

为，以债务减免、信用修复激励其主动履约。此外，鼓励金融机构配合制度实施，通过创业信用保险、信贷风险补偿基金等工具分散风险，构建多部门长效联动机制，提升个人破产制度下的金融资源配置效率。

碳减排政策、绿色技术采用与转型风险

熊琛 杨翱 张兆鹏

党的二十大报告强调要“加快发展方式绿色转型”、“积极稳妥推进碳达峰碳中和”。党的二十届四中全会指出“积极稳妥推进和实现碳达峰”。在此背景下，以碳排放权交易为代表的碳减排政策持续落地，有力支撑经济高质量发展与绿色转型。然而实现碳达峰碳中和（简称“双碳”目标）的过程，也是一个经济由高碳向低碳转型的过程，其间的转型风险也引发了市场参与者与学界的高度关注。

企业层面，碳减排政策尤其是碳定价政策直接提高了碳排放成本，影响企业财务状况并抬升信用风险。金融系统层面，原有高碳资产面临贬值乃至被搁置的风险，资产价格下跌以及信贷违约率的上升将给金融机构带来潜在损失并引发金融风险。这种高碳资产贬值的转型风险还可能产生外溢效应，冲击宏观经济与金融体系稳定。如何有效应对转型风险、平稳推进低碳转型，已成为当前重要研究议题。

在统筹碳减排与风险防控的框架下，企业绿色技术采用既是低碳转型的核心路径，也是缓释转型风险的关键举措。我国持续强化绿色技术创新与推广应用，以技术突破支撑绿色低碳发展。企业通过绿色技术降低生产排放，缓解减排压力与经营风险、降低违约概率，进而减轻高碳资产贬值压力，对冲碳减排政策带来的转型冲击。

本文在现有研究基础上，将企业内生绿色技术采用与金融摩擦纳入统一分析框架，系统阐释碳减排政策的转型风险效应及绿色技术采用的风险缓释作用。具体地，（1）构建包含内生绿色技术采用、绿色部门与棕色部门的环境动态一般均衡模型；（2）求解模型经济从零碳价向高碳价转变下稳态的变化，考察碳减排政策的长期影响；（3）求解模型的转型动态，分析碳定价政策的转型风险效应，并明晰绿色技术采用的作用。此外，本文基于量化模型进行政策模拟，评估绿色技术补贴的风险缓释效果，并探究绿色财政与绿色金融的政策协同效应。最后，本文选取银行风险指标作为转型风险的代理变量，基于 2009—2023 年全国 277 家地方银行财务数据，对低碳转型的风险效应以及绿色技术的调节作用进行实证检验。

研究发现：（1）碳定价政策具有较好的碳减排效果，有助于实现产业结构绿色转型，但对宏观经济和金融稳定存在一定的负面影响，即存在转型风险。（2）企业绿色技术采用一方面能够加速绿色转型，另一方面也有利于缓解碳定价政策引发的转型风险。（3）绿色技术补贴政策在促进绿色转型、缓解转型风险的同时，增进家庭福利。（4）绿色信贷政策虽然在缓解转型风险上更具效率，但会降低转型期福利。（5）绿色财政与绿色金融政策之间协同能够实现多维目标。（6）基于区域性银行样本的实证结果，验证了本文的理论模型结论。

本文的边际贡献体现在以下三方面：第一，现有文献聚焦碳定价引发的转型风险，但普遍忽略企业绿色技术动态决策变化，缺乏内生技术视角的理论探讨。本文剖析内生绿色技术下碳减排政策对宏观经济与金融风险的传导渠道，揭示绿色技术对转型路径的影响，丰富了碳减排政策影响经济金融稳定的理论机制，深化了绿色技术与宏观金融的关联研究。第二，既有研究多关注绿色金融政策，内生技术视角下绿色财政的政策效应及绿色财政与绿色金融的协同关系尚未得到充分探讨。本文从内生绿色技术视角出发考察政策协同效果，为防控绿色转型中的宏观经济与金融风险提供决策依

据。第三，本文采用地方商业银行微观数据与地区宏观数据，实证分析转型风险效应以及不同绿色技术发展水平所带来的差异，从实证层面拓展了碳减排政策影响银行风险的相关研究。

基于研究发现，本文提出以下政策建议。

一是统筹碳减排推进与转型风险防控，健全跨部门协调与数据共享机制。建立碳核算体系与金融体系信息共享平台，完善环境政策与金融风险联合评估机制，推动环保减排标准与信贷标准互认衔接，防范政策叠加下的断贷风险。

二是完善市场化机制，推动绿色技术资产化与金融化，加快技术成果转化应用。健全绿色技术交易市场，并建立与碳减排交易市场互通机制，强化绿色科技金融服务，创新绿色技术知识产权质押等融资工具。

三是完善绿色财政体系，深化绿色财政与绿色金融协同。统筹绿色技术直接补贴与专项融资担保基金，依托政府产业引导基金支持长周期、高风险共性绿色技术，不断提升绿色财政与绿色金融政策协同效能。

基层医疗资源下沉与农村家庭贫困脆弱性 ——来自紧密型医共体建设的证据

艾爽 孟恩慧 牛耕

实现全体人民共同富裕是中国式现代化的本质要求。中国在2020年实现了现行标准下农村人口的全面脱贫，取得了消除绝对贫困举世瞩目的重要成就。但进一步巩固脱贫成果，仍是发展过程中一项长期而艰巨的任务。农村低收入家庭在抵御未来不确定性冲击方面的能力较弱，依然处于脆弱状态，“因病致贫、因病返贫”仍是新时期防止规模性返贫的核心问题。2025年中央一号文件提出“统筹建立农村防止返贫致贫机制，持续巩固拓展脱贫攻坚成果”。

《碳减排政策、绿色技术采用与转型风险》附录

附录 1 静态简化模型以及命题证明

(一) 静态简化模型的设定

模型包含以下条件：(1) 商品市场出清 $Y = C + \eta_g N_g$ ；(2) 平均绿色产出 $\tilde{Y}^g = (\tilde{p}^g)^{-v} Y$ ；(3) 平均棕色产出 $\tilde{Y}^{ng} = (\tilde{p}^{ng})^{-v} Y$ ；(4) 价格指数（最终品价格=1） $1 = N_g (\tilde{p}^g)^{1-v} + N_{ng} (\tilde{p}^{ng})^{1-v}$ ；(5) 绿色平均定价 $\tilde{p}^g = \frac{v}{v-1} \frac{MC^g}{\tilde{a}_g}$ ；(6) 棕色平均定价 $\tilde{p}^{ng} = \frac{v}{v-1} \frac{MC^{ng}}{\tilde{a}_{ng}}$ ；(7) 绿色平均生产函数 $\tilde{Y}^g = \frac{\tilde{a}_g}{N_g} K^g$ ；(8) 棕色平均生产函数 $\tilde{Y}^{ng} = \frac{\tilde{a}_{ng}}{N_{ng}} K^{ng}$ ；(9) 最优减排 $\tau^e \zeta = f'(\mu)$ ；(10) 绿色边际成本 $MC^g = r^{k,g}$ ；(11) 棕色边际成本 $MC^{ng} = r^{k,ng} + [\tau^e \zeta (1 - \mu) + f(\mu)]$ ；(12) 总排放 $E = \zeta (1 - \mu) N_{ng} \tilde{Y}^{ng}$ ；(13) 技术采用门槛(利润相等条件) $\frac{MC^g Y^g(a^*)}{a^{*(v-1)}} - \eta_g = \frac{MC^{ng} Y^{ng}(a^*)}{a^{*(v-1)}}$ ；(14) 绿色企业数量 $N_g = (a_{\min}/a^*)^\kappa$ ；(15) 棕色企业数量 $N_{ng} = 1 - N_g$ ；(16) 总平均利润 $\tilde{\pi} = N_g \tilde{\pi}^g + N_{ng} \tilde{\pi}^{ng}$ ；(17) 绿色平均利润 $\tilde{\pi}^g = \frac{MC^g \tilde{Y}^g}{\tilde{a}_g (v-1)} - \eta_g$ ；(18) 棕色平均利润 $\tilde{\pi}^{ng} = \frac{MC^{ng} \tilde{Y}^{ng}}{\tilde{a}_{ng} (v-1)}$ ；(19) 绿色平均生产率 $\tilde{a}_g = \left[\frac{\kappa}{\kappa - (v-1)} \right]^{\frac{1}{v-1}} a^*$ ；(20) 棕色平均生产率 $\tilde{a}_{ng} = \tilde{a}_g \left[\frac{(a^*)^{\kappa - (v-1)} - (a_{\min})^{\kappa - (v-1)}}{(a^*)^\kappa - (a_{\min})^\kappa} \right]^{\frac{1}{v-1}} a_{\min}$ ；(21) 总企业数量 $N = 1$ ；(22) 资本市场出清 $K^g + K^{ng} = K$ 。同时为了方便进行解析分析，针对参数进行了特定的设置，包括 $\kappa - (v - 1) = 1$ 以及 $a_{\min} = 1$ 。

(二) 命题 1 证明

整理 $\frac{1}{v} \left(\frac{v}{v-1} \frac{MC^g}{a^*} \right)^{1-v} Y - \eta_g = \frac{1}{v} \left(\frac{v}{v-1} \frac{MC^{ng}}{a^*} \right)^{1-v} Y$ ，可得： $(MC^g/a^*)^{1-v} - C_0 = (MC^{ng}/a^*)^{1-v}$ ，

其中 $C_0 = v \eta_g Y^{-1} \left(\frac{v-1}{v} \right)^{1-v} > 0$ 。针对上式，对 τ^e 进行隐函数微分：

$$(1-v)(a^*)^{-(1-v)} \left[(MC^g)^{-v} \frac{dMC^g}{d\tau^e} a^* - (MC^g)^{1-v} \frac{da^*}{d\tau^e} \right] = (1-v)(a^*)^{-(1-v)} \left[(MC^{ng})^{-v} \frac{dMC^{ng}}{d\tau^e} a^* - (MC^{ng})^{1-v} \frac{da^*}{d\tau^e} \right] \quad (A1)$$

化简，进一步整理得到：

$$\frac{da^*}{d\tau^e} [(MC^{ng})^{1-v} - (MC^g)^{1-v}] = a^* \left[(MC^{ng})^{-v} \frac{dMC^{ng}}{d\tau^e} - (MC^g)^{-v} \frac{dMC^g}{d\tau^e} \right] \quad (A2)$$

$$\frac{da^*}{d\tau^e} = \frac{a^* \left[(MC^{ng})^{-v} \frac{dMC^{ng}}{d\tau^e} - (MC^g)^{-v} \frac{dMC^g}{d\tau^e} \right]}{(MC^{ng})^{1-v} - (MC^g)^{1-v}} \quad (A3)$$

由于 $C_0 = v \eta_g Y^{-1} \left(\frac{v-1}{v} \right)^{1-v} > 0$ ，因此 $(MC^g/a^*)^{1-v} > (MC^{ng}/a^*)^{1-v}$ 。因此可得 $MC^{ng} > MC^g$ 。由于 $MC^{ng} > MC^g$ ，且在局部均衡下 $\frac{dMC^g}{d\tau^e} = 0$ ，而 $\frac{dMC^{ng}}{d\tau^e} > 0$ ，并且 $1 - v < 0$ ，则有： $\frac{da^*}{d\tau^e} < 0$ 。

即碳定价降低了企业采用绿色技术的门槛。证明完毕。

(三) 命题 2 证明

论点（1）证明见命题 1 的证明。

论点（2）证明如下。由价格加总方程 $1 = N_g(\tilde{p}^g)^{1-v} + N_{ng}(\tilde{p}^{ng})^{1-v}$ 代入定价方程 $\tilde{p}^g = \frac{v}{v-1} \frac{MC^g}{\tilde{a}_g}$ 和 $\tilde{p}^{ng} = \frac{v}{v-1} \frac{MC^{ng}}{\tilde{a}_{ng}}$ 可以得到：

$$1 = \left(\frac{v}{v-1}\right)^{1-v} [(MC^g)^{1-v} \cdot (N_g(\tilde{a}_g)^{v-1}) + (MC^{ng})^{1-v} \cdot (N_{ng}(\tilde{a}_{ng})^{v-1})] \quad (\text{A4})$$

进一步在相关参数假定下，分别求解 $(N_g(\tilde{a}_g)^{v-1})$ 和 $(N_{ng}(\tilde{a}_{ng})^{v-1})$ 这两项。具体有：

$$N_g(\tilde{a}_g)^{v-1} = (a^*)^{-\kappa} \cdot \kappa(a^*)^{v-1} = \kappa(a^*)^{v-1-\kappa} = v(a^*)^{-1} \quad (\text{A5})$$

$$N_{ng}(\tilde{a}_{ng})^{v-1} = \frac{a^*-1}{(a^*)^\kappa} \cdot \kappa(a^*)^{v-1} = \kappa(a^*-1)(a^*)^{v-1-\kappa} = v(a^*-1)(a^*)^{-1} \quad (\text{A6})$$

将上述代回得到：

$$1 = \left[v\left(\frac{v}{v-1}\right)^{1-v}\right] (a^*)^{-1} [(MC^g)^{1-v} + (MC^{ng})^{1-v}(a^*-1)] \quad (\text{A7})$$

我们定义常数 $C \equiv v\left(\frac{v}{v-1}\right)^{1-v}$ ，代入边际成本得到： $1 = C(a^*)^{-1}[(r^k)^{1-v} + (r^k + \Phi)^{1-v}(a^*-1)]$ ，其中 $\Phi(\tau^e) \equiv \tau^e \zeta(1-\mu) + f(\mu)$ 为环境成本函数，继续有：

$$a^* - C(r^k)^{1-v} = C(r^k + \Phi(\tau^e))^{1-v}(a^*-1) \quad (\text{A8})$$

我们对上式关于 τ^e 求全导数可得：

$$\underbrace{[C(r^k + \Phi)^{1-v}]}_{\Psi_A} \frac{da^*}{d\tau^e} = \underbrace{C(1-v)[(r^k)^{-v} + (a^*-1)(r^k + \Phi)^{-v}]}_{\Psi_B} \frac{dr^k}{d\tau^e} + \underbrace{[C(a^*-1)(1-v)(r^k + \Phi)^{-v}]}_{\Psi_C} \frac{d\Phi}{d\tau^e} \quad (\text{A9})$$

其中 $\frac{d\Phi}{d\tau^e} = \zeta(1-\mu^*)$ 。最终得到： $\frac{dr^k}{d\tau^e} = \frac{\Psi_A}{\Psi_B} \frac{da^*}{d\tau^e} - \frac{\Psi_C}{\Psi_B}$ 。

接下来将判断系数的正负。首先由 $a^* \cdot [1 - C(r^k + \Phi)^{1-v}] = C[(r^k)^{1-v} - (r^k + \Phi)^{1-v}] > 0$ 可知 $\Psi_A > 0$ 。接下来容易判断 $\Psi_B < 0$ ， $\Psi_C < 0$ 。证明完毕。

论点（3）证明如下。在价格指数方程 $1 = N_g(\tilde{p}^g)^{1-v} + N_{ng}(\tilde{p}^{ng})^{1-v}$ 中代入需求可得：

$$1 = N_g[(\tilde{Y}^g/Y)^{-1/v}]^{1-v} + N_{ng}[(\tilde{Y}^{ng}/Y)^{-1/v}]^{1-v} \quad (\text{A10})$$

进一步用平均生产函数来替换 \tilde{Y}^g 和 \tilde{Y}^{ng} ：

$$Y = \left[N_g^{1/v} (\tilde{a}_g K^g)^{(v-1)/v} + N_{ng}^{1/v} (\tilde{a}_{ng} K^{ng})^{(v-1)/v} \right]^{v/(v-1)} \quad (\text{A11})$$

定义资本配置比例（要素比例）为 $\Theta_K \equiv K^g/K^{ng}$ 。对 Y 关于碳价格 τ^e 取导可得：

$$\frac{dY}{d\tau^e} = \left(\frac{\partial Y}{\partial K^g} \frac{dK^g}{d\Theta_K} + \frac{\partial Y}{\partial K^{ng}} \frac{dK^{ng}}{d\Theta_K} \right) \frac{d\Theta_K}{d\tau^e} + \frac{\partial Y}{\partial a^*} \frac{da^*}{d\tau^e} \quad (\text{A12})$$

证明完毕。

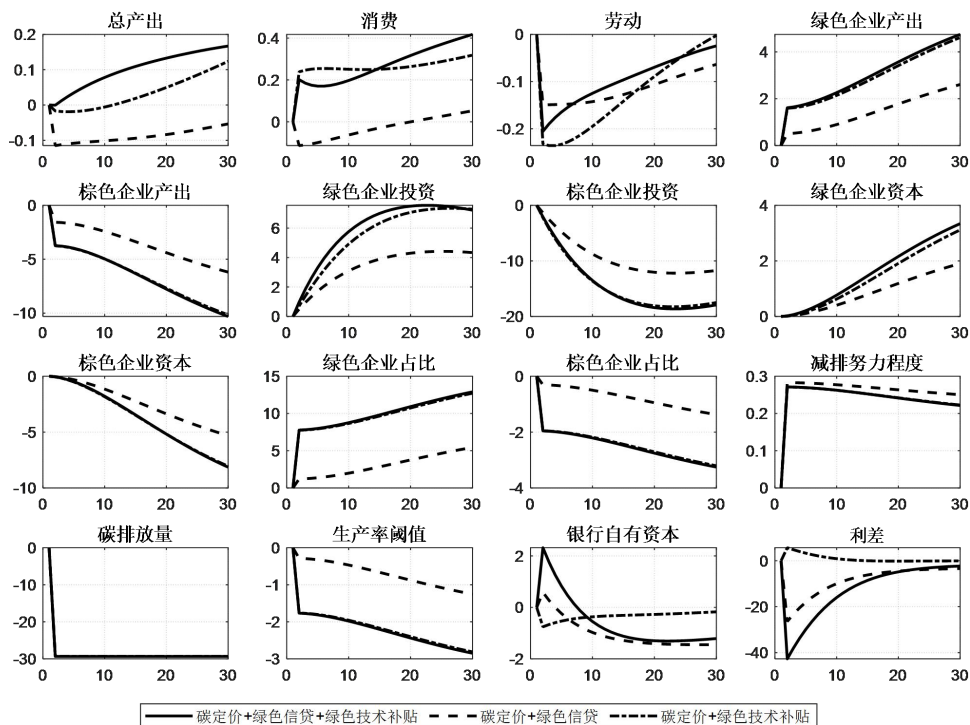
附录 2 参数校准结果及不同政策组合的转型动态

附表 1 参数校准

参数	描述	参数值	校准依据
生产部门			
v	商品替代弹性	3.8	Shapiro and Metcalf (2023)

α_{\min}	企业生产率下限	1	Shapiro and Metcalf (2023)
κ	帕累托分布参数	4.2	Shapiro and Metcalf (2023)
α	物质资本的产出份额	0.4	熊琛等 (2022)
θ_1	减排成本参数	0.05	Carattini et al. (2023)
θ_2	减排成本参数	2.6	Carattini et al. (2023)
η_g	绿色技术固定成本	0.27	稳态求解
Ψ	棕色生产固定成本	0.20	稳态求解
δ^g	绿色企业资本折旧率	0.025	王博和徐飘洋 (2021)
δ^{ng}	棕色企业资本折旧率	0.025	王博和徐飘洋 (2021)
φ_g	投资调整成本参数	10	王博和徐飘洋 (2021)
φ_{ng}	投资调整成本参数	10	王博和徐飘洋 (2021)
家庭			
β	家庭贴现因子	0.99	金春雨等 (2018)
φ	劳动供给的逆替代弹性	1	马勇和陈雨露 (2014)
χ	劳动负效用权重	5.06	稳态劳动供给等于 1/3
银行			
ψ	银行生存比例参数	0.97	Gertler and Karadi (2011)
λ	金融摩擦参数	0.34	稳态求解
ω	转移支付参数	0.0016	稳态求解
环境			
d_0	碳存量增函数参数	-0.026	Carattini et al. (2023)
d_1	碳存量增函数参数	3.61e-5	Carattini et al. (2023)
d_2	碳存量增函数参数	1.44e-8	Carattini et al. (2023)
δ_X	碳存量累积比例	0.9965	Heutel (2012)
h^{row}	世界其他地区的碳排放占比	0.67	世界银行数据
ζ	碳排放强度参数	2.84	稳态求解

注：参考文献见正文。



附图 1 不同政策组合的转型动态

注：横轴为时期。除了减排努力程度为政策转型动态下的数值与零碳价情形下稳态之间的差值外，其

余变量纵轴显示的是在政策转型动态下的数值相对于零碳价情形下稳态的变化比例，单位为%。碳定价+绿色信贷政策情形为基准碳定价政策联合绿色信贷政策的转型动态结果。碳定价+绿色技术补贴政策情形为基准碳定价政策联合长期绿色技术补贴政策的转型动态结果。碳定价+绿色信贷+绿色技术补贴政策情形则为三种政策的结合。

附录 3 实证分析部分正文未报告结果

(一) 核心解释变量的构成细节

能源组合绿色质量 (*Greenq*) 的计算公式如下：

$$Greenq_{r,t} = \frac{1}{\frac{x_{1r,t}}{x_{r,t}} \times 1.0121 + \frac{x_{2r,t}}{x_{r,t}} \times 0.9513 + \frac{x_{3r,t}}{x_{r,t}} \times 0.4107}$$

其中， $x_{r,t}$ 表示地区 r 在 t 年的一次能源总消耗量； $x_{1r,t}$ 、 $x_{2r,t}$ 、 $x_{3r,t}$ 表示地区 r 在年份 t 不同化石能源（煤炭、石油、天然气）的消耗量。每个能耗比重后面的系数 1.0121、0.9513、0.4107 分别表示煤炭、石油、天然气的碳排放系数。

(二) 变量说明与描述性统计

附表 2 主要变量定义与说明

变量类型	变量符号	变量定义	变量具体计算方法
被解释变量	<i>NLR</i>	银行风险	不良贷款率=不良贷款/总贷款余额
核心解释变	<i>Greenq</i>	能源组合绿色质量	Lau et al. (2023)
	<i>Size</i>	银行资产规模	ln(银行总资产)
	<i>PROF</i>	总利润增长率	(本期总利润-上期总利润)/上期总利润
银行层面控	<i>LDR</i>	银行存贷比	贷款总额/存款总额
制变量	<i>NI</i>	净利润	利润总额-所得税费用
	<i>EQU</i>	所有者权益	资产-负债
	<i>IBT</i>	利润总额	营业利润+营业外收入-营业外支出
宏观控制变	<i>NYZL</i>	能源消耗总量	亿吨标准煤
	<i>RGDP</i>	区域经济增长	各省名义 GDP 年增长率
量	<i>RCPI</i>	区域通货膨胀	各省 CPI 指数

注：参考文献见正文。

附表 3 变量描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	25%分位	50%分位	75%分位
<i>NLR</i>	3188	1.7974	1.1320	1.0400	1.5800	2.2200
<i>Greenq</i>	2963	0.8596	0.1784	0.7834	0.8780	0.9882
<i>Size</i>	3055	24.7894	1.2825	23.8471	24.6664	25.7009
<i>PROF</i>	3021	0.2309	0.8619	-0.0321	0.1008	0.2791
<i>LDR</i>	3143	0.6802	0.1151	0.6126	0.6885	0.7492
<i>NI</i>	3039	10.1839	16.1954	1.8677	4.3550	10.6286
<i>EQU</i>	3051	9.7843	14.8914	1.7802	4.0916	10.7501
<i>IBT</i>	3039	12.4605	19.3691	2.5007	5.5192	12.9918
<i>NYZL</i>	2963	2.1378	1.0131	1.2758	2.0276	2.9664
<i>RCPI</i>	3188	0.0205	0.0122	0.0150	0.0210	0.0253
<i>RGDP</i>	3188	0.0924	0.0484	0.0583	0.0871	0.1154

(三) 稳健性检验

附表 4 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)	(4)
	替换被解释变量	替换解释变量	当期被解释变量	缩短样本年份
<i>Greenq</i>	-0.5048* (-1.7913)		0.4872** (2.5534)	0.3294** (2.2147)
<i>GLX</i>		0.8452** (2.0535)		
银行层面控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
宏观层面控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
银行固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本量	2570	2545	2790	2480
<i>Adj.R</i> ²	0.2071	0.2125	0.2177	0.2083

注：更换被解释变量的衡量方式，采用银行的不良贷款拨备覆盖率衡量银行风险。更换核心解释变量的代理指标，采用高耗能工业利息支出占比（*GLX*）作为低碳转型的代理变量；高耗能工业利息支出占比的测度方式为高耗能工业产业利息与工业产业利息的比值。缩短样本年限，剔除 2022、2023 年的样本。*、**和***分别表示 10%、5%和 1%的显著性水平，括号内为 *t* 值。下表同。

附表 5 调节效应的稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
	<i>F.NLR</i>	<i>F.NLR</i>	<i>F.NLR</i>
<i>CDIR</i>	0.0396** (2.1933)	0.0381** (2.1890)	0.0309** (2.0859)
<i>lnlvzl</i>	0.0304 (0.2266)		
<i>lnlvzl</i> × <i>CDIR</i>	-0.0049** (-2.4584)		
<i>lnlvsv</i>		0.0342 (0.2971)	
<i>lnlvsv</i> × <i>CDIR</i>		-0.0049** (-2.4632)	
<i>lnlvfm</i>			-0.0112 (-0.0661)
<i>lnlvfm</i> × <i>CDIR</i>			-0.0048** (-2.4139)
银行层面控制变量	Yes	Yes	Yes
宏观层面控制变量	Yes	Yes	Yes
银行固定效应	Yes	Yes	Yes
年份固定效应	Yes	Yes	Yes
样本量	2635	2635	2635
<i>Adj.R</i> ²	0.2065	0.2065	0.2064

注：运用 Dong et al. (2024) 测度的碳排放政策强度指数（*CDIR*）作为核心解释变量的代理变量。

参考文献

- [1] Dong, X., C. Wang, F. Zhang, H. W. Zhang and C. Q. Xia, 2024, “China’s Low-carbon Policy Intensity Dataset from National- to prefecture-level over 2007–2022”, *Scientific Data*, 11(1), 213.