

引用格式:任阳军,田泽,刘超,等.数字化转型如何影响民营能源企业绩效?——来自中国上市企业年报文本识别的经验证据[J].技术经济, 2024, 43(1): 41-54.

REN Yangjun, TIAN Ze, LIU Chao, et al. How does digital transformation affect the performance of private energy enterprises? Evidence from the text recognition of the annual reports of listed companies in China[J]. Journal of Technology Economics, 2024, 43(1): 41-54.

# 数字化转型如何影响民营能源企业绩效?

——来自中国上市企业年报文本识别的经验证据

任阳军<sup>1</sup>, 田泽<sup>1</sup>, 刘超<sup>2,3</sup>, 任芳容<sup>4</sup>, 管歆格<sup>1</sup>

(1. 河海大学商学院, 南京 210098; 2. 河海大学公共管理学院, 南京 210098;

3. 江苏长江保护与高质量发展研究基地, 南京 210000; 4. 南京大学商学院, 南京 210008)

**摘要:**数字化转型赋予了企业新的发展动能,这进一步影响到民营能源企业的经营绩效与绿色低碳转型目标的实现。本文基于沪深A股上市民营能源企业2012—2021年的数据,借助爬虫技术归集企业年报中的“数字化转型”关键词,创新性地刻画出企业数字化转型程度,并实证检验数字化转型对民营能源企业绩效的影响及其渠道机制。研究表明,数字化转型有助于提升民营能源企业绩效,这一结论在经过一系列稳健性检验和内生性处理后依旧成立。从渠道路径来看,数字化转型能够推动技术创新和提高运营能力,这些都有助于促进民营能源企业的绩效增长。就不同企业而言,数字化转型对民营能源企业绩效的驱动效果有着较强的非对称性特征。具体而言,对于东部企业、大型企业、成长型企业以及新能源企业,其提升效应更为显著;对于中西部企业和小型企业而言,数字化转型的绩效驱动力最差。

**关键词:**数字化转型; 民营能源企业绩效; 文本识别; 技术创新; 运营能力

**中图分类号:** F490.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2024)01-0041-14

**DOI:** 10.12404/j.issn.1002-980X.J23070101

## 一、引言

随着大数据、人工智能、云计算和区块链等新一代信息技术的创新突破,数字化转型已成为全球多数企业提高运营效率、降低成本和增加创新成功率战略选择<sup>[1-2]</sup>。党的十八大以来,党中央高度重视数字经济发展,将发展数字经济上升为国家战略,加快推动产业数字化和数字产业化。在新的数字经济时代,面对技术和市场环境的深刻变化,越来越多的中国企业利用数字工具和平台来推动组织变革,加速产品和服务的创新,为中国经济发展提供了新的内生增长动力。根据中国上市企业协会发布的《中国上市公司数字经济白皮书(2022)》,2021年以数字经济为核心产业的上市公司超过1000家,几乎涵盖所有行业<sup>[3]</sup>。尤其是在抵御新冠肺炎疫情对实体经济的冲击中,数字技术、数字经济在不确定性环境中对于企业提质增效所发挥的关键作用日益凸显<sup>[4]</sup>。

党的二十大报告提出,要加快发展数字经济,促进数字经济和实体经济深度融合,加快建设网络强国、数字中国。能源产业作为诸多工业产业链的前端,是所有科技活动开展的基础,在支撑国民经济持续健康增长方面发挥着重要作用<sup>[5]</sup>。但是,这种增长是以大量要素投入和高能耗为代价的,导致环境污染日益严重,能源危机

收稿日期: 2023-07-01

**基金项目:** 江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助项目(2023);江苏省高校基础科学(自然科学)研究面上项目“数字化转型对能源企业绩效影响的机理及对策研究”(23KJD630001);国家社会科学基金后期资助项目“数字经济赋能制造业高质量发展与产业化实现研究”(21FJYB047)

**作者简介:** 任阳军,博士,河海大学商学院博士后,研究方向:绿色经济;田泽,博士,河海大学商学院教授,博士研究生导师,研究方向:低碳经济;刘超,博士,河海大学公共管理学院讲师,硕士研究生导师,研究方向:绿色经济;任芳容,博士,南京大学商学院博士后,研究方向:低碳经济;管歆格,河海大学商学院博士研究生,研究方向:绿色经济。

持续恶化<sup>[6]</sup>。当前,中国不仅面临着严重的能源供需矛盾,还面临着生态环境退化和国家安全问题<sup>[7-8]</sup>。2020年9月,中国政府宣布将在2030年达到碳排放峰值,并在2060年实现碳中和。然而,在不牺牲经济效益的前提下实现这样一个宏伟目标仍然具有很大的难度。与此同时,能源产业还面临自主创新能力不强、生产管理效率不高、产品供给质量较差等问题<sup>[9]</sup>。从国际上看,能源产业和数字经济的深度融合能够不断提高产品质量和生产率,重塑能源产业的竞争优势,以提升社会智能水平。而作为能源产业的微观组成,能源企业肩负着带动相关企业增产创收、促进能源产业健康成长的重要使命。同时,他们的业绩水平代表着能源产业的现实基础和发展前景。需要指出的是,当前中国能源企业的数字化水平仍然偏低,将转型深度穿透至制度和业务层面的力度明显不足。然而,在能源短缺成为新常态、能源转型压力升级、产业亟须塑造新竞争力等背景下,以数字化转型为载体驱动能源产业结构变革,是短期内降本增效、提升核心能力,中长期改变商业模式、创造新业态的关键路径<sup>[10-11]</sup>。与此同时,民营经济是中国经济发展的主力军,民营企业的行为和绩效对国民经济增长的速度和质量产生决定性作用。但是,民营企业的数字化转型行为和绩效还带有一定的脆弱性,容易受到宏观环境和产业政策的影响<sup>[12]</sup>。因此,数字化转型能否成为中国民营能源企业绩效增长的新动能,是目前政学企三界共同关注的热点问题。

然而,鲜有文献确切地将“数字化转型-民营能源企业绩效”联系起来,两者之间的影响和作用机制只能通过相关研究进行推论。数字化转型与企业创新关系的研究引起了学界的重视,例如刘洋等<sup>[13]</sup>认为,数字化转型属于具有破坏性属性的创新行为,能够从根本上改变产品基本形态、企业商业模式甚至颠覆在位者的竞争格局;范红忠等<sup>[14]</sup>研究发现,数字技术可以降低企业交易成本和缓解融资约束,进而提升企业创新能力。在数字化驱动下,企业往往通过动态能力、吸收能力、收入差距等中介渠道或作用机制,最终促进自身创新绩效的提升<sup>[15-18]</sup>。数字化转型虽然赋予了企业更大的创新活力,也可能存在“数字化悖论”,例如,Kohtamäki等<sup>[19]</sup>发现,低水平数字化与高水平服务化之间的相互作用对企业创新绩效产生明显的负面效应;余菲菲等<sup>[20]</sup>提出,针对数字化的过度投资和对数字技术的盲目应用会阻碍创新绩效的增长。

部分学者还探讨了数字化转型对企业绩效的影响机制,认为企业数字化转型能够加快创新转型行为<sup>[21]</sup>、提高企业供应链集成程度<sup>[22]</sup>以及促进企业战略变革<sup>[23]</sup>,进而改善企业经营绩效。还有学者通过实证研究发现数字化转型与企业绩效存在正相关关系,例如Lorenzo等<sup>[24]</sup>基于美国小型企业的样本,发现数字化转型可以增强企业创新;Llopis-Albert等<sup>[25]</sup>探讨了数字化转型战略对汽车企业绩效以及利益相关者满意度的提升作用。然而,数字化转型能够直接促进企业绩效提升的观点也受到了一些学者的质疑<sup>[26]</sup>。Buttice等<sup>[27]</sup>发现,数字技术如果出现造假问题将会显著降低企业的经济效益。戚聿东和蔡呈伟<sup>[28]</sup>还认为,在转型需求和管理组织机构出现匹配滞后的状态下,企业数字化转型会产生大量的衍生管理成本,这明显会降低其对企业绩效的促进作用。不难发现,基于微观视角的数字化转型研究主要集中在制造业企业,且对企业数字化转型的经济后果判定仍然存在一定分歧;同时,企业存在数字化转型效果与理论最优解的背离<sup>[29]</sup>,使得数字化转型对民营能源企业绩效的影响与传导机制更为复杂,需要后续更加系统的研究。此外,大多数研究只关注整体效应,忽视了企业或地区之间的异质性,这可能导致研究结果不准确。鉴于此,本文拟对“数字化转型—民营能源企业绩效”影响的存在性、渠道机制及非对称效果进行识别检验,为理解数字化转型与民营能源企业绩效间的关系提供新的证据。

本文可能的边际贡献在于:在研究立意上,在数字经济大背景下,剖析“数字化转型-民营能源企业绩效”之间的关系,拓展了民营能源企业绩效研究的视野和深度;在研究数据上,基于沪深A股上市企业年报数据,运用大数据文本识别的方法对企业数字化转型强度进行测度,为评价民营能源企业数字化转型及其经济效应提供有益借鉴;在研究范式上,构建一个“基准分析-机制解析-异质性检验”的研究框架,揭示了民营能源企业数字化转型的经济后效,尤其是基于其中的渠道进行识别检验,揭秘了“数字化转型-民营能源企业绩效”传导机制“黑箱”;在研究拓展上,从地理区位、企业规模、生命周期等视角出发,充分厘清数字化转型影响民营能源企业绩效的结构差异,为深化差异化政策制度探索提供经验借鉴。

## 二、理论机制与研究假设

数字经济的核心就是“数字化企业”，传统企业创造与获取价值的方式必须利用数字技术完成转型，才可能形成经济发展的内核力<sup>[30]</sup>。早期的企业数字化转型侧重于硬件平台和设备的搭建，之后拓展到企业战略、组织结构、业务模型、客户体验乃至经营理念等方面的重构上<sup>[31-33]</sup>。与既有的信息技术采纳等概念相比，数字化转型具有融合性、跨越性以及强烈的环境依赖性等特征<sup>[34]</sup>。多数企业将数字化技术应用于提高生产力、降低生产运营成本、提升质量管理能力以及满足定制化需求等方面，孕育了众多新兴业态<sup>[35]</sup>，促进了平台经济的兴起，并由此成为推动企业绩效增长的重要因素。随着数字化技术在民营能源企业经营管理中的进一步渗透，民营能源企业数字化转型的目标和方向逐渐聚焦于降低供需双方的信息不对称，积累更大创新潜能，由此实现技术转型和组织变革的良性循环。

具体来说，数字化转型对民营能源企业绩效的作用可以归纳为三个方面。首先，企业的战略决策将影响数字化转型的有效实施<sup>[36]</sup>。如果一个企业的发展战略选择了数字化转型，就表明该企业期望通过采用尖端的数字技术来提高企业价值。数字化转型一旦融入企业生产和管理中，能够帮助企业快速响应市场需求，提高质量管理水平，满足客户的个性化需求，以提升企业绩效<sup>[37]</sup>。另外，企业追求数字化转型的目标一旦被纳入企业文化，将极大地增强企业的积极性和竞争力。其次，开放性和共享性是数字化转型的重要特征。随着数字技术不断渗透到企业生产运营中，数字化转型的目标逐渐转向最大限度地减少供需双方的信息不对称。数字化转型可以促进企业内部沟通，包括加强管理者与股东、管理者与员工、员工与员工之间的沟通，减少企业运营过程中不必要的摩擦，降低生产和管理成本<sup>[6]</sup>。另外，企业利用最新的数字技术收集和分析来自研发、采购、生产和营销等方面的有益信息，提高了产业链上下游的沟通效率，进一步促进企业绩效增长。最后，数字化转型有利于构建更加灵活的企业网络，不断增强企业全球化竞争力。从本质上来看，数字化转型可以帮助企业减少组织障碍，获取最新的信息和技术，为科技创新和市场国际化提供更多的资源<sup>[38]</sup>。数字化转型还推动不同企业在技术、资金、产品和客户方面紧密结合，形成企业间持续学习和动态合作的发展趋势，从而优化和重构企业创新过程<sup>[39]</sup>。总体上，数字化转型战略提升和优化了企业的战略管理、信息共享和网络构建，利于企业绩效增长。

基于上述讨论，本文提出核心研究假设 1：

数字化转型能够提升民营能源企业绩效(H1)。

数字化转型能够为民营能源企业带来更强大的技术创新动能，为企业绩效提升提供重要的技术驱动力。首先，数字化转型是新时代的前沿转型模式，能够为技术创新提供充足的动力源泉和技术需求<sup>[40]</sup>，有利于在企业生产经营中营造良好的创新生态环境，加速企业组织架构和技术要素配置向有益于技术创新的形态跃迁。尤其是人工智能、区块链、5G 等新一代信息技术的广泛运用，不断推动实现传统企业向智能化升级转型<sup>[41]</sup>。一方面，企业如果提出了实施智能化改造和数字化转型的目标，在后续发展中为了实现这一战略目标，往往会加大科技研发投入。数字化也改变了以企业为主的传统创新模式，而是利用互联网商业模式帮助企业获取最新市场信息，用户也能广泛参与产品生产和价值创造的全过程，并且拥有海量数据资源的企业能挖掘以用户价值为主导的精准“用户画像”，进而降低客户搜寻商品的时间成本<sup>[42]</sup>。同时，为了主动契合这种市场导向，企业往往在研发领域增加投入力度，通过技术创新实现产品升级和差异化改造，进而满足消费者的个性化需求，不断增强产品的核心竞争力。进一步地，随着数字化转型进程的不断深入，企业对创新资源的利用效率不断提升，且与封闭式创新相比，企业能够利用前沿信息技术，积极搜寻、吸收和利用外部知识和成果，形成整合内外部创新资源的开放式创新模式，也大幅提升企业的研发效率。此外，数字化转型还能够改变企业与外界的互动方式，推动整合内外部创新资源，提升创新资源的利用效率，进而带来更多的创新产出成果。这种在创新层面上的“投入-产出”优化，将直接影响企业的未来发展前景，是改善企业绩效的一个重要因素。尤其是在经济高质量发展的背景下，以上变化将有利于提高企业的市场竞争力，资源要素也会持续向这类数字企业集聚，绩效水平由此得以提升。

数字化转型同样能够有效提升民营能源企业的运营能力，从而提升企业绩效。一方面，数字化转型的



核心就是通过数据实现对企业生产经营的全面赋能以及经营效益的持续提升。具体来说,利用智能硬件实现互联互通收集数据,软件端根据程序命令对数据开展智能应用,能够大幅提高生产工具的使用效率,降低维护成本和库存成本<sup>[42]</sup>,这不仅可以提高企业运营效率,而且加速企业的信息化进程,有助于整个产业链资源的优化配置<sup>[43]</sup>。数字化技术还能够有效处理信息不对称问题,降低企业的信息搜寻成本和产品开发成本;同时,数字技术和互联网商业模式的广泛运用还催生出分享经济的新业态,通过共享技术、设备和服务来降低资源利用门槛和生产成本,从而提升企业生产效率<sup>[44]</sup>。另一方面,企业数字化转型符合新时代数字经济发展的方向和趋势,也是驱动中国数字经济增长的新引擎,尤其是爆发的新冠肺炎疫情使得企业数字化转型迎来了“机遇期”,一些符合国家政策方针和经济实践导向的企业更易获得资本市场青睐,市场对这些企业的估值也在不断增加,这不仅提高了对这些企业的投资力度,而且推动了企业绩效提升。特别地,数字化转型显著提高了企业数据处理能力,加大企业决策制定过程中的分析深度,使得经营预测具有更高的精准性,并在大数据的支持下,实现对宏观市场环境和行业竞争环境的准确分析,这样能够帮助企业利用有限的财务资源来实现资金利用最大化<sup>[45]</sup>。换言之,企业数字化转型进程的不断深入,可以为数字驱动决策的合理制定提供充足动力,并确保企业的成本管理更加科学、系统,有利于降低企业的人力和时间成本,以及研发、议价、搜索和监督的成本。市场中资本也倾向于流入这些具有良好财务状况的企业,进而提高企业生产规模和管理能力,由此促进企业绩效增长。

基于上述讨论,本文提出了研究假设 2a 和假设 2b:

数字化转型能够通过增强技术创新来提升民营能源企业绩效(H2a);

数字化转型能够通过提高运营能力来提升民营能源企业绩效(H2b)。

### 三、研究设计

#### (一)数据来源

基于样本数据的可得性和完整性,本文以沪深 A 股上市民营能源企业为初始研究样本,将样本考察期设定为 2012—2021 年。在此基础上,本文对该数据做如下基本处理:首先,剔除特别处理(ST)、退市风险警示(\*ST)类财务数据存在特殊性的样本;其次,剔除首次公开募股(IPO)当期样本和公开募股的样本,并选取连续五年以上不存在数据缺失的样本;最后,为克服极端离群值的干扰,对所有连续变量进行上下 1% 的缩尾处理。数据资料主要来源于万得数据库(WIND)和国泰安数据库(CSMAR),少数缺失数据通过线性插值的方式补齐。企业年报数据则来自上海和深圳的证券交易所官方网站。最终研究样本包括 553 家民营能源企业,共 5530 个样本观测值。

#### (二)变量选取

##### 1. 被解释变量

被解释变量为民营能源企业绩效。本文选取采用财务指标包括总资产收益率( $ROA$ )和净资产收益率( $ROE$ )来衡量民营能源企业绩效,而未选取市场指标如托宾  $Q$  值、股票回报率。主要原因在于,市场指标会受到投资者预期和经理人利益操控的影响,而财务指标能够更加准确地评价和判断企业经济效益的优劣<sup>[46]</sup>。同时, $ROA$  和  $ROE$  在有关中国上市企业绩效研究的文献中被广泛采用<sup>[47-50]</sup>。其中,用净利润与总资产之比来计算  $ROA$ ,用净利润与净资产之比来表示  $ROE$ 。

##### 2. 核心解释变量

核心解释变量为数字化转型( $DT$ )。关于企业数字化转型的研究基本留滞在理论分析上,定量分析的研究很少<sup>[15]</sup>,尤其缺乏对民营能源企业数字化转型的探索。本文借鉴易露霞等<sup>[29]</sup>的研究,利用文本分析法对民营能源企业年报中有关数字化转型的关键词进行识别和词频计数,得出衡量数字化转型的“文本强度”,并以此为代理变量。由于年报中使用的词语及表达方式能够代表民营能源企业发展的重要战略导向,体现出企业关注的经营导向和未来的发展线索,本文借鉴 Gal 等<sup>[51]</sup>和 Verhoef 等<sup>[52]</sup>的观点,将关键词选取的重点聚焦在数字技术运用和商业模式创新两个方面。

数字化转型词库的构建步骤包括:首先,根据《大数据产业发展规划(2016—2020)》《中国金融科技运行

报告(2020)》《能源数字化转型白皮书(2021)》《“十四五”数字经济发展规划》以及相关重要会议,并通过与来自政府、学界和企业专家团队的多轮咨询和讨论,明确了与数字技术应用和商业模式创新相关的47+60个关键词。其次,利用Python爬虫功能梳理上市民营能源企业的年度报告,并通过Java PDFbox库提取所有文本内容。最后,将所有文本内容同这些关键词进行搜索、匹配和词频计数,进而分类归集数字技术应用和商业模式创新两个维度的词频,并形成最终的加总词频,以此衡量一个民营能源企业的数字化转型强度。此外,由于这类数据存在典型的“右偏性”特征<sup>[50]</sup>,本文对上市民营能源企业年报中有关数字化转型的关键词的总词频+1后做对数化处理,从而得到刻画民营能源企业数字化转型的整体指标。

### 3. 中介变量

本文在机理分析中已经指出,数字化转型不仅仅是数据的数字化,而是通过一系列复杂的数字技术和各种硬件系统来提高产品质量和生产效率。进一步地,数字化转型能够推动技术创新、提高运营能力,从而提升民营能源企业绩效。因此,本文将技术创新( $TI$ )和运营能力( $OC$ )作为数字化转型影响民营能源企业绩效的两个重要中介变量。其中,以专利申请总数+1并取对数来表示民营能源企业的技术创新;以托宾 $Q$ 值作为民营能源企业运营能力的衡量指标。

### 4. 控制变量

本文引入一系列可能影响民营能源企业绩效的变量作为控制变量,包括企业规模( $CS$ )、企业营业收入( $CI$ )、企业年龄( $CA$ )、资产负债率( $TDR$ )、总资产周转率( $TAT$ )。其中, $CS$ 利用企业年末总资产取对数来衡量; $CI$ 通过企业年末营业收入取对数来表示; $CA$ 采用企业年龄+1并取对数来衡量; $TDR$ 为企业负债总额与资产总额之比; $TAT$ 是企业销售收入与资产总额之比。详细的变量数据结构如表1所示。

#### (三) 模型设定

为验证数字化转型对民营能源企业绩效的影响,本文构建基准模型如式(1)所示。

$$ROA_{it}(ROE_{it}) = \beta_0 + \beta_1 DT_{it} + \sum \beta CVs + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中:总资产收益率 $ROA_{it}$ 和净资产收益率 $ROE_{it}$ 为被解释变量,数字化转型 $DT_{it}$ 为核心解释变量; $CVs$ 为控制变量组; $\sum Ind$ 为个体固定效应; $\sum Year$ 为时间固定效应; $\beta_0$ 为常数项; $\beta_1$ 和 $\sum \beta$ 为相应变量的回归系数; $\varepsilon_{it}$ 为随机误差项。

本文进一步探讨了技术创新和运营能力是否在该机制中具有中介作用。参考Baron和Kenny<sup>[53]</sup>的做法,采用逐步回归法分析中介作用,构建模型为

$$Med_{it} = \theta_0 + \theta_1 DT_{it} + \sum \theta CVs + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$ROA_{it}(ROE_{it}) = \varphi_0 + \varphi_1 Med_{it} + \varphi_2 DT_{it} + \sum \varphi CVs + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中: $Med_{it}$ 为中介变量,即技术创新和运营能力; $\theta_0$ 、 $\varphi_0$ 为常数项; $\theta_1$ 、 $\varphi_1$ 、 $\sum \theta$ 、 $\sum \varphi$ 为相应变量的回归系数;其余变量设定同式(1)。具体的检验步骤如下:首先,如果 $\beta_1$ 是显著的,则进行后续检验。然后,当 $\beta_1$ 是显著的时候, $\theta_1$ 、 $\varphi_1$ 和 $\varphi_2$ 分别在三种情况下进行检验。如果 $\theta_1$ 、 $\varphi_1$ 和 $\varphi_2$ 都是显著的,则存在部分中介效应。如果 $\theta_1$ 和 $\varphi_1$ 都是显著的,但是 $\varphi_2$ 不显著,可以认为是完全中介效应。如果 $\theta_1$ 或 $\varphi_1$ 都不显著,则采用Sobel检验法来诊断中介效应是否存在。

表1 变量的描述性统计

| 变量  | 样本数  | 均值      | 标准差    | 最小值     | 最大值     |
|-----|------|---------|--------|---------|---------|
| ROA | 5530 | 0.0389  | 0.0711 | -0.5796 | 0.3606  |
| ROE | 5530 | 0.0636  | 0.1602 | -1.6301 | 0.9955  |
| DT  | 5530 | 2.9127  | 1.5168 | 0.0000  | 6.2558  |
| CS  | 5530 | 22.1005 | 1.2778 | 19.7947 | 26.7236 |
| CI  | 5530 | 21.3337 | 1.3399 | 18.5223 | 26.0170 |
| CA  | 5530 | 2.7128  | 0.4253 | 0.6931  | 3.5843  |
| TDR | 5530 | 0.4384  | 0.1933 | 0.0500  | 0.9593  |
| TAT | 5530 | 0.6094  | 0.3695 | -0.0170 | 2.5613  |
| TI  | 5530 | 4.0069  | 3.7208 | 0.0000  | 24.4600 |
| OC  | 5530 | 1.8536  | 0.9505 | 0.8198  | 8.2643  |

## 四、数字化转型对民营能源企业绩效的影响

### (一) 基准回归

表 2 列示了“数字化转型-民营能源企业绩效”关系的核心检验结果。在模型 M(1) 和 M(3) 中,当只控制行业和时间固定效应时,数字化转型对民营能源企业 *ROA* 和 *ROE* 的回归系数均为正值,且都通过 1% 水平的显著性检验,表明数字化转型对民营能源企业绩效具有显著的促进作用。在模型 M(2) 和 M(4) 中,当包含所有控制变量时,数字化转型仍然显著提升民营能源企业绩效。如在模型 M(2) 中,数字化转型的影响系数为 0.0030,表明数字化转型每增加一个百分点,民营能源企业的总资产收益率就会增加 0.0030 个百分点。因此,无论是否包括控制变量,研究结果都表明,随着数字化转型进程的加快,民营能源企业绩效会得到明显提升,两者间的正相关关系得到经验证据上的支持。这也验证了前文的核心假设 H1。

控制变量的回归系数,如果是显著的,则表现出预期的结果。具体来看,企业规模、企业营业收入、总资产周转率对 *ROA* 和 *ROE* 的回归系数均显著为正,说明规模大、收入高、营运能力强的民营能源企业可以获得较高的企业绩效。这主要是由于规模大的民营能源企业拥有标准化的生产和管理系统,即使是在复杂的竞争环境中也能够有效提升企业经营绩效;盈利能力强的民营能源企业能够广泛吸收和利用社会投资,满足企业运营资金需求,进而推动企业绩效增长;总资产周转率较高的民营能源企业,其销售能力越强,资产投资的效益越高,这能够帮助企业规避市场风险,有利于提高企业经济效益。企业年龄和资产负债率的影响系数均为负值且显著,表明对于民营能源企业,企业年龄和资产负债率会阻碍企业绩效的提升。可能的原因是,创立时间较久的民营能源企业在管理、投资、人才、战略等方面面临发展障碍,难以实现可持续发展,且民营能源企业资产负债率普遍较高,财务风险相对较大,资金链容易断裂,造成企业破产等问题,进而对企业经营绩效增长产生负面效应。

### (二) 稳健性检验与内生性处理

#### 1. 删除特殊样本

重大不利金融事件的冲击会严重阻碍民营能源企业的数字化转型进程,其绩效增长也可能面临停滞。若忽视这类因素对企业绩效的影响,将产生一定的内生性干扰。样本期间出现了一个相对重要的金融冲击:中国股市震荡(2015 年)。因此,本文借鉴唐松等<sup>[54]</sup>的研究,剔除这类金融危机因素,即保留 2012—2014 年和 2016—2021 年的样本进行回归检验。另外,2020 年的新冠肺炎疫情不仅严重威胁人类的健康和生命安全,而且对各行各业的经济发展都产生重大影响。考虑到新冠肺炎疫情对民营能源企业的持续性影响,本文在剔除中国股市震荡影响基础上,进一步剔除 2020 年和 2021 年的样本后再次进行回归检验。表 3 的模型 M(1) 和 M(2) 的回归结果显示,剔除中国股市震荡的影响后,数字化转型的回归系数均显著为正,再次表明数字化转型有效促进能源企业绩效的提升。从模型 M(3) 和 M(4) 的回归结果可以推断,剔除中国股市震荡和新冠肺炎疫情的影响后,数字化转型对民营能源企业绩效仍有显著的正向效应。综上,剔除特殊样本并不会改变数字化转型与民营能源企业绩效之间的正相关关系,这也从侧面为本文的核心研究结论提供了佐证。

表 2 数字化转型与民营能源企业绩效

| 变量                         | M(1)                  | M(2)                    | M(3)                 | M(4)                    |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
|                            | <i>ROA</i>            | <i>ROA</i>              | <i>ROE</i>           | <i>ROE</i>              |
| <i>DT</i>                  | 0.0054 ***<br>(4.91)  | 0.0030 ***<br>(2.86)    | 0.0130 ***<br>(4.83) | 0.0072 ***<br>(2.76)    |
| <i>CS</i>                  |                       | 0.0147 ***<br>(3.78)    |                      | 0.0100 ***<br>(3.02)    |
| <i>CI</i>                  |                       | 0.0141 ***<br>(3.73)    |                      | 0.0599 ***<br>(6.31)    |
| <i>CA</i>                  |                       | -0.0217 ***<br>(-2.65)  |                      | -0.0757 ***<br>(-3.68)  |
| <i>TDR</i>                 |                       | -0.1866 ***<br>(-24.87) |                      | -0.3644 ***<br>(-19.34) |
| <i>TAT</i>                 |                       | 0.0838 ***<br>(14.26)   |                      | 0.1175 ***<br>(7.96)    |
| <i>_cons</i>               | 0.4618 ***<br>(13.32) | -0.4916 ***<br>(-10.23) | 0.0717 ***<br>(8.53) | -1.1376 ***<br>(-9.43)  |
| <i>Year</i>                | Yes                   | Yes                     | Yes                  | Yes                     |
| <i>Ind</i>                 | Yes                   | Yes                     | Yes                  | Yes                     |
| <i>N</i>                   | 5530                  | 5530                    | 5530                 | 5530                    |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.0643                | 0.2349                  | 0.0511               | 0.1675                  |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著;括号中为 *t* 统计量。



2. 延长观测窗口

在表4的研究中,延长了数字化转型影响民营能源企业绩效的时间观测窗口。在模型M(1)和M(2)中,对被解释变量ROA和ROE均进行前置1期和2期处理。结果显示,对民营能源企业ROA和ROE进行前置处理后,数字化转型对民营能源企业绩效均表现出显著的正向促进作用,且这种促进作用随着时间窗口的延长而不断增强。综上,数字化转型能在较长的一个时间序列内对民营能源企业绩效产生具有叠加特征的正向效应,在一定程度上促进了民营能源企业绩效增长,这也为基准回归结果的稳健性提供了更多证据。

3. 替换核心变量

就被解释变量来看,基准模型采用ROA和ROE来表示民营能源企业的绩效。与本文不同的是,易露霞等<sup>[29]</sup>利用剔除金融收益的资产收益率来衡量企业绩效(EP)。因此,本文采用这一变量作为民营能源企业绩效的代理变量进行稳健性检验,结果如表5的模型M(1)和M(2)所示。而就核心解释变量来看,利用企业年报中无形资产明细项中与数字化转型有关的部分占无形资产的比重衡量数字化转型强度(INT),以重新测算民营能源企业的数字化转型水平,结果见表5的模型M(3)、M(4)。根据上述回归结果发现,无论核心变量发生何种改变,数字化转型对民营能源企业绩效的促进作用始终保持稳定的效果,“数字化转型有助于提升民营能源企业绩效”这一核心结论并未发生改变。

4. 缩尾处理

本部分对所有变量分别进行5%和10%的双边缩尾处理,即将超出指定范围的数值分别替换成该百分位上的数值,并重新进行回归检验。表6给出了通过缩尾处理后数字化转型对民营能源企业影响的回归结果。与基准回归结果对比发现,经缩尾处理后数字化转型的回归系数绝对值随着缩尾处理的百分比增大而出现一定波动,但是数字化转型对民营能源企业绩效的显著性和影响方向并未发生变化。这也为本文的核心结论提供了新的证据支持。

5. 内生性处理

考虑到本文还可能存在由相互因果关系造成的内生性问题,且民营能源企业提出数字化转型战略属于一种渐进式的行为,是极佳的准自然实验载体,因而本文借鉴吴非等<sup>[50]</sup>的研究,利用多期双重差分模型(DID)来克服内生性问题,并设定如式(4)所示。

表3 稳健性检验:删除特殊样本

| 变量                  | M(1)               | M(2)                | M(3)                 | M(4)               |
|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
|                     | ROA                | ROE                 | ROA                  | ROE                |
| 划分依据                | 剔除股市<br>震荡的影响      |                     | 剔除股市震荡+<br>新冠肺炎疫情的影响 |                    |
| DT                  | 0.0028**<br>(2.51) | 0.0080***<br>(2.80) | 0.0021**<br>(2.07)   | 0.0065**<br>(2.64) |
| CVs                 | Yes                | Yes                 | Yes                  | Yes                |
| Year                | Yes                | Yes                 | Yes                  | Yes                |
| Ind                 | Yes                | Yes                 | Yes                  | Yes                |
| N                   | 4977               | 4977                | 3871                 | 3871               |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.2308             | 0.1702              | 0.2661               | 0.1689             |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;括号中为t统计量。

表4 稳健性检验:延长观测窗口

| 变量                  | M(1)                | M(2)                | M(1)                | M(2)                |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                     | F1. ROA             | F1. ROE             | F2. ROA             | F2. ROE             |
| DT                  | 0.0035***<br>(2.74) | 0.0082***<br>(2.65) | 0.0038***<br>(2.78) | 0.0090***<br>(2.81) |
| CVs                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Year                | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Ind                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| N                   | 4977                | 4977                | 4424                | 4424                |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.0772              | 0.0579              | 0.0779              | 0.0596              |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;括号中为t统计量;F1和F2分别表示前置1期和前置2期。

表5 稳健性检验:替换核心变量

| 变量                  | M(1)                | M(2)             | M(3)                | M(5)                |
|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|
|                     | EP                  | EP               | ROA                 | ROE                 |
| DT                  | 0.0032***<br>(3.08) | 0.0013<br>(1.36) | 0.0074***<br>(5.25) | 0.0150***<br>(4.62) |
| CVs                 | Yes                 | Yes              | Yes                 | Yes                 |
| Year                | Yes                 | Yes              | Yes                 | Yes                 |
| Ind                 | Yes                 | Yes              | Yes                 | Yes                 |
| N                   | 5530                | 5530             | 5530                | 5530                |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.0273              | 0.2414           | 0.0835              | 0.0638              |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;括号中为t统计量。

表6 稳健性检验:缩尾处理

| 变量                  | M(1)                | M(2)                | M(3)                | M(4)                |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                     | 5%                  | 5%                  | 10%                 | 10%                 |
|                     | ROA                 | ROE                 | ROA                 | ROE                 |
| DT                  | 0.0031***<br>(4.48) | 0.0057***<br>(3.73) | 0.0034***<br>(6.71) | 0.0064***<br>(6.48) |
| CVs                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Year                | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| Ind                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 | Yes                 |
| N                   | 5250                | 5250                | 4970                | 4970                |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.3061              | 0.2529              | 0.3334              | 0.3013              |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;括号中为t统计量。

$$ROA_{it}(ROE_{it}) = \varphi_0 + \varphi_1 du_{it} + \varphi_2 (du_{it} \times dt_{it}) + \varphi_3 dt_{it} + \sum \theta CVs + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中:  $du$  为个体虚拟变量;  $dt$  为时期虚拟变量。为了验证模型的稳健性, 本文将式(4)进行一定变化并再次检验:

$$ROA_{it}(ROE_{it}) = \varphi'_0 + \varphi'_1 (du_{it} \times dt_{it}) + \sum \varphi' CVs + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中:  $\varphi_0$ 、 $\varphi'_0$  为常数项,  $\varphi_i (i=1,2,3)$ 、 $\varphi'_1$ 、 $\sum \varphi'$  为相应变量的回归系数; 其余变量设定同式(1)和式(2)。式(5)着重控制了企业和时间层面的固定效应。

在表 7 中, M(1)和 M(2)进行了式(4)的回归检验,  $du \times dt$  的回归系数均为正值(0.0014 和 0.0012), 且都在 1%水平上的通过了显著性检验。在 M(3)和 M(4)中, 本文变更了回归的模式, 运用式(5)进行检验, 发现  $du \times dt$  的回归系数有所减小(0.0011 和 0.0010), 但是依旧呈现显著状态。从 M(1)~M(4)基本能够确证, 民营能源企业数字化转型带来的绩效水平有所增长。在 M(5)~M(6)中, 相关的政策冲击前置项中的回归系数都没有通过显著性检验, 说明实证结果基本通过了平行趋势检验; 除了数字化转型实施当年的回归系数不显著外, 实施后 1 年、2 年及 3 年以上的回归系数均显著为正, 这表明, 数字化转型对民营能源企业绩效的促进作用有一定的持续性。

表 7 内生性处理

| 变量                    | M(1)             | M(2)             | M(3)             | M(4)             | M(5)            | M(6)            |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|                       | ROA              | ROE              | ROA              | ROE              | ROA             | ROE             |
| $dt$                  | 0.0019*** (3.55) | 0.0022*** (3.85) |                  |                  |                 |                 |
| $du \times dt$        | 0.0014*** (3.28) | 0.0012*** (3.03) | 0.0011*** (2.98) | 0.0010*** (3.47) |                 |                 |
| $du$                  | 0.0008*** (3.14) | 0.0006*** (2.91) |                  |                  |                 |                 |
| $du \times Before1$   |                  |                  |                  |                  | -0.0010 (-0.90) | -0.0020 (-1.21) |
| $du \times Before2$   |                  |                  |                  |                  | -0.0020 (-1.23) | -0.0010 (-0.87) |
| $du \times Before3^+$ |                  |                  |                  |                  | -0.0010 (-0.93) | -0.0010 (-0.94) |
| $du \times Current$   |                  |                  |                  |                  | 0.0035 (1.54)   | 0.0030 (1.48)   |
| $du \times After1$    |                  |                  |                  |                  | 0.0040* (1.70)  | 0.0050* (1.75)  |
| $du \times After2$    |                  |                  |                  |                  | 0.0080* (1.94)  | 0.0070* (1.83)  |
| $du \times After3^+$  |                  |                  |                  |                  | 0.0085** (2.52) | 0.0080** (2.39) |
| $CVs$                 | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              | Yes             | Yes             |
| $Year$                | No               | No               | Yes              | Yes              | Yes             | Yes             |
| $Ind$                 | No               | No               | Yes              | Yes              | Yes             | Yes             |
| $N$                   | 5530             | 5530             | 5530             | 5530             | 5530            | 5530            |
| adj. $R^2$            | 0.2427           | 0.2185           | 0.3514           | 0.3640           | 0.3511          | 0.3603          |

注: \*\*、\* 和 \* 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著; 括号中为  $t$  统计量;  $Before$ 、 $After$  和  $Current$  分别表示前置、后置和当期; “+”表示: 及以后, 即 3 年以上。

## 五、数字化转型影响民营能源企业绩效的机制识别

前述实证分析对数字化转型与民营能源企业绩效之间的核心关系进行了检验, 但是尚未对两者之间影响的作用渠道进行识别检验。结合上述的理论机制, 本文将中介变量选取设定在两个方向上。第一, 民营能源企业通过数字化转型进行资源整合和共享来实现资源优化配置, 进而增强对技术创新的重视程度, 并形成良好的创新生态场景, 而创新水平的提高能够对企业绩效增长产生良好的带动作用; 第二, 民营能源企业在进行一定阶段的数字化转型后, 自身经营管理能力将有所提升, 在一定程度上提高了自身价值, 为促进企业绩效增长提供持久的驱动力。因此, 本文选取了“技术创新”“运营能力”两类渠道进行检验, 具体回归结果如表 8 和表 9 所示。

在表 8 中, 本文基于“数字化转型-技术创新-民营能源企业绩效”的路径进行识别检验。上述研究已经证明了数字化转型能够提升民营能源企业绩效。在 M(1)中, 数字化转型对技术创新的回归系数为 -0.1430, 且通过 1%水平的显著性检验, 说明数字化转型能够显著促进民营能源企业技术创新。在 M(2)和 M(3)中, 技术创新对民营能源企业的  $ROA$  和  $ROE$  在 1%水平下的影响系数分别为 -0.0023 和 -0.0022。同时, 数字化转型对民营能源企业  $ROA$  和  $ROE$  的影响均显著为正。按照中介效应的检验方法可知, 技术



创新在数字化转型影响民营能源企业绩效中发挥部分中介效应,即民营能源企业的数字化转型会抑制技术创新,从而阻碍企业绩效。显然这使得研究假设 H2a 无法得到验证。加快数字化转型进程符合国家政策和经济实践对企业的要求,能够帮助企业有效配置创新资源,推动创新模式的重大变革,从而提高创新效率。而具有较高技术创新水平的民营能源企业,拥有扎实的前沿技术支持,能够更好地促进数字化技术与企业生产经营管理的融合,从而促进企业绩效提升。然而,能源企业的数字化转型是一项系统工程,需要更多的专项投入才能实现。目前民营能源企业无法满足数字化转型的各项需求,从而难以提升企业研发投入及其产出绩效水平。因此,当前民营能源企业数字化转型不能促进技术创新,无法为企业绩效提升提供创新动力。

在表 9 中,本文转向了“数字化转型-运营能力—民营能源企业绩效”的机制识别检验。在 M(1) 中,数字化转型对技术创新在 1% 水平下的影响系数为 -0.1430,说明数字化转型对民营能源企业技术创新产生显著的正向效应。在 M(2) 和 M(3) 中,运营能力对民营能源企业 ROA 和 ROE 在 1% 水平下的影响系数分别为 0.0033 和 0.0073。同时,数字化转型对民营能源企业 ROA 和 ROE 的影响均显著为正。进一步采用 Sobel 检验法发现运营能力在数字化转型影响民营能源企业绩效中发挥中介效应,即民营能源企业的数字化转型可以促进运营能力提升,从而提高企业绩效。这也验证了研究假设 H2b。数字化转型能够在一定程度上提高民营能源企业的资源配置能力和利用效率,降低企业经营流程中的管理摩擦,并且基于数字化技术挖掘数据价值,激发系统内部的数据活力,推动民营能源企业发展主营业务并进行跨行业的拓展,这无疑都对企业运营能力提升大有裨益。进一步地,运营能力的不断增长,各类资源的利用效率也随之提升,进而达到提高企业绩效的成效。由此,形成了“数字化转型-(促进)运营能力-(提升)民营能源企业绩效”的正向路径。

六、拓展性研究：基于企业特征异质性下的经验证据

(一) 区域异质性检验

为了探讨数字化转型对不同地区民营能源企业绩效的异质性影响,本文按照企业所在地将整个样本分为 4 个子样本:东部地区、东北地区、中部地区和西部地区。在表 10 中,M(1) 和 M(2) 的研究结果与基准研究结果一致,说明数字化转型对东部地区民营能源企业绩效具有显著正向影响。但是,M(2)~M(8) 的估计结果可以看出,数字化转型对东北地区、中部地区和西部地区的民营能源企业绩效的影响基本都未通过显著性检验。由于资源禀赋、政策环境、要素流动以及这些因素之间的相互作用,我国各地区间的发展极不平衡。总体上,东部地区较为发达,尤其是在基础设施、科技创新、产业环境等方面。因此,东部地区民营能源企业能够更好地利用数字化转型来提高其绩效。相对而言,中西部地区虽然拥有各类丰富的能源资源,但是存在基础设施落后、专业技术人才缺乏、技术创新水平低等问题,难以为民营能源企业数字化转型提供基础支撑,且民营能源企业采用数字化转型的意愿普遍较低。

表 8 数字化转型影响民营能源企业绩效的机制识别:技术创新

| 变量                  | M(1)                              | M(2)                              | M(3)                              |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                     | TI                                | ROA                               | ROE                               |
| DT                  | -0.1430 <sup>***</sup><br>(-3.12) | 0.0027 <sup>**</sup><br>(2.55)    | 0.0060 <sup>**</sup><br>(4.22)    |
| TI                  |                                   | -0.0023 <sup>***</sup><br>(-7.28) | -0.0022 <sup>***</sup><br>(-3.53) |
| CVs                 | Yes                               | Yes                               | Yes                               |
| Year                | Yes                               | Yes                               | Yes                               |
| Ind                 | Yes                               | Yes                               | Yes                               |
| N                   | 5530                              | 5530                              | 5530                              |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.1157                            | 0.2429                            | 0.0983                            |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著;括号中为 t 统计量。

表 9 数字化转型影响民营能源企业绩效的机制识别:运营能力

| 变量                  | M(1)                              | M(2)                            | M(3)                            |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                     | OC                                | ROA                             | ROE                             |
| DT                  | -0.0148 <sup>***</sup><br>(-3.02) | 0.0030 <sup>***</sup><br>(2.91) | 0.0074 <sup>***</sup><br>(2.80) |
| OC                  |                                   | 0.0033 <sup>***</sup><br>(3.18) | 0.0073 <sup>***</sup><br>(2.81) |
| CVs                 | Yes                               | Yes                             | Yes                             |
| Year                | Yes                               | Yes                             | Yes                             |
| Ind                 | Yes                               | Yes                             | Yes                             |
| N                   | 5530                              | 5530                            | 5530                            |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.1879                            | 0.2364                          | 0.1688                          |

注:\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著;括号中为 t 统计量。

表10 区域异质性检验

| 变量          | M(1)              | M(2)              | M(3)               | M(4)                | M(5)             | M(6)             | M(7)             | M(8)             |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | ROA               | ROE               | ROA                | ROE                 | ROA              | ROE              | ROA              | ROE              |
| 划分依据        | 东部                |                   | 东北                 |                     | 中部               |                  | 西部               |                  |
| <i>DT</i>   | 0.0023*<br>(1.75) | 0.0059*<br>(1.79) | -0.0057<br>(-1.22) | -0.0194*<br>(-1.71) | 0.0022<br>(0.77) | 0.0116<br>(1.64) | 0.0028<br>(1.02) | 0.0083<br>(1.40) |
| <i>CVs</i>  | Yes               | Yes               | Yes                | Yes                 | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              |
| <i>Year</i> | Yes               | Yes               | Yes                | Yes                 | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              |
| <i>Ind</i>  | Yes               | Yes               | Yes                | Yes                 | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              |
| <i>N</i>    | 4020              | 4020              | 220                | 220                 | 740              | 740              | 570              | 570              |
| adj. $R^2$  | 0.2331            | 0.1634            | 0.4600             | 0.3986              | 0.2457           | 0.2293           | 0.2612           | 0.1389           |

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；括号中为*t*统计量。

## (二) 规模异质性检验

表11基于企业规模差异的视角对“数字化转型-民营能源企业绩效”的异质性关系进行了检验。结果显示,无论是大型企业和小型企业,数字化转型对民营能源企业绩效的影响均为正,且大型企业数字化转型对民营能源企业绩效的促进作用更大,但是都没有通过显著性检验。这一结论与小型企业在采用数字化转型时更易受到资金和技术障碍的影响有关。大型企业在数字化转型中有充足的资源推动新型数字基础设施建设和提高自主创新能力;同时,大型企业在建立数字管理系统和克服关键技术挑战方面具有明显优势,通过整合内部和外部资源,围绕数据、组织和业务流程实现互动创新,提高自身核心竞争力,并建立持久的竞争优势。由此可见,与小型企业相比,数字化转型对民营能源企业绩效的推动作用在大型企业中得到更有效地发挥。

## (三) 生命周期异质性检验

表12基于企业生命周期差异的视角对“数字化转型-民营能源企业绩效”的异质性关系进行了检验。根据M(1)~M(4)的回归结果可以发现,成长型民营能源企业数字化转型的回归系数均显著为正,说明数字化转型对成长型民营能源企业绩效有显著促进作用;成熟型民营能源企业数字化转型对ROA的影响没有通过显著性检验,但是对ROE的影响显著为正。相比之下,数字化转型对成长型民营能源企业绩效的显著性和回归系数要高于成熟型民营能源企业绩效。造成这一现象的原因可能是,成长型民营能源企业在面临复杂激烈的市场竞争时,对通过创新技术提升经营绩效有较强的内在需求。虽然处于成长阶段的能源企业经济条件较差,但在数字技术项目上往往会投入足够资源来保证市场份额和实现跨越式发展。成熟型民营能源企业本身具有满足数字化转型所需的创新技术条件,在融资渠道、盈利方式、技术研发等方面也有明显的优势,可以不断将数字化转型融入组织结构和生产管理中,从而充分发挥数字化转型的效用。但是,成熟型企业的发展和决策导向不再以数字化转型为导向,推进数字化转型的内在动力远不如成长型企业,从而无法满足能源企业绩效增长的需求。

## (四) 企业类型异质性检验

在表13的研究中,则针对了企业类型差异进行了检验。在传统能源企业组别中[M(1)~M(2)],数字

表11 规模异质性检验

| 变量          | M(1)             | M(2)             | M(3)             | M(4)             |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | ROA              | ROE              | ROA              | ROE              |
| 划分依据        | 小型企业             |                  | 大型企业             |                  |
| <i>DT</i>   | 0.0008<br>(0.52) | 0.0018<br>(0.49) | 0.0015<br>(0.97) | 0.0030<br>(0.68) |
| <i>CVs</i>  | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              |
| <i>Year</i> | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              |
| <i>Ind</i>  | Yes              | Yes              | Yes              | Yes              |
| <i>N</i>    | 3216             | 3216             | 2314             | 2314             |
| adj. $R^2$  | 0.2729           | 0.2117           | 0.2318           | 0.1800           |

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；括号中为*t*统计量。

表12 生命周期异质性检验

| 变量          | M(1)                | M(2)                | M(3)             | M(4)               |
|-------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|
|             | ROA                 | ROE                 | ROA              | ROE                |
| 划分依据        | 成长型企业               |                     | 成熟型企业            |                    |
| <i>DT</i>   | 0.0036***<br>(0.52) | 0.0084***<br>(0.49) | 0.0027<br>(1.64) | 0.0073**<br>(1.96) |
| <i>CVs</i>  | Yes                 | Yes                 | Yes              | Yes                |
| <i>Year</i> | Yes                 | Yes                 | Yes              | Yes                |
| <i>Ind</i>  | Yes                 | Yes                 | Yes              | Yes                |
| <i>N</i>    | 2588                | 2588                | 2942             | 2942               |
| adj. $R^2$  | 0.3136              | 0.2396              | 0.1937           | 0.1367             |

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；括号中为*t*统计量。

化转型的回归系数均为正值,其中对民营传统能源企业总资产收益率的影响通过显著性检验,但是对净资产收益率的影响未能通过检验,这表明数字化转型能够显著促进民营传统能源企业总资产收益率的提升。而在新能源企业组别中,数字化转型的回归系数均为正值且显著,说明数字化转型能够显著提升民营新能源企业绩效。还可以发现,数字化转型对民营新能源企业的促进作用明显高于民营传统能源企业。与民营传统能源企业相比,民营新能源企业面临的市场竞争压力更大,为了保证市场份额,这类新能源企业开展创新转型活动的主观意愿更强,且享有国家政策支持,进而不断加快数字化转型落地,以实现较高的企业绩效。而民营传统能源企业往往较少关注前沿数字技术,且缺乏推动数字化转型的主观意愿,难以充分发挥数字化转型的绩效提升作用。

表 13 企业类型异质性检验

| 变量                  | M(1)              | M(2)             | M(3)              | M(4)              |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                     | ROA               | ROE              | ROA               | ROE               |
| 划分依据                | 传统能源企业            |                  | 新能源企业             |                   |
| DT                  | 0.0050*<br>(1.75) | 0.0094<br>(1.20) | 0.0020*<br>(1.77) | 0.0049*<br>(1.79) |
| CVs                 | Yes               | Yes              | Yes               | Yes               |
| Year                | Yes               | Yes              | Yes               | Yes               |
| Ind                 | Yes               | Yes              | Yes               | Yes               |
| N                   | 780               | 780              | 4750              | 4750              |
| adj. R <sup>2</sup> | 0.3074            | 0.2113           | 0.2410            | 0.1824            |

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著;括号中为t统计量。

七、研究结论与政策启示

新型的“实体企业+数字化”模式会对民营能源企业未来的发展态势产生重大影响,并成为中国可持续战略的新动力。在数字经济时代,民营能源行业的首要任务是缩小巨大的数字鸿沟,加快实现数字化转型。本文就数字化转型对民营能源企业绩效的影响展开研究,借助中国沪深A股上市企业面板数据,利用大数据识别技术来刻画企业数字化转型程度,实证检验数字化转型对民营能源企业绩效的影响,并在分析机制路径的基础上识别其中存在的非对称效应,主要得出以下研究结论:

第一,民营能源企业的数字化转型是提升绩效的有力驱动,该核心结论在经过删除特殊样本、延长观测窗口、替换核心变量、缩尾处理以及内生性检验后依然成立。第二,从渠道机制路径来看,民营能源企业数字化转型能够赋能自身的创新发展、提高自身的运营能力,这些都有助于企业绩效的增长。第三,数字化转型对民营能源企业绩效的影响在不同地理区位和企业特征差异下有着显著的非对称效果,其中,数字化转型对东部企业、大型企业、成长型企业以及新能源企业的业绩驱动效果最为明显。

有如下政策启示:第一,充分发挥政府在民营能源企业数字化转型中的引导作用。数字化转型是一个漫长而富有挑战性的过程。尽管数字化转型能够帮助企业提升绩效,多数企业在开始实施时仍然面临各种障碍。而政府在促进民营能源企业数字化转型方面扮演着重要的角色,尤其是政府补贴和政策援助能够为民营能源企业数字化转型营造良好的政策环境。但是,这些帮助对民营能源企业的作用十分有限,可能会导致长期的市场扭曲。为此,关键的一步是建立一个高效的、以市场为导向的投融资体系,拓宽融资渠道,减少资金约束,从而加快民营能源企业的可持续发展。同时,政府应支持民营能源企业搭建数字化平台,促进业务数字化、业务整合与融合以及商业模式创新,进而降低实施数字化转型战略的成本,缩短学习曲线。此外,民营能源企业要充分把握数字化转型的发展机遇,利用好国家各项支持性政策,继续推动数字技术与企业技术和组织层面的深度融合,以有效发挥数字化转型对企业绩效的促进效应。第二,畅通民营能源企业数字化转型的传导机制。技术创新和运营能力在数字化转型影响民营能源企业绩效中发挥着关键作用。一方面,应立足“干中学”方式来引导民营能源企业技术创新与数字化转型需求相互适配,在融合创新过程中最大程度降低企业风险,并建立健全专利知识产权保护体系,引导企业以科技成果转化方式,推动数字化转型切实提升企业绩效。另一方面,进一步推动数字技术应用与民营能源企业经营管理相融合。加强数字化硬件设施的配备,完善数字化转型的技术和管理基础,推动数字技术与企业在产品、工艺、组织结构和流程管理等方面的深度融合,以加快促进企业运营能力和绩效的提升。此外,民营能源企业要完善信息披露机制,构建跨界共享的数字交流生态圈,以降低企业内外的信息不对称程度。第三,民营能源企业数字化转型的政策制定和实施应注重差异化。当地政府的产业政策应根据民营能源企业的地理位置、规模、生命周期、企业类型以及对各种政策的敏感性进行相应调整。例如,政策的财政支持要向中西部地区企业和传



统能源企业倾斜,以实现民营能源企业的健康均衡发展;金融机构应利用数字技术,准确评估不同类型民营能源企业的经营和财务状况,提供多样化的金融服务,增强资源的合理配置,进一步提高中西部地区企业、小规模企业、成熟型企业 and 传统能源企业数字化转型的活力。

同时也存在一些局限性:首先,限于数据的可得性,研究样本只包括中国A股上市民营能源企业,并未考虑国内未上市民营能源企业以及未在A股上市的民营能源企业。下一步研究应考虑纳入更多的民营能源企业来验证上述研究结论。其次,采用理论假设与实证检验相结合的策略来探讨数字化转型对民营能源企业绩效的影响机制,以及技术创新和运营能力在该机制中的中介效应。未来的研究可以尝试构建一个理论模型,来准确解释数字化转型与民营能源企业绩效之间的关系。最后,由于数字化转型定义的模糊性,本文选择的变量可能无法精准衡量企业数字化转型的实际程度。如果能够对数字化转型的程度或者数字化转型的某一特定维度进行量化,将有助于开展企业数字化转型的实证研究。因此,后续研究中应建立一个科学合理的企业数字化转型评价指标。

### 参考文献

- [1] ADNER R, PURANAM P, ZHU F. What Is different about digital strategy? From quantitative to qualitative change[J]. *Strategy Science*, 2019, 4: 253-261.
- [2] ZHAI H, YANG M, CHAN K C. Does digital transformation enhance a firm's performance? Evidence from China[J]. *Technology in Society*, 2022, 68: 101841.
- [3] 中国上市公司协会. 中国上市公司数字经济白皮书(2022)[R]. 北京:中国上市公司协会, 2022.
- [4] CONG L W, XIE D, ZHANG L. Knowledge accumulation, privacy, and growth in a data economy[J]. *Management Science*, 2021, 67: 6480-6492.
- [5] 苏屹, 李丹. 能源产业集聚与绿色创新绩效的空间效应研究[J]. *科研管理*, 2022, 43(6): 94-103.
- [6] LIN C, KUNNATHUR A. Strategic orientations, developmental culture, and big data capability[J]. *Journal of Marketing Research*, 2019, 105: 49-60.
- [7] JI Q, ZHANG D. How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China? [J]. *Energy Policy*, 2019, 128: 114-124.
- [8] REN S, HAO Y, XU L, et al. Digitalization and energy: How does internet development affect China's energy consumption? [J]. *Energy Economics*, 2021, 98: 105220.
- [9] 李慧敏, 杨旭, 吴相利, 等. 时空视角下能源密集型产业结构演变的碳排放效应[J]. *环境科学学报*, 2021, 41(5): 2018-2028.
- [10] MUBARAK M F, PETRAITE M. Industry 4.0 technologies, digital trust and technological orientation: What matters in open innovation? [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 161: 120332.
- [11] GUENZI P, HABEL J. Mastering the digital transformation of sales[J]. *California Management Review*, 2020, 62(4): 57-85.
- [12] 余东华, 邱璞. 产业政策偏好、社会责任属性与民营企业绩效[J]. *财经问题研究*, 2017(7): 20-27.
- [13] 刘洋, 董久钰, 魏江. 数字创新管理:理论框架与未来研究[J]. *管理世界*, 2020, 36(7): 198-217.
- [14] 范红忠, 王子悦, 陶爽. 数字化转型与企业创新——基于文本分析方法的经验证据[J]. *技术经济*, 2022, 41(10): 34-44.
- [15] 王才. 数字化转型对企业创新绩效的作用机制研究[J]. *当代经济管理*, 2021, 43(3): 34-42.
- [16] 刘建平, 路红艳. 数字服务贸易与国家创新能力[J]. *技术经济*, 2022, 41(10): 1-11.
- [17] 张吉昌, 龙静. 数字化转型、动态能力与企业创新绩效——来自高新技术上市企业的经验数据[J]. *经济与管理*, 2022, 36(3): 74-83.
- [18] GAGLIO C, KRAEMER-MBULA E, LORENZ E. The effects of digital transformation on innovation and productivity: Firm-level evidence of South African manufacturing micro and small enterprises[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2022, 182: 121785.
- [19] KOHTAMÄKI M, PARIDA V, PATEL P C, et al. The relationship between digitalization and servitization: The role of servitization in capturing the financial potential of digitalization[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 151: 1-9.
- [20] 余菲菲, 曹佳玉, 杜红艳. 数字化悖论:企业数字化对创新绩效的双刃剑效应[J]. *研究与发展管理*, 2022, 34(2): 1-12.
- [21] 张宝建, 李坚强, 裴梦丹, 等. 基于元分析的数字化转型与企业创新关系研究[J]. *研究与发展管理*, 2023, 35(5): 44-58.
- [22] 李琦, 刘力纲, 邵剑兵. 数字化转型、供应链集成与企业绩效——企业家精神的调节效应[J]. *经济管理*, 2021, 43(10): 5-23.
- [23] 霍晓彤, 郑博文, 冯海燕. 数字经济与企业战略变革——基于A股上市公司的经验证据[J]. *技术经济*, 2023, 42(4): 68-81.
- [24] LORENZO A, SIMON R, VITO A, et al. The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance[J]. *Journal of Business Research*, 2021, 123, 44-56.
- [25] LLOPIS-ALBERT C, RUBIO F, VALERO F. Impact of digital transformation on the automotive industry[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 162: 120343.
- [26] NWANKPA J K, DATTA P. Balancing exploration and exploitation of IT resources: The influence of digital business intensity on perceived

- organizational performance[J]. *European Journal of Information Systems*, 2017, 26(5): 469-488.
- [27] BUTTICE V, CAVIGGIOLI F, FRANZONI C, et al. Counterfeiting in digital technologies: An empirical analysis of the economic performance and innovative activities of affected companies[J]. *Research Policy*, 2020, 49(5): 103959.
- [28] 戚聿东, 蔡呈伟. 数字化对制造业企业绩效的多重影响及其机理研究[J]. *学习与探索*, 2020(7): 108-119.
- [29] 易露霞, 吴非, 常曦. 企业数字化转型进程与主业绩效——来自中国上市企业年报文本识别的经验证据[J]. *现代财经*, 2021, 41(10): 24-38.
- [30] MERGEL I, EDELMANN N, HAUG N. Defining digital transformation: Results from expert interviews[J]. *Government Information Quarterly*, 2019, 36(4): 101385.
- [31] FITZGERALD M, KRUSCHWITZ N, BONNET D, et al. Embracing digital technology: A new strategic imperative[J]. *Mit Sloan Management Review*, 2014, 55(2): 1-12.
- [32] 肖旭, 戚聿东. 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J]. *改革*, 2019(8): 61-70.
- [33] 陈冬梅, 王俐珍, 陈安霓. 数字化与战略管理理论——回顾、挑战与展望[J]. *管理世界*, 2020, 37(5): 220-236, 20.
- [34] 杨伟, 吉梨霞, 周青. 企业数字化转型对创新生态系统的影响: 基于市场规模动态的多 Agent 模型[J]. *中国管理科学*, 2022, 30(6): 223-232.
- [35] 郭丰, 杨上广, 金环. 数字经济对企业全要素生产率的影响及其作用机制[J]. *现代财经*, 2022, 42(9): 20-36.
- [36] HAKALA H. Strategic orientations in management literature: Three approaches to understanding the interaction between market, technology, entrepreneurial and learning orientations[J]. *International Journal of Management Reviews*, 2010, 13: 199-217.
- [37] LIU Y, WU A, SONG D. Exploring the impact of cross-side network interaction on digital platforms on internationalization of manufacturing firms [J]. *Journal of International Management*, 2022, 28: 100954.
- [38] LYYTINEN K, YOO Y, BOLAND JR R J. Digital product innovation within four classes of innovation networks[J]. *Information Systems Journal*, 2016, 26: 47-75.
- [39] ODE E, AYAVOO R. The mediating role of knowledge application in the relationship between knowledge management practices and firm innovation[J]. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2019, 5: 210-218.
- [40] 李万利, 潘文东, 袁凯彬. 企业数字化转型与中国实体经济发展[J]. *数量经济技术经济研究*, 2022, 39(9): 5-25.
- [41] 罗良忠, 林嘉豪, 谭云清. 数字经济对能源消费的影响研究——基于区域一体化中介效应和遮掩效应的检验[J]. *学习与实践*, 2022(6): 44-53.
- [42] 时大红, 蒋伏心. 我国企业数字化转型如何促进居民消费升级? [J]. *产业经济研究*, 2022(4): 87-100.
- [43] 李海舰, 田跃新, 李文杰. 互联网思维与传统企业再造[J]. *中国工业经济*, 2014(10): 135-146.
- [44] 沈国兵, 袁征宇. 企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J]. *经济研究*, 2020, 55(1): 33-48.
- [45] 聂兴凯, 王稳华, 裴璇. 企业数字化转型会影响会计信息可比性吗? [J]. *会计研究*, 2022(5): 17-39.
- [46] GRENADIER S R, MALENKO A. Real options signaling games with applications to corporate finance[J]. *Review of Financial Studies*, 2011, 24(12): 3993-4036.
- [47] ZHANG D, CAO H, ZOU P. Exuberance in China's renewable energy investment: Rationality, capital structure and implications with firm level evidence[J]. *Energy Policy*, 2016, 95: 468-478.
- [48] SUN C, ZHAN Y, DU G. Can value-added tax incentives of new energy industry increase firm's profitability? Evidence from financial data of China's listed companies[J]. *Energy Economics*, 2020, 86: 104654.
- [49] YU C A, SUKA B, ZL C, et al. Environmental effect, price subsidy and financial performance: Evidence from Chinese new energy enterprises [J]. *Energy Policy*, 2021, 149: 112050.
- [50] 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, 10.
- [51] GAL P, NICOLETTI G, RÜDEN C V, et al. Digitalization and productivity: In search of the holy grail: Firm-level empirical evidence from European countries[J]. *International Productivity Monitor*, 2019, 37: 39-71.
- [52] VERHOE P C, BROEKHUIZEN T, BART Y, et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. *Journal of Business Research*, 2021, 122: 889-901.
- [53] BARON R M, KENNY D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical consideration[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1986, 51(6): 1173-1182.
- [54] 唐松, 伍旭川, 祝佳. 数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. *管理世界*, 2020, 36(5): 52-66, 9.

## How Does Digital Transformation Affect the Performance of Private Energy Enterprises? Evidence from the Text Recognition of the Annual Reports of Listed Companies in China

Ren Yangjun<sup>1</sup>, Tian Ze<sup>1</sup>, Liu Chao<sup>2, 3</sup>, Ren Fangrong<sup>4</sup>, Guan Xinge<sup>1</sup>

(1. Business School, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. School of Public Management, Hohai University, Nanjing 210098, China; 3. Jiangsu Yangtze River Protection and High Quality Development Research Base, Nanjing 210000, China; 4. Business School, Nanjing University, Nanjing 210008, China)

**Abstract:** Digital transformation has given enterprises new development momentum, which further affects the business performance of private energy enterprises and the achievement of their green and low-carbon transformation goals. Based on the data of Shanghai and Shenzhen A-share listed private energy enterprises from 2012 to 2021, the keywords of “digital transformation” was collected in the annual reports of enterprises with the help of crawler technology, innovatively portraying the degree of digital transformation of private energy enterprises and empirically examining the impact of digital transformation on the performance of private energy enterprises. The results indicate that digital transformation significantly improves the performance of private energy firms, and this finding remains valid after a series of robustness checks. In terms of channel paths, digital transformation can drive technological innovation and improve operational capabilities, all of which contribute to the performance growth of private energy firms. For different firms, the driving effect of digital transformation on the performance of private energy firms has strong asymmetric characteristics. Specifically, the enhancement effect is more significant for eastern firms, large firms, growing firms, and new energy firms. For the central and western firms and small firms, the performance driving effect of digital transformation is the least significant.

**Keywords:** digital transformation; private energy enterprises' performance; text recognition; technology innovation; operational capability