

社会网络视角下建筑企业数实融合对企业绩效的影响机制

薛小龙, 廖俊鹏, 高鸿铭, 陈建硕

(广州大学管理学院, 广州 510006)

摘要: 数字经济与实体经济深度融合是驱动中国经济高质量发展的重要战略。基于社会网络分析方法, 利用建筑企业上市公司专利数据构建数实融合网络, 测度企业数实融合水平, 探究其对企业绩效的影响机制。研究发现, 数实融合通过“知识宽度拓宽-产品竞争力提升”双通道提升企业绩效, 该结论经内生性控制与稳健性检验后仍成立。异质性分析显示, 高新技术企业、民营企业及成长期/成熟期企业绩效提升更显著, 知识产权保护与数字基建水平强化该效应。在此基础上为建筑企业数实融合深化提出政策建议。

关键词: 数实融合; 网络特征; 企业绩效; 建筑业

中图分类号: F272.5; F424.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)15-0255-09

数字经济作为经济高质量发展的核心驱动力, 正加速重构传统产业的价值创造范式。其中, 数字经济与实体经济的深度融合(简称“数实融合”)已成为推动产业转型升级的关键路径。《中国数字经济发展研究报告(2024)》显示, 2023年中国数字经济规模达53.9万亿元, 同比增长3.7万亿元, 持续释放增长动能。然而, 作为国民经济支柱产业的建筑业, 其数字化转型进程相对滞后, 智能建造渗透率不足等问题突出。中国建筑业协会发布的《2023年建筑业发展统计分析》数据显示, 建筑业产值利润率已连续5年下降, 且连续3年低于3%, 表明传统发展模式难以为继。当前, 建筑企业正经历着数字技术深度渗透引发的范式变革。随着BIM(建筑信息模型)、物联网、智能建造等技术的广泛应用, 建筑企业的数字化转型已从工具性应用迈向系统性融合。《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标的建议》明确将绿色建筑与智能建造作为建筑业转型升级的核心路径。为契合国家发展顶层设计与建筑业发展现实需求, 建筑业亟须树立新发展思路, 通过与人工智能、5G、大数据等数字技术的深度融合与创新

应用, 加速推动数实融合, 形成新质生产力, 以实现高质量发展。

现有研究主要研究数字技术创新对企业绩效的显著促进作用^[1-2]。然而, 仅从数字技术创新视角探讨其对企业绩效的影响具有一定的局限性。相比之下, 数实融合这一研究视角尚未得到充分关注, 数实融合对企业绩效的影响机制仍需进一步分析。企业绩效的重要性在于它不仅是企业当前状态的反映, 更是可持续发展的重要根基。

基于此, 本文收集2012—2023年建筑业上市公司专利数据, 根据国际专利分类与国民经济行业代码的映射关系, 以发生数实融合产业小类为节点, 以数实产业间融合水平为边, 构建中国建筑企业数实融合网络, 结合数实融合网络特征及企业产业贡献计算企业数实融合水平, 从微观视角对建筑企业数实融合展开分析。研究发现, 建筑企业进行数实融合能够显著提高企业绩效。本文从企业知识宽度与企业产品竞争力两个视角对建筑企业数实融合影响企业绩效的机制进行分析。此外, 基于企业科技属性、企业产权性质、企业生命周期内部特质, 以及知识产权保护水平、数字基础设施建设水平外

收稿日期: 2025-02-24

基金项目: 广东省普通高校创新团队项目(2022WCXTD020); 广州大学管理学院研究生创新能力培育项目(GZYZ2024-056); 广东省普通高校青年创新项目(2022WQNCX054); 广东省哲学社会科学规划项目(GD23XGL073)

作者简介: 薛小龙(1974—), 男, 河南焦作人, 博士, 教授, 研究方向为数字经济创新管理、重大工程管理; 通信作者廖俊鹏(1999—), 男, 广东阳西人, 硕士研究生, 研究方向为数字经济创新管理; 高鸿铭(1993—), 男, 广东惠来人, 博士, 副教授, 研究方向为信息系统与信息管理等; 陈建硕(1997—), 男, 广东广州人, 博士研究生, 研究方向为数字技术创新。

部环境,分析建筑企业数实融合对企业绩效的影响存在的异质性。

1 文献综述

1.1 数实融合内涵

现有文献对数实融合内涵界定、数实融合路径开展了一定研究。数实融合内涵界定主要在产业层面、数字技术层面展开。史丹和孙光林^[3]提出数实融合的实质是人工智能、区块链等数字技术在实体经济部门的规模化渗透,最终形成双向赋能的经济闭环。洪银兴和任保平^[4]将数实融合界定为实体经济利用数据要素与数字技术进行数字化改造,数字技术渗透与数据要素重组的过程中,数实融合不断深化。数实融合的表现形式可分为两个层面:一是微观企业层面,主要体现为数字技术在实体经济中的应用,将数据要素融入实体经济的全生命周期和全产业链^[4]。二是产业层面,主要体现为数字经济与实体经济融合在表现为数字产业与实体产业之间的融合^[5-6]。黄先海和高亚兴^[7]认为数实融合实质上是实体经济不断与数据、数字技术等数字经济要素相结合而具有数字属性,推动实体经济内涵与边界不断拓展的过程。对于建筑业而言,企业作为推动数实融合的基础单元,建筑企业微观层面数实融合上表现为在设计、施工、运维等过程使用数字技术,进行数字化变革的过程。建筑业作为实体经济的重要组成部分^[8],在产业层面上建筑企业数实融合表现为数字产业与建筑产业的融合过程。鉴于此,本文界定建筑企业数实融合是分属数字产业与建筑产业范畴的技术之间的互补互促的动态演进过程,是数实融合在技术层面的微观反映,表现为建筑业进行数字化变革。

1.2 企业数实融合经济效果

现有文献对于数实融合的经济效果研究不断深化。在中观产业层面,庞磊和丁文丽^[9]分析数字经济、数字产业化与产业数字化提升产业链关键环节控制能力;田秀娟和李睿^[10]则构建数字技术发展因素理论模型,分析数字技术促进产业结构转型和经济增长的传导机制。在微观企业层面,吴菲等^[11]认为企业数字化转型有助于改善企业在资本市场中的表现;池毛毛等^[12]认为中小制造业通过数字化转型有助于增强新产品绩效。部分文献对企业数字化转型对于投入产出效率^[13]、全要素生产率^[14-16]等方面的影响进行了验证。值得注意的是,尽管建筑企业数字化转型、数实融合研究已逐步展开。例

如,宫志群等^[17]构建了建设项目管理的数字孪生模型以及数字孪生成熟度评价模型,总结并提建设项目管理数字化转型的实现路径;Tuhaise等^[18]通过案例分析、文献分析建筑业中的数字技术应用以及数字技术未来应用热点;陈群等^[19]构建中国建筑企业数字化发展水平评价指标体系,并采用建筑业上市公司实际案例对评价体系验证。但现有研究仍存在一定的局限:其一,研究视角多聚焦于行业,缺乏微观视角下建筑企业数实融经济效应的考察;其二,研究方法以质性分析与案例研究为主。鉴于此,本文利用企业微观层面数据,对建筑企业数实融合进行科学测度并对建筑企业数实融合促进企业绩效机制进行验证分析,为促进建筑企业数实融合提供新的实证依据。

2 研究假设

建筑企业进行数实融合可能通过如下渠道影响企业绩效:一是数实融合能够提升企业知识宽度与技术创新质量,推动企业创新变革;二是企业数实融合能够提升企业对产品的竞争力,强化企业竞争能力。本文从上述两个视角出发,研究建筑数实融合提升企业绩效的作用机制。

(1)建筑企业数实融合通过拓宽企业知识宽度提升企业绩效。①从技术渗透的维度来看,BIM、物联网等新型数字技术的使用深化,建筑企业会强化数字资源收集,拓展原有数据资源收集渠道,使得原有隐性数据浮现,企业对于数据的整理分类从而产生新的知识;②从流程耦合的维度来看,数字资源产生于工程项目的多个阶段,为保证建筑全生命周期(“设计-施工-运维”)数据贯通与跨部门的协同,建筑企业需要对于原有的知识进行跨领域、跨部门的知识整合,产生出针对特定场景的知识;③从生态互联的维度来看,由于数据共享、数据互联的需要,建筑企业在合作过程中不乏外部客户供应商的技术参与,与供应链的合作必然会引入了外部异质知识。知识宽度的拓展能够使企业掌握更多方面的知识资源,从而增加企业知识存量^[20]。建筑产业技术在应用、吸收数字产业技术的过程中产生了技术间的融合,技术融合模糊了不同领域间的界限^[21],建筑企业数实融合有助于引入不同类型的技术,打破原有的知识边界从而实现建筑企业的创新突破,技术创新作为企业经济增长的内生动力^[22],建筑企业创新开发的数字赋能产品相较于其他传统产品更加符合消费者的商品需求取向,拥有扩大企业盈利空间

的潜力。建筑企业数实融合打破了企业传统固化的“孤岛”模式,使企业的商业模式更加扁平化、网状化,促进企业内外部信息交流更为高效率协同,加快信息流动,减少知识搜寻和信息管理的成本^[23],建筑企业数实融合提升企业技术创新所涉领域的广泛度与复杂度,拓宽了企业知识宽度,进而提升企业绩效。

(2)建筑企业数实融合通过提高企业产品竞争力提升企业绩效。①从技术赋能的维度来看,数字技术通过重构组织流程提升企业动态竞争能力^[24]。BIM、物联网技术等新型数字技术嵌入(如 BIM 协同设计、物联网实时监控),提升了建筑企业建筑能力,提高产业间资源共享和资源优化配置,从而提升企业环境适应能力和市场竞争力^[25-26];②从流程再造的维度来看,建筑企业在“设计-施工-运维”等流程中都存在大量的数据信息,建筑企业数实融合将有助于将建筑企业流程中的数据要素、数据信息转换成决策信息输出,才能促进企业决策与改进^[11]。建筑企业多主体跨组织协同有助于提高组织协同效率、帮助企业增进对需求的感知和挖掘能力^[4],加快对需求变化的响应,进而推动敏捷组织能力的提升^[27];③从生态耦合的维度来看,合作伙伴的数字转转型、数字技术的使用将对供应商的创新决策产生影响^[28-29],客户、供应商进行数字技术创新时,建筑企业受到倒逼效应进行数实融合,企业间合作有利于高质量创新的产生,建筑企业数实融合有助于推动企业进入创新高地,强化其生态主导能力,提高了产品的差异化来提高产品竞争力^[30]。

综上所述,提出如下假设。

H:建筑企业数实融合拓宽企业知识宽度,加强企业产品竞争力,从而提升企业绩效。

3 研究设计

上市企业数据主要来自 CSMAR 数据库、Wind 数据库,建筑企业专利数据来源于研究团队构建的中国数字经济创新发展数据库。其中的企业发明专利相关信息,包括专利申请号、IPC(international patent classification,国际专利分类号)、公开公告号等相关字段。选取 2012—2023 年度全国 A 股建筑业上市企业作为初始研究样本,对初始样本进行如下处理:①对数据缺失的样本进行剔除;②删除 ST 类企业样本。为降低异常值的影响,对连续型变量进行双边 1%的缩尾处理。最终得到 440 个样本观测值。

3.1 变量定义

3.1.1 解释变量:数实融合

基于社会网络视角,构建数实融合网络,测度企业数实融合水平。Kim 等^[31]利用制造业专利 IPC 构建 IPC 网络,通过网络节点特征以及公司网络节点贡献来计算企业技术融合水平。基于技术驱动产业融合的视角对于企业数实融合的测度分为 3 个阶段:①借鉴周密等^[6]的数实融合网络的构建方法,使用建筑企业专利申请数据,构建 IPC 共现矩阵。根据国家产权办公室发布的《国际专利分类与国民经济行业分类参考关系表(2018)》,将 IPC 代码与国民经济小类代码进行匹配,构建国民经济小类分类共现矩阵。根据国家统计局发布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》中对于数字经济产业的界定,把产业划分为数字经济产业和实体经济产业两个维度,筛选专利中既含有数字产业也有实体产业的数实融合专利,以产业为节点,以产业融合(数实融合)为边,从而构建了 2012—2023 年每年的样本企业建筑企业数实融合网络。②计算每年产业网络中心性指数(度数中心性)。其数值越大,表明该产业与其他产业的直接关联性越强,数实融合程度越紧密。对其进行归一化处理,以便比较数字产业或实体产业在网络中的重要程度。③借鉴 Kim 等^[31]和 Gao 等^[32]方法,计算每家建筑企业每年贡献的国民经济小类比例,将小类中心性指数乘以小类比例加总到企业-年份层面得到企业各年度数实融合水平,取自然对数后作为企业数实融合的衡量指标。

$$DEG_{i,t,q} = \sum_{k \in \theta(i,t)} \omega_{k,t} \quad (1)$$

$$TC_{i,t} = \sum_{q \in NEIC} DEG_{i,t,q} \times PNEIC_{i,t,q} \quad (2)$$

式中: i 为企业; t 为年份; $DEG_{i,t,q}$ 为企业 i 在 t 年国民经济小类 q 的度中心度; $\theta(i,t)$ 为 t 年的节点 i 的邻居节点集合; $\omega_{i,k,t}$ 为 t 年的节点 i 与节点 k 之间的连线权重; $TC_{i,t}$ 为企业 i 在 t 年的企业数实融合水平; $PNEIC_{i,t,q}$ 为企业 i 在 t 年国民经济小类 q 贡献小类比例。

3.1.2 被解释变量、控制变量

企业绩效的代理变量用财务指标 ROA 来表示。为减少遗漏变量的干扰,提高结论稳健性,选取公司规模(Size)资产负债率(Lev)、企业年龄(FirmAge)、营业收入增长率(Growth)、现金流比率(Cashflow)、董事会规模(Board)、总资产周转率(ATO)作为控制变量。变量定义见表 1。

表 1 变量定义

变量类型	变量名称	变量	变量定义
被解释变量	企业绩效	ROA	税后净利/平均总资产
解释变量	数实融合	TC	见 3.1.1 节解释变量的测度
控制变量	企业规模	Size	总资产的自然对数
	资产负债率	Lev	年末总负债/年末总资产
	企业年龄	FirmAge	以会计年度与企业成立年份之差的自然对数
	营业收入增长率	Growth	营业收入增长额/上年营业收入总额
	现金流比率	Cashflow	经营活动产生的现金流与总资产的比率
	董事会规模	Board	董事会董事人数取自然对数
	总资产周转率	ATO	销售收入/平均总资产

3.2 模型设立

本文主要分析建筑企业数实融合水平对企业绩效的影响,为避免遗漏变量偏误的影响,控制了时间与地区,构建以下固定效应基准回归模型:

$$ROA_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 TC_{i,t} + \beta_2 Control_{i,t} + \sum Year + \sum Province + \epsilon_{i,t} \quad (3)$$

式中:ROA 为企业绩效;Control 为控制变量;Year 为年份固定效应;Province 为地区省份固定效应; β_0 为常数项; ϵ 为随机扰动项; β_1 、 β_2 为系数。

4 变量数据分析

4.1 变量描述性统计

各项主要变量的描述性统计结果见表 2,共有 440 个有效样本数。企业绩效的最大值为 0.19,最小值为 -0.25,标准差 0.05,说明企业绩效的波动性较稳定。企业数实融合水平的最小值为 0.96,最大值分别为 8.06,标准差为 1.36,说明企业之间的数实融合水平有着较大的差异。剩余控制变量中,企业规模的标准差为 1.69,说明企业间规模有较大的差异。

表 2 变量描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
ROA	440	0.02	0.05	-0.25	0.19
TC	440	4.88	1.36	0.96	8.06
Size	440	23.40	1.69	20.23	26.44
Lev	440	0.67	0.17	0.11	0.92
FirmAge	440	2.96	0.33	1.79	3.61
Growth	440	0.14	0.39	-0.56	3.07
Cashflow	440	0.01	0.06	-0.16	0.25
Board	440	2.11	0.18	1.61	2.71
ATO	440	0.67	0.28	0.07	1.98

4.2 基准回归分析

建筑企业数实融合与企业绩效基准回归分析结果见表 3。表 3 中列(1)仅包含解释变量数实融合的回归系数在 1%的置信水平下显著,说明建筑企

表 3 数实融合与企业绩效基准回归分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	ROA	ROA	ROA	ROA
TC	0.006 5*** (4.19)	0.003 6*** (2.67)	0.004 0*** (2.93)	0.004 6*** (3.27)
控制变量	No	Yes	No	Yes
常数项	-0.013 0 (-1.65)	-0.157 9*** (-3.31)	-0.176 0*** (-3.60)	-0.253 9*** (-4.15)
年份固定效应	No	No	Yes	Yes
地区固定效应	No	No	No	Yes
样本数	440	440	440	440
F	17.59	28.52	14.15	8.79
adj. R ²	0.036 4	0.334 0	0.362 8	0.396 5

注:***表示 $P < 0.01$;括号内为 t 值。

业数实融合行为显著促进了建筑企业绩效。第(2)列纳入了公司规模、资产负债率、公司年龄等一系列控制变量后,数实融合水平的回归系数有所缩小,这可能是部分影响企业绩效的控制变量吸收所致,但置信水平不变,说明了建筑数实融合水平与企业绩效具有显著的正向影响。第(3)列进一步控制年份固定效应数实融合水平的回归系数相较于列(1)有所缩小。第(4)列在加入控制变量,并加入年份、地区固定效应后,结果表明企业进行数实产业融合对企业绩效具有显著的正向影响。

4.3 内生性检验

(1)为缓解数实融合水平与企业绩效之间可能的因果关系所导致的内生性问题,借鉴 Huang 等^[1]的研究选取区域-年度数实融合水平的均值作为工具变量,进行两阶段最小二乘回归(2SLS)。选择该工具变量的原因在于,同一年度企业所在区域数实融合均值与企业自身的数实融合密切相关,但与企业绩效无直接关联。工具变量法[表 4 列(1)]结果表明区域-行业-年度数实融合的均值与企业数实融合之间存在强相关性。工具变量法结果[表 4 列(2)]表明,数实融合对企业绩效表现仍具有显著的正向影响,且影响系数通过了 1%的显著性水平检验。

表 4 内生性检验与稳健性检验结果

变量	工具变量法		PSM	替换自变量	替换因变量	替换时间段
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	TC	ROA		ROA	ROE	ROA
TC		0.004 8*** (2.77)	0.008*** (1.73)	0.003 7*** (2.98)	0.010 5** (2.47)	0.004 3*** (2.90)
TC _{mean}	0.976 3*** (25.62)					
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	-3.779 7 (-2.49)	-0.181 1*** (-2.83)	-0.165 8** (-2.05)	-0.218 6*** (-3.47)	-1.100 2*** (-5.90)	-0.097 1 (-1.49)
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地区固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	440	440	227	440	440	365
F	0.86			8.71	9.63	7.80
adj. R ²	0.498 0		0.294 9	0.393 8	0.421 1	0.374 2

注: **、*** 分别表示 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$; 括号内为 t 值。

(2)为弱化样本选择产生的误差,借鉴 King 和 Nielsen^[33] 的检验方法,采用倾向得分匹配法(PSM),以企业数实融合水平的中位数为参照线,划分为高数实融合组别(实验组)与低数实融合组别(控制组)。在 PSM 检验中,将选取的控制变量作为协变量,使不同数实融合水平的样本在企业特征上趋于相同,让两组样本之间的差异仅受数实融合水平的影响,将两个组别按照协变量进行 1:1 近邻匹配。由 PSM 检验[表 4 列(3)]可见,数实融合水平的系数在 1% 的水平上显著为正,表明匹配质量良好。

4.4 稳健性检验

(1)为验证核心解释变量企业数实融合水平测度方式对结果的潜在影响,将原研究中使用的中心性指标由度中心度替换为接近中心度,重新计算建筑企业数实融合水平再重新进行回归分析。回归结果[表 4 列(4)]显示,自变量的系数方向、显著性水平及经济意义均与原结论一致,证实了核心解释变量测度方式的稳健性。

(2)针对被解释变量企业绩效,进一步采用替代性代理变量进行检验。将原研究的资产收益率(ROA)替换为净资产收益率(ROE),并保持其他变量与控制条件不变。回归结果[表 4 列(5)]显示,数实融合水平的回归系数在 5% 的置信水平下显著,表明研究结论对因变量的测度方式具有较强稳健性。

(3)进一步调整样本时间区间缩短研究区间至 2016—2023 年。2016 年发布的《G20 数字经济发展与合作倡议》明确数字技术创新将为各国经济注入新的动力,标志着数实融合进入政策驱动的新阶

段,中国建筑业对于数字技术的使用进一步深化。同时缩短研究区间能够排除建筑企业数实融合早期因数字基础设施不完善、企业转型意愿薄弱导致的数据异质性干扰。重新估计模型后,回归结果[表 4 列(6)]显示,显著性水平保持稳定,表明研究结论不受时间区间选择的系统性影响。

4.5 异质性分析

4.5.1 内部特征异质性

(1)将样本企业以科技属性特征划分为高新技术企业与非高新技术企业进行回归检验。科技属性异质性分析结果[表 5 列(1)、列(2)]显示,高新技术企业相比于非高新技术企业而言,高新技术企业数实融合的促进作用通过统计显著性检验。高新技术企业与非高新技术企业在创新层面本身就具备一定的差异,从创新基础来看,高新技术企业由于其经济效益的关键在于其创新的能力,对于数实融合,高新技术企业本身就具备相应的创新基础。建筑企业由于其重资产、劳动密集的特点,进行数实融合需要更多的创新基础支撑,企业进行数实融合时,前期的投入相对来说比较大。相比之下,非高新技术企业创新基础较为薄弱,对于数实融合处于不敢、不能的两难困境,也不具备深度数字化转型的客观技术基础条件。这类企业的数实融合水平相对较低,无法带来显著的绩效提升效果。

(2)将样本企业以产权性质为基础划分为国有企业与民营企业进行回归检验。产权性质异质性分析结果[表 5 列(3)、列(4)]显示,民营建筑企业相比于国有建筑企业而言,民营建筑企业数实融合的促进作用则通过统计显著性检验。从国有企业与民

表5 数实融合与企业绩效的异质性分析(内部特征层面)结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	ROA 高新技术企业	ROA 非高新技术企业	ROA 国有企业	ROA 民营企业	ROA 成长期企业	ROA 成熟期企业	ROA 衰退期企业
TC	0.006 0*** (2.70)	-0.000 1 (-0.08)	0.001 8 (1.15)	0.006 9*** (2.73)	0.013 6*** (2.75)	0.004 2* (1.68)	0.000 3 (0.18)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	-0.221 5** (-2.49)	0.057 0 (1.09)	-0.041 6 (-0.56)	-0.208 3 (-1.93)	-0.157 0 (-1.12)	-0.284 0*** (-2.79)	-0.212 9** (-2.57)
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
地区固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	247	193	237	203	71	143	226
F	9.27	4.52	5.28	7.61	3.72	5.43	3.96
adj. R ²	0.510 4	0.377 1	0.374 3	0.503 4	0.530 2	0.491 9	0.327 0

注: *、**、***分别表示 $P < 0.1$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$; 括号内为 t 值。

营企业的市场占有率来看,民营企业的市场占有率较少,为提高市场竞争力,提高企业的市场份额,民营企业对于数实融合有着更强的主观意愿;而对于国有企业而言,国有企业的市场占有率较高,同时由于国家背书,其市场竞争压力较少,故国有企业缺乏在数实融合领域创新的动力。

(3)处于不同生命周期的建筑企业进行数实融合可能产生一定的差异。参考 Dickinson^[34]的做法,对企业生命周期进行划分,分为成长期企业、成熟期企业、衰退期企业。企业生命周期异质性分析结果[表5列(5)~列(7)]显示,在衰退期组别中,建筑企业数实融合对企业绩效的促进作用无法通过统计显著性检验;在成长期、成熟期的组别中,企业数实融合的促进作用则通过了统计显著性检验。成长期企业相比于成熟期企业而言,建筑企业数实融合的企业绩效优化效果更为明显。相比处于成长期和成熟期的企业,衰退期的企业由于财务状况恶化,常面临员工队伍稳定性下降与劳动成本黏性较高等问题。建筑企业由于其行业特性,整体行业的数字化程度较低,企业进行数实融合需要更多的研发投入以及人力成本。处于成长期的企业需要开拓份额,加强产品竞争力,具有更强的动机对数字技术进行运用。处于成熟期的企业由于具有较多的市场占有率与资源优势,可能对于创新的意愿不足,企业的数实融合优化效果降低。

4.5.2 外部环境异质性

(1)知识产权保护水平。参考李勃昕等^[35]的计算方法,区域知识产权保护综合强度由技术市场交易额与GDP的比值来表示。以该指标与各年度的二位数将样本分为知识产权保护水平高低两组样本作为异质性检验样本。异质性分析结果[表6列(1)、列(2)]显示,在知识产权保护水平高的地区,

表6 数实融合与企业绩效的异质性分析(外部环境层面)结果

变量	(1)	(2)	(3)	(3)
	ROA 知识产权 保护高	ROA 知识产权 保护低	ROA 数字基础设 施建设完善	ROA 数字基础设 施建设薄弱
TC	0.007 1*** (3.30)	0.003 3 (1.61)	0.005 1** (2.52)	0.001 4 (0.78)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	-0.186 6** (-2.23)	-0.130 0 (-1.43)	-0.136 5* (-1.73)	-0.208 7*** (-2.68)
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
地区固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	247	193	270	170
F	6.96	2.79	7.28	4.77
adj. R ²	0.451 8	0.257 0	0.449 8	0.431 6

注: *、**、***分别表示 $P < 0.1$ 、 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$; 括号内为 t 值。

企业数实产业技术融合能促进企业绩效的提升。在知识产权保护水平高的地区进行数实融合,成果能够得到有效的保护以及转化落实,区域的知识产权保护也能对于企业进行技术创新的经济效益提供保障。

(2)数字基础设施建设水平。参考王琴等^[36]构建数字基础设施评价指标体系作为地区数字基础设施建设水平的测度指标,相关数据来自历年《中国城市统计年鉴》,根据各年度评价结果的中位数分组,将样本划分为数字基础设施建设完善组与薄弱组进行异质性检验。异质性分析结果[表6列(3)、列(4)]显示,在数字基础设施完善区域中,企业数实融合行为能促进企业绩效的提升。企业进行数实融合需要一定的数字基础设施支撑,数字基础设施能够加快对于企业数实融合过程产品的开发与市场化过程。同时区域的数字基础设施建设水平也能反映地区的数字技术运用程度,在数字

基础设施完善的区域,技术成果转化效率显著提高,为企业数实融合提供了良好的技术适配环境。

4.6 机制检验

(1)企业知识宽度(knowledge breadth)。企业知识宽度反映了企业知识的深度,弥补了仅以专利数量评估企业创新活动的局限性。专利作为高价值创新知识的载体,其知识复杂度对其质量产生直接影响,专利的复杂度能够反映企业知识宽度。参考张杰和郑文平^[36]提出的专利复杂度测度方法,利用专利申请时的 IPC 分类号,在 IPC 大组层面按照式(3)计算企业专利分类的赫芬达尔-赫希曼指数(HHI),并利用 HHI 指数作为企业知识宽度的代理变量。

$$\text{patent_knowledgebreadth} = 1 - \sum \alpha_j^2 \quad (4)$$

式中: α_j 为 IPC 大组分类 j 专利分类号在各大组分类所占比重。该指数越大,表示企业知识宽度越大。中介效应检验结果[表 7 列(1)]显示,解释变量系数显著为正,且在 1%的水平上显著,表明建筑企业进行数实融合对企业知识宽度具有显著的正向影响,建筑企业数实融合能够拓宽企业知识宽度,从而提高企业绩效。

(2)企业产品竞争力(product competitiveness)。数实融合通过强化需求识别与技术适配能力,优化产品结构与服务响应效率,从而增强企业市场适应性与盈利可持续性。参考 Peress^[38]对企业勒纳指数(营业收入-营业成本-管理费用-销售费用)/营业收入的计算,作为企业产品竞争力的代理变量。中介效应检验结果[表 7 列(2)]显示,解释变量系数显著为正,且在 1%的水平上显著,表明企业进行数实融合对企业产品竞争力具有显著的正向影响,建筑企业数实融合能够提升企业产品竞争力,最终驱动企业绩效增长。

表 7 数实融合与企业绩效中介效应分析结果

变量	(1)	(2)
	knowledge breadth	product competitiveness
TC	0.030 0*** (6.04)	0.009 1*** (3.51)
控制变量	Yes	Yes
常数项	0.353 2(1.61)	0.119 1(1.02)
年份固定效应	Yes	Yes
地区固定效应	Yes	Yes
样本数	440	351
F	3.35	3.92
adj. R ²	0.165 0	0.231 0

注:***表示 $P < 0.01$;括号内为 t 值。

5 结论与建议

利用 2012—2023 年全国建筑业 A 股上市企业财务及专利数据,实证检验了数实融合对企业绩效的影响及作用机制,得到以下研究结论。

(1)使用了社会网络方法,更为全面地测度了建筑企业数实融合水平。建筑企业数实融合与企业绩效呈现显著的正向关系。研究假设与结论具有一致性,分析结果有力地支持了关于建筑企业数实融合积极影响企业绩效的理论判断,对两者因果关系进行了更为有效的识别。证实了企业知识宽度、企业产品竞争力在建筑企业数实融合与企业绩效之间存在显著的部分中介效应。

(2)建筑企业数实融合与企业绩效的异质性研究表明:第一,在不同企业属性特征差异下有着显著的非对称效果:非国有建筑企业、高新技术建筑企业以及非衰退期的企业进行数实融合能带动企业绩效的提升。第二,有效的外部条件是建筑企业数实融合发挥促进作用的重要基础。位于知识产权保护水平高、数字基础设施建设水平高的建筑企业进行数实融合能带动企业绩效的提升。

通过实证分析揭示了建筑企业数实融合对企业绩效的影响机制,但仍需注意到研究存在一定局限性:数据覆盖范围局限于 A 股上市建筑企业,缺乏对非上市企业及中小型企业的考察,且研究时间跨度截至 2023 年,未来可结合更长周期的数据验证结论的稳健性;在变量测度方法上,主要依赖专利数据,可能未能充分纳入企业数字化转型战略文本等非结构化数据的影响,后续可以融合多源异构数据优化测度指标;尽管研究聚焦于建筑业,但数字技术的快速迭代(如生成式 AI 的崛起)可能对融合路径产生动态影响,需持续跟踪技术演进对企业绩效的异质性作用。未来研究可进一步拓展至跨行业比较,探究数实融合在制造业、服务业等领域的差异化机制,并结合区域数字基础设施建设水平和产业集群特征开展空间异质性分析。

根据上述结论,为系统性推动建筑企业数实融合提出以下对策建议。

(1)在战略层面上实施差异化施策。调动企业创新活力,推动国有建筑企业作为数实融合龙头企业,通过标杆引领加速经验扩散。深化民营建筑企业、高新科技建筑企业数实融合,遴选数实融合示范项目,总结其成功经验与路径;传统建筑企业应积极与高校、科研机构合作,推动企业数实融合。支持科技跨界融合,同步构建政策仿真平台,动态

优化财税激励与数据治理规则。

(2)生态协同层面,强化数据共享与产业联动。制定建筑行业数据标准(涵盖设计、施工、运维全流程),建立国家级数据中心推动跨区域技术扩散;试点链主企业数实融合创新协同模式,促进数字技术、数据要素在产业链的传导。

(3)技术赋能层面,聚焦智能建造场景突破。强化BIM技术、建筑机器人、物联网、数字孪生等数字技术的运用,对于使用数字技术的建筑企业提供一定的政策帮扶。

(4)保障支撑层面,优化外部创新环境与能力培育机制。加速数字基建与制度保障,强化区域协同与产业联动,动员企业对于建筑工人数字化技能进行培训、认证。

(5)构建“战略引导-生态协同-技术赋能-保障支撑”四位一体的政策框架,力争完善市场导向的数实融合创新体系,推动建筑企业数实融合集群化发展,促进建筑业高质量发展。

参考文献

- [1] HUANG Q, FANG J, XUE X, et al. Does digital innovation cause better ESG performance? an empirical test of a-listed firms in China[J]. *Research in International Business and Finance*, 2023, 66: 102049.
- [2] 陶锋,朱盼,邱楚芝,等. 数字技术创新对企业市场价值的影响研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2023, 40(5): 68-91.
- [3] 史丹,孙光林. 数字经济和实体经济融合对绿色创新的影响[J]. *改革*, 2023(2): 1-13.
- [4] 洪银兴,任保平. 数字经济与实体经济深度融合的内涵和途径[J]. *中国工业经济*, 2023(2): 5-16.
- [5] 黄先海,高亚兴. 数实融合加速新质生产力形成的内在逻辑与实践路径[J]. *经济纵横*, 2024(10): 46-56.
- [6] 周密,王雷,郭佳宏. 新质生产力背景下数实融合的测算与时空比较: 基于专利共分类方法的研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2024, 41(7): 5-27.
- [7] 黄先海,高亚兴. 数实产业技术融合与企业全要素生产率: 基于中国企业专利信息的研究[J]. *中国工业经济*, 2023(11): 118-136.
- [8] 黄群慧. 论新时期中国实体经济的发展[J]. *中国工业经济*, 2017(9): 5-24.
- [9] 庞磊,丁文丽. 数字经济提升了产业链关键环节的控制能力吗? 基于数字产业化和产业数字化的对比研究[J]. *科学学研究*, 2024, 42(3): 541-553.
- [10] 田秀娟,李睿. 数字技术赋能实体经济转型发展: 基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J]. *管理世界*, 2022, 38(5): 56-73.
- [11] 吴非,胡慧芷,林慧妍,等. 企业数字化转型与资本市场表现: 来自股票流动性的经验证据[J]. *管理世界*, 2021, 37(7): 130-144.
- [12] 池毛毛,叶丁菱,王俊晶,等. 我国中小制造企业如何提升新产品开发绩效: 基于数字化赋能的视角[J]. *南开管理评论*, 2020, 23(3): 63-75.
- [13] 刘淑春,闫津臣,张思雪,等. 企业管理数字化变革能提升投入产出效率吗[J]. *管理世界*, 2021, 37(5): 170-190.
- [14] 赵宸宇,王文春,李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. *财贸经济*, 2021, 42(7): 114-129.
- [15] 陈建硕,薛小龙,黄琼宇,等. 数字技术创新与企业绿色全要素生产率: 基于数字经济核心产业专利的经验证据[J]. *产经评论*, 2024, 15(3): 51-64.
- [16] 宫志群,王永志,廖少明. 基于数字孪生的建设工程项目管理数字化[J]. *土木工程学报*, 2024, 57(7): 106-128.
- [17] TUHAISE V V, TAH J H M, ABANDA F H. Technologies for digital twin applications in construction[J]. *Automation in Construction*, 2023, 152: 104931.
- [18] 陈群,李佳昕,陈哲. 我国建筑企业数字化发展水平测度研究[J]. *建筑经济*, 2023, 44(1): 21-28.
- [19] 王斌,郭清琳. 焦点企业知识存量对联盟组合分裂断层的影响: 知识转移效率的中介作用[J]. *科技进步与对策*, 2020, 37(5): 151-160.
- [20] CURRAN C S, LEKER J. Patent indicators for monitoring convergence: examples from NFF and ICT[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, 78(2): 256-273.
- [21] AGHION P, HOWITT P. A model of growth through creative destruction[R]. Cambridge: National Bureau of Economic Research Cambridge, 1990.
- [22] LI F. The digital transformation of business models in the creative industries: a holistic framework and emerging trends[J]. *Technovation*, 2020, 92: 102012.
- [23] 陈春花. 传统企业数字化转型能力体系构建研究[J]. *人民论坛·学术前沿*, 2019(18): 6-12.
- [24] 陈雨露. 数字经济与实体经济融合发展的理论探索[J]. *经济研究*, 2023, 58(9): 22-30.
- [25] 余东华,李云汉. 数字经济时代的产业组织创新: 以数字技术驱动的产业链群生态体系为例[J]. *改革*, 2021(7): 24-43.
- [26] SAMBAMURTHY V, BHARADWAJ A, GROVER V. Shaping agility through digital options: reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms[J]. *MIS Quarterly*, 2003, 27(2): 237-263.
- [27] 杨金玉,彭秋萍,葛震霆. 数字化转型的客户传染效应: 供应商创新视角[J]. *中国工业经济*, 2022(8): 156-174.
- [28] 陶锋,王欣然,徐扬,等. 数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J]. *中国工业经济*, 2023(5): 118-136.
- [29] 苏媛,李广培. 绿色技术创新能力、产品差异化与企业竞争力: 基于节能环保产业上市公司的分析[J]. *中国管*

- 理科学, 2021, 29(4): 46-56.
- [30] KIM K, JUNG S, HWANG J. Technology convergence capability and firm innovation in the manufacturing sector: an approach based on patent network analysis[J]. R&D Management, 2019, 49(4): 595-606.
- [31] GAO H, XUE X, ZHU H, et al. Exploring the digitalization paradox: the impact of digital technology convergence on manufacturing firm performance[J]. Journal of Manufacturing Technology Management, 2025, 36(2): 277-306.
- [32] KING G, NIELSEN R. Why propensity scores should not be used for matching[J]. Political Analysis, 2019, 27(4): 435-454.
- [33] DICKINSON V. Cash flow patterns as a proxy for firm life cycle[J]. The Accounting Review, 2011, 86(6): 1969-1994.
- [34] 李勃昕, 韩先锋, 李宁. 知识产权保护是否影响了中国 OFDI 逆向创新溢出效应? [J]. 中国软科学, 2019(3): 46-60.
- [35] 王琴, 李敬, 丁可可, 等. 数字基础设施、要素配置效率与城乡收入差距[J]. 统计与决策, 2023, 39(9): 29-34.
- [36] 张杰, 郑文平. 创新追赶战略抑制了中国专利质量么? [J]. 经济研究, 2018, 53(5): 28-41.
- [37] PERESS J. Product market competition, insider trading, and stock market efficiency[J]. The Journal of Finance, 2010, 65(1): 1-43.

Impact Mechanism of Digital-real Integration on Corporate Performance in Construction Enterprises from the Perspective of Social Network

XUE Xiaolong, LIAO Junpeng, GAO Hongming, CHEN Jianshuo

(School of Management, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The deep integration of the digital economy and real economy (DRI) serves as a pivotal strategy for driving China's high-quality economic development. Leveraging social network analysis (SNA), a DRI network was constructed using patent data from listed construction enterprises, their DRI levels were measured, and its impact mechanisms on corporate performance were investigated. Key findings include DRI significantly enhances corporate performance through dual pathways of knowledge breadth expansion and product competitiveness enhancement, with results remaining robust after addressing endogeneity concerns and rigorous robustness checks. Heterogeneity analysis reveals stronger performance improvements in high-tech enterprises, private-owned enterprises, and firms in growth/maturity stages, while stronger intellectual property protection and advanced digital infrastructure amplify these effects. Building on these insights, targeted policy recommendations are proposed to deepen DRI adoption in the construction sector.

Keywords: digital-real integration; network characteristics; corporate performance; construction industry