

区块链技术驱动建筑企业数字化转型的机理与路径研究

苏永波^{1,2} 叶润琴¹

1. 安徽工程大学 建筑工程学院; 2. 安徽省绿色建筑与数字建造工程研究中心

摘要: 在数字经济与新型城镇化建设双重驱动下, 数字化转型已成为建筑企业突破发展瓶颈、实现高质量发展的重要途径。在系统剖析区块链技术驱动建筑企业数字化转型的基础上, 从数据要素激活、协同机制重构、信任体系构建、管理模式优化四个维度揭示作用路径, 并从技术融合、业务重构、组织升级、生态协同四个方面构建了转型路径体系, 可为建筑企业数字化转型提供理论支撑与实践参考。

关键词: 区块链技术; 建筑企业; 数字化转型

引言

建筑业作为国民经济的支柱产业, 在推动经济增长、保障民生建设、吸纳就业等方面发挥着关键作用。然而, 在工程建设全流程中, 合同纠纷频发、工程款拖欠、质量安全追溯困难、供应链协同低效等问题突出, 严重制约了建筑企业的高质量发展。随着《“十四五”数字经济发展规划》《城乡建设领域碳达峰实施方案》等政策的出台, 推动建筑企业数字化转型已成为行业发展的核心任务。数字化转型能够实现建筑企业业务流程优化、资源配置效率提升、风险管控能力增强, 但传统数字化技术难以解决多方协同中的信任缺失与信息壁垒问题。区块链技术作为数字经济的核心技术之一, 其去中心化协同、不可篡改追溯、智能合约自动执行等特性, 与建筑企业全生命周期管理需求高度契合, 已经开始应用于建筑废弃物溯源、工程结算、供应链协同等场景, 在推动建筑企业数字化转型中发挥着显著价值。

当前, 建筑企业数字化转型面临技术落地难、协同效率低、价值转化慢等困境, 亟须明确区块链技术的驱动机理与可行路径, 在此背景下, 开展区块链技术驱动建筑企业数字化转型的机理与路径研究, 不仅能够丰富数字经济与建筑业融合发展的理论体系, 更能为建筑企业突破转型瓶颈、提升核心竞争力提供实践指引, 具有重要的理论价值与现实意义。

1 区块链技术驱动建筑企业数字化转型的机理

1.1 打破信息孤岛, 实现数据价值变现

数据是建筑企业数字化转型的核心生产要素, 但

传统模式下, 建筑企业各业务部门、供应链各主体的数据分散存储, 形成“信息孤岛”, 数据价值难以发挥。区块链技术通过去中心化的分布式存储与数据共享机制, 实现数据要素的激活与价值变现。一方面, 区块链可以构建跨主体、跨部门的数据共享平台, 打破信息壁垒。建筑企业的设计、施工、运维等部门, 以及供应链中的建材供应商、施工班组、监理单位等主体, 通过区块链节点实现数据实时共享与同步。例如, 设计单位的数据可通过区块链直接同步至施工单位, 施工单位的进度数据与质量检测数据可实时共享给监理单位与建设单位, 避免数据重复录入与信息偏差。另一方面, 区块链通过密码学算法保障数据安全与隐私, 提升数据可信度。数据上链前需经过各主体验证, 上链后不可篡改, 确保数据的真实性与完整性。同时, 通过数据访问权限管理机制, 保障数据隐私不被泄露, 可信数据为建筑企业的精准决策提供支撑, 例如, 基于区块链共享的项目进度数据与资源消耗数据, 企业管理层可精准判断项目风险, 优化资源配置。基于供应链数据, 可实现建材需求的精准预测, 降低库存成本。数据要素的激活与价值变现, 为建筑企业数字化转型提供核心动力。

1.2 优化多方协作, 提升协同效率

建筑项目具有参与主体多、建设周期长、流程复杂等特点, 多方协同效率直接决定项目成败与企业转型成效。传统模式下, 各主体之间缺乏有效的协同机制, 沟通成本高、协作效率低, 易出现工期延误、成本超支等问题, 区块链技术通过智能合约与去中心化协同

基金项目: 安徽省哲学社会科学规划项目“区块链技术下建筑废弃物资源化利用网络多主体协作机理及提升策略研究”(AHSKYY2024D008)。

作者简介: 苏永波(1983—), 男, 硕士, 副教授, 研究方向为建设项目管理。

叶润琴(2004—), 女, 本科生, 研究方向为工程管理。

平台,重构多方协同机制,提升协同效率。第一,通过智能合约实现协同规则自动执行,在建筑项目全生命周期中,设计变更确认、工程款支付、质量验收等环节均可通过智能合约预设规则,当触发预设条件时,智能合约自动执行相关操作。例如,在工程款支付环节,当施工单位完成约定工程量并经监理单位验收合格后,智能合约自动验证相关数据,触发工程款支付流程,将资金从建设单位账户划转至施工单位账户,避免工程款拖欠问题。智能合约的应用减少了人为干预,提升了协同操作的效率与准确性。第二,通过去中心化协同平台实现各主体平等协作,区块链构建的协同平台不依赖于单一中心节点,各主体通过节点参与协作,平等享有数据访问与决策参与权。例如,在项目招投标环节,招标方、投标方、监管部门均可通过区块链平台参与流程,投标文件上链后不可篡改,招标过程透明可追溯,避免招投标造假问题。在供应链协同中,建材供应商、建筑企业、物流企业通过平台实现需求对接、订单确认、物流跟踪等环节的协同,优化供应链资源配置效率。

1.3 强化责任追溯,降低信任成本

信任缺失是制约建筑企业数字化转型的核心瓶颈,传统模式下,各主体之间缺乏有效的信任保障机制,易出现合同违约、数据造假、质量责任推诿等问题。区块链技术通过不可篡改与可追溯特性,构建全链条信任体系,降低信任成本。

一方面,区块链实现建筑项目全生命周期数据的可追溯。从建材采购、施工过程到竣工验收、运维管理,所有关键数据均实时上链,生成唯一的溯源码,实现“一物一码、全程可溯”。例如,在建材管理环节,建材的生产厂家、规格型号、质量检测报告、运输轨迹等数据均上链存储,当出现质量问题时,可通过溯源码快速定位责任主体。在施工过程中,施工班组、施工时间、工艺参数等数据上链,确保施工质量可追溯。另一方面,区块链通过共识机制强化数据可信度,提升各主体信任水平。数据上链需经过多个节点的验证,只有通过共识的数据流才能被存储,确保数据的真实性与完整性。各主体基于可信数据开展协作,减少了相互猜忌与验证成本。例如,建筑企业与金融机构合作融资时,金融机构可通过区块链平台查询企业的项目业绩、信用记录、资金流水等可信数据,快速评估企业信用水平,提升融资效率。在跨企业合作中,可信数据能够降低合作谈判成本,加速合作进程。

1.4 推动决策升级,实现精益管理

传统建筑企业管理模式以经验决策为主,存在决

策滞后、管理粗放等问题,难以适应数字化转型的需求。区块链技术通过数据驱动的决策机制与全流程监管机制,推动管理模式从“经验驱动”向“数据驱动”转变,实现精益管理。首先,通过数据整合与分析实现精准决策,区块链平台整合建筑企业各业务环节的海量数据,结合大数据分析技术,能够挖掘数据背后的规律与趋势,为企业管理层提供精准的决策支撑。例如,在项目管理中,通过分析施工进度、质量检测、成本消耗等数据,可预测项目风险点,提前制定应对措施;在企业战略规划中,通过分析行业趋势、市场需求、企业资源等数据,可精准定位企业发展方向,制定科学的战略规划。其次,通过全流程监管实现精益管理,区块链技术实现对建筑项目全生命周期的实时监管,管理层可通过平台实时掌握项目进度、质量、成本等关键信息,及时发现并解决问题。例如,在施工安全管理中,通过物联网设备采集施工现场的安全数据(如人员定位、设备运行状态)并上链,当出现安全隐患时,平台自动触发预警,管理层可及时采取管控措施,在成本管理中,所有成本支出数据上链,实现成本的实时监控与精准核算,降低成本浪费。

2 区块链技术驱动建筑企业数字化转型的路径体系构建

通过以上分析,结合建筑企业业务场景与数字化转型需求,从技术融合、业务重构、组织升级、生态协同构建四位一体的转型路径体系,确保转型过程有序推进、成效落地。

2.1 技术融合路径:构建区块链+多元技术融合体系

2.1.1 区块链+BIM技术融合

构建基于区块链的BIM协同管理平台,实现BIM模型的全生命周期管理。将BIM模型数据、设计变更数据、施工进度数据等上链存储,通过智能合约实现设计变更的自动确认与协同审批,在施工过程中,将BIM模型与施工现场的物联网设备数据对接,实现施工过程的可视化监控与精准管控。在运维阶段,基于区块链共享的BIM模型与设备运行数据,实现运维方案的精准制定与高效执行。

2.1.2 区块链+物联网技术融合

部署物联网感知设备(如智能传感器、GPS定位器、无人机),采集施工现场的人员、设备、材料等数据,通过区块链实现数据的实时上链与共享。例如,在建材管理中,通过物联网设备采集建材的运输轨迹、存储环境、使用情况等数据,上链后实现建材全生命周期追溯;在人员管理中,通过智能安全帽采集施工

人员的定位信息、健康状态等数据，上链后实现人员安全的实时监管。区块链与物联网的融合实现了物理世界与数字世界的精准映射，为数字化转型提供海量可信数据。

2.1.3 区块链 + 大数据 +AI 技术融合

基于区块链共享的海量数据，结合大数据分析与AI技术，实现决策智能化与管理自动化。例如，通过大数据分析项目进度、成本、质量等数据，预测项目风险。通过AI技术实现施工图纸的智能审核、施工方案的智能优化。在供应链管理中，通过AI算法基于区块链数据预测建材需求，优化采购计划。区块链为大数据与AI技术提供可信数据支撑，大数据与AI技术则提升区块链数据的价值变现能力。

2.2 业务重构路径：推动核心业务流程数字化再造

以区块链技术为支撑，对建筑企业的招投标、供应链管理、项目管理、资金结算等核心业务流程进行数字化再造，提升业务效率与质量。

2.2.1 招投标流程数字化再造

构建基于区块链的招投标平台，实现招投标全流程的透明化与规范化。招标方将招标公告、招标文件等上链发布，投标方通过平台提交投标文件，文件上链后不可篡改，评标过程通过智能合约实现自动评审与结果公示，监管部门通过平台实时监督招投标过程，及时发现并查处违规行为，避免招投标造假、围标串标等问题，提升招投标效率与公平性。

2.2.2 供应链管理流程数字化再造

构建基于区块链的建筑供应链协同平台，实现供应链各主体的高效协同，平台整合建材供应商、建筑企业、物流企业、金融机构等主体，通过区块链实现需求对接、订单确认、物流跟踪、质量验收、资金结算等环节的全流程协同。例如，建材供应商通过平台接收建筑企业的采购需求，生成订单并上链，物流企业实时上传运输轨迹数据，建筑企业验收合格后，智能合约自动触发资金结算流程。区块链技术的应用可以解决供应链中的信息不对称、账款拖欠等问题，提升供应链协同效率。

2.2.3 项目管理流程数字化再造

构建基于区块链的项目全生命周期管理平台，实现项目进度、质量、成本、安全的一体化管控。将项目计划、施工日志、质量检测报告、安全检查记录等数据上链存储，通过智能合约实现进度节点的自动确认、质量验收的自动审核，通过物联网设备与区块链的融合，实现施工现场的安全实时监控与预警。

2.2.4 资金结算流程数字化再造

基于区块链的智能合约与数字货币技术，实现建筑企业资金结算的自动化与高效化。在工程款支付、材料采购付款、劳务工资发放等环节，通过智能合约预设支付规则，当触发支付条件时，自动完成资金划转。引入金融机构参与区块链平台，为企业提供供应链金融服务，如基于区块链的应收账款融资、订单融资等，解决企业融资难、融资贵问题。

2.3 组织升级路径：适配数字化转型的组织架构与能力建设

(1) 优化组织架构，打破传统的层级式组织架构。构建扁平化、去中心化的组织架构，成立数字化转型专项小组，由企业高层领导牵头，统筹协调各部门的转型工作；设立区块链技术应用部门，负责区块链平台的建设、运维与优化；推动各业务部门的资源整合与协同，建立跨部门的协作机制。扁平化的组织架构能够提升决策效率，去中心化的协作机制能够激发各部门的积极性与创造性。

(2) 加强人才队伍建设，构建“引进 + 培养”的人才队伍建设体系。一方面，引进区块链、大数据、AI 等领域的专业人才，弥补企业内部人才短板；另一方面，加强对现有员工的培训，提升员工的数字化素养与技术应用能力。通过与高校、科研机构合作开展定向培养，与区块链技术企业合作开展专题培训，组织员工参与行业交流活动等方式，提升人才队伍的专业水平。

(3) 完善激励机制，建立与数字化转型相匹配的激励机制，鼓励员工积极参与技术应用与业务创新。将区块链技术应用成效、数字化转型贡献度纳入员工绩效考核体系，对表现优秀的个人与团队给予物质奖励与晋升机会；设立数字化创新基金，支持员工开展区块链技术应用创新项目；建立容错机制，鼓励员工大胆尝试新技术、新模式，营造勇于创新的组织氛围。

2.4 生态协同路径：构建多方参与的数字化转型生态

建筑企业数字化转型离不开政府、行业协会、供应链伙伴、科研机构等多元主体的协同参与，需构建开放共赢的转型生态。

(1) 推动行业联盟链建设。由行业协会或核心建筑企业牵头，联合供应链上下游企业、监管部门、金融机构、科研机构等，构建建筑行业联盟链。制定统一的数据标准、接口规范与应用规则，实现跨企业、跨区域的数据共享与协同。通过联盟链开展行业信用评价，将企业的区块链技术应用情况、履约情况等纳入信用评价指标，引导企业规范发展，推动行业资源

整合,实现技术、人才、资金等资源的优化配置。

(2) 加强政企协同,政府出台专项政策支持建筑企业数字化转型,如提供资金补贴、税收减免、试点示范等,建立监管沙盒,为区块链技术应用提供政策支持与风险管控,推动公共数据开放,与企业区块链平台对接,提升数据共享效率。企业积极参与政府组织的试点项目,主动反馈技术应用中的问题与需求,推动政策优化,为数字化转型营造良好的政策环境与发展氛围。

(3) 深化产学研协同,建筑企业与高校、科研机构合作,开展区块链技术在建筑业应用的基础研究与技术攻关,解决技术落地中的关键难题,共建数字化转型实验室、人才培养基地,培养复合型数字化人才,联合开展案例研究,总结可复制的转型经验,为数字化转型提供技术支撑与人才保障。

3 结束语

区块链技术凭借去中心化、不可篡改等特性,为建筑企业数字化转型提供了全新的技术范式。本文在系统分析区块链技术驱动建筑企业数字化转型的基础上,构建了“技术融合-业务重构-组织升级-生态协同”路径体系,为建筑企业突破转型瓶颈提供了可参考方案。当前,建筑业数字化转型仍处于深化阶段,中小建筑企业的技术适配性、跨区域生态协同等问题仍需持续探索。未来,随着区块链技术迭代与行业标

准完善,其与元宇宙、数字孪生等新兴技术的融合,必将推动建筑业向更高效、更绿色、更智能的高质量发展阶段迈进,助力城乡建设领域“双碳”目标的全面实现。

参考文献:

- [1] 朱正云.媒体融合背景下广电媒体向新媒体转型的路径分析[J].数字化传播,2024,(06):34-37.
- [2] 张拓,王双明.区块链技术在建筑工程项目供应链管理中的应用[J].工程抗震与加固改造,2025,47(02):207.
- [3] 何伟.企业数字化转型的影响因素与路径分析[J].全国流通经济,2024,(17):93-96.
- [4] 孙春玲,冯梦如.协同创新中介下数字化转型如何促进建筑企业可持续绩效[J].天津理工大学学报,1-9.
- [5] 岑子健.区块链技术在工程招投标中的应用研究[J].产权导刊,2025,(03):41-44.
- [6] 李晨媛.数字经济背景下企业财务转型路径选择[J].现代企业,2023,(01):165-167.
- [7] 李月起,赖桔伟,张佳莹.链主企业以数字技术引领产业链低碳发展的机制与对策[J/OL].兰州财经大学学报,1-9[2026-01-21].<https://link.cnki.net/urlid/62.1213.F.20260116.1056.002>.
- [8] 王志秀.区块链技术在提升科技成果转化透明度中的应用探讨[J].科技创新与生产力,2025,46(02):8-10.