

附录 1 基于信息传递视角的生产网络博弈框架论述

本文的理论模型以 Acemoglu et al. (2007)、孙浦阳和刘伊黎 (2020) 的研究为基础, 描述在生产网络中, 客户低碳转型通过两条路径诱发供应商的绿色创新: 倒逼效应与学习效应。①倒逼效应表现为: 在低碳转型政策下, 供应商议价能力越低, 只有融入生产网络才能获得的技术转移, 否则其与前沿技术差距会扩大甚至失去大客户。②学习效应表现为: 与客户企业网络接近、交流频繁的供应商可以获取更多技术信息, 溢出效应越明显。

(1) **客户低碳转型行为**。考虑在一个连续统的差异化产品市场且差异化产品满足 CES 偏好结构, 下游客户 j 向上游供应商 $i (i \in \{N\})$ 购买中间投入品用于生产最终品, 客户 j 的市场需求为:

$$y(j) = Ap^{-\sigma} \quad (\text{式 1})$$

其中, σ 表示最终品间的替代弹性, $A > 0$ 为外生决定市场规模的参数。客户企业的收益为:

$$R(j) = A^{1/\sigma} q(j)^{(\sigma-1)/\sigma} \quad (\text{式 2})$$

(2) **供应商企业生产决策**。面对客户企业的来自消费端向上游传导的低碳产品需求, 供应商为保住市场份额, 需要重新组织低碳技术研发。假设在生产网络中, 中间品的生产需要供应商实物投资 $\kappa(ij)$ 和其拥有的技术信息 $\eta(ij)$ 。其中, $\kappa(ij)$ 和 $\eta(ij)$ 分别代表供应商 i 的生产能力和其生产的中间品产品质量 $\varphi(ij)$, 可见供应商低碳转型成功的关键在于其拥有的低碳技术信息。将供应商技术信息 $\eta(ij)$ 与其产品质量 $\varphi(ij)$ 的设定为: $\varphi(ij) = \eta(ij)^\mu$

其中 $\mu \in (0, 1)$, 反映技术信息对中间品生产的重要性。总体而言, 技术信息源于两个路径: ①供应商自身所掌握的技术信息 η_i ; ②供应商从生产网络中的客户获得技术信息。将供应商的技术信息设定为:

$$\eta(ij) = \tilde{\eta}_{ij} \sum_{k \neq i} \xi \kappa(kj) \eta_k + \eta_i \quad (\text{式 3})$$

其中, $\tilde{\eta}_{ij} \sum_{k \neq i} \xi \kappa(kj) \eta_k$ 即为生产网络对供应商 i 的技术溢出。 $\tilde{\eta}_{ij}$ 表示客户 j 向企业 i 信息转移程度, $\sum_{k \neq i} \xi \kappa(kj) \eta_k$ 为在没有技术转移时供应商 i 与生产网络的技术差距, $\kappa(kj)$ 代表供应商 k 与客户 j 的技术信息网络连接强度, ξ 为供应商 k 对客户 j 的技术信息溢出程度, 且 $\xi \kappa(kj) < 1$ 。进一步地, 客户企业 j 经过质量调整后的生产函数为:

$$y(j) = \left(\int_0^N \left(\frac{\varphi(ij)}{\bar{\varphi}} \kappa(ij) \right)^\alpha di \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (\text{式 4})$$

其中, α 反映中间品的替代弹性, $\bar{\varphi}$ 反映行业内的先进技术, 用 $\tilde{\kappa}(i) = \frac{\varphi(ij)}{\bar{\varphi}} \kappa(ij)$ 表示供应商 i 经质量调整后的中间品产量。

(3) **供应商议价的议价能力与收益分配**。在整个生产网络中: 客户 j 与 N 个供应商有业务往来, 各合作伙伴间彼此独立。在这一过程中, 客户企业 j 基于对各供应商技术的熟知以及对终端消费需求的了解, 客户 j 按照供应商技术条件差异转移技术信息, 并且同时决定实物资本投资和转移技术信息程度, 即 $\{\tilde{\eta}_{ij}, \kappa(ij)\}_{i=1}^N$, 供应商的议价能力取决于技术差距, 技术差距越大, 其议价能力越弱, 并以此进行收入分配。

参照孙浦阳和刘伊黎 (2020) 的方法, 依照供应商与客户的议价能力, 使用沙普利值对销售

收入进行分配，在子博弈完美均衡（SSPE）条件下，供应商议价能力的收益表现为：

$$S_i = \gamma AN^{\frac{\sigma-1-\alpha}{\sigma\alpha}} \tilde{\alpha}(j)^{(\sigma-1)/\sigma} \quad (式 5)$$

其中， $\gamma = \frac{\alpha\sigma}{\alpha\sigma+\sigma-1}$ 表示供应商的议价能力，客户企业 j 的收益为：

$$S_j = (1 - \gamma) AN^{\frac{(\sigma-1)}{\alpha\sigma}} \tilde{\kappa}(j)^{(\sigma-1)/\sigma} \quad (式 6)$$

（4）**均衡分析**。生产过程中，供应商 i 实物投资和客户企业 j 技术信息转移的边际成本分别为 $C(i)$ 和 $k(j)$ ，供应商 i 和客户企业 j 在议价收入分配的基础上最大化其利润：

$$\pi(i) = \max_{\kappa(i,j)} \gamma AN^{\frac{\sigma-1-\alpha}{\sigma\alpha}} \tilde{\kappa}(j)^{(\sigma-1)/\sigma} - C(i) \kappa(i,j) \quad (式 7)$$

$$\pi(j) = \max_{(\tilde{\eta}_{1j}, \tilde{\eta}_{2j}, \dots, \tilde{\eta}_{Nj})} (1 - \gamma) AN^{\frac{(\sigma-1)}{\alpha\sigma}} \tilde{\kappa}(j)^{(\sigma-1)/\sigma} - \int_{i=1}^N k(j)(\eta(i,j) - \eta_i) di \quad (式 8)$$

分别对（7）和（8）式求一阶导，则均衡状态下的实物资本投资和技术信息转移分别为：

$$\kappa(i,j)^* = \left\{ \frac{(\sigma-1) AN^{(\sigma-1-\alpha)/\sigma}}{\sigma \bar{\varphi}^{(\sigma-1)/\sigma}} \left[\frac{\gamma}{C(i)} \right]^{(\sigma-\mu\sigma+1)/\sigma} \left[\frac{\mu(1-\gamma)}{k(j)} \right]^{\mu(\sigma-1)/\sigma} \right\}^{\sigma} \quad (式 9)$$

$$\eta(i,j)^* = \left\{ \frac{(\sigma-1) AN^{(\sigma-1-\alpha)/\sigma}}{\sigma \bar{\varphi}^{(\sigma-1)/\sigma}} \left[\frac{\gamma}{C(i)} \right]^{(1-\mu)(\sigma-1)/\sigma} \left[\frac{\mu(1-\gamma)}{k(j)} \right]^{(1-\mu\sigma+\mu)/\sigma} \right\}^{\sigma} \quad (式 10)$$

由（3）式、（9）式和（10）式可得客户 j 对供应商 i 的技术信息转移程度：

$$\tilde{\eta}_{ij}^* = \frac{\eta(i,j)^* - \eta_i}{\xi \kappa(i,j)^* \sum_{k \neq i} \eta_k} \quad (式 11)$$

$\xi \kappa(i,j)^* \sum_{k \neq i} \eta_k$ 即为客户 j 在生产网络获得的其他供应商的技术信息，它同时也衡量了均衡状态下，不存在技术转移时供应商 i 与生产网络的技术差距。由此可知，生产网络中供应商 i 能否实现低碳转型取决于供应商 i 与客户 j 技术信息网络连接强度 $\kappa(i,j)$ 。

因此，本文预期，在生产网络中，与客户网络接近度越强、交流越频繁的供应商获得的技术信息越大，技术信息溢出效应越明显，即学习效应越强。即使供应商 i 与客户 j 的技术信息网络连接强度 $\kappa(i,j)$ 很高，能充分接触到其他供应商的技术信息，然而，供应商 i 是否能获得更多技术信息，在于客户 j 对供应商 i 的技术信息转移程度 $\tilde{\eta}_{ij}^*$ 。 $\tilde{\eta}_{ij}^*$ 的大小受到 $\kappa(i,j)^*$ 和 $\eta(i,j)^*$ 的影响，而这两者的大小又取决于供应商 i 的议价能力 γ 。对 γ 求一阶偏导有：

$$\frac{\partial \eta(i,j)^*}{\partial \gamma} < 0 \quad \frac{\partial \kappa(i,j)^*}{\partial \gamma} > 0 \quad (式 12)$$

① 供应商与同行业的前沿技术差距越大，其失去客户的压力越大；同时，供应商议价能力越低，客户企业从向供应商的技术转移中能获得的边际支付越大，促使供应商提高技术转移比重，从而实现技术升级。② 随着供应商的议价能力的提升，客户企业从向供应商的技术转移中能获得的边际支付越小，供应商投入更多实物资本，增加最终产品数量从而降低最终品的边际成本，以保持其在供应商网络中地位。因此，本文预期，在客户受低碳城市政策下的影响，供应商议价能力较，通过融入生产网络获得的技术转移越多，否则其与前沿技术差距扩大导致失去客户。随着供应商议价能力提高，技术差距缩小，供应商需要通过持续增加投资获得生产网络的地位。

附录2 国家低碳城市试点名单

表 2-1

国家低碳城市试点名单

试点批次	试点时间	试点省市
第一批 (十三省市)	2010年7月	五个省份：广东省、辽宁省、湖北省、陕西省、云南省； 八个地级市：天津市、重庆市、深圳市、厦门市、杭州市、南昌市、贵阳市、保定市
第二批 (二十九省市)	2012年11月	一个省份：海南省； 二十八个地级市：北京市、上海市、石家庄市、秦皇岛市、晋城市、呼伦贝尔市、吉林市、苏州市、淮安市、镇江市、宁波市、温州市、池州市、南平市、景德镇市、赣州市、青岛市、济源市、武汉市、广州市、桂林市、广元市、遵义市、昆明市、延安市、金昌市、乌鲁木齐市、大兴安岭地区
第三批 (四十五省市)	2017年1月	四十五个地级市：乌海市、沈阳市、大连市、朝阳市、南京市、常州市、嘉兴市、金华市、衢州市、合肥市、淮北市、黄山市、六安市、宣城市、三明市、吉安市、抚州市、济南市、烟台市、潍坊市、长沙市、株洲市、湘潭市、郴州市、中山市、柳州市、三亚市、成都市、玉溪市、安康市、兰州市、西宁市、银川市、吴忠市以及逊克县、共青城市、长阳土家族自治县、琼中黎族苗族自治县、普洱市、拉萨市、敦煌市、昌吉市、伊宁市、和田市、阿拉尔市

附录3 主要变量的定义和说明

表3-1

主要变量的定义和说明

变量符号	变量名称	变量说明
被解释变量：绿色创新（ t 期）		
<i>GRTotalPat</i>	申请绿色技术专利整体	企业当年申请的绿色专利整体数量加1再取自然对数。
<i>GRIInvPat</i>	申请绿色技术发明型专利	企业当年申请的绿色发明型专利数量加1再取自然对数。
<i>GRUtyPat</i>	申请绿色技术实用新型专利	企业当年申请的绿色实用新型专利数量加1再取自然对数。
经济后果变量：供应链的韧性与安全性（ t 期）		
<i>Resilience</i>	供应链韧性	供应商企业经营绩效在面临外部环境变化时的偏离度，数值越大，表明供应商企业对外部冲击的反应越大，即网络组织的韧性越强。
<i>Stable</i>	供应链安全性	公司披露的前五大客户中每一客户在过去一年出现次数的均值，数值越大，代表公司当年重复合作的客户越多，供应链安全性越高。
解释变量：第一大客户位于低碳城市（ t 期）		
<i>CstCarbon</i>	第一大客户是否位于低碳城市	企业的客户所在城市是否位于低碳城市虚拟变量。如果企业的第一大客户所在地位于低碳城市，企业当年及以后年度则取值为1，否则为0；如果企业的第一大客户所在地从未位于低碳城市，企业所有年度均取0。
稳健性检验变量（ t 期）		
<i>GRTotalPatGrant</i>	授权绿色技术专利整体	企业当年授权的绿色专利整体数量加1再取自然对数。
<i>GRIInvPatGrant</i>	授权绿色技术发明型专利	企业当年授权的绿色发明型专利数量加1再取自然对数。
<i>GRUtyPatGrant</i>	授权绿色技术实用新型专利	企业当年授权的绿色实用新型专利数量加1再取自然对数。
<i>ETS</i>	碳排放权交易	企业的客户所在城市是否位于碳排放权交易试点城市虚拟变量。企业的客户所处区域是否处于碳排放权交易试点城市内，如果企业的第一大客户处于碳排放权交易试点城市内，在试点当年及以后年度取值为1，否则为0。若企业的第一大客户未处于碳排放权交易试点城市内，均取0。
<i>Inspection</i>	环境规制	企业的客户是否受环境规制影响的虚拟变量。如果企业的第一大客户受环境规制的影响，企业当年及以后年度则取值为1，否则为0；如果企业的第一大客户从未受环境规制的影响，企业所有年度均取0。
机制分析变量（ t 期）		
<i>Pressure</i>	压力感知的倒逼效应	采用市场竞争 <i>HHI</i> 度量， <i>HHI</i> 数值越小，竞争程度越大，供应商的压力感知越强烈。
<i>Learning</i>	知识转移的学习效应	如果供应商引用了客户的绿色技术专利，变量取值为1，否则取值为0。
控制变量（ t 期）		

<i>Assets</i>	资产规模	企业年末总资产的自然对数。
<i>Age</i>	上市年限	截止当年末企业的上市年限的自然对数。
<i>Roa</i>	盈利能力	企业当年净利润与期末总资产的比值。
<i>Leverage</i>	资产负债率	企业当年总负债与总资产的比值。
<i>Growth</i>	成长性	企业当年营业收入增长额与上年营业收入总额的比率。
<i>First</i>	第一大股东持股	企业年末第一大股东持股比例。
<i>Share</i>	管理层持股	企业管理层持股占企业总股数的比例。
<i>SOE</i>	国有企业	实际控制人为国有企业取值为1，否则为0。
<i>Board</i>	董事会规模	企业年末董事会人数的自然对数。
<i>Independent</i>	独立董事占比	企业年末独立董事人数与董事会总人数的比率。
<i>Dual</i>	两职合一	企业董事长与总经理两职合一取值1，否则取值0。

附录4 变量描述性统计与相关性分析结果

表4-1

主要变量的描述性统计

变量	观测数量	均值	标准差	最小值	25%分位	中位数	75%分位	最大值
<i>GRTotalPat</i>	4501	0.3726	0.7196	0.0000	0.0000	0.0000	0.6931	3.0455
<i>GRInvPat</i>	4501	0.2418	0.5514	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.5649
<i>GRUtyPat</i>	4501	0.2255	0.5081	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.3979
<i>GRTotalPatGrant</i>	4501	0.3005	0.5963	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.6391
<i>GRInvPatGrant</i>	4501	0.1247	0.3267	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.6094
<i>GRUtyPatGrant</i>	4501	0.2235	0.5083	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.4849
<i>CstCarbon</i>	4501	0.2588	0.4380	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
<i>Assets</i>	4501	21.8707	1.2143	19.6336	20.9247	21.7254	22.6057	25.2897
<i>Age</i>	4501	2.6095	0.4357	1.0995	2.3988	2.7085	2.8907	3.3674
<i>Roa</i>	4501	0.0373	0.0558	-0.2198	0.0129	0.0359	0.0659	0.1956
<i>Leverage</i>	4501	0.4394	0.2189	0.0454	0.2646	0.4355	0.6123	0.9234
<i>Growth</i>	4501	0.3308	0.9805	-0.7357	-0.0517	0.108	0.3546	6.8725
<i>First</i>	4501	0.3576	0.1554	0.0850	0.2354	0.3317	0.4649	0.7697
<i>Share</i>	4501	0.0358	0.0929	0.0000	0.0000	0.0000	0.0048	0.4769
<i>SOE</i>	4501	0.4575	0.4986	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
<i>Board</i>	4501	2.2825	0.1766	1.7927	2.1975	2.3035	2.3034	2.7735
<i>Independent</i>	4501	0.3665	0.0488	0.3005	0.3330	0.3337	0.3855	0.5568
<i>Dual</i>	4501	0.2135	0.4098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

表 4-2

相关系数表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
(1)GRTotalPat																	
(2)GRInvPat	0.910***																
(3)GRUtyPat	0.894***	0.670***															
(4)GRTotalPatGrant	0.780***	0.678***	0.756***														
(5)GRInvPatGrant	0.567***	0.567***	0.472***	0.747***													
(6)GRUtyPatGrant	0.753***	0.625***	0.781***	0.926***	0.490***												
(7)CstCarbon	0.168***	0.181***	0.115***	0.185***	0.239***	0.133***											
(8)Assets	0.214***	0.207***	0.193***	0.192***	0.143***	0.192***	0.034**										
(9)Age	0.065***	0.091***	0.033**	0.069***	0.112***	0.047***	0.152***	0.228***									
(10)Roa	0.010	0.010	0.015	-0.011	-0.018	-0.00100	-0.051***	0.003	-0.182***								
(11)Leverage	0.036**	0.031**	0.036**	0.026*	0.019	0.032**	-0.058***	0.480***	0.235***	-0.423***							
(12)Growth	-0.011	-0.006	-0.013	-0.020	-0.009	-0.017	0.007	-0.025*	0.031**	0.022	0.042***						
(13)First	0.003	0.007	0.012	-0.002	-0.014	0.007	-0.072***	0.264***	-0.114***	0.134***	0.057***	0.017					
(14)Share	0.031**	0.022	0.031**	0.034**	0.007	0.028*	0.025*	-0.231***	-0.214***	0.133***	-0.272***	-0.015	-0.053***				
(15)SOE	0.011	0.025*	0.015	-0.00100	0.016	0.003	-0.123***	0.352***	0.144***	-0.104***	0.318***	-0.012	0.224***	-0.342***			
(16)Board	0.032**	0.023	0.042***	0.035**	0.0180	0.038**	-0.078***	0.292***	-0.059***	0.051***	0.134***	-0.047***	0.033**	-0.111***	0.239***		
(17)Independent	0.016	0.024	0.001	0.000	0.006	0.001	0.050***	0.000	0.054***	-0.058***	0.0210	0.034**	0.047***	0.051***	-0.047***	-0.421***	
(18)Dual	0.039***	0.034**	0.029*	0.0180	-0.002	0.014	0.021	-0.149***	-0.090***	0.053***	-0.142***	-0.002	-0.095***	0.487***	-0.257***	-0.100***	0.066***

附录5 稳健性检验分析结果

附录5-1 平行趋势检验

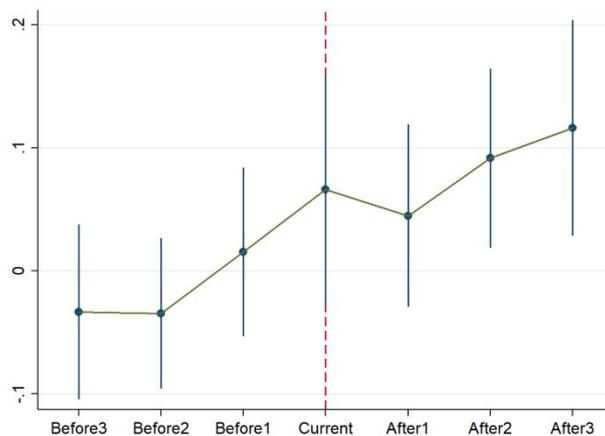


图 5-1 平行趋势检验（GRTotalPat 数据）

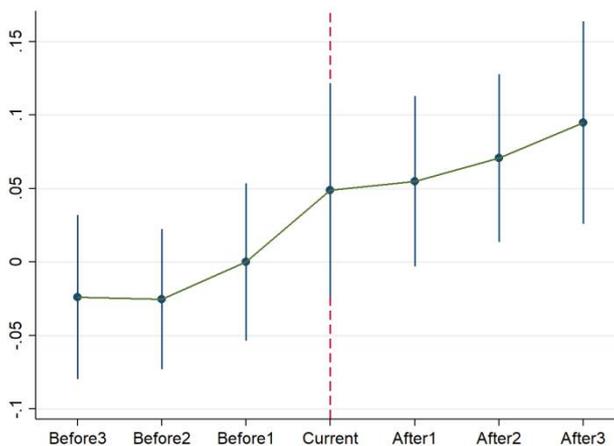


图 5-2 平行趋势检验（GRInvPat 数据）

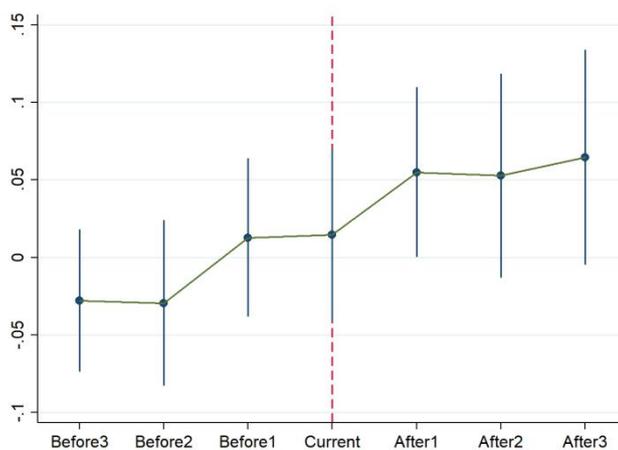


图 5-3 平行趋势检验（GRUtyPat 数据）

附录 5-2 采用生存分析验证外生冲击的外生性

表 5-2

生存分析结果

变量	<i>CstCarbon</i>		
	(1)	(2)	(3)
<i>GRTotalPat</i>	0.1034 (0.0843)		
<i>GRIInvPat</i>		0.1062 (0.0843)	
<i>GRUtyPat</i>			0.1093 (0.0843)
<i>Assets</i>	-0.0070 (0.0294)	-0.0064 (0.0294)	-0.0050 (0.0297)
<i>Age</i>	-0.0396 (0.1153)	-0.0396 (0.1142)	-0.0395 (0.1185)
<i>Roa</i>	-0.1589 (0.1792)	-0.1560 (0.1787)	-0.1678 (0.1798)
<i>Leverage</i>	-0.0196 (0.1008)	-0.0223 (0.1009)	-0.0135 (0.1015)
<i>Growth</i>	0.0062 (0.0100)	0.0063 (0.0100)	0.0062 (0.0101)
<i>First</i>	-0.1384 (0.1422)	-0.1318 (0.1421)	-0.1468 (0.1432)
<i>Share</i>	0.0618 (0.1772)	0.0530 (0.1798)	0.0601 (0.1768)
<i>SOE</i>	0.0796 (0.0605)	0.0815 (0.0606)	0.0854 (0.0612)
<i>Board</i>	-0.0255 (0.0887)	-0.0233 (0.0882)	-0.0244 (0.0892)
<i>Independent</i>	-0.1458 (0.2326)	-0.1384 (0.2324)	-0.1313 (0.2322)
<i>Dual</i>	-0.0574* (0.0304)	-0.0569* (0.0305)	-0.0569* (0.0306)
<i>Constant</i>	0.4252 (0.6699)	0.4022 (0.6673)	0.3748 (0.6746)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
<i>Observations</i>	4501	4501	4501
<i>R</i> ²	0.1534	0.1546	0.1493

附录 5-3 执行安慰剂测试

表 5-3 安慰剂测试结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	虚拟国家低碳城市试点时间			虚拟国家低碳城市样本		
<i>CstCarbon1</i>	0.0481 (0.0360)	0.0301 (0.0268)	0.0206 (0.0260)			
<i>CstCarbon2</i>				0.0397 (0.0343)	0.0348 (0.0260)	0.0336 (0.0244)
<i>Assets</i>	0.0599* (0.0332)	0.0375 (0.0252)	0.0352 (0.0235)	0.0597* (0.0343)	0.0348 (0.0260)	0.0336 (0.0244)
<i>Age</i>	0.1643 (0.1701)	0.1221 (0.1353)	0.1994* (0.1178)	0.1390 (0.1731)	0.1156 (0.1390)	0.1784 (0.1194)
<i>Roa</i>	-0.1503 (0.2247)	-0.1412 (0.1678)	-0.0249 (0.1817)	-0.1558 (0.2290)	-0.1335 (0.1701)	-0.0382 (0.1818)
<i>Leverage</i>	0.0529 (0.1295)	0.0682 (0.1078)	-0.0437 (0.0799)	0.0643 (0.1321)	0.0712 (0.1102)	-0.0325 (0.0818)
<i>Growth</i>	0.0023 (0.0102)	-0.0002 (0.0085)	0.0025 (0.0065)	0.0041 (0.0104)	0.0001 (0.0088)	0.0041 (0.0065)
<i>First</i>	-0.0071 (0.2094)	-0.0798 (0.1591)	0.1451 (0.1516)	0.0024 (0.2156)	-0.0825 (0.1646)	0.1513 (0.1565)
<i>Share</i>	-0.1452 (0.2104)	-0.0085 (0.1555)	-0.1452 (0.1628)	-0.1389 (0.2077)	-0.0205 (0.1586)	-0.1310 (0.1587)
<i>SOE</i>	0.1931*** (0.0643)	0.1221*** (0.0426)	0.1310** (0.0516)	0.2009*** (0.0667)	0.1279*** (0.0443)	0.1351** (0.0532)
<i>Board</i>	0.1022 (0.1331)	0.0516 (0.1060)	0.1022 (0.0921)	0.0544 (0.1377)	0.0295 (0.1083)	0.0575 (0.0963)
<i>Independent</i>	0.3649 (0.3460)	0.1868 (0.2862)	0.1782 (0.2287)	0.3238 (0.3523)	0.1864 (0.2906)	0.1190 (0.2300)
<i>Dual</i>	0.0271 (0.0402)	0.0160 (0.0291)	0.0217 (0.0261)	0.0265 (0.0403)	0.0132 (0.0293)	0.0229 (0.0262)
<i>Constant</i>	-1.8036** (0.9035)	-1.0457 (0.6701)	-1.4090** (0.6770)	-1.7033* (0.9074)	-0.9756 (0.6720)	-1.2852* (0.6801)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>Observations</i>	4501	4501	4501	4501	4501	4501
<i>R</i> ²	0.2302	0.2734	0.1206	0.2303	0.2745	0.1207

附录 5-4 使用倾向得分匹配缓解样本自选择问题

表 5-4 匹配前后的样本均值比较

变量	样本匹配	均值		偏差 (%)	偏差减少	T-Test	P> t	V (T) / V (C)
		实验组	控制组					
<i>Assets</i>	Unmached	21.865	21.875	-0.5		-0.170	0.862	1.09*
	Mached	21.863	21.843	2.1	-290.0	0.760	0.448	1.13*
<i>Age</i>	Unmached	2.589	2.636	-10.9		-3.540	0.00	0.94
	Mached	2.589	2.592	-0.7	93.1	-0.260	0.792	0.89*
<i>Roa</i>	Unmached	0.038	0.036	3.9		1.270	0.204	0.99
	Mached	0.038	0.039	-0.6	85.2	-0.210	0.835	0.98
<i>Leverage</i>	Unmached	0.437	0.441	-1.7		-0.540	0.589	0.990
	Mached	0.437	0.434	1.7	-0.6	0.590	0.552	0.95
<i>Growth</i>	Unmached	0.367	0.277	9.2		2.950	0.003	1.37*
	Mached	0.367	0.377	-1.0	89.0	-0.330	0.744	0.89*
<i>Board</i>	Unmached	2.281	2.285	-2.3		-0.750	0.455	1.11*
	Mached	2.281	2.278	1.7	28.4	0.590	0.555	1.09*
<i>Independent</i>	Unmached	0.367	0.365	3.3		1.060	0.290	1.12*
	Mached	0.367	0.367	-0.3	89.7	-0.120	0.905	1.08*

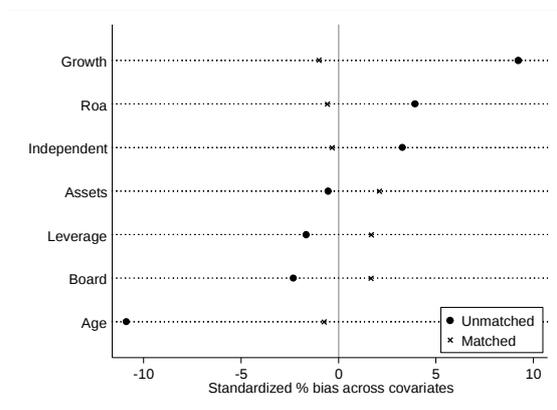


图 6 协变量标准化偏差

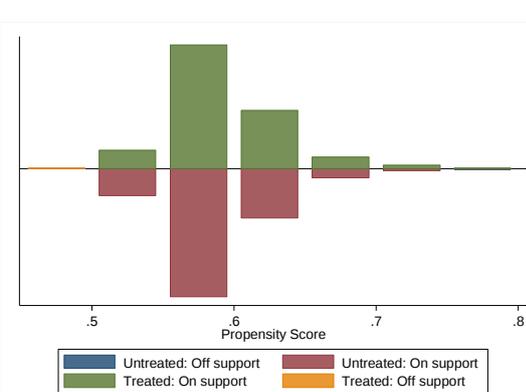


图 7 共同的倾向得分范围

表 5-4 (2) 倾向得分匹配后的回归分析结果 (PSM-DID)

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.1636*** (0.0352)	0.1257*** (0.0271)	0.0810*** (0.0234)
<i>Assets</i>	0.0551 (0.0347)	0.0299 (0.0270)	0.0319 (0.0248)
<i>Age</i>	0.0901 (0.2257)	0.0216 (0.1887)	0.1396 (0.1331)
<i>Roa</i>	-0.0907 (0.2478)	-0.0248 (0.1841)	-0.0278 (0.1941)
<i>Leverage</i>	0.1128 (0.1403)	0.1364 (0.1182)	-0.0075 (0.0826)
<i>Growth</i>	0.0082 (0.0205)	0.0066 (0.0160)	0.0104 (0.0143)
<i>First</i>	-0.0059 (0.2423)	-0.0841 (0.1837)	0.1566 (0.1768)
<i>Share</i>	-0.1852 (0.2334)	-0.0253 (0.1761)	-0.1935 (0.1785)
<i>SOE</i>	0.1493** (0.0663)	0.0990** (0.0453)	0.0976* (0.0532)
<i>Board</i>	0.1777 (0.1570)	0.1470 (0.1250)	0.1153 (0.1091)
<i>Independent</i>	0.6819 (0.4254)	0.5541 (0.3477)	0.2747 (0.2823)
<i>Dual</i>	0.0260 (0.0455)	0.0125 (0.0332)	0.0231 (0.0290)
<i>Constant</i>	-2.2334** (1.1370)	-1.4617* (0.8686)	-1.5316* (0.8226)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	3666	3666	3666
R ²	0.2563	0.2995	0.1392

附录 5-5 执行 Bootstrap 检验方法以缓解样本偏差问题

表 5-5 缓解样本偏差问题的回归分析结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.2983*** (0.0866)	0.2604*** (0.0677)	0.1510** (0.0636)
<i>Assets</i>	0.1532* (0.0797)	0.1109* (0.0623)	0.0562 (0.0585)
<i>Age</i>	1.9912*** (0.6617)	1.6185*** (0.5173)	0.9347* (0.4862)
<i>Roa</i>	-0.3470 (0.5265)	-0.0741 (0.4116)	-0.3992 (0.3869)
<i>Leverage</i>	-0.2680 (0.2921)	-0.1439 (0.2284)	-0.1284 (0.2147)
<i>Growth</i>	-0.0101 (0.0461)	-0.0167 (0.0361)	0.0110 (0.0339)
<i>First</i>	0.4642 (0.4894)	0.2140 (0.3826)	0.7098** (0.3596)
<i>Share</i>	-0.0351 (0.8171)	0.2320 (0.6388)	-0.1792 (0.6004)
<i>SOE</i>	0.1188 (0.1570)	0.0397 (0.1228)	0.0574 (0.1154)
<i>Board</i>	0.1826 (0.3853)	-0.0449 (0.3012)	0.2448 (0.2831)
<i>Independent</i>	0.9819 (0.9020)	0.5591 (0.7051)	0.4801 (0.6628)
<i>Dual</i>	0.0128 (0.0994)	-0.0693 (0.0777)	0.0618 (0.0731)
<i>Constant</i>	-8.4932*** (2.4972)	-6.0986*** (1.9523)	-4.1709** (1.8351)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	1040	1040	1040
R ²	0.2363	0.2445	0.1563

附录 5-6 变换绿色创新衡量方式的稳健性检验

表 5-6 变换绿色创新衡量方式的回归分析结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.0976*** (0.0248)	0.0871*** (0.0154)	0.0484** (0.0217)
<i>Assets</i>	0.0344 (0.0294)	-0.0126 (0.0149)	0.0542** (0.0253)
<i>Age</i>	0.1875 (0.1397)	0.1835** (0.0766)	0.0845 (0.1197)
<i>Roa</i>	-0.3808* (0.2106)	-0.0462 (0.1419)	-0.3042 (0.1977)
<i>Leverage</i>	-0.0838 (0.1036)	0.0013 (0.0527)	-0.0769 (0.0923)
<i>Growth</i>	-0.0042 (0.0071)	-0.0055 (0.0044)	-0.0018 (0.0061)
<i>First</i>	-0.0388 (0.2091)	-0.1149 (0.1185)	0.0675 (0.1692)
<i>Share</i>	-0.1707 (0.1554)	-0.0896 (0.1060)	-0.0359 (0.1500)
<i>SOE</i>	0.1369** (0.0637)	0.1101*** (0.0296)	0.0770 (0.0654)
<i>Board</i>	0.0888 (0.1168)	0.0975* (0.0509)	0.0298 (0.1195)
<i>Independent</i>	0.1205 (0.2879)	0.2093 (0.1450)	0.0352 (0.2740)
<i>Dual</i>	0.0065 (0.0301)	0.0126 (0.0190)	-0.0130 (0.0257)
<i>Constant</i>	-1.3831* (0.8012)	-0.4239 (0.3730)	-1.4561* (0.7427)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4501	4501	4501
R ²	0.1973	0.1925	0.1302

附录 5-7 使用泊松（Poisson）回归模型

表 5-7 泊松（Poisson）回归分析结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.2581*** (0.0577)	0.3605*** (0.0664)	0.1654** (0.0685)
<i>Assets</i>	0.2783*** (0.0287)	0.2916*** (0.0334)	0.3130*** (0.0349)
<i>Age</i>	-0.5809*** (0.0660)	-0.5705*** (0.0786)	-0.6180*** (0.0781)
<i>Roa</i>	0.4607 (0.5732)	0.5385 (0.7129)	0.6524 (0.6733)
<i>Leverage</i>	-0.0738 (0.1629)	-0.1440 (0.1935)	-0.0753 (0.1939)
<i>Growth</i>	0.0260 (0.0240)	0.0446 (0.0287)	0.0172 (0.0274)
<i>First</i>	-0.3740** (0.1868)	-0.3252 (0.2146)	-0.3804* (0.2262)
<i>Share</i>	0.7059** (0.3523)	0.8041** (0.4063)	0.9543** (0.4307)
<i>SOE</i>	0.0769 (0.0619)	0.1689** (0.0716)	0.0797 (0.0749)
<i>Board</i>	0.1112 (0.1887)	0.0984 (0.2221)	0.1053 (0.2308)
<i>Independent</i>	-0.0494 (0.6132)	0.1320 (0.7345)	-0.5050 (0.7227)
<i>Dual</i>	0.1459** (0.0733)	0.1593* (0.0829)	0.1124 (0.0928)
<i>Constant</i>	-7.7919*** (0.9773)	-21.8585*** (0.9243)	-8.2857*** (1.0767)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4501	4501	4501
Pseudo R ²	0.1155	0.1465	0.0800

注：Pseudo-R²表示伪判定系数。由于 Poisson 回归模型属于非线性回归模型，模型的因变量度量方法与前文固定效应模型存在差异。

附录 5-8 考虑其它重要客户的影响

表 5-8

考虑其它重要客户影响的回归分析结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>FiveCstCarbon</i>	0.0666*** (0.0173)	0.0979*** (0.0229)	0.0531*** (0.0205)
<i>Assets</i>	0.0578* (0.0331)	0.0375 (0.0244)	0.0352 (0.0231)
<i>Age</i>	0.1706 (0.1698)	0.1272 (0.1305)	0.2018* (0.1171)
<i>Roa</i>	-0.1812 (0.2236)	-0.1338 (0.1667)	-0.0197 (0.1812)
<i>Leverage</i>	0.0401 (0.1290)	0.0732 (0.1065)	-0.0415 (0.0794)
<i>Growth</i>	0.0024 (0.0102)	-0.0008 (0.0084)	0.0021 (0.0065)
<i>First</i>	-0.0202 (0.2101)	-0.0642 (0.1583)	0.1533 (0.1518)
<i>Share</i>	-0.1154 (0.2118)	-0.0150 (0.1570)	-0.1486 (0.1612)
<i>SOE</i>	0.1990*** (0.0640)	0.1160*** (0.0409)	0.1273** (0.0511)
<i>Board</i>	0.0998 (0.1321)	0.0517 (0.1047)	0.1024 (0.0920)
<i>Independent</i>	0.3703 (0.3461)	0.2018 (0.2865)	0.1860 (0.2294)
<i>Dual</i>	0.0268 (0.0397)	0.0191 (0.0288)	0.0237 (0.0258)
<i>Constant</i>	-2.0253** (0.9078)	-1.3047* (0.6702)	-1.5912** (0.6610)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4501	4501	4501
R^2	0.2313	0.2792	0.1234

附录 5-9 考虑前几大客户销售金额差异不明显的情形

表 5-9（1） 第二大客户市场份额与第一大客户市场份额的比值的描述性统计

variable	观测量	标准差	均值	最小值	p10	p25	中位数	p75	p90	最大值
比值	4501	0.2563	0.5244	0.0427	0.2441	0.4358	0.5630	0.6936	0.8035	0.9522

表 5-9（2） 排除前几大客户销售金额差异不明显的回归分析结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.0837*** (0.0302)	0.0656*** (0.0229)	0.0420** (0.0211)
<i>Assets</i>	0.0816** (0.0353)	0.0502* (0.0261)	0.0515* (0.0268)
<i>Age</i>	0.0780 (0.1820)	0.0385 (0.1416)	0.1525 (0.1330)
<i>Roa</i>	-0.1300 (0.2299)	-0.1310 (0.1699)	-0.0036 (0.1947)
<i>Leverage</i>	0.0247 (0.1389)	0.0425 (0.1178)	-0.0546 (0.0833)
<i>Growth</i>	0.0058 (0.0104)	0.0006 (0.0086)	0.0052 (0.0069)
<i>First</i>	-0.0400 (0.2183)	-0.0854 (0.1617)	0.1165 (0.1690)
<i>Share</i>	-0.2506 (0.2179)	-0.0807 (0.1634)	-0.1994 (0.1640)
<i>SOE</i>	0.1702** (0.0690)	0.1025** (0.0449)	0.1220** (0.0582)
<i>Board</i>	-0.0236 (0.1441)	-0.0543 (0.1106)	0.0372 (0.1071)
<i>Independent</i>	0.1459 (0.3761)	-0.0635 (0.3083)	0.0747 (0.2624)
<i>Dual</i>	0.0405 (0.0337)	0.0293 (0.0251)	0.0251 (0.0237)
<i>Constant</i>	-1.8010* (0.9372)	-0.9443 (0.6867)	-1.4981** (0.7129)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4050	4050	4050
R ²	0.2275	0.2613	0.1202

附录 5-10 排除其它竞争性假说的影响

表 5-10 (1) 环保督察城市试点进程

环保督察批次	环保督察时间	环保督察省份
试点	2015年12月-2016年2月	河北
第一批	2016年7月-2016年8月	内蒙古、黑龙江、江苏、江西、河南、广西、云南、宁夏
第二批	2016年11月-2016年12月	北京、上海、湖北、广东、重庆、陕西、甘肃
第三批	2017年4月-2017年5月	天津、山西、辽宁、安徽、福建、湖南、贵州
第四批	2017年8月-2017年9月	吉林、浙江、山东、海南、四川、西藏、青海、新疆

表 5-10 (2) 排除其他竞争性假说的回归分析结果

变量	<i>GRTotalPat</i>	<i>GRInvPat</i>	<i>GRUtyPat</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.0764*** (0.0288)	0.0652*** (0.0224)	0.0347* (0.0207)
<i>ETS</i>	0.0639 (0.0534)	0.0405 (0.0439)	0.0433 (0.0361)
<i>Inspection</i>	-0.0014 (0.0037)	-0.0004 (0.0031)	-0.0002 (0.0023)
<i>Assets</i>	0.0793** (0.0334)	0.0513** (0.0250)	0.0472* (0.0251)
<i>Age</i>	0.0547 (0.1709)	0.0276 (0.1335)	0.1465 (0.1247)
<i>Roa</i>	-0.1448 (0.2252)	-0.1228 (0.1659)	-0.0352 (0.1894)
<i>Leverage</i>	0.0323 (0.1357)	0.0448 (0.1128)	-0.0424 (0.0843)
<i>Growth</i>	0.0050 (0.0100)	0.0004 (0.0082)	0.0047 (0.0066)
<i>First</i>	-0.0612 (0.2154)	-0.1209 (0.1589)	0.1231 (0.1657)
<i>Share</i>	-0.1908 (0.2126)	-0.0442 (0.1584)	-0.1616 (0.1644)
<i>SOE</i>	0.1817*** (0.0672)	0.1081** (0.0436)	0.1273** (0.0564)
<i>Board</i>	0.0298 (0.1366)	-0.0057 (0.1056)	0.0521 (0.1004)
<i>Independent</i>	0.1960	0.0508	0.0572

	(0.3602)	(0.2959)	(0.2465)
<i>Dual</i>	0.0383	0.0207	0.0290
	(0.0403)	(0.0289)	(0.0262)
<i>Constant</i>	-1.8436**	-1.0782	-1.4379**
	(0.8910)	(0.6585)	(0.6728)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4501	4501	4501
R ²	0.2107	0.2435	0.1157

附录6 异质性分析结果

附录6-1 基于市场竞争程度的异质性分析结果

表6-1

市场竞争程度的异质性分析

变量	<i>GRTotalPat</i>		<i>GRInvPat</i>		<i>GRUtyPat</i>	
	议价能力强	议价能力弱	议价能力强	议价能力弱	议价能力强	议价能力弱
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>CstCarbon</i>	0.1598*** (0.0495)	0.0512 (0.0397)	0.1201*** (0.0391)	0.0522* (0.0294)	0.0850** (0.0347)	0.0139 (0.0296)
<i>Assets</i>	0.0741 (0.0453)	0.0979 (0.0668)	0.0478 (0.0351)	0.0402 (0.0492)	0.0377 (0.0270)	0.1015* (0.0536)
<i>Age</i>	0.2840 (0.2633)	-0.0587 (0.2366)	0.1792 (0.2081)	0.0561 (0.1735)	0.2927 (0.1799)	0.0077 (0.2025)
<i>Roa</i>	-0.1577 (0.3334)	0.2493 (0.3679)	-0.1484 (0.2459)	0.2092 (0.2702)	-0.0067 (0.2644)	0.1232 (0.3079)
<i>Leverage</i>	0.1605 (0.2304)	0.0059 (0.1733)	0.1663 (0.1941)	0.0715 (0.1300)	-0.0420 (0.1307)	-0.0796 (0.1340)
<i>Growth</i>	-0.0083 (0.0147)	0.0013 (0.0151)	-0.0128 (0.0125)	0.0095 (0.0130)	0.0033 (0.0095)	-0.0066 (0.0092)
<i>First</i>	0.2232 (0.3200)	-0.7026** (0.3343)	0.0410 (0.2456)	-0.6025** (0.2359)	0.3330 (0.2198)	-0.2045 (0.2651)
<i>Share</i>	-0.3645 (0.5115)	0.1098 (0.2565)	-0.2358 (0.3911)	0.1735 (0.1887)	-0.2267 (0.3625)	0.0577 (0.1997)
<i>SOE</i>	0.1823 (0.1271)	0.1106* (0.0564)	0.0998 (0.0876)	0.0581 (0.0389)	0.1344 (0.1010)	0.1054** (0.0477)
<i>Board</i>	0.1992 (0.1972)	0.1013 (0.2015)	0.1778 (0.1636)	0.0245 (0.1415)	0.0873 (0.1373)	0.1523 (0.1480)
<i>Independent</i>	0.7617 (0.5494)	0.1029 (0.5008)	0.5731 (0.4757)	0.0293 (0.3602)	0.2455 (0.3696)	0.0984 (0.3504)
<i>Dual</i>	0.1044 (0.0674)	-0.0484 (0.0502)	0.0690 (0.0490)	-0.0399 (0.0379)	0.0773* (0.0446)	-0.0228 (0.0332)
<i>Constant</i>	-3.0044** (1.3119)	-2.1297 (1.6815)	-1.9416** (0.9570)	-1.0025 (1.2767)	-1.8992** (0.9118)	-2.5671* (1.3100)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测量	2307	2194	2307	2194	2307	2194
R ²	0.2034	0.2443	0.2486	0.2832	0.1104	0.1412

附录 6-2 基于高碳行业的异质性分析结果

高碳行业是基于国务院印发《2024—2025年节能降碳行动方案》的通知

（https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202405/content_6954323.htm）

与生态环境部印发的《碳排放权交易管理办法》

（https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html）文件整理所得。

高碳行业具体包括：石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力、航空、采掘、发酵、纺织、酿造、制药十三类行业。

表6-2 是否属于高碳行业的异质性分析

变量	GRTotalPat		GRInvPat		GRUtyPat	
	高碳行业	非高碳行业	高碳行业	非高碳行业	高碳行业	非高碳行业
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>CstCarbon</i>	0.1953*** (0.0459)	0.0627 (0.0382)	0.1476*** (0.0373)	0.0279 (0.0291)	0.1048*** (0.0288)	0.0243 (0.0276)
<i>Assets</i>	0.0786 (0.0563)	0.0702 (0.0469)	0.0680 (0.0438)	0.0333 (0.0343)	0.0265 (0.0366)	0.0508 (0.0349)
<i>Age</i>	0.0144 (0.3303)	0.2494 (0.2054)	-0.1386 (0.2071)	0.2050 (0.1772)	0.3049 (0.2869)	0.2091 (0.1334)
<i>Roa</i>	0.7533** (0.3308)	-0.6904** (0.3154)	0.4939* (0.2743)	-0.5047** (0.2368)	0.3447 (0.2465)	-0.2680 (0.2634)
<i>Leverage</i>	0.4185** (0.1990)	-0.1344 (0.1646)	0.2952* (0.1704)	-0.0396 (0.1277)	0.1855* (0.1112)	-0.1576 (0.1193)
<i>Growth</i>	-0.0221 (0.0211)	0.0078 (0.0118)	-0.0147 (0.0126)	0.0045 (0.0103)	-0.0127 (0.0165)	0.0044 (0.0071)
<i>First</i>	0.1060 (0.2526)	-0.0145 (0.3900)	-0.0202 (0.1772)	-0.1619 (0.2994)	0.1882 (0.1684)	0.2812 (0.2790)
<i>Share</i>	-0.3216 (0.2447)	-0.0866 (0.2864)	-0.1337 (0.2164)	0.0516 (0.2082)	-0.2495 (0.1763)	-0.1140 (0.2237)
<i>SOE</i>	0.1339 (0.0861)	0.2688** (0.1313)	0.1046* (0.0634)	0.1247 (0.0759)	0.0541 (0.0489)	0.2420** (0.1230)
<i>Board</i>	-0.0402 (0.2161)	0.1633 (0.1618)	-0.0271 (0.1562)	0.0575 (0.1335)	0.0614 (0.1530)	0.1097 (0.1139)
<i>Independent</i>	-0.0145 (0.4776)	0.5636 (0.4876)	-0.0208 (0.3922)	0.2457 (0.4054)	-0.0679 (0.2944)	0.3577 (0.3390)
<i>Dual</i>	0.0632 (0.0693)	0.0235 (0.0508)	0.0335 (0.0512)	0.0155 (0.0372)	0.0375 (0.0374)	0.0268 (0.0367)
<i>Constant</i>	-2.0642 (1.5053)	-2.3534* (1.2649)	-1.3757 (1.1091)	-1.1570 (0.9463)	-1.6364 (1.1082)	-1.8526** (0.9205)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测量	1705	2796	1705	2796	1705	2796

R^2	0.2613	0.2405	0.2962	0.2875	0.1603	0.1206
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

附录 6-3 基于供应链网络距离的异质性分析结果

表6-3 供应链网络距离的异质性分析

变量	<i>GRTotalPat</i>		<i>GRInvPat</i>		<i>GRUtyPat</i>	
	偏远	临近	偏远	临近	偏远	临近
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>CstCarbon</i>	0.0387 (0.0425)	0.1067** (0.0533)	0.0135 (0.0324)	0.0863* (0.0475)	0.0406 (0.0308)	0.0602* (0.0339)
<i>Assets</i>	0.0845* (0.0481)	0.0583 (0.0547)	0.0586 (0.0376)	0.0385 (0.0406)	0.0507 (0.0335)	0.0305 (0.0379)
<i>Age</i>	0.4805** (0.1961)	-0.1111 (0.2679)	0.4056** (0.1576)	-0.1213 (0.2119)	0.3304** (0.1406)	0.0965 (0.1905)
<i>Roa</i>	-0.3366 (0.3190)	-0.0563 (0.3207)	-0.2983 (0.2578)	-0.0731 (0.2472)	-0.2202 (0.2118)	0.0916 (0.2865)
<i>Leverage</i>	0.1167 (0.1654)	-0.1710 (0.1902)	0.1345 (0.1443)	-0.0770 (0.1461)	-0.0190 (0.0974)	-0.1728 (0.1371)
<i>Growth</i>	0.0030 (0.0138)	0.0052 (0.0179)	0.0013 (0.0134)	0.0048 (0.0134)	0.0029 (0.0076)	-0.0001 (0.0118)
<i>First</i>	0.1208 (0.2272)	0.1036 (0.3858)	0.0324 (0.1838)	-0.0626 (0.2704)	0.0909 (0.1558)	0.3492 (0.3000)
<i>Share</i>	0.2214 (0.2562)	-0.1890 (0.5092)	-0.0039 (0.1868)	0.0781 (0.4114)	0.2522 (0.2033)	-0.2264 (0.4105)
<i>SOE</i>	0.0479 (0.0957)	0.3075*** (0.0914)	0.0296 (0.0715)	0.1836*** (0.0585)	0.0275 (0.0719)	0.2322** (0.0916)
<i>Board</i>	-0.1617 (0.1764)	0.1781 (0.1779)	-0.1746 (0.1519)	0.1857 (0.1464)	0.0047 (0.1135)	0.0612 (0.1246)
<i>Independent</i>	0.3050 (0.4930)	0.0752 (0.4891)	0.1972 (0.4361)	0.1239 (0.3790)	0.0736 (0.3333)	-0.1133 (0.3650)
<i>Dual</i>	0.0299 (0.0614)	0.0741 (0.0574)	0.0238 (0.0448)	0.0372 (0.0443)	0.0147 (0.0400)	0.0686* (0.0352)
<i>Constant</i>	-2.3219** (1.0667)	-1.6103 (1.4845)	-1.5991* (0.8303)	-1.0477 (1.0774)	-1.6622** (0.7572)	-1.1952 (1.0963)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测量	2303	2198	2303	2198	2303	2198
R ²	0.3001	0.1763	0.3335	0.2103	0.1774	0.1025

附录 6-4 基于生产网络良性关系的异质性分析结果

表6-4

供应链网络关系是否良性的异质性分析

变量	<i>GRTotalPat</i>		<i>GRInvPat</i>		<i>GRUtyPat</i>	
	非良性 (商业信用 多)	良性 (商业信用 少)	非良性 (商业信用 多)	良性 (商业信用 少)	非良性 (商业信用 多)	良性 (商业信用 少)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>CstCarbon</i>	0.0490 (0.0435)	0.1382*** (0.0389)	0.0388 (0.0352)	0.1197*** (0.0299)	0.0238 (0.0292)	0.0571** (0.0282)
<i>Assets</i>	0.0636 (0.0487)	0.0323 (0.0473)	0.0605 (0.0395)	0.0024 (0.0348)	0.0106 (0.0351)	0.0383 (0.0336)
<i>Age</i>	-0.0552 (0.2226)	0.3321 (0.3100)	-0.1155 (0.1839)	0.2614 (0.2082)	0.1657 (0.1569)	0.3032 (0.2304)
<i>Roa</i>	-0.1471 (0.3424)	0.0342 (0.3155)	-0.0745 (0.2589)	0.0326 (0.2481)	-0.0254 (0.2986)	0.0059 (0.2155)
<i>Leverage</i>	0.0173 (0.1931)	0.2519 (0.1643)	0.0654 (0.1545)	0.2368 (0.1456)	-0.0998 (0.1297)	0.0911 (0.0910)
<i>Growth</i>	0.0079 (0.0212)	0.0111 (0.0108)	-0.0059 (0.0175)	0.0128 (0.0087)	0.0155 (0.0145)	0.0009 (0.0068)
<i>First</i>	-0.2179 (0.3673)	0.2564 (0.2297)	-0.2829 (0.2887)	0.1588 (0.1585)	0.1745 (0.2764)	0.1886 (0.1767)
<i>Share</i>	-0.2815 (0.2861)	0.2626 (0.2894)	-0.0618 (0.2037)	0.4281** (0.1837)	-0.2456 (0.2306)	-0.0162 (0.2367)
<i>SOE</i>	0.2044 (0.1264)	0.2356*** (0.0775)	0.1036 (0.0718)	0.1727*** (0.0568)	0.2033* (0.1187)	0.1137*** (0.0401)
<i>Board</i>	0.1947 (0.2076)	0.0038 (0.2013)	0.0703 (0.1780)	0.0327 (0.1414)	0.1238 (0.1372)	0.0607 (0.1495)
<i>Independent</i>	0.3396 (0.6436)	0.5936 (0.4059)	0.0287 (0.5202)	0.5538* (0.3209)	0.1819 (0.4531)	0.2540 (0.2634)
<i>Dual</i>	0.0372 (0.0501)	-0.0004 (0.0500)	0.0207 (0.0356)	-0.0212 (0.0378)	0.0272 (0.0399)	0.0247 (0.0326)
<i>Constant</i>	-1.4456 (1.2697)	-2.0749 (1.4445)	-0.9495 (1.0082)	-1.2807 (1.0469)	-0.7979 (0.9366)	-1.9275* (1.0663)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测量	2255	2246	2255	2246	2255	2246
R ²	0.2326	0.2723	0.2967	0.2973	0.1056	0.1678

附录 7 经济后果分析

党的二十大报告强调，要着力提升供应链韧性和安全水平，维护国家安全能力。供应链作为有机整体，安全可靠的供应链是生产网络稳定的基石，保障供应链的韧性和安全已成为推动经济高质量发展和加快构建新发展格局的重要举措。现阶段供应链断链风险加剧，亟需引入新的动力源重塑供应链。企业的竞争优势源于拥有的稀缺、有价值且难以模仿的资源，主要包括技术知识、生产网络等，这些关键资源对铸造供应链韧性至关重要。高组织韧性的企业具有较强的学习与应对变局能力，在面对冲击时能够优化公司治理，使企业快速恢复正常运营。低碳转型这一系统性变革如何提升组织韧性并最终帮助企业有效应对各类风险？

上下游企业相互学习交流、参与技术创新等方式都是知识溢出的主要途径，企业通过反馈和需求渠道推动技术、知识溢出效应。韧性供应链建立在通畅的产品流、高效交换的信息流、分享便捷的技术流的基础上。在生产网络中，互惠共享的技术合作战略有助于形成知识创新的“网络效应”，建立网络化协同的技术绿色创新体系。因此，需要注重联合生产网络上下游企业等创新主体，建设涵盖全生产网络的协同创新平台，有助于提升供应链韧性和安全水平。抓住绿色低碳转型的发展机遇，能够构建绿色低碳、高质量的生产体系，助力建设安全稳定的韧性生产网络。

韧性在微观企业中特指应对危机过程中所产生的抵御、适应并从中恢复至原态或更好状态的能力。低韧性组织在面对外部环境冲击时，容易陷入经营状况糟糕的境地；高组织韧性助力企业积极应对外部环境变化，实现逆势增长。韧性强不代表“百毒不侵”，企业韧性表现出对危机快速响应的企业内部适应性特征。韧性也体现从震荡环境中吸收资源进而恢复更优运营模式的外部特征，具有韧性的企业可以“以变应变”，降低外部冲击给企业经营绩效带来的负向影响。参考 Ortiz-De-Mandojana and Bansal（2016）的做法，为了观测外部环境变化对企业经营绩效的影响，考虑外部冲击与异质性反应，排除不可观测因素对企业经营绩效的影响，本文使用企业经营绩效在受到外部环境变化时的“偏离度”衡量组织韧性，并构建了如下因子模型：

$$Roai = \lambda_0 + \lambda_1 Assets_{i,t} + \lambda_2 Age_{i,t} + \lambda_3 Leverage_{i,t} + \lambda_4 Share_{i,t} + \lambda_5 Board_{i,t} + \lambda_6 Top5_{i,t} + \nu_{i,t} + u_i + \bar{u} + \tilde{\epsilon}_{i,t}$$

其中， Roa 表示企业绩效，采用企业当年净利润与期末总资产的比值衡量； $Assets$ 为资产规模，使用企业年末总资产的自然对数衡量； Age 为上市年限，采用企业的上市年限的自然对数衡量； $Leverage$ 为资产负债率，采用企业当年总负债与总资产的比值衡量； $Share$ 为管理层持股，采用企业管理层持股占企业总股数的比例衡量； $Board$ 为董事会规模，采用企业年末董事会人数的自然对数衡量； $Top5$ 为股权集中度，使用前五大股东持股比例衡量。模型中 $\nu_{i,t}$ 度量生产网络的组织韧性，衡量供应商企业经营绩效在面临外部环境变化时的“偏离度”。 $\nu_{i,t}$ 数值越大，表明供应商企业面对外部冲击时反应较大，生产网络韧性较强。

表7-1 低碳转型的溢出效应提升供应链网络的韧性

变量	ν	ν	ν
	(1)	(2)	(3)
$CstCarbon$	0.0003 (0.0002)	0.0004** (0.0002)	0.0004** (0.0002)
$GRTotalPat$	0.0002		

	(0.0001)		
<i>CstCarbon*GRTotalPat</i>	0.0007***		
	(0.0002)		
<i>GRInvPat</i>		0.0003*	
		(0.0002)	
<i>CstCarbon*GRInvPat</i>		0.0007***	
		(0.0002)	
<i>GRUtyPat</i>			-0.0000
			(0.0001)
<i>LowCarbon*GRUtyPat</i>			0.0010***
			(0.0002)
<i>Assets</i>	-0.0022***	-0.0022***	-0.0022***
	(0.0003)	(0.0003)	(0.0003)
<i>Age</i>	0.0026**	0.0026**	0.0026**
	(0.0011)	(0.0011)	(0.0011)
<i>Roa</i>	0.0100***	0.0101***	0.0100***
	(0.0024)	(0.0024)	(0.0025)
<i>Leverage</i>	0.0034***	0.0034***	0.0034***
	(0.0008)	(0.0008)	(0.0008)
<i>Growth</i>	0.0001	0.0001	0.0001
	(0.0001)	(0.0001)	(0.0001)
<i>First</i>	-0.0012	-0.0012	-0.0012
	(0.0013)	(0.0013)	(0.0013)
<i>Share</i>	-0.0022	-0.0023	-0.0023
	(0.0018)	(0.0017)	(0.0018)
<i>SOE</i>	-0.0004	-0.0004	-0.0004
	(0.0005)	(0.0005)	(0.0005)
<i>Board</i>	0.0005	0.0005	0.0005
	(0.0008)	(0.0008)	(0.0008)
<i>Independent</i>	0.0028	0.0029	0.0029
	(0.0025)	(0.0025)	(0.0026)
<i>Dual</i>	-0.0003	-0.0003	-0.0002
	(0.0003)	(0.0002)	(0.0003)
<i>Constant</i>	0.0411***	0.0409***	0.0408***
	(0.0058)	(0.0058)	(0.0058)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4501	4501	4501
R ²	0.2464	0.2462	0.2434

表7-2 低碳转型的溢出效应提升供应链网络的安全性

变量	<i>Stable</i>	<i>Stable</i>	<i>Stable</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>CstCarbon</i>	0.0065 (0.0049)	0.0072 (0.0048)	0.0113** (0.0049)
<i>GRTotalPat</i>	-0.0012 (0.0049)		
<i>CstCarbon*GRTotalPat</i>	0.0211*** (0.0057)		
<i>GRInvPat</i>		0.0010 (0.0070)	
<i>CstCarbon*GRInvPat</i>		0.0275*** (0.0078)	
<i>GRUtyPat</i>			-0.0060 (0.0065)
<i>LowCarbon*GRUtyPat</i>			0.0196** (0.0078)
<i>Assets</i>	0.0257*** (0.0058)	0.0257*** (0.0058)	0.0257*** (0.0059)
<i>Age</i>	0.0843** (0.0344)	0.0835** (0.0342)	0.0874** (0.0349)
<i>Roa</i>	0.1728*** (0.0480)	0.1739*** (0.0479)	0.1731*** (0.0488)
<i>Leverage</i>	0.0332 (0.0241)	0.0333 (0.0242)	0.0331 (0.0241)
<i>Growth</i>	0.0014 (0.0020)	0.0014 (0.0020)	0.0013 (0.0021)
<i>First</i>	0.0136 (0.0357)	0.0127 (0.0357)	0.0134 (0.0359)
<i>Share</i>	0.0702 (0.0556)	0.0705 (0.0558)	0.0682 (0.0557)
<i>SOE</i>	-0.0062 (0.0078)	-0.0065 (0.0078)	-0.0047 (0.0078)
<i>Board</i>	0.0199 (0.0214)	0.0201 (0.0212)	0.0214 (0.0214)
<i>Independent</i>	0.0700 (0.0533)	0.0718 (0.0532)	0.0716 (0.0538)
<i>Dual</i>	-0.0081 (0.0070)	-0.0084 (0.0069)	-0.0074 (0.0070)
<i>Constant</i>	-0.3624**	-0.3608**	-0.3737**

	(0.1494)	(0.1491)	(0.1502)
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
观测量	4501	4501	4501
R ²	0.1274	0.1297	0.1245