

李佳^{1,2} 刘航船^{2,3} 史晨辰⁴ 刘跃⁴ 邓祥征^{5,6} 王姣娥^{5,6} 陈明星^{5,6}

金融科技水平影响企业非 CO₂ 温室气体排放的实证研究

摘要

针对企业非 CO₂ 温室气体排放,以 2011—2019 年中国内地 203 个地级市面板数据为样本,构建面板门限回归模型,分析企业金融科技发展水平与非 CO₂ 温室气体之间的关系。本文验证了金融科技水平影响企业非 CO₂ 温室气体排放的结构特征及区域异质性影响。本研究的主要发现包括三个方面:1) 金融科技的发展呈现出显著的污染减排效果,能够抑制非 CO₂ 温室气体排放。企业的金融科技较低时,其工业二氧化硫减排作用较强,但更一般的情况是,在企业的金融科技水平较高时企业的工业氮氧化物减排效果大多呈现好转的态势。2) 企业金融科技发展水平对企业污染减排的作用存在结构效应。金融科技覆盖广度对企业非 CO₂ 温室气体的减排强度显著强于金融科技使用深度和金融数字化程度。3) 金融科技对非 CO₂ 温室气体减排作用存在区域差异,整体来看,中部地区显著高于东西部地区。研究结果对于各地实行差异化金融科技发展策略,推动社会经济发展全面绿色转型,实现“双碳”目标具有一定的指导价值。

关键词

金融科技水平;非 CO₂ 温室气体;工业二氧化硫;工业氮氧化物;门限效应

中图分类号 F832.1;X511

文献标志码 A

收稿日期 2022-02-06

资助项目 国家自然科学基金(72104149);首都经济贸易大学特大城市经济社会发展研究院资助项目(ZSXM2021003);首都经济贸易大学北京市属高校基本科研业务费专项资金(XRZ2021048, QNTD202009)

作者简介

李佳,女,博士生,主要从事绿色金融研究。lijia01@cueb.edu.cn

史晨辰(通信作者),女,博士,讲师,主要从事城市经济管理研究。cshi@cueb.edu.cn

0 引言

近年来,金融科技在全球范围内兴起,也同样引起了我国市场与政府的关注。“金融科技”指利用技术提供金融解决方案^[1],该概念最早可以追溯到 20 世纪 90 年代初。进入 21 世纪后,随着计算机等科学技术的迅猛发展,金融与科技的结合成为金融行业发展的主要形式。网上银行、手机支付、互联网贷款、数字货币等产品和服务陆续推出,使得金融服务可以不受时间、地域限制为个人和企业进行服务。2019 年我国金融科技行业市场规模已经突破了 3 700 亿元。2022 年,中国人民银行再次发布《金融科技发展规划》,着力打造金融科技高质量新局面。

随着科技赋能金融行业发展的深入,金融科技的发展对于推动经济高质量增长意义愈发重大。金融科技的应用是对金融交易方式和行业效率的深刻变革,对整个社会发展产生了带动作用,并积极引导其他产业发展效率和质量的提升^[2]。中国目前正面临产业转型和经济高质量发展新挑战,金融科技将成为推动产业链深度融合、经济高质量发展的重要动力。在产业转型升级过程中,金融服务实体的功能有了更广泛的范围,金融科技大有可为。King 等^[3]首先提出关于金融科技融合能够推动经济增长的结论。目前学者已经形成共识:金融科技发展有助于驱动经济增长、提高投资效率^[4-5],无论是在国家层面^[6]、地方层面^[7]还是产业层面^[8]。但在该问题的研究上,缺少微观视角,将金融科技与企业污染减排进行直接联系的研究较少。因此本文将从节能减排角度出发,关注金融科技赋能经济高质量发展。

1 理论分析与假设

1.1 理论分析

金融科技发展的减排作用具体体现在直接影响和间接影响两个

1 首都经济贸易大学 金融学院,北京,100070

2 唐山师范学院 经济管理学系,唐山,063000

3 北京交通大学 经济管理学院,北京,100044

4 首都经济贸易大学 城市经济与公共管理学院,北京,100070

5 中国科学院地理科学与资源研究所,北京,100101

6 中国科学院大学,北京,100049

方面^[9].直接影响方面,科技和数据应用减少了金融业务过程中客户往返金融机构的路程和时间,通过普及应用移动支付交易、电子化金融业务流程等,降低了交易中纸币和纸质资料的使用.间接方面,金融科技的发展能够融合金融资金的供求市场,缓解企业,尤其是中小型和科技型企业的融资约束,促进企业的科技创新活动.

企业在生产经营过程中往往面临一定融资约束.企业与金融机构之间的信息不对称,通常导致企业生产经营资金紧张,金融资源配置低效等行为.尤其对科技企业和中小企业来说,日常经营中的风险因素较多,容易陷入融资困境.而金融科技的发展,可以将区块链、大数据、云计算等技术应用到信息挖掘、资金使用监控和风险管理等各个领域,在金融服务过程中,将传统的人力搜寻信息、项目管理等转为数据驱动的业务运营和管理.金融科技类放款机构能够利用技术优势为信誉良好的借款人提供服务,灵活设置利率,并且在再融资市场上也更加活跃^[10].通过缓解融资约束,金融科技的发展可以激发企业的科技行为,创造更多科技成果^[11-12].尤其在碳减排领域,金融数字化的发展,能快速识别高研发行业和真正具有市场潜力的企业并对其进行资金支持,激励企业通过技术创新降低碳排放强度,提升碳排放效率^[13].不仅在工业领域,数字金融的发展也能为农业发展提供资金,产生明显的生态环境和温室气体减排效应^[14].

一旦企业获得更充裕的资金支持,就可以在技术创新、环保设施等方面进行更多投入.从宏观层面来看,金融科技的发展会提高金融服务实体经济创新发展的能力,促进本地区的绿色技术进步^[15].因为金融科技发展到一定阶段,公共科技金融资源和市场科技金融资源将被拓宽,为城市创新和发展绽放新的活力^[16].从微观层面来看,金融科技创新会通过促进企业技术创新特别是绿色技术创新进而显著减少二氧化硫和工业废水排放^[17].但金融科技的减排作用需要以要素市场正常运行为前提,通过引领产业升级达到减排的效果^[9].

1.2 理论假设

总的来看,目前关于金融科技对企业减排的文献主要在碳减排领域,对非 CO₂ 温室气体研究较少.在对金融科技与企业污染减排的研究中,金融科技本身的结构影响尚未明确,金融科技与企业污染减排之间是否存在非线性关系,金融科技的哪些维度

在起重要作用等问题并未进行深入的探讨.

目前学界较为一致地认为,金融科技对企业污染减排的正面作用较强.但金融科技的发展是一个周期很长的过程,金融科技和相关服务和推广、创新成果转化、企业环保措施实施等均需要较长时间.结合已有文献,本文认为,金融科技的发展对企业减排具有一定积极作用,但该作用在长期内可能不是简单的线性关系,因此本文提出假设:

H₀:金融科技发展水平对企业污染减排有门限效应作用.

本文以非 CO₂ 温室气体为主要研究对象,以 2011—2019 年中国内地 203 个地级市面板数据为样本,构建面板门限回归模型,分析金融科技与非 CO₂ 温室气体之间的非线性关系.进一步地,对金融科技进行分维度验证,考察金融科技覆盖广度、金融科技使用深度以及金融数字化程度对非 CO₂ 温室气体排放的单独影响.同时,以中国东、中、西部地区的子样本为基础,采用面板门限回归分析,试图检验不同地区金融科技的区域异质性影响,研究结论更有利于政策因地制宜的实施.

2 模型、变量及数据处理

2.1 模型

为了分析金融科技与企业非 CO₂ 温室气体之间的非线性关系,本文首先构建如式(1)所示的门限效应模型.

$$\text{pollution}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{finind}_{it} \times F(\text{finind}_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \text{finind}_{it} \times F(\gamma_1 < \text{finind}_{it} \leq \gamma_2) + \beta_3 \text{finind}_{it} \times F(\text{finind}_{it} > \gamma_2) + \lambda X_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

式(1)中: i 为地级市; t 为年份;pollution为被解释变量,即本文中的非 CO₂ 温室气体,分别用工业二氧化硫(SO₂)排放和工业氮氧化物(NO_x)排放来表示; α 为常数项;finind为核心解释变量,即金融科技水平; $F(\cdot)$ 为示性函数,当括号内表达式为真时取值为1,否则取值为0; X 为影响非 CO₂ 温室气体排放的控制变量; ε 为随机扰动项,服从正态分布; β 是本文重点关注的系数,表示在不同范围内,金融科技对非 CO₂ 温室气体排放的影响; λ 为控制变量对非 CO₂ 温室气体排放的影响系数.

为了考察金融科技影响企业非 CO₂ 温室气体排放的具体结构作用机制,本文进一步构建如式(2)—(4)所示回归模型.其中:covbre为金融科技覆盖广度;usadep为金融科技使用深度;diglev为金融科技

数字化程度;系数 θ, ρ 和 η 分别表示在不同范围内,金融科技覆盖广度、金融科技使用深度及金融科技数字化程度对非 CO₂ 温室气体排放的影响水平.其他变量解释同上.

$$\begin{aligned} \text{pollution}_{it} = & \alpha + \theta_1 \text{covbre}_{it} \times F(\text{covbre}_{it} \leq \gamma_1) + \\ & \theta_2 \text{covbre}_{it} \times F(\gamma_1 < \text{covbre}_{it} \leq \gamma_2) + \\ & \theta_3 \text{covbre}_{it} \times F(\text{covbre}_{it} > \gamma_2) + \lambda X_{it} + \varepsilon_{it}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{pollution}_{it} = & \alpha + \rho_1 \text{usadep}_{it} \times F(\text{usadep}_{it} \leq \gamma_1) + \\ & \rho_2 \text{usadep}_{it} \times F(\gamma_1 < \text{usadep}_{it} \leq \gamma_2) + \\ & \rho_3 \text{usadep}_{it} \times F(\text{usadep}_{it} > \gamma_2) + \lambda X_{it} + \varepsilon_{it}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{pollution}_{it} = & \alpha + \eta_1 \text{diglev}_{it} \times F(\text{diglev}_{it} \leq \gamma_1) + \\ & \eta_2 \text{diglev}_{it} \times F(\gamma_1 < \text{diglev}_{it} \leq \gamma_2) + \\ & \eta_3 \text{diglev}_{it} \times F(\text{diglev}_{it} > \gamma_2) + \lambda X_{it} + \varepsilon_{it}. \end{aligned} \quad (4)$$

2.2 变量选取

1) 被解释变量

本文以企业非 CO₂ 温室气体为主要研究对象,使用工业二氧化硫排放量和工业氮氧化物排放量作为企业非 CO₂ 温室气体排放的指标.

2) 核心解释变量

本文使用“北京大学数字普惠金融指数”作为全社会金融科技发展水平的代理变量^[18].数字普惠金融指数的编制不同于对传统金融发展的衡量,它利用蚂蚁集团关于数字普惠金融的海量数据,充分考虑了电子账户数、第三方支付、数字金融服务便利程度以及实际使用数字金融服务的情况等,能够较好衡量金融科技发展水平.该总指数下有三个维度:数字金融覆盖广度、数字金融使用深度以及普惠金

融数字化程度,分别代表金融科技发展的不同维度,可以进一步考察金融科技的结构影响机制.

3) 控制变量

本文选取地区经济发展水平、货物运输总量、地区人才储备、产业结构、地区绿化率作为控制变量,具体变量含义和计算方法如表 1 所示.

2.3 数据来源及描述性统计

本文以 2011—2019 年中国 203 个地级市的面板数据作为研究样本.企业非 CO₂ 温室气体排放数据及控制变量数据均来自《中国城市统计年鉴》以及各省《统计年鉴》,金融科技全部数据使用北京大学数字普惠金融指数.由于部分城市非 CO₂ 温室气体排放数据缺失,本文剔除变量缺失样本后,最终获得 203 个地级市数据,共有 1 827 个观测值,其中氮氧化物数据在统计年鉴中于 2012 年开始披露,因此氮氧化物的实际样本为 1 480,时间跨度为 2012—2019 年.对所有数据进行对数化处理,统计结果如表 2 所示.

3 实证分析

为了确定门限模型的具体形式,本文对单一门限、双重门限和三重门限模型进行估计,并采用“自抽样法(Bootstrap)”反复抽样 500 次模拟 F 统计量的渐近分布和临界值,最终在结果中保留了显著的门限结果.

3.1 全样本门限模型回归结果

为了验证金融科技发展水平是否促进企业非 CO₂ 温室气体减排,本文使用全国层面面板数据对式(1)所示门限模型进行估计,结果如表 3 和表 4 所示.

表 1 变量定义及说明

Table 1 Definition and description of variables

变量类型	变量含义	变量符号	变量测度方法
被解释变量	非 CO ₂ 温室气体排放	so ₂	工业二氧化硫排放量
		no _x	工业氮氧化物排放量
解释变量	金融科技总指数	finind	北京大学“数字普惠金融指数”
	金融科技覆盖广度	covbre	北京大学“数字金融覆盖广度”
	金融科技使用深度	usadep	北京大学“数字金融使用深度”
	金融科技数字化程度	diglev	北京大学“普惠金融数字化程度”
控制变量	地区经济发展水平	gdp	地区生产总值
	货物运输总量	fre	货运总量值
	地区人才储备	stu	高校在校人数
	产业结构	sedind	第二产业生产总值占地区生产总值的比重
	地区绿化率	green	城市建成区的绿化覆盖面积占建成区的百分比

表2 描述性统计结果

Table 2 Results of descriptive statistics

变量名称	变量符号	样本量	均值	方差	最小值	最大值
工业二氧化硫排放量	lgso ₂	1 827	10.60	1.55	4.32	14.57
工业氮氧化物排放量	lgno _x	1 480	9.99	1.11	5.14	13.14
金融科技总指标	lgfind	1 827	5.00	0.52	2.83	5.77
金融科技覆盖广度	lgcovbre	1 827	4.93	0.58	0.62	5.74
金融科技使用深度	lgusadep	1 827	5.00	0.52	1.46	5.81
金融数字化程度	lgdiglev	1 827	5.16	0.64	1.22	6.37
地区经济发展水平	lggdp	1 827	16.48	0.98	13.88	19.76
货物运输总量	lgfre	1 827	9.63	0.08	9.46	9.71
地区人才储备	lgstu	1 827	11.40	0.20	10.86	11.59
产业结构	lgseind	1 827	0.47	0.04	0.40	0.52
地区绿化率	lggreen	1 827	3.68	0.02	3.66	3.72

表3 金融科技与中国内地企业非 CO₂ 温室气体排放关系的门限效应检验

Table 3 Threshold effect test on the relationship between Fintech and non-CO₂ greenhouse gas emissions for China's mainland enterprises

门限变量	污染物类型	门限类型	门限值	find 值	F 值	P 值	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值
金融科技总指数	工业二氧化硫	单一门限检验	4.655	105.151	99.52***	0.000	63.543	53.833	48.026
		双重门限检验	5.319	204.078	32.67*	0.068	46.237	34.632	30.036
	工业氮氧化物	单一门限检验	4.911	135.802	21.30**	0.032	24.961	19.134	16.325
		双重门限检验	5.224	185.713	22.45***	0.010	21.465	17.598	15.674

注: P 值和临界值均采用“自抽样法(Bootstrap)”反复抽样 500 次得到;***、**和*分别表示 P 值在 1%、5%和 10%水平下显著。

表4 金融科技与中国内地企业非 CO₂ 温室气体排放关系的门限模型参数估计结果

Table 4 Results of threshold model parameter estimation for the relationship between Fintech and non-CO₂ greenhouse gas emissions for China's mainland enterprises

解释变量	被解释变量:SO ₂		被解释变量:NO _x	
	回归系数	t 值	回归系数	t 值
lggdp	0.210***	4.42	0.084*	1.88
lgfre	2.750***	9.64	-4.048***	-8.80
lgstu	-2.078***	-17.26	-0.239**	-2.11
lgseind	-1.800**	-3.06	-3.058***	-4.44
lggreen	-45.044***	-24.91	-15.244***	-9.39
lgfind ≤ γ ₁	-0.413***	-3.85	-0.813***	-5.03
γ ₁ < lgfind ≤ γ ₂	-0.273***	-2.87	-0.872***	-5.62
lgfind > γ ₂	-0.334***	-3.57	-0.923***	-6.06

注:***、**和*分别表示 P 值在 1%、5%和 10%水平下显著。

表3 为门限效应检验结果,可以看出,金融科技总指数与非 CO₂ 温室气体排放之间存在显著的门限效应,且存在双重门限.表4 为全样本面板数据的门限模型参数估计结果,可以看出,金融科技总指数对工业二氧化硫和工业氮氧化物排放均存在负向影

响,且该影响在金融科技不同阶段表现不同.对工业二氧化硫排放来说,在金融科技水平对数为 4.655 和 5.319 时(图 1a),此时实际金融科技水平分别为 105.151 和 204.078,存在显著的门限效应.在金融科技低于 105.151 时,其减排作用较强.而对工业氮氧化物来说,金融科技水平对数为 4.911 和 5.224 时(图 1b),此时实际金融科技水平分别为 135.802 和 185.713,存在显著的门限效应.在金融科技水平高于 185.713 时,工业氮氧化物减排效果更强烈.

3.2 金融科技结构影响的门限模型回归结果

为验证金融科技的结构影响机制,本文分别检验金融科技覆盖广度、金融科技使用深度、金融科技数字化程度对企业非 CO₂ 温室气体排放的影响,使用全国层面面板数据对式(2)——(4)所示门限模型进行估计,结果如表5 所示.从表5 可以看出,金融科技的 3 个维度与非 CO₂ 温室气体排放之间均存在显著的门限效应,且存在不少于一个门限值.

金融科技三维度的门限模型参数估计结果如表 6 所示.总的来看,金融科技覆盖广度对企业非 CO₂ 温室气体的减排强度显著强于金融科技使用深度和

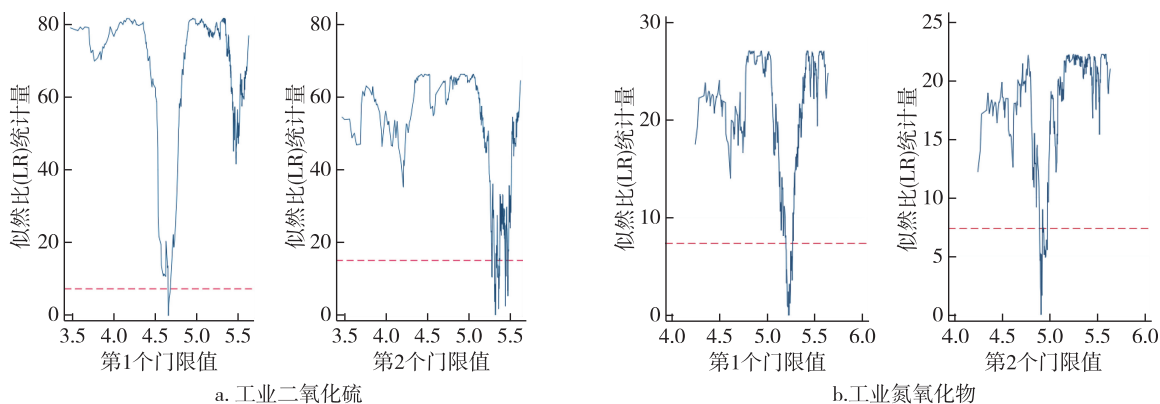


图1 工业二氧化硫(a)与工业氮氧化物(b)的双重门限参数与LR关系

Fig.1 Relationship between dual threshold parameters and LR statistics for industrial sulphur dioxide (a) and industrial nitrogen oxides (b)

表5 金融科技三维度与中国内地企业非 CO₂ 温室气体排放关系的门限效应检验

Table 5 Threshold effect test on the relationship between three dimensions of Fintech and non-CO₂ greenhouse gas emissions for China's mainland enterprises

门限变量	污染物类型	门限类型	门限值	finind 值	F 值	P 值	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值
金融科技覆盖广度	工业二氧化硫	单一门限检验	4.490	89.086	40.23 **	0.056	47.279	41.013	35.401
	工业氮氧化物	单一门限检验	4.116	61.314	27.24 **	0.012	27.472	20.370	16.320
金融科技使用深度	工业二氧化硫	单一门限检验	4.697	109.618	108.28 ***	0.000	64.368	50.168	45.386
		双重门限检验	5.350	210.503	38.07 ***	0.016	38.147	28.008	25.726
	工业氮氧化物	单一门限检验	5.256	191.713	23.59 **	0.024	24.163	19.071	14.717
		双重门限检验	5.583	265.841	15.04 *	0.084	22.771	17.538	14.175
金融科技数字化程度	工业二氧化硫	单一门限检验	4.903	134.653	115.40 ***	0.000	71.805	63.666	58.624
		双重门限检验	5.377	216.286	64.82 ***	0.000	39.181	31.594	27.791
	工业氮氧化物	单一门限检验	5.118	167.034	33.71 **	0.030	38.469	29.871	24.865
		双重门限检验	5.657	286.174	26.68 **	0.092	40.438	30.250	26.143

注: P 值和临界值均采用“自抽样法(Bootstrap)”反复抽样 500 次得到;***、**和*分别表示 P 值在 1%、5%和 10%水平下显著。

金融数字化程度.从 3 个维度分别来看:1)金融科技覆盖广度对工业二氧化硫排放影响不显著,对工业氮氧化物排放具有负向影响,在金融科技低于 61.314 时,其减排作用更强.2)金融科技使用深度对工业二氧化硫和工业氮氧化物排放均存在显著的门限效应,在金融科技高于 210.503 时,其对工业二氧化硫的减排作用更强;当金融科技处于(191.713, 265.841)区间时,对工业氮氧化物的减排作用更强.3)金融数字化程度对工业二氧化硫和工业氮氧化物排放均存显著的门限效应,且均为两个门限.当金融科技高于 216.286 时,对工业二氧化硫减排作用更强,而对工业氮氧化物的减排则是在跨过 167.034 时表现出减弱趋势.

4 区域异质性影响分析

为了分析金融科技与企业非 CO₂ 温室气体排放在不同地区的异质性影响,本文对东部、中部和西部城市分别进行门限效应的检验.

分别使用东部、中部和西部地区面板数据对式(1)所示门限模型进行估计,检验东部、中部和西部地区金融科技总指数与企业非 CO₂ 温室气体排放之间是否存在门限效应,结果如表 7 和 8 所示.表 7 结果表明,在东部、中部、西部地区城市,金融科技与工业二氧化硫和工业氮氧化物排放之间均存在显著的门限效应,中东部地区存在两个门限值,西部地区存在一个门限值.

表 6 金融科技三维度与中国内地企业非 CO₂ 温室气体关系的门限模型估计结果

Table 6 Results of threshold model parameter estimation for the relationship between three dimensions of Fintech and non-CO₂ greenhouse gases for China's mainland enterprises

变量	金融科技覆盖广度		变量	金融科技使用深度		变量	金融数字化程度	
	工业二氧化硫	工业氮氧化物		工业二氧化硫	工业氮氧化物		工业二氧化硫	工业氮氧化物
lggdp	0.278*** (5.88)	0.192** (4.47)	lggdp	0.126** (2.48)	0.004 (0.09)	lggdp	0.144*** (3.04)	0.186*** (4.19)
lgfre	2.182*** (8.36)	-4.513*** (-9.27)	lgfre	2.562*** (8.91)	-2.019*** (-5.24)	lgfre	1.802*** (5.74)	-3.402*** (-7.28)
lgstu	-2.320*** (-19.79)	-0.460*** (-4.13)	lgstu	-2.129*** (-3.15)	-0.074 (-0.65)	lgstu	-2.118*** (-19.25)	-0.385*** (-3.21)
lgsedind	-1.009 (-1.80)	-3.220*** (-4.08)	lgsedind	-1.667*** (-3.15)	-0.419 (-0.83)	lgsedind	-5.510*** (6.85)	1.041* (1.84)
lggreen	-50.466*** (-31.51)	-14.463*** (-9.55)	lggreen	-41.610*** (-22.56)	-7.375*** (-4.86)	lggreen	-60.758*** (-29.45)	-14.516*** (-8.80)
lgcovbre ≤ γ ₁	-0.041 (-0.59)	-1.741*** (-9.52)	lgusadep ≤ γ ₁	-0.1297 (-1.45)	-0.932*** (-8.46)	lgdiglev ≤ γ ₁	-0.108 (-1.60)	-0.953*** (-7.87)
lgcovbre > γ ₂	0.045 (0.73)	-1.573*** (-9.65)	γ ₁ < lgusadep ≤ γ ₂	-0.0540 (-0.66)	-0.9825*** (-9.22)	γ ₁ < lgdiglev ≤ γ ₂	0.0391 (0.67)	-0.8848*** (-7.89)
			γ ₂ < lgusadep ≤ γ ₃	-0.1559* (-1.93)	-0.7948*** (-6.74)	lgdiglev > γ ₂	-0.0908* (-1.7)	-0.8236*** (-7.42)
			lgusadep > γ ₃		-0.9468*** (-8.72)			

注:***、**和*分别表示P值在1%、5%和10%水平下显著。

表 7 中国不同地区金融科技与企业非 CO₂ 温室气体关系的门限效应检验

Table 7 Threshold effect test on the relationship between enterprise's Fintech and non-CO₂ greenhouse gases in different regions of China

地区	污染物类型	门限类型	门限值	finind 值	F 值	P 值	1% 临界值	5% 临界值	10% 临界值
东部地区	工业二氧化硫	单一门限检验	4.743	114.744	66.63***	0.000	48.838	43.033	35.767
		双重门限检验	5.465	236.370	36.26**	0.012	38.252	26.953	22.158
	工业氮氧化物	单一门限检验	4.674	107.115	46.58***	0.006	45.135	36.966	32.756
		双重门限检验	4.865	129.619	33.24***	0.008	31.685	24.417	21.883
中部地区	工业二氧化硫	单一门限检验	4.649	104.449	52.61***	0.002	47.560	41.360	36.334
		双重门限检验	5.178	177.292	26.47**	0.020	34.838	21.832	18.769
	工业氮氧化物	单一门限检验	4.765	117.355	45.44***	0.002	27.967	19.507	16.352
		双重门限检验	5.452	233.154	22.17**	0.026	25.030	18.071	14.699
西部地区	工业二氧化硫	单一门限检验	4.540	93.672	25.97**	0.034	32.815	23.689	21.082
	工业氮氧化物	单一门限检验	5.222	185.379	25.73**	0.022	30.288	22.525	19.634

注:P值和临界值均采用“自抽样法(Bootstrap)”反复抽样500次得到;***、**和*分别表示P值在1%、5%和10%水平下显著。

金融科技对企业非 CO₂ 温室气体排放的门限模型参数估计结果如表 8 所示:1)在东部地区,金融科技对企业非 CO₂ 温室气体排放存在显著的门限效应,且存在两个门限值.当金融科技水平小于 114.744 时,其对东部地区工业二氧化硫减排作用更强烈;当金融科技水平小于 107.115 时,其对东部地区工业氮氧化物减排作用更强烈.当跨过第一个门限值之后,金融科技的减排效果均有所下降.2)在

中部地区,金融科技的发展对企业非 CO₂ 温室气体排放均存在显著的门限效应,门限值为 2,且均在金融科技水平较低的城市减排作用强烈.当金融科技水平低于 104.449 和 117.355 时,其分别对中部地区工业二氧化硫和工业氮氧化物减排作用更强烈,最后减排效果逐渐减弱.3)在西部地区,金融科技的发展对企业非 CO₂ 温室气体排放均存在显著的门限效应,门限值为 1,但金融科技的影响有所区别.当金

融科技水平低于 93.672 时,其对西部地区工业二氧化硫减排作用更强烈,相反地,在水平高于 185.379 时,金融科技表现出对工业氮氧化物更强的减排作用.

综合来看,金融科技对企业非 CO₂ 温室气体的减排作用,在中部地区显著强于东西部地区.其次为东部地区,西部地区减排效果相对最低.可能的原因是,东部地区生态环境治理效果较好,金融科技对绿色技术发展和应用的边际效应较小,而西部地区金融科技发展相对较差,金融科技的减排作用尚未发挥到最大.

5 结论与建议

5.1 结论

1) 金融科技的发展呈现出显著的污染减排效果,能够抑制企业非 CO₂ 温室气体排放,且该作用为非线性作用.金融科技较低时,对于工业二氧化硫减排作用较强,随后表现出下降趋势,而对工业氮氧化物则相反,在金融科技水平较高时减排作用更强.

2) 金融科技发展对企业非 CO₂ 温室气体减排的作用存在结构效应.金融科技覆盖广度对非 CO₂ 温室气体的减排强度显著强于金融科技使用深度和金融数字化程度.相比较来说,金融科技的发展对工

业氮氧化物的减排效果更显著.

3) 金融科技对企业非 CO₂ 温室气体减排作用存在地区性差异.金融科技对企业非 CO₂ 温室气体的减排作用,在中部地区显著强于东西部地区.对工业二氧化硫排放来说,东、中、西部地区均在金融科技水平较低时有更强烈的减排作用,随后表现出减弱趋势.对工业氮氧化物排放来说,在中东部地区,当金融科技水平较低时表现出更强烈的减排效果,随后有所减弱;在西部地区,则随着金融科技水平跨过 185.379 门限值时表现出更强的减排作用.

5.2 建议

1) 大力支持金融科技发展,促进普惠金融推广.通过降低金融企业与工业企业之间的信息不对称,缓解融资压力,增加新技术、新设备的应用,对企业排污形成约束条件和进一步改善.一方面,中央和地方政府应当加强金融科技的投入和发展,推动计算机技术、区块链等与金融机构、监管机构等金融市场主体的融合,为金融机构发展、利用绿色技术获得更大的经济和金融政策空间.鼓励金融机构打造和发展线上服务平台,增加金融产品和服务的便利性和可得性,通过发展健康、高效、便利的金融系统,促进金融服务实体的作用.

另一方面,充分利用大数据和云计算等技术,建

表 8 中国不同地区金融科技与企业非 CO₂ 温室气体关系的门限模型估计结果

Table 8 Results of threshold model parameter estimation for the relationship between enterprise's

Fintech and non-CO₂ greenhouse gases in different regions of China

变量	东部城市		中部城市		西部城市	
	工业二氧化硫	工业氮氧化物	工业二氧化硫	工业氮氧化物	工业二氧化硫	工业氮氧化物
lggdp	0.277*** (4.45)	0.256*** (3.71)	0.062 (0.73)	-0.039 (-0.57)	0.226** (1.98)	0.155* (1.79)
lgfre	2.707*** (7.34)	3.202*** (4.39)	4.170*** (7.08)	-4.547*** (-6.18)	2.854*** (4.84)	-2.540*** (-3.47)
lgstu	-2.374*** (-15.78)	-2.219*** (-11.90)	-2.340*** (-11.19)	-0.053 (-0.29)	-1.882*** (-7.90)	0.009 (0.04)
lgstedind	-3.133*** (-3.99)	-2.617** (-2.23)	-5.355*** (-4.43)	-4.107*** (-3.60)	0.411 (0.33)	1.019 (0.95)
lggreen	-51.620*** (-22.7)	-54.751*** (-22.98)	-49.913*** (-17.65)	-15.741*** (-6.14)	-40.163*** (-12.28)	-6.679** (-2.51)
lgfind ≤ γ ₁	-0.542*** (-3.24)	-1.718*** (-4.50)	-1.032*** (-4.58)	-2.793*** (-8.75)	-0.440* (-2.18)	-0.466** (-2.29)
γ ₁ < lgfind ≤ γ ₂	-0.385** (-2.56)	-1.540*** (-4.20)	-0.813*** (-4.09)	-2.632*** (-8.80)		
lgfind > γ ₂	-0.461*** (-3.07)	-1.408*** (-3.97)	-0.916*** (-4.61)	-2.556*** (-8.46)	-0.282 (-1.60)	-0.553*** (-2.76)

注:***、**和*分别表示 P 值在 1%、5%和 10%水平下显著.

立金融机构与企业生产经营及污染排放之间的数据连接和评价体系,实时更新披露企业排放数据,将金融机构贷款审批、利率定价等与企业经营数据进行密切关联,确保企业的绿色、减排行为能与金融资金获取相联系,降低金融市场交易费用,提高资金使用效率。

2) 重视全社会金融科技覆盖广度的发展和推广。通过增加信息通信基础设施投入、加大金融科技宣传和推广等方式,大力营造全面的金融科技环境,增加线上金融产品和服务,为更广大的群体和地区提供普惠性金融科技产品和服务。金融机构要在加强自身绿色治理之外,通过提高运用大数据、云计算、人工智能等基础设施的能力,引导资金投向企业的环境活动和资源节约型产业。通过开发专项技术融资项目、绿色融资项目等,吸引企业和个人以绿色环保、技术提升、产业创新等为目的,合理使用金融资源,提高用户体验。此外,金融机构还应充分利用科技手段进行资金使用过程的监测统计,将金融风险控制在一定范围内。

3) 因地制宜,在不同地区实施差异化金融科技发展策略。对于金融科技水平相对较低的西部城市,要优先发展金融和信息技术基础设施,提升线上金融资源的可获得性。对中东部地区城市,要引导金融资金在企业污染减排和产业转型过程中发挥重要作用。同时,在金融科技水平发展不同地区,配合当地金融科技发展水平进行污染减排。在金融科技发展水平较低地区,对钢铁冶炼、有色金属加工、医药、食品饮料加工等行业等二氧化硫排放较多的企业,要通过金融手段进行技术升级,为减排设备更新等提供资金支持,而金融科技发展水平较高地区,要加强对电力、热力生产和供应业等氮氧化物排放较多企业进行污染治理的引导和支持。

参考文献

References

- [1] Buckley R, Arner D, Barberis J. The evolution of fintech: a new post-crisis paradigm [J]. *Georgetown Journal of International Law*, 2016, 47(4): 1271-1319
- [2] Kauffman R J, Liu J, Ma D. Innovations in financial IS and technology ecosystems: high-frequency trading in the equity market [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2015, 99: 339-354
- [3] King R G, Levine R. Finance, entrepreneurship and growth [J]. *Journal of Monetary Economics*, 1993, 32(3): 513-542
- [4] 李杨,程斌琪. 金融科技发展驱动中国经济增长: 度量与作用机制 [J]. *广东社会科学*, 2018(3): 44-52
- LI Yang, CHENG Binqi. Driving force of fintech development for economic growth in China: measurement and mechanism [J]. *Social Sciences in Guangdong*, 2018(3): 44-52
- [5] 刘园,郑忱阳,江萍,等. 金融科技有助于提高实体经济的投资效率吗? [J]. *首都经济贸易大学学报*, 2018, 20(6): 22-33
- LIU Yuan, ZHENG Chenyang, JIANG Ping, et al. Does financial technology help to improve the real economy investment efficiency? [J]. *Journal of Capital University of Economics and Business*, 2018, 20(6): 22-33
- [6] 庄雷,王焱. 金融科技创新对实体经济发展的影响机制研究 [J]. *软科学*, 2019, 33(2): 43-46
- ZHUANG Lei, WANG Ye. Research on the influence mechanism of fintech on the development of real economy [J]. *Soft Science*, 2019, 33(2): 43-46
- [7] 王栋,赵志宏. 金融科技发展对区域创新绩效的作用研究 [J]. *科学学研究*, 2019, 37(1): 45-56
- WANG Dong, ZHAO Zhihong. The effect of financial science and technology development on regional innovation performance based on the regional openness [J]. *Studies in Science of Science*, 2019, 37(1): 45-56
- [8] 朱俊杰,王彦西,张泽义. 金融科技发展对我国产业结构升级的影响 [J]. *科技管理研究*, 2017, 37(19): 31-37
- ZHU Junjie, WANG Yanxi, ZHANG Zeyi. Impact of financial technology development on industrial structure optimization in China [J]. *Science and Technology Management Research*, 2017, 37(19): 31-37
- [9] 郑万腾,赵红岩,赵梦婵. 数字金融发展有利于环境污染治理吗? 兼议地方资源竞争的调节作用 [J]. *产业经济研究*, 2022(1): 1-13
- ZHENG Wanteng, ZHAO Hongyan, ZHAO Mengchan. Is the development of digital finance conducive to environmental pollution control? Concurrently discussing the regulatory impact of local resource competition [J]. *Industrial Economics Research*, 2022(1): 1-13
- [10] Buchak G, Matvos G, Piskorski T, et al. Fintech, regulatory arbitrage, and the rise of shadow banks [J]. *Journal of Financial Economics*, 2018, 130(3): 453-483
- [11] 王小燕,张俊英,王醒男. 金融科技、企业生命周期与技术创新: 异质性特征、机制检验与政府监管绩效评估 [J]. *金融经济研究*, 2019, 34(5): 93-108
- WANG Xiaoyan, ZHANG Junying, WANG Xingnan. Fintech, corporate lifecycle, and technological innovation: heterogeneous characteristics, mechanism test and governmental regulation performance evaluation [J]. *Financial Economics Research*, 2019, 34(5): 93-108
- [12] 马卫民,张冉冉. 金融科技创新助力科技型中小企业融资: 基于企业生命周期视角的分析 [J]. *科技管理研究*, 2019, 39(22): 114-121
- MA Weimin, ZHANG Ranran. Analysis of fintech innovation promoting financing of technology-based SMEs from the perspective of enterprise life cycle theory [J]. *Science and Technology Management Research*, 2019, 39(22): 114-121
- [13] 邓荣荣,张翱翔. 中国城市数字金融发展对碳排放绩

- 效的影响及机理[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2316-2330
- DENG Rongrong, ZHANG Aoxiang. The impact of urban digital finance development on carbon emission performance in China and mechanism[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2316-2330
- [14] 张柏杨, 刘佳颖, 朱睿博. 数字农业发展: 国际经验、减排效应与金融支持: 基于成都的案例分析[J]. 西南经融, 2022(1): 28-29
- ZHANG Baiyang, LIU Jiaying, ZHU RuiBo. Digital agriculture development: international experience, emission reduction effects and financial support: based on the case study of Chengdu[J]. Southwest Finance, 2022(1): 28-29
- [15] Liu Z S, Zhang X L, Yang L, et al. Access to digital financial services and green technology advances: regional evidence from China[J]. Sustainability, 2021, 13(9): 4927
- [16] 顾江寒, 柴华奇. 科技金融政策如何促进城市绿色创新发展: 来自“科技和金融结合试点政策”的证据[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(15): 41-49
- GU Jianghan, CHAI Huaqi. Has the science and technology finance promoted green innovation: evidence from the pilot policy of combining science and technology with finance[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2022, 39(15): 41-49
- [17] 房宏琳, 杨思莹. 金融科技创新与城市环境污染[J]. 经济学动态, 2021(8): 116-130
- FANG Honglin, YANG Siying. Financial technology innovation and urban environmental pollution[J]. Economic Perspectives, 2021(8): 116-130
- [18] 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
- GUO Feng, WANG Jingyi, WANG Fang, et al. Measuring China's digital financial inclusion: index compilation and spatial characteristics[J]. China Economic Quarterly, 2020, 19(4): 1401-1418

An empirical study on the impact of enterprise's financial technology level on non-CO₂ greenhouse gas emissions

LI Jia^{1,2} LIU Hangbo^{2,3} SHI Chenchen⁴ LIU Yue⁴ DENG Xiangzheng^{5,6}
WANG Jiaoe^{5,6} CHEN Mingxing^{5,6}

1 School of Finance, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070

2 Department of Economics and Management, Tangshan Normal University, Tangshan 063000

3 School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044

4 School of Urban Economics and Public Administration, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070

5 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

6 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract In this paper, a threshold regression model with panel data of 203 prefecture-level cities in China's mainland from 2011 to 2019 is constructed to analyze the relationship between the level of enterprise's Financial Technology (FinTech) development and non-CO₂ greenhouse gas emissions. The structural characteristics and regional heterogeneity of FinTech impact on enterprise's non-CO₂ greenhouse gas emissions were verified. It is found that the FinTech development presents a significant pollution reduction effect and can suppress non-CO₂ greenhouse gas emissions. Specifically, the industrial sulfur dioxide emission reduction is emphasized when the enterprise's FinTech level is low, while the industrial nitrogen oxide emission reduction capacity enhances when the FinTech level is high. In addition, there is a structural effect of the level of FinTech on the role of enterprise's pollution emission reduction. Compared with the depth of FinTech usage and the degree of financial digitalization, the breadth of FinTech coverage poses significantly stronger influence on the emission reduction of non-CO₂ greenhouse gases. Moreover, regional differences are found in the effect of FinTech on non-CO₂ greenhouse gases emission reduction, where it is more significant in the central region than in the eastern and western regions. The results of the study have implications for the implementation of differentiated FinTech development strategies, as well as for the promotion of comprehensive green transformation of socio-economic development, and the achievement of the "double carbon" goal.

Key words financial technology (FinTech); non-CO₂ greenhouse gases; industrial sulphur dioxide; industrial nitrogen oxides; threshold effect