

“数智降碳”：数字金融对碳强度的影响效应与作用机制研究

李 勇

徐州工程学院金融学院，江苏 徐州

收稿日期：2024年8月4日；录用日期：2024年8月21日；发布日期：2024年11月5日

摘 要

降低碳排放强度是实现“双碳”目标的关键环节。本文选取2011~2021年中国30省份的数据，以双向固定效应模型为基准模型，引入技术创新和城市化水平为中介变量，实证检验了数字金融对碳强度的影响效应与作用机制。研究发现：数字金融总体上能够显著降低碳强度；数字金融的覆盖广度、使用深度和数字化程度对碳强度均有显著的抑制作用；数字金融能够通过提升技术创新和推动城市化进程的双重路径实现“数智”降碳。本文结论为利用数字技术与金融手段赋能可持续发展提供了重要启示。

关键词

数字金融，碳强度，技术创新，城市化水平

“Digital Intelligence to Reduce Carbon”: A Study on the Effect and Mechanism of Digital Finance on Carbon Intensity

Yong Li

School of Finance, Xuzhou University of Technology, Xuzhou Jiangsu

Received: Aug. 4th, 2024; accepted: Aug. 21st, 2024; published: Nov. 5th, 2024

Abstract

Reducing carbon intensity is a key link to achieving the goal of “double carbon”. This paper selects the data of 30 provinces in China from 2011 to 2021, takes the bi-directional fixed effect model as the benchmark model, and introduces technological innovation and urbanization level as the intermediary variables to empirically test the effect and mechanism of digital finance on carbon intensity.

文章引用：李勇. “数智降碳”：数字金融对碳强度的影响效应与作用机制研究[J]. 电子商务评论, 2024, 13(4): 1372-1381. DOI: 10.12677/ec.2024.1341282

The study found that digital finance can significantly reduce carbon intensity in general; the coverage breadth, use depth and digitization degree of digital finance have significant inhibition effect on carbon intensity. Digital finance can achieve “digital intelligence” carbon reduction through the dual path of enhancing technological innovation and promoting urbanization. The conclusions of this paper provide important implications for the use of digital technology and financial means to enable sustainable development.

Keywords

Digital Finance, Carbon Intensity, Technological Innovation, Urbanization Level

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

在全球应对气候变化和推动可持续发展的背景下，碳排放治理已成为各国普遍关注的核心议题[1]。中国作为全球最大的碳排放国，面临着在经济增长与环境保护之间寻求平衡的挑战。为此，2020年，我国正式提出“双碳”目标，明确实现“双碳”目标是贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求。党的二十大报告也指出，未来要推动绿色发展，推进美丽中国建设，积极稳妥推进“碳达峰、碳中和”的实现[2]。

碳排放强度指单位GDP产生的碳排放量，是实现低碳经济可持续发展的重要评价指标[3]。实现“碳达峰”“碳中和”是一场广泛而深刻的经济社会系统变革，需要在生产、生活做出全面而深刻的改变，提升创新水平、提高生产效率，进而降低碳强度[4]。

近年来，随着数字技术的发展，数字金融作为一种新兴的金融形式，逐渐在经济社会中展现出重要的作用[5]。数字金融不仅能够提高金融资源的配置效率，促进普惠金融发展，还具备通过多种路径影响低碳经济运行和可持续发展的潜力[6][7]。尤其是在碳减排领域，数字金融正被视为推动低碳转型的重要工具[8]。尽管已有研究探讨了数字金融对低碳经济发展的促进作用，但关于其对碳强度的影响与机制却仍需深入挖掘。

本文参考北京大学数字普惠金融指数，引入数字金融综合指数，同时将数字金融细分为覆盖广度、使用深度和数字化程度三个方面，分别研究其对碳强度的影响。同时引入技术创新和城市化水平作为中介变量，寻找数字金融“数智降碳”的机制路径与有效方法。本研究为数实融合推动高质量发展、智慧金融助力绿色转型做出了新的贡献。

2. 理论分析与研究假设

2.1. 数字金融与碳强度

数字金融是指利用大数据、云计算、人工智能等新一代数字化技术，提供金融服务的一种新型金融模式[9]。依托于先进的信息技术与计算机平台，数字金融不仅能显著提高金融资源的配置效率，还能够加速资金流动，为企业融资提供便利，合理优化资源配置，促进技术升级、创新发展与智慧城市建设[10][11]，从而可能影响碳排放强度。

北京大学数字普惠金融指数将数字金融分为覆盖广度、使用深度和数字化程度三大方面[12]。从覆盖广度的视角来看，数字金融可以优化企业、个人对金融资源和金融服务的可得性，从而为可持续项目的

投资提供更多的资金支持,减少企业在绿色技术创新上的融资障碍[13];从使用深度的视角来看,数字金融在金融服务端的广泛使用有利于通过信息化平台提供多样化的金融产品,提高供应端的资金供给效率和需求端的融资效率,加速资本流动,从而优化资源的合理配置,提升企业生产效率[14];从数字化程度来看,数字技术的深度加持有利于提高企业在资金配置中的数据分析与智能优化能力,减少资源浪费,提高能源使用效率[15]。上述分析都表明,数字金融很有可能起到生产端提质增效、治理端节能减排的效用,因此提出假设:

H1: 数字金融能够降低碳强度。

2.2. 技术创新与城市化水平的中介作用

技术创新是推动经济增长和环境保护的重要驱动力[16]。数字金融可以通过提高资本的获取能力和资源配置效率,促进企业加大对新技术的研发投入,并加速科技成果的产业化应用,从而推动绿色技术的发展和应用[17]。通过技术创新,一方面能够提高能源使用效率,减少生产过程中直接产生的碳排放[18];另一方面还可以依托清洁技术助力清洁可再生能源的使用与推广,从而降低整体碳强度[19]。

城市化进程是经济可持续发展的重要引擎,同时也是影响碳排放的关键因素[20]。在数字金融的支持下,借助数字化平台能够充分发挥金融资本的集聚效应,推动城市化进程的高效推进[21]。同时,数字金融通过促进城市基础设施投资和智慧城市建设,能够推动绿色建筑、节能交通等低碳技术的应用,提高城市运行中的碳生产效率[22]。

综上所述提出假设:

H2: 技术创新在数字金融降低碳强度的过程中发挥中介效应,数字金融可以通过推动技术创新来降低碳强度。

H3: 城市化水平在数字金融降低碳强度的过程中发挥中介效应,数字金融可以通过助力城市化进程来降低碳强度。

3. 研究设计

3.1. 数据来源与样本选择

本文选取 2011~2021 年中国 30 省份的省级数据来研究数字金融对碳强度的影响效应与作用机制,相关数据均来自于北京大学数字普惠金融指数和各类《中国统计年鉴》。

3.1.1. 被解释变量

本文的被解释变量为碳强度。碳排放强度能够有效度量数字金融的碳减排效果。本文参考郭冰等人的研究[23],根据各省份同年二氧化碳排放量与 GDP 的比值来度量碳排放强度。

3.1.2. 核心解释变量

本文的核心解释变量为数字金融。参考郭峰等人的研究[24],选取北京大学数字金融研究中心编制的数字普惠金融综合指数、数字普惠金融覆盖广度、数字普惠金融使用深度以及普惠金融数字化程度,将上述四个变量依次纳入基准回归模型,依次检验数字金融及其各个方面对区域碳强度的影响效应。同时,为使回归系数更易对比,本文对数字普惠金融指数的原始数据除以 100 后纳入模型进行实证检验。

3.1.3. 中介变量

本文选择技术创新水平和城市化水平作为中介变量。其中,结合倪一宁和孟宁[25]的做法,本文将区域发明专利的申请受理数量取对数,以此衡量某一区域的技术创新水平;同时以地区城市人口/地区总人口来衡量城市化水平。

3.1.4. 控制变量

本文所选用的控制变量包括产业结构、对外开放水平、人口密度、劳动力水平和研发强度。所有变量的表示符号与测度方法具体如表 1 所示。

Table 1. Variable definition and description
表 1. 变量定义与说明

变量类型	变量名称	变量符号	测度方法
被解释变量	碳强度	CE	地区二氧化碳排放量/地区GDP
核心解释变量	数字金融总指数	Dif	北大数字普惠金融指数/100
	覆盖广度	Coverage	北大数字普惠金融指数/100
	使用深度	Usage	北大数字普惠金融指数/100
	数字化程度	DIG	北大数字普惠金融指数/100
中介变量	技术创新	TI	地区发明专利申请受理数量
	城市化水平	UL	地区城市人口/地区总人口
控制变量	产业结构	IS	地区第三产业产值/地区第二产业产值
	对外开放水平	Open	地区进出口金额/地区GDP
	人口密度	PD	地区年末常住人口/地区总人口
	劳动力水平	Labor	地区就业人员数量取对数
	研发强度	RD	地区研发投入支出/地区财政总支出

3.2. 变量定义与描述性统计

描述性统计结果详见表 2。根据表 2 可知，被解释变量碳强度的最大值为 5.762，最小值为 0.534，呈现两极分化，这说明我国的碳强度极端值之间差距较大。此外，核心解释变量数字金融综合指数的均值为 2.305，最大值和最小值分别为 0.386 和 3.807，存在最小值与均值差距过大的问题，可能表明区域间的数字金融水平存在较大的发展差异。

Table 2. Descriptive statistics of variables
表 2. 变量描述性统计

变量符号	N	mean	sd	min	max
CE	330	1.981	1.443	0.534	5.762
Dif	330	2.305	0.998	0.386	3.807
Coverage	330	2.124	1.002	0.310	3.644
Usage	330	2.258	1.007	0.484	4.004
DIG	330	3.008	1.152	0.435	4.236
TI	330	9.628	1.320	7.153	11.87
UL	330	0.597	0.116	0.429	0.868
IS	330	1.196	0.504	0.640	2.695
Open	330	0.253	0.248	0.042	0.938
PD	330	388.9	357.9	14.63	1,333
Labor	330	7.604	0.751	5.841	8.653
RD	330	0.016	0.009	0.005	0.037

3.3. 模型设计

3.3.1. 基准回归模型设计

本文首先采用控制时间和地区的双向固定效应模型来探究数字金融对碳强度的影响。具体的模型构建如下：

$$CE_{i,t} = a_0 + a_1 Dif_{i,t} + a_2 Control_{i,t} + r_t + u_i + e_{i,t} \tag{1}$$

其中，下标 i 表示样本数据中的 30 个省份， t 表示 2011 至 2021 年的具体年份。 $CE_{i,t}$ 表示碳强度， $Dif_{i,t}$ 表示数字金融， $Control_{i,t}$ 表示控制变量集合， r_t 为时间固定效应， u_i 为地区固定效应， $e_{i,t}$ 表示随机扰动项。

3.3.2. 中介效应模型设计

本文选择技术创新水平和城市化水平作为中介变量，根据江艇[26]的研究，采取两步法的中介效应模型探讨数字金融对碳强度影响的作用机制。具体的模型构建如下：

$$CE_{i,t} = b_0 + b_1 Dif_{i,t} + b_2 Control_{i,t} + r_t + u_i + \varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

$$Z_{i,t} = c_0 + c_1 Dif_{i,t} + c_2 Control_{i,t} + r_t + u_i + \varepsilon_{i,t} \tag{3}$$

公式(2)与公式(3)构成中介效应模型。其中， $Z_{i,t}$ 表示中介变量，其余符号意义与公式(1)相同。

4. 实证结果分析

4.1. 基准回归分析

如表 3 所示，列(1)到列(4)分别报告了以数字普惠金融综合指数、覆盖广度、使用深度以及数字化程度为核心解释变量的回归结果。可知，无论用综合指数还是用不同方面的数字金融进行回归，核心解释变量的系数始终显著为负。这说明数字金融对碳强度具有显著的抑制作用，能够降低单位 GDP 所产生的碳排放量，进而促进低碳经济发展。假设 H1 得到证实。具体而言，以列(1)为例，数字金融每提升 1%，碳强度将下降 0.389%。

Table 3. Baseline regression result
表 3. 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
变量名称	CE	CE	CE	CE
Dif	-0.389*** (-8.841)			
Coverage		-0.418*** (-9.600)		
Usage			-0.330*** (-7.430)	
Dig				-0.147*** (-5.014)
IS	0.427*** (3.305)	0.506*** (3.934)	0.237* (1.882)	-0.074 (-0.636)
Open	-1.012** (-2.016)	-0.893* (-1.813)	-1.017* (-1.962)	-1.042* (-1.918)

续表

PD	0.002 (1.054)	0.003 (1.198)	0.001 (0.446)	-0.001 (-0.354)
Labor	-0.989** (-2.418)	-1.084*** (-2.697)	-1.037** (-2.453)	-0.780* (-1.765)
RD	-3.993 (-0.308)	-0.825 (-0.065)	-8.879 (-0.658)	-37.652*** (-2.896)
Constant	9.324*** (3.098)	9.760*** (3.308)	10.344*** (3.337)	9.629*** (2.953)
样本量	330	330	330	330
R方	0.427	0.448	0.389	0.332
地区	YES	YES	YES	YES
时间	YES	YES	YES	YES

注：括号中为 t 值，***，**，*分别表示在 10%、5%、1%水平显著。下同。

4.2. 模型稳健性与内生性检验

4.2.1. 稳健性检验

本文采用替换解释变量和缩尾的方式进行模型的稳健性检验，如表 4 所示。

Table 4. Regression results of robustness test
表 4. 稳健性检验回归结果

变量名称	(1) CE	(1) CE	(1) L.CE
Dif		-0.358*** (-6.572)	
L. Dif	-0.389*** (-8.841)		-0.364*** (-7.459)
IS	0.427*** (3.305)	0.253* (1.747)	0.467*** (3.210)
Open	-1.012** (-2.016)	-0.261 (-0.462)	-0.677 (-1.240)
PD	0.002 (1.054)	0.004 (1.334)	0.005* (1.741)
Labor	-0.989** (-2.418)	-1.270*** (-2.752)	-1.197*** (-2.689)
RD	-3.993 (-0.308)	-23.628 (-1.627)	-16.136 (-1.158)
Constant	9.324*** (3.098)	11.322*** (3.356)	9.923*** (3.041)
样本量	330	300	300
R方	0.427	0.395	0.377
地区	YES	YES	YES
时间	YES	YES	YES

首先，在表 4 列(1)和列(2)中，本文采用将核心解释变量替换为数字金融的一阶滞后项、将被解释变量替换为碳强度的一阶滞后项的方法，分别对模型进行稳健性检验。无论运用何种方法，核心解释变量的回归系数均显著为负，表明模型是稳健的。随后，本文还采取将样本数据进行 5%~95%的缩尾的方法进行稳健性检验，核心解释变量的回归系数依旧显著为负。

上述结论能够有效说明模型稳健性检验基本通过。

4.2.2. 内生性检验

为排除遗漏变量、双向因果等原因导致的内生性问题，证明数字金融对碳强度的抑制作用并非伪因果关系，本文选用数字金融的一阶滞后项作为工具变量，采取两步回归的工具变量法进行内生性检验，具体如表 5 所示。

Table 5. The regression results of endogeneity test
表 5. 内生性检验回归结果

	(1)	(2)
变量名称	Dif	CE
L.Dif	0.874*** (45.80)	
Dif		-0.416*** (-6.74)
TI	-0.021 (-0.39)	0.458*** (3.47)
UL	0.300 (1.26)	-0.552 (-1.54)
IS	-0.001 (-0.76)	0.004** (2.42)
Open	-0.129 (-0.86)	-1.250*** (-3.91)
PD	10.084** (1.97)	-11.942 (-0.78)
Constant	1.800 (1.45)	10.465*** (4.29)
Kleibergen-Paap rk LM		65.286***
Kleibergen-Paap r Wald F		2097.3
样本量	300	300
R方	0.979	0.951
地区	YES	YES
时间	YES	YES

观察可知，内生性检验的第二阶段回归结果表明，核心解释变量的系数依然显著为负。同时 Kleibergen-Paap rk LM 统计量为 65.286，在 1%的水平显著，拒绝工具变量识别不足的原假设，Kleibergen-

Paap rk Wald F 统计量大于 Stock-Yogo 在 10%水平上的临界值 16.38，通过弱工具变量检验。
上述结论表明模型的内生性检验也基本通过。

4.3. 机制检验

本文根据两步法中介效应模型，对数字金融抑制碳强度的作用机制进行了实证分析，具体结果如表 6 所示。

Table 6. The regression results of mechanism checks
表 6. 机制检验回归结果

	(1)	(3)
变量名称	TI	UL
Dif	0.451*** (12.477)	0.036*** (16.967)
IS	-0.383*** (-3.614)	0.002 (0.321)
Open	-0.190 (-0.462)	0.057** (2.357)
PD	-0.000 (-0.234)	-0.000 (-1.594)
Labor	0.256 (0.763)	-0.021 (-1.059)
RD	13.800 (1.297)	2.416*** (3.901)
Constant	7.084*** (2.868)	0.680*** (4.727)
样本量	330	330
R方	0.693	0.868
地区	YES	YES
时间	YES	YES

4.3.1. 技术创新的中介效应分析

表 6 列(1)报告了技术创新作为中介效应的回归结果。观察可知，列(1)中数字金融的回归系数显著为正。这说明数字金融能够通过推动技术创新水平的提升来降低碳强度。假设 H2 得到证实。这可能是由于通过数字化的金融服务，能够为创新型企业提供融资便利，进而提高创新水平，发展先进生产力，实现经济增长与降低碳排放的双赢目标。

4.3.2. 城市化水平的中介效应分析

表 6 的列(2)报告了城市化水平作为中介效应的回归结果。观察可知，列(2)中数字金融的回归系数显著为正。这说明数字金融能够通过推动城市化进程来降低碳强度。假设 H3 得到证实。这可能是由于数字技术能够加强地区城市的资本集聚，进而吸引大量高质量人才向城市流入，提高城市化水平，通过人

才集聚和资本集聚的效应提高生产效率，在追求高产值的同时降低了碳排放。

5. 结论与政策启示

5.1. 研究结论

在理论分析的基础上，本文选用 2011~2021 年中国 30 省份的相关数据，将双向固定效应模型作为基准模型，并引入技术创新和城市化水平作为中介变量，探究了数字金融对碳强度的影响效应与作用机制。结果表明：从总体上看，数字金融能够降低碳强度，且经过一系列的稳健性和内生性检验后依然成立；数字金融的不同方面(覆盖广度、使用深度和数字化程度)对碳强度均具有显著的抑制作用；数字金融能够通过提高地区的技术创新水平和城市化水平的路径来降低碳强度。

5.2. 政策启示

上述研究结论对利用金融手段助力低碳经济发展具有重要的启示意义。具体如下。

第一，应进一步推动数字金融的发展，以数字金融助推低碳减排。政府和相关监管机构应积极鼓励数字金融技术的创新和普及，通过提供政策支持、优化监管环境，降低中小企业和个人获取数字金融服务的门槛。同时，金融机构应加大对绿色项目的资金支持力度，如通过数字金融平台，提高绿色金融产品的可获得性，从而促进可持续发展与低碳转型。

第二，注重发挥数字金融在提升技术创新水平方面的作用。政策制定者应加大对科技研发的资金投入，特别是在数字金融和低碳技术结合领域的创新。通过建立创新型企业的支持机制，引导更多资金流向环保技术开发和清洁能源产业。同时，鼓励跨地区的科技合作和交流，充分利用数字金融平台，实现资源共享和技术的快速传播，进一步推动低碳技术的创新和应用。

第三，合理引导城市化进程，充分发挥数字金融在推动城市化进程中的积极作用。通过金融的集聚作用吸引高质量的人才、企业、资本流向城市，通过城市的完善的平台最大限度发挥所有生产要素的积极效用，提升生产效率，实现产业转型升级，在谋求产值增加的同时实现降碳减排。

参考文献

- [1] 常雅丽, 张嘉琦, 周红兰. 数字金融对碳排放强度的影响——来自中国城市的经验证据[J]. 区域金融研究, 2024(3): 10-21.
- [2] 刘国平. 城市化发展能够降低福利碳强度吗?——G20 国家的经验证据及对中国的启示[J]. 生态经济, 2024, 40(7): 90-99.
- [3] 程叶青, 王哲野, 张守志, 等. 中国能源消费碳排放强度及其影响因素的空间计量[J]. 地理学报, 2013, 68(10): 1418-1431.
- [4] 吕桁宇, 马春爱, 汤桐, 等. 财税激励政策、绿色技术创新与工业企业碳强度[J]. 统计与信息论坛, 2024, 39(5): 59-72.
- [5] 谢绚丽, 沈艳, 张皓星, 等. 数字金融能促进创业吗?——来自中国的证据[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(4): 1557-1580.
- [6] 戴钰, 邓楠. 数字金融如何赋能文化企业全要素生产率?——来自中国文化上市企业的证据[J]. 财经理论与实践, 2024, 45(4): 10-16.
- [7] 王文静, 齐硕朋. 数字金融对制造业企业绿色技术创新的影响研究——基于企业金融化的调节效应[J]. 科技创业月刊, 2024, 37(6): 126-132.
- [8] 姬新龙, 王琴. 数字金融与黄河流域经济高质量发展——基于碳减排视角的观察[J]. 东方论坛-青岛大学学报(社会科学版), 2024(4): 57-72.
- [9] 赵家琪, 江弘毅, 胡诗云, 等. 数字普惠金融下的小微信贷与风险——基于银行数字化转型的视角[J]. 经济学(季刊), 2023, 23(5): 1686-1703.
- [10] 金朝辉, 朱孟楠. 数字经济对经济韧性的影响与机制分析——基于地级市城市的实证研究[J]. 经济问题探索,

- 2024(7): 154-171.
- [11] 林木西, 肖宇博. 数字金融对就业水平的影响——兼论碳排放水平的调节作用[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2024(4): 118-128.
- [12] 郭晖, 张圆圆, 胡伟帮. 数字普惠金融赋能乡村振兴的效率及影响因素——基于 30 个省(市、自治区)的面板数据[J]. 湖北农业科学, 2024, 63(7): 250-256.
- [13] 温漫鸿, 彭念姣. 数字金融对企业绿色创新与高质量发展的影响研究[J]. 中国商论, 2024, 33(14): 35-38.
- [14] 郑燕巧, 吕阳. 数字金融促进产业结构升级的效果和机制研究——基于 295 个地级市面板数据的分析[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2024, 38(7): 103-118.
- [15] 何培培. 新时期数字普惠金融助力乡村振兴发展[J]. 中国市场, 2024(21): 183-186.
- [16] 杨娜. 外商直接投资对流通业低碳发展的影响——绿色技术创新的中介效应和环境规制的调节效应[J]. 商业经济研究, 2024(14): 34-37.
- [17] 万科, 曹鹏翥, 陈丽, 等. 数字普惠金融、要素投入与农业技术创新[J]. 金融理论与实践, 2024(5): 46-57.
- [18] 陆杉, 李雯. 技术创新对能源利用效率影响的空间效应与机制——基于中国 278 个地级以上城市的面板数据[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2024, 30(2): 101-113.
- [19] 周彩云, 刘丁荣. 数字经济、绿色技术创新与能源效率提升——基于城市面板数据的实证分析[J]. 工业技术经济, 2024, 43(1): 41-52.
- [20] 姚彤, 叶露放, 朱超群, 等. 基于中介效应视角下城镇化对农业碳排放的影响[J]. 西南林业大学学报(社会科学), 2024, 8(3): 64-70.
- [21] 曾冰, 徐颖颖. 数字普惠金融是否推动了城镇化进程?——基于 281 个城市面板数据的实证分析[J]. 济宁学院学报, 2024, 45(3): 48-56.
- [22] 徐琳娜. 数字金融对碳生产率的影响机制分析[J]. 产业创新研究, 2024(1): 119-121.
- [23] 白冰, 张英, 刘建和. 旅游助力双碳目标: 旅游对碳排放强度的影响[J]. 社会科学家, 2024(2): 60-68.
- [24] 郭峰, 王靖一, 王芳, 等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊), 2020, 19(4): 1401-1418.
- [25] 倪一宁, 孟宁. 国内贸易壁垒、企业供应链与企业创新[J]. 世界经济研究, 2024(6): 60-74, 136.
- [26] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.