

数字化转型对应急产业可持续性创新效应的影响：基于A股上市公司的证据

高月文, 孙妍, 葛芮彤, 邵音子, 陈昱晓, 魏洁云*

徐州工程学院管理工程学院, 江苏 徐州

收稿日期: 2025年10月10日; 录用日期: 2025年11月20日; 发布日期: 2025年12月18日

摘要

本研究从企业层面揭示数字化转型对应急产业可持续创新的驱动机制, 以前的研究未有对应急产业方向如此微观地了解, 通过探讨该影响机制与效应, 为应急产业高质量发展提供理论支撑与政策参考。本研究基于2002~2022年中国A股应急产业上市公司数据, 从企业管理模式、创新文化和资源禀赋三个维度构建指标体系, 采用双向固定效应模型、工具变量法及系统GMM等方法, 多角度进行实证检验。结果表明: 数字化转型显著提升应急产业可持续性创新水平, 且存在动态延续效应; 异质性分析显示, 该效应在东部地区、国有企业和高端装备制造类企业中更为显著。且选取适当指标, 为差异化政策制定提供了实证依据。

关键词

数字化转型, 应急产业, 可持续性创新

The Impact of Digital Transformation on Sustainable Innovation in the Emergency Industry: Evidence from A-Share Listed Companies

Yuewen Gao, Yan Sun, Ruitong Ge, Yinzi Shao, Yuxiao Chen, Jieyun Wei*

College of Management Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou Jiangsu

Received: October 10, 2025; accepted: November 20, 2025; published: December 18, 2025

*通讯作者。

文章引用: 高月文, 孙妍, 葛芮彤, 邵音子, 陈昱晓, 魏洁云. 数字化转型对应急产业可持续性创新效应的影响: 基于A股上市公司的证据[J]. 可持续发展, 2025, 15(12): 151-165. DOI: 10.12677/sd.2025.1512345

Abstract

This study uncovers the driving mechanism of digital transformation on sustainable innovation in the emergency industry at the enterprise level—a domain where prior research has yet to attain such micro-level insight. By investigating this mechanism and its associated effects, the research provides theoretical support and policy references for the high-quality development of the emergency industry. Drawing on data from Chinese A-share listed companies in the emergency industry spanning 2002 to 2022, this study develops an indicator system encompassing three dimensions: enterprise management models, innovation cultures, and resource endowments. It further employs methods including the two-way fixed effects model, instrumental variable method, and system GMM to conduct multi-faceted empirical tests. The results indicate that: digital transformation significantly enhances the level of sustainable innovation in the emergency industry, and this effect exhibits its dynamic persistence; heterogeneity analysis further shows that this effect is more prominent in enterprises based in eastern China, state-owned enterprises, and those operating in high-end equipment manufacturing. Furthermore, the identification of appropriate indicators offers empirical support for the design of differentiated policies.

Keywords

Digital Transformation, Emergency Industry, Sustainable Innovation

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

当前，人工智能、大数据、物联网等前沿技术迅猛发展，数字化已成为全球各产业发展的基础性支撑。其不仅能驱动创新变革，还能带动产业结构升级，成为各产业发展的核心驱动力。当前人类社会面临风险高发态势，新兴技术在为生活提供便利的同时，也加剧了突发公共事件的复杂性。我国社会治理能力与应急保障体系需同步优化调整。因此，推进应急产业数字化转型，是中国发展进程中的必然选择。创新是可持续发展的内生动力，可助力企业实现高质量发展。企业作为重要创新主体，应主动顺应时代发展趋势，开展可持续性创新。

国家关于“加快建设数字中国，推动产业结构优化升级”，为应急产业明确了数字化转型的发展方向。《“十四五”国家应急体系建设规划》强调应急管理 with 信息技术应该进行深度融合。《数字中国建设整体布局规划》指出应当提升数字基础设施水平。上述政策共同表明，国家高度关注并积极支持应急产业发展。此外，大众创业、万众创新的发展战略，是驱动安全应急产业高质量发展的关键手段和重要方式[1]。因此，在数字化浪潮与可持续发展理念的交织推动下，中国应急产业正处于蓬勃发展的关键节点，其发展态势对中国未来走向有着深远影响。

2. 文献综述(Literature Review)

学者们依据不同角度，对应急产业的概念和分类有不同的理解。迟焱淼[2]认为应急产业可界定为“为防范及处置突发事件而专门提供产品、技术解决方案与服务体系的集合性经济活动”。丁鹏玉[3]基于国内政策标准，将应急产业分为感知与预警类、预防与防护类、救援与处置类。而刘玉良[4]将应急产业划

分为“应急准备、监测预警、处置救援”三个功能。应急产业的分类还可结合数字化应用场景深化。靳毓等人[5]发现救援与处置应急方面的应急产业需要融合智能装备。这种具有创新性技术导向的分类方式,表明数字化转型与应急产业有一定关联,为后续本研究分析其创新效应奠定了基础。

在企业创新效应方面,冀云阳等人[6]发现数字化转型不仅提升企业创新产出数量,而且通过提高研发效率改善创新质量。林永佳等人[7]发现数字技术的应用可以提升信息共享程度与资源配置效能,从而推动企业绿色创新进程,为企业实现可持续发展目标提供有力支持,而且这种效应在国有企业中更为明显。此外,袁维海等人[8]得出数字化转型可以通过缓解融资约束、降低代理成本去提升企业新质生产力。但也有学者提出不同观点,张国胜等人[9]研究指出,企业的数字化转型策略倾向于促进技术数量的扩张,而不是从根本上改善技术的质量。

关于应急企业数字化转型的研究少之又少,但有学者开始关注数字技术在应急管理中的应用及其效果。Kong 等人[10]以上海化工园区为例,提出了基于“智慧园区”理念的应急物资流程管理模型,运用数字化技术能够提高物资调配效率。Liu 等人[11]通过解释结构模型(ISM)分析应急产业发展的影响因素,发现技术创新应用是最直接的影响因素之一。

上述文献资料,为阐释应急企业数字化转型奠定学术基础。不过,尚未有研究关注数字化转型对应急产业可持续性创新是否有推动作用。多数研究聚焦于数字化转型对制造业或一般企业的影响,针对应急产业这一特殊领域的专门研究相对匮乏。

本研究的创新点为(1) 直接聚焦于中国 A 股上市公司中具有应急属性的企业,结合相关企业年报数据与专利数据,采用数理实证研究方法,深入剖析应急企业数字化转型对应急产业可持续性创新的影响效应;(2) 考虑到企业管理模式、创新文化和资源禀赋等不同,采用适合的控制变量进行解释分析;(3) 对不同区域、不同所有制,以及不同行业的应急产业进行异质性分析;(4) 探索数字化转型对应急行业集聚度、应急产业优化、应急装备制造的影响,可以为应急产业创新发展和相应的政策制定提供有力的实证依据。

3. 理论机制与假设提出(Theoretical Framework and Hypothesis Development)

企业的可持续性创新能力是企业的核心竞争力,因此企业必须要提高自身的可持续性创新能力来获得更大的市场竞争优势,此外在数字经济的背景下,应急企业也需要通过数字化转型保住市场竞争力。本研究从应急企业层面对应急产业的可持续性创新效应进行分析,根据实际情况,不同的应急企业在管理模式、创新文化、资源禀赋等方面,有着较大的差别。这种差别会对应急企业看待数字化转型的态度、实施转型的能力以及为数字化转型投入的资源产生重要影响。

据此,提出**假设 1**: 企业进行数字化转型对应急产业的可持续性创新展现出推动作用,但这种推动作用因企业的管理及资源状态,会导致应急企业个体间产生差异。

当应急企业进行数字化转型时,企业通过技术应用,构建智能化应急管理系统,同时利用人工智能以及大数据等技术,打破信息孤岛,实现资源和技术的共享。这一过程中,应急企业数字化转型需要企业不断适应新环境和新技术,一步步整合应急产业内外部创新资源,加速创新要素的流动与融合,进而驱动应急产业高质量发展。

据此,提出**假设 2**: 应急产业可持续性创新效应具有动态延续性特征。

应急企业在我国东部可凭借完善的数字基础设施、丰富的人才资源与活跃的市场环境,充分进行数字化转型。我国中部地区数字技术基础比较薄弱,存在创新资源不足的情况,当地的应急企业数字化转型可能发展不全面。我国西部地区数字基础设施落后以及高端人才匮乏,可能会造成数字化转型对应急产业的推动作用难以有效发挥。

据此,提出**假设 3**:地域差异因素会影响企业数字化转型,进而对应急产业可持续性创新的产生不同的影响。

每个行业的发展都离不开国家与政府支持。应急企业所有制不同,对企业的创新支持、资源投入与政策扶持均有差异。一般来说,国有应急企业能够依托政府投入和政策扶持,在企业数字化转型的建设过程中具有优势。而非国有应急企业在资金投入以及资源获取方面存在劣势,企业数字化转型对非国有应急企业可持续性创新的影响效应可能不明显。

据此,提出**假设 4**:在应急产业领域内,企业所推进的数字化转型举措对于该产业实现可持续性创新所产生的影响效应,会由于企业所有制性质的差异而呈现出不同状况。

在研究企业数字化转型带来的可持续性创新效应时,还需要充分考虑应急行业间的技术背景与市场环境。企业数字化转型对应急产业可持续性创新效应,可能会在多样化的应急行业中呈现出不同的效果。

据此,提出**假设 5**:在不同应急行业中,企业数字化转型对应急产业可持续性创新效应的影响并不一致。

4. 研究分析(Research and Analysis)

4.1. 研究样本与数据来源

根据《安全应急产业分类指导目录(2021 年版)》的法定效力规范,我国应急产业体系被科学界定为安全防护、监测预警、应急处置与救援以及应急服务支持,四大法定类别,而本研究遵循张廷海等人[12]的研究框架,重点研究应急救援处置领域,以实体产品制造为核心,对关联产业开展系统性分析。研究对象涵盖《国民经济行业分类》标准中的战略性新兴产业,分别是医药制造产业(C27)、专用装备制造产业(C35)、轨道交通及航空航天装备制造产业(C37)、电气机械与器材制造产业(C38)、电子通信及智能设备制造产业(C39)与精密仪器仪表制造产业(C40)。

本研究构建了多维度的实证数据,企业财务研发投入及核心变量数据取自国泰安数据库(CSMAR),技术创新专利数据来源于中国研究数据服务平台(CNRDS),企业人力资本结构数据则通过万得数据库(WIND)进行采集。各数据源均符合学术研究的可靠性要求,形成完整的证据链支撑。本研究以 2002——2022 年的中国 A 股上市公司作为初始样本,并剔除被标记 ST、*ST、PT 的企业样本。

此外,本研究补充分析中的数据来自于中华人民共和国应急管理部主办的应急装备之家官网,此部分数据更加切合应急产业中的应急救援处置装备,且收录的企业数据均为进行了一定数字化转型的企业。

4.2. 变量设定

4.2.1. 被解释变量

本研究采用杨仁发等人[13]对企业可持续性创新的定义,将应急产业持续性创新产出定义为应急产业可持续性创新变量(PTS)。本研究借鉴何郁冰等人[14]和赵炎等人[15]的研究思路,基于应急产业持续性创新产出的动态视角,使用应急企业研发产出和专利申请量的当期和前期的比值,对应急企业持续性创新产出进行测度。因企业数字化转型具有时滞性,建立测度公式如下:

$$PTS_{i,t} = \ln \left[\frac{pt_{it} + pt_{i,t-1}}{pt_{i,t-1} + pt_{i,t-2}} \times (pt_{it} + pt_{i,t-1}) + 1 \right] \quad (1)$$

其中, $PTS_{i,t}$ 为企业 i 在 t 年的可持续性创新产出, pt_{it} 为当前专利申请数量, $pt_{i,t-1}$ 和 $pt_{i,t-2}$ 为前一期和前两期专利申请量。

4.2.2. 核心解释变量

本研究参考了何帆等人[16]及祁怀锦等人[17]的研究方法，以定义企业数字化转型的变量。具体做法是分析上市公司财务报告附注中年末无形资产明细项目，计算与数字化转型相关的部分占总无形资产的比例，以此来衡量企业的数字化程度。当无形资产明细项中包含与数字化转型有关的关键词或相关专利时，这些项目被归类为“数字化技术无形资产”。该类别无形资产占公司同年无形资产总额的比例，被用作评估企业数字化转型水平的一个代理指标。通过这种方式，可以对企业数字化转型的程度进行量化评估，从而提供一个在学术研究和实践应用中均具有可操作性的测量标准。

4.2.3. 控制变量

为提高研究精度，考虑到其他会对应急产业可持续性创新产生影响的因素，本研究从企业管理模式、创新文化、资源禀赋三个核心维度选取控制变量，以确保后续建议能够精准契合应急企业的特性需求。(1) 在企业管理模式维度，选取第一大股东持股占比反映公司治理结构与决策效率，采用总资产报酬率衡量资产运营效益；(2) 在创新文化维度，通过企业营业成本率评估成本控制与创新转化能力，选取资本累积率表达企业可持续发展潜力；(3) 在资源禀赋维度，采用现金及现金等价物周转率综合反映资金流动性与运营效率。除此之外，还选择了企业年龄以及赫芬达尔系数作为辅助解释变量，加入该模型中。这一系统化的变量选取框架既保证了各指标与理论维度的严格对应，又确保了实证分析结果对应急企业管理实践具有直接指导价值。具体变量定义见表 1。

Table 1. Definitions of main variables
表 1. 主要变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	应急产业可持续性创新	PTS	应急企业研发投入和专利申请量为当期与前期比值的产出
核心解释变量	企业数字化转型	Dig	上市公司公布的年度报告中的相应关键词的词频测度
	营业成本率	Ocr	营业成本/营业收入
	第一大股东持股占比	SlS	当年第一大股东持股比例
	总资产报酬率	Roa	净利润/平均总资产
控制变量	资本积累率	Rca	本年所有者权益增长额/年初所有者权益
	现金及现金等价物周转率	Cce	企业现金及高流动性资产(如短期国债、货币基金等)的使用效率
	企业年龄	Fys	企业经营年限
	赫芬达尔系数	HHI	大企业对市场的影响程度
替换变量	企业当年专利申请量	Pas	企业当年专利申请的数量

4.3. 模型设定

为了研究数字化转型对应急产业可持续性创新效应的影响，本研究建立了实证模型来进行检验。具体模型如下所示：

$$PTS_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{i,t-1} + \sum controls_{i,t} + \sum firm_{i,t} + \sum year_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

其中， $Dig_{i,t-1}$ 为上一年度应急企业数字化转型指数， $PTS_{i,t}$ 为持续性创新产出， $\sum controls_{i,t}$ 为相关控制变量的集合， $\sum firm_{i,t}$ 和 $\sum year_{i,t}$ 分别为企业固定效应和年份固定效应， $\varepsilon_{i,t}$ 为随机误差项。

5. 实证结果与经济解释

5.1. 描述性统计分析

本研究主要变量的描述性统计结果如表 2 所示，样本数量有 1221 个。

其中，核心解释变量企业数字化转型的均值为 0.110，标准差为 1.084，最小值为 0，最大值为 37.475，表明应急企业整体的数字化转型程度较低，可能的原因是大部分应急企业正处于数字化转型的初期，但根据最大值可知，已经有一部分应急企业进行了数字化转型，并取得显著成效，与其他应急企业形成鲜明对比。

被解释变量应急产业可持续性创新的均值为 4.387，标准差为 1.758，最小值为-2.079，最大值为 10.679，数据表明应急产业在可持续性创新产出方面整体处于中等水平，而最值的差距表明各应急企业的可持续性创新能力存在水平差异，主要由于各应急企业对创新研发投入和专利申请的重视程度不同，导致各应急企业的持续性创新产出形成较大的差异。其他控制变量的统计结果均在合理范围内，表明控制变量的数据分布不存在异常情况。

此结果可证实假设 1 中，应急产业的可持续性创新在应急企业个体之间存在一定差异。

Table 2. Descriptive statistics of variables

表 2. 变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
应急产业可持续性创新	1221	4.387	1.758	-2.079	10.679
企业数字化转型	1221	0.110	1.084	0.000	37.475
资本积累率	1221	0.147	0.486	-1.647	12.301
营业成本率	1221	0.708	0.156	0.120	1.183
总资产报酬率	1221	0.057	0.078	-0.693	0.537
第一大股东持股占比	1221	31.961	13.846	4.730	77.070
现金及现金等价物周转率	1221	6.183	6.860	0.070	86.614

5.2. 共线性检验与皮尔逊相关系数

本研究对各变量间的共线性进行了检验，具体结果汇总于表 3 中。检验显示，企业数字化转型的方差膨胀因子(VIF)为 1，是理想状态，表明核心解释变量与其他变量完全不存在线性关系。这一结果说明所选变量在统计分析中具有较高的独立性。其他变量的方差膨胀因子均小于判别标准 10，因此各变量之间存在多重共线性可能性极低。

Table 3. Collinearity diagnostics

表 3. 变量共线性检验

变量	1/VIF	VIF
企业数字化转型	1.00	1.00
营业成本率	1.26	0.79
资本积累率	1.08	0.93
总资产报酬率	1.20	0.83
第一大股东持股占比	1.02	0.98
现金及现金等价物周转率	1.16	0.86

文本对变量之间还进行了皮尔逊相关系数检验，检验结果如表 4 所示。本研究各变量的皮尔逊相关系数都较小，且绝对值均小于 0.4，因此变量之间相互干扰较小，能够独立地对被解释变量产生影响，有助于准确地分析每个变量对应急产业可持续性创新效应的影响。

Table 4. Pearson correlation coefficients
表 4. 变量皮尔逊相关系数

变量	PTS	Dig	Cce	Ocr	Rca	Sls	Roa
PTS	1						
Dig	0.052*	1					
Cce	0.094***	0.028	1				
Ocr	0.051*	0.017	0.348***	1			
Rca	0.050*	0.000	-0.16	-0.037	1		
Sls	0.101***	0.000	0.073**	-0.010	-0.037	1	
Roa	0.060**	-0.007	0.016	-0.282**	0.260***	0.113***	1

注：***、**、*分别表示在 1%、5%、10%的显著性水平下显著。除非特殊说明，否则下同。

5.3. 基准回归

- 在基准回归分析中，本研究采用了一套全面的计量经济学方法，分别构建并评估了五种不同的模型：
- (1) 双固定效应加控制变量模型：此模型同时纳入个体固定效应和时间固定效应，并包含了所有控制变量。
 - (2) 仅双固定效应模型：该模型仅考虑个体固定效应和时间固定效应，没有引入任何额外的控制变量。
 - (3) 仅有控制变量模型：在此设定下，模型不包含个体固定效应和时间固定效应，但整合了全部控制变量。
 - (4) 个体固定效应加控制变量模型：此模型包括个体固定效应以及所有控制变量，但排除了时间固定效应。
 - (5) 时间固定效应加控制变量模型：该模型集成了时间固定效应与所有控制变量，但并没有考虑个体固定效应的影响。

通过上述多种模型设定，本研究旨在全面探讨不同效应组合对结果的潜在影响，从而确保分析的严谨性和结论的可靠性。

在五个模型的设定下，根据表 5 中数据，数字化转型程度的系数均为正值，且 t 值较大，P 值在 1% 的显著性水平下均显著。结合表 2 从经济显著性来看，企业数字化转型水平每提升 1 个标准差，应急产业可持续性创新水平将显著提升 1.87%，这一效应虽幅度不大，但考虑到应急产业创新的高投入、长周期特征，长期累积将对产业创新能力产生实质性推动。结果表明，企业数字化转型程度对应急产业持续性创新有显著的正向影响，即企业数字化转型程度的提高会促进应急产业可持续性创新效应的增加，该结果与假设 1 相符。

根据表中 Rho 值在不同模型下有差异，表明在该模型下，企业个体效应对于解释应急产业可持续性创新的程度不同。也可说明，在不同模型下，企业个体效应对应急产业可持续性创新的影响程度存在差异。

此结果进一步证实了假设 1 中，应急产业可持续性创新在应急企业个体之间是有差异的。

Table 5. Baseline regression
表 5. 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
企业数字化转型	0.076*** (8.70)	0.080*** (10.36)	0.080*** (12.27)	0.064*** (10.43)	0.077*** (11.29)
营业成本率	1.443 (1.05)		0.478 (1.26)	1.722 (1.04)	0.100 (1.51)
资本积累率	0.100 (1.63)		0.155 (1.40)	0.108* (1.92)	0.125*** (2.63)
第一大股东比	-0.013 (-0.87)		0.012*** (3.02)	-0.004 (-0.28)	0.005 (0.71)
总资产报酬率	0.418 (0.42)		1.132*** (3.57)	0.485 (0.48)	0.668 (0.95)
现金及现金等价物周转率	0.003 (0.28)		0.018** (2.32)	-0.001 (-0.05)	0.010 (1.08)
常数项	3.941***	4.584***	3.467***	3.258***	4.336
控制变量	是	否	是	是	是
时间固定	是	是	否	是	是
个体固定	否	否	否	是	否
Rho	0.653	0.645		0.639	3.306***
样本量	1221	1221	1221	1221	1221
个体数	425	425	425	425	425

注：括号内为 t 值，***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著。除非特殊说明，否则下同。

5.4. 内生性检验

5.4.1. 工具变量法

我国曾推出“宽带中国”战略，该政策对企业数字化转型具有推动作用，例如：此政策鼓励培育新市场新业态，促进现代服务业发展，壮大云计算、物联网等信息技术产业，将互联网融入企业生产经营流域。由此，本研究选择引入“宽带中国”战略用作工具变量。

本研究采用 2SLS 法进行回归，具体数据如表 6 所示。二阶滞后应急产业可持续性创新(L2.PTS)系数为正，对企业数字化转型有正向影响。“宽带中国”战略系数为正，确实能促进企业数字化转型。企业数字化转型预测值在第二阶段回归中的系数为 23.957，且在 5% 显著性水平下显著，表明企业数字化转型对应急企业可持续性创新有显著正向作用。

5.4.2. 差分 GMM 法和系统 GMM 法

本研究利用差分 GMM 法，通过一阶差分消除个体固定效应。本研究选取企业数字化转型滞后二阶至五阶的值作为工具变量，避免与当期误差项相关联。本研究共使用了 27 个工具变量，数量处于合理范围，避免了工具变量过度的问题。具体结果如表 6 所示。

在 10% 的显著性水平下，应急产业可持续性创新的一阶滞后项系数显著为正，表明应急企业前期的

可持续性创新水平对当期具有显著的正向影响，存在明显的动态延续性。企业数字转型(Dig)系数为正，在 10%水平下接近显著，这意味着企业数字化转型对应急产业可持续性创新效应具有正向促进趋势。此结果证实了**假设 2** 中，应急产业的可持续性创新效应具有动态延续特征。

此外，本研究还用了系统 GMM 方法进行分析，在一定程度上能提高估计效率。

本研究选取企业数字化转型的二阶及四阶滞后项作为工具变量，共使用了 166 个工具变量。具体结果如表 6 所示。

相较于差分 GMM，系统 GMM 显著提升了模型对数据的拟合效果。应急产业可持续性创新的一阶滞后项系数为 0.409，在 1%的显著性水平下显著，且该系数值大于差分 GMM 中的系数值，进一步证实了应急企业前期的可持续性创新水平对当期的正向影响不仅显著，而且影响程度更为突出，表明应急产业可持续性创新效应的动态延续性在系统 GMM 估计下更为明显。

系统 GMM 中企业数字化转型系数为 1.757，也在 1%的显著性水平下显著，与差分 GMM 在 10%水平下接近显著相比，系统 GMM 下数字化转型程度对应急产业可持续性创新效应的正向促进作用更为明确且显著，表明数字化转型在推动应急产业可持续性创新方面具有重要且稳定的积极影响。内生性修正后，数字化转型的经济显著性显著增强：数字化技术无形资产占比每提升 1 个百分点，应急产业可持续性创新水平将提升 40.05%，这一结果印证了数字化转型通过整合内外部资源，可实现创新产出的超比例增长。此结果进一步证实了**假设 2** 中，应急产业的可持续性创新效应具有动态延续特征，随着时间推移，企业数字化转型对产业创新的推动作用将不断累积强化。

Table 6. Endogeneity tests
表 6. 内生性检验

变量	2SLS (1)	2SLS (2)	差分 GMM	系统 GMM
L1.PTS			0.251* (1.67)	0.409*** (4.80)
L2.PTS	0.006* (1.66)			
Dig		23.957** (2.09)	2.696* (1.84)	1.757*** (4.99)
控制变量	控制	控制	控制	控制
个体效应	不固定	不固定	不固定	不固定
时间效应	固定	固定	固定	固定
宽带中国	0.006* (1.82)			
AR (1)			-3.61*** (0.000)	-3.02*** (0.003)
AR (2)			-1.74 (0.182)	-1.71 (0.188)
常数项	0.062 (0.62)	1.986 (0.70)		
样本量	391	391	451	737

注：AR (1)和 AR (2)行的括号内为 P 值。

5.5. 稳健性检验

5.5.1. 替换被解释变量

本研究用应急企业当年专利申请量(Pas)更换被解释变量，双固定且加入控制变量，应急企业当年专利申请量能够代表该企业的创新能力，一定程度上也能够反映应急企业可持续性创新程度。具体结果如表 7 所示。替换后的企业当年专利申请量系数为 14.324，并且在 1%显著性水平下有显著性，显著性没有改变。

通过本结果可知，本研究建立的模型没有因被解释变量选取方式的改变而导致显著性改变，企业数字化转型推动应急产业创新的结论高度契合，能够有力的证明本研究结果在面对衡量创新产出指标变化时具备较强稳健性。

5.5.2. 调整样本时期

国务院办公厅 2014 年印发《关于加快应急产业发展的意见》。此政策对应急产业发展具有影响。本研究探究政策实施前后，企业数字化转型对应急产业可持续性创新的影响是否具有稳定性。于是本研究调整样本时期，选取了 2014 年以后的数据进行回归分析。具体数据如表 7 所示。在调整了样本时期后，数字化转型程度系数为 0.058，在 1%显著性水平下显著。该数据表明，在政策颁布后，企业数字化转型对应急产业可持续性创新依然可以保持显著正向影响。考虑政策影响时，该模型也具有较高稳健性。政策实施没有改变企业数字化转型与应急产业创新之间的正向关系。

5.5.3. 增加控制变量

本研究为进一步探究该模型的稳健性，又增加了企业年龄和行业竞争程度相关的控制变量。企业年龄越大的应急企业对应急产业可持续性创新的影响也越多。本研究关于行业竞争程度，选用赫芬达尔指数(HHI)数值越接近 1，行业竞争度越低，反之则行业竞争度越高。增加控制变量后回归的结果如表 7 所示。企业数字化转型程度系数为 0.076，在 1%显著性水平下显著。结果表明，加入新的控制变量，企业数字化转型对应急产业可持续性创新的正向影响依然十分显著。进一步夯实了企业数字化转型对应急产业可持续性创新具有正向促进作用这研究结论基础。

Table 7. Replacing the explanatory variable
表 7. 替换解释变量

变量名称	Pas	调整时期	增加控制变量
Dig	14.324*** (20.89)	0.059*** (7.73)	0.076*** (8.91)
控制变量	控制	控制	控制
个体效应	固定	固定	固定
时间效应	固定	固定	固定
常数项	-49.820 (-0.34)	4.348*** (2.75)	3.254 (1.22)
rho	0.886	0.711	0.653

这些检验结果相互印证，表明了本研究关于企业数字化转型可推动应急产业可持续性创新的结论具有较高可信度。

6. 异质性分析

6.1. 基于地域差异的异质性分析

我国地区间在经济发展水平、数字基础设施建设、人才储备等方面存在显著差异，这些差异会导致应急产业企业数字化转型及其对可持续性创新的影响不同。

本研究依据应急企业注册地的不同，将样本划分为三个组别：东部地区企业、中部地区企业和西部地区企业，并对每组分别进行了回归分析。通过这种分类方式，本研究旨在探讨不同地理区域对应急企业数字化转型的潜在影响，从而提供更为细致和有针对性的研究结论。这样的分组分析有助于揭示各区域内企业的独特模式和差异，增强研究结果的深度和适用性。结果如表 8 所示。

分析结果揭示，东部地区应急企业的数字化转型程度系数为 0.080，在 1%的显著性水平下呈现显著正相关；中部地区系数为 1.155，在 5%的显著性水平下显示正向关系；而西部地区应急企业的数字化转型不显著。

数据表明，企业数字化转型对东部地区的应急产业可持续性创新能力有显著的正面推动作用；对于中部地区的应急企业同样表现出一定的促进效果，但其强度不及东部地区；然而，对于西部地区的应急企业而言，数字化转型未能显著提升其可持续性创新能力。原因可能是东部、中部地区经济发展较好，数字基础设施完备，网络通信技术先进，数据中心建设成熟，拥有高素质人才，为企业数字化转型提供了良好的基础条件。但西部地区数字基础设施滞后，导致应急企业难以依托数字技术提升；人才流失严重，西部应急企业高端数字人才，数字化转型缺乏技术支撑；应急企业规模偏小，难以承担数字化转型的固定成本，企业数字化转型面临更多困难，限制了企业数字化转型对应急产业可持续性创新的积极影响。

Table 8. Heterogeneity of regional
表 8. 地域差异的异质性

变量	东部地区企业组	中部地区企业组	西部地区企业组
Dig	0.080*** (8.73)	1.155** (2.11)	-3.230 (-1.63)
常数项	6.121*** (4.69)	6.221*** (3.38)	2.442 (0.57)
控制变量	是	是	是
时间固定	是	是	是
个体固定	是	是	是
Rho	0.688	0.739	0.672
样本量	792	236	193
个体数	300	68	59

此结果证实了假设 3 中，地域差异因素会影响企业数字化转型对应急产业可持续性创新效应，东部地区数字化转型的促进作用最强，中部次之，西部最弱。

6.2. 基于企业所有制的异质性分析

国有企业和非国有企业在应急产业数字化转型过程中存在差异。国有企业通常在政策支持、资源获取方面具有优势，能够优先获得政府的资金扶持、项目审批便利等，这为其数字化转型提供了有力保障。非国有

企业决策机制灵活，对市场变化反应迅速，在数字化转型中可能更注重创新效率和市场竞争优势的获取。
将国有应急企业和非国有应急企业进行回归，结果如表 9 所示。

Table 9. Heterogeneity of property rights of enterprises
表 9. 企业产权性质的异质性

变量	国有企业组	非国有企业组
Dig	0.082** (2.02)	0.076*** (9.32)
常数项	3.114 (1.56)	5.225*** (3.55)
控制变量	是	是
时间固定	是	是
个体固定	是	是
Rho	0.661	0.674
样本量	285	936
个体数	94	358

国有应急企业的数字化转型系数为 0.082，在 5%显著性水平下显著；非国有应急企业的数字化转型系数为 0.076，在 1%显著性水平下显著。但国有企业系数略大于非国有企业，表明数字化转型对国有企业和非国有企业可持续性创新均有促进作用，且对国有企业的促进作用稍强，可能因为国有企业在资源投入和政策支持下，数字化转型的基础和能力更强，更有利于推动可持续性创新。
此结果证实了假设 4 中，企业数字化转型举措会由于企业所有制性质的差异，对应急产业可持续性创新效应进行影响。国有应急企业比非国有应急企业在数字化转型中的可持续性创新占优势。

6.3. 基于行业差异的异质性分析

应急产业涵盖多个行业，不同行业的技术特点、市场需求和发展模式存在差异，这使得数字化转型对不同行业应急产业企业可持续性创新的影响有所不同。本研究选取与应急相关的六个行业进行分析，回归结果如表 10 所示。

Table 10. Heterogeneity of industry differences
表 10. 行业差异的异质性分析

变量	C27 行业	C35 行业	C37 行业	C38 行业	C39 行业	C40 行业
Dig	-3.238* (-1.68)	3.259*** (4.72)	2.812 (0.76)	0.070*** (5.19)	-0.067 (0.10)	0.299 (0.14)
常数项	6.335*** (3.05)	3.016 (1.41)	-13.647** (-2.54)	5.934*** (3.34)	7.596*** (2.94)	3.041 (0.64)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间效应	固定	固定	固定	固定	固定	固定
个体效应	固定	固定	固定	固定	固定	固定
Rho	0.849	0.822	0.925	0.733	0.675	0.922
样本量	285	212	51	257	368	48
个体数	85	86	17	90	134	20

在 C35 行业和 C38 行业中,数字化转型程度系数分别为 3.259 和 0.070,均在 1%显著性水平下显著,表明数字化转型对高新技术和先进制造相关的应急产业可持续性创新有显著促进作用。C27 行业系数为负,且在 10%显著性水平下显著,主要源于该行业的特殊性,应急药品研发中的数字化技术虽能缩短研发周期,但审批流程未同步优化,导致创新产出难以快速落地,其次,医药制造企业数字化投入集中于生产环节,对研发环节的投入占比较低,导致数字化转型没能有效服务于可持续性创新目标。C37 行业因样本量少,估计结果不够准确,但也能看出具有正向促进作用;C40 行业样本太少,结果参考性有限。此结果证实了**假设 5**中,企业数字化转型在不同行业对应急产业可持续性创新的影响具有差异,在一部分行业中较为明显,但也有一部分行业里影响不显著。

7. 补充分析

7.1. 基于应急装备制造公司地域分析

本研究通过各省应急装备制造公司数量和各省应急装备种类数量进行比较分析,应急装备制造公司在全国的分布呈现出明显的不均衡性。具体情况如图 1 所示。

东部和中部地区应急装备制造公司相对集中,而西部地区分布较少,基本印证了异质性分析中关于我国东部、中部、西部企业数字化转型对应急产业可持续创新的效应影响。其中,京津冀地区、长三角地区的应急装备制造公司较多,对周边地区有一定的产业辐射能力,促进了应急产业的集聚。企业集聚促进了技术交流与产业链整合,使得东部地区能够覆盖应急制造业全链条,证实上述研究中**假设 3**东部地区企业数字化转型创新效应显著的结论。

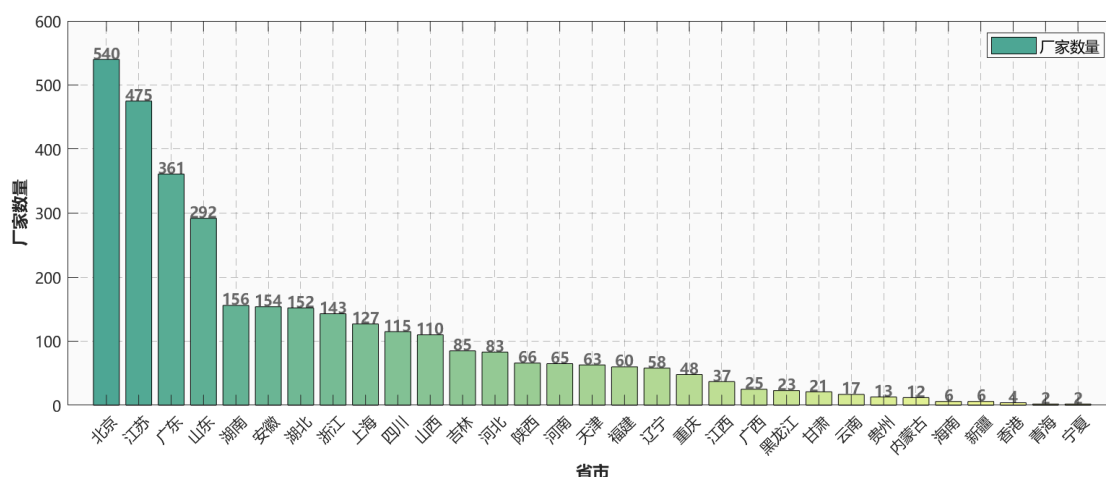


Figure 1. Number of emergency equipment manufacturing companies by province

图 1. 各省应急装备制造公司数量

7.2. 基于应急装备制造公司设备分析

如图 2 所示,我国各省份的应急装备种类分布同样存在明显的区域差异性,这一分布格局与应急装备制造企业数量的分布既存在关联性,又有所区别。其共性在于,东部和中部地区在装备种类上依然保持领先,显示出产业集聚与产品多样性之间的正向关联,然而,部分省份的装备种类数量与其制造企业数量并不完全匹配,例如,湖南省企业数量 156 家高于河北省 83 家,但装备种类数量 654 种,低于河北省 1203 种。

总体上,京津冀、长三角和珠三角地区凭借较强的企业技术研发能力,能够覆盖更为多元的应急装

备制造领域，因此其装备种类始终维持在较高水平。相比之下，中部地区虽整体具备发展应急产业的潜力，但内部存在一定分化。例如，湖南省的应急装备种类在中部地区较为突出，反映出该省在机械制造方面的技术积累；而其他中部省份应急企业的产品丰富度与技术创新能力仍有待提升。这也说明，在中部地区推动应急产业的可持续创新过程中，企业数字化转型发挥着重要的促进作用，有助于提升该区域应急产业整体的技术水平和竞争力。

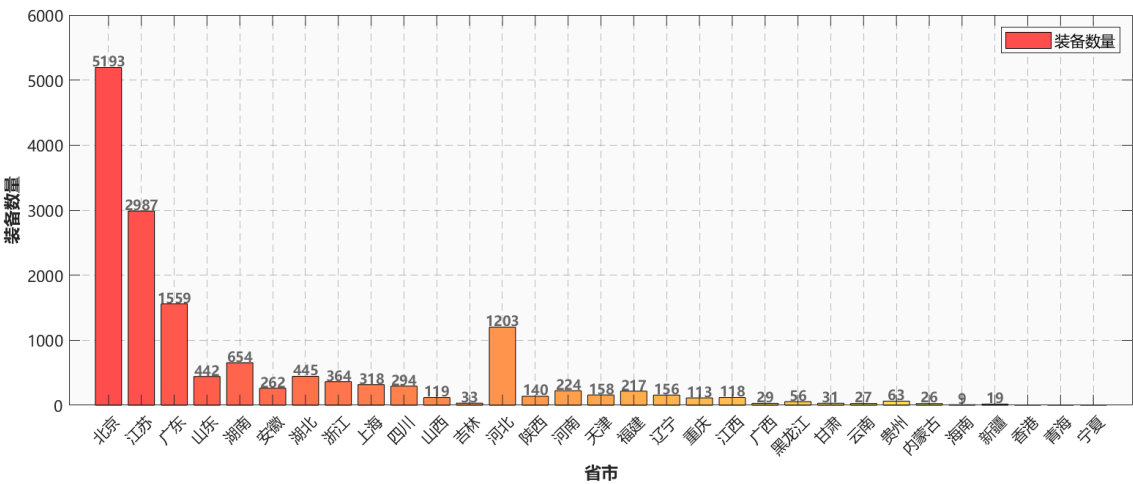


Figure 2. Variety of emergency equipment by province
图 2. 各省应急装备种类数量

8. 结论与建议

8.1. 结论

根据本研究分析，可得出如下结论：

- (1) 企业进行数字化转型对应急产业的可持续性创新展现出明显的积极推动作用，但这种推动作用因企业的管理及资源状态，导致应急企业个体间产生差异。
- (2) 企业数字化转型对应急产业可持续性创新的发展具有动态延续性，随着时间推移，应急产业的创新发展能力不断加强。
- (3) 企业数字化转型对应急产业可持续性创新的效应影响，受企业所在的区域不同，而有明显差异，具体表现在东部地区的数字化转型程度高，对应急产业可持续性创新效应的推动较高，中部地区次之，西部地区最弱。
- (4) 企业数字化转型对应急产业可持续性创新会根据企业所有制性质差异呈现不同状况，国有企业的可持续性创新能力依靠政策支持、资源投入等因素，相比于非国有企业有一定优势。
- (5) 企业数字化转型在不同应急行业中对应急产业可持续性创新的效应影响具有差异，在先进制造业和高技术行业(C35 和 C38)的可持续性创新效应远高于某些特殊的应急行业(C37 和 C40)。

8.2. 建议

- (1) 针对应急产业内各企业的具体情况，制定针对性的数字化转型策略，各应急企业能够依据自身特性最大化地利用数字化机遇，从而提升其可持续性创新能力。
- (2) 鉴于企业数字化转型对应急产业可持续创新具有长期且动态的正面效应，建议应急企业在自身能力之内，不断加大对数字化技术的投资，并逐步扩展其应用范围，以稳步增强应急产业的创新发展能

力。

(3) 考虑到东部、中部和西部地区的应急企业在数字化转型过程中对应急产业可持续性创新的影响存在显著差异,应加强对中西部地区的政策支持和技术援助,缩小区域间的数字差距,推动全国范围内应急产业的均衡发展。

(4) 应急企业在推进企业数字化转型时,需充分考虑企业所有制性质的不同。为国有企业提供更多的政策扶持和资源保障,同时通过市场机制激励非国有企业积极参与,共同提高整个行业的可持续创新能力。

(5) 鉴于先进制造业(C35)和高技术行业(C38)在数字化转型中的卓越表现,建议政府和社会资本优先关注这些领域的技术创新与发展。同时,不可忽略如:铁路船舶航空航天制造(C37)和仪器仪表制造(C40)等特殊应急行业的需求,探索适合它们发展的数字化路径,以达成应急全行业的可持续性创新目标。

基金项目

江苏省大学生创新训练计划项目“数字化转型对应急产业可持续性创新效应的影响”(项目编号:S202511998070)。国家社科基金一般项目“中国应急产业高质量发展的测度、驱动机制与实现路径研究”(项目编号:21BJY179)。

参考文献

- [1] 王妍妍. “双创”驱动安全应急产业高质量发展的实现路径研究[J]. 价值工程, 2023, 42(6): 29-31.
- [2] 迟焱淼. 我国应急产业国际合作研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2022.
- [3] 丁鹏玉. 中国应急产业竞争力及发展演化研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2020.
- [4] 刘玉良. 我国应急产业空间集聚的演变过程、影响因素及经济效应研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2022.
- [5] 靳毓, 文雯, 何茵. 数字化转型对企业绿色创新的影响——基于中国制造业上市公司的经验证据[J]. 财贸研究, 2022, 33(7): 69-83.
- [6] 冀云阳, 周鑫, 张谦. 数字化转型与企业创新——基于研发投入和研发效率视角的分析[J]. 金融研究, 2023(4): 111-129.
- [7] 林永佳, 杨畅, 蔡幸. 企业数字化转型与绿色创新能力升级——基于网络效应的分析[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2023, 43(2): 3-19.
- [8] 袁维海, 周健鹏. 数字化转型对企业新质生产力的影响[J]. 华东经济管理, 2024, 38(12): 9-20.
- [9] 张国胜, 杜鹏飞. 数字化转型对我国企业技术创新的影响: 增量还是提质? [J]. 经济管理, 2022, 44(6): 82-96.
- [10] Kong, S., Jia, Y. and Ding, W. (2020) The “PSIMT” Model for Emergency Supplies Process Management: A Case Study of Shanghai Chemical Industry Park. *Process Safety Progress*, **39**, e12143. <https://doi.org/10.1002/prs.12143>
- [11] Liu, C., Zhang, W. and Zhu, X. (2022) Does Digital Transformation Promote Enterprise Development? Evidence from Chinese A-Share Listed Enterprises. *Journal of Organizational and End User Computing*, **34**, 1-18. <https://doi.org/10.4018/joeuc.307156>
- [12] 张廷海, 王点, 宋顺锋. 中国应急产业集聚的增长效应及其影响因素——基于 2005-2014 年面板数据的空间计量分析[J]. 财贸研究, 2018, 29(9): 42-54, 75.
- [13] 杨仁发, 杨梅君. 数字化转型的持续性创新效应研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2025, 42(2): 109-129.
- [14] 何郁冰, 张思. 技术创新持续性对企业绩效的影响研究[J]. 科研管理, 2017, 38(9): 1-11.
- [15] 赵炎, 齐念念. 中心性、技术影响力与企业持续性创新——环境责任和企业韧性的调节作用[J]. 管理评论, 2023, 35(10): 105-117.
- [16] 何帆, 秦愿. 创新驱动下实体企业数字化转型经济后果研究[J]. 东北财经大学学报, 2019(5): 45-52.
- [17] 祁怀锦, 曹修琴, 刘艳霞. 数字经济对公司治理的影响——基于信息不对称和管理者非理性行为视角[J]. 改革, 2020(4): 50-64.