

企业数字化转型与能源消费

——基于沪深A股制造业上市公司的经验证据

王冰瑞

浙江理工大学经济管理学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2024年9月17日; 录用日期: 2024年10月9日; 发布日期: 2024年11月26日

摘要

在当代科技进步的浪潮中, 数字技术作为核心驱动力, 正深刻重塑着各行业的生态格局。在积极响应“双碳”目标的背景下, 数字技术为企业的绿色转型与可持续发展提供了强有力的支撑, 显著促进了“双碳”目标的有效实现与深化。在当今全球气候变化问题日益严峻的背景下, 能源消费碳足迹作为衡量人类活动对全球碳循环影响的重要指标, 受到了广泛关注。伴随着工业化进程的加速及城市化水平的不断提升, 能源消耗导致的二氧化碳排放量持续增加, 对气候变化产生了显著影响。面对碳足迹持续上升的挑战, 分析能源消费碳足迹的影响因素、如何有效地降低能源消耗显得尤为重要。本文采用IPCC方法, 计算得到中国A股制造业上市公司2009年至2022年的能源消费碳足迹, 并识别其关键影响因素, 结果表明人口规模、富裕程度和技术水平均能增加制造业上市公司的能源消费碳足迹。

关键词

数字化转型, 能源消费, 碳足迹

Corporate Digital Transformation and Energy Consumption

—Empirical Evidence Based on A-Share Manufacturing Listed Companies in Shanghai and Shenzhen Stock Exchanges

Bingrui Wang

School of Economics and Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou Zhejiang

Received: Sep. 17th, 2024; accepted: Oct. 9th, 2024; published: Nov. 26th, 2024

Abstract

Amidst the ongoing surge in scientific and technological advancements, digital technology stands as

文章引用: 王冰瑞. 企业数字化转型与能源消费[J]. 电子商务评论, 2024, 13(4): 4834-4842.

DOI: 10.12677/ec.2024.1341711

a pivotal force, radically altering the dynamics across diverse industry sectors. Aligning with the objectives of achieving “dual carbon” targets, such technology has bolstered enterprises’ efforts toward green transformation and sustainable growth, markedly advancing the fulfillment and consolidation of these environmental goals. Amidst growing concerns over global climate change, the carbon footprint associated with energy consumption has emerged as a critical metric for assessing human-induced effects on the Earth’s carbon cycle, garnering extensive interest. As industrialization and urbanization advance, the escalation in CO₂ emissions from energy use is profoundly influencing climate patterns. Confronted with the escalating carbon footprint, scrutinizing the determinants of energy-related carbon emissions and strategies for energy conservation is of paramount importance. Utilizing the IPCC methodology, this study calculates the carbon footprint of energy consumption for Chinese A-share listed manufacturers spanning the years 2009 to 2022 and discerns the primary factors influencing it. Findings indicate that factors such as population scale, economic prosperity, and technological advancement contribute to the increase in the carbon footprint of energy consumption among these manufacturing firms.

Keywords

Digital Transformation, Energy Consumption, Carbon Footprint

Copyright © 2024 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

随着现代科技水平不断突破,经济进入高速发展时期。与此同时,蓬勃发展阶段导致的不良后果随之攀升。人类对地球既有资源的消耗一直居高不下,这给地球生态环境带来了巨大压力。从 20 世纪 80 年代开始,随着 CH₄ 和 CO₂ 等温室气体的排放量大幅提升,温室气体减排已经成为全球不同行业领域的专家热议的话题。在许多学者看来,全球暖化的关键在于温室效应的加剧,致使温室效应继续恶化的关键推动因子是人类活动,由 IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) 的报告和《Living Planet Report》的科研成果可知,人类活动对全球气温高升起码有 95% 的贡献率,而化石能源的燃烧作为主要的人类活动,在产生的碳足迹中占很大比例[1]。中国经济发展进入新常态,发展质量有所提高,能源消耗的增长速度有所放缓,能源供需关系有所缓和。但是,中国的工业发展仍存在一系列问题,如高耗能、粗放式的经济增长、对重工业的依赖和低能效。在中国经济快速增长的带动下,保护环境的观念却没有向国民经济发展靠拢。所以,国家经济繁荣付出了沉重的代价。

党的二十大报告提出了加速数字经济的发展,着重强调数字经济与实体经济融合的关键性。在“十四五”规划中,进一步明确了数字化转型对于改变生产、生活和治理方式的重要性。2021 年发布的《“十四五”数字经济发展规划》中,也强调了推动企业加快数字化转型和重点产业数字化升级的必要性。可以看出,企业的数字化转型是实现数字经济快速发展的关键。当前,中国企业的数字化转型已成为国家数字经济战略实施的关键动力。尽管众多企业已经启动了数字化转型的进程,但整体而言,这一转型仍处于早期阶段。不同行业在数字化成熟度上呈现出明显差异,其中技术密集型产业较为先进,而传统行业则处于刚起步阶段。制造业正在通过引入云计算、大数据、人工智能等尖端数字技术,致力于生产流程的自动化与智能化,以此提升生产效率。

根据《中国能源大数据报告(2024)》所提供的数据,2023 年中国能源消费总量为 57.2 亿吨标准煤。

其中,制造业作为能源密集型部门,在总体能源消费结构中具有重要地位。在制造业的细分领域中,例如钢铁、化工和建材等高能耗行业,能源消耗强度尤为突出。这些行业在能源消耗和碳排放方面具有显著差异,并且常常成为节能减排措施的重点关注对象。在中国,上市公司由于其较大的经济规模,其在能源消耗和减排措施方面的行为不仅对自身运营具有重要影响,而且对整个行业乃至市场都具有示范效应和引领作用。因此,深入研究数字化转型对制造业上市公司能源消费碳足迹的影响,不仅具有理论上的探讨价值,同时也在实践层面上也具有重要的指导意义。

2. 文献综述

在应对全球气候变化这一全球性议题,以及推动绿色可持续发展的背景下,习近平主席于2020年在联合国第七十五届大会上正式宣示了中国的“碳达峰与碳中和”(简称“双碳”)战略目标。该战略设定了两个关键的时间节点与具体目标:其一,承诺在2030年前实现碳达峰,即CO₂排放量在达到峰值后,步入平稳下降或零增长阶段;其二,力争在2060年前达成碳中和目标,通过实施一系列减排策略和碳汇活动,实现国家层面的净CO₂排放为零。这一“双碳”目标的提出,预示着中国在能源消费结构、产业布局、技术革新、资本投资以及国际协作等多个维度将经历深刻的转型,其影响将涉及全球气候治理、经济发展模式以及环境政策制定等多个领域。因此,关于碳足迹的研究更加受到重视。

2.1. 数字化转型的相关研究

数字经济的兴起,已经在全球范围内引起了生产力格局的重大转变,并成为推动生产方式和生活方式转变的关键动力。企业作为市场活动的主体,数字化转型利用大数据、人工智能、云计算等新一代信息技术,成为提升运营效能、降低运营成本、优化资源配置、增强创新能力、增强市场竞争力的重要战略选择[2]。相比于传统经济模式,数字化转型正成为推动企业甚至整个行业高质量发展的关键动力[3]。

学术界对数字化转型的概念尚未达成统一共识,刘淑春等(2021)将数字化转型视为企业从传统工业化生产向数字化生产的升级[4]。吴江等(2021)认为,该过程涉及信息、计算、通信和互联网技术的整合,目的是深度重塑产品与服务、业务流程、组织结构和商业模式,以提升运营效率和价值创造[5]。孙忠娟等(2023)则将数字化转型定义为应用数字技术和数据分析,使企业多重属性发生重大转变,以更高效方式实现组织目标的过程[6]。

现有研究表明,企业通过数字化转型能够减轻融资约束[7]、提高工资率[8]、提升创新水平[9]、优化生产要素配置效率[10],并推动企业实现高质量发展[11]。也有少数文献从微观企业层面进行研究,刘慧和白聪(2022)指出数字经济能够促进企业节能减排[12];马智胜等(2023)认为数字化转型所带来的数字技术和自身的持续改进属性,有效推动了企业生产技术和能源管理技术的发展,从而改善企业的能源效率[13]。任阳军等(2024)认为数字化转型有助于提升民营能源企业绩效[14]。

2.2. 碳足迹的相关研究

“足迹”把人类的生存活动与土地资源结合起来,由加拿大生态学教授威廉·里斯首次提出,然后由他的学生完善并定义了生态足迹。并且从生态足迹的角度出发,又提出了碳足迹的相关概念。碳足迹是对干扰所造成的二氧化碳排放量的一种测量。此外,它能够反映特定人口维持其生存和经济发展所需的,或能容纳人类产生的废弃物的、具有生物生产力的土地面积。Wiedmann (2008)在研究中提出了碳足迹的科学界定,将其定义为一个产品在其完整生命周期中直接或间接导致的CO₂排放总量的度量[15]。

“碳足迹”这个概念为测度人类活动中的碳排提供了新方案,这对量化不同人类活动的碳排放具有重要意义。如今,二氧化碳的过量排放对社会生态系统产生巨大的负面影响,碳足迹作为量化评估温室气体

排放量的基准,已被国内外的专家学者广泛接受,并用于应对气候变化和评估碳排放强度。

在学术领域,碳足迹的衡量方法受到了广泛关注,其中生命周期评价法、投入产出法以及 IPCC 算法是三种主要的评估手段。根据国际标准化组织的界定,生命周期评价法被定义为“对产品系统在全生命周期中的输入、输出以及潜在环境影响的编译和评价”。当可以明确区分研究样本的系统边界,并且基础数据易于获取,同时在分析过程中允许存在一定的误差范围时,生命周期评价法被认为是较为合适的选择。因为该方法能够全面考虑产品的各个阶段,为碳足迹的详细计算和分析提供了有力支持,因而广泛应用于微观层面的研究。投入产出法是由瓦西里·列昂惕夫提出的,该方法通过构建投入产出表和相应的数学平衡方程,揭示了经济系统中各部门之间的投入产出关系及其相互依赖性。IPCC 算法是国际上公认的碳排放评估方法之一,由联合国气候变化框架公约下的政府间气候变化专门委员会制定的国家温室气体清单指南,该指南全面地构建了一套用于识别温室气体排放源的框架,并详细列出了相关的计算公式及排放系数。

杨名扬(2020)等对宁夏能源消费碳足迹的相关问题进行研究,研究结果显示天然气消费的碳足迹最多,其次为煤炭消费[16]。谭蓉娟和单一丹(2024)指出广东省城镇居民的直接碳足迹主要来源于汽油和液化石油气[17]。从时空分布来看,潘竟虎和张永年(2021)胡梦姗等(2022)均指出北方的碳足迹大于南方[18][19]。郑德凤(2020)等采用三维生态足迹方法,观察到东北、西北和西南的碳足迹广度与东部沿海和中部相比比较高,自然资本流量前者未完全占用,而后者无法补偿碳排放[20]。刘帅康(2020)通过研究贵阳市碳足迹与碳承载力发现,贵阳市碳足迹的变化趋势大致经历了三个阶段:初始阶段,经济增长缓慢,基础设施建设尚未全面展开,碳足迹增长平缓;第二阶段,随着经济的快速增长,能源消耗量显著增加,碳足迹快速上升;第三阶段,经济增长放缓,工业增加值增速减缓,能源消耗量有所下降,碳足迹增长趋势减缓[21]。根据影响因素分析,胡梦姗等(2022)在其研究中发现,人口密度和工业总产值等因素均正向作用于碳足迹的深度[19];袁亮等(2024)指出能源强度、产业结构和城镇化率是影响碳足迹的关键驱动因素[22]。孙丽文等(2019)在分析中国工业能源碳足迹生态压力的驱动因素时,认为经济发展是推动碳足迹生态压力上升的主要驱动力[23]。

随着社会的发展,人们越来越重视低碳环保,因此控制作为碳排放主要来源之一的化石燃料燃烧就显得尤为迫切。通过文献的回顾,国内对碳足迹的研究起步较晚,主要侧重于分析和研究不同产业和地区的能源消费碳足迹状况,梳理土地规划与能源消费碳足迹的联系。鲜有探讨微观企业层面能源消费碳足迹的相关文献。所以,精准分解影响中国制造业上市公司能源消费碳足迹的驱动因子,对企业节能减排总体目标的实现起着重要的作用,在促进能源转型和升级方面也具有现实意义。

3. 理论机制

20 世纪下半叶,Ehrlich 构建了一个综合性的理论模型,用以评估影响环境变化的多元因素。该模型的方程式为: $I = PAT$,将环境影响或压力(I)表达为人口规模(P)、富裕程度(A)以及技术水平(T)的函数。本研究借鉴环境经济学的理论基础和既有的学术文献,选取了营业收入、就业人数和研发投入作为关键变量,并对这些变量进行了对数转换,以期更准确地捕捉它们与数字化转型、能源消费碳足迹之间的关系。

数字化转型为企业研发活动注入了新的活力,显著提升了研发效率与创新能力,在促进企业生产力提升的同时,也推动了企业的收入增长与规模扩张,进而对劳动就业市场需求构成了正向刺激效应。而就业人数、营业收入和研发投入与企业能源消费碳足迹之间也存在密切的联系。首先,碳足迹的人口消费特征非常明显,可以表示能源消耗规模并确定能源需求量。经济发展水平在调节人口规模与碳足迹之间的关系方面发挥着关键作用,在经济发展初期,碳足迹的增加主要来源于人口数量的增加;随着经济的不断发展,碳足迹的显著增加则更多地与经济活动的强度和模式相关,而非单纯由人口增长所驱动。

因此，本文选择就业人数来研究人口因素对能源消费碳足迹的影响。其次，中国工业的发展时间较短，较多的依赖外来投资带动经济发展。外来投资进一步推动了重工业的持续发展，从而扩大了能源的总体需求，进而直接带动了能源消费碳足迹的增长。在经济增长和消费的过程中，需要消耗大量能源资源，并因此影响碳足迹的变化。最后，科技进步在能源使用效率和碳排放量方面发挥着至关重要的作用。科技进步带来了新的生产技术和工艺，使得节能高效的产品随之诞生，生产环节中能源消费量相对减少，碳足迹也相应地有所减少；科技的快速迭代还能提高能源使用效率，进一步减少了碳排放。同时，技术进步也促进了产业结构升级，促使经济增长方式从粗放型向集约型转变，这也有助于降低碳排放。

4. 能源消费碳足迹的测算

本研究涵盖了包括原煤、汽油、柴油和天然气在内的四种能源消费数据，测算公式如下所示：

碳排放量 = 能源消费量*排放因子 (1)

由于地区分布、生产工艺和技术水平的不同，各国的排放因子也不尽相同，表 1 详细展示了具体数值。

Table 1. Energy carbon emission factor
表 1. 能源碳排放因子

能源类型	标准煤折算系数	碳排放因子(t 碳/t 标煤)
原煤	0.7143	0.7560
汽油	1.4714	0.5538
柴油	1.4571	0.5921
天然气	1.3300	0.4483

除特别说明外，本文后续部分所提及的碳足迹指能源消费碳足迹。能源消费碳足迹的计算公式如下所示：

$C_f = \sum_{i=1}^4 C_{fi} = \sum_{i=1}^4 \frac{C_i}{F_{CL}}$ (2)

其中， C_f 表示四种能源消费引起的总碳足迹； C_i 表示第 i 种能源消费产生的碳排放量； F_{CL} 反映林地对二氧化碳的吸收能力，通过碳排放量和林地面积的转换系数之比来评估。本文采用世界自然基金会(WWF)提供的换算系数，具体数值为 6.49 t/hm²。

5. 实证研究

5.1. 理论模型构建

本文构建以下面板模型，检验数字化转型对能源消费碳足迹的影响。

$CFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it}$ (3)

其中，下标 i 和 t 分别代表企业和年份；被解释变量 CFP_{it} 表示制造业上市公司的能源消费碳足迹；解释变量 $Digital_{it}$ 代表企业数字化转型程度，通过计算上市公司年报中与数字化转型相关词汇出现频次的总和的对数来衡量，该指标考虑了公司在数字化转型方面的多个方面，包括人工智能、区块链、云计算、大数据技术以及数字技术应用等细分指标； μ_i 和 ν_t 为企业固定效应与年份固定效应； ε_{it} 为随机扰动项； X_{it} 是其他影响制造业劳动就业的控制变量。本文所使用的相关数据来源于国泰安数据库(CSMAR)、微观能

源消耗数据库和上市公司社会责任报告。

具体变量说明如表 2 所示：

Table 2. Specific variables and explanations

表 2. 具体变量及说明

变量类型	变量符号	变量名称
因变量	<i>CFP</i>	能源消费碳足迹
解释变量	<i>Digital</i>	企业数字化转型程度
机制变量	<i>Labor</i>	就业人数
	<i>Profit</i>	企业收入
	<i>Rds</i>	研发投入
控制变量	<i>Roa</i>	总资产净利润率
	<i>Cash</i>	现金资产比率
	<i>Lev</i>	资产负债率
	<i>Top</i>	第一大股东持股比例
	<i>TobinQ</i>	托宾 Q 值
	<i>Lnholder</i>	董事人数

5.2. 基准回归

为了探究数字化转型对制造业上市公司能源消费碳足迹的影响效应，本文运用双向固定效应模型展开实证分析，结果见表 3。在控制了一系列可能影响制造业企业能源消费碳足迹的其他因素，以及企业固定效应和年份固定效应后，发现数字化转型显著增了加制造业上市公司的能源消费碳足迹。随着云计算、大数据、人工智前沿信息技术的广泛应用，高性能的数据中心和网络基础设施的能源需求增加这些技术平台的运作，尤其是数据中心，对电力资源的需求极大，且往往要求 24 小时不间断的电力供应及严格的温控环境以保障其稳定运行。这种高能耗的运行模式，直接导致了制造业企业在数字化转型过程中能源消耗量显著上升，从而造成能源消费碳足迹的增加。

Table 3. Benchmark regression analysis

表 3. 基准回归分析

VARIABLES	(1) <i>CFP</i>	(2) <i>CFP</i>	(3) <i>CFP</i>
<i>Digital</i>	0.105*** (0.00322)	0.000888* (0.000546)	0.00108** (0.000547)
<i>Roa</i>			-0.000758 (0.00611)
<i>Cash</i>			0.00642 (0.00557)
<i>Lev</i>			0.00248 (0.00434)

续表

<i>Top</i>			2.57e-05 (7.13e-05)
<i>TobinQ</i>			-7.16e-05 (0.000346)
<i>Lnholder</i>			-0.00500 (0.00483)
<i>Constant</i>	4.598*** (0.00524)	4.768*** (0.000889)	4.778*** (0.0112)
企业固定效应	YES	YES	YES
年份固定效应	NO	YES	YES
Observations	10,423	10,423	10,242
R-squared	0.445	0.975	0.975

注：① 括号中的数据代表基于企业层面的聚类稳健标准误；② ***、**、*分别表示在 1%、5%、10%水平下显著。下同。

5.3. 稳健性检验

为了确保研究结果的稳健性并排除潜在的干扰因素，本研究还采取了多项稳健性检验措施。(1) 缩短样本研究周期，考虑到 2020 年全球公共卫生事件可能对企业产生影响，本文将样本研究周期限定在 2009 年至 2019 年，以避免公共卫生事件带来的异常波动对研究结果的干扰；(2) 更换被解释变量，采用将各种能源消耗转换为标准煤单位后加总的对数作为新的被解释变量；(3) 鉴于被解释变量可能存在的非线性特征，本文对被解释变量进行了反双曲正弦变换；(4) 对相关变量实施 1%和 99%分位数的缩尾处理。结果见表 4，通过上述稳健性检验，本研究的估计结果均显示出良好的稳健性，从而增强了研究结论的可信度。

Table 4. Robust test

表 4. 稳健性检验

VARIABLES	(1) 缩短样本周期	(2) 更换被解释变量	(3) 反双曲正弦变换	(4) 缩尾处理
<i>Digital</i>	0.0863*** (0.00378)	0.0909*** (0.00364)	0.0922*** (0.00361)	0.0907*** (0.00357)
控制变量	YES	YES	YES	YES
企业固定效应	YES	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES	YES
Observations	6185	10,242	10,242	10,242
R-squared	0.539	0.517	0.524	0.527

5.4. 机制分析

最后，本文基于制造业上市公司数据，进一步分析数字化转型对能源消费碳足迹的影响路径，结果如表 5 所示。首先，随着企业数字化转型的推进，其对高技能劳动力的需求显著增加，尤其是与数字技

术相关的岗位，如数据分析师、云计算工程师、人工智能专家等。这些高技能人才通常依赖于先进的技术设备以执行其专业任务。而先进技术设备往往需要较大的能源投入以维持其运行，进而可能导致企业整体能源消耗的增加，从而增加企业的能源消费碳足迹。其次，数字化转型通过提高生产效率、优化生产流程和降低成本，能够显著增加企业的营业收入。企业营业收入的增长会促使企业为满足市场需求而扩大生产规模，这通常涉及到对新设备的投资、新工厂的建设或生产线的增加。这些扩张活动，不可避免地带来了能源消耗的增长。最后，数字化转型是企业技术创新的体现，要求企业不断引入新技术、新工具和新方法。随着数字化转型的深入，企业为了维持其市场中的技术领先地位和满足市场需求，往往会增加对研发的投入。而研发投入对企业能源消费碳足迹的影响是多维度的。在技术发展的早期阶段，新技术的研发、测试及生产可能需要额外的能源投入，从而在短期内增加能源消耗碳足迹。同时，尽管绿色技术创新可能提高能源使用效率，降低单位产出的能源需求，但能源成本的下降可能导致能源使用量的增加，导致能源消费并未如预期那样减少；此外，企业在绿色创新过程中可能进行产业结构调整，涉及新生产线的建设或旧设备的技术改造，这些过程可能暂时性地增加能源消耗。

Table 5. Mechanism verification
表 5. 机制检验

VARIABLES	(1) <i>Labor</i>	(2) <i>Profit</i>	(3) <i>Rds</i>
<i>Digital</i>	0.0405*** (0.00918)	0.0444*** (0.00881)	0.0551*** (0.0128)
控制变量	YES	YES	YES
企业固定效应	YES	YES	YES
年份固定效应	YES	YES	YES
Observations	10,802	10,804	10,295
R-squared	0.924	0.940	0.897

6. 结论与建议

近年来，数字化发展进程不断推进，经济规模快速膨胀，购买力水准显著提升，能源供应和需求之间的矛盾冲突愈加尖锐，大量一次能源的消耗向发展绿色经济施加越来越大的压力。同时，大量能源燃料的燃烧造成严重的温室效应，煤炭、石油等燃料中所含的“碳”消耗的越多，二氧化碳的排放量也越多，碳足迹也就越大。本文探讨了中国沪深 A 股制造业上市公司数字化转型同能源消费碳足迹之间的变化规律。本文的研究结果主要有：数字化转型显著提高了能源消费碳足迹，这一结论在进行一系列稳健性检验之后依然成立。数字化转型主要是通过扩大就业规模、增加营业收入、提高研发投入来增加企业的能源消费碳足迹。

在推进实施数字化战略、构建数字化生态体系的进程中，本研究对此提出以下策略建议：(1) 企业应深刻把握数字时代特征与新质生产力的发展趋势，明确认识到数字化转型是一个多维、持续且长期的过程，规划好数字化背景下的新发展模式与推进策略，促进数字化技术与生产、经营和管理活动的深度融合；(2) 企业应重视数字化领域专业人才的培养和引进，建立一支既具备扎实技术基础又富有创新精神的数字化人才队伍；(3) 企业应加速能源结构的转型，积极推动清洁能源(如风能、太阳能等可再生能源)的广泛应用，减少对化石燃料的依赖；(4) 企业应致力于产业结构的优化与升级，通过政策引导与市场机制双重作用，限制高能耗和高排放项目的无序扩张；(5) 企业应充分利用现代化信息技术和运营管理手段，

对既有传统设备进行数字化改造,例如改进生产工艺、使用效率更高的设备等措施;(6) 企业应搭建集成化的能源管控平台,运用自动化、信息化及智能化技术,实现能源数据的全面采集、实时监控、精准分析及高效管理。

参考文献

- [1] IPCC (2008) Summary for Policymakers of Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- [2] 胡艳, 董浩翔, 唐睿. 数字化转型、资源配置效率与企业内共同富裕[J]. 重庆理工大学学报, 2024, 38(18): 77-93.
- [3] Zhai, H., Yang, M. and Chan, K.C. (2022) Does Digital Transformation Enhance a Firm's Performance? Evidence from China. *Technology in Society*, 68, Article ID: 101841. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101841>
- [4] 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, 13.
- [5] 吴江, 陈婷, 龚艺巍, 等. 企业数字化转型理论框架和研究展望[J]. 管理学报, 2021, 18(12): 1871-1880.
- [6] 孙忠娟, 卢燃. 企业数字化转型的研究述评与展望[J]. 首都经济贸易大学学报, 2023, 25(6): 93-108.
- [7] 黄逵友, 李增福, 等. 企业数字化转型与劳动收入份额[J]. 经济评论, 2023, 240(2): 15-30.
- [8] 廖红伟, 王馨悦. 企业数字化转型对劳动收入份额的影响[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2024(1): 136-149.
- [9] 任阳军, 田泽, 刘超, 等. 数字化转型与能源企业绿色创新——生产过程与商业模式的异质性研究[J]. 企业经济, 2023, 42(12): 96-106.
- [10] 丁志帆. 数字经济驱动经济高质量发展的机制研究: 一个理论分析框架[J]. 现代经济探讨, 2020(1): 85-92.
- [11] 刘艳霞. 数字经济赋能企业高质量发展——基于企业全要素生产率的经验证据[J]. 改革, 2022(9): 35-53.
- [12] 刘慧, 白聪. 数字化转型促进中国企业节能减排了吗? [J]. 上海财经大学学报, 2022, 24(5): 19-32.
- [13] 马智胜, 刘鹏, 才凌惠. 数字化转型提升了绿色全要素能源效率吗?——来自中国A股工业上市企业的经验证据[J]. 企业经济, 2023, 42(9): 113-126.
- [14] 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.
- [15] Wiedmann, T. and Minx, J. (2008) A Definition of "Carbon Footprint". In: Pertsova, C.C., Ed., *Ecological Economics Research Trends*, Nova Science Publishers, 1-11.
- [16] 杨名扬, 冯骁, 徐浩. 宁夏能源消费的碳足迹研究[J]. 宁夏大学学报(自然科学版), 2020, 41(3): 291-294, 302.
- [17] 谭蓉娟, 单一丹. 基于复杂网络分析的广东省城镇居民碳足迹研究[J]. 生态经济, 2024, 40(7): 33-43.
- [18] 潘竞虎, 张永年. 中国能源碳足迹时空格局演化及脱钩效应[J]. 地理学报, 2021, 76(1): 206-222.
- [19] 胡梦姗, 叶长盛, 董倩, 等. 长江中游省会城市碳足迹深度时空演变及其影响因素[J]. 环境科学研究, 2022, 35(10): 2282-2292.
- [20] 郑德凤, 刘晓星, 王燕燕, 等. 中国省际碳足迹广度、深度评价及时空格局[J]. 生态学报, 2020, 40(2): 447-458.
- [21] 刘帅康. 贵阳市碳足迹与碳承载力分析研究[J]. 市场研究, 2020(2): 20-21.
- [22] 袁亮, 柴林, 何伟军, 等. 时空异质性视角下华北地区碳足迹评估及驱动因子分析[J/OL]. 生态经济: 1-24. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1193.F.20240222.1744.004.html>, 2024-11-21.
- [23] 孙丽文, 王丹滢, 杜娟, 等. 基于 LMDI 的中国工业能源碳足迹生态压力因素分解研究[J]. 生态经济, 2019, 35(1): 13-18.