

# 中国环境保护税与重污染企业绿色技术创新： 数量增长与质量挑战

## CHINA'S ENVIRONMENTAL PROTECTION TAX AND GREEN TECHNOLOGY INNOVATION IN HEAVILY POLLUTING ENTERPRISES: QUANTITATIVE GROWTH AND QUALITY CHALLENGES

王静静<sup>1\*</sup>, 鲁桂华<sup>2</sup>

Jingjing Wang<sup>1\*</sup>, Guihua Lu<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>泰国正大管理学院中国研究生院

<sup>1,2</sup>Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management, Thailand

Received: March 7, 2024 / Revised: May 22, 2024 / Accepted: May 27, 2024

### 摘要

随着全球对可持续发展和环境保护关注的增加，政策工具在引导企业采纳绿色技术创新中起着至关重要的作用。本研究基于中国环境保护税改革这一准自然实验，采用2009至2019年中国A股市场上的重污染企业上市公司数据，利用双重差分法，深入探讨了环境保护税对企业绿色技术创新的影响。结果表明，环境保护税改革显著促进了企业绿色技术创新活动，特别是在数量上的策略性创新，而对质量上的实质性创新效果则较为有限。异质性研究发现，环境保护税政策尤其激励了国有企业和大型企业的绿色创新，而对其他类型企业的影响相对较小。进一步的机制分析揭示，商业信用融资的提升和代理成本的降低是促进绿色技术创新的关键因素。本研究为完善和深化中国环境保护税制度提供了有力的经验证据，强调在促进重污染企业绿色技术创新的政策设计中，需要平衡创新的数量增长与质量提升的双重目标。

**关键词：**环境保护税 绿色技术创新 双重差分法 商业信用融资 代理成本

\*Corresponding Author: Jingjing Wang  
E-mail: 864898776@qq.com

## Abstract

As global attention to sustainable development and environmental protection increases, policy tools play a crucial role in guiding enterprises towards green technological innovation. This study employs a quasi-natural experiment based on China's Environmental Protection Tax Reform and uses data from heavy-polluting listed companies on China's A-share market from 2009 to 2019 with a difference-in-differences (DID) approach to thoroughly investigate the impact of the environmental protection tax on corporate green technological innovation. The results indicate that the environmental protection tax reform significantly prompts activities in green technological innovation, particularly in terms of strategic innovation in quantity, while its effects on substantive quality innovation are relatively limited. Heterogeneity analysis reveals that the environmental protection tax policy specifically motivates green innovation in state-owned and large enterprises, with comparatively less impact on other types of enterprises. Further mechanism analysis demonstrates that the enhancement of commercial credit financing and the reduction of agency costs are key factors in promoting green technological innovation. This research provides robust empirical evidence for the refinement and deepening of China's environmental protection tax system, highlighting the need for policy design in promoting green technological innovation in heavy-polluting enterprises to balance the dual objectives of increasing innovation quantity and enhancing quality.

**Keywords:** Environmental Protection Tax, Green Technology Innovation, Difference-in-Differences, Commercial Credit Financing, Agency Costs

## 引言

近几十年来，中国的快速经济增长伴随着显著的环境挑战，包括空气污染和水污染等 (Lu et al., 2017)。世界卫生组织的报道指出：室外空气污染每年造成约 300 万人死亡，其中相当大一部分发生在东南亚和西太平洋区域 (World Health Organization, 2016)。在水污染方面，2011 ~2022 年中国劣 V 类水质平均超过 8%，引发严重的健康风险 (Song et al., 2023)。面对这些挑战，中国政府认识到可持续发展的重要性，采取了一系列政策措施来应对环境恶化，包括 2018 年开始实施的《中华人民共和国环境保护税法》，以税收手段激励环境保护 (Liu et al., 2021)。

实施环境保护税法对减少污染排放、保护环境及促进生态文明建设发挥了关键作用。该政策不仅明确了中国绿色发展的方向，还激励工业企业进行积极的绿色技术创新，从而推动中国经济朝向高质量发展。绿色技术创新指的是企业为减少对环境的负面影响和提高资源效率而开发及应用的新技术和方法 (Zhang et al., 2022)。

尽管环保法的实施促进了一定数量的绿色技术应用，但在创新质量方面的提升仍显不足。这揭示了继续探究环境政策与企业创新行为之间互动的重要性，并指出了政策在激励高质量绿

色创新方面的潜在改进空间。文献中对环境规制是否有效提高企业绿色技术创新的质量存在分歧，部分研究支持环保政策提质增效的观点 (Liu & Xiao, 2022)，而其他研究则认为这些政策主要增加了创新的数量而非质量 (Li & Zheng, 2016; Huang et al., 2022)。

本研究的核心价值在于依托制度理论和波特假说，深入解析中国环境保护税改革如何影响企业层面的绿色技术创新，重点分析了环境保护税在促进绿色技术创新数量上的显著增长，同时揭示了在提升绿色创新质量方面的局限性。这一发现不仅丰富了环境政策与企业创新行为之间相互作用的理论框架，也为政策制定者提供了重要的实证依据，指出了当前政策在激励高质量绿色创新方面的改进空间。

本研究的创新之处在于：首先，采用双重差分法精细分析环境保护税的政策效应，提高了研究的准确性和可靠性。其次，对环境保护税对绿色技术创新数量与质量双重影响的探讨，在现有文献中较为少见，为评估政策的综合效应提供了新的理解。最后，通过揭示商业融资和代理成本的变化，分析了促进绿色技术创新的潜在机制，提供了具体的策略建议。

本研究不仅提供了对制度理论在环境政策领域应用的进一步理解，还实证检验了波特假说在当前中国环境政策背景下的适用性。

本研究接下来的结构如下：首先，在文献综述中，本研究将梳理相关研究，提出研究假设；其次，介绍数据来源、变量选取和模型构建；然后，对实证结果进行分析和讨论；最后，提出政策建议和未来研究方向。

## 研究目的

本研究旨在探究环境保护税对重污染企业绿色创新的影响。首先，研究将探讨环境保护税是否有效促进企业绿色技术创新，包括对创新数量和质量的影响，旨在评估税收政策在激励企业实施绿色创新方面的作用。其次，研究将评估环境保护税对不同类型企业（如规模、产权性质）绿色技术创新影响的异质性，为政策制定者提供针对性的优化策略，确保税收政策在各类企业中的有效实施。最后，研究将分析环境保护税如何通过提升商业信用融资和代理成本降低这两个机制，影响企业的绿色技术创新。通过这种机制的剖析，为理解环境保护税如何激发企业绿色创新提供了新的视角。

通过上述研究目的，本研究对于学术界和监管层在更好地理解环境保护税对创新数量、质量及其影响路径方面提供了增量的科学证据。

## 文献综述

本研究依托于制度理论和波特假说。制度理论帮助我们理解环境保护税法如何作为外部压力塑造企业行为，推动其朝着更可持续的实践转变 (DiMaggio & Powell, 1983)。此外，North (1990)

也提供了制度变迁如何影响企业行为的视角。波特假说，探讨环境规制如何激发企业的创新行为 (Porter & Van der Linde, 1995)。

### 1. 环境保护税对绿色创新的影响

在经济学中，污染被视为一种负外部性，即企业的生产活动所引起的污染成本未被完全内化，导致社会和环境承担了这部分成本，形成了负外部性 (Eidelwein et al., 2018)。为缓解这一问题，环境保护税等规制性措施被引入，旨在促使企业将污染成本内化，减少对环境的损害 (Eidelwein et al., 2018)。波特假说 (Porter & Van der Linde, 1995) 提出，环境规制虽然增加了企业的治理成本，但能激发企业的创新主动性，从而提升效率。实证研究如 Wang et al. (2021) 及 Huang et al. (2021) 表明，环境规范性监管对企业的研发活动和环境专利产出具有积极效应。

环境规制的特征，如严格性和稳定性，对绿色创新的影响具有决定性作用 (Yang, 2021)。市场型环境规制相较于命令型规制，通过提供更大的激励，如补贴、税收减免，激发企业的绿色创新动力 (Andrea et al., 2018)。然而，《环境保护税法》的实施可能导致企业采取策略性创新，通过增加绿色专利数量来应对政府监管，而不是深度创新 (Li & Zheng, 2016)。但环境保护税也可能对绿色创新起到增量提质的效果 (Liu & Xiao, 2022)。

基于以上分析，提出如下假设：

H1: 环境保护税将显著激励污染企业实施绿色技术创新。

H2: 环境保护税将促进污染企业通过增加绿色实用新型专利数量来采取策略性绿色创新。

### 2. 环境保护税增进企业绿色创新的异质性分析

企业的规模和产权性质在环境保护税影响下，对绿色创新产生异质性影响 (Zhang, 2023)。国有企业相较于民营企业，在绿色技术创新方面具有更多优势，如融资能力和政策支持 (Yu et al., 2019)。本研究根据资产总额将企业分类为大企业和小企业。分类标准是企业资产总额是否高于样本的平均值，这一方法反映了企业的经济实力和市场影响力，是经济研究中常用的企业规模划分指标 (Susanti et al., 2021)。此分类确保了企业均匀分组，便于分析环境政策对不同规模企业绿色创新的影响。大型企业由于资源和规模优势，能够更有效地适应环境保护税的挑战，而小型企业则可能因资源限制而在绿色创新方面处于劣势 (Zhou et al., 2023)。

基于以上分析，提出如下假设：

H3: 实施环境保护税政策后，国有企业相较于民营企业在推动绿色技术创新方面表现出更强的动力。

H4: 相较于小型企业，环境保护税的施行显著加强了大型企业对绿色技术创新的积极性。

### 3. 环境保护税激励绿色创新的中介机制分析

绿色金融和《环境保护税法》的实施促进了银行业对绿色信贷的规范化，提高了绿色信贷门槛 (Su & Lian, 2018)。制度理论指出，政策变化能够创造新的市场动力和资源配置方式

(Vargo et al., 2015)。在这种背景下，企业可能通过提升商业信用来应对这一挑战，特别是当直接获得资金的路径不明显时。提升商业信用可以通过改善财务透明度、积极响应环境政策、建立良好的信用历史和加强与金融机构的关系等方式实现 (Zhang et al., 2011)。

环境保护税通过提高环境规制的成本，迫使企业转向绿色技术研发。代理理论指出，管理层的股份持有比例与代理成本之间存在负相关关系 (Rashid, 2016; Westermann, 2017)，管理层股权参与有助于降低代理成本，促进企业向绿色技术创新发展。利益相关者理论强调企业决策过程中各方利益的平衡 (Bridoux & Vishwanathan, 2020)。在环境保护税政策的背景下，内部治理结构的效率成为影响企业绿色创新的关键因素。内部治理结构的效率，特别是管理层的持股比例，对绿色创新同样起到机制作用。理论上，管理层持有更多股份时，其利益与股东利益更加一致，这降低了代理成本并可能促进企业内部治理的效率 (Jensen & Meckling, 1976)。在这种情况下，管理层可能更有动力和能力推动企业进行绿色创新，因为这不仅符合企业长期利益，也符合他们个人的财务利益。

基于以上分析，提出如下假设：

H5：提升商业信用融资是环境保护税促进污染企业绿色技术创新的关键机制。

H6：环境保护税将使企业的代理成本显著降低，从而显著改善企业绿色技术创新。

综上，本研究通过综合分析环境保护税、绿色技术创新以及企业内部治理和外部融资机制的文献，构建了一个综合理论框架。对现有研究在环境政策、财务机制与绿色创新三者作用方面做出了补充和扩展。本研究逻辑框架图如图 1 所示：

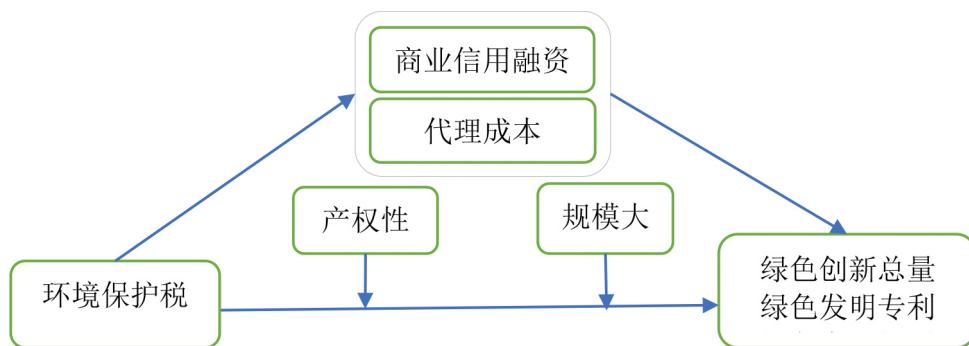


图 1 环境保护税对企业绿色创新的影响逻辑框架图

## 研究方法

### 1. 样本选取与数据来源

本研究基于《中华人民共和国环境保护税法》自 2018 年 1 月 1 日起的实施，参考了 Zhou et al. (2023) 的研究，选取了 2012 年修订的《上市公司行业分类指引》中 19 个重污染行业作为研究样本，如 B06 煤炭开采和洗选业，这些行业对环境的潜在影响特别大，且是环保税政

策的主要影响对象，是环境监管的重点行业研究期间定为2009年至2019年，避免了2008年金融危机和2020年新冠疫情的影响。排除了标记为ST和ST\*的上市公司，最终样本量为8328个。主要变量进行了1%的缩尾处理以减少极端值影响。研究所用的绿色专利数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS)，财务信息则通过CSMAR数据库获得。数据分析采用Stata16软件进行。

## 2. 变量选取与定义

### 2.1 被解释变量

本研究参考了Wang和Wang(2021)、Zhou et al.(2023)的研究，将企业的绿色专利申请数量作为绿色创新的衡量指标，并对绿色专利申请进行细分，用绿色发明专利(Lninv)的申请量来探究创新的质量层面，将绿色实用新型专利(Lnuma)的申请数量视为创新数量的指标。将这两类专利加总，得到了代表企业综合绿色创新活动的总指标(Lntotal)。

### 2.2 关键解释变量

在此项研究中，环境保护税的实施被视为关键解释变量，通过采用时间虚拟变量(Time)与分组虚拟变量(Treated)的交互项(DID)来表示。这一变量旨在评估环境保护税对重污染企业绿色创新的净效应。

### 2.3 控制变量

在本项研究中，为了确保分析的准确性，参考Wang和Wang(2021)、Zhou et al.(2023)的研究，纳入了多项控制变量，涵盖了企业的财务状况和运营特征。这些变量包括：企业的账面与市场价值之比(即mtb)，反映企业流动性的现金比率(cash)，研发活动强度的指标研发支出比例(rd)，资本结构的固定资产比例(fix)，企业运营年限反映的成熟度(lnage)，以总资产衡量的规模(size)，衡量财务杠杆的资产负债率(debt)，以及企业经济效益的指标，如总资产收益率(roa)和净资产收益率(roe)。此外，托宾q值(qa)也被包含作为衡量企业市场价值与重置成本比值的重要指标。

### 2.4 机制变量

机制变量包括商业信用融资(ccf)和代理成本(ac)。商业信用融资反映了企业依赖供应商信用的程度，代理成本通过管理层持股比例表示，反映了管理层利益与股东利益的一致性。

变量的选取和定义如表1所示：

表 1 变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量	绿色创新	lninva	ln(企业当年申请的绿色发明专利数量 + 1)
		lnmua	ln(企业当年申请的绿色实用新型专利数量 + 1)
		lntotal	ln(企业当年申请的绿色专利数量 + 1)
解释变量	时间虚拟变量	time	政策实施之后赋值 1, 否则 0
	分组虚拟变量	treated	受政策影响的企业赋值 1, 否则 0
	双重差分量	DID	time × treated
控制变量	托宾 q 值	qa	企业市场价值/企业重置成本
	总资产收益率	roa	净利润/平均总资产
	净资产收益率	roe	净利润/平均净资产
	资产负债率	debt	负债/资产
	账面市值比	mtb	资产/公司市值
	固定资产比	fix	固定资产/总资产
	研发投入比	rd	企业研发投入/营业收入
	现金比率	cash	(货币资金+有价证券)/流动负债
	企业年龄	lnage	企业成立年限的自然对数
	企业规模	size	企业总资产的自然对数
机制变量	商业信用融资	ccf	流动性负债/期初总资产
	代理成本	ac	管理层所持股份/总股份

### 3. 模型构建

#### 3.1 直接影响检验

采用双重差分模型检验环境保护税政策对绿色创新的直接影响，模型设定如下：

$$GI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 treated_i + \alpha_2 time_t + \alpha_3 DID_{it} + \alpha_4 X_{it} + YEAR_t + FIRM_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中  $GI_{it}$  表示被解释变量绿色创新，通过企业绿色专利申请数量来衡量。为了细化分析，通过分析绿色发明专利 ( $lninva$ ) 的申请量来探究创新的质量层面，而将实用新型专利 ( $lnuma$ ) 的申请数量视为创新数量的指示。将这两类专利加总，得到了代表企业综合绿色创新活动的总指标 ( $lntotal$ )。 $time_t$  表示政策执行时间，2018 年 1 月 1 日之后取 1，之前取 0。 $treated_i$  解释变量表示政策影响，受到环境保护税政策影响的重污染企业取值为 1，反之取 0； $DID_{it}$  为是核心解释变量，是时间与政策的交互项。 $X_{it}$  是控制变量。 $\alpha_0$  为回归截距项， $\alpha_1-\alpha_4$  为解释变量和控制变量系数。 $YEAR_t$  和  $FIRM_i$  分别表示时间固定效应和公司固定效应。 $\varepsilon_{it}$  是误差项。

#### 3.2 作用机制检验

在进行作用机制的分析时，本研究遵循了 Baron 和 Kenny (1986) 提出的分析框架，

基于模型(1)进行进一步的实证检验,

$$med_{it} = \beta_0 + \beta_1 treated_i + \beta_2 time_t + \beta_3 DID_{it} + \beta_4 X_{it} + YEAR_t + FIRM_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$GI_{it} = \theta_0 + \theta_1 treated_i + \theta_2 time_t + \theta_3 DID_{it} + \theta_4 medit + \theta_5 X_{it} + YEAR_t + FIRM_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,  $med_{it}$  表示中介变量, 分别为商业信用融资(ccf)和代理成本(ac)。如果  $\beta_3$  显著大于零, 这表明环境保护税法实施后, 受影响的企业在中介变量(如商业信用融资或代理成本)方面有显著的增加。如果  $\theta_3$  显著大于零, 这指环境保护税法实施对绿色创新有直接正面影响。 $\theta_4$  的显著性则表明中介变量(如商业信用融资或代理成本)在环境保护税法和绿色创新之间起到了中介作用。其他变量的含义同模型(1)。

## 研究结果

### 1. 多重共线性检验

为保证结果的稳定性和可靠性, 对变量间的多重共线性检查是必要的。方差膨胀因子(VIF)可以对此进行评估(Hair et al., 2019)。通常, VIF 超过 10 被认为变量之间可能存在多重共线性(O'Brien, 2007)。本研究所有解释变量的 VIF 值均没有超过 10, 平均的 VIF 值是 3.71, 远低于 10 的常规阈值。表明解释变量之间不存在多重共线性问题。

### 2. 描述性统计分析

本研究的描述性统计结果如表 2 所示。该表展示了关键变量的基本统计量, 为理解样本特征和变量分布提供初步视角。绿色创新总量(lntotal)均值为 1.249, 标准差为 1.534, 表明企业间绿色创新程度差异显著。

表 2 描述性统计分析

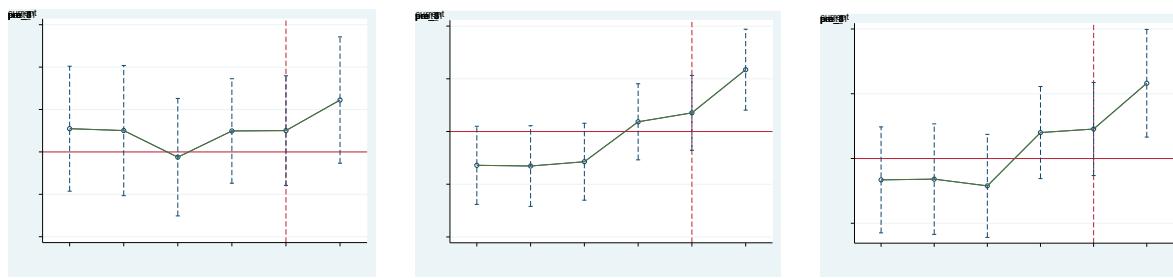
变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
lntotal	8328	1.2490	1.5340	0	5.5870
lninva	8328	0.9020	1.3040	0	5.0560
lnuma	8328	0.8640	1.2760	0	4.7360
time	8328	0.7300	0.4440	0	1
treated	8328	0.3810	0.4860	0	1
DID	8328	0.0698	0.2550	0	1
qa	8328	1.9480	1.2080	0.855	7.7220
roa	8328	0.0417	0.0462	-0.102	0.2040
roe	8328	0.0781	0.0845	-0.265	0.3310

表2 描述性统计分析（续表）

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
debt	8328	0.4830	0.1900	0.0750	0.8610
mtb	8328	0.3110	0.1420	0.0714	0.7580
size	8328	22.6000	1.3220	19.9000	26.390
lnage	8328	2.8470	0.3030	1.7920	3.4010
fix	8328	0.2490	0.1800	0.0024	0.7520
rd	8328	0.0152	0.0247	0	0.1190
cash	8328	0.5900	0.8320	0.0289	5.5660

### 3. 平行趋势检验

利用双重差分法进行分析，平行趋势检验不可或缺。从图1中可以看出：在环境保护税法实施前，企业的绿色创新水平并未显示出预先存在的趋势变化。通过了平行趋势检验。环境保护税法实施后，对绿色实用新型和绿色专利总量的正面影响逐渐显现，而对绿色发明专利的影响不显著，暗示了企业可能偏向于风险较低的创新类型。



(a) 绿色发明专利平行趋势图 (b) 绿色实用新型平行趋势图 (c) 绿色专利总量平行趋势图

图1 平行趋势检验

### 4. 基准回归结果

基准回归结果如表3所示。列(1)-(3)未包含控制变量，绿色发明专利申请（列1）的核心解释变量 DID 系数虽为正，但不显著；而绿色实用新型专利申请（列2）和绿色专利申请总量（列3）的 DID 系数分别在 1% 和 5% 的显著性水平上为正。当引入控制变量后，绿色发明专利申请（列4）依然不显著，然而绿色实用新型（列5）和绿色专利申请总量（列6）均在 1% 的显著性水平上呈现正显著。这些结果支持和验证了假说 H1 和 H2。揭示了环境保护税法对促进污染企业的绿色实用新型专利申请和绿色专利申请总量方面的显著效果，而对于绿色发明专利的质量影响则不显著。

表3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lninva	lnuma	lntotal	lninva	lnuma	lntotal
DID	0.0169 (0.0656)	0.2178*** (0.0666)	0.1698** (0.0727)	0.0581 (0.0633)	0.2403*** (0.0656)	0.2105*** (0.0704)
控制变量	NO	NO	NO	YES	YES	YES
常数项	1.0005*** (0.0577)	0.9249*** (0.0522)	1.3355*** (0.0660)	-9.7270*** (0.7599)	-7.4954*** (0.6980)	-10.3290*** (0.7982)
N	8328	8328	8328	8328	8328	8328
R <sup>2</sup>	0.3066	0.3450	0.3617	0.4526	0.4423	0.4927
年份	YES	YES	YES	YES	YES	YES
公司	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：括号中标准误， \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1

## 5. 稳健性检验

### 5.1 替换核心被解释变量

用已经取得的绿色专利数量，替换被解释变量。结果如表4第(1)-(3)列所示。已经取得的绿色专利和已经取得实用新型专利显著为正，而绿色发明专利为负，且不显著。与基准回归结果基本一致。

表4 稳健性检验(a)

变量	用取得的绿色专利代替申请的绿色专利			运用双重 Tobit 模型		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lninva	lnuma	lntotal	lninva	lnuma	lntotal
DID	-0.0594 (0.0438)	0.1502** (0.0615)	0.1093* (0.0606)	0.0789 (0.0651)	0.2672*** (0.0663)	0.2411*** (0.0765)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	8328	8328	8328	8328	8328	8328
R <sup>2</sup>	0.3508	0.4313	0.4687	-	-	-
年份	YES	YES	YES	YES	YES	YES
公司	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：括号中标准误， \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1

## 5.2 运用双重 Tobit 模型

鉴于专利数据的左截尾特性，双重 Tobit 模型成为适当的选择 (Wang & Wang, 2021)。表 4 第 (4) - (6) 列展示了使用双重 Tobit 模型的回归结果。结果显示，对绿色专利总量和绿色实用新型的影响在 1% 的显著性水平上为正，而对绿色发明专利的影响虽为正，但不显著。这些发现进一步支持了基准回归结果的稳健性，表明即使在采用不同的模型和方法时，研究的核心结论仍然得到了验证。

## 5.3 利用倾向得分-双重差分模型 (PSM-DID) 方法进行回归

PSM-DID 方法是一种有效的统计手段，用于修正样本间的潜在差异并减少内生性问题。在本研究中，运用了两种不同的匹配策略：最近邻匹配和核半径匹配。表 5 展示了这两种方法的回归结果。在最近邻匹配回归（列 1-3）中，DID 的系数对绿色实用新型和绿色专利总量在 1% 显著性水平上显著为正，而对绿色发明专利的影响虽为正，但不显著。核半径匹配回归（列 4-6）的结果与最近邻匹配一致，进一步强化了基准回归结果的稳健性。

**表 5 稳健性检验 (b)**

变量	最近邻匹配			核半径匹配		
	(1) lninva	(2) lnuma	(3) lntotal	(4) lninva	(5) lnuma	(6) lntotal
DID	0.0425 (0.0618)	0.2422*** (0.0648)	0.2004*** (0.0691)	0.0462 (0.0618)	0.2441*** (0.0647)	0.2037*** (0.0691)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	8307	8307	8307	8325	8325	8325
R <sup>2</sup>	0.7445	0.7222	0.7640	0.7449	0.7229	0.7646
年份	YES	YES	YES	YES	YES	YES
公司	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：括号中标准误， \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1

## 6. 异质性分析

### 6.1 企业产权异质性

根据表 6 的数据，可以观察到在环境保护税政策下，国有企业和民营企业在绿色创新方面的表现存在显著差异，这支持了 H3。在国有企业中，环境保护税对绿色创新总量、绿色实用新型专利的影响显著为正，而对绿色发明专利的影响虽为正，但不显著。这种现象可能反映了国有企业在政府政策的引导下，对绿色创新的积极响应，尤其是在实用新型专利方面。

表 6 异质性分析（产权性质）

变量	国有企业			民营企业		
	(1) lninva	(2) lnuma	(3) lntotal	(4) lninva	(5) lnuma	(6) lntotal
DID	0.1123 (0.0750)	0.2897*** (0.0832)	0.2693*** (0.0841)	-0.0688 (0.1057)	0.1630 (0.1020)	0.0876 (0.1188)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	5168	5168	5168	3160	3160	3160
R <sup>2</sup>	0.7734	0.7409	0.7895	0.6922	0.6883	0.7192
年份	YES	YES	YES	YES	YES	YES
公司	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：括号中标准误， \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1

## 6.2 企业规模异质性

环境保护税作为一种重要的环境规制工具，在促进企业绿色创新方面的效果因企业规模而异。根据表 7 数据，发现大型企业在环境保护税的激励下展现出更加积极的绿色创新行为，特别是在绿色实用新型专利的申请上表现得尤为突出。这一现象凸显了企业规模在绿色创新能力的培养和政策激励响应上发挥的关键角色，进一步验证了假设 H4 的成立。这一发现强调了在制定环境政策时，需要考虑企业规模差异，以更精准地激发各类企业的绿色创新潜力。

表 7 异质性分析（规模大小）

变量	大型企业			小型企业		
	(1) lninva	(2) lnuma	(3) lntotal	(4) lninva	(5) lnuma	(6) lntotal
DID	0.0713 (0.0937)	0.3231*** (0.1008)	0.2460** (0.1058)	-0.0618 (0.0728)	0.0934 (0.0743)	0.0836 (0.0823)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	4053	4053	4053	4275	4275	4275
R <sup>2</sup>	0.7692	0.7488	0.7851	0.6815	0.6538	0.7109
年份	YES	YES	YES	YES	YES	YES
公司	YES	YES	YES	YES	YES	YES

注：括号中标准误， \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1

## 7. 作用机制检验

### 7.1 信用融资的中介效应

表8(列1-2) 的数据显示, 环境保护税政策显著地促进了企业商业信用的提升(系数为0.0108, 5% 的显著性水平上正显著)。在环境保护税政策下, 企业面临的一个关键挑战是如何获得实施绿色创新所需的资金。

然而, 商业信用对绿色创新的影响系数尽管为正的0.1974, 但并不显著, 这表明企业在绿色创新方面可能面临非财务方面的挑战, 如技术能力、市场需求、政策理解等。为了进一步验证商业信用的中介作用, 本研究采用了Bootstrap方法进行检验, 具体来说, 本研究生成了5000个样本, 通过这些样本计算出的置信区间来估计中介效应的稳定性和显著性。根据 Hayes (2013), 采用Bootstrap中介效应的核心标准是检验中介变量效应的95%置信区间是否包含零。在本研究中, 该置信区间为(0.0003578 0.0060587), 该置信区间不包含0, 从而确认了商业信用融资在环境保护税与绿色创新之间确实起到了中介作用, H5得到验证。

### 7.2 代理成本的中介效应

表8(列3-4)的结果揭示了环境保护税激励下代理成本在绿色创新中的中介作用。在环境保护税的激励机制下, 通过提高管理层持股比例, 实现了代理成本的有效降低, 从而促进了企业的绿色技术创新, 验证了假设H6的成立。具体而言, DID变量与代理成本的系数为0.0087, 5%的显著性水平上显著为正(列3), 代理成本对绿色专利总量的系数为0.0213, 10%的显著性水平上显著为正(列4), 表明环境保护税通过改善企业内部治理结构和增加管理层的积极参与, 显著提升了企业的绿色创新能力。

**表8 中介效应检验**

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	ccf	lntotal	ac	lntotal
DID	0.0108** (0.0045)	0.2015*** (0.0689)	0.0087** (0.0038)	0.1990*** (0.0701)
ccf		0.1974 (0.2385)		
ac			0.0213* (0.5019)	
控制变量	YES	YES	YES	YES
常数项	YES	YES	YES	YES
N	8328	8328	8328	8328
R <sup>2</sup>	0.5842	0.2475	0.0169	0.2433

表 8 中介效应检验（续表）

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	ccf	lntotal	ac	lntotal
年份	YES	YES	YES	YES
公司	YES	YES	YES	YES
Bootstrap 检验	置信区间 (0.0003578 0.0060587), 通过检验			

注：括号中标准误， \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1

综上，本研究不仅证实了环境保护税对促进企业绿色技术创新的有效性，还揭示了其作用机制及企业间的异质性反应，为制定更加精准和有效的环境政策提供了理论和实证依据。

## 讨论

本研究全面评估了环境保护税对企业绿色创新的影响，发现该政策促进了污染企业的绿色技术申请，尤其是实用新型专利，而对发明专利质量的提升效果有限。这与 Huang et al. (2022) 的发现一致，他们的研究发现环境保护税促进了企业的策略性创新，而对实质性创新的影响不显著。同时，这一发现也与 Li 和 Zheng (2016) 的结论相符，他们观察到宏观产业政策主要增强了企业专利数量而非质量的创新。然而与 Liu 和 Xiao (2022) 的研究结果存在差异，后者发现环保税改革同时促进了绿色创新的数量和质量增长。

这种差异可能源于多种因素，包括样本适应的政策、具体行业选择以及研究的时间段等多种因素。Li 和 Zheng (2016) 的研究基于宏观产业政策对所有类型的上市公司在 2001 至 2010 年间申请的专利。Liu 和 Xiao (2022) 以及 Huang et al. (2022) 的研究聚焦的是环境保护税对重污染企业绿色专利的影响，但时间段不同，前者是 2015 至 2019 年，后者是 2015 至 2020。此外，他们的研究控制变量也不尽相同。这些差异说明了在设计类似研究时，政策选择、时间段选择、样本的具体行业以及控制变量的设定对于研究结果可能均有显著影响。本研究的异质性分析揭示了环境保护税政策效应在具有不同产权性质和企业规模的企业群体中的显著差异。这一观察结果与 Yu et al. (2019)、Zhang (2023) 的研究形成了共鸣，进一步丰富了环境政策效应异质性的文献。这些发现突出了制定针对性更强的环境政策的必要性，以适应不同类型企业的特定需求。

此外，通过明确揭示商业信用融资和代理成本如何作为环境保护税政策促进企业绿色技术创新的中介机制，本研究拓展了对环境政策影响路径的理解。这与 Su 和 Lian (2018) 关于绿色信贷政策通过影响企业融资渠道促进绿色创新的研究相呼应，但本研究进一步细化了这些机制的作用，并从代理成本的角度提供了新的见解。这一发现强调了改善内部治理结构，特别是

管理层激励机制的重要性，以促进企业的环境责任实践。通过对这些研究结果的对比和分析，本研究不仅在数量上验证了环境保护税政策促进企业绿色技术创新的效应，也在质量上揭示了其局限性，同时通过机制分析加深了对政策效应传导路径的理解。这些贡献不仅为政策制定者提供了有价值的实证支持，也为后续研究提供了新的理论和方法论方向。

## 总结与建议

### 1. 总结

本研究基于《中华人民共和国环境保护税法》自 2018 年 1 月 1 日起实施的政策背景，采用包括煤炭开采和洗选业在内的 19 个重污染行业上市公司的数据，涵盖 2009 年至 2019 年的时间段，深入探讨了环境保护税对企业绿色技术创新的影响。研究结果显示，环境保护税有效促进了重污染企业绿色创新的数量，尤其在实用新型专利方面。然而，对于绿色发明专利，即绿色创新的质量方面，其影响相对有限。此外，国有及大型企业对环境保护税的响应更为积极，显示出环境政策效应的企业异质性。研究还揭示了商业信用融资和代理成本在环境保护税影响企业绿色创新过程中的中介作用。

### 2. 建议

对企业而言，提升绿色创新的质量是实现环境和经济双赢的关键。企业应深化对环境保护税政策的理解和适应，尤其是中小企业需要积极寻求政策支持和融资机会，加大绿色技术研发和应用。同时，企业应提高内部管理效率，优化资源配置，以提升绿色创新的质量和效率。

政府应进一步完善环境保护税政策，通过提供税收优惠、财政补贴等手段，鼓励企业进行高质量的绿色创新。同时，政府应考虑企业异质性，为不同类型的企业提供差异化的支持策略，特别是加大对中小企业的扶持力度，以实现绿色创新的广泛推广和应用。

总而言之，通过企业自身努力和政府的政策支持，可以形成一个促进绿色创新的良好环境。企业在提升绿色创新质量的同时，政府通过完善的环境保护税政策和财税支持体系，为企业提供坚实的支撑。这不仅能促进企业的绿色转型和高质量发展，还能为实现中国乃至全球的可持续发展目标贡献力量。

### 3. 研究不足及未来展望

尽管本研究揭示了环境保护税对企业绿色创新的促进作用，但存在一些局限。首先，研究主要集中于绿色技术创新，未广泛涉及如绿色人力资源管理和绿色组织管理等其他形式的绿色创新。这些创新对企业的可持续发展至关重要，但在本研究中尚未得到充分探讨。其次，本研究未分析绿色技术创新对其他创新领域可能造成的挤出效应，也未考虑绿色金融和管理者绿色认知等因素如何影响绿色创新实践。

未来的研究应当扩展研究范围，探索环境政策对绿色人力资源管理等非技术领域的影响。此外，更全面的分析应包括绿色金融的作用，以及如何通过企业管理层的绿色认知来优化绿色政策的实施效果。这些探讨将有助于更全面地理解环保政策在不同层面上的作用机制，为企业和政府提供更为深入的策略建议，以实现真正的企业可持续发展和环境保护。

## References

- Andrea, F., Giulio, G., & Valentina, M. (2018). Green patents, regulatory policies, and research network policies. *Research Policy*, 37, 1018-1031.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173.
- Bridoux, F., & Vishwanathan, P. (2020). When do powerful stakeholders give managers the latitude to balance all stakeholders' interests? *Business & Society*, 59(1), 232-262.
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160.
- Eidelwein, F., Cisco Collatto, D., Rodrigues, L. H., Lacerda, D. P., & Piran, F. S. (2018). Internalization of environmental externalities: Development of a method for elaborating the statement of economic and environmental results. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1316-1327.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. Guilford Press.
- Huang, J., Zhao, J., & Cao, J. (2021). Environmental regulation and corporate R&D investment—Evidence from a quasi-natural experiment. *International Review of Economics & Finance*, 72, 154-174.
- Huang, Y., Chen, H., & Yang, Y. (2022). Institutional logic of polluting enterprises' transformation from the perspective of reform of environmental protection fee to tax: Financialization or greening. *Journal of Environmental Economics*, 7(2), 106-124. [in Chinese]
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs, and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305-360.
- Li, W., & Zheng, M. (2016). Is it substantive innovation or strategic innovation?—Impact of macroeconomic policies on micro-enterprises' innovation. *Economic Research Journal*, 51(4), 60-73. [in Chinese]
- Liu, J., & Xiao, Y. (2022). China's environmental protection tax and green innovation: Incentive effect or crowding-out effect? *Economic Research Journal*, 57(1), 72-88. [in Chinese]
- Liu, Y., Wang, A., & Wu, Y. (2021). Environmental regulation and green innovation: Evidence from China's new environmental protection law. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126698.

- Lu, Z.-N., Chen, H., Hao, Y., Wang, J., Song, X., & Mok, T. (2017). The dynamic relationship between environmental pollution, economic development, and public health: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 166, 134-147.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.
- O'Brien, R. M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & Quantity*, 41(5), 673-690.
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Rashid, A. (2016). Managerial ownership and agency cost: Evidence from Bangladesh. *Journal of Business Ethics*, 135(3), 709-731.
- Song, M., Li, H., Liu, X., & Xu, X. (2023). Study on the influence of industrial structure distortion on water pollution treatment efficiency in China. *Journal of Industrial Technological Economics*, 42(6), 106-114.
- Su, D., & Lian, L. (2018). Does green credit policy affect corporate financing and investment? Evidence from publicly listed firms in pollution-intensive industries. *Journal of Financial Research*, 462(12), 123-137. [in Chinese]
- Susanti, N., Naibaho, P. T. P., Setiani, D., Winardi, T., & Sanimuthi, A. (2021). Influence firm size, leverage, liquidity, and asset management to company performance. *DEGRES*, 20, 236-247.
- Vargo, S. L., Wieland, H., & Akaka, M. A. (2015). Innovation through institutionalization: A service ecosystems perspective. *Industrial Marketing Management*, 44, 63-72.
- Wang, X., & Wang, Y. (2021). Research on the green innovation promoted by green credit policies. *Journal of Management World*, 37(6), 173-188. [in Chinese]
- Wang, Y., Yang, Y., Fu, C., Fan, Z., & Zhou, X. (2021). Environmental regulation, environmental responsibility, and green technology innovation: Empirical research from China. *PLOS One*, 16(9), e0257670.
- Westermann, R. (2017). Measuring agency costs over the business cycle. *Management Science*, 63(9), 2933-2947.
- World Health Organization. (2016). *Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141>
- Yang, Y. (2021). Research on the impact of environmental regulation on China's regional green technology innovation: Insights from threshold effect model. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(1), 1-10.
- Yu, L., Zhang, W., & Bi, Q. (2019). Can environmental taxes force corporate green innovation? *Journal of Audit & Economics*, 34(2), 79-90. [in Chinese]

- Zhang, B., Yang, Y., & Bi, J. (2011). Tracking the implementation of green credit policy in China: Top-down perspective and bottom-up reform. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1321-1327.
- Zhang, T., Zhou, J., Wang, M., Ren, K., Imran, M., & Wang, R. (2022). Cultivation mechanism of green technology innovation in manufacturing enterprises under environmental regulations in China. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 926896.
- Zhang, Z. (2023). A study on the influence effect of environmental protection tax on corporate green innovation: Based on a quasi-natural experiment on environmental tax reform. *Journal of Henan College of Finance & Taxation*, (5), 1-10. [in Chinese]
- Zhou, X., Jia, M., & Zhao, X. (2023). An empirical study and evolutionary game analysis of green finance promoting enterprise green technology innovation. *China Industrial Economics*, (6), 43-61. [in Chinese]



**Name and Surname:** Jingjing Wang

**Highest Education:** Doctoral Candidate

**Affiliation:** Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management, Thailand

**Field of Expertise:** Corporate Finance and Accounting



**Name and Surname:** Guihua Lu

**Highest Education:** Doctoral Degree

**Affiliation:** Chinese Graduate School, Panyapiwat Institute of Management, Thailand

**Field of Expertise:** Corporate Finance and Accounting