

# 数字化转型对企业绿色创新效率的影响研究

刘琳欢

黑龙江大学经济与工商管理学院

DOI:10.12238/ej.v7i11.2030

**[摘要]** 以2012—2021年中国全部A股上市公司的数据作为研究样本,运用固定效应面板模型就数字化转型对企业绿色创新效率的影响进行实证分析,同时探究政府补助的调节作用。研究发现:数字化转型能显著促进企业绿色创新效率的提高,且该作用在国有企业和非重污染企业中更明显。进一步分析发现,政府补助在数字化转型对企业绿色创新效率影响的过程中发挥了正向调节作用。因此,企业层面应重视数字化转型,加强数字化技术的深度融合及运用,并积极发挥政府补助的调节作用来促进绿色创新效率的提高;政府层面应加大对数字基础设施与数字技术研发的投入,提高数字化转型的基础支撑能力,助力经济绿色可持续高质量发展。

**[关键词]** 数字化转型; 绿色创新效率; 政府补助; 固定效应模型

**中图分类号:** TU243.1 **文献标识码:** A

## Research on the Impact of Digital Transformation on the Efficiency of Green Innovation in Enterprises

Linhuan Liu

School of Economics and Business Administration, Heilongjiang University

**[Abstract]** Using data from all A-share listed companies in China from 2012 to 2021 as research samples, this study empirically analyzes the impact of digital transformation on corporate green innovation efficiency using a fixed effects panel model, and explores the moderating effect of government subsidies. Research has found that digital transformation can significantly promote the improvement of green innovation efficiency in enterprises. Further analysis reveals that government subsidies play a positive moderating role in the impact of digital transformation on the efficiency of green innovation in enterprises. Therefore, enterprises should attach importance to digital transformation, strengthen the deep integration and application of digital technology, and actively play the regulatory role of government subsidies to promote the improvement of green innovation efficiency; The government should increase investment in digital infrastructure and digital technology research and development, improve the basic support capabilities for digital transformation, and help promote green, sustainable, and high-quality economic development.

**[Key words]** digital transformation; Green innovation efficiency; Government subsidies; Fixed effects model

### 引言

党的二十大报告指出,推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。在数字技术高速发展及绿色转型的迫切需求下,探究企业数字化转型对绿色创新效率的影响,对提升整体绿色创新质量具有重要的意义。研究发现,数字化转型在推进企业绿色创新中起到了积极的作用,在非东部地区、国有企业中更为显著(刘万丽,2023)。与此同时,虽然已经有研究从供应链数字化(张同蕾和马远,2024)、加强监督效应和激励效应(李辽宁等,2024)及提高企业创新资源投入(肖静和曾萍,2023)等方面进行分析绿色创新的影响因素,但微观企业层面的绿

色创新效率的研究还不足。现有文献对本文具有重要启发,但始终缺乏对数字化转型与企业绿色创新效率之间内在关系的研究。

本文构建了企业数字化转型影响企业绿色创新效率提升的作用机制,以2012—2021年A股上市公司为数据来源,通过实证分析检验企业数字化转型对绿色创新效率的影响。本文的边际贡献主要体现在:第一,为分析企业数字化转型与绿色创新效率之间的关系提供了理论分析和实证证据;第二,从企业产权性质探讨了数字化转型对企业绿色创新效率影响的异质性特征;第三,以政府补助为视角,探讨其在企业数字化转型影响绿色创新

效率过程中的调节作用；最后，本文研究结论为实现经济绿色可持续发展提供了相关理论依据。

## 1 理论分析与假设提出

### 1.1 数字化转型对企业绿色创新效率的影响

数字化转型提高企业的创新效率和提升企业运营效率和竞争力，从而对企业绿色创新效率的提高产生有利影响。第一，数字化转型能够提高企业的创新效率，从而促进绿色创新效率的提高。数字化转型打破了企业内部和外部的信息壁垒，促进了企业与各利益相关者之间的协同创新。其次，数字化转型能够提升企业运营效率和竞争力，从而促进绿色创新效率的提高。数字化转型强化内部监督机制，有效的内部控制可以提升企业运营效率，进而提升企业竞争力(乔亚方等, 2024)。

基于上述分析，本文提出以下假设：

假设1：企业数字化转型能够提高绿色创新效率。

### 1.2 政府补助的调节作用

政府通过实施补助可以为企业的资金支持，进而促进数字化转型对企业绿色创新效率的正向影响作用。第一，政府补助可以帮助企业降低数字化转型和绿色创新的成本和风险，使企业更容易获得外部融资，助力其开展绿色创新活动，进而提升数字化转型对绿色创新效率的正向影响作用。第二，企业获得较多的政府补助时，企业的信誉度也会随之提升，外部投资者参与投资意愿更高，企业可获得多渠道的资金支持，从而促进企业数字化转型对企业绿色创新效率的正向影响作用。

基于上述分析可见，当企业获得的政府补助较高时，更有利于发挥数字化转型对绿色创新效率的正向影响作用，因此本文提出以下假设：

假设2：政府补助在数字化转型对绿色创新效率的影响中发挥正向调节作用。

## 2 研究设计

### 2.1 样本选取与数据来源

本文选取2012—2021年中国全部A股上市公司作为研究样本，并对数据做如下处理：(1)剔除当年交易状态为ST、\*ST、PT的企业；(2)剔除财务异常和数据缺失的上市企业；(3)剔除金融、保险行业公司及当年上市的公司。最终得到4100家企业的平衡面板数据，共23865个样本观测值，进行上下1%的缩尾处理。绿色创新专利数据来自CNRDS数据库，其他变量数据均来自国泰安数据库。

### 2.2 变量选择

2.2.1 被解释变量。绿色创新效率(GrInEff)。本文采用绿色创新成果与企业研发投入的比值来衡量企业的绿色创新效率。具体以企业绿色专利申请总数加1后取自然对数与企业前期研发投入金额加1取自然对数比值测度企业绿色创新效率。

2.2.2 解释变量。数字化转型(DigiTrans)。本文借鉴吴非等(2021)的研究，从大数据、人工智能、区块链、云计算、数字技术应用五个维度统计上市公司数字化转型词频总和，并加1取自然对数来衡量上市公司数字化转型程度。

2.2.3 调节变量。政府补助(Gov)。本文依据企业财务报表附注中公布的政府补贴金额获取数据，同时为了消除企业规模的影响，用政府补助金额加1取自然对数作为衡量政府补助的指标。

2.2.4 控制变量。企业绿色创新效率可能受到其他潜在因素影响，因此本文还引入了企业规模(Size)、企业年龄(Age)和资产收益率(ROA)等作为控制变量。且本文在回归分析中还控制了年份(Year)和行业(Ind)固定效应。主要变量定义如表1所示。

表1 主要变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	计算方式
被解释变量	绿色创新效率	GrInEff	$\ln(\text{企业绿色专利申请数量}+1)/\ln(\text{企业研发投入}+1)$
解释变量	数字化转型	DigiTrans	企业年报中大数据、人工智能、区块链、云计算、数字技术应用5个维度的词频数和后加1取自然对数
调节变量	政府补助	Gov	$\ln(\text{政府补助金额}+1)$
控制变量	企业规模	Size	总资产的自然对数
	企业年龄	Age	$\ln(\text{当年年份}-\text{企业成立年份}+1)$
	资产收益率	ROA	净利润/资产合计期末余额×100%
	资产负债率	Lev	负债总额/资产总额×100%
	企业成长性	Growth	营业收入增长率/上期营业收入
	独立董事占比	Indep	独立董事数量/董事会总人数
	股权集中度	ConStock	公司前10位大股东持股比例之和
	两职合一	Dual	董事长和总经理是否两职合一

### 2.3 模型构建

为检验企业数字化转型对绿色创新效率的影响，构建回归模型(1)：

$$GrInEff_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DigiTrans_{i,t} + \alpha_k \sum Control_{i,t} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

为进一步探讨其影响机制，在模型(1)的基础上，建立回归模型(2)检验政府补助(Gov)的调节效应。

$$GrInEff_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 DigiTrans_{i,t} + \beta_2 Gov_{i,t} + \beta_3 DigiTrans_{i,t} \times Gov_{i,t} + \beta_k \sum Control_{i,t} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

本文采用固定效应模型进行回归检验，GrInEff表示绿色创新效率，DigiTrans表示企业的数字化转型程度， $\sum Control$ 表示控制变量总和；Year为控制年份固定效应，Ind则控制行业固定效应； $\varepsilon_{i,t}$ 表示随机扰动项；i和t表示公司和年份。

## 3 实证检验

### 3.1 描述性统计分析

本文对样本数据进行了描述性统计分析，具体结果如表2所示。从企业绿色创新效率(GrInEff)指标看，其均值为0.020，反映出企业绿色创新效率普遍低下。数字化转型(DigiTrans)指标的最小值为0，最大值为5.040，说明在本文选取的样本企业中，数字化转型程度差异较大，仍有部分企业尚未进行数字化转型。从政府补助(Gov)上看，其标准差为2.740，说明不同企业获得的资金支持具有差异。从控制变量的各项指标可知各控制变量在不同企业之间也存在不同程度的差异。

表2 描述性统计分析

变量	观测值	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值
GrInEffw	23865	0.02	0	0.04	0	0.19
DigiTrans	23865	1.45	1.1	1.41	0	5.04
Gov	23865	16.05	16.32	2.74	0	22.48
Size	23865	22.19	21.99	1.33	14.94	28.64
Age	23865	2.04	2.2	0.95	0	3.47
ROA	23865	0.05	0.07	0.6	-67.5	2.38
Lev	23865	0.42	0.41	0.21	0.01	4.03
Growth	23865	4.89	0.11	782.9	-1.31	134607
Indep	23865	37.67	36.36	5.58	14.29	80
ConStock	23865	59.31	60.4	15.23	1.32	101.2
Dual	23865	0.3	0	0.46	0	1

### 3.2 回归结果与分析

为了探究数字化转型对企业绿色创新效率的影响,本部分根据前文构建的模型(1)进行回归分析,具体结果如表3所示。在进一步加入控制变量后,调整后R<sup>2</sup>为0.161,说明本文选取的控制变量加强了模型对企业绿色创新效率的解释力度。且在加入控制变量后,企业数字化转型系数始终在1%显著性水平下显著为正,为0.00243,这表明数字化转型对绿色创新效率产生了显著的正向影响,假设1成立。

表3 基准回归结果

变量	(1)	(2)
	GrInEffw	GrInEffw
DigiTrans	0.00351*** (0.000236)	0.00243*** (0.000240)
Size		0.00783*** (0.000285)
Age		-0.00547*** (0.000376)
ROA		0.00414*** (0.000986)
Lev		0.00882*** (0.00165)
Growth		-0.0000256 (0.0000305)
Indep		-0.000136** (0.0000466)
ConStock		-0.000126** (0.0000208)
Dual		0.0000162 (0.000569)
Year	是	是
Ind	是	是
_cons	-0.000246 (0.00358)	-0.149*** (0.00675)
Adj. R <sup>2</sup>	0.121	0.161

注: 括号内为t值, \*\*、\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

### 3.3 内生性处理

企业进行绿色创新的过程,从研发投入到专利申请存在时滞。鉴于此,本文对解释变量分别进行滞后一期、滞后二期处理,

代入模型进行回归,结果如表4所示。表4的列(1)和列(2)分别列了解释变量滞后一期、滞后两期的回归结果,回归结果显示,不同滞后期的数字化转型系数均在1%的水平上显著为正,分别为0.00154和0.00153,再次印证了回归结果的可靠性。

表4 内生性检验结果(滞后数据)

变量	(1)	(2)
	GrInEffw	GrInEffw
L1.DigiTrans	0.00154*** (0.000270)	
L2.DigiTrans		0.00153*** (0.000291)
Controls	是	Controls
Year	是	是
Ind	是	是
_cons	-0.0919*** (0.0118)	-0.0995*** (0.0125)

注: 括号内为t值, \*\*、\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

### 3.4 稳健性检验

本文借鉴张永坤等(2021)的研究,将数字化技术无形资产总额加1取自然对数作为衡量企业数字化转型程度的指标,替换解释变量(DigiTrans)并利用模型(1)进行稳健性检验。检验结果如表5所示。在替换了企业数字化转型的衡量指标后,数字化转型对绿色创新效率的回归系数为0.0551,依然在1%水平上显著为正,这表明模型(1)通过了稳健性检验,实证结果具有可靠性。

表5 稳健性检验结果(替换变量)

变量	GrInEffw
DigiTrans1	0.0551*** (0.0213)
Controls	是
Year	是
Ind	是
_cons	-0.158*** (0.00672)

注: 括号内为t值, \*\*、\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

### 3.5 异质性分析

表6 异质性检验结果(区分产权性质)

变量	(1) 国有企业	(2) 非国有企业
	GrInEffw	GrInEffw
DigiTrans	0.00257*** (0.000263)	0.00246** (0.00107)
Controls	是	是
Year	是	是
Ind	是	是
_cons	-0.142*** (0.00750)	-0.182*** (0.0251)

注: 括号内为t值, \*\*、\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

产权性质不同会导致企业对绿色创新活动的开展存在差异（庄子银等，2023）。为了进一步验证不同产权性质下数字化转型对绿色创新效率的影响，本文将样本分为国有企业和非国有企业两组，根据模型（1）进行回归分析，结果如表6所示。

表6中，列（1）和列（2）分别列示了国有企业和非国有企业的回归结果。在国有和非国有企业中，数字化转型对绿色创新效率的回归系数分别为0.00257和0.00246，均显著为正，这表明在国有企业中，数字化转型对绿色创新效率的促进作用更强。

#### 4 进一步分析

在前文基础上，本文进一步对政府补助在其中的调节作用进行了分析，以期探讨数字化转型促进企业绿色创新效率提高的作用机制。为了验证假设2，本文根据前文构建的模型（2）进行回归分析，具体结果如表7所示。

表7 政府补贴的调节作用

变量	-1	-2
	GrInEffw	GrInEffw
DigiTrans	0.00251*** (0.000255)	-0.000002247
Gov	0.000262** (0.000106)	-0.000144 (0.000140)
DigiTransGov		0.000286*** (0.0000647)
_cons	-0.147*** (0.00711)	-0.141*** (0.00727)
Controls	是	是
Year	是	是
Ind	是	是

注：括号内为t值，\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。

表7中，列（1）和列（2）分别列示了未加入交互项和加入交互项的回归结果。政府补助与数字化转型的交乘项系数为0.000286，在1%的水平下显著为正，说明政府补助在企业数字化转型对绿色创新效率影响中发挥了正向调节作用，假设2得到验证。

#### 5 研究结论与政策建议

##### 5.1 研究结论

本文以2012—2021年中国全部A股上市公司的数据作为研究样本，理论分析并实证检验了数字化转型对企业绿色创新效率的影响及政府补助的调节作用。研究结果表明：第一，数字化转型对企业绿色创新效率具有正向促进作用；第二，政府补助在

数字化转型对绿色创新效率的影响中发挥正向调节作用；第三，数字化转型对绿色创新效率的促进作用在国有企业中更显著。

##### 5.2 政策建议

第一，加大数字基础设施资本投入，推进“数字中国”建设。政府应加大对数字基础设施与数字技术研发的投入，提高数字化转型的基础支撑能力，支持企业和科研机构开展数字技术创新，保护企业的创新成果和知识产权。第二，企业应重视数字化转型，加强数字化技术运用，尤其是国有企业。积极应用云计算、大数据、人工智能等数字化技术，提高企业的生产效率、降低成本、提高产品质量和服务水平，推动企业数字化转型，进而为提高绿色创新效率打下坚实的数字化基础。第三，政府应完善补助政策，加大对实施数字化转型企业的补助力度，调动企业绿色创新的积极性。并通过多种帮扶形式为企业进行绿色创新活动提供长期而稳定的资金支持，激发企业绿色创新活力。

##### 【参考文献】

- [1]刘万丽,孙婷.企业数字化转型、信息披露与绿色创新[J].财会月刊,2023,44(19):88-95.
- [2]张同蕾,马远.供应链数字化对企业持续绿色创新的影响评估——基于有调节的中介模型[J].工业技术经济,2024,43(06):150-160.
- [3]李辽宁,韩少真,包瑞婧.数字化转型赋能企业绿色创新:监督效应与激励效应的分析[J].生态经济,2024,40(07):74-81.
- [4]肖静,曾萍.数字化能否实现企业绿色创新的“提质增效”?——基于资源视角[J].科学学研究,2023,41(05):925-935+960.
- [5]乔亚方,李向红,李宝虹.数字化转型、内部控制与企业竞争力[J].合作经济与科技,2024,(20):98-100.
- [6]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(07):130-144+10.
- [7]张永坤,李小波,邢铭强.企业数字化转型与审计定价[J].审计研究,2021,(03):62-71.
- [8]庄子银,贾红静.知识产权保护对企业创新的影响研究——基于企业异质性视角[J].南开管理评论,2023,26(05):61-73.

##### 作者简介:

刘琳欢(2003--),女,汉族,江西省萍乡市人,本科,研究方向:公司金融、金融科技。