

# 需求端环保压力感知对供给端绿色创新的促进效应

## ——基于中国 A 股上市公司供应链的经验证据

万兆 蔡真 刘冲

**摘要：**绿色创新是实现“人与自然和谐共生的中国式现代化”重要落脚点，而环保压力是促进企业绿色创新的重要动力来源。本文基于 2007—2022 年中国 A 股上市公司供应链数据，通过文本分析技术构建环保压力感知变量，研究了需求端环保压力感知对供给端绿色创新的影响。研究发现：大客户环保压力感知可以显著促进供应商增加绿色创新数量和提高绿色创新重视程度。供应商管理层环保意识提升、绿色创新收益不确定性降低、积极实施内部变革是其中重要的作用机制。经济效果分析发现，大客户环保压力感知对供应商绿色创新的影响具有多级溢出效应，能够显著促进供应商绿色生产效率提升，且未对供应商非环保绩效在短期内构成挤出效应。本文研究为政府制定政策促进企业绿色创新、供应链绿色转型提供了经验证据和政策启示。

**关键词：**环保压力感知 绿色创新 供应链绿色转型 文本分析

**中图分类号：**F062.2; F274 **文献标识码：**A

### 一、引言

党的二十大报告将“人与自然和谐共生的现代化”列为新时代新征程中国共产党的使命任务之一，完成这一使命的关键是“推动经济社会发展绿色化、低碳化”。绿色创新通常被定义为任何能够减少环境负面影响的创新活动，其通过提效降耗、节能减排的方式提升经济发展质量，实现经济与环境“和谐共生”（刘剑民等，2024）。党的十九大报告提出构建市场导向的绿色技术创新体系，这实际上是绿色发展的微观要求，即企业应成为绿色创新的主体。

企业绿色创新的影响因素主要来自外部压力，具体包括：一是政府层面的压力，环境规制可以促进企业绿色创新（李青原和肖泽华，2020；Farooq et al., 2024）；二是市场层面的压力，企业会为获取超

**[资助项目]** 国家自然科学基金面上项目“碳中和目标下清洁能源省域消纳机理及路径研究：基于多尺度空间视角”（编号：72173133）。

**[作者信息]** 万兆，东南大学经济管理学院，电子邮箱：seuwan@163.com；蔡真，中国社会科学院金融研究所、中国社会科学院大学应用经济学院；刘冲，中国社会科学院大学应用经济学院。

额利润主动进行绿色创新 (Chen and Liu, 2019), 或为避免落后于同行出于防御动机进行模仿式创新 (王旭和褚旭, 2022); 三是投资者层面的压力, 机构投资者积极沟通介入控股股东绿色经营决策驱动绿色创新 (张云等, 2024), 绿色投资者与高管环保背景结合提升了绿色创新的数量和质量 (王辉等, 2022)。在以上三方面因素中, 环境规制是中国企业绿色创新的主要深层次原因, 但学术界对采取哪种环境规制工具存在争议: 一种观点认为, 命令型环境规制工具的效果好于激励型环境规制工具 (李青原和肖泽华, 2020), 也好于市场型工具 (徐佳和崔静波, 2020); 另一种观点认为, 命令型工具是一种“倒逼”机制, 具有很强的刚性。潘妍等 (2024) 发现, 增值税税率下调导致地方环保治理投入不足, 地方政府进而采取加强生态环境执法的措施来获得非税收入。这种“倒逼”机制带来的主要问题是, 企业绿色创新动力不足, 绿色创新主体错位<sup>①</sup>。沈满洪 (2024) 认为, 中国生态文明制度已由过去“摸”的阶段向“谋”的阶段过渡, 刚性制度代价大、成本昂贵的劣势凸显, 应向市场化激励制度转变。而狭义的“波特假说”认为, 灵活的市场工具因其成本有效性可能更有利于促进企业绿色创新 (Jaffe and Palmer, 1997)。本文注意到, 供应链管理是一种市场化机制, 其能否促进企业进行市场化绿色创新, 为促进生态文明制度由刚性制度向市场化激励转变提供经验借鉴? 这是本文研究的起点与重点。

绿色供应链是绿色制造理论与供应链管理技术结合的产物, 不同于单个企业“单打独斗”式的绿色转型, 它侧重于供应链节点上企业的协调与协作<sup>②</sup>。现有研究发现, 通过嵌入利益相关者和打造合作共同体可以实现绿色供应链的价值创造 (解学梅和韩宇航, 2022)。重视利益相关者权益有助于降低企业内外部之间信息不对称, 帮助企业获取更多资金支持从而促进环保投资 (Asimakopoulos et al., 2023; 宋德勇等, 2023)。这些研究尽管不直接针对供应链上的绿色创新, 但研究对象在某些特征上的相似性为本文研究提供了有益借鉴。本文认为, 现有关于环保压力和绿色供应链的文献存在如下不足: 第一, 环保压力的确是影响企业绿色创新的重要因素, 但现有文献主要从宏观层面展开研究, 这种做法难免忽略了压力来源和时间层面的异质性、不同个体对于同一类压力的感受差异、对异质性压力经供应链传导后的经济效果研究 (刘金科和肖翊阳, 2022; Farooq et al., 2024)。第二, 目前供应链绿色转型的文献已有一定数量, 但基于企业绿色创新视角促进供应链绿色转型的研究总体数量有限, 且主要研究方法为问卷调查和案例研究 (伊晟和薛求知, 2016; Sharma et al., 2022)。问卷调查与案例分析在度量环保压力与绿色创新时难免存在主观性、样本容量有限等问题, 研究结论的普适性受到限制。第三, 现有关于企业绿色创新推动供应链绿色转型的研究主要聚焦于供应链中某一家焦点企业, 尚未发现涉及供应链企业绿色创新多级溢出效应的研究。

<sup>①</sup>2016—2022年, 在中国绿色专利授权量排名前50的头部专利权人中, 国内专利权人有33个, 其中有20个为科研院所, 超过企业数量; 同期, 在全球绿色专利授权量排名前50的头部专利权人中, 有43个为企业, 有7个为科研院所; 在进入全球绿色专利授权量排名前50的国家中, 日本、德国、美国和韩国的创新主体全部为企业, 只有中国和法国的创新主体包括科研院所。资料来源: 《全球绿色低碳专利统计分析报告 (2023)》, [https://www.cnipa.gov.cn/art/2023/5/17/art\\_88\\_185467.html](https://www.cnipa.gov.cn/art/2023/5/17/art_88_185467.html)。

<sup>②</sup>参见《工业和信息化部办公厅关于开展绿色制造体系建设的通知》, [https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/wjfb/art/2020/art\\_40aa852f1c654540bc53b7f9594809e1.html](https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/wjfb/art/2020/art_40aa852f1c654540bc53b7f9594809e1.html)。

鉴于现有研究不足，本文使用 2007—2022 年中国 A 股上市公司供应链微观数据，通过文本分析技术构建企业环保压力感知变量，探究环保压力经供应链传导促进绿色创新的机制及经济效果。本文可能的边际贡献包括三个方面：第一，丰富供应链促进绿色创新的相关研究。不同于下游优势资源溢出视角的绿色创新效应（肖红军等，2024；严兵等，2024），本文基于压力机制展开研究。此外，本文还关注企业创新活动的注意力转移效应。第二，打开环保压力经供应链传导促进绿色创新的机制“黑箱”。本文基于绿色供应链整合视角，使用利益相关者理论、实物期权理论、战略合法性理论分析并验证与市场化交易高度相关并能促进企业绿色创新的机制，为解决中国绿色创新主体错位、促进生态文明由刚性制度向市场化激励制度的转变夯实理论基础。第三，本文从供应链多级溢出、绿色生产效率视角揭示环保压力通过供应链传导对企业绿色创新的积极影响，为促进企业绿色创新、供应链绿色转型提供经验证据与政策参考。

## 二、理论分析与研究假说

绿色创新通常指能够降低对生态环境不利影响的创新，具有双重外部性、风险难以预估、不确定性大、复杂性高、前期资源投入多的特征（徐佳和崔静波，2020；王分棉等，2023）。绿色创新特征决定了单个企业的创新积极性有限，需要外部因素激发创新活力。Wolf（2011）提出了“可持续供应链整合”的理念，即将物流和服务流、信息流、资金流、决策流有机结合起来，以达到环境、经济和社会的可持续发展，为多方利益主体创造价值最大化。后来的学者侧重企业行为的环境影响，发展了“绿色供应链整合”概念，即“企业与供应链伙伴开展环保方面的战略合作，并协同管理组织内和组织间流程以改善环境绩效的程度”（Lo et al., 2018）。本文注意到，关于“绿色供应链整合”驱动因素的理论十分适用于分析供应链视角下的企业绿色创新。第一，利益相关者是绿色供应链整合的动因之一。企业由利益相关者缔结的一组契约构成（Jensen and Meckling, 1976），若没有利益相关者，企业将不复存在。因此，从绿色供应链整合的视角看，单个企业绿色创新所面临的外部性问题就可以内部化。第二，降低生产相关活动的不确定性是绿色供应链整合的动因之一。绿色供应链整合能显著提升运营柔性、增强交付可靠性，降低生产相关活动不确定性（Yu et al., 2014）。绿色创新具有风险难以预估、不确定性大的特征，绿色供应链整合有助于应对这一不利因素的影响。第三，获取资源支持是绿色供应链整合的动因之一。基于资源基础观的逻辑观点，企业增强环境绩效需要相应资源支持，对于实现环境绩效的针对性支持有助于企业的产品、生产过程达到环保标准要求（Lee and Klassen, 2008）。绿色创新具有复杂性高、前期资源投入大的特征，而绿色供应链上下游间的信息交流甚至资源支持有助于绿色创新。考虑到需求端大客户环保压力感知对供给端供应商绿色创新的影响恰能体现“绿色供应链整合”三大驱动因素发挥的作用，本文接下来具体分析需求端大客户环保压力感知对供给端供应商绿色创新的影响<sup>①</sup>。

其一，供应商环境意识提升。本文认为，受大客户环保压力感知影响，供应商环境意识会提升，

<sup>①</sup>考虑到 A 股上市公司一般仅披露前 5 大客户（大客户）详细信息，本文研究的客户均为前 5 大客户。

进而得出有利于绿色创新产出的投资评估结果，促进绿色创新。Mitchell et al. (1997) 认为，利益相关者拥有权利、合法性、紧迫性中的一个或多个特征。在权利方面，大客户是供应商业绩的重要影响者，具有较强议价能力，有权要求供应商增强环保意识。在合法性方面，上市公司生产经营较为规范，其签订的正规合同受到法律保护，大客户为避免道德风险具有较强的规范与监督动机 (Klein et al., 1978)。在紧迫性方面，环保压力感知较高的大客户受到的环保压力较大，为了生存与发展，其对供应商的环保要求显然具有紧迫性。依据利益相关者显著性模型 (Mitchell et al., 1997)，环保压力感知越高的大客户，越有可能成为供应商的确定型利益相关者，供应商必须提升环境意识以满足其需求。关于环境意识与绿色创新之间的关系，现有研究发现，管理者短视主义降低、环境意识提升会改善企业对立足长远的绿色创新收益判断，促进绿色创新产出 (王分棉等, 2023)。

其二，供应商绿色创新收益不确定性降低。本文认为，大客户环保压力感知有助于降低供给端供应商绿色创新收益的不确定性，促进其增加绿色创新投入，进而实现绿色创新产出。具体来说，大客户的环保压力感知程度越高，其现有能力与需要实现的环保表现之间差距越大。为使自身环保需求得到确定性的满足，大客户有动机向供应商提供尽可能多的帮助。而大客户的帮助一方面可以降低供应商研发失败的高额机会成本，另一方面可以降低供应商绿色创新收益的不确定性，进而增加供应商绿色创新收益。现实中的企业投资决策多为动态投资决策，而属于动态投资决策理论的实物期权理论十分适用于分析研发投资行为。实物期权理论认为，企业掌握项目投资的期权，而投资收益的不确定性是影响企业投资决策的关键因素 (Bernanke, 1983; Brennan and Schwartz, 1985)。如果投资收益的不确定性高，增加投资所形成的专用性资产容易构成套牢成本，企业会使用延迟期权和放弃期权，以缩减投资支出 (聂辉华等, 2020)。反之，企业会使用执行期权和扩展期权，以增加投资支出。由于大客户的环保压力感知有助于降低供应商绿色创新收益的不确定性，因此，基于实物期权理论，供应商会加大绿色创新投资，进而促进绿色创新 (肖红军等, 2022)。

其三，供应商积极实施内部变革。本文认为，在中国经济强调绿色可持续发展的大背景下，供应商企业会视大客户的环保压力感知为一种战略机遇，主动实施有利于绿色创新的内部变革迎合大客户需求，通过绿色创新获取合法性这种关键资源。合法性是企业实现可持续成长的一种关键资源 (Zimmerman and Zeitz, 2002; 解学梅和朱琪玮, 2021)。战略合法性理论认为，面对可获得的合法性资源，企业会积极采取行动争取合法性 (Tornikoski and Newbert, 2007)。现有研究发现，通过绿色创新获取合法性会为企业带来声誉形象 (Xie et al., 2019)、客户黏性 (Wei et al., 2017) 等收益。党的十八大以来，政府高度重视生态环境保护，持续引导企业实施绿色可持续发展战略。在此背景下，绿色转型缓慢、不符合时代发展背景的企业由于缺乏合法性被市场出清的风险极高。因此，在当前人与自然和谐共生的中国式现代化以及“碳达峰、碳中和”的总体目标下，通过绿色创新实现绿色转型可以避免落后于同行和在市场竞争中处于不利地位，从而提升自身声誉形象。本文认为，供应商会视大客户环保压力感知为一种机遇，主动实施内部变革来促进绿色创新，获取合法性资源。

综上所述，本文认为大客户环保压力感知会引起供应商环境意识、绿色创新收益不确定性和内部变革积极性三个方面因素积极变动，进而促进供应商增加绿色创新。据此，本文提出第一个基本研究假说。

H1: 大客户环保压力感知程度提高可促进供应商绿色创新数量增加。

依据前文分析,大客户的环保压力感知可以促进供应商绿色创新产出。但是,企业的资源终究有限(Simon, 1955),管理团队注意力、财务资源、人力资本都属于企业的有限资源。依据前文分析,大客户的环保压力感知可以提升供应商环境意识、增加环保问题的注意力和降低绿色创新收益的不确定性,进而促进供应商将更多资金投入绿色研发活动,积极实施内部变革将更多优质人力资本与财务资源配置于绿色研发活动中。若上述理论分析成立,那么供应商将有限的注意力、财务、人力资源进行重新配置,会具体体现为供应商绿色创新重视程度的提升,而非绿色创新被相对挤出(刘金科和肖翊阳, 2022)。据此,本文提出第二个基本研究假说。

H2: 大客户环保压力感知程度提高可促进供应商绿色创新重视程度增加。

高层梯队理论认为,公司的价值判断、战略决策和管理层的意识与偏好相关(Hambrick and Mason, 1984)。上市公司的决策与执行一般呈现自上而下的特点,因此,如果大客户可以对供应商管理层环境意识产生积极影响,那么,供应商管理层将意识转化为行动时可以有效促进绿色创新产出。依据前文理论分析,环保压力感知越高的大客户越有可能成为供应商的确定型利益相关者,供应商需要优先考虑大客户的利益诉求,大客户更有可能对供应商管理层的环境意识产生积极影响,使得供应商通过绿色创新满足大客户的需求。基于上述分析,本文提出如下机制假说。

H3: 大客户环保压力感知程度提高可促进供应商管理层环境意识提升,进而促进供应商绿色创新。

环保投资是促进绿色技术创新的重要机制(肖红军等, 2022)。而绿色创新有研发投入规模大的特点(徐佳和崔静波, 2020),且绿色创新产出以必要的投入为前提。若大客户能促进供应商增加与绿色创新直接相关的投资,那将有助于供应商绿色创新产出。依据前文的理论分析,收益的不确定性是阻碍企业投资的关键因素。而环保压力感知越强烈的大客户越有动机向供应商提供帮助,降低其绿色创新收益的不确定性,促进其与绿色创新直接相关的投资。基于上述分析,本文提出如下机制假说。

H4: 大客户环保压力感知程度提高可促进供应商绿色创新投资增加,进而促进供应商绿色创新。

相较于其他创新活动,绿色创新具有复杂性、不确定性较高的特点(王分棉等, 2023),其对员工创新能力、专业素养要求较高。相较其他学历层次,研究生教育更加注重教授学生专业知识和培养学生科研创新能力。为实现绿色创新,企业有动机从员工学历结构或员工职业结构方面进行调整以匹配绿色创新活动需求。依据西方经济学理论,劳动生产率与工资水平相关。为应对绿色创新挑战,企业有动机实施薪酬激励以匹配员工所需达到的工作效率。依据前文理论分析,面对借助大客户需求以绿色创新获取合法性资源的宝贵机遇,供应商会实施内部变革以促进绿色创新。基于上述分析,本文提出如下机制假说。

H5: 大客户环保压力感知程度提高可促进供应商实施积极内部变革,进而促进供应商绿色创新。

### 三、研究设计

#### (一) 样本选择与数据来源

基于会计信息可比性、研究数据可得性考虑,本文采用 2007—2022 年中国 A 股上市公司供应链

数据进行研究，并按照以下标准进行筛选：①剔除供应商或其前 5 大客户<sup>①</sup>为非 A 股上市公司的样本；②剔除供应商或其客户上市年限小于 0 的样本；③剔除供应商或其客户处于 ST、\*ST 等非正常上市状态的样本；④剔除供应商或其客户关键数据缺失的样本。由于核心解释变量相对核心被解释变量滞后一期，本文主要用于分析的样本为 2303 对供应链观测值<sup>②</sup>。为减小极端值对研究结论的影响，本文对所有连续变量进行双边 1% 的缩尾处理。本文的上市公司年度财务报告文本来源于巨潮资讯网、上市公司官网及上市公司所属证券交易所官网；上市公司专利数据来源于 CNRDS 数据库和 Incopat 数据库；本文使用的其他上市公司相关数据均来源于 CSMAR 数据库、CNRDS 数据库和 CCER 数据库。

## （二）变量定义

1.被解释变量：本文从绿色创新数量和绿色创新重视程度两个方面度量供应商绿色创新活动。绿色创新数量方面，现有文献主要采用绿色研发投入、绿色全要素生产率和绿色专利申请数量度量创新。关于绿色研发投入，现有文献指出，研发活动存在失败率高、不确定性强等特征，与研发投入相比，创新产出更直观地体现了企业的创新水平（Cornaggia et al., 2015）。关于绿色全要素生产率，这一变量更多是对绿色活动结果的衡量，因为供应商即使不进行绿色创新，依然可以通过内部结构调整促进绿色效率进步，进而提升绿色全要素生产率，但此时绿色创新并没有产生。关于用绿色专利申请数量衡量绿色创新，由于世界知识产权组织（WIPO）提供了“国际专利分类绿色清单”，使得绿色专利数据可以被清晰地识别。考虑到本文具体研究的问题，本文使用绿色专利申请数量对绿色创新活动进行度量。本文认为，绿色专利申请表明供应商已经在绿色技术方面实现了一定经验积累及技术突破，拥有绿色技术创新意识，并且绿色专利在申请过程中就已经可以帮助供应商实现绿色生产经营；本文的绿色专利申请数量底层数据来源于各国国家知识产权局和 Google Patent，并以世界知识产权局的绿色专利标准筛选，数据可得性、可靠性、及时性、准确性较高。鉴于此，本文使用供应商当年绿色专利申请数量衡量供应商绿色创新数量。

绿色创新重视程度方面，本文参考刘金科和肖翊阳（2022）的做法，使用供应商当年绿色专利申请数量除以供应商当年专利申请数量衡量供应商绿色创新重视程度。具体地，该指标越大，供应商在研发活动中越重视绿色技术方向。

2.核心解释变量：客户环保压力感知<sup>③</sup>。本文构建的客户环保压力感知变量是通过文本挖掘技术从上市公司年度财务报告文本中分析计算得到的。本文参考 Baker et al.（2016）、聂辉华等（2020）的做法，通过“词频法”筛选得到特定文本，该方法认为如果一段文本中存在特定词语，就认为这段文本表述特定含义。本文认为，如果一句话中同时出现“环保表述词库”“压力感知词库”中的词语，则这句话就是年报撰写人表述公司面临环保压力的内容。本文构建客户环保压力感知变量的具体过程如下。

首先，通过格式转换工具把每份上市公司年报的 PDF 文件转换成文本文件，使用正则表达式提取

<sup>①</sup>前 5 大客户即大客户，以下简称“客户”。

<sup>②</sup>限于正文篇幅，供应链数据的详细筛选过程详见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录一。

<sup>③</sup>限于正文篇幅，核心解释变量的相关词库构建及合理性分析详见在《中国农村经济》网站或中国知网本文附录二。

“管理层讨论与分析”（management discussion and analysis，以下简称 MD&A）内容。考虑到中文的语言习惯，本文以句子作为分析的基本单位，以中文句号、问号、感叹号为分隔符把 MD&A 文本分割为句子，然后统计每一年、每一份 MD&A 样本中的总句数。其次，使用编程语言 Python 调用 jieba 分词模块对每个句子进行分词，并在分词的同时剔除停用词<sup>①</sup>。为尽量降低分词带来的歧义，本文在分词时定义了用户词表，词表包括“A 股上市公司全称”“A 股上市公司简称”“会计科目名称”“环保表述词库”“压力感知词库”“前瞻性表述词库”“政府环境政策词库”“产品市场竞争词库”“企业投资者词库”。最后，分词以后每个句子都变成一系列词语的组合，再对每个句子逐一进行以下操作：搜索每个句子中出现的词，如果出现“环保表述词库”中的词语，就认为该句为环保语句。如果环保语句中出现“压力感知词库”中的词语，就认为是一个表述环保压力的语句。本文使用客户环保压力语句数占客户 MD&A 总语句数的比重衡量客户环保压力感知，具体计算方法如下：

$$CEPP_{j,t} = \frac{CEPPS_{j,t}}{CN_{j,t}} \times 10 \quad (1)$$

(1) 式中： $CEPP_{j,t}$  为客户  $j$  在  $t$  年的环保压力感知， $CEPPS_{j,t}$  为客户  $j$  在  $t$  年 MD&A 中环保压力语句数， $CN_{j,t}$  为客户  $j$  在  $t$  年 MD&A 总语句数。为提升回归结果可读性，本文将这一比值乘以 10。

3. 控制变量。参考有关供应链后向溢出效应及企业绿色创新的文献（肖红军等，2022；宋德勇等，2023），为尽可能避免遗漏变量对研究结果的干扰，本文控制变量包括资产规模、资产负债率、现金流水平、固定资产比率、上市年限、董事会规模、大股东持股和产权性质。

4. 机制变量。依据前文理论分析，后文还将检验大客户环保压力感知促进供应商管理层环境意识提升、绿色创新投资增加、实施积极内部变革的三个作用机制。具体地，本文将供应商 MD&A 中涉及“环保表述词库”的语句总数除以供应商 MD&A 总语句数衡量供应商管理层环境意识。参考 Laursen and Salter（2006）、王分棉和贺佳（2022）的做法，本文将供应商环保投资总额、研发费用衡量与绿色创新投资高度相关的供应商绿色专用性资产投资规模和供应商研发投入规模。内部变革方面，本文以供应商研究生以上学历占比的年度变化率和研发人员占比的年度变化率分别衡量供应商内部变革的员工学历结构调整和部门员工结构调整，以员工平均薪酬取对数和管理层持股比例分别衡量供应商为提升工作效率而开展的薪酬激励和股权激励。

### （三）模型设计

为证实理论部分的基本研究假说，本文参考 Isaksson et al. (2016) 研究供应链的方法构建如下计量模型：

$$GI_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 CEPP_{j,t-1} + \lambda CONTROLS_{i,t} + \sum IND S + \sum YEAR + \sum PROV + \varepsilon_{i,j,t} \quad (2)$$

(2) 式中：被解释变量  $GI_{i,t}$  为供应商  $i$  在  $t$  年的绿色创新活动；解释变量  $CEPP_{j,t-1}$  为供应商  $i$  的客户  $j$  在  $t-1$  年的环保压力感知，系数  $\alpha_1$  度量客户环保压力感知对供应商绿色创新活动的影响；

<sup>①</sup>停用词是指在自然语言处理时自动过滤的字或词，往往没有实际含义。

$CONTROLS_{i,t}$  为供应商  $i$  在  $t$  年的一系列控制变量； $\sum INDS$  为行业固定效应， $\sum YEAR$  为年份固定效应， $\sum PROV$  为省份固定效应， $\varepsilon_{i,j,t}$  为随机干扰项。若非特殊说明，本文的所有回归都将标准误聚类至供应链层面，供应链为年度供应商与客户之间的供需关系链条。

为研究需求端环保压力感知促进供给端绿色创新的作用机制，本文参考江艇（2022）、刘金科和肖翊阳（2022）的研究，构建如下机制模型：

$$MECH_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CEPP_{j,t-1} + \gamma CONTROLS_{i,t} + \sum INDS + \sum YEAR + \sum PROV + \theta_{i,j,t} \quad (3)$$

(3) 式中： $MECH_{i,t}$  为供应商  $i$  在  $t$  年的管理层环境意识、绿色创新投资、内部变革三个方面的机制变量；系数  $\beta_1$  度量客户环保压力感知对供应商机制变量的影响； $\theta_{i,j,t}$  为随机干扰项；其他变量含义与 (2) 式一致。

#### (四) 描述性统计

本文主要变量定义及描述性统计结果如表 1 所示。表 1 中：供应商绿色专利申请个数均值为 2.1511，最大值、最小值、标准差分别为 98、0、7.4603；供应商的绿色创新重视程度均值为 0.0608，最大值、最小值、标准差分别为 0.7660、0、0.1358。可见，在绿色创新活动方面供应商间存在较大个体差异（标准差大于均值）。客户环保压力感知的均值为 0.1191，最大值、最小值、标准差分别为 0.8642、0、0.1642，可见客户的环保压力感知同样存在较大个体差异（标准差大于均值）。本文核心解释变量与被解释变量描述性统计方面的差异为下文的实证研究做好了铺垫。其余变量的描述性统计特征均处于合理范围内。

表 1 变量定义及描述性统计结果

变量名称	变量含义	均值	标准差	最小值	最大值
绿色创新数量	供应商绿色专利申请数量（个）	2.1511	7.4603	0.0000	98.0000
绿色创新重视程度	供应商绿色专利申请数量除以供应商专利申请数量	0.0608	0.1358	0.0000	0.7660
客户环保压力感知	供应商客户年报 MD&A 中环保压力总句数除以 MD&A 总句数	0.1191	0.1642	0.0000	0.8642
资产规模	供应商资产总额（亿元）	96.5559	366.7665	3.5523	6159.0732
资产负债率	供应商负债总额除以总资产	0.3992	0.2115	0.0515	0.9352
现金流水平	供应商经营性现金流净额除以总资产	0.0393	0.0693	-0.1852	0.2509
固定资产比率	供应商固定资产净额除以总资产	0.2139	0.1589	0.0018	0.7059
上市年限	供应商上市年限（年）	8.6090	7.3040	0.0986	27.8685
董事会规模	供应商董事会人数（人）	8.8611	1.7305	5.0000	15.0000
大股东持股	供应商第一大股东持股比例	0.3552	0.1481	0.0848	0.7457
产权性质	供应商是否为国有企业：是=1，否=0	0.3604	0.4802	0.0000	1.0000
管理层环境意识	供应商 MD&A 中涉及“环保表述词库”的语句总数量除以供应商 MD&A 总语句数量	0.0777	0.0867	0.0000	0.7028
绿色专用性资产投资规模	供应商环保投资总额（亿元）	0.2915	1.3223	0.0000	14.1593

表 1 (续)

研发投资规模	供应商研发费用 (亿元)	0.2389	0.6775	0.0000	4.7183
员工学历结构调整	供应商研究生以上学历占比年度变化率	0.1361	0.4686	-0.4699	2.8000
部门员工结构调整	供应商研发人员占比年度变化率	0.2171	1.2486	-0.5862	13.7198
薪酬激励	供应商员工平均薪酬 (亿元)	0.0011	0.0006	0.0003	0.0036
股权激励	供应商管理层持股比例	0.1594	0.2114	0.0000	0.7900

注：①在下文的回归分析中，除采用负二项模型回归时，绿色创新数量需加 1 取对数；②在下文的回归分析中，上市年限加 1 取对数，资产规模、薪酬激励以元为单位取对数，绿色专用性资产投资规模、研发投资规模以元为单位加 1 取对数，董事会规模取对数。

#### 四、实证分析

##### (一) 基准回归分析

为验证基本研究假说，在控制行业、年份、省份固定效应的基础上，本文利用 (2) 式模型将核心解释变量客户环保压力感知分别对供应商的绿色创新数量、绿色创新重视程度进行回归。表 2 (1) 列和 (3) 列显示，客户环保压力感知分别在 5%、1% 的水平上显著促进供应商绿色创新数量、绿色创新重视程度增加。进一步，本文在控制固定效应的基础上纳入所有控制变量，将核心解释变量客户环保压力感知分别对供应商的绿色创新数量、绿色创新重视程度进行回归。表 2 (2) 列和 (4) 列显示，核心解释变量客户环保压力感知依然在 5% 和 1% 的水平上显著促进供应商绿色创新数量和绿色创新重视程度增加。这一实证结果的经济含义为：当其他控制变量不变时，客户环保压力感知每增加 1 个单位，供应商绿色创新数量增加约 25.60%；当其他控制变量不变时，客户环保压力感知每增加 1 个单位，供应商绿色创新重视程度增加约 0.08 个单位。

基于以上实证结果，本文的基本研究假说 H1、H2 得到初步证实。初步研究结论为：客户的环保压力感知可以显著促进供应商进行绿色创新活动，具体表现为绿色创新数量、绿色创新重视程度增加；但是，随着绿色创新重视程度增加，供应商的非绿色创新活动会被相对挤出。

表 2 客户环保压力感知对供应商绿色创新活动影响的基准回归结果

变量	(1)		(2)		(3)		(4)	
	绿色创新数量		绿色创新数量		绿色创新重视程度		绿色创新重视程度	
	系数	t 统计量	系数	t 统计量	系数	t 统计量	系数	t 统计量
客户环保压力感知	0.3084**	2.5524	0.2560**	2.2342	0.0787***	3.7666	0.0767***	3.6792
资产规模			0.2942***	13.7844			0.0111***	3.9973
资产负债率			0.0133	0.1391			0.0219	1.3746
现金流水平			0.2601	1.1323			0.0586	1.4270
固定资产比率			-0.3326**	-2.5011			-0.0040	-0.1553
上市年限			-0.0501**	-1.9739			-0.0118***	-2.9126
董事会规模			0.2298**	2.4033			0.0062	0.3827

表 2 (续)

大股东持股			0.2705*	1.9544			-0.0177	-0.7529
产权性质			0.0820*	1.6504			0.0096	1.1408
常数项	0.4923***	22.6994	-6.3951***	-13.9686	0.0512***	14.8577	-0.1890***	-3.1830
行业固定效应	已控制		已控制		已控制		已控制	
年份固定效应	已控制		已控制		已控制		已控制	
省份固定效应	已控制		已控制		已控制		已控制	
观测值数	2301		2301		2301		2301	
调整后的 R <sup>2</sup>	0.1215		0.2692		0.1018		0.1096	

注：①\*\*\*、\*\*和\*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平；②在使用 Stata 的 reghdfe 命令估计时，固定效应维度中仅有一个观测值时该观测值会被剔除，因此损失 2 个观测值。

## (二) 稳健性检验<sup>①</sup>

1. 替换核心解释变量。首先，本文参考聂辉华等（2020）的做法，以环保压力感知语句中的压力词汇数量除以 MD&A 总词语数量衡量客户环保压力感知。其次，本文分别以环保压力语句数量、环保语句中压力词汇数量衡量客户环保压力感知。最后，本文以客户受环保处罚次数进行替换核心解释变量的稳健性检验。

2. 替换被解释变量。本文将供应商当年申请绿色专利在未来三年内获取的授权数量作为供应商绿色创新数量的替代变量；将供应商当年申请绿色专利在未来三年内获取的授权数量除以供应商当年申请专利在未来三年内获取的授权数量，得到供应商绿色创新重视程度的替代变量。

3. 补充控制变量。首先，本文补充控制了客户特征，以避免遗漏变量干扰本文研究结论。其次，本文补充控制了行业、年份交互固定效应，省份、年份交互固定效应，以及行业、省份、年份交互固定效应，以避免遗漏每年各行业、每年各省份、每年各省份中各行业特征变量。最后，本文补充控制了客户 MD&A 的可读性、语调两个特征变量。

4. 更换模型设定。考虑到客户环保压力感知与供给端供应商的绿色创新活动之间可能存在非线性关系，本文在（2）式的基础上增加核心解释变量的二次项，并进行重新回归。然后，在（2）式的基础上同时增加核心解释变量的二次项、三次项重新回归。

5. 更换回归模型。本文被解释变量绿色创新数量的取值范围大于等于 0，而绿色创新重视程度的取值范围大于等于 0 且小于等于 1，均具有断尾变量特征。因此，本文使用 Truncated 模型重新验证基本研究假说。此外，专利申请数量作为一个计数变量是一个非负整数，呈现“过度离散”特征。因此，本文使用负二项模型重新检验基本研究假说。

6. 更换样本。首先，考虑到 2008 年的国际金融危机通过供应链渠道对中国企业的财务情况造成了较大负面影响，企业的研发活动可能因此受到限制，本文剔除 2008 年、2009 年的研究样本。其次，考虑到 2020 以后发生的公共卫生事件对企业的生产经营状况、未来发展预期造成了较大影响，本文

<sup>①</sup>限于正文篇幅，稳健性检验结果的详细说明见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录三。

剔除 2019 年以后的研究样本。再次，考虑到客户如果在信息披露方面存在严重的真实性、准确性、完整性、及时性、合法合规性和公平性问题，供应商可能会对其实际需求做出错误判断，本文剔除客户前一年被证券交易所信息披露考评为“合格”或“不合格”的样本。最后，上市公司的信息披露可能存在机会主义动机，供应商因此可能对其客户实际经营情况做出错误判断，本文剔除 2007—2022 年客户曾因“虚构利润”“虚列资产”“虚假记载”“推迟披露”“重大遗漏”“披露不实”问题受到证监会行政处罚的样本。

7.考虑同质性因素影响。供应链上下游企业间的同质性因素可能影响本文因果推断的可靠性。为排除客户和供应商受到来自相同省级政府的环境政策这类影响绿色创新同质性因素的干扰，本文剔除了双方属于同一省份的样本。为避免客户和供应商受到来自行业竞争这类市场同质性因素的干扰，本文剔除了双方属于同一行业的样本。为避免客户和供应商受到来自公众层面同质性因素的干扰（蔡真和万兆，2024），本文剔除了双方属于同一城市的样本。

8.考虑环境政策影响。为排除与环保相关外生政策事件干扰本文研究结论，本文考虑绿色信贷指引、《中华人民共和国环境保护法》实施、中央生态环境保护督察、低碳城市试点、《中华人民共和国环境保护税法》实施五项外生政策事件发生对研究结论的潜在影响。

9.采用倾向得分匹配法。本文的研究结论可能受到样本自选择问题的干扰。供应商的绿色创新活动可能并不受客户的环保压力感知影响，而是受其内在特征的影响。为缓解这一问题对研究结论的影响，本文采用倾向得分匹配法（PSM）进行稳健性检验。具体地，本文分别采用 1:3 近邻匹配法和最近核匹配法并基于匹配后的样本重新进行稳健性检验。

10.采用 Heckman 两步法。由于中国证券监督管理委员会并未强制要求中国上市公司详细披露其前 5 大客户信息，本文的研究结论可能受到样本选择偏差问题的干扰。为缓解这一问题，本文采用 Heckman 两步法对该问题进行处理。

11.采用工具变量法。尽管本文已经在设计基准回归模型时将核心解释变量滞后一期，并且采取了一系列方法试图证明研究结论的稳健性，但可能仍然无法解决所有的内生性问题。因此，本文进一步采用工具变量法缓解内生性问题。

首先，本文选取  $t-1$  期客户是否被认定为重污染企业这一虚拟变量作为客户环保压力感知的工具变量<sup>①</sup>。在相关性方面，客户是否为重污染企业与其承受的环保压力应存在正向相关性，这是因为：近年来，在人与自然和谐共生的中国式现代化、“碳达峰、碳中和”的总体目标下，中国政府与公众对于环境问题的关注度逐渐增加、容忍度逐渐降低，而重污染企业是造成环境污染的主要对象，其面临的环保压力通常高于一般企业。在排他性方面，客户属于重污染企业这一自身属性很难通过除“环保压力”以外的其他作用机制影响供应商的绿色创新决策，故满足工具变量的排他性要求。在外生性方面，客户是否被认定为重污染企业是由政府制定的认定标准决定的，并外生于供应链内企业的生产经营决策，几乎

<sup>①</sup>重污染企业认定依据为《上市公司环保核查行业分类管理名录》。参见《关于印发〈上市公司环保核查行业分类管理名录〉的通知》，[https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgth/200910/t20091022\\_174891.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgth/200910/t20091022_174891.htm)。

不受个体企业行为的影响，故满足工具变量的外生性要求。为避免进行工具变量法回归时遗漏影响供应商绿色创新的可观测量，本文还进一步增加供应商是否属于重污染企业这一虚拟控制变量。其次，本文也借鉴 Lewbel (1997) 构建工具变量的思路。在外部工具变量难以有效选取时，使用模型中内生解释变量的高阶矩来生成充分利用解释变量自身异质性特征的工具变量。具体地，本文将核心解释变量与其样本平均值差值的三次方作为工具变量。

以上稳健性检验结果均表明，基准回归结果依然稳健。

### (三) 机制分析

1. 机制一：客户环保压力感知促进供应商环境意识提升。为检验客户环保压力感知促进供应商管理层环境意识提升这一作用机制，本文将供应商管理层环境意识代理变量代入 (3) 式进行检验。表 3 (1) 列显示，核心解释变量在 1% 的水平上显著且系数为正，表明客户环保压力感知可以提升供应商管理层环境意识，即假说 H3 得证。

2. 机制二：客户环保压力感知促进供应商实施绿色创新投资。为检验客户环保压力感知促进供应商绿色创新投资这一作用机制，本文将供应商绿色专用性资产投资规模和供应商研发投入规模代入 (3) 式进行检验。表 3 (2) 列和 (3) 列显示，核心解释变量分别在 1% 和 5% 的水平上显著且系数为正，表明客户环保压力感知可以促进供应商实施绿色创新投资，即假说 H4 得证。

3. 机制三：客户环保压力感知促进供应商内部变革。为检验客户环保压力感知促进供应商内部变革这一作用机制，本文将代表供应商内部变革的员工学历结构调整和部门员工结构调整变量，以及代表供应商对员工工作效率激励的薪酬激励和股权激励变量代入 (3) 式进行检验。表 3 (4) ~ (7) 列显示，核心解释变量促进了员工学历结构调整、薪酬激励变量正向变化，而对部门员工结构调整、股权激励变量的影响不显著。造成这一现象的原因可能是：面对研发的不确定性，供应商并未盲目扩大研发团队规模而是选择提升研发团队专业性，将研发注意力转向绿色创新方面；同时，管理层主要负责决策与管理，而绿色创新活动需要专业人员加大投入，因此薪酬激励的重点可能并不在管理层。以上结果表明，面对客户的环保压力感知，供应商会通过员工学历结构调整和薪酬激励的方式促进绿色创新活动，即假说 H5 得证。

表 3 供应商环境意识提升、绿色创新投资、内部变革的机制分析回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	管理层 环境意识	绿色专用性 资产投资规模	研发投入 规模	员工学历 结构调整	部门员工 结构调整	薪酬激励	股权激励
客户环保压力感知	0.1341*** (9.4244)	2.4162*** (2.6280)	0.4935** (1.9777)	0.1608** (1.9630)	0.1709 (0.6866)	0.0788* (1.6979)	0.0249 (1.1134)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值数	2301	2301	2301	1747	1515	2242	2233
调整后的 R <sup>2</sup>	0.3633	0.3219	0.9287	0.0469	0.0613	0.5870	0.4936

注：①\*\*\*、\*\*和\*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平；②括号内为 t 统计量；③表中回归均已控制行业、年份、省份维度的固定效应；④由于部分样本缺少供应商员工学历、职业以及薪酬激励、股权激励方面的数据，回归时部分观测值缺失。

(四) 异质性分析

1. 环保管理者。管理层人员作为上市公司的决策者、管理者，其对外部环境变化做出的反应受个人认知的影响。现有研究认为，具有环保相关经历的高管对环境问题更加敏感，更能识别绿色创新机遇（王分棉等，2023）；具有环保相关经历的管理者对环境问题更敏感，且更善于将环保投入转化为利润，并更有可能获取环保部门认可（王辉等，2022）。本文认为，拥有更多具有环保相关经历管理者的供应商更易受客户环保压力感知的影响，从而增强环境意识、增加绿色创新投入、把握绿色创新机遇。本文基于高管简历信息，统计具有环保相关经历的董事和高管的数量，分别得到环保董事数量和环保高管数量两个变量。本文分别将环保董事数量、环保高管数量与客户环保压力感知变量进行交乘，构建调节效应模型。表4（1）~（4）列显示，供应商拥有环保管理者越多，其绿色创新数量越多，越重视绿色创新活动。但观察交乘项的系数可以发现，高管发挥的作用更大，这可能与高管具有环保相关经历可以缓解公司治理中的第一类代理问题有关。

2. 融资约束。筹资是投资的基础。当外部融资约束较大且资金来源不稳定时，由于绿色创新前期资金投入大、机会成本较高（徐佳和崔静波，2020；王分棉等，2023），一般情况下企业会优先开展非绿色创新活动。但依据前文理论分析，大客户属于供应商的确定型利益相关者，其环保压力感知有助于降低供应商绿色创新收益的不确定性。本文认为，在供应商财务资源较为有限的情况下，由于绿色创新收益不确定性大幅降低，即使融资约束较大的供应商也会倾向于绿色技术方向的创新，甚至愿意放弃非绿色技术创新。为验证以上猜测，本文参考 Hadlock and Pierce（2010）的做法设置 SA 指数衡量融资约束，SA 指数越大，供应商的融资约束就越大。本文将供应商融资约束变量与客户环保压力感知变量进行交乘，并构建调节效应模型。表4（5）列和（6）列显示，供应商融资约束并不能显著强化客户环保压力感知对供应商绿色创新数量的促进作用，但可以强化对供应商绿色创新重视程度的促进作用，具体表现为：在融资约束较高时，供应商愿意放弃非绿色创新，优先开展绿色创新活动。

表4 基于环保管理者、融资约束的异质性分析结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	绿色创新数量	绿色创新重视程度	绿色创新数量	绿色创新重视程度	绿色创新数量	绿色创新重视程度
客户环保压力感知×环保董事数量	0.3808* (1.8247)	0.0984** (2.2571)				
客户环保压力感知×环保高管数量			0.4124* (1.7044)	0.1299** (2.5606)		
客户环保压力感知×融资约束					-0.1759 (-0.4555)	0.1372* (1.7389)
客户环保压力感知	-0.0340 (-0.2159)	0.0083 (0.2865)	0.0537 (0.4467)	0.0263 (1.1564)	-0.3763 (-0.2621)	0.5905** (1.9846)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值数	2283	2283	2283	2283	2301	2301

表 4 (续)

调整后的 R <sup>2</sup>	0.2864	0.1258	0.2861	0.1203	0.2755	0.1117
---------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

注：①\*\*和\*分别表示 5%和 10%的显著性水平；②括号内为 t 统计量；③表中回归的控制变量包括交互项的一次项，行业、年份、省份维度的固定效应均已控制；④由于缺少部分高管简历信息，回归时部分观测值缺失。

3. 员工权益保护。在劳动力市场中，优质劳动力议价能力更高，更倾向于选择用工制度能保障自身权益的企业。同时，员工权益保护是影响企业科研产出效率的重要制度性因素（肖红军等，2022）。基于现有研究，本文认为，员工权益保护意识强的供应商更能在内部变革中吸引到优秀人才，并为员工提供薪酬激励，进而更有效率地应对绿色创新挑战。具体表现为：在客户环保压力感知的影响下，员工权益保护好的供应商绿色创新数量更多，并且非绿色创新可能被兼顾而不被挤出。本文依据供应商是否在年报或社会责任报告中披露员工权益保护信息，设置员工权益保护虚拟变量。如果供应商有相应披露则说明员工权益保护意识强，该虚拟变量取值为 1，否则取值为 0。本文将供应商员工权益保护虚拟变量与客户环保压力感知变量进行交乘，并构建调节效应模型。表 5（1）列和（2）列显示，供应商员工权益保护显著正向强化客户环保压力感知对供应商绿色创新数量的影响，同时不影响客户环保压力感知对供应商绿色创新重视程度的促进作用。

4. 客户与供应商合作文化。文化是企业重要的战略“软资产”，深刻影响着员工价值观和行为准则。现有研究认为，合作文化是与企业创新相关性较高的一种价值取向，可以提升员工凝聚力、维持企业与其利益相关者之间的良好关系，进而促进创新（潘健平等，2019）。本文认为，客户与供应商均有合作文化。一方面，合作文化有助于企业间的员工交流合作，降低企业之间的信息不对称，使供应商以低成本、高确定性的方式满足客户环保需求，增加绿色创新收益；另一方面，合作文化有助于客户与供应商通过设备和场地共享，降低企业间重复性基础投资，发挥比较优势，提升研发效率。为研究客户与供应商合作文化对绿色创新活动的影响，本文使用供应商、客户 MD&A 中包含合作文化关键词的总语句数除以 MD&A 总语句数衡量企业合作文化指标<sup>①</sup>。本文分别对客户和供应商设置企业合作文化虚拟变量，如果企业合作文化指标在年度总体样本中位于降序排列的前 70%，则企业合作文化虚拟变量取值为 1，否则取值为 0。本文将客户与供应商企业合作文化虚拟变量相乘得到客户与供应商合作文化变量，将客户与供应商合作文化与客户环保压力感知变量交乘，并构建调节效应模型。表 5（3）列和（4）列显示，客户与供应商合作文化可以强化客户环保压力感知对供应商绿色创新数量的促进作用，同时不影响客户环保压力感知对供应商绿色创新重视程度的促进作用。

5. 数字化转型。《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》提出，“加快数字化绿色化协同转型发展……实现数字技术赋能绿色转型”<sup>②</sup>。本文认为，数字化转型将有助于供应链上下游企业协同，促进绿色创新产出。一方面，数字化转型可以提升供应商的信息收集、分析能力

<sup>①</sup>限于正文篇幅，企业合作文化关键词的构建方法详见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录四。

<sup>②</sup>参见《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，[https://www.gov.cn/zhengce/202408/content\\_6967663.htm](https://www.gov.cn/zhengce/202408/content_6967663.htm)。

(Acemoglu and Restrepo, 2019)，帮助其有效获取客户环保需求，降低绿色创新收益不确定性。另一方面，数字化转型具有资源赋能效应(师磊和彭子晨, 2024)，有助于提升供应商创新能力和财务稳定性(吴非等, 2021)，进而提升绿色创新效率。为验证以上分析，本文参考吴非等(2021)的做法，将上市公司年报中数字化转型关键词数量加1取对数得到供应商数字化转型指标。本文将供应商数字化转型指标与客户环保压力感知变量交乘，进而构建调节效应模型。表5(5)列和(6)列显示，供应商数字化转型可以强化客户环保压力感知对供应商绿色创新数量的促进作用，同时不影响客户环保压力感知对供应商绿色创新重视程度的促进作用。

表5 基于员工权益保护、客户与供应商合作文化、数字化转型的异质性分析结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	绿色创新数量	绿色创新重视程度	绿色创新数量	绿色创新重视程度	绿色创新数量	绿色创新重视程度
客户环保压力感知× 员工权益保护	0.5545** (2.4894)	-0.0141 (-0.3076)				
客户环保压力感知× 客户与供应商合作文化			0.4339** (2.0010)	0.0440 (1.0751)		
客户环保压力感知× 数字化转型					0.2822*** (2.9700)	-0.0028 (-0.1711)
客户环保压力感知	-0.0935 (-0.5464)	0.0852** (2.0722)	0.0629 (0.4829)	0.0572*** (2.6652)	0.0029 (0.0220)	0.0843*** (3.3755)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
观测值数	2301	2301	2301	2301	2301	2301
调整后的R <sup>2</sup>	0.2710	0.1098	0.2703	0.1102	0.2760	0.1118

注：①\*\*\*和\*\*分别表示1%和5%的显著性水平；②括号内为t统计量；③表中回归的控制变量包括交互项的一次项，行业、年份、省份维度的固定效应均已控制。

### (五) 拓展性分析<sup>①</sup>

1. 供应商绿色创新类型。依据《中华人民共和国专利法》，“发明，是指对产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案”，“实用新型，是指对产品的形状、构造或者其结合所提出的适于实用的新的技术方案”<sup>②</sup>。可见，相较于更加要求实质性特点和显著技术进步的发明专利，实用新型专利只需具备一定特点和改进，其申请的技术难度要求较低，研发周期通常较短，更具有“短、平、快”的应用型技术研发特征。本文将绿色创新分类为发明类绿色创新和实用类绿色创新，分析客户环保压力感知对供应商绿色创新类型的影响。实证结果表明，客户环保压力感知促进了供应商实用类绿色创新数量增加，并且对发明类、实用类绿色创新重视程度均有促进作用。其原因在于：一是客户感受到环保压力进而产生迫切需求主动要求供应商进行“短、平、快”的绿色创新；二是供应商基于战略合法

<sup>①</sup>限于正文篇幅，拓展性分析的实证结果详见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录五。

<sup>②</sup>参见《中华人民共和国专利法》，[http://www.npc.gov.cn/c2/c30834/202011/t20201119\\_308800.html](http://www.npc.gov.cn/c2/c30834/202011/t20201119_308800.html)。

性希望通过“短、平、快”的方式向外发送信号，进而获取外部资源。

2. 供应商绿色创新活动的持续性。为探究客户环保压力感知对供应商绿色创新活动持续性的影响，本文分别将供应商绿色创新数量、绿色创新重视程度变量各自提前一期和提前两期。实证结果表明，客户环保压力感知可以在未来一期显著促进供应商绿色创新数量及绿色创新重视程度增加，可见客户环保压力感知对供应商绿色创新活动的影响具有一定持续性。

3. 客户前瞻性环保压力感知对供应商绿色创新活动的影响。现有关于企业前瞻性信息披露的研究主要是基于利益相关者之间信息不对称的视角，得出了积极、消极两方面的研究结论。一方面，企业的前瞻性信息披露能够提供有价值的增量信息（Muslu et al., 2015），可以帮助利益相关者预判企业短期前景。另一方面，企业披露的预判性信息并非完全准确，可能会损害企业的利益相关者利益（彭俞超等，2023）。本文认为，客户发送的前瞻性环保压力感知信息对其供应商的绿色创新活动具有积极影响，这与绿色创新相较其他投资活动具有复杂性高、研发周期长等特点有关。客户发送的前瞻性环保压力感知信号，使供应商意识到其将要开展的绿色创新活动试错成本较低、潜在收益较高，进而愿意开展绿色创新活动。为验证上述分析，本文定义：如果一个环保压力语句中包含“前瞻性表述词库”关键词<sup>①</sup>，则该语句为前瞻性环保压力感知语句，否则为即时性环保压力感知语句。本文分别以前瞻性环保压力感知语句数、即时性环保压力感知语句数除以 MD&A 总语句数衡量客户的前瞻性环保压力感知和即时性环保压力感知。实证结果表明，客户不同时间维度的环保压力感知，即前瞻性环保压力感知与即时性环保压力感知均可以显著促进供应商绿色创新活动，但前瞻性环保压力感知的促进作用更大。

4. 客户异质性环保压力感知对供应商绿色创新的影响。客户环保压力感知的来源具有异质性。具体地，政府政策、市场竞争、企业投资者都可能是客户环保压力感知的来源。那么，在促进供应商绿色创新活动方面，异质性来源压力的作用有何差异？为研究这一问题，本文通过大量阅读上市公司 MD&A 文本，构建“政府环境政策词库”“产品市场竞争词库”“企业投资者词库”三个词库<sup>②</sup>，包含以上三个词库的关键词的环保压力语句则分别对应三种类别的环保压力感知语句。本文将上述三类环保压力感知语句数分别除以 MD&A 总语句数，得到政府、市场和投资者三类来源的环保压力感知变量。实证结果表明，政府与市场来源的环保压力感知可以显著促进供应商绿色创新活动。但在作用效果方面，政府来源的环保压力感知作用更大。本文认为，政府来源的环保压力感知发挥积极作用与中国政府对环境治理的高度重视及企业愿意配合进而获取合法性有关。

#### （六）经济效果分析<sup>③</sup>

1. 供应商绿色创新的多级溢出效应。客户环保压力感知在供应链上的传导可能不只影响其一级供应商，这一影响可能具有溢出效应。本文收集并整理了客户的二级供应商绿色创新及财务数据，并将

<sup>①</sup>限于正文篇幅，前瞻性表述关键词的构建方法详见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录四。

<sup>②</sup>三个词库的构建方法均为：先基于大量文本阅读筛选种子词，再通过 WINGO 财经文本数据平台扩充相似词。

<sup>③</sup>限于正文篇幅，经济效果的实证结果详见《中国农村经济》网站或中国知网本文附录六。

其与客户环保压力感知数据匹配。实证结果表明，滞后一期的客户环保压力感知可以促进其二级供应商未来一期绿色创新重视程度提升，即客户环保压力感知对供应商绿色创新的影响存在多级溢出效应，可以促进供应链绿色转型，但客户压力向供应商的传导存在一定时滞。

2. 供应商绿色生产效率。依据本文研究结论，客户环保压力感知增加有助于促进供应商绿色创新活动，而绿色创新是促进供应商绿色技术进步的关键。依据本文机制分析，为实现绿色创新，供应商会实施内部变革，使供应商内部结构更有利于绿色创新，这显然有助于供应商提升绿色创新资源的配置效率。为避免供应商绿色生产效率受行业、周期性因素的影响，本文将供应商绿色全要素生产率指标剔除年度行业均值得到供应商绿色生产效率变量，并构建调节效应模型。实证结果表明，需求端客户环保压力感知能够通过促进供应商绿色创新，从而提升其绿色生产效率。

3. 客户环保压力感知对供应商绿色创新的促进是否会挤出非环保绩效。一般而言，绿色创新活动在改善企业环保绩效的同时会因绿色创新内在属性或对其他业务活动资源及重视程度的挤占，使企业在短期内承担较高成本，从而对企业的财务绩效、市场绩效等非环保绩效产生“挤出”效应。本文以供应商当期和未来一期的总资产收益率、托宾 Q 值作为被解释变量，将客户环保压力感知与供应商绿色创新活动变量交乘，进而构建调节效应模型，检验供应链中需求端环保压力是否会挤出供给端供应商的非环保绩效。实证结果表明，无论在当期还是未来一期，客户环保压力感知对供应商绿色创新活动的促进均未以挤出供应商非环保绩效为代价。

## 五、研究结论与启示

### （一）研究结论

促进企业绿色创新、供应链绿色转型关系到“人与自然和谐共生的中国式现代化”实现。本文基于 2007—2022 年中国 A 股上市公司供应链数据，通过文本分析技术构建环保压力感知变量，研究需求端客户环保压力感知对供给端供应商绿色创新活动的影响。研究发现，客户环保压力感知可以显著促进供应商增加绿色创新数量和绿色创新重视程度，但这一影响也对供应商非绿色创新活动构成了相对挤出效应。机制分析发现，供应商管理层环保意识提升、绿色创新投资增加、积极实施内部变革是客户环保压力感知促进供应商绿色创新活动的主要机制。异质性分析发现，具有环保相关经历的董事及高管、员工权益保护意识、客户与供应商间合作文化、数字化转型水平均有助于供应商将客户环保压力转化为绿色创新产出。拓展性分析发现，客户主要促进供应商进行实用类绿色创新，且该影响具有一定持续性。此外，异质性来源、不同时间维度的环保压力感知均对供应商绿色创新活动具有不同程度促进效果。经济效果分析发现，客户环保压力感知对供应商绿色创新的影响具有多级溢出效应，能够显著促进供应商绿色生产效率提升，并且不会对其非环保绩效产生负面影响。

### （二）研究启示

基于研究结论，本文有如下三点启示。第一，政府可以通过营造良好的供应链生态，使环保压力更有效地转化为绿色创新产出，促进供应链绿色转型。政府可以建立供应链信息共享平台，促进上下游企业间的信息沟通；还可鼓励供应链企业成立绿色供应链联盟，共同研发绿色创新技术。第二，政

府在促进企业市场化绿色创新、供应链绿色转型时可考虑多措并举。一方面，可以适当通过命令型环境规制政策对产业链下游企业施加环保压力；另一方面，可以对产业链上游企业实施激励型环境规制政策，例如，推动专利审查部门制定、公布绿色专利清单，帮助供应链上游企业在面对环保诉求时，通过获取绿色信贷缓解环保压力对供应商企业非绿色创新的相对挤出效应。第三，政府可推动上市公司从绿色治理结构优化、员工权益保障机制建设及利益相关方协同发展三个维度健全绿色治理体系。具体而言，可逐步将上市公司 ESG 理念及其实施情况纳入上市公司强制信息披露框架。要求上市公司在年度财务报告、社会责任报告及 ESG 专项报告中完整披露以下要素：绿色治理的组织架构与决策流程、员工权益保障的常态化机制、上市公司与供应商及客户等利益相关方形成的合作共生发展模式。

#### 参考文献

- 1.蔡真、万兆，2024：《公众参与与政府响应视角下的环境治理机制及效果》，《经济学动态》第5期，第72-88页。
- 2.江艇，2022：《因果推断经验研究中的中介效应与调节效应》，《中国工业经济》第5期，第100-120页。
- 3.李青原、肖泽华，2020：《异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据》，《经济研究》第9期，第192-208页。
- 4.刘剑民、夏琴、徐玉德、侯晓晨，2024：《产业技术复杂性、政府补助与企业绿色技术创新激励》，《南开管理评论》第2期，第94-103页。
- 5.刘金科、肖翊阳，2022：《中国环境保护税与绿色创新：杠杆效应还是挤出效应？》，《经济研究》第1期，第72-88页。
- 6.聂辉华、阮睿、沈吉，2020：《企业不确定性感知、投资决策和金融资产配置》，《世界经济》第6期，第77-98页。
- 7.潘健平、潘越、马奕涵，2019：《以“合”为贵？合作文化与企业创新》，《金融研究》第1期，第148-167页。
- 8.潘妍、张牧扬、王辉，2024：《未预期减税的环保效应：来自增值税税率下调政策的证据》，《中国农村经济》第9期，第42-62页。
- 9.彭俞超、王南萱、顾雷雷，2023：《企业数字化转型、预判性信息披露与股价暴跌风险》，《财贸经济》第5期，第73-90页。
- 10.沈满洪，2024：《生态文明制度建设：理论阐释、演进趋势与路径选择》，《中国农村经济》第10期，第2-19页。
- 11.师磊、彭子晨，2024：《企业数字化转型对其创新效率的影响——基于熊彼特创新范式的分析框架》，《中国农村经济》第4期，第99-119页。
- 12.宋德勇、汪涌、胡杨，2023：《外资持股的供应链低碳化效应研究》，《中国工业经济》第11期，第155-173页。
- 13.王分棉、贺佳，2022：《地方政府环境治理压力会“挤出”企业绿色创新吗？》，《中国人口·资源与环境》第2期，第140-150页。
- 14.王分棉、贺佳、陈丽莉，2023：《连锁董事绿色经历会促进企业绿色创新“增量提质”吗》，《中国工业经济》第10期，第155-173页。
- 15.王辉、林伟芬、谢锐，2022：《高管环保背景与绿色投资者进入》，《数量经济技术经济研究》第12期，第173-194页。

- 16.王旭、褚旭, 2022: 《制造业企业绿色技术创新的同群效应研究——基于多层次情境的参照作用》, 《南开管理评论》第2期, 第68-81页。
- 17.吴非、胡慧芷、林慧妍、任晓怡, 2021: 《企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据》, 《管理世界》第7期, 第130-144页。
- 18.肖红军、沈洪涛、周艳坤, 2024: 《客户企业数字化、供应商企业 ESG 表现与供应链可持续发展》, 《经济研究》第3期, 第54-73页。
- 19.肖红军、阳镇、凌鸿程, 2022: 《企业社会责任具有绿色创新效应吗?》, 《经济学动态》第8期, 第117-132页。
- 20.解学梅、韩宇航, 2022: 《本土制造业企业如何在绿色创新中实现“华丽转型”?——基于注意力基础观的多案例研究》, 《管理世界》第3期, 第76-106页。
- 21.解学梅、朱琪玮, 2021: 《企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题?》, 《管理世界》第1期, 第128-149页。
- 22.徐佳、崔静波, 2020: 《低碳城市和企业绿色技术创新》, 《中国工业经济》第12期, 第178-196页。
- 23.严兵、程敏、王乃合, 2024: 《ESG 绿色溢出、供应链传导与企业绿色创新》, 《经济研究》第7期, 第72-91页。
- 24.伊晟、薛求知, 2016: 《绿色供应链管理与绿色创新——基于中国制造业企业的实证研究》, 《科研管理》第6期, 第103-110页。
- 25.张云、吕纤、韩云, 2024: 《机构投资者驱动企业绿色治理: 监督效应与内在机理》, 《管理世界》第4期, 第197-221页。
- 26.Acemoglu, D., and P. Restrepo, 2019, “Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor”, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2): 3-30.
- 27.Asimakopoulos, P., S. Asimakopoulos, and X. Li, 2023, “The Role of Environmental, Social, and Governance Rating on Corporate Debt Structure”, *Journal of Corporate Finance*, Vol.83, 102488.
- 28.Baker, S. R., N. Bloom, and S. J. Davis, 2016, “Measuring Economic Policy Uncertainty”, *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4): 1593-1636.
- 29.Bemanke, B. S., 1983, “Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment”, *The Quarterly Journal of Economics*, 98(1): 85-106.
- 30.Brennan, M. J., and E. S. Schwartz, 1985, “Evaluating Natural Resource Investments”, *Journal of Business*, 58(2): 135-157.
- 31.Chen, J., and L. Liu, 2019, “Profiting from Green Innovation: The Moderating Effect of Competitive Strategy”, *Sustainability*, 11(1), 15.
- 32.Cornaggia, J., Y. Mao, X. Tian, and B. Wolfe, 2015, “Does Banking Competition Affect Innovation?”, *Journal of Financial Economics*, 115(1): 189-209.
- 33.Farooq, U., J. Wen, M. I. Tabash, and M. Fadoul, 2024, “Environmental Regulations and Capital Investment: Does Green Innovation Allow to Grow?”, *International Review of Economics & Finance*, Vol.89: 878-893.
- 34.Hadlock, C. J., and J. R. Pierce, 2010, “New Evidence on Measuring Financial Constraints: Moving Beyond the KZ Index”, *The Review of Financial Studies*, 23(5): 1909-1940.
- 35.Hambrick, D. C., and P. A. Mason, 1984, “Upper Echelons: The Organization as a Reflection of Its Top Managers”, *Academy of Management Review*, 9(2): 193-206.
- 36.Isaksson, O. H., M. Simeth, and R. W. Seifert, 2016, “Knowledge Spillovers in the Supply Chain: Evidence from the High Tech Sectors”, *Research Policy*, 45(3): 699-706.

37. Jaffe, A. B., and K. Palmer, 1997, "Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study", *Review of Economics and Statistics*, 79(4): 610-619.
38. Jensen, M. C., and W. H. Meckling, 1976, "Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs, and Capital Structure", *Journal of Financial Economics*, 3(4): 305-360.
39. Klein, B., R. G. Crawford, and A. A. Alchian, 1978, "Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process", *The Journal of Law and Economics*, 21(2): 297-326.
40. Laursen, K., and A. Salter, 2006, "Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance Among UK Manufacturing Firms", *Strategic Management Journal*, 27(2): 131-150.
41. Lee, S. Y., and R. D. Klassen, 2008, "Drivers and Enablers that Foster Environmental Management Capabilities in Small- and Medium-Sized Suppliers in Supply Chains", *Production and Operations Management*, 17(6): 573-586.
42. Lewbel, A., 1997, "Constructing Instruments for Regressions with Measurement Error When No Additional Data Are Available, with an Application to Patents and R&D", *Econometrica*, 65(5): 1201-1213.
43. Lo, S. M., S. Zhang, Z. Wang, and X. Zhao, 2018, "The Impact of Relationship Quality and Supplier Development on Green Supply Chain Integration: A Mediation and Moderation Analysis", *Journal of Cleaner Production*, Vol.202: 524-535.
44. Mitchell, R. K., B. R. Agle, and D. J. Wood, 1997, "Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts", *Academy of Management Review*, 22(4): 853-886.
45. Muslu, V., S. Radhakrishnan, K. R. Subramanyam, and D. Lim, 2015, "Forward-Looking MD&A Disclosures and the Information Environment", *Management Science*, 61(5): 931-948.
46. Sharma, M., A. Kumar, S. Luthra, S. Joshi, and A. Upadhyay, 2022, "The Impact of Environmental Dynamism on Low-Carbon Practices and Digital Supply Chain Networks to Enhance Sustainable Performance: An Empirical Analysis", *Business Strategy and the Environment*, 31(4): 1776-1788.
47. Simon, H. A., 1955, "A Behavioral Model of Rational Choice", *The Quarterly Journal of Economics*, 69(1): 99-118.
48. Tornikoski, E. T., and S. L. Newbert, 2007, "Exploring the Determinants of Organizational Emergence: A Legitimacy Perspective", *Journal of Business Venturing*, 22(2): 311-335.
49. Wei, Z., H. Shen, K. Z. Zhou, and J. J. Li, 2017, "How Does Environmental Corporate Social Responsibility Matter in a Dysfunctional Institutional Environment? Evidence from China", *Journal of Business Ethics*, Vol.140: 209-223.
50. Wolf, J., 2011, "Sustainable Supply Chain Management Integration: A Qualitative Analysis of the German Manufacturing Industry", *Journal of Business Ethics*, Vol.102: 221-235.
51. Xie, X., J. Huo, and H. Zou, 2019, "Green Process Innovation, Green Product Innovation, and Corporate Financial Performance: A Content Analysis Method", *Journal of Business Research*, Vol.101: 697-706.
52. Yu, W., R. Chavez, M. Feng, and F. Wiengarten, 2014, "Integrated Green Supply Chain Management and Operational Performance", *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(5/6): 683-696.
53. Zimmerman, M. A., and G. J. Zeitz, 2002, "Beyond Survival: Achieving New Venture Growth by Building Legitimacy", *Academy of Management Review*, 27(3): 414-431.

## The Impact of Demand-Side Environmental Pressure Perception on Supply-Side Green Innovation: Evidence from the Supply Chains of A-Share Listed Companies in China

WAN Zhao<sup>1</sup> CAI Zhen<sup>2,3</sup> LIU Chong<sup>3</sup>

(1. School of Economics and Management, Southeast University;

2. Institute of Finance and Banking, Chinese Academy of Social Sciences;

3. School of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences)

**Summary:** Green innovation is a crucial foundation for achieving the “Chinese modernization characterized by harmonious coexistence between humans and nature” and environmental pressure serves as a key driver for corporate green innovation. This paper, based on supply chain data from Chinese A-share listed companies between 2007 and 2022, utilizes text analysis techniques to construct the environmental pressure perception variable. It systematically investigates the impact of demand-side customers’ perception of environmental pressure on supply-side suppliers’ green innovation.

This paper finds that customers’ perception of environmental pressure significantly increases the quantity and importance of suppliers’ green innovation. The mechanisms behind this effect are threefold: customers’ environmental pressure raises suppliers’ environmental awareness, reduces the uncertainty of returns on suppliers’ green innovation, and drives internal transformations within suppliers. Heterogeneity analysis indicates that executives with an environmental background, employee rights protection, customer-supplier cooperative culture, and digital transformation all enhance the promoting effect of customers’ environmental pressure perception on suppliers’ green innovation. From an economic perspective, customers’ environmental pressure perception generates multi-level spillover effects through the supply chain, improving suppliers’ green production efficiency without negatively affecting suppliers’ non-environmental performance.

The contributions of this paper are as follows. First, it expands research on the driving mechanism of green innovation from the perspective of supply chain pressure transmission and reveals the role of market mechanisms in promoting green innovation. Second, it opens the mechanism “black box” of environmental pressure transmission through the supply chain to promote green innovation. Third, the research conclusion provides a theoretical reference for balancing the rigid system of environmental protection and market incentives and promoting the transformation of the ecological civilization system. It provides policy enlightenment for the government to optimize supply chain ecology, promote collaborative green transformation of supply chains, implement environmental regulation tools by classification, and improve enterprise green governance system.

**Keywords:** Environmental Pressure Perception; Green Innovation; Green Transformation of Supply Chain; Text Analysis

**JEL Classification:** L23; M21; Q55

(责任编辑：黄 易)