

绿色信贷能促进企业持续绿色创新吗？

——基于双重机器学习的因果推断

朱子轩

(苏州大学商学院, 江苏 苏州 215000)

摘要:“双碳”战略目标下,绿色信贷已成为经济高质量发展和企业自身转型的重要动力。研究基于 2004—2022 年 A 股上市公司的经营数据,以 2012 年《绿色信贷指引》的实施作为准自然实验,采用双重机器学习方法构建实证模型,探究《绿色信贷指引》如何影响环保企业持续进行绿色创新。研究结果表明,《绿色信贷指引》实施后,通过降低融资约束、增加研发投入及促进银企共同持股,有效推动环保型企业持续进行绿色创新。

关键词:绿色信贷;持续创新;双重机器学习

中图分类号:F832 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2025)08-0008-08

党的二十大报告明确指出,应着力完善绿色金融政策体系,引导金融资源向减排效应显著的绿色低碳项目倾斜,为经济的高质量发展赋能。改革开放以来,部分“两高一剩”行业采取粗放型的生产方式,造成了环境的严重破坏和大量自然资源的浪费。中国于 2007 年首次发布《关于落实环境保护政策法规防范信贷风险的意见》,绿色信贷成为推动高质量发展的重要国策之一。中国银监会 2012 年发布《绿色信贷指引》,为节能减排、绿色服务等六大支持行业提供信贷优惠,为企业转型提供了指导性意见。

党的二十大报告提出,科技创新是推动经济实现高质量发展的重要支撑。企业通过开展绿色创新推进转变生产方式。因此,如何以政策引导资金的合理配置,推动企业进行绿色创新,实现高质量发展,成为社会各界关注的问题。

综合目前学界的研究成果,以绿色金融推动绿色创新已成为共识,但企业绿色创新的研究角度存在不同,对持续性绿色创新的研究同样较少。Salazar^[1]首次提出,发展绿色金融,根本目的在于推动企业绿色创新,实现环境保护。黎文婧和郑曼妮^[2]从微观企业角度出发,提出绿色创新不仅能够推动环境保护,更有利于提升企业价值。何郁冰等^[3]首次提出企业持续绿色创新指标的测算方法。王馨和王营^[4]得出,《指引》提升了绿色创新总量,但

绿色创新质量不高。此外,张超林和刘凤根^[5]、刘澜飏和任可歆^[6]分别关注研发投入、信息披露,研究政策对企业绿色创新质量的不同影响机制。

基于上述研究,本文以 2012 年《绿色信贷指引》(以下简称《指引》)为准自然实验,以 2004—2022 年度 A 股上市企业作为研究样本,采用双重机器学习方法,重点关注《指引》的实施对环保型企业持续绿色创新的作用机制。以行业、地区和产权性质为分类标准,研究《指引》产生的异质性影响和企业创新的经济和社会效应,形成结论与建议。

研究的边际贡献主要有以下三方面:第一,采用前沿实证方法,将双重机器学习方法应用于政策效应的估计,相较于双重差分(DID)方法更为稳健、准确。第二,丰富现有研究。现有文献大多关注重污染企业,对于企业持续创新过程的关注较少。第三,关注微观主体,在机制分析的基础上考察了企业开展持续绿色创新所产生的经济、社会影响。

1 理论基础与研究假设

1.1 理论基础

绿色信贷是金融机构按照国家的环境政策和产业规划,对于发放的信贷进行调控的一种手段。商业银行开展的绿色信贷业务,能够有效促进并引导资金流入环境友好型企业和绿色产业,在微观层面上实现资金的合理、绿色配置。

Jeucken^[7]认为绿色信贷即可持续融资,对进行

收稿日期:2024-10-23

作者简介:朱子轩(2001—),男,江苏宿迁人,硕士研究生,研究方向为绿色金融、机器学习。

绿色转型的企业和机构起激励作用。国内对绿色信贷的研究自2007年开始。朱红伟^[8]结合国家政策导向,认为金融机构应当把开展绿色信贷作为行为准则。胡荣才和张文琼^[9]从绿色企业转型的角度出发,提出绿色信贷业务的开展推动了企业转型。

绿色创新,是以保护环境、可持续发展为目标的管理、技术创新。对于“绿色信贷政策能否促进企业进行绿色创新”这一问题,学界尚未得出一致的结论。武力超等^[10]认为,绿色信贷政策促进环保型企业技术创新。张冬梅和钟尚宏^[11]发现,绿色信贷通过缓解融资约束、拓宽信贷规模,推动受《指引》认可的绿色企业进行创新。

综上所述,随绿色信贷政策的落实,企业正在向低碳、环保的现代化企业转型,但仍有部分企业为躲避环境规制惩罚,采用“一蹴而就”的方式开展绿色创新,造成了生产资料的不必要浪费。因此,企业的持续绿色创新水平是本文研究的重点之一。

1.2 研究假设

1.2.1 绿色信贷与绿色创新

《绿色信贷指引》第三条明确指出:“银行业金融机构应当从战略高度推进绿色信贷,加大对绿色经济、低碳经济、循环经济的支持。”金融机构通过有效开展绿色信贷,引导社会资金流向环境友好型产业,以此促进社会资源合理配置。因此,商业银行针对环保型企业和环保产业开展的绿色信贷业务,能够促进绿色企业得到低成本的融资。吴红军^[12]认为,绿色信贷在推动企业创新上具有显著的激励效应。企业在环境保护方面表现更好,将获得规模更大、期限更长的优质信贷。企业更有可能持续开展绿色技术研发,从而避免因环境规制带来的额外成本。结合以上分析,提出如下假设。

H1:《指引》的实施推动环保型企业持续进行绿色创新。

1.2.2 《指引》对企业持续绿色创新的影响机制

持续性的绿色创新需要大规模的资金和人力投入,造成企业生产成本上升。绿色信贷提升了企业融资的便利性,降低了企业资金周转的风险。符合环境规制的环保企业更容易获得低利率的绿色信贷,从而降低融资成本、拓宽融资渠道,缓解“融资难”“风险高”等问题,激发了自主创新的活力,形成了银企风险共担。陆菁等^[13]也认为,企业在绿色创新上投入的资金增加,有利于引导企业形成持续创新的规模效应,从而达到保护环境和持续创新的良性循环。因此,提出如下假设。

H2:《指引》的实施通过缓解企业的融资约束,推动企业持续进行绿色创新。

根据约瑟夫·熊彼特的理论,创新是将生产要素和生产条件引入生产关系的新组合。何凌云和祁晓凤^[14]根据“波特假说”,考察《指引》增进绿色创新水平、研发投入的传导机制。《指引》为企业提供优惠贷款利率,环保型企业获得较为充足的流动资金,并投入到生产、研发的环节中,推动企业优化资金配置。因此,部分环保企业可能致力于加大研发投入,开展周期较长的持续性创新项目。

H3:《指引》的实施通过提升企业的研发投入,推动企业持续进行绿色创新。

参考2014年“中国企业家调查”数据,20.4%的企业股东持股了银行等金融机构。50.2%的企业家认为,企业股东持股金融机构有利于“获得更多的信贷支持,增强财务的灵活性”。因此,企业股东为了通过绿色创新避免环境规制惩罚,可能选择持股银行。根据翟胜宝等^[15]的研究,绿色信贷业务同样有助于改善银企关系。银企共同持股降低了信息不对称,方便企业做出更为合理的决策。同时,王永钦和杨璨^[16]得出,银企可能因股东重合加强联系,减轻对外部融资的依赖程度,形成“风险共担”,增强企业开展绿色创新的可持续性。因此,提出如下假设。

H4:《指引》的实施通过促进银企共同持股,推动企业持续进行绿色创新。

2 研究设计

2.1 模型构建

采用双重机器学习方法,将“《绿色信贷指引》实施”这一事件作为准自然实验,探究其对环保型企业持续绿色创新水平的作用机制。当前,学界大多采用双重差分法(DID)、倾向得分匹配法(PSM)及合成控制法等。此类模型往往存在诸多不足。例如,遵循传统的线性假定、要求数据满足较强的平行趋势、难以得到政策的净效应等。

从经济意义上而言,肖仁桥等^[17]得出,绿色金融与企业持续绿色创新、经济高质量发展之间存在倒“U”形关系。刘力钢和姜莉莉^[18]以企业年龄(Firmage)、企业规模(Size)构造指标,说明控制变量同样可能以倒U形关系对企业创新产生影响。此外,控制变量之间可能存在交互关系,或以二次项形式对被解释变量产生影响。若使用线性回归,不可避免地会导致模型误设,变量之间产生严重的共线性。

因此,参考 Chernozhukov 等^[19]的做法,使用双重机器学习方法进行政策效应估计,在控制高维协变量的同时,能够解决单次机器学习方法的偏误,避免模型共线性及控制变量维度过高等问题。首先,构建部分线性的双重机器学习模型。

$$Y_{it} = \theta_0 \text{Event}_{it} + g(X_{it}) + U_{it} \quad (1)$$

$$E(U_{it} | \text{Event}_{it}, X_{it}) = 0,$$

$$\text{Event}_{it} = m(X_{it}) + V_{it}, E(V_{it} | X_{it}) = 0 \quad (2)$$

式中: Y_{it} 为被解释变量,即企业持续绿色创新水平; Event_{it} 为处置变量,即《指引》实施的政策虚拟变量; θ_0 为处置系数,即重点研究的政策效应; X_{it} 为高维控制变量的集合,其具体形式 $g(X_{it})$ 和 $m(X_{it})$ 形式未知; U_{it} 和 V_{it} 为误差项,条件均值为 0。对式(1)两边同时取条件期望,估计量 $\hat{\theta}_0$ 可表示为

$$\hat{\theta}_0 = \left(\frac{1}{n} \sum_{i \in I, i \in T} \text{Event}_{it}^2 \right)^{-1} \frac{1}{n} \sum_{i \in I, i \in T} \text{Event}_{it} \times [Y_{it} - \hat{g}(X_{it})] \quad (3)$$

根据上述分析,构造估计偏误:

$$\sqrt{n}(\hat{\theta}_0 - \theta_0) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i \in I} D_i^2 \right)^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I} D_i U_i + \left(\frac{1}{n} \sum_{i \in I} D_i^2 \right)^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I} D_i [g(X_i) - \hat{g}(X_i)] \quad (4)$$

式中: $\left(\frac{1}{n} \sum_{i \in I} D_i^2 \right)^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I} D_i U_i$ 服从正态分布且均值为 0; $\left(\frac{1}{n} \sum_{i \in I} D_i^2 \right)^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I} D_i [g(X_i) - \hat{g}(X_i)]$ 为估计产生的偏误,导致 $\hat{\theta}_0$ 估计不具有无偏性。具体表现为:若 $g(X_i)$ 向 $\hat{g}(X_i)$ 收敛的速度 $n^{-\epsilon_g} > n^{-\frac{1}{2}}$, 在样本量 n 较大的情况下, $\left(\frac{1}{n} \sum_{i \in I} D_i^2 \right)^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I} D_i [g(X_i) - \hat{g}(X_i)]$ 也将趋近于无穷大,造成估计值 $\hat{\theta}_0$ 难以收敛于原系数 θ_0 。

为了加快收敛速度,防止模型出现较大的偏误。式(2)中构造了辅助回归 $m(X_{it})$, 其为处置变量 Event_{it} 对高维控制变量的回归函数,取残差为 $V_{it} = \text{Event}_{it} - m(X_{it})$, 其中 V_{it} 为消除高维控制变量影响后,实验组受处置变量 Event_{it} 影响的净效应。代入式(1)进行回归,此时的估计偏误为

$$\sqrt{n}(\hat{\theta}_0 - \theta_0) = [E(\dot{V}_{it}^2)]^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I, i \in T} V_{it} U_{it} + [E(V_{it}^2)]^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I, i \in T} [m(X_{it}) - \hat{m}(X_{it})] \times [g(X_{it}) - \hat{g}(X_{it})] \quad (5)$$

式中: $[E(\dot{V}_{it}^2)]^{-1} \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i \in I, i \in T} V_{it} U_{it}$ 服从均值为 0 的正

态分布。通过两次机器学习估计,式(5)的整体收敛速度取决于 $\sum_{i \in I, i \in T} [m(X_{it}) - \hat{m}(X_{it})] \times [g(X_{it}) - \hat{g}(X_{it})]$, 即 $g(X_{it})$ 向 $\hat{g}(X_{it})$ 收敛的速度与 $m(X_{it})$ 向 $\hat{m}(X_{it})$ 收敛的速度之积,为 $n^{-\epsilon_g} n^{-\epsilon_m}$, 相比于式(4),双重机器学习的估计偏误收敛的速度更快,因此在大样本下更容易获得系数的无偏估计量。

2.2 变量设置

2.2.1 被解释变量:企业持续绿色创新水平

将绿色专利申请数量的前后三期纳入估计,以企业绿色专利数量环比增长率测度企业持续进行绿色创新的水平。同时,计算企业该年度的绿色专利申请总量,以绿色专利申请指标 ($\ln \text{Invent}$) 作为对比性指标。企业持续绿色创新水平的计算方法为

$$\text{Level}_t = \frac{\text{Invent}_t + \text{Invent}_{t-1}}{\text{Invent}_{t-1} + \text{Invent}_{t-2}} \times (\text{Invent}_t + \text{Invent}_{t-1}) \quad (6)$$

2.2.2 处置变量:《绿色信贷指引》政策虚拟变量

以《指引》实施为研究事件,2012 年为政策时点,构造政策变量 (Event),符合《指引》要求的节能环保、清洁生产等六大环保型行业为实验组,赋值为 1;否则为对照组,赋值为 0。

2.2.3 控制变量

选取一系列可能影响绿色创新的因素:企业规模 (Size)、企业年龄 (Firmage)、资产负债率 (Lev)、现金流比率 (Cashflow)、应收账款占比 (Rec)、固定资产占比 (Fixed)、董事会规模 (Board)、托宾 Q ($\text{Tobin } Q$)、总资产周转率 (ATO)、审计意见 (Opinion)、员工人数 (Employee)。此外,回归中加入上述变量的二次项,并引入个体和时间固定效应。

2.2.4 机制变量

从缓解融资约束、提升研发投入、促进银企共同持股三方面进行机制分析。融资约束 (SA) 以企业该年的 SA 指数衡量,研发投入 (RD) 以企业当年研发支出衡量,银企共同持股 (Bank) 为虚拟变量。各变量定义及说明如表 1 所示。

2.3 数据来源

以 2004—2022 年 A 股上市企业为研究样本,剔除非正常交易 (包括 ST、*ST 及 PT) 及退市的企业,得到 4 478 家公司共 39 573 条观测值。

统计上市公司专利分类号后,与 2010 年世界知识产权组织发布的“国际专利分类绿色清单”进行

匹配。其余财务数据均来自国泰安、锐思等数据库,并对连续变量进行缩尾处理。描述性统计结果如表 2 所示。

表 1 变量定义及说明

项目	变量名称	定义
被解释变量	企业持续绿色创新水平(Level)	绿色专利申请量环比增长率
	公众关注度(Index)	$\ln(1 + \text{该年百度搜索指数均值})$
	总资产收益率(ROA)	净利润/总资产
机制变量	净资产收益率(ROE)	净利润/平均净资产
	融资约束(SA)	SA 指数
	研发费用(RD)	企业当年研发费用比例
处置变量	银企共同持股(Bank)	企业有银行持股为 1, 否则为 0
	信贷政策(Event)	当年是绿色行业为 1, 否则为 0
控制变量	企业规模(Size)	$\ln(\text{上季度末公司总资产})$
	企业年龄(Firmage)	$\ln(1 + \text{企业年龄})$
	资产负债率(Lev)	上季度资产负债率
	现金流比率(Cashflow)	现金流净额/总资产
	应收账款占比(Rec)	应收账款/总资产
	固定资产占比(Fixed)	固定资产/总资产
	董事会规模(Board)	$\ln(1 + \text{董事会人数})$
	托宾 Q(Tobin Q)	托宾 Q
	总资产周转率(ATO)	总营业额/总资产
	审计意见(Opinion)	标准审计意见为 1, 否则为 0
	员工人数(Employee)	$\ln(1 + \text{员工人数})$

表 2 描述性统计

变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
Level	38 460	7.381	65.374	0.000	32.782
Index	36 310	5.055	0.991	0.000	7.151
ROA	35 753	0.047	0.060	-0.229	0.226
ROE	35 753	0.078	0.114	-0.664	0.401
Size	39 573	22.120	1.481	19.384	27.463
Firmage	39 573	2.806	0.391	1.609	3.526
Lev	39 573	0.412	0.205	0.052	0.932
Cashflow	39 570	0.052	0.071	-0.180	0.260
REC	39 177	0.124	0.102	0.000	0.469
FIXED	39 572	0.208	0.160	0.002	0.706
Board	38 757	2.142	0.209	1.609	2.708
Tobin Q	37 716	1.905	1.141	0.858	8.069
ATO	35 006	0.678	0.460	0.062	2.734
Opinion	38 805	0.985	0.122	0.000	1.000
Employee	38 734	7.650	1.270	4.419	11.248
RD	38 731	7.270	7.821	0.157	0.914 38
SA	38 805	-3.735	0.290	-4.408	-2.799

3 实证分析

3.1 基准回归

采用机器学习中的 Lasso 方法,并按照 1:4 的样本分割比例进行交叉验证。基准回归结果如表 3 所示。列(1)表明,处置系数在 5%的水平上显著为正,存在正向影响。列(2)加入了控制变量二次项,系数符号及显著性不变。列(3)考虑了时间、个体

固定效应,结果仍然显著。可以得出结论,《指引》的实施显著提升了环保企业的持续绿色创新水平, H1 成立。

表 3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	Level	Level	Level
Event	1.099** (0.448)	1.323* (0.733)	1.962** (0.844)
控制变量一次项	是	是	是
控制变量二次项	否	是	是
时间固定效应	否	否	是
个体固定效应	否	否	是
观测值	29 024	29 024	29 024

注:***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

3.2 稳健性检验

为保证上述回归结果的稳健性与准确性,采用替换变量、剔除并行政策等多种方法进行稳健性检验。同时,采用滞后变量对模型进行内生性检验。

3.2.1 调整缩尾比例

将主要变量的缩尾比例由 1%、99%分位点调整至 5%、95%分位点,回归结果如表 4 列(1)所示。

3.2.2 替换被解释变量

参考黎文靖和郑曼妮^[2]的处理方法,构造绿色专利申请总数(lnInvent)替换被解释变量。具体结果如表 4 列(2)所示。

3.2.3 剔除并行政策影响

在《指引》实施的同时,企业会受到其他政策的影响。例如,中国先后于 2010 年、2012 年、2017 年分批试点“低碳城市”政策,旨在加快低碳技术研发,推进低碳技术创新。因此,根据上市企业所在城市被设立为“低碳城市”的年份,构造“低碳城市”政策虚拟变量(greencity),回归结果如表 4 列(3)所示。考虑并行政策的影响后,《指引》对企业持续绿色创新的政策效应仍然显著。

3.2.4 调整样本区间

原样本区间为 2004—2022 年,考虑到部分时间与政策时间相差较远。因此,将样本区间更换为 2008—2018 年,回归结果如表 4 列(4)所示。

3.2.5 考虑内生性问题

虽然采用双重机器学习,缓解了高维控制变量产生的问题,仍不可避免存在一定的内生性问题。因此,使用双重机器学习的部分线性工具变量模型进行内生性检验。将政策变量滞后 2 期,检验结果如表 4 列(5)所示。

3.2.6 重设实证模型

为避免模型设定偏误,从模型设定出发进行稳健性检验:第一,改变样本分割比例。由 1:4 的比例调整为 1:2 和 1:7,以避免样本分割影响结论;第二,更换机器学习方法。将 Lasso 回归分别替换为梯度上升、支持向量机和随机森林;第三,构建一般性的交互式模型。替换原模型中的主回归和辅助回归,交互式模型形式如式(6)所示。

$$Y_{it} = g(\text{Event}_{it}, X_{it}) + U_{it}$$

$$\text{Event}_{it} = m(X_{it}) + V_{it} \quad (6)$$

上述模型中处置效应的估计系数为

$$\theta_1 = E[g(\text{Event}_{it} = 1, X_{it}) - g(\text{Event}_{it} = 0, X_{it})] \quad (7)$$

此外,考虑到目前大多研究采用双重差分法(DID)分析政策效应,同样构建 DID 模型并进行安慰剂检验,政策效应仍正向显著。上述回归结果如表 5 列(1)~列(7)所示,安慰剂检验结果如图 1 所示。

4 进一步研究

4.1 机制检验

根据理论分析与研究假设,从融资约束、研发投入和银企共同持股三方面进行机制分析。

4.1.1 融资约束

参考宋敏等^[20]对融资约束指标的探究,采用 SA 指数衡量企业融资约束程度。回归结果如表 6

列(1)所示。政策变量系数显著为负,表明《指引》实施促进资金向低污染、低能耗的绿色企业转移,缓解了企业的融资约束,拓宽了融资渠道, H2 成立。

4.1.2 研发投入

以企业财务数据中披露的研发费用与总资产之比,构造机制变量研发投入(RD)。回归结果如

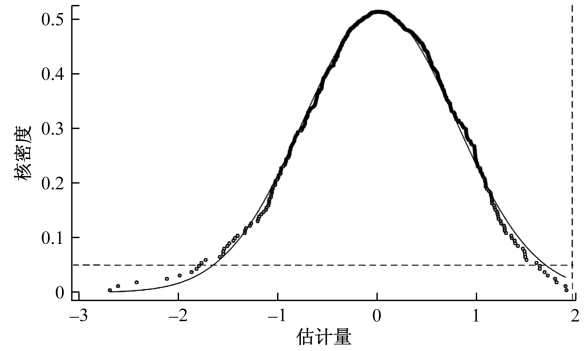


图 1 安慰剂检验结果

表 6 机制分析

变量	(1)	(2)	(3)
	SA	RD	Bank
Event	-0.549** (0.239)	0.099* (0.059)	0.015 (0.015)
控制变量一次项	是	是	是
控制变量二次项	是	是	是
个体、时间固定	是	是	是
观测值	29 024	27 988	29 024

注:***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

表 4 稳健性检验

变量	调整缩尾比例	替换被解释变量	剔除并行政策	调整样本区间	内生性检验
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	5%缩尾	lnInvent	greencity	2008—2018 年	滞后 2 期
Event	1.934** (0.842)	0.910** (0.427)	1.999*** (0.846)	2.469** (1.029)	2.8971*** (0.819)
控制变量一次项	是	是	是	是	是
控制变量二次项	是	是	是	是	是
个体、年份固定	是	是	是	是	是
观测值	29 024	29 024	29 024	15 149	25 143

注:***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

表 5 稳健性检验

变量	改变样本分割比例		更换机器学习方法			更换模型	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1:2	1:7	梯度上升	SVM	RF	交互式模型	DID 模型
Event	1.947 (0.840)	1.948** (0.844)	2.118** (0.951)	3.138** (1.693)	2.66* (1.482)	2.037*** (0.532)	1.989** (0.872)
控制变量一次项	是	是	是	是	是	是	是
控制变量二次项	是	是	是	是	是	是	是
个体、年份固定	是	是	是	是	是	是	是
观测值	29 024	29 024	29 024	29 024	29 024	29 024	29 024

表6列(3)所示。政策变量系数显著为正,表明《指引》实施使得企业对技术研发的投入增加,融资渠道的拓展也为企业的研发提供了支持,H3成立。

4.1.3 银企共同持股

以各企业股东是否持有银行股份(Bank)作为衡量银企共同持股的指标。回归结果如表6列(4)所示。政策变量系数显著为正,表明《指引》的实施有效促进了银企共同持股,改善了银企之间的关系,有利于缓解信息不对称问题,H4成立。

4.2 异质性分析

4.2.1 行业异质性

参考2018年国家统计局发布的《高技术产业(服务业)分类》,将样本企业划分为高科技企业和非高科技企业。结果如表7列(1)和列(2)所示。《指引》的实施对非高新型企业绿色创新的促进作用相对显著。究其原因,针对绿色信贷的关键评价指标倒逼企业改变原有的生产方式,转而进行绿色创新。例如,推动工业企业积极使用氢能、发展提纯技术等,有效提升了非高新型企业的创新能力。

4.2.2 地区异质性

由于中国东部、中部、西部的经济基础不同,《指引》在各地区的实施效果也可能存在不同。因此,以企业所在地区为判断标准,分组进行回归。

结果如表7列(3)~列(5)所示。《指引》实施对东部企业的促进作用最大,中部企业次之,对西部企业的影响不显著,H3b成立。究其原因,西部地区整体创新水平偏弱,在生产要素、人才集聚、资源配置等方面存在诸多不足,减弱了政策的积极影响。

4.2.3 产权异质性

由于产权性质不同,企业在执行政策时可能出现较大的差异。因此,将企业划分为国有企业和非国有企业。结果如表7列(6)和列(7)所示。结果表明,《指引》实施显著促进了国有企业开展绿色创新,对非国有企业的促进作用则不显著。国有企业信誉强,融资渠道丰富,技术创新资金充足,在持续进行绿色创新上具有一定优势。

4.3 《指引》的经济、社会效应

企业作为微观经济的主体,对政策带来的经济和社会效应更为敏感。因此,引入企业绩效(ROA、ROE)、公众关注度(Index)为被解释变量。若企业持续绿色创新水平高于全体企业的中位数,则赋值为1,否则为0。其次,作虚拟变量与政策变量的交互项Interact为核心解释变量。回归结果如表8所示。绿色创新体现环保企业讲求社会效益、承担社会责任,有助于企业提升社会效益。而开展绿色创新在短时间内增加了企业的生产成本和不确定性风险,导致企业的财务绩效下降。

表7 异质性分析

变量	按行业划分		按地区划分			按产权性质划分	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	高科技	非高科技	东部	中部	西部	国有	非国有
Event	1.584 (1.058)	2.327** (1.040)	3.462** (1.509)	1.253 (1.212)	2.932** (1.443)	2.162** (0.915)	1.176 (1.949)
控制变量一次项	是	是	是	是	是	是	是
控制变量二次项	是	是	是	是	是	是	是
个体、年份固定	是	是	是	是	是	是	是
观测值	12 279	16 745	21 272	3 329	4 418	11 086	17 322

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

表8 《指引》的经济、社会效应

变量	ROA		ROE		Index	
Event	-0.002** (0.0010)		-0.0046* (0.0027)		0.139*** (0.0310)	
Interact		-0.0011** (0.0005)		-0.003** (0.0010)		0.034** (0.0150)
控制变量一次项	是	是	是	是	是	是
控制变量二次项	是	是	是	是	是	是
个体、年份固定	是	是	是	是	是	是
观测值	33 892	33 892	33 892	33 892	32 116	32 116

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

5 结论与建议

5.1 结论

在经济向高质量发展转型的进程中,节能低碳、环境友好的绿色产业逐渐成为经济发展的重要支撑。绿色信贷如何服务于企业创新发展成为重要议题。因此,本文构建双重机器学习模型,以2012年《绿色信贷指引》(以下简称《指引》)实施为准自然实验,得出如下结论:第一,《指引》实施后,通过降低企业的融资约束、增加企业研发投入、改善银企关系,显著提升了环保型企业的持续绿色创新水平;第二,《指引》的实施对非高新型、东部、中部及国有企业的持续绿色创新水平提升较大。第三,持续绿色创新水平高的企业社会效益提升,但财务绩效难以改善。

5.2 建议

绿色信贷是中国金融发展的重要一环,能够有效引导市场资金、促进经济的高质量发展。近年来,国家先后出台2015年《能源信贷指引》、2016年《关于构建绿色金融体系的指导意见》等一系列政策,构建相对成熟的绿色信贷体系,为企业持续绿色创新营造了良好的环境,未来仍需从不同角度强化政策效应。

第一,着力完善绿色信贷制度。首先,健全绿色信贷的政策体系,鼓励、支持环保企业进行绿色创新,为实现高质量绿色创新的企业提供专项资金或优惠利率。其次,加强对授信企业的监督和披露。同时,完善绿色信贷相关的法律法规,对采用“粗放型”生产方式的企业进行处罚,以违法成本增加倒逼更多企业进行绿色创新。

第二,金融机构推动政策落实。银行提供的信贷服务和合理信息,极大程度上促进了绿色信贷政策的准确落实。首先,金融机构应重视绿色信贷、绿色金融相关产品的普及和宣传,打破银企间信息不对称的情况。其次,根据企业的运营阶段、区位特点等进行充分调研,合理评估各企业的风险承受度,有针对性地开发多元化的绿色金融产品,缓解企业“融资难”的问题,提供政策便利。

第三,企业加速绿色转型。企业应当逐步制定节约资源、保护环境的发展战略,严格执行国家在节能减排、碳中和等方面的规定。获得绿色信贷的企业要合理、有效地使用资金,在自主创新研发和生产方式改进上加大投入,提升生产资源配置效率。此外,企业应加强银企联系,关注与绿色信贷业务相关的公司治理,减少低质量创新造成的资源错配与浪费。

参考文献

- [1] SALAZAR J. Environmental finance: linking two worlds [R]. Wuhan, China; Workshop on Financial Innovations for Biodiversity Bratislava, 1998.
- [2] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 经济研究, 2016, 51(4): 60-73.
- [3] 何郁冰, 周慧, 丁佳敏. 技术多元化如何影响企业的持续创新? [J]. 科学学研究, 2017, 35(12): 1896-1909.
- [4] 王馨, 王莹. 绿色信贷政策增进绿色创新研究[J]. 管理世界, 2021, 37(6): 173-188.
- [5] 张超林, 刘凤根. 绿色信贷政策、信贷资源配置与企业 R&D 投资——基于双重差分法的实证研究[J]. 管理评论, 2023, 35(7): 122-137.
- [6] 刘澜飏, 任可歆. 绿色信贷政策对企业绿色创新质量的影响研究[J]. 南开学报(哲学社会科学版), 2023(6): 131-145.
- [7] JEUCKEN M. Sustainable finance and banking: the financial sector and the future of the planet[M]. London: Earthscan Publications Ltd., 2002.
- [8] 朱红伟. “绿色信贷”与信贷投资中的环境风险[J]. 华北金融, 2008(5): 11-16.
- [9] 胡荣才, 张文琼. 开展绿色信贷会影响商业银行盈利水平吗? [J]. 金融监管研究, 2016(7): 92-110.
- [10] 武力超, 陈若琪, 陈曦, 等. 绿色信贷对地区绿色技术创新的影响研究——基于城市商业银行的实证分析[J]. 环渤海经济瞭望, 2019(9): 8-16.
- [11] 张冬梅, 钟尚宏. 绿色信贷政策促进企业绿色技术创新了吗? [J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2024, 45(1): 9-22.
- [12] 吴红军, 刘啟仁, 吴世农. 公司环保信息披露与融资约束[J]. 世界经济, 2017, 40(5): 124-147.
- [13] 陆菁, 鄢云, 王韬璇. 绿色信贷政策的微观效应研究——基于技术创新与资源再配置的视角[J]. 中国工业经济, 2021(1): 174-192.
- [14] 何凌云, 祁晓凤. 环境规制与绿色全要素生产率——来自中国工业企业的证据[J]. 经济学动态, 2022(6): 97-114.
- [15] 翟胜宝, 许浩然, 唐玮, 等. 银行关联与企业创新——基于我国制造业上市公司的经验证据[J]. 会计研究, 2018(7): 50-56.
- [16] 王永钦, 杨璨. 银企共同持股与中国的企业创新[J]. 财贸经济, 2023, 44(9): 57-74.
- [17] 肖仁桥, 肖阳, 钱丽. 绿色金融、绿色技术创新与经济高质量发展[J]. 技术经济, 2023, 42(3): 1-13.
- [18] 刘力钢, 姜莉莉. 企业衰落与创新行为的关系研究——冗余资源与 CEO 任期的调节效应[J]. 科研管理, 2022, 43(8): 119-128.
- [19] CHERNOZHUKOV V, CHETVERIKOV D, DEMIRER M, et al. Double debiased machine learning for treatment and structural parameters[J]. The Econometrics

Can Green Credit Promote Continuous Green Innovation in Enterprises? Causal Inference Based on Double Machine Learning

ZHU Zixuan

(Business School of Soochow University, Suzhou 215000, Jiangsu, China)

Abstract: Under the “dual carbon” strategic goals, green credit has become an important driver for high-quality economic development and the transformation of enterprises. Based on operational data from A-share listed companies in China from 2004 to 2022, the implementation of the 2012 “Green Credit Guidelines” was used as a quasi-natural experiment. Employing double machine learning approach to construct an empirical model, the findings indicate that after the implementation of the Guidelines, the reduction of financing constraints, increased R&D investment, and promotion of joint ownership between banks and enterprises effectively drive continued green innovation in environmental protection enterprises.

Keywords: green credit; continuous innovation; double machine learning