

# 基于TOE框架的建筑企业数字化转型 路径研究

陈光俊

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年9月26日; 录用日期: 2024年10月31日; 发布日期: 2025年1月10日

## 摘要

随着信息技术的迅速发展, 建筑企业的数字化转型成为其提升竞争力和实现可持续发展的重要手段。本文基于TOE框架, 系统探讨了建筑企业在数字化转型过程中所面临的技术、组织和环境因素, 并基于此提出了理论模型和6条假设。再选取部分省市的建筑企业进行调研并发放问卷, 借助相关软件进行数据处理, 对TOE拓展分析框架进行验证, 得到以下结论: 技术类因素、组织类因素和环境类因素对建筑企业数字化应用水平有着正向的影响; 技术类因素、组织类因素对建筑企业数字化效益有着正向的影响; 环境类因素对建筑企业数字化效益的影响不显著。最后, 基于实证分析结果进行讨论, 提出技术驱动组织环境协同型、组织驱动技术环境协同型、环境驱动技术组织协同型三种要素协同转型路径机制, 为行业提供了理论依据和实践指导, 旨在帮助建筑企业更好地进行数字化转型以应对数字化时代的挑战。

## 关键词

TOE框架, 建筑企业, 数字化转型, 转型路径分析

# Research on the Digital Transformation Path of Construction Enterprises Based on TOE Framework

Guangjun Chen

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Sep. 26<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 31<sup>st</sup>, 2024; published: Jan. 10<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

With the rapid development of information technology, the digital transformation of construction

enterprises has become a crucial means for them to enhance competitiveness and achieve sustainable development. Based on the TOE (Technology, Organization, and Environment) framework, this paper systematically discusses the technological, organizational, and environmental factors faced by construction enterprises in the process of digital transformation. Furthermore, it proposes a theoretical model and six hypotheses based on these factors. By selecting construction enterprises in some provinces and cities for investigation and distributing questionnaires, and with the help of relevant software for data processing, this paper validates the expanded TOE analysis framework. The following conclusions are drawn: Technological factors, organizational factors, and environmental factors have a positive impact on the level of digital application in construction enterprises; technological factors and organizational factors have a positive impact on the digital benefits of construction enterprises; while environmental factors have an insignificant impact on the digital benefits of construction enterprises. Finally, based on the empirical analysis results, this paper discusses and proposes three synergistic transformation path mechanisms: technology-driven organizational environment coordination, organization-driven technology and environment coordination, and environment-driven technology and organization coordination. These provide theoretical support and practical guidance for the industry, aiming to help construction enterprises better carry out digital transformation to meet the challenges of the digital era.

## Keywords

TOE Framework, Construction Enterprises, Digital Transformation, Transformation Path Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在数字经济背景下，企业的数字化转型已成为主流趋势，传统建筑企业在项目管理、设计和施工等方面的效率和透明度受到多方面的挑战，迫切需要通过数字化手段实现业务流程的优化和管理模式的创新，建筑企业面临着数字化转型的压力。建筑企业的数字化转型不仅依赖于先进技术的应用，还需结合组织结构的调整和外部环境的支持，因此，系统性研究数字化转型路径显得尤为重要。

在前人的研究当中，企业数字化转型的研究架构已显著成熟，尤其是在跨领域视角下的深入剖析更为突出。然而，聚焦于建筑企业的相关研究却仍显单薄。建筑企业数字化转型是复杂且多面向的变革过程，深受多种前置因素的交织驱动。在数字化技术方面，方昱楚研究表明，BIM技术的应用能够显著提高工程项目的设计和施工效率，减少错误和返工现象[1]。范云翠，李昕浩发现物联网技术在建筑施工中的应用，可以实现设备和材料的智能管理，提升施工现场的安全性和效率[2]。技术的应用和推广需要企业在技术选型、系统集成和数据管理等方面进行全面的规划和实施。在组织方面，组织结构的调整和管理模式的创新是实现数字化转型的关键。数字化转型意味着原来组织结构适应性调整，要求企业内部设立专门的数字化转型部门，明确各部门的职责和协作方式，运用数字技术红利，建立数字管理模式[3]。同时，精益管理和敏捷开发等新型管理理念的引入，有助于提高企业的决策效率和响应速度。此外，通过聘用专业数字化技术员工和增加企业数字化投资支出，确保企业具备必要的数字化能力，从而推动企业整体转型[4]。在外部环境方面，研究发现，各级政府为推动企业数字化转型提供了融资、税收和人力资源等一系列政策支持，促进数字经济与实体经济深度融合。此外，市场需求的变化和竞争压力的增加，促使企业必须加快数字化转型步伐，以满足客户对高效、智能和绿色建筑的需求。行业协会和标准化组织的引导和支持，为企业提供了技术指导 and 交流平台，促进了数字化技术在行业内的推广和应用[5]。

当前研究虽已触及建筑企业数字化转型的紧迫性及对运营的多层次效应，但尚缺乏一个全面且系统的理论框架来深刻揭示其内在逻辑。现有研究存在两大主要不足：首要之处在于对建筑企业数字化转型的全面性和系统性探讨不足；其次，理论与实践之间存在显著差距，建筑企业的数字化转型实践往往超越了现有理论研究的步伐，特别是在描绘其动态演进路径和内在作用机制方面显得力不从心。

因此，本研究将基于 TOE 理论构建建筑企业数字化转型理论模型，以提供一个更为综合的数字化转型分析框架。通过对建筑企业深入调研，深入探索各要素间的协同互动及动态演变规律，提出适合企业实际情况的转型路径，以期弥补现有研究的不足，为建筑企业的数字化转型实践提供更加坚实有力的理论支撑与策略启示。

## 2. 理论基础和模型假设

### 2.1. 理论基础

数字化转型是指通过数字技术的应用，彻底变革企业的业务模式、运营方式和客户体验，以实现企业的全面转型和提升竞争力。其理论基础涉及多个方面的理论，包括技术创新理论、组织变革理论和环境适应理论。

#### 2.1.1. TOE 理论

TOE 框架是企业数字化转型的重要理论基础之一。该框架由 Tornatzky 和 Fleischer 在 1990 年提出，主要从技术、组织和环境三个维度来分析企业技术采纳的决定因素[6]。技术维度包括企业现有的技术基础和技术能力，组织维度包括企业的规模、结构和管理水平，环境维度包括市场环境、竞争压力和政府政策等外部因素。基于 TOE 框架，企业可以全面分析数字化转型过程中面临的内部和外部因素，从而制定科学的转型策略。

#### 2.1.2. 理论分析框架

组态视角下，技术、组织、环境 3 个维度的影响因素相互作用，以协同联动的方式推动高水平的发展。为揭示影响数字体育建设的多种因素间的复杂关系，同时为不同地区提供差异化的发展策略，本研究以国家组织的“十四五”中期全国数字体育建设情况调研为契机，广泛整合了调研获得的一手、二手资料，从技术维度、组织维度和环境维度归纳出影响建筑企业数字化转型的 3 个条件变量(图 1)。

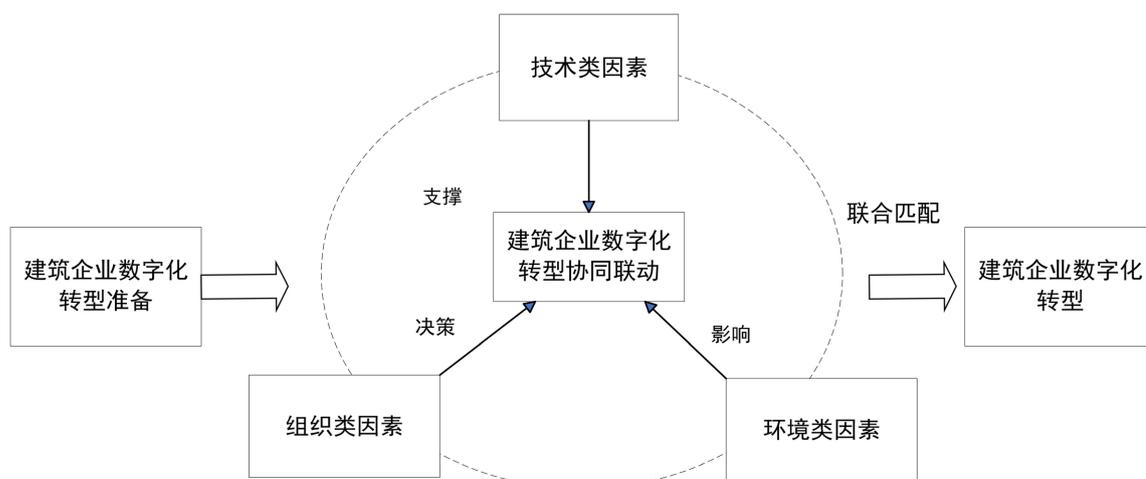


Figure 1. TOE analysis framework diagram of digital transformation

图 1. 数字化转型 TOE 分析框架图

## 2.2. 模型假设

本文基于技术 - 组织 - 环境模型和企业信息技术采纳理论, 在智能建造大背景下, 从数字化技术、数字化组织、数字化环境三方面讨论影响中小企业数字化转型的因素。为便于研究自变量建筑企业数字化转型的可观测性, 借鉴前人的研究, 提出以下 6 条假设:

- H1: 技术类因素对建筑企业数字化应用水平有着正向的影响;
- H2: 技术类因素对建筑企业数字化效益有着正向的影响;
- H3: 组织类因素对建筑企业数字化应用水平有着正向的影响;
- H4: 组织类因素对建筑企业数字化效益有着正向的影响;
- H5: 环境类因素对建筑企业数字化应用水平有着正向的影响;
- H6: 环境类因素对建筑企业数字化效益有着正向的影响。

## 3. 研究方法

### 3.1. 自变量

#### 3.1.1. 技术类因素

在建筑企业的数字化转型中, 技术是核心驱动力, 也是数字化转型的重要基础和支撑。有调查数据显示[7], 技术变革在数字化转型的过程中成本高, 导致压力在各方面中占比最高。建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、大数据分析和人工智能(AI)等先进技术的应用, 极大地提升了工程项目的设计、施工和管理效率。这些技术不仅能够提供实时的数据分析和可视化支持, 还可以提高工程质量和降低成本。同时, 云计算和移动技术的融合使得数据的存储和共享更加便捷, 为企业内部和外部的协同工作提供了有力保障。

#### 3.1.2. 组织类因素

组织结构调整与管理创新: 数字化转型只依靠数字化技术不能使企业转型成功, 要求企业在组织结构上进行相应的调整, 以适应新技术的应用和新的业务流程[8]。这包括设立专门的数字化转型部门或团队, 明确各部门的职责和协作方式。同时, 管理创新也是必不可少的, 企业需要引入新的管理理念和方法, 如精益管理、敏捷开发等, 以提高决策效率和响应速度。员工培训和技能提升也是组织层面的重要内容, 通过持续的培训和教育, 确保员工具备必要的数字化技能和知识, 从而推动企业整体的数字化进程。

#### 3.1.3. 环境类因素

政策支持与市场环境: 外部环境对建筑企业的数字化转型有着重要影响。政府政策的支持[9], 如税收优惠、资金补贴和技术标准的制定, 为企业提供了良好的外部环境。此外, 市场需求的变化和竞争压力也是推动企业数字化转型的重要因素。随着客户对高效、智能和绿色建筑需求的增加, 企业必须加快数字化转型步伐, 以满足市场需求并在竞争中占据有利位置。行业协会和标准化组织的引导和支持, 也为企业提供了技术指导 and 交流平台, 促进了数字化技术在行业内的推广和应用。

### 3.2. 因变量

#### 3.2.1. 数字化应用

数字化应用衡量企业在生产、管理和运营中数字化技术和工具的使用率来评估企业的数字化转型程度。企业采用建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、大数据分析和人工智能(AI)等技术的程度, 建立并运行数字化管理系统(如 ERP), 以及在决策过程中利用数据分析工具的能力。

#### 3.2.2. 数字化效益

数字化效益衡量企业通过数字化转型获得的经济和非经济效益, 包括生产效率提高、运营成本降低

和利润增加等直接经济收益，以及客户满意度提升、市场竞争力增强、创新能力提升和可持续发展等方面的非经济效益。

### 3.3. 问卷调查与数据收集

本次调查的建筑企业主要分布在上海市、广州市、大连市和荆州市。针对六点假设内容，综合参考国内外文献设计调查问卷，量表题项均通过李克特五点量表测量。它主要包括三部分内容：受访人及受访企业的基本情况；数字化技术、数字化组织、数字化环境 3 个影响因素；企业数字化转型量表。问卷题项来源均为在借鉴已有成熟量表基础上，结合国家建筑行业数字建造背景和建筑企业数字化实践，通过线上 + 线下的问卷发放形式获得调研数据。

## 4. 数据分析

本文通过阐述建筑企业数字化转型的影响因素，从已调研的 164 家建筑企业数据出发，发放 164 分问卷，剔除无效问卷 33 份，使用软件 SPSSAU 软件对 131 家企业 131 份调研数据进行实证分析，有效问卷回收情况见表 1，再运用信效度检验确认调研数据的可靠性，用描述性统计、结构方程模型分析和多维度分析揭示影响建筑企业数字化转型的关键因素以及作用大小，并通过实证分析识别关键影响路径。基于此判断建筑企业数字化转型过程中，各个影响因素的相对重要程度，得出实证分析结论。

**Table 1.** Distribution of enterprise types

**表 1.** 企业类型分布情况

企业类型	样本个数	所占百分比	累计数量
设计单位	24	18.3%	18.3%
监理单位	12	9.2%	27.5%
施工单位	45	34.4%	61.9%
工程勘察单位	13	9.9%	71.8%
咨询公司	27	20.6%	92.4%
其他专业公司	10	7.6%	100%

### 4.1. 信度分析

本文运用 SPSSAU 对企业数字化转型的三个观测变量和企业数字化转型量度因素的三个观测变量进行可靠性分析，表 2 的结果可以说明本次研究所使用的企业数字化转型的影响因素量表和企业数字化转型量度表均具有很好的内部一致性，可信度很好。

**Table 2.** Cronbach's reliability analysis

**表 2.** Cronbach 信度分析

名称	校正项总计相关性(CITC)	项已删除的 $\alpha$ 系数	Cronbach's $\alpha$ 系数
数字化环境	0.479	0.735	0.761
数字化技术	0.506	0.726	
数字化效益	0.541	0.714	
数字化组织	0.505	0.726	
数字化应用	0.620	0.683	

## 4.2. 效度分析

基于本次问卷研究参考部分学者研究的成熟量表，此次效度分析使用软件 AMOS26.0 对自变量和因变量分开效度分析。结果表明 3 个指标可以进行建筑企业数字化转型路径的分析，企业数字化转型的各个指标均具有良好的效度(见表 3)。

**Table 3.** Inspection tables for KMO and Bartlett

**表 3.** KMO 和 Bartlett 的检验表

KMO 和 Bartlett 的检验		
取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量		0.803
	近似卡方	138.912
Bartlett 的球形度检验	df	10
	Sig.	0.000

## 4.3. 结构方程模型分析

### 4.3.1. 模型构建和拟合

本研究借助 SPSSAU 软件对 TOE 理论框架中技术因素、组织因素和环境因素对数字化转型成熟度的影响程度进行检验。参照模型评估标准，通过绝对拟合指标和增值拟合指标评估路径的拟合度，以解释不同结构变量的参数情况，具体如表 4 所示。

**Table 4.** Model fitting indicators

**表 4.** 模型拟合指标

检验模型	$\chi^2/df$	GFI	RMSEA	RMR	CFI	NFI	NNFI
标准	<3	>0.9	<0.10	<0.05	>0.9	>0.9	>0.9
实际值	1.205	0.992	0.040	0.010	0.998	0.988	0.977

### 4.3.2. 模型路径与显著性水平分析

本文采用的是 SPSSAU 软件进行结构方程模型分析，具有良好的适配度。根据分析结果可以看出，在本次研究的路径假设关系检验中，其中 5 条假设成立(见表 5)，由于环境类因素对于数字化效益产生的影响较小，因此证实了数字化效益、数字化应用两个方面推动被解释变量成立。

**Table 5.** Model path and significance level

**表 5.** 模型路径与显著性水平

X	→	Y	Estimate	SE	z (CR 值)	p	原假设接受
环境类因素	→	数字化效益	0.166	0.114	1.447	0.148	拒绝
技术类因素	→	数字化效益	0.266	0.097	2.748	0.006	接受
组织类因素	→	数字化效益	0.206	0.089	2.298	0.022	接受
环境类因素	→	数字化应用	0.231	0.102	2.277	0.023	接受
技术类因素	→	数字化应用	0.225	0.086	2.622	0.009	接受
组织类因素	→	数字化应用	0.219	0.079	2.755	0.006	接受

## 5. 数字化转型路径机制分析

根据上述的分析的结果可以看出,在建筑企业的数字化转型过程中,技术、组织和环境三要素的协同作用至关重要。本文基于 TOE 拓展框架,提出技术驱动组织环境协同型、组织驱动技术环境协同型、环境驱动技术组织协同型三种要素协同转型路径机制。

### 5.1. 技术驱动组织环境协同型

技术驱动组织环境协同型路径机制以技术创新和应用为核心,通过先进技术的引入和推广,推动企业组织结构和管理模式的调整,同时依赖外部环境的支持,形成多维度的协同作用。在这一模式中,建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、大数据分析和人工智能(AI)等先进技术成为数字化转型的主要动力源。BIM 技术的应用可以实现项目设计和施工的全过程数字化管理,IoT 技术则能够实时监控施工现场的安全和进度,大数据分析 with AI 技术可以提升决策的科学性和精准度。通过这些技术的引入,企业需要设立专门的数字化部门或团队,进行技术选型、系统集成和数据管理等工作,同时引入精益管理和敏捷开发等现代管理理念,提高管理效率和响应速度。政府政策、资金支持和技术标准的制定为企业提供了良好的外部环境,市场需求的变化和竞争压力也促使企业加快数字化转型步伐。

### 5.2. 组织驱动技术环境协同型

组织驱动技术环境协同型路径机制以组织变革和管理创新为核心,通过内部组织结构的优化和管理流程的再造,推动技术的引入和应用,同时依赖外部环境的支持,形成全面的协同效应。在这一模式中,企业通过调整内部结构,设立专门的数字化转型部门或团队,明确各部门的职责和协作方式,实施精益管理和敏捷开发等现代管理理念,以提高决策效率和响应速度。同时,企业重视员工培训和技能提升,确保员工具备必要的数字化能力,从而推动整体的数字化进程。在组织变革的基础上,企业引入 BIM、IoT、大数据分析和 AI 等先进技术,利用这些技术提升生产效率、工程质量和管理水平。政府在政策、资金和技术标准等方面的支持,为企业提供了稳定的发展环境,市场需求和竞争压力促使企业不断创新和进步。

### 5.3. 环境驱动技术组织协同型

环境驱动技术组织协同型路径机制以外部环境的变化和支持为核心,通过政府政策、市场需求和行业竞争的推动,促使企业进行技术创新和组织变革,形成多层次的协同作用。在这一模式中,政府在政策、资金和技术标准等方面的支持,为企业提供了良好的外部环境,促使企业加快数字化转型。随着市场对高效、智能和绿色建筑需求的增加,企业必须不断引入 BIM、IoT、大数据分析和 AI 等先进技术,以满足客户需求并在竞争中占据有利位置。为了更好地适应外部环境的变化,企业需要进行内部组织结构的优化,设立专门的数字化转型部门或团队,实施精益管理和敏捷开发等现代管理理念,同时加强员工培训和技能提升,确保员工具备必要的数字化能力。这种模式通过外部环境的驱动,促使企业在技术和组织两个方面进行全面的协同转型。

## 6. 结语

### 6.1. 研究结论

本文基于 TOE 框架,以建筑企业为研究对象,探讨建筑企业数字化转型的影响因素并对其进行实证分析,从而对其建筑企业数字化转型的实现路径。通过对其实证分析,可得出以下主要研究结论:

一是通过建筑企业数字化转型影响因素实证分析发现,数字化转型是技术、组织与环境联动的渐进

过程,其中,技术类因素、组织类因素和环境类因素对建筑企业数字化应用水平有着正向的影响;技术类因素、组织类因素对建筑企业数字化效益有着正向的影响;但是,环境类因素对建筑企业数字化效益的影响不显著。这是由于环境类因素如政策法规、市场需求和行业标准虽然对企业的数字化转型有一定的影响,但由于其通常较为宏观和稳定,对企业内部数字化实施和效益提升的直接影响较小。建筑行业因项目周期长、定制化高、现场操作复杂,数字化转型更依赖于内部资源整合和流程优化,而非外部环境变化。

二是建筑企业的数字化转型过程中,技术、组织和环境三要素的协同作用至关重要,是数字化转型的重要驱动力,对此提出相应实现路径。技术驱动组织环境协同型可奠定数字化基础,组织驱动技术环境协同型可大幅度提升运营效率,环境驱动技术组织协同型推动生态系统全面转型。

## 6.2. 对策建议

第一,企业数字化转型不仅是对数字化技术的初步应用,而是伴随着数字化技术的深入应用,企业需同步调整其组织架构、人才结构、管理制度、技术配置以及企业文化。在数字化转型过程中,建筑企业应深度融合应用新一代信息技术,建立一体化的数字基础设施平台,并构筑企业的数字化核心技术,实现数据资源的全面整合,目标是打造新型服务能力,推进建筑施工和运营的创新转型,以创新驱动实现价值创造,推动企业高质量发展。

第二,企业数字化转型必须确保数据治理与业务创新的深度融合,而不仅仅是“建平台、上系统”。人才规划与新型能力需协同发展,业务专业人员和技术专家共同协作,充分整合业务管理经验和数字化技术,确保数字化技术在实际业务中得到有效应用,实现建筑业从“建造”到“智造”,从“建造大企”到“智造强企”。

## 参考文献

- [1] 方昱楚. 基于 BIM 的建筑工程管理智能化研究[J]. 建筑科学, 2024, 40(1): 173.
- [2] 范云翠, 李昕浩. 智能建造背景下建筑施工企业转型发展研究[J]. 建筑经济, 2022, 43(S2): 368-371.
- [3] 李纯, 张毅, 李秋. 基于破坏性创新理论的建筑设计企业数字化转型研究[J]. 建筑经济, 2021, 42(10): 51-55.
- [4] 张国富, 李鼎. TOE 框架下制造企业 ESG 表现提升路径分析[J]. 财会月刊, 2024, 45(4): 63-69.
- [5] 白雪洁, 王欣悦, 宋培. 中国企业数字化转型的影响因素研究——基于 TOE 框架的实证分析[J]. 科学学研究, 2024, 42(11): 2330-2341.
- [6] 李园园, 薛希萌, 柯迪. TOE 框架下绿色转型路径研究——基于 117 家资源型企业的模糊集定性比较分析[J]. 工业技术经济, 2023, 42(12): 85-94.
- [7] Mergel, I., Edelman, N. and Haug, N. (2019) Defining Digital Transformation: Results from Expert Interviews. *Government Information Quarterly*, 36, Article 101385. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- [8] Kane, G., Palmer, D. and Phillips, A.N. (2015) Is Your Business Ready for a Digital Future. *MIT Sloan Management Review*, No. 56, 37-44.
- [9] 那丹丹, 李英. 我国制造业数字化转型的政策工具研究[J]. 行政论坛, 2021, 28(1): 92-97.