

人工智能技术赋能建筑施工企业新质生产力发展路径研究

谢新平

江西赣东路桥建设集团有限公司 江西 抚州 344000

摘要：本文界定新质生产力、建筑施工企业新质生产力及领域AI核心概念，剖析人工智能与施工生产力耦合机理与理论支撑，梳理现阶段技术落地应用成效，深挖技术适配性差、数据孤岛凸显、复合型人才紧缺、行业标准缺失等现实瓶颈与深层诱因。立足技术、企业、人才、生态四维提出优化路径，助力施工企业破除传统粗放施工模式，依托智能技术提质增效、绿色降碳，为行业培育新质生产力、实现全域数字化转型提供可行借鉴。

关键词：人工智能技术；建筑施工企业；新质生产力；发展路径

引言：新质生产力成为基建产业转型升级核心导向，传统建筑施工依赖人力经验、资源消耗大、协同效率低、安全质量管控薄弱，产业发展短板凸显。人工智能重塑建造生产与管理模式，成为激活施工企业新质生产力的核心驱动力。基于行业转型现实需求，本文立足产业发展现状，厘清赋能内在逻辑，剖析发展阻碍因素，构建适配行业的长效发展路径，推动产业告别劳动密集业态，助力建筑行业智能化、集约化、绿色化高质量发展。

1 相关概念界定与理论耦合机理

1.1 核心相关概念界定

（1）新质生产力核心内涵与行业特征：新质生产力是以科技创新为驱动、以高质量发展为目标的新型生产形态，具有数字化、智能化、绿色化特征。在建筑行业中，表现为技术密集替代劳动密集、数据驱动替代经验驱动、系统集成替代碎片化作业。（2）建筑施工企业新质生产力构成维度：涵盖智能建造装备应用能力、数字化协同管理能力、绿色低碳施工能力、数据资源开发与利用能力四个维度，形成“技术-管理-数据-生态”协同发力的生产力体系^[1]。（3）建筑领域人工智能核心技术范畴：主要包括计算机视觉（工地安全监控、进度识别）、自然语言处理（合同与规范解析）、机器学习（能耗与资源预测）、机器人技术（自动化施工）以及数字孪生（施工过程仿真与优化）。

1.2 建筑施工企业新质生产力发展核心要求

（1）技术革新：摆脱传统人力、资源粗放生产模式，推动以AI替代重复性人工操作，实现材料、机械、人力等要素的精准匹配与动态调度。（2）业态升级：推动施工全产业链数字化、智能化转型，打通设计、采购、施工、运维各环节数据孤岛，构建基于BIM+AI的一体化协同平台。（3）价值重塑：兼顾降本增效、绿色低

碳与安全合规发展，通过智能算法优化施工方案，降低能耗与排放，同时提升安全风险预警能力。

1.3 人工智能与施工企业新质生产力耦合赋能逻辑

（1）底层技术耦合：AI技术补齐传统施工生产要素短板，以智能传感器、边缘计算弥补人力感知局限，以预测模型弥补经验决策不足。（2）生产模式耦合：重构施工生产、管理、经营全流程体系，实现从“人管人、人盯人”向“数据驱动、智能决策”的范式转变。（3）发展目标耦合：助力企业绿色化、高端化、集约化发展，通过AI优化资源配置路径，平衡经济效益与环境社会效益。

2 AI赋能建筑施工企业新质生产力现状及瓶颈分析

2.1 人工智能在建筑施工企业落地应用现状

（1）前端设计阶段：AI+BIM、生成式设计技术应用布局。部分头部企业已引入AI辅助BIM模型自动生成与碰撞检测，生成式设计用于方案比选，可缩短设计周期10%-20%，但普及率仍偏低。（2）现场施工阶段：智能机器人、视觉监测、数字孪生落地情况。实测实量机器人、焊接机器人已在部分标杆项目试点；计算机视觉用于安全帽佩戴、边界入侵识别；数字孪生多停留在展示层，与施工调度深度耦合不足。（3）后端管理阶段：AI造价风控、人力调度、供应链管理应用现状。AI造价预测与合同风险审核逐步应用，动态人力调度和供应链需求预测仍以规则引擎为主，深度学习应用较少。

2.2 AI赋能施工企业新质生产力取得的发展成效

（1）生产效能层面：压缩工期、降低物料与人力生产成本。典型项目反馈，AI优化排期可缩短工期5%-8%，材料损耗率下降3%-5%。（2）生产质量层面：精细化管控施工工艺，减少工程质量缺陷。视觉检测辅助钢筋间距、混凝土振捣质量，缺陷发现率提高30%以上。（3）产业结构层面：优化企业产能结构，淘汰落后施工

产能。推动预制构件、模块化施工比例提升,倒逼低端劳务外包收缩。(4)绿色安全层面:降低施工能耗,筑牢施工现场安全防线。AI能耗管理可节约电能10%-15%,安全违规行为实时告警,事故率下降20%-30%^[2]。

2.3 AI赋能新质生产力发展现存核心问题

(1)技术层面:AI施工适配性不足、数据孤岛、技术落地成本偏高。施工现场复杂多变,通用AI模型迁移效果差,如视觉算法易受扬尘、光照变化干扰。设计、生产、管理等软件接口不统一,数据无法贯通。单项目智能化改造成本高达百万元,中小建企难以承受。(2)企业层面:企业转型意愿薄弱、智能化组织架构不完善。多数建企对AI投入产出持观望态度,未将智能化纳入考核体系;没有设立首席数字官或专职AI推进部门,跨部门协作困难,数字化转型停留于口号。(3)人才层面:复合型施工AI技术人才缺口突出、人员技能滞后。既懂土木工程又熟悉算法部署的复合型人才极度稀缺,市场上难以招募。一线技术员、项目经理普遍缺乏AI工具使用能力,培训体系尚未建立。

2.4 制约赋能效果的深层成因剖析

(1)行业标准缺失:建筑AI应用统一行业规范尚未完善。从数据采集格式、算法可信度评估、模型验收标准到AI生成图纸的法律效力,均缺乏国家标准或行业指引,导致企业各自为政,难以形成规模效应。(2)顶层规划不足:企业缺少AI赋能生产力长期战略布局。多数施工企业的AI应用为临时性、试点性项目,未纳入企业五年规划或年度经营目标,预算投入不稳定,缺乏持续迭代的机制保障。(3)生态协同薄弱:政企、校企、上下游产业链协同机制缺失。政府补贴偏重于硬件采购而非软件算法研发;高校课程体系滞后于产业前沿,产学研脱节;总包方与分包方之间数据不共享,供应链上下游难以形成AI联动的生态闭环。

3 人工智能技术赋能建筑施工企业新质生产力优化发展路径

3.1 技术迭代路径:搭建适配施工行业的AI技术应用体系

(1)优化底层技术:打造轻量化、低成本施工专用AI算法模型。针对施工现场算力受限、网络波动大、终端设备性能参差等现实约束,研发基于模型剪枝、知识蒸馏和INT8量化的轻量化视觉检测与预测模型,使算法可在边缘计算盒或工业平板上实时运行(推理延迟控制在50ms以内)。通过开源框架复用与算法压缩,将单项目AI部署成本从百万元级降至15-20万元,降低中小建筑企业的应用门槛。(2)打通数据壁垒:构建施工项目全

域一体化数据共享平台。统一BIM模型、进度计划、物料清单、质量验收、安全巡查等数据的接口标准与交换协议,建立企业级数据中台与项目级数据湖,打破设计、采购、施工、运维各阶段的信息孤岛。引入区块链技术对关键工序验收、设计变更等数据进行存证,确保不可篡改;设置基于角色的细粒度权限控制,在数据共享与商业秘密保护之间取得平衡^[3]。(3)融合前沿技术:推进AI、物联网、数字孪生深度融合落地。构建“端—边—云”协同的智能建造体系:利用IoT传感器(智能安全帽、塔吊黑匣子、环境监测站等)实时采集现场数据,经边缘节点预处理后输入AI引擎;AI模型驱动数字孪生体进行动态仿真与多目标优化,并将决策指令回传至智能设备执行。在深基坑、高支模等高风险分项中率先实现全要素监控,预警响应时间缩短至秒级。

3.2 企业转型路径:优化企业内部生产与管理运营体系

(1)重构生产要素:以AI数字要素替代传统粗放生产要素。将数据作为新核心要素纳入企业生产要素核算体系,用算法优化替代经验估算,用智能排期替代人工调度,用预测模型替代事后统计。推动劳动力结构从“体力密集型”向“技术操作型”转变;建立数据资产表,使施工过程中积累的工艺参数、成本数据库、安全事件库成为可评估、可交易的数字资产。(2)革新管理模式:搭建AI驱动一体化项目全生命周期管理机制。覆盖投标阶段的AI造价预测与风险识别(自动发现不平衡报价、工期索赔条款),施工阶段的进度—成本—质量协同控制(动态优化塔吊使用、混凝土浇筑顺序及劳务配置),变更阶段的自动工程量比对与索赔预警,竣工阶段的数字化交付与运维数据底座^[4]。建立企业级AI预警中心,对工期滞后、成本超支、质量隐患实行红黄蓝三级预警并推送处置方案。

(3)调整组织架构:设立数字化智能施工专项管理部门。成立由高层挂帅的数字化转型委员会,将AI应用纳入部门年度KPI(权重不低于15%)。设立智能建造中心,下设算法工程、数据治理、项目推广、运维保障等组;在项目部增设“智能施工专员”岗位,打通总部技术与一线需求。对试点项目团队给予节省成本10%-20%的利润分成,激发基层参与动力。

3.3 人才培育路径:构建行业复合型专业人才保障体系

(1)校企定向共育:搭建施工+AI复合型人才定向培养机制。推动建筑类院校与计算机/人工智能学院联合开设“智能建造”微专业或方向班,课程涵盖BIM技术、Python编程、机器学习基础、计算机视觉、施工工艺与项

目管理五大模块。企业提供真实脱敏数据与实训岗位,实施“入学即入职”订单式培养,学生毕业即具备上岗能力,缩短岗位适应周期1-2年。(2)内部在岗赋能:开展一线施工人员、管理人员AI技能专项培训。分层设计培训内容:项目经理与技术负责人开设AI驱动决策研修班(案例工作坊);安全员、质检员重点培训视觉监测系统操作、告警事件处置流程;一线班组长侧重智能安全帽、定位标签等终端使用^[5]。建立AI技能等级认证制度,与岗位津贴、晋升资格挂钩,每人每年完成不少于40学时继续教育。(3)外部人才引进:引进算法研发、智能施工高端技术人才。制定专项引才计划,跨界引进熟悉工地场景的算法工程师、数字孪生架构师、机器人研发专家。设立“首席AI官”或“智能建造技术总监”岗位,给予具有竞争力的薪酬与技术决策权。同时采取“柔性引才”方式,与高校共建专家工作站,以项目顾问形式带动内部团队快速成长。

3.4 生态保障路径:完善政企协同长效支撑保障机制

(1)政府层面:出台扶持政策、完善行业AI施工应用标准。财政上给予国产施工AI软件15%-20%购置补贴,将AI应用水平纳入绿色施工、安全标准化评价体系并给予信用加分。标准上加快制定《BIM与AI数据接口规范》《视觉监测系统技术规程》等,明确数据格式、验收方法与法律责任,消除企业顾虑。(2)行业层面:搭建产业链协同创新平台,共享技术与成果。由行业协会牵头,联合龙头建企、科技公司、高校组建智能建造开源创新联盟。统一建设开源算法模型库、标注数据集和云端测试床,会员企业可低成本调用。建立专利池与成果共享机制,避免重复研发,加速优秀方案在行业内

规模化复制。(3)企业层面:建立AI技术运维、风险防控配套保障机制。设立年度专项预算(不低于信息化投入30%),用于模型迭代、数据安全加固与第三方审计。制定算法误判、系统故障等应急预案,明确人工接管流程。联合保险公司开发“AI施工责任险”,对因AI推荐错误造成的直接损失承担70%-80%赔偿,降低试错成本,保障持续投入信心。

结束语

综上,人工智能与建筑施工产业深度融合是培育行业新质生产力的必然趋势,当前技术、企业、人才、生态多重难题阻碍技术规模化落地。唯有优化行业专用AI技术、革新企业管理架构、搭建定向人才培育体系、完善政企产业链协同保障机制,才能打通赋能堵点。未来行业需补齐行业标准、加大产学研协同力度,降低企业落地成本,深挖数据要素价值,全面赋能施工企业产能升级,助推基建行业长效稳健发展。

参考文献

- [1]刘占省,张宇.智能建造背景下AI技术赋能施工企业新质生产力培育机制研究[J].施工技术,2024,53(11):1-7.
- [2]陈珂,周敏.数字智能技术驱动建筑施工企业新质生产力转型路径[J].土木工程与管理学报,2024,41(2):89-95.
- [3]赵彬.人工智能重构建筑业生产要素与新质生产力提质策略[J].工程管理学报,2023,37(6):23-28.
- [4]耿玲玲.人工智能技术在建筑施工企业转型升级中的落地应用[J].广州建筑,2025,53(2):45-48.
- [5]孙金云.要素重构视角下人工智能助推建筑业新质生产力发展机制[J].城市建筑,2023,20(18):167-170.