购计划，避免资源闲置或短缺，降低成本<sup>[7]</sup>。

## 6 案例验证

### 6.1 案例概况

选取XX市智慧园区建设项目作为验证案例，项目总建筑面积15万平方米，涵盖办公楼、商业综合体、地下车库等业态，采用EPC总承包模式，全生命周期应用BIM、物联网、人工智能等智能建造技术实施流程再造，项目2022年开工，2024年竣工。

### 6.2 流程再造实施过程

按照“诊断-重构-优化-落地”框架推进：①诊断阶段：识别设计协同不畅、施工管控滞后、运维数据缺失等痛点，设定信息传递时间缩短50%、设计变更率降低30%、施工进度延误率降低20%的目标；②重构阶段：搭建BIM全生命周期协同管理平台，实现各阶段智能管控；③优化阶段：实时采集数据，优化资源调度与协同决策机制；④落地阶段：完善技术支撑与人才保障机制。

### 6.3 效率提升效果分析

对比再造前后指标，成效显著：①信息传递时间从24小时缩短至8小时，缩短66.7%；②设计冲突率从15%降至4%，设计变更率从12%降至3.6%，降幅70%；③施工进度延误率从18%降至3%，施工成本降低10%；④运维巡检时间缩短40%，故障响应时间缩短50%，运维成本降低15%。案例验证表明，本文提出的流程再造路径具有可行性与有效性。

## 7 结论与展望

### 7.1 研究结论

①传统工程管理流程存在设计协同不畅、施工管控滞后、运维数据缺失、全生命周期信息壁垒等痛点；②构建“诊断-重构-优化-落地”四阶段流程再造框架，提出各阶段智能协同再造路径；③明确信息协同、智能决策、资源优化三大效率提升机制；④案例验证表明，再造流程可显著缩短信息传递时间、降低设计变更率与成本，提升工程管理效率。

### 7.2 研究展望

未来可从四方面深化研究：①加强智能技术与流程再造的深度融合，探索新兴技术应用场景；②扩大案例范围，选取不同类型、规模项目验证，提升成果普适性；③构建完善的效益评价指标体系，开展量化评价；④探讨流程再造风险管理，提出针对性防控措施。

### 参考文献

- [1]住房和城乡建设部. 智能建造与新型建筑工业化协同发展行动计划[Z].2020.
- [2]TANAKA H, HASEGAWA T, NAKAMURA H. AI-based construction schedule prediction using machine learning[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2021, 35(6): 04021041.
- [3]李启明, 周志鹏. 大数据驱动的工程造价预测模型研究[J].东南大学学报(自然科学版),2020,50(3):589-596.
- [4]刘贵应, 张静晓. 智能建造背景下工程管理流程再造研究[J].建筑经济, 2022,43(5):36-41.
- [5]张文龙, 李慧. 基于BIM的工程全生命周期协同管理流程优化[J].施工技术, 2021,50(12):135-138.
- [6]陈勇强, 李占雷. 智慧工地建设与施工管理效率提升研究[J].工程管理学报, 2020,34(4):61-66.
- [7]王要武, 刘贵应. 智能建造与工程管理数字化转型研究[J].土木工程学报, 2023,56(2):127-136.