DOI:10.20270/j.cnki.1674-117X.2026.4010

“绿色工厂”认定对减污降碳协同治理的影响
——基于多期 DID 的经验证据

杨洁，王澄

（湖南工业大学 经济与管理学院，湖南 株洲 412007）

摘要：以“绿色工厂”认定为准自然实验，基于 2012—2023 年中国 A 股制造业上市公司数据，采用多期双重差分法（DID），检验“绿色工厂”认定对企业减污降碳协同效应的影响及其作用机制。研究发现：“绿色工厂”认定显著提升了企业的减污降碳协同绩效；机制检验结果表明，该政策主要通过推动企业获得政策激励、实施绿色技术创新，以促进企业减污降碳治理；异质性分析结果显示，政策效果在高工业发展水平城市、非资源型城市以及重污染行业中更为显著；进一步研究发现，“绿色工厂”认定显著改善了企业经济绩效，验证了“强波特假说”的适用性，同时还对上下游企业的协同减排行为产生正向溢出效应。据此，建议强化制度设计的系统协同性、构建激励相容的政策组合、放大绿色治理的协同效应、实施差异化的区域推进策略，以完善绿色制造体系、推动绿色政策协同落地。

关键词：“绿色工厂”认定；减污降碳协同效应；政策激励；绿色技术创新

中图分类号：F425；F279.23　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1674-117X(2026)04-0089-11

在全球生态环境持续恶化与气候风险不断加剧的背景下，资源紧张与污染压力不断上升，各国经济社会发展模式亟须转型。制造业作为国民经济的支柱，其绿色低碳转型不仅关系到资源环境的可持续利用，也关乎高质量发展战略目标的实现。推动制造业绿色转型已成为全球共识。作为连接环境保护与经济增长的重要制度工具，绿色产业政策日益成为各国政策体系的核心组成部分[1]。研究表明，完善的绿色金融与政策体系能有效促进产业绿色升级与生态效益提升，实现经济与环境的协同发展[2]。为应对环境与经济的双重挑战，欧盟推出《欧洲绿色政纲》、韩国实施《低碳绿色成长基本法》等战略，均以绿色投资引领结构转型。作为全球最大制造国，中国在产业链与碳治理格局中具有关键影响力。为统筹经济与生态目标，中国提出 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的“双碳”目标，并在党的二十大报告中强调要加快绿色低碳技术研发与推广。

在此背景下，2015 年国务院出台《中国制造 2025》，将构建绿色制造体系确立为制造业绿色转型的核心路径。随后，工信部启动了涵盖“绿色工厂”、绿色产品、绿色园区和绿色供应链的体系建设。其中，“绿色工厂”认定通过统一标准，引导企业在生产流程、资源利用与污染治理等方面进行系统性改造，

收稿日期：2026-02-28

基金项目：湖南省自然科学基金项目“同群效应下碳信息披露对企业投资效率的影响研究”（2024JJ5129）；湖南省社会科学成果评审委员会基金项目“同群效应下企业 ESG 表现对非效率投资的影响研究”（XSP24YBZ088）；湖南省研究生科研创新基金项目“绿色金融如何驱动企业碳绩效提升 ?——基于多重路径与内外调节效应研究”（CX20251675）

作者简介：杨洁，女，湖南邵阳人，湖南工业大学教授，硕士生导师，研究方向为环境会计、财务管理。

成为推动制造业减污降碳协同效应的重要政策工具。

减污降碳协同效应是指企业在减少污染物排放的同时实现碳排放的协同控制，其是实现环境与经济双赢的关键路径。制造企业通过技术升级和管理优化，可在提升能源效率、优化资源配置的同时实现绿色生产，从而带来环境与经济的双重收益[3]。既有研究多从“由碳及污”“由污及碳”或“碳污共治”等视角探讨协同效应的实现机制[4-6]，部分文献关注碳税、碳交易等政策的减污溢出效应[7-8]，或研究大气治理政策的碳减排协同作用[9]。然而，对于“绿色工厂”认定这一自愿性政策工具在促进减污降碳双重目标中的协同效应，系统的实证检验仍较为缺乏。

从环境规制工具看，传统命令控制型政策虽能促使企业减排短期达标，但监管成本高，易致资源错配[10]；市场激励型政策虽能激发企业减排积极性，但政策退出后效果易衰减[11]。相比之下，自愿型规制政策因具备俱乐部物品属性，可在政府支持与社会监督下激励企业主动承担超出法规要求的环境责任，实现可持续的绿色绩效。“绿色工厂”认定作为政府主导、企业自愿参与的政策，不仅具有公信力与激励性，还结合奖惩机制，在推动企业环境治理升级方面展现出较大潜力。

自 2017 年首批绿色制造名单公布以来，该政策作为制造强国战略的重要组成部分，在促进节能减排、绿色生产与技术创新方面的作用逐渐受到关注。然而，现有研究仍缺乏对其减污降碳协同效应影响路径的系统分析，尤其缺乏基于微观企业数据的实证识别。基于此，本文以 2012—2023 年中国 A 股制造业上市公司为样本，采用多期双重差分（DID）模型，实证评估“绿色工厂”认定政策对企业减污降碳协同效应的影响，并进一步探讨其作用机制，以期为绿色政策绩效评估与优化提供实证依据，为制造业绿色转型战略提供政策启示。

一、理论分析与研究假设

（一）“绿色工厂”认定与减污降碳协同效应

“绿色工厂”认定的环境效应源于企业内部激励机制与外部制度约束的共同作用，其理论基础可从外部性理论、公共物品理论、技术创新理论和企业竞争力理论加以阐释[12]。外部性理论认为，污染与碳排放的负外部性需通过制度手段实现内部化，“绿色工厂”认定正是借助认证激励与资源配置实现外部性的部分内部化。公共物品理论指出，该政策具有集体行动效应，获评企业形成示范与模仿机制，从而放大整体环境效益。技术创新理论强调，环境规制可激励企业开展绿色技术创新，实现协同减排。竞争力理论则认为，绿色转型不仅是合规要求，也是企业获取竞争优势、提升品牌与长期利润的重要途径。

从激励与约束角度看，“绿色工厂”认定兼具柔性激励与制度约束功能。一方面，政府通过绿色金融、财政补贴与税收减免等政策工具，为企业绿色转型提供资金支持，缓解研发与设备投资压力[13]；另一方面，认定结果被纳入生态绩效考核、市场信用评级和招投标体系，转化为企业的制度性竞争优势。这种“荣誉－资源”绑定机制，使“绿色工厂”认定既是对既往绩效的肯定，也成为企业持续减污降碳的内生动力[14]。

在治理逻辑上，“绿色工厂”认定倡导以系统优化为导向的协同治理。不同于传统末端治理模式，它推动企业在源头预防、过程控制与末端治理环节建立联动机制，实现环境治理的一体化与协同化。通过流程再造、能源结构调整与信息化管控，企业可打破减污与降碳的割裂治理，实现污染物与碳排放的协同控制[15]。

此外，“绿色工厂”认定在行业内具有显著的示范与技术扩散效应。获评企业凭借较高的绿色声誉与责任压力，倾向于持续强化环境治理，并通过产业链带动上下游企业共同提升绿色绩效，形成协同发展的扩散效应。基于此，本文提出研究假设 1。

假设 1：“绿色工厂”认定能够显著促进企业的减污降碳协同效应。

（二）政策激励

在“绿色工厂”认定推动减污降碳协同治理的过程中，政策激励机制发挥着关键的外部支撑作用。根据制度激励理论与环境经济学观点，企业的绿色治理行为不仅受监管约束，也受正向激励的影响。当政府通过环保补贴、税收优惠、绿色信贷等工具降低企业转型成本时，企业的绿色投入意愿和能力显著增强，从而提升政策效能。

从资源配置视角看，绿色治理涉及高额投入与外部性问题，易受市场失灵制约。此时，财政补贴与专项资金可为企业提供研发和治理支持，缓解资金约束。从税收激励视角看，获评“绿色工厂”的企业通常享有所得税减免、增值税退返等优惠政策，直接改善现金流与投资回报，提高绿色生产的经济吸引力。相较一次性补贴，税收优惠具有更强的持续性与稳定性，可形成长期的绿色投入预期。在融资层面，绿色信贷与绿色债券等金融工具进一步强化了政策效应，降低融资成本并拓宽绿色资金来源。绿色金融的介入使“绿色工厂”认定成为连接政策红利与市场优势的“绿色通行证”，强化了企业的环境绩效与信用价值。基于此，本文提出研究假设 2。

假设 2：政策激励正向调节“绿色工厂”认定与企业减污降碳协同效应之间的关系。

（三）绿色技术创新

绿色技术创新兼具技术外部性与环境外部性，普遍面临“高投入－长周期－高风险”的困境 [16]。创新收益难以完全内部化，环境正外部性也难以通过市场机制得以反映，导致企业缺乏主动创新的动力。因此，外部制度激励成为推动绿色技术创新的关键 [17]。

“绿色工厂”认定在此过程中发挥重要作用。其评定标准强调清洁生产、能源效率与资源循环利用，促使企业从源头优化生产流程、加大绿色研发投入；同时，政府对获评企业给予补贴、税收优惠与信贷支持，能缓解企业创新资金约束；此外，“绿色工厂”身份提升了企业在资本与产品市场的声誉，能吸引更多资源聚集，形成创新的正向循环 [18]。

长期看，绿色技术创新有助于降低污染与碳排放强度、提升资源利用效率，实现环境与经济效益的双赢。由此可见，在“绿色工厂”制度背景下，企业为达标而加强绿色技术创新，进而实现减污降碳协同治理具有明确的逻辑基础。基于此，本文提出研究假设 3。

假设 3：“绿色工厂”认定通过促进企业绿色技术创新，推动企业减污降碳协同治理。

二、研究设计

（一）模型构建和变量选择

本文通过多期双重差分法探讨“绿色工厂”认定对减污降碳协同效应的影响，将“绿色工厂”认定视为准自然实验。鉴于“绿色工厂”认定是分批次实施的，本文运用该方法来评估其净效应。基础模型（1）为：

$$SE_{it}=\alpha+\beta GF_{it}+\theta control_{it}+\mu_i+\gamma_t+\varepsilon_{it}。\quad(1)$$

借鉴既有研究 [19]，采用以下中介效应检验模型（2）：

$$M_{it}=\theta_0+\theta_1 GF_{it}+\theta control_{it}+\mu_i+\gamma_t+\varepsilon_{it}。\quad(2)$$

借鉴既有研究 [20]，采用以下调节效应检验模型（3）：

$$SE_{it}=\alpha+\beta GF_{it}+\delta\left(GF_{it}\times N_{it}\right)+\theta control_{it}+\mu_i+\gamma_t+\varepsilon_{it}。\quad(3)$$

上述各式中：i 表示个体；t 表示时间；μ_i 表示个体固定效应；γ_t 表示年份固定效应；ε_{it} 表示随机扰动项。

解释变量为 GF_{it}，由 $GreenFactory_i \times Time_t$ 构成，其中，若企业被认定为“绿色工厂”，则 $GreenFactory_i$ 取 1，未被认定则为 0。$Time_t$ 是时间虚拟变量，用于区分企业获得“绿色工厂”认定前后的时间节点，对于 1~6 月获得认证的，以官网公示时间的上一年作为政策冲击时间，其余以官网公示时间

作为政策冲击时间，将认定年份的 *Time* 取值为 1，之后年份取值为 0。系数 β 用于估计企业在获得“绿色工厂”认定前后，其减污降碳协同效果的差异程度，若“绿色工厂”认定对企业减污降碳具有显著的促进作用，那么 β 系数预期将显著为正。

被解释变量为 SE_{it}，本文以二氧化硫、烟粉尘和废水排放量这三项指标来衡量减污效果，以二氧化碳排放量为指标来衡量减碳效果。为探究这些因素的协同发展状况，借鉴已有研究 [21]，采用耦合协调模型。该模型能够量化两个或更多系统间的相互作用与影响程度，适用于评估降碳与减污协同增效的水平。

机制变量如下：借鉴孔东民等 [22] 的方法，采用政府环保补贴金额占企业总资产的比例来衡量政府环保补贴（*allo*）；采用绿色信贷金额与短期和长期借款之和的比来衡量绿色金融（*loan*）；借鉴柳光强 [23] 的方法，采用税费返还与税费返还和支付的各项税费之和的比来衡量税收优惠（*tax*）；借鉴程洪飞等 [24] 的方法，基于量与质的结构化视角，分别以绿色专利申请总量（*gtotal*）、绿色发明专利申请量（*pgt*）、绿色实用新型专利申请量（*rgt*）并取自然对数表示绿色技术创新。

控制变量如下：人口密度（*pop*），采用单位行政区域面积人口数量取对数表示；城镇化率（*urban*），采用城镇常住人口占总常住人口的比例来衡量；产业结构（*struc*），采用第三产业增加值与地区生产总值的比例表示；政府宏观调控（*gov*），采用地方财政一般预算内支出与地区生产总值的比例表示；外商直接投资（*fdi*），采用实际利用外资额与地区生产总值的比值表示。

（二）数据来源

本文选取 2012—2023 年 A 股制造业上市公司作为研究样本，并对上市企业数据进行如下处理：剔除样本期内出现 ST 或 PT 的企业；剔除金融类公司数据；剔除关键指标缺失严重的数据。为避免异常值的影响，对主要连续变量进行 1% 和 99% 的缩尾处理。“绿色工厂”评定名单来源于工业和信息化部官方网站。企业数据来源于 CSMAR 和 WIND 数据库。最终得到 9631 个样本量，变量描述性统计结果如表 1 所示。

表 1　变量描述性统计结果

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
SE	9631	0.764	0.228	0.013	0.997
GF	9631	0.153	0.360	0	1
pop	9631	6.538	0.782	1.628	8.176
urban	9631	0.600	0.252	0.080	1
gov	9631	0.153	0.054	0.044	0.675
struc	9631	0.534	0.128	0.153	0.849
fdi	9631	0.004	0.003	0	0.020

三、实证结果分析

（一）基准回归结果

在实证之前，运用方差膨胀因子（*VIF*）方法对解释变量间的多重共线性进行检验。结果显示，模型的方差膨胀因子（*VIF*）总体值和各个解释变量的 *VIF* 分值均低于 10，说明模型的解释变量之间不存在多重共线性问题。基准回归结果如表 2 所示，其中，列（1）仅控制固定效应，列（2）在列（1）基础上进一步加入控制变量。实证结果均表明，获得“绿色工厂”认证能促进企业的减污降碳协同效应，假设 1 得到验证。

（二）平行趋势检验

本文采用多期 DID 模型的前提为“绿色工厂”的实施具有外生性，且处理组与对照组在政策实施前具有相似的发展趋势。因此，在正式估计政策效应前，有必要进行平行趋势检验以验证该前提假设是否成立。平行趋势检验结果如图 1 所示。

表 2　基准回归结果

变量	(1)*SE*	(2)*SE*
GF	0.013***(4.531)	0.007***(2.875)
pop		−0.229***(−37.255)
urban		0.085***(6.666)
struc		−0.051**(−2.188)
gov		−0.177***(−5.605)
fdi		4.418***(9.580)
常数项	0.834***(349.430)	2.291***(54.745)
N	9631	9631
R^2	0.499	0.571
F	729.609	689.868
个体固定效应	是	是
时间固定效应	是	是

注：**、*** 分别表示在 5%、1% 的水平上显著，下同。

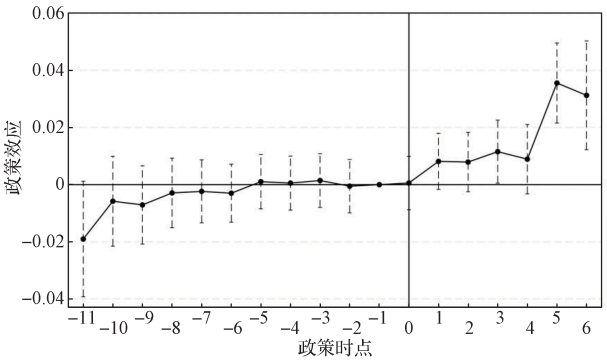


图 1　平行趋势检验结果

由图 1 可以看出，政策实施前各相对时间虚拟变量系数较小且置信区间跨零，说明处理组与对照组在政策实施前的减污降碳协同效应趋势无显著差异，符合平行趋势假设。进一步分析显示，政策初期影响不显著，存在一定响应滞后；自第 2 期起，系数逐渐上升并在第 4 期后稳定为正，表明“绿色工厂”认定在延迟后产生显著的绿色治理效应。前提假设成立。

（三）时间安慰剂检验

为了确保结果的稳健性，排除时间因素可能产生的干扰，本文基于平行趋势检验结果，对“绿色工厂”认定政策的实施时间分别提前 2、3、4、5 年，以此构建虚假的政策时间变量，并进行回归分析，回归结果如表 3 所示。由表 3 可知，虚假政策时间变量的系数均未能在 10% 显著性水平下通过检验，说明处理组与对照组不存在系统性时间趋势差异，表明“绿色工厂”认定政策的积极效应并非源于样本固有差异，从而进一步验证了假设 1。

（四）其他稳健性检验

为进一步验证基准模型分析结果的可靠性，本文还采用其他方式进行稳健性检验。

1. PSM-DID 法

鉴于“绿色工厂”称号需企业主动申报，通常获得该称号的企业本身绿色转型基础相对较好，这可能会导致样本选择出现偏差，本文采用近邻匹配与核匹配来削弱样本选择偏差，结果见表 4 的列（1）和列（2）。

2. 子样本回归

通过基于地区环境规制强度的分组回归，可以更准确地考察“绿色工厂”认定在不同地区的实际效果，避免因地区差异而产生的估计偏误，增强结果的稳健性和可信度。参考陈诗一 [25] 的研究，采用各城市政府工作报告环境词频与总词数的比值来衡量企业所在城市的环境规制强度，结果见表 4 的列（3）环境规

表 3 时间安慰剂检验结果

变量	(1)*SE*	(2)*SE*	(3)*SE*	(4)*SE*
*GF*2	0.004(1.465)			
*GF*3		0.004(1.400)		
*GF*4			0.003(1.263)	
*GF*5				0.004(1.428)
常数项	2.294***(54.777)	2.294***(54.792)	2.294***(54.809)	2.294***(54.792)
N	9631	9631	9631	9631
R^2	0.571	0.571	0.571	0.571
F	689.030	689.004	688.954	689.015
控制变量	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是

制强度高和列（4）环境规制强度低。

3. 替换被解释变量

借鉴马莹莹等 [26] 的研究，采用改进的熵权 -TOPSIS 构建环境污染综合指数，并以其与碳排放量的交乘项对减污降碳水平进行重新测度，替换的变量以 *SESE* 作为代称，替换的结果见表 4 列（5）。

4. 排除其他政策的影响

为控制同期政策影响，剔除《中国制造 2025》试点城市样本，并在模型中加入碳排放权交易（*cet*）与绿色金融改革（*gfin*）等控制变量，结果见表 4 列（6）~（8），结论依然稳健。

5. Bacon 分解法

为了检验基准回归结果在异质性处理效应下的稳健性，本文采用 Goodman-Bacon 分解法 [27] 进行检验，结果如表 5 所示。由表 5 分析可知，本文整体的 DID 估计结果主要来源是从未获得“绿色工厂”认定的企业作为处理组的估计结果，其平均处理效应为 0.016，权重占比达 79.1%；而可能引致偏误的较早获得认定企业处理组权重仅占 5.7%，对整体估计结果的干扰较小，异质性处理效应带来的偏差较小，未使研究高估“绿色工厂”政策对企业减污降碳协同效应的影响。综合表明，本文使用的多期双重差分估计结果是可靠的。

表 4 稳健性检验结果

变量	(1)*SE*	(2)*SE*	(3)*SE*	(4)*SE*	(5)*SESE*	(6)*SE*1	(7)*SE*2	(8)*SE*3
GF	0.0074***	0.0074***	0.008***	0.009***	0.098***	0.010***	0.007***	0.007***
	(2.883)	(2.875)	(2.384)	(2.098)	(4.189)	(3.145)	(2.852)	(2.829)
cet							0.011(0.639)	
gfin								0.009(1.293)
常数项	2.2916***	2.2913***	1.801***	2.622***	10.292***	2.343***	2.291***	2.291***
	(54.731)	(54.745)	(26.680)	(40.090)	(27.210)	(51.600)	(54.730)	(54.727)
N	9627	9631	4853	4778	9600	7168	9631	9631
R^2	0.571	0.574	0.587	0.582	0.615	0.574	0.571	0.571
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是

表 5 Goodman-Bacon 分解结果

变量	控制组类型	权重	平均处理效应
SE	较早受政策处理组 vs 较晚受政策处理组	0.152	−0.001
	较晚受政策处理组 vs 较早受政策处理组	0.057	−0.002
	处理组 vs 从未受政策处理组	0.791	0.016
	DID 加权估计结果	0.013	

（五）异质性分析

1. 行业污染程度异质性

企业所属行业的污染程度可能影响“绿色工厂”认定政策的作用效果。本文依据《上市公司环保核查行业分类管理名录》，将 C17、C19、C22、C25、C26、C28、C29、C30、C31、C32 和 D44 界定为重污染行业，其余为非重污染行业，并据此进行分组回归。表 6 列（1）和列（2）结果显示，“绿色工厂”认定在重污染行业中对减污降碳协同效应具有显著正向影响，而在非重污染行业不显著，说明该政策在重污染企业中更具激励作用。可能的原因为：一方面，重污染企业面临更严格的环境监管与社会监督，“绿色工厂”认定不仅带来了政策资源与声誉收益，也有助于缓解企业合规压力，因而其绿色转型动机更强；另一方面，重污染企业减排潜力较大，政策实施后能获得更显著的环境绩效提升。相比之下，非重污染企业污染基数低、治理压力小，且受制于技术与资金约束，短期内政策效果相对有限。

2. 资源禀赋异质性

资源型城市与非资源型城市在产业结构、能源依赖和转型基础方面存在显著差异，这直接影响政策的适应性与实际成效。依据《全国资源型城市可持续发展规划（2013—2020）》的分类标准，本文将样本城市划分为资源型与非资源型城市，并进行分组回归。表 6 列（3）与列（4）结果显示，“绿色工厂”认定在非资源型城市对减污降碳协同效应具有显著正向影响，而在资源型城市中不显著，说明政策在非资源型城市中更具成效。其原因可能为：资源型城市产业结构高度依赖高耗能、高污染行业，存在路径依赖与结构惰性，同时受制于能源结构单一、财政压力与技术创新能力不足，绿色转型难度较大；相比之下，非资源型城市产业多元、财政与技术基础较好，更能响应政策引导，推动企业绿色技术改造与管理优化，实现更显著的减污降碳协同效应。

3. 工业发展水平异质性

工业发展水平是影响“绿色工厂”认定政策效果的重要背景条件。本文以第二产业增加值占地区生产总值的比例衡量城市工业发展水平，并据样本均值将城市划分为高、低两组。表 6 列（5）与列（6）结果显示，在高工业发展水平城市中，“绿色工厂”认定对减污降碳协同效应具有显著正向影响，而在低水平城市中不显著，说明政策效果存在明显异质性。可能的原因为：高工业化地区具备扎实的经济与技术基础、完善的产业配套及较强的绿色转型能力，使得政策激励得以高效传导，其企业更易通过清洁生产和节能改造实现协同减排；而低工业发展水平城市受制于财政约束、技术匮乏与人才不足，企业绿色响应能力较弱，政策边际效应有限。

表 6　异质性检验结果

变量	(1) 重污染行业	(2) 非重污染行业	(3) 资源型城市	(4) 非资源型城市	(5) 工业发展水平高	(6) 工业发展水平低
	SE	*SE*	*SE*	*SE*	*SE*	*SE*
GF	0.010**(2.522)	0.004(1.334)	−0.004(−1.198)	0.009***(3.143)	0.013***(4.360)	0.005(1.031)
常数项	2.218***(20.763)	2.315***(48.664)	2.383***(10.211)	2.244***(48.918)	2.231***(53.230)	4.958***(30.291)
N	2829	6802	1350	8281	5728	3903
R^2	0.517	0.593	0.502	0.602	0.611	0.623
F	162.004	532.836	72.249	671.791	464.356	321.137
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
chow 检验			*p*=0.0000			

四、进一步分析

（一）机制检验

1. 政策激励

表 7 所示为政府环保补贴、金融支持与税收优惠在“绿色工厂”认定政策中的作用机制。列（1）与列（2）

结果显示，“绿色工厂”认定与政府环保补贴交互项（*GF* × *allo*）及金融支持交互项（*GF* × *loan*）的系数均为正并在 1% 水平上显著，说明财政补贴和绿色金融能强化政策对企业减污降碳协同效应的促进作用。列（3）结果显示，税收优惠的系数为 0.014，且在 1% 水平上显著，表明“绿色工厂”认定显著提升了企业获得税收优惠的可能性，税收优惠在政策作用中发挥部分中介效应。结合上文的理论分析，“绿色工厂”政策通过财政、金融与税收激励形成制度合力，强化了政策激励效应与传导机制，验证了绿色治理中“激励导向 + 柔性规制”框架的有效性，进一步支持假设 2。

2. 绿色技术创新

表 7 列（4）~（6）为“绿色工厂”认定对企业绿色技术创新的影响。结果显示，该政策对绿色专利总量、绿色发明专利及绿色实用新型专利的回归系数分别为 0.094、0.099 和 0.039，均在 1% 水平上显著，表明“绿色工厂”认定显著提升了企业绿色创新能力，在创新数量与质量两方面均产生积极效应。结合上文的理论分析，“绿色工厂”认定以标准引导替代刚性约束，通过设定高标准的绿色生产规范，激发企业在节能、清洁生产和资源循环等领域的技术创新动能，实现了规制目标与企业发展的协同一致。该结果印证了“波特假说”，说明适度设计的柔性环境政策不仅未增加企业负担，反而促进了企业创新驱动与绿色转型。总体上，“绿色工厂”认定在推动企业绿色创新与实现双碳目标方面发挥了重要作用，验证了假设 3。

表 7　机制检验结果

变量	(1)*SE*	(2)*SE*	(3)*tax*	(4)*gtotal*	(5)*pgt*	(6)*rgt*
GF	0.012***(4.286)	0.010***(3.294)	0.014***(3.088)	0.094***(4.437)	0.099***(5.518)	0.039***(2.363)
GF × *allo*	0.001***(3.265)					
GF × *loan*		0.248***(2.767)				
常数项	0.657***(33.318)	0.654***(33.190)	−0.003(−0.046)	0.206(0.601)	0.147(0.505)	0.162(0.600)
N	9630	9624	9631	9631	9631	9631
R^2			0.102	0.024	0.022	0.016
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是

（二）“绿色工厂”评定与企业经济绩效

“绿色工厂”认定作为一项绿色产业政策，旨在通过推动企业改进生产流程、提升产品与服务质量，从而实现资源的高效配置和环境治理能力的提升。从政策设计本源来看，其不仅具备环保属性，也具备激励企业技术升级和效率优化的潜在经济激励机制。根据“强波特假说”，环境规制在特定条件下可激发企业的创新动力，从而带来企业生产率提升与财务表现改善的双重红利。在此基础上，本文分别以企业总资产净利润率（*ROA*）与净资产收益率（*ROE*）表示企业经济绩效，进一步检验“绿色工厂”认定能否提升企业的经济绩效，结果如表 8 列（1）（2）所示。结果显示，其均在 1% 水平上显著，表明“绿色工厂”认定显著提高了企业的财务绩效，“绿色工厂”政策的实施可能通过推动清洁生产、优化能效管理与强化合规治理等方式，有效增强了企业的盈利能力与资本回报水平，有助于实现环境质量改善与企业高质量发展的协同共赢。

（三）溢出效应

在推动绿色制造向纵深发展的过程中，“绿色工厂”认定不仅对企业自身的减污降碳具有直接促进作用，还可能通过供应链网络向上下游企业扩散其绿色生产理念与环境治理压力，从而产生协同治理的“溢出效应”。链主企业作为供应链核心，其绿色转型实践具有显著的示范带动作用，可能对其主要客户与供应商施加环境绩效要求，强化绿色标准在产业链条中的传导效应，进而带动上下游企业共同推进污染物减排与碳强度控制，实现减污与降碳目标的协同提升。基于此，本文参照相关文献[28]，构建“链主企业 –

客户－年度”数据集，检验“绿色工厂”认定对产业链上下游企业减污降碳协同效应的外溢影响。结果如表 8 列（3）所示，“绿色工厂”认定显著提升了上下游企业的减污降碳协同水平，说明该政策不仅有助于企业自身实现绿色低碳转型，也具备通过供应链传导实现更大范围环境协同治理的潜力，为绿色制造政策在微观层面产生系统性治理成效提供了经验证据。

表 8　经济绩效与溢出效应

变量	(1)*ROA*	(2)*ROE*	(3)*SE*
GF	0.007***(3.524)	0.019***(4.714)	0.021***(2.773)
常数项	0.070*(1.926)	0.101(1.357)	1.655***(9.047)
N	9479	9478	791
R^2	0.036	0.031	0.568
控制变量	控制	控制	控制
个体固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是

五、结论与启示

在国家“双碳”战略与绿色制造体系持续推进的背景下，如何通过制度创新引导企业实现减污降碳的协同治理，成为当前生态文明建设的关键问题。本文以 2012—2023 年中国 A 股制造业上市企业为研究对象，基于“绿色工厂”认定政策的实施，构建多期双重差分模型，实证检验其对企业减污降碳协同效应的影响，并探讨政策激励与绿色技术创新的作用机制，同时进一步考察政策在不同情境下的异质性效应、经济效果及溢出效应。研究发现：第一，“绿色工厂”认定政策显著提升了企业减污降碳协同效应，说明该自愿型环境规制政策在推动企业绿色转型方面具备实质性效果。第二，机制检验表明，政策激励与绿色技术创新是推动协同效应提升的重要传导路径，体现出“柔性规制＋正向激励”的政策组合机制对绿色治理具有更强的内在一致性与激励相容性。第三，异质性分析表明，“绿色工厂”认定政策在重污染行业、非资源型城市与高工业发展水平地区的效果更为显著，强调了绿色政策设计需充分考虑地区资源禀赋与产业基础条件，因地制宜、分类施策。第四，“绿色工厂”认定不仅提升了企业经济绩效，验证了“强波特假说”的适用性，还通过供应链网络向上下游企业传导绿色治理理念，产生显著的溢出效应，为实现绿色转型的系统性和协同性提供了微观证据。

基于上述结论，本文提出以下政策建议：

（1）强化制度设计的系统协同性。进一步完善绿色制造评定体系，将“绿色工厂”认定政策作为引导制造企业绿色转型的重要抓手，推动标准体系动态更新与评估机制优化，强化对认证企业的后续监管和定期复核，确保政策激励的有效性与持续性，防止出现“认证即终点”现象。

（2）构建激励相容的政策组合。健全配套激励机制，强化财政补贴、税收优惠与绿色信贷的协同供给，为企业绿色转型提供充足资源保障。特别是在绿色技术创新初期应加大政策扶持力度，降低企业转型门槛，以充分激发企业绿色创新内生活力，形成“认证获激励—创新提能力—能力促减排—降碳获认证”的良性循环。

（3）放大绿色治理的协同效应。充分发挥“绿色工厂”的示范引领作用，鼓励产业链中的“链主”企业将自身的绿色标准、管理经验和技术要求向供应链上下游企业传导；政府部门可探索建立绿色供应链评估、认证与激励机制，推动形成基于产业链协同的绿色治理网络，将单个企业的绿色实践扩展为集群效应，提升政策的系统性和产业层面的联动性。

（4）实施差异化的区域推进策略。因地制宜制定区域政策策略，针对资源型城市、工业基础薄弱或低工业发展水平地区，应进一步增强“绿色工厂”政策的适应性与支持力度。具体方法包括：设立区域

绿色转型专项基金，提供定向扶持；强化绿色技术转移、转化与本地化应用的技术支持体系；加强面向企业和地方管理部门的绿色治理能力建设与人才培训，系统性补齐相关区域在绿色治理认知、技术和管理能力上的短板。

参考文献：

[1] Hallegatte S，Fay M，Vogt-schilb A. Green industrial policies: When and how[R]. Washington：World Bank，2013：1−26.

[2] 张玉梅，王帅 . 我国绿色金融与生态旅游业耦合协调时空演变研究 [J]. 湖南工业大学学报（社会科学版），2025，30(1)：50−60.

[3] 刘金科，刘霁萱，晁颖 . 绿色信贷与低碳转型：资本整合还是技术创新？：来自准自然实验的证据 [J]. 数量经济技术经济研究，2024，41(6)：151−171.

[4] 李丽平，周国梅，季浩宇 . 污染减排的协同效应评价研究：以攀枝花市为例 [J]. 中国人口・资源与环境，2010，20(5)：91−95.

[5] 易兰，杨田恬，杜兴，等 . 减污降碳协同路径研究：典型国家驱动机制及对中国的启示 [J]. 中国人口・资源与环境，2022，32(9)：53−65.

[6] 李红霞，郑石明，要蓉蓉 . 环境与经济目标设置何以影响减污降碳协同管理绩效？ [J]. 中国人口・资源与环境，2022，32(11)：109−120.

[7] 李峰，严雨彤，庞军，等 . 中国碳交易试点政策对降碳减污协同的影响评价 [J]. 气候变化研究进展，2025，21(1)：102−115.

[8] 孙建，刘波，饶光明 . 环境保护税、碳交易与中国工业减污降碳协同增效 [J]. 中国人口・资源与环境，2023，33(11)：13−24.

[9] Burtraw D，Krupnick A，Palmer K，et al. Ancillary benefits of reduced air pollution in the US from moderate greenhouse gas mitigation policies in the electricity sector[J]. Journal of Environmental Economics and Management，2003，45(3)：650−673.

[10] Tombe T，Winter J. Environmental policy and misallocation: The productivity effect of intensity standards[J]. Journal of Environmental Economics and Management，2015，72：137−163.

[11] 吴龙，于千惠，平靓 . 中国制造企业绿色转型的自愿性环境规制路径：以 ISO14001 环境管理体系认证的作用与局限性为例 [J]. 财贸经济，2023，44(4)：140−156.

[12] 孙洪锋，刘嫦，郭娟娟 . 政府绿色认证制度对制造业企业的环境激励效应与溢出效应 [J]. 中国人口・资源与环境，2024，34(7)：76−87.

[13] 刘海建，胡化广 . 政府环境治理如何“以点带面”：基于自愿型环境规制的非约束性机制研究 [J]. 中国工业经济，2024(8)：80−98.

[14] 江鑫，胡文涛，李光龙 . 政府绿色采购对同业绿色创新的影响研究：基于市场竞争与知识溢出的效应分析 [J]. 江西财经大学学报，2025(6)：25−37.

[15] 陈艳莹，于千惠，刘经珂 . 绿色产业政策能与资本市场有效“联动”吗：来自绿色工厂评定的证据 [J]. 中国工业经济，2022(12)：89−107.

[16] 李文健，翁翕，龚六堂 . 政府如何激励创新？：基于委托 − 代理理论的研究 [J]. 经济学（季刊），2022，22(2)：365−384.

[17] Borghesi S，Cainelli G，Mazzanti M. Linking emission trading to environmental innovation: Evidence from the Italian manufacturing industry[J]. Research Policy，2015，44(3)：669−683.

[18] Chen Y S，Chang C H. The determinants of green product development performance: Green dynamic capabilities, green transformational leadership, and green creativity[J]. Journal of Business Ethics，2013，116(1)：107−119.

[19] 江艇 . 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应 [J]. 中国工业经济，2022(5)：100−120.

[20] 温忠麟，刘红云 . 中介效应和调节效应：方法及应用 [M]. 北京：教育科学出版社，2020：126−127.

[21] 韩冬日，袁艺嘉，王睿琪，等 . 新质生产力对长江经济带减污降碳协同治理的赋能效应 [J]. 环境科学，2026，47(4)：2264−2276.

[22] 孔东民，刘莎莎，王亚男 . 市场竞争、产权与政府补贴 [J]. 经济研究，2013，48(2)：55−67.

[23] 柳光强 . 税收优惠、财政补贴政策的激励效应分析：基于信息不对称理论视角的实证研究 [J]. 管理世界，2016(10)：62−71.

[24] 程洪飞，李豫新，赵晶 . 环境监管精准化的减污降碳效应研究：基于污染源在线监测系统的准自然实验 [J]. 软科学，2025，39(9)：73−80.

[25] 陈诗一 . 中国的绿色工业革命：基于环境全要素生产率视角的解释（1980—2008）[J]. 经济研究，2010，45(11)：21-34，58.
[26] 马莹莹，姚文艳，姜玲，等 . 绿色金融改革创新试验区政策对城市减污降碳的影响及作用机制 [J]. 中国人口·资源与环境，2024，34(6)：45-55.
[27] Goodman-Bacon A. Difference-in-differences with variation in treatment timing[J]. Journal of Econometrics，2021，225(2)：254-277.
[28] 杨金玉，彭秋萍，葛震霆 . 数字化转型的客户传染效应：供应商创新视角 [J]. 中国工业经济，2022(8)：156-174.

The Impact of “Green Factory” Certification on the Synergistic Governance of Pollution Reduction and Carbon Mitigation: Empirical Evidence Based on a Multi-Period DID Approach

YANG Jie, WANG Cheng
（College of Economics and Management, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China）

Abstract：Using the “Green Factory” certification as a quasi-natural experiment and based on data from Chinese A-share listed manufacturing firms from 2012 to 2023, this paper applies the multi-period difference-in-differences (DID) method to test the impact of “Green Factory” certification on synergistic effects of corporate pollution reduction and carbon mitigation, as well as its underlying mechanisms. The study finds that “Green Factory” certification significantly enhances the synergistic performance in pollution and carbon reduction. Mechanism tests show that the policy promotes corporate pollution and carbon reduction governance primarily by stimulating policy incentives and green technological innovation. Heterogeneity analysis indicates that the policy effect is more pronounced in cities with a high level of industrial development, non-resource-based cities, and heavily polluting industries. Further analysis shows that “Green Factory” certification significantly improves corporate economic performance, supporting the strong Porter hypothesis. The policy also generates a positive spillover effect on the synergistic emission reduction behaviors of upstream and downstream enterprises. Accordingly, it is recommended to strengthen the systemic coordination of institutional design, construct an incentive-compatible policy mix, amplify the synergistic effects of green governance, and implement differentiated regional promotion strategies, so as to improve the green manufacturing system and facilitate the coordinated implementation of green policies.

Keywords：“Green Factory” certification ; synergistic effects of pollution reduction and carbon reduction ; policy incentives ; green technological innovation

责任编辑：徐海燕