

农业企业绿色创新的环境规制政策效应¹

赵艳¹, 任晓静¹, 李锐韩¹, 丁婧²

(1. 河南农业大学经济与管理学院, 河南 郑州 450046; 2. 中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081)

摘要:【目的】在环境和资源要素双重约束日趋加紧的背景下, 探讨农业企业加快绿色创新转型的实现路径。【方法】基于 2007—2023 年上市农业企业数据, 采用双重差分模型与调节效应模型, 实证检验环境规制对于企业绿色创新的政策效应和实现机制。【结果】新《中华人民共和国环境保护法》的实施能够显著提升农业企业绿色创新水平, 在创新导向方面同时促进了农业企业实质性绿色创新和策略性绿色创新的增加。调节效应检验结果说明融资约束在环境规制驱动农业企业绿色创新的过程中承担了负向调节作用, 而市场竞争承担了正向调节作用。异质性检验结果表明, 环境规制对绿色创新的影响效应在国有企业、中小规模企业及粮食非主产区企业中更为显著。【结论】在注重企业差异化发展的基础上, 强化环境法治力度, 创新绿色金融支持体系, 充分发挥市场作用, 实施精准化环境政策组合。

关键词: 环境规制; 企业绿色创新; 新《中华人民共和国环境保护法》; 双重差分模型; 融资约束; 市场竞争

中图分类号: F273.1 文献标志码: A

The policy effect of environmental regulations on the green innovation of agricultural enterprises

ZHAO Yan¹, REN Xiaojing¹, LI Ruihan¹, DING Jing²

(1. College of Economics and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450046, China; 2. Agricultural Economy and Social Development Institute, Beijing 100081, China)

Abstract:【Objective】Under the circumstances where the constraints of both the environment and resources are becoming increasingly severe, it is necessary to explore the realization paths for agricultural enterprises to accelerate their green innovation transformation.【Method】Based on the panel data of listed agricultural enterprises from 2007 to 2023, using the double difference model and the moderation effect model, this study empirically examines the policy effect and implementation mechanism of environmental regulations on enterprises' green innovation.【Result】The research results show that: 1) The implementation of the new Environmental Protection Law of the People's Republic of China can significantly enhance the green innovation level of agricultural enterprises. In terms of innovation orientation, the research finds that environmental regulations have simultaneously promoted the increase of substantive green innovation and strategic green innovation in agricultural enterprises. 2) The results of the moderating effect test indicate that financing constraints play a negative moderating role in the process of environmental regulation driving green innovation in agricultural enterprises, while the market competition plays a positive moderating role. 3) The results of the heterogeneity test indicate that the impact effect of environmental regulations on green innovation is more significant in enterprises in non-major grain-producing areas, state-owned

收稿日期: 2025-06-13

基金项目: 国家自然科学基金项目 (72373036)

作者简介: 赵艳 (1989—), 女, 河南商丘人, 博士研究生, 主要从事农业经济研究, E-mail: zhaoyanmoon@163.com。

通信作者: 任晓静 (1975—), 女, 河南鹿邑人, 副教授, 管理学博士, E-mail: xiaojingren@henau.edu.cn。

enterprises, and small and medium-sized enterprises. 【Conclusion】 On the basis of emphasizing the differentiated development of enterprises, we should strengthen the intensity of environmental rule of law, innovate the green financial support system, fully leverage the role of the market, and implement a precise combination of environmental policies.

Key words: Environmental regulation; Enterprise green innovation; The new Environmental Protection Law of the People's Republic of China; Difference-in-differences model; Financing constraints; Market competition

党的二十大报告指出,“推动经济社会发展全面绿色转型、低碳化发展是实现高质量发展的核心环节”,强调“健全科技创新体制机制,加速推进创新驱动发展战略”。在这一战略引领下,碳排放占全国总量 17% 的农业领域绿色转型成为实现国家“双碳”战略目标的焦点议题之一^[1]。理论与实践表明,技术革新是推动绿色发展的核心动力^[2]。企业作为联结市场与技术的关键主体,承担着推进绿色创新的重要角色。当前,尽管农业企业在技术创新的推动下显著增强了粮食安全保障能力^[3],但由此引发的环境负外部性依然较为严峻^[4]。与制造业的点源污染不同,农业污染具有面源扩散性并且更加隐蔽^[5-6],例如化肥过量施用、规模化养殖排放等,导致全氮、全磷经径流或渗漏进入环境,引发土壤与水体的复合污染^[7]。数据显示,中国农作物亩均化肥用量为 21.9 公斤,远高于每亩 8 公斤的世界平均水平^[8],截至 2025 年中国化肥综合利用率仅为 42.6%^[9]。此外,中国畜禽粪污的年产生量为 38 亿吨,综合利用率不到 60%^[10]。生态系统功能退化与持续性碳排放压力交织,亟需通过环境规制政策与科技创新赋能来破解这一困境。在此背景下,2015 年施行的《中华人民共和国环境保护法》(以下简称“新《环保法》”)具有里程碑意义。相较于原环保法,新《环保法》弥补了在环境监管体系、污染防治措施以及公众环境信息知情与参与机制等方面的短板,大幅提升了企业的环境违法成本与责任承担力度,显著增强了环境监管部门的执法权威与处罚效能。通过构建刚性约束与柔性激励相结合的双重作用机制,新《环保法》为企业积极开展绿色技术创新、寻求环境友好发展模式创造了制度契机与法治环境,从而为破解农业环境矛盾提供了强有力的政策工具。因此,研究环境规制对农业企业绿色创新的作用机制具有十分重要的意义。

环境规制对技术创新的影响一直是学术界讨论的热点。部分学者持积极态度:一是认为环境规制强度的提升抬升了环境违法的经济代价^[11],倒逼企业探索低污染、高效率的生产模式;二是认为企业通过合规披露环境信息主动履行环保责任^[12],有效提升利益相关方的信任资本,减少企业规避环境监管的投机行为^[13],提高违规排放行为的查处概率^[14-15],进而将绿色技术创新纳入战略考量。另有部分学者则持消极态度:一是认为企业受制于绿色技术研发的高资本投入、长回报周期及市场不确定性^[16-17],在缺乏有效补偿机制时,倾向于维持传统生产模式;二是认为政策落地效果受制于多层治理结构的制度摩擦^[18-19],削弱了环境规制的创新诱导功能。

因此,本研究以新《环保法》实施为政策冲击,聚焦农业企业微观主体,从融资约束与市场竞争角度实证考察了环境规制对农业企业绿色创新的作用机制,识别并验证了环境规制对农业企业绿色创新影响的结构性差异,以期为推动农业企业绿色创新发展的政策制定提供理论依据。

1 理论分析与研究假设

1.1 环境规制与农业企业绿色创新

“波特假说”认为适当的环境管理措施可以激励企业的技术革新^[20]。新《环保法》作为一项强效环境规制工具,通过抑制企业投机动机,推动了降低环境损坏的绿色创新过程^[21],其作用路径可分为以下维度:

一是合规压力传导机制。新《环保法》赋予环保部门强制执行权,显著提高企业违法成本,迫使企业从被动应对转向主动创新^[13,22]。农业部门因涉及养殖粪污排放、农化品面源污染等环节,从而迫使农业企业通过绿色技术替代突破环境约束。二是信息透明强化机制。新《环保法》构建的强制性环境信息披露制度,高强度的环境规制扩大了社会监督和外部治理的作用^[23],从而强化企业绿色技术研发动机。三是政府激励重构机制。新《环保法》配套的党政同责、生态环境损害终身追责等制度创新,将环境质量改善指标嵌入地方主政官员的政治晋升考评体系,驱动地方政府通过创新补贴、绿色税收优惠等政策工具,降低农业企业绿色创新成本^[24]。因此,为满足合规要求和社会期待,企业只有通过绿色创新进行技术改进实现低成本、高收益的转型发展。

新《环保法》的制度压力可能诱发企业采取差异化的响应策略。根据创新动机的真实性与技术改进的实质性,创新行为可划分为策略性创新和实质性创新^[25]。新《环保法》对二者的差异化驱动机制源于其刚性约束和柔性激励的双轨设计制度。一方面,在环境规制的制度约束以及绿色创新研发周期长、技术不确定性高的技术约束下,对成本变动敏感或技术研发能力有限的企业,倾向于通过对现有专利进行绿色修饰,以策略性创新应对政策要求,但实际环保效果有限^[26]。另一方面,新《环保法》通过财税补贴、政府采购等激励措施引导资金与技术实力较强的企业自主研发具有污染治理效用的新技术,可以促进实质性绿色创新的数量增加^[27]。因此,新《环保法》刚柔并济的制度设计为农业企业绿色创新营造了良好的制度环境。

基于此,本研究提出如下假设:

H_1 : 环境规制力度的加强能够促进企业绿色创新。

H_{1a} : 环境规制力度的加强能够促进企业实质性绿色创新。

H_{1b} : 环境规制力度的加强能够促进企业策略性绿色创新。

1.2 环境规制、融资约束与农业企业绿色创新

由于资本回收周期长、创新成果不确定等,企业推进绿色创新需要大量资金支持^[28]。作为企业运营资本的关键来源,金融市场的信息不对称性使得企业的各项活动都受到融资约束的影响。农业企业受行业先天弱质性影响,对资金的需求比制造业更为迫切。资金受限可能会迫使融资受困的企业中断创新活动,难以实现绿色创新产品的研发与运用^[26]。

一方面,较高的融资约束削减了企业绿色创新的动力。新《环保法》的实施提升了企业的违法成本,进一步加剧了高融资约束企业获取外部资金的困难,迫使绿色研发活动高度依赖企业内部资金。农业企业在面临常规市场经营风险的同时,还易受到自然灾害的影响,进一步抬高了农业企业的融资门槛。企业管理者出于经营业绩的考虑,为避免研发项目中断引致的高昂沉没成本,其通过内部资金追加绿色研发投入的边际意愿趋于弱化。另一方面,较高的融资约束减少了企业绿色创新的产出。绿色创新过程要求企业以牺牲短期经济效益为代价,以实现长期的生态价值与经济价值并存为目标^[29],这一过程需要依赖稳定且充裕的外部资金支持。然而,农业企业固有的微薄利润空间,叠加融资成本上升与准入门槛提高的双重压力,不仅削弱了外部资金可得性,更引发了企业绿色创新动力不足,降低绿色创新的成功率。在内部资金投资意愿衰减与外部融资可得性下降的情况下,企业维持绿色创新的概率将显著降低。

基于此,本研究提出如下假设:

H_2 : 融资约束在环境规制影响农业企业绿色创新中起到负向调节作用。

1.3 环境规制、市场竞争与农业企业绿色创新

企业所处的市场竞争环境一定程度上影响企业的战略选择^[30],而环境规制对企业绿色创新的驱动效果与企业决策紧密相关。市场竞争压力将环境规制的外部约束转化为企业的内生动力,促使企业将绿色创新作为差异化竞争的核心手段,其创新行为本质上是规制压力与

竞争动力的动态平衡结果^[31]。

一方面,较高的市场竞争强度强化了环境规制的创新诱导效应。在新《环保法》实施的政策背景下,企业面临生存压力与利润压缩,较高的竞争强度促使企业将合规压力转化为创新动力。生存压力迫使企业将环境成本内部化,通过绿色技术创新实现治污成本向创新收益的转化^[32],绿色创新成为农业企业突破同质化竞争的重要途径^[33]。另一方面,较高的市场竞争强度提升了企业绿色创新产出效率。持续的市场压力倒逼企业加速技术迭代,为保持竞争优势,企业必须不断提升技术预见能力与知识转化能力,通过强化学习缩短技术认知时滞,确保创新决策的前瞻性与精准性^[34];此外,市场竞争环境淘汰低效创新主体,释放出的人才、资本与技术等生产要素向绿色创新效率更高的企业流动,缓解了创新资源错配,为缩短绿色创新周期提供了技术支持^[35]。农业产业的弱质性要求企业同时平衡短期生存与长期发展的矛盾、自然风险与市场风险的冲突,市场环境倒逼企业形成差异化竞争优势,从而促进了企业的绿色创新。

基于此,本研究提出如下假设:

H_3 : 市场竞争在环境规制影响农业企业绿色创新中起到正向调节作用。

2 研究设计

2.1 样本选取与数据来源

本研究依据《申银万国行业分类(2021 修订版)》标准,选取 2007—2023 年沪深 A 股上市农业企业为研究样本,企业数据来自 CSMAR 数据库,绿色创新专利数据来自 CNRDS 数据库,最终得到 1 098 个样本观测值。

2.2 模型设定

2.2.1 基准回归模型

为检验环境规制——新《中华人民共和国环境保护法》对农业企业绿色创新是否存在直接的影响效应,本研究建立以下模型:

$$pat_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{it} + \alpha_2 controls + \delta_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: i 表示企业, t 表示年份, pat_{it} 表示 i 企业第 t 年的绿色创新专利数量; did_{it} 表示时间虚拟变量和政策虚拟变量的交互项, $controls$ 表示一系列控制变量, δ_i 、 ν_t 分别表示个体、时间虚拟变量, ε_{it} 为随机扰动项。

2.2.2 调节效应模型

为进一步探究融资约束、市场竞争在环境规制影响农业企业绿色创新的过程中起到何种调节作用,本研究建立以下模型:

$$pat_{it} = \beta_0 + \beta_1 did_{it} + \beta_2 adj_{it} + \beta_3 did_{it} \times adj_{it} + \delta_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中: adj_{it} 表示 i 企业第 t 年的融资约束指数和市场竞争强度,其他变量与式(1)含义一致。

2.3 变量说明

2.3.1 被解释变量

由于专利授权较专利申请具有一定的滞后性,参照已有研究的做法^[25,36],选用企业当年绿色专利申请总数作为被解释变量,同时,以授权数量进行稳健性检验。此外,为验证环境规制是否会对实质性绿色创新和策略性绿色创新产生差异性影响,分别选取企业当年绿色发明专利申请数量和绿色实用新型专利申请数量进行衡量。

2.3.2 核心解释变量

本研究通过构建 $time$ (时间虚拟变量) 与 $treat$ (政策虚拟变量) 的交互项 did 作为核心解释变量。以新《中华人民共和国环境保护法》的实施年份(2015 年)为关键节点,当

time≥2015 年，赋值为 1，反之则赋值为 0。处理组为废弃污染物排放量较高的养殖企业（包括畜牧业企业和渔业企业）。

2.3.3 调节变量

参照已有研究^[37]，选取 *kz* 指数衡量融资约束水平，指数越大，企业面临的融资约束程度越大，反之越小。同时，借鉴已有学者的做法^[38-39]，采取赫芬达尔指数衡量企业所处的市场竞争程度，该指标为负向指标，指数越大，市场竞争强度越弱，反之越强。

2.3.4 控制变量

考虑到其他因素对企业绿色创新的影响，本研究选取了一系列控制变量，具体指标及详细描述性特征参见表 1。

表 1 描述性统计

Table 1 Descriptive statistics

变量	变量定义	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
Variable	Construction method	Sample size	Mean value	Standard deviation	Minimum	Maximum
绿色创新 Green patent	当年绿色专利申请总数	1 098	0.229 7	1.513 7	0.000 0	36.000 0
实质性绿色创新 Green invention patent	当年绿色发明专利申请数量	1 098	0.100 7	0.552 8	0.000 0	10.000 0
策略性绿色创新 Green utility patent	当年绿色实用新型专利申请数量	1 098	0.129 2	1.056 8	0.000 0	26.000 0
资产负债率 Asset liability ratio	总负债/总资产	1 098	0.432 7	0.213 8	0.028 0	1.810 7
资产回报率 Asset reporting ratio	净利润/总资产	1 098	0.035 4	0.110 7	-1.387 3	2.142 3
账面市值比 Book to market ratio	总资产/市值	1 098	0.552 9	0.208 3	0.035 2	1.116 5
固定资产占比 Proportion of fixed assets	固定资产/总资产	1 098	0.259 0	0.139 2	0.004 0	0.732 3
现金流水平 Cash flow level	经营活动产生的现金流量净额/总资产	1 098	0.044 2	0.095 6	-0.388 8	0.773 3
董事会人数 Number of board members	年末在职董事会人数	1 098	8.235 9	1.702 9	5.000 0	16.000 0
企业性质 Property rights of enterprises	国有企业赋值为 1，其他企业赋值为 0	1 098	0.395 1	0.489 1	0.000 0	1.000 0
两职合一 Duality	董事长与总经理为同一人时赋值为 1，否则为 0	1 098	0.262 8	0.440 4	0.000 0	1.000 0
融资约束 Financing constraints	<i>kz</i> 指数	1 098	2.109 5	2.221 5	-5.581 9	9.338 3
市场竞争 Market competition	赫芬达尔指数	1 098	0.245 0	0.159 9	0.085 4	1.000 0

3 实证回归结果

3.1 基准回归结果

本研究根据式(1)检验环境规制对农业企业绿色创新的影响,结果如表2所示。其中,*did*对农业企业绿色创新的回归系数为0.6203且显著为正,表明新《中华人民共和国环境保护法》能够显著促进农业企业主动进行绿色创新,验证了假设 H_1 。为进一步验证环境规制的创新导向,分别对实质性绿色创新和策略性绿色创新进行回归检验,结果显示:*did*的回归系数显著为正,即环境规制对实质性创新和策略性创新均有较强的促进作用,验证了假设 H_{1a} 和 H_{1b} 。表2结果同时显示,*did*对策略性绿色创新的系数大于对实质性绿色创新的系数,原因可能是:农业生产存在周期长、受自然条件影响大、技术迭代缓慢的特点,新《中华人民共和国环境保护法》的实施显著提高了环境违规的成本与风险,面对即时的合规压力,农业企业倾向于优先采取能够快速满足监管要求的策略性绿色创新,而对涉及核心生物技术突破的实质性绿色创新更为审慎。

表 2 基准回归结果
Table 2 Benchmark regression result

变量 Variable	绿色创新 Green patent	实质性绿色创新 Green invention patent	策略性绿色创新 Green utility patent
交互项 Did	0.620 3*** (4.88)	0.179 9*** (2.91)	0.440 4*** (5.05)
资产负债率 Asset liability ratio	-0.087 1 (-0.45)	0.032 6 (0.35)	-0.119 7 (-0.91)
资产回报率 Return on asset	0.795 5* (1.86)	0.541 5*** (2.61)	0.254 0 (0.87)
账面市值比 Book to market ratio	0.403 0** (2.36)	0.131 6 (1.58)	0.271 5** (2.31)
固定资产占比 Proportion of fixed assets	-0.009 8 (-0.03)	0.020 1 (0.12)	-0.029 9 (-0.12)
现金流水平 Cash flow level	-0.495 2* (-1.68)	-0.170 4 (-1.19)	-0.324 7 (-1.61)
董事会人数 Number of board members	0.000 9 (0.04)	-0.010 8 (-0.92)	0.011 6 (0.70)
企业性质 Property rights of enterprises	0.135 8 (0.81)	0.109 8 (1.34)	0.026 0 (0.23)
两职合一 Duality	0.006 5 (0.08)	0.023 9 (0.60)	-0.017 4 (-0.31)
常数项 Constant	-0.140 6 (-0.55)	-0.001 3 (-0.01)	-0.139 3 (-0.80)
个体效应 Individual effect	YES	YES	YES
时间效应 Fixed effect	YES	YES	YES
调整后 R^2 Adj- R^2	0.435	0.228	0.456

注：*、**、***分别表示通过 10%、5%、1%水平上的显著性检验。括号内为 t 值。YES 表示该效应已控制。下同。

Note: *, **, and *** indicate that they have passed the significance test at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively. In parentheses are the t values. Yes means this effect has been controlled. The same as below.

3.2 平行趋势检验

本研究参考事件研究法^[40]以验证新《环保法》实施前后对于绿色创新的促进作用是否存在显著差异,结果如图 1 所示。结果显示政策实施前的系数估计值在 5%置信水平下不显著,满足平行趋势假设。在政策实施后第二年开始,各期估计系数显著为正,说明促进作用滞后一年。原因可能是:企业绿色创新主要是绿色技术的创新,而技术研发普遍存在周期较长的特点^[41-42],因此反映在企业绿色创新的政策效果上存在一定的滞后性。

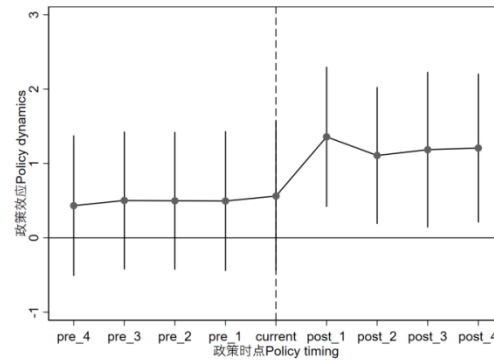


图 1 平行趋势检验

Fig.1 Parallel trend test

3.3 稳健性检验

3.3.1 安慰剂检验

为检验实验结论是否可靠,本研究实施安慰剂检验,结果如图 2 所示: *did* 的 *t* 值基本呈正态分布且集中在 0 的两侧,且全部位于回归系数左侧,表明实验并未遗漏重要变量,增加了核心结论的稳健性。

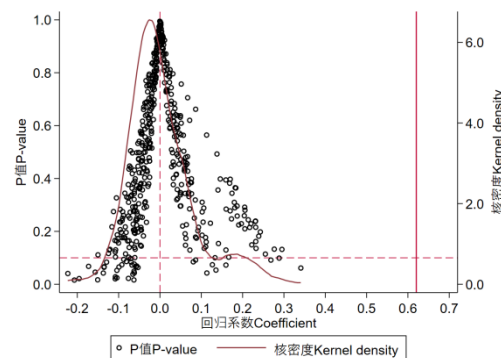


图 2 安慰剂检验

Fig.2 Placebo test

3.3.2 倾向得分匹配检验

为克服由遗漏变量引致的内生性问题,选用 PSM-DID 估计有效控制选择性偏差对因果识别的干扰。由于处理组样本较少,匹配变量较多,为避免多样本匹配失败所造成的信息损

失，参照已有研究采用 1:2 的近邻匹配^[43]，在匹配后的样本中展开回归分析，结果如表 3 列（1）所示，*did* 的系数依然显著为正。

3.3.3 调整样本区间

农业企业绿色创新水平的发展，与其所处外部经济环境态势紧密相关。考虑到 2020 年新冠疫情对企业经营可能产生的影响，剔除当年样本重新进行检验，结果如表 3 列（2）所示，*did* 的系数显著为正。即排除新冠疫情对企业的影响后，研究结论依然成立。

3.3.4 替换被解释变量

本研究还参考已有文献采用企业当年授权的绿色发明数量替换原有的被解释变量^[44-45]，重新进行回归，结果如表 3 列（3）所示，*did* 的回归系数显著为正，基本回归结果具有稳健性。

表 3 稳健性检验结果

Table 3 Results of robustness test

变量	(1)	(2)	(3)
	倾向得分匹配	调整样本区间	替换被解释变量
Variable	Propensity score matching	Adjust the sample range	Replace core explanatory variable
交互项 <i>did</i>	0.753 0* (1.663 0)	0.615 0*** (4.31)	0.155 0** (2.01)
控制变量 Control variable	YES	YES	YES
个体效应 Individual effect	YES	YES	YES
时间效应 Fixed effect	YES	YES	YES
调整后 R^2 Adj- R^2	0.558	0.564	0.563

3.4 调节效应分析

3.4.1 融资约束

融资约束对农业企业绿色创新的调节效果如表 4 列（1）所示，交互项的回归系数在 1% 水平上显著为负，表明融资约束在环境规制影响农业企业绿色创新的过程中承担负向调节作用。即使农业企业愿意主动进行绿色创新，但受限于资金这一硬性条件，也不会将有限的资金投入到高成本低回报的绿色研发创新上，严重阻碍了企业绿色创新。

3.4.2 市场竞争

市场竞争对农业企业绿色创新的调节效果如表 4 列（2）所示，交互项的回归系数在 5% 水平上显著为负，表明市场竞争在环境规制促进农业企业绿色创新的过程中承担正向调节作用。竞争压力迫使企业积极推进差异化竞争优势，环境规制为企业提供了绿色技术创新的转型方向，两者协同驱动企业绿色创新。

表 4 机制检验结果

Table 4 Results of mechanism analysis

变量	(1)	(2)
Variable	绿色创新 Green patent	绿色创新 Green patent
交互项 <i>did</i>	0.792 0*** (3.08)	1.055 7*** (3.80)
融资约束 Financing constraints	-0.007 6 (-0.18)	

交互项*融资约束 $did*Financing\ constraints$	-0.218 7*** (-3.55)	
市场竞争强度 $Market\ competition$		-0.021 3 (-0.06)
交互项*数字化转型 $did*Market\ competition$		-1.743 6** (-2.51)
控制变量 $Control\ variable$	YES	YES
个体效应 $Individual\ effect$	YES	YES
时间效应 $Fixed\ effect$	YES	YES
调整后 $R^2\ Adj-R^2$	0.568	0.514

3.5 异质性检验

3.5.1 产权异质性检验

国有企业与非国有企业在社会责任承担、资源占有、政府干预等方面均存在较大差异，投资者对国有企业是否承担环境等社会责任的要求更高。本研究分别对国有企业和非国有企业进行分组回归，结果如表 5 所示，国有企业的影响系数显著为正，非国有企业的系数不显著。原因可能是：相较于非国有企业，国有企业更能获得政策支持与投资者信任，为其外部融资能力的提升提供了重要保障，缓解了企业的资金限制，有充足的资金投资于绿色创新，提高企业核心竞争力；非国有企业仅能通过履行环保义务的方式向外部信息使用者报告自身状况，减轻其面临的融资约束，因此在自身资金受限的情况下，非国有企业很难主动将资金转向绿色创新研发。

3.5.2 规模异质性检验

不同规模企业在经营战略、组织架构、资源持有水平等方面存在差异，可能会影响环境规制对企业绿色创新的效果。本研究根据资产总额的均值将样本划分为大规模企业和中小规模企业进行分组回归，结果如表 5 所示，大规模企业和中小规模企业的系数均为正向影响，但环境规制对中小规模农业企业的影响更为显著。可能的原因是：大规模企业由于自身资金雄厚已经形成了规模效应，在组织架构适应性与信息传递效率方面存在的障碍，可能构成制约其创新效能提升的重要因素；中小规模企业受制于相对薄弱的盈利能力和风险承受能力，在新《环保法》施压下往往不得不对其发展战略进行调整，同时中小规模企业在制度以及信息等方面更加灵活，可以较低的研发成本从事创新活动^[46]，其创新意愿和创新能力较强，因此新《环保法》的实施对中小规模企业的促进作用更显著。

3.5.3 产区异质性检验

不同地区企业在政策目标及创新要素禀赋等方面不同，对环境规制的响应效果也存在差异。本研究将全部样本划分为粮食主产区和非主产区进行回归，结果如表 5 所示， did 对粮食主产区的农业企业绿色创新不显著，但对非主产区的农业企业的绿色创新正向显著。这可能是因为，粮食主产区面临保产量的硬性约束，当环境规制力度提升时，相较于高成本的技术创新企业更倾向于选择生产维稳策略；非主产区没有产量的压力，随着环境规制力度的加强，企业为了树立竞争优势更愿意通过自主创新来改善现有的生产技术，同时，非主产区往往拥有更丰富的人才、技术等要素，因此，在面对严格的环境监管及严厉的环境处罚时，非主产区地区农业企业更有意愿也更有能力进行绿色创新。

表 5 异质性检验结果

Table 5 Results of heterogeneity analysis

变量	产权异质性 $Property\ rights\ heterogeneity$	规模异质性 $Scale\ heterogeneity$	产区异质性 $Regional\ heterogeneity$
----	---	------------------------------	---------------------------------

Variable	国有企业 State-owned	非国有企业 Non state-owned	大规模企业 Large-scale	中小规模企业 Small and medium-scale	粮食主产区 Major grain	粮食非主产区 Non-major grain
交互项 did	2.480 8*** (7.73)	0.206 2 (1.59)	0.498 7 (0.84)	0.735 1*** (5.19)	0.111 5 (0.35)	1.214 5*** (5.04)
控制变量 Control variable	YES	YES	YES	YES	YES	YES
个体效应 Individual effect	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间效应 Fixed effect	YES	YES	YES	YES	YES	YES
样本量 Sample size	464	634	220	868	501	597
调整后 R ² Adj-R ²	0.195	0.637	0.636	0.070	0.556	0.376

4 研究结论与政策建议

4.1 研究结论

本研究利用 2007-2023 年中国农业上市企业面板数据，以新《环保法》实施作为准自然实验构建双重差分模型，系统探讨了农业企业绿色技术创新的环境规制政策效应。主要结论如下：第一，环境规制的加强能够显著促进农业企业绿色创新发展，该结论经过一系列稳健性检验后依然成立，即随着环境规制强度的增加，农业企业迫于生存压力和市场环境选择主动推进技术改革进行绿色创新，这与郭进^[47]、陶锋等^[48]的相关研究结论一致，不同在于，本研究聚焦农业企业微观个体视角，在国家重视农业绿色发展的背景下，本研究在农业领域更具有现实意义。第二，融资约束和市场竞争在环境规制影响农业企业绿色创新的过程中分别起到负向和正向调节作用，这一发现与现有研究结论基本一致^[49-51]，从而系统考察了融资约束与市场竞争对农业企业绿色创新的关键调节作用，为理解农业企业响应环境规制、提升绿色创新的机制提供了微观证据。第三，基于不同性质的区域划分，环境规制对农业企业绿色创新的效果在国有企业、中小规模企业及粮食非主产区企业中的促进作用更为显著，为理解政策效果在农业部门内部的非均衡分布提供了经验证据，有助于制定更具针对性的差异化政策。

4.2 政策建议

（1）强化环境法治执行力度，激发企业绿色创新动力。监管部门应当提高环境执法水平，加强环境监管力度，加大环保宣传力度，拓展公众与媒体协同监督网络，推进全国农业环境数据平台建设，建立强制性的企业环境绩效披露制度，激发企业绿色创新动力。

（2）创新绿色金融支持体系，营造企业绿色创新环境。政府应开发适配农业特征的多元化绿色金融工具，建立需求导向的融资服务机制，构建以财政引导的风险补偿基金，通过动态调整贴息与税收优惠实现精准扶持，营造有利于创新资本持续投入的金融环境。

（3）构建充分市场竞争环境，强化市场主体管理机制。政府应当进一步健全市场运行机制，破除制度性行业准入壁垒，塑造公平开放的市场环境，强化市场竞争，发挥市场在资源配置中的决定性作用，为企业绿色创新提供有效刺激，从而引导企业推进绿色创新。

（4）实施精准化环境政策组合，驱动全域绿色创新升级。监管部门在监管和执法过程中应靶向明确，建立差异化规制实施框架，通过动态评估机制识别具有转型潜力的区域企业

群体, 定向配置技术培训资源与环境治理补贴, 提高环境规制效率, 加速形成多层次、全覆盖的农业绿色创新格局。

参考文献 References:

- [1] 黄杰, 孙自敏. 中国种植业碳生产率的区域差异及分布动态演进[J]. 农业技术经济, 2022(7): 109-127.
- HUANG J, SUN Z M. Regional differences and dynamic evolution of carbon productivity of China' s planting industry[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2022(7): 109-127.
- [2] 耿俊婷, 徐梓钦, 张朝辉. 数字经济赋能农业高质量发展的实证分析[J/OL]. 河南农业大学学报, 2025: 1-17(2025-04-17). <https://link.cnki.net/doi/10.16445/j.cnki.1000-2340.20250417.002>.
- GENG J T, XU Z Q, ZHANG Z H. An empirical analysis on digital economy enabling the high-quality development of agriculture[J/OL]. Journal of Henan Agricultural University, 2025: 1-17(2025-04-17). <https://link.cnki.net/doi/10.16445/j.cnki.1000-2340.20250417.002>.
- [3] 龚斌磊, 王硕, 代首寒, 等. 大食物观下强化农业科技创新支撑的战略思考与研究展望[J]. 农业经济问题, 2023, 44(5): 74-85.
- GONG B L, WANG S, DAI S H, et al. Strategic thinking and research prospect of strengthening agricultural science & technology innovation support under the perspective of the greater food approach[J]. Issues in Agricultural Economy, 2023, 44(5): 74-85.
- [4] 徐邵文, 赵珣璠, 钱静斐. 高质量发展目标下中国农业绿色发展研究的现状、热点与趋势[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(7): 66-75.
- XU S W, ZHAO Y F, QIAN J F. Research on status, hotspots and developing trend of agricultural green development in China under the goal of high-quality development[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2024, 45(7): 66-75.
- [5] 王宝义, 张卫国. 中国农业生态效率的省际差异和影响因素: 基于 1996—2015 年 31 个省份的面板数据分析[J]. 中国农村经济, 2018(1): 46-62.
- WANG B Y, ZHANG W G. Cross-provincial differences in determinants of agricultural eco-efficiency in China: an analysis based on panel data from 31 provinces in 1996-2015[J]. Chinese Rural Economy, 2018(1): 46-62.
- [6] 田云, 尹恣昊. 中国农业碳排放再测算: 基本现状、动态演进及空间溢出效应[J]. 中国农村经济, 2022(3): 104-127.
- TIAN Y, YIN M H. Re-evaluation of China' s agricultural carbon emissions: basic status, dynamic evolution and spatial spillover effects[J]. Chinese Rural Economy, 2022(3): 104-127.

[7] 中华人民共和国生态环境部. 2024 中国生态环境状况公报[EB/OL]. (2025-06-04)[2025-06-13].
<https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk>.

Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. 2024 China environmental status report[EB/OL]. (2025-06-04)[2025-06-13]. <https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk>.

[8] 中华人民共和国农业农村部. 关于印发《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》的通知 [EB/OL]. (2015-03-18)[2025-06-13].
https://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201503/t20150318_6309945.htm.

Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice on issuing the "Action plan for zero growth in fertilizer usage by 2020" and the "Action plan for zero growth in pesticide usage by 2020"[EB/OL]. (2015-03-18)[2025-06-13]. https://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/201503/t20150318_6309945.htm.

[9] 中华人民共和国农业农村部. 三大粮食作物化肥利用率稳步提升[EB/OL]. (2025-01-14)[2025-06-13].
https://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202501/t20250114_6469150.htm.

Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. The steady increase in the fertilizer utilization rate of the three major food crops[EB/OL]. (2025-01-14)[2025-06-13].
https://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202501/t20250114_6469150.htm.

[10] 中华人民共和国农业农村部. 关于印发《关于推进农业废弃物资源化利用试点的方案》的通知[EB/OL]. (2017-11-25)[2025-06-13]. https://www.moa.gov.cn/nybg/2016/dishiqi/201711/t20171125_5919551.htm.

Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Notice on issuing the "Plan for promoting pilot projects of agricultural waste resource utilization"[EB/OL]. (2017-11-25)[2025-06-13].
https://www.moa.gov.cn/nybg/2016/dishiqi/201711/t20171125_5919551.htm.

[11] 郭俊杰, 方颖, 郭晔. 环境规制、短期失败容忍与企业绿色创新: 来自绿色信贷政策实践的证据[J]. 经济研究, 2024, 59(3): 112-129.

GUO J J, FANG Y, GUO Y. Environmental regulation, short-term failure tolerance and firm green innovation: evidence from the practice of green credit policy[J]. Economic Research Journal, 2024, 59(3): 112-129.

[12] 毛蕴诗, 王婧. 企业社会责任融合、利害相关者管理与绿色产品创新: 基于老板电器的案例研究[J]. 管理评论, 2019, 31(7): 149-161.

MAO Y S, WANG J. Corporate social responsibility integration, stakeholder management and green product innovation: case study on ROBAM[J]. Management Review, 2019, 31(7): 149-161.

[13] 王晓祺, 郝双光, 张俊民. 新《环保法》与企业绿色创新: “倒逼”抑或“挤出”?[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(7): 107-117.

-
- WANG X Q, HAO S G, ZHANG J M. New Environmental Protection Law and corporate green innovation: Forcing or forcing out?[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(7): 107-117.
- [14] HORBACH J. Determinants of environmental innovation: New evidence from German panel data sources[J]. Research Policy, 2008, 37(1): 163-173.
- [15] LIN H, ZENG S X, MA H Y, et al. Can political capital drive corporate green innovation? lessons from China[J]. Journal of Cleaner Production, 2014, 64: 63-72.
- [16] GRAY W B. The cost of regulation: OSHA, EPA and the productivity slowdown[J]. The American Economic Review, 1987, 77: 998-1006.
- [17] DEAN T J, BROWN R L. Pollution regulation as a barrier to new firm entry: Initial evidence and implications for future research[J]. Academy of Management Journal, 1995, 38(1): 288-303.
- [18] 于连超, 张卫国, 毕茜. 环境执法监督促进了企业绿色转型吗?[J]. 商业经济与管理, 2019(3): 61-73.
- YU L C, ZHANG W G, BI Q. Does environmental law enforcement supervision promote corporate green transformation?[J]. Journal of Business Economics, 2019(3): 61-73.
- [19] 任胜钢, 项秋莲, 何朵军. 自愿型环境规制会促进企业绿色创新吗?: 以 ISO14001 标准为例[J]. 研究与发展管理, 2018, 30(6): 1-11.
- REN S G, XIANG Q L, HE D J. Can voluntary environmental regulation promote firm' s green innovation?: the case of ISO14001 standard[J]. R&D Management, 2018, 30(6): 1-11.
- [20] PORTER M E, VAN DER LINDE C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.
- [21] 时乐乐, 赵军. 环境规制、技术创新与产业结构升级[J]. 科研管理, 2018, 39(1): 119-125.
- SHI L L, ZHAO J. Environmental regulation, technological innovation and industrial structure upgrading[J]. Science Research Management, 2018, 39(1): 119-125.
- [22] 姜楠. 环境处罚能够威慑并整治企业违规行为吗?: 基于国家重点监控企业的分析[J]. 经济与管理研究, 2019, 40(7): 102-115.
- JIANG N. Does environmental punishment deter and remedy the corporate irregularities? : based on the analysis of national key monitoring enterprises[J]. Research on Economics and Management, 2019, 40(7): 102-115.
- [23] 孔慧阁, 唐伟. 利益相关者视角下环境信息披露质量的影响因素[J]. 管理评论, 2016, 28(9): 182-193.
- KONG H G, TANG W. Research of the influencing factors of environmental information disclosure quality based on the stakeholder perspective[J]. Management Review, 2016, 28(9): 182-193.
- [24] 唐亮, 姜海峰, 郑军, 等. 生态法治建设如何引领绿色发展转型: 新《环保法》实施对企业绿色技术创

新的影响[J]. 中国软科学, 2023(8): 43-53.

TANG L, JIANG H F, ZHENG J, et al. How the ecological rule of law leads the green development transformation: Impact of new environmental protection law on corporate green technology innovation[J]. China Soft Science, 2023(8): 43-53.

[25] 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.

LI W J, ZHENG M N. Is it substantive innovation or strategic innovation?: impact of macroeconomic policies on micro-enterprises' innovation[J]. Economic Research Journal, 2016, 51(4): 60-73.

[26] 喻平, 豆俊霞. 数字普惠金融、企业异质性与中小微企业创新[J]. 当代经济管理, 2020, 42(12): 79-87.

YU P, DOU J X. Digital inclusive finance, enterprise heterogeneity and innovation of SMEs[J]. Contemporary Economic Management, 2020, 42(12): 79-87.

[27] 章砚, 孙自愿, 盛安琪. 实质性转型还是策略性回应: 绿色并购对企业绿色技术创新的影响[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(7): 68-78.

ZHANG Y, SUN Z Y, SHENG A Q. Substantial transformation or strategic response? the impact of green mergers and acquisitions on enterprise green technology innovation[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(7): 68-78.

[28] HSU P H, TIAN X, XU Y. Financial development and innovation: cross-country evidence[J]. Journal of Financial Economics, 2014, 112(1): 116-135.

[29] 张心灵, 黄荟婕, 张鑫. 债务融资成本与农业企业绿色技术创新: 环境规制的门槛效应[J]. 会计之友, 2023(13): 51-58.

ZHANG X L, HUANG H J, ZHANG X. [Debt financing cost and green technology innovation of agricultural enterprises: threshold effect of environmental regulation](#)[J]. Friends of Accounting, 2023(13): 51-58.

[30] 颀茂华, 刘斯琴, 杨彩霞. 产品市场竞争度、竞争战略选择对成本黏性的影响研究[J]. 产业经济研究, 2016(1): 11-19.

XIE M H, LIU S Q, YANG C X. A research of product market competition and competitive strategy selection on cost stickiness[J]. Industrial Economics Research, 2016(1): 11-19.

[31] 肖雁飞, 廖双红. 绿色创新还是污染转移: 环境规制效应文献综述与协同减排理论展望[J]. 世界地理研究, 2017, 26(4): 126-133.

XIAO Y F, LIAO S H. Green innovation or pollution transfer: a review of environmental regulation effect and prospect of coordinated reduction[J]. World Regional Studies, 2017, 26(4): 126-133.

[32] 厉无畏, 王慧敏. 产业发展的趋势研判与理性思考[J]. 中国工业经济, 2002(4): 5-11.

LI W W, WANG H M. An analysis on industry development tendency and rational thinking[J]. China Industrial Economy, 2002(4): 5-11.

[33] 谢向伟, 郭鑫, 易鑫, 等. 涉农企业创新投入会提升企业绩效吗: 基于异质性财务冗余视角[J]. 农业技术经济, 2024(11): 127-144.

XIE X W, GUO X, YI X, et al. Will innovation investment in agriculture-related enterprises improve its performance from the perspective of heterogeneous financial redundancy[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2024(11): 127-144.

[34] 黎文靖, 彭远怀, 谭有超. 知识产权司法保护与企业创新: 兼论中国企业创新结构的变迁[J]. 经济研究, 2021, 56(5): 144-161.

LI W J, PENG Y H, TAN Y C. Judicial protection of intellectual property and corporate innovation[J]. Economic Research Journal, 2021, 56(5): 144-161.

[35] 王智林, 尚航标. 产业金融政策如何影响城市碳减排?: 来自产融合作政策的准自然实验[J]. 产业经济研究, 2024(6): 1-14.

WANG Z L, SHANG H B. How does industrial finance policy impact urban carbon reduction?: a quasi-natural experiment from industrial-financial cooperation policy[J]. Industrial Economics Research, 2024(6): 1-14.

[36] 黄荟婕, 郑黎阳, 张心灵. 金融错配、组织韧性与农业企业绿色创新[J]. 统计与决策, 2024, 40(8): 174-178.

HUANG H J, ZHENG L Y, ZHANG X L. [Financial mismatch, organizational resilience and green innovation of agricultural enterprises](#)[J]. Statistics & Decision, 2024, 40(8): 174-178.

[37] 李锐韩, 马千惠, 张朝辉, 等. 数字化转型对农业类上市企业多元化经营的影响[J]. 河南农业大学学报, 2024, 58(1): 164-174.

LI R H, MA Q H, ZHANG Z H, et al. Impact of digital transformation on the diversified operation of listed agricultural enterprises[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2024, 58(1): 164-174.

[38] 张莉, 朱光顺, 李世刚, 等. 市场环境、重点产业政策与企业生产率差异[J]. 管理世界, 2019, 35(3): 114-126.

ZHANG L, ZHU G S, LI S G, et al. Market environment, key industrial policies and enterprise productivity difference[J]. Management World, 2019, 35(3): 114-126.

[39] 冯根福, 郑明波, 温军, 等. 究竟哪些因素决定了中国企业的技术创新: 基于九大中文经济权威期刊和 A 股上市公司数据的再实证[J]. 中国工业经济, 2021(1): 17-35.

FENG G F, ZHENG M B, WEN J, et al. What determines the Chinese firms' technological innovation: A re-empirical investigation based on the previous empirical literature of nine Chinese economics top journals and A-share listed company data[J]. China Industrial Economics, 2021(1): 17-35.

[40] JACLBSON L S, LALONDE R J, SULLIVAN D G. Earnings losses of displaced workers[J]. American Economic Review, 1993, 83(4): 685-709.

[41] 许宝丽, 孔儒婧, 袁林志, 等. 经济政策不确定性与农业企业创新投资[J]. 河南农业大学学报, 2021, 55(4): 776-782.

XU B L, KONG R J, YUAN L Z, et al. Uncertainty of economic policy and innovation investment of agricultural enterprises[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2021, 55(4): 776-782.

[42] QUYNH ANH P. Internal determinants and effects of firm-level environmental performance: Empirical evidences from Vietnam[J]. Asian Social Science, 2015, 11(4): 190-201.

[43] 李邈, 郑志刚. 控制权转让场景下的表决权委托与企业绩效[J]. 管理世界, 2024, 40(10): 189-208.

LI M, ZHENG Z G. Shareholder voting rights delegation in control rights transfer scenarios and corporate performance[J]. Journal of Management World, 2024, 40(10): 189-208.

[44] 肖红军, 阳镇, 凌鸿程. 企业社会责任具有绿色创新效应吗[J]. 经济学动态, 2022(8): 117-132.

XIAO H J, YANG Z, LING H C. Is corporate social responsibility conducive to green innovation?[J]. Economic Perspectives, 2022(8): 117-132.

[45] 胡洁, 于宪荣, 韩一鸣. ESG 评级能否促进企业绿色转型?: 基于多时点双重差分法的验证[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(7): 90-111.

HU J, YU X R, HAN Y M. Can ESG rating promote green transformation of enterprises?[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2023, 40(7): 90-111.

[46] ETTLIE J E, RUBENSTEIN A H. Firm size and product innovation[J]. Journal of Product Innovation Management, 1987, 4(2): 89-108.

[47] 郭进. 环境规制对绿色技术创新的影响: “波特效应” 的中国证据[J]. 财贸经济, 2019, 40(3): 147-160.

GUO J. The effects of environmental regulation on green technology innovation: evidence of the porter effect in China[J]. Finance & Trade Economics, 2019, 40(3): 147-160.

[48] 陶锋, 赵锦瑜, 周浩. 环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质” 吗: 来自环保目标责任制的证据[J]. 中国工业经济, 2021(2): 136-154.

TAO F, ZHAO J Y, ZHOU H. Does environmental regulation improve the quantity and quality of green innovation: Evidence from the target responsibility system of environmental protection[J]. China Industrial Economics, 2021(2):

136-154.

[49] 万佳彧, 周勤, 肖义. 数字金融、融资约束与企业创新[J]. 经济评论, 2020(1): 71-83.

WAN J Y, ZHOU Q, XIAO Y. Digital finance, financial constraint and enterprise innovation[J]. Economic Review, 2020(1): 71-83.

[50] 汪明月, 李颖明, 毛逸晖, 等. 市场导向的绿色技术创新机理与对策研究[J]. 中国环境管理, 2019, 11(3): 82-86.

WANG M Y, LI Y M, MAO Y H, et al. Mechanism and policy recommendations of enterprises green technological innovation driven by market orientation[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2019, 11(3): 82-86.

[51] 董旭, 王笑笑. 数字化转型对企业绿色创新的影响: 微观传导机制与政府财税干预[J]. 创新科技, 2024, 24(7): 75-91.

DONG X, WANG X X. The impact of digital transformation on enterprises' green innovation: micro transmission mechanisms and government fiscal interventions[J]. Innovation Science and Technology, 2024, 24(7): 75-91.