政府补贴、税收优惠还是低利率贷款？
——产业政策对环保产业绿色技术创新的作用比较

何凌云，黎　姿，梁　宵，祝婧然

摘　要：基于 2009—2018 年 158 家环保类上市企业的面板数据，从非线性视角出发，采用半参数模型，测量和比较不同类型产业政策对环保企业绿色技术创新的作用及差异性，并兼顾分析了企业环保投资对二者关系的影响。结果表明：（1）政府补贴、税收优惠和低利率贷款与环保企业绿色技术创新之间分别呈“M”型、倒“U”型和线性促进关系。样本区间内，政府补贴对环保企业绿色技术创新的作用效果最显著，低利率贷款的作用效果最小。（2）当考虑企业环保投资的调节作用时，政府补贴、税收优惠和低利率贷款与环保企业绿色技术创新之间分别呈“N”型、“N”型和线性抑制关系，产业政策对企业绿色技术创新的作用效果得以改善，其中，低利率贷款对企业绿色技术创新从促进作用转为了抑制作用。（3）产业政策对非国有环保企业绿色技术创新的影响较国有环保企业更加复杂。（4）同一产业政策对不同行业环保企业绿色技术创新的作用效果不同，所以，针对各行业可以采取不同的产业政策组合以发挥更大的作用。（5）相比中部地区，东部和西部地区的产业政策对环保产业绿色技术创新的发展有显著的正向促进作用。

关键词：政府补贴；税收优惠；低利率贷款；绿色技术创新；环保投资
中图分类号：F205　**文献标识码**：A　**文章编号**：1671-0169(2020)06-0042-17
DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2020.06.005

一、引　言

近年来，随着我国对环境治理关注度的不断提高，作为连接环境与经济桥梁的环保产业得到迅速发展。2019 年 4 月，国务院关于 2018 年度环境状况和环境保护目标完成情况的报告中强调，“加强绿色供应链建设，大力发展节能环保产业”。这凸显了国家对发展绿色环保产业的重视。当前，我国环保产业正在向高质量发展的新阶段迈进，迫切需要依靠技术创新培育发展新动力。与传统技术创新不同，绿色技术创新追求经济效益和生态效益的统一，突破了传统技术创新单纯的以经济增长作为唯一目标的局限性，是实现绿色低碳发展和提高自然资源效率的核心驱动力。在绿色技术创新过程中，研发资金的投入是必要因素，但由于技术创新存在研发成果的不确定性和正外部性等特点，可能导致企业等创新主体投资意愿不足，进而引发“市场失灵”的问题。因此，需要国家适度采用宏观调控手段，如包括政府补贴、税收优惠和低利率贷款等在内的产业政策，帮助企业克

基金项目：江苏省社会科学基金基地项目“市场导向的绿色技术创新多元化融资路径及协调研究”（17JDB003）；国家自然科学基金面上项目“基于系统视角的可再生能源投资影响因素、多维效应及政策体系研究”（71874185）
作者简介：何凌云，管理学博士，中国矿业大学经济管理学院教授（江苏 徐州 221116）；黎姿（通讯作者），中国矿业大学经济管理学院研究生，TS19070013A31@cumt.edu.cn

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

服研发资金不足的问题，促进绿色技术创新活动的开展。

在现有研究中，学者们对产业政策与企业技术创新的关系已有深入的分析。相关研究认为，产业政策与企业技术创新不仅会存在线性关系[1][2]，而且也可能会因为政府资助强度等因素与企业技术创新存在非线性关系[3]。李园园等[4]研究发现，当政府补助强度低于0.004时，对技术创新投入存在一定的抑制作用，当补助强度位于0.004和0.012之间时，对技术创新投入开始产生正向作用。黄奇等[5]实证分析了政府科技资助是否提升了中国工业企业技术创新能力，研究发现政府科技资助与工业企业技术创新效率之间呈现“U”型关系。随着政府和社会公众对环境问题的日益重视，绿色技术创新逐渐引起学者们的关注。部分学者认为，绿色技术创新的正外部性使得企业创新投入不足，政府通过政府补贴、税收减免和低利率贷款等产业政策对企业的绿色技术创新给予支持，从而促进了企业绿色技术创新的发展[6][7][8]。也有研究发现，产业政策会抑制企业绿色技术创新的发展，受资助企业可能直接用政府资助替代自身的研发投入，从而体现出一种挤出效应[9][10][11]。进一步地，企业产权性质不同，产业政策对企业的技术创新的效率也不同。李婧[12]实证分析和比较了政府R&D资助绩效在国有企业和非国有企业之间的异同，将企业分为国有与非国有企业，发现政府R&D资助对国有企业技术创新有显著的负向影响，而对非国有企业则产生了正向影响。从理论层面来看，产业政策对绿色技术创新存在着促进和抑制的双重作用，但其他一些不可控因素的变化会导致这两种作用先后发生，从而使得产业政策与绿色技术创新之间存在非线性关系。绿色技术创新的发展离不开资金的投入，除了政府的产业政策，企业内部的环保投资也起着至关重要的作用。企业环保投资可以用于购进先进的设备以及吸引人才，使得绿色技术创新效率得到有效提升[13][14][15][16]。

可以看出，现有研究对产业政策、环保投资与企业绿色技术创新之间的关系进行了广泛的分析，但总体来看：（1）多从单一视角分析影响绿色技术创新能力的关键性因素，较少从企业内部视角出发针对专门开展绿色技术研发及创新活动的企业进行研究。（2）部分研究关注到了环保上市企业这一开展市场化绿色技术创新行为的关键性角色，但此类研究多从企业融资效率出发，关注环保企业绿色创新行为及创新能力的较少。（3）现有文献多基于线性模型进行研究，但实际经济运行中相关的调控手段与企业技术创新之间可能存在复杂的非线性关系，线性模型无法对此作出客观描述。（4）少有文献系统诠释政府补贴、税收优惠与低利率贷款对环保企业绿色技术创新的作用机制，并比较三者激励效应的异同。有鉴于此，本文从非线性视角出发，以环保上市公司为研究对象，采用半参数模型，试图测量和比较不同类型产业政策对环保企业绿色技术创新的作用及差异性，并进一步分析企业环保投资对二者关系的调节作用，以及在不同类型企业、行业和地区中表现的差异，以期为我国政府制定合理的环保制度提供参考建议。

二、产业政策与环保企业绿色技术创新关系的理论基础

（一）产业政策对绿色技术创新的作用路径

最早的有关绿色技术的定义认为，绿色技术是减少环境污染、降低能源及原材料消耗的技术、工艺或产品的总称[17]。在此基础上衍生出了绿色技术创新的概念。张庆普[18]认为，绿色技术创新是指遵循生态原理和生态经济规律，节约资源和能源，从而避免、消除或减轻生态环境污染或破坏的技术创新行为。现有研究中绿色技术创新有“二分法”和“三分法”两种划分方法。“二分法”是将绿色技术创新分为绿色产品创新和绿色工艺创新，“三分法”是将绿色技术创新分为绿色产品创新、清洁工艺创新和末端治理技术创新[19]。

从产业层面来看，环保产业有狭义和广义两种。狭义上环保产业是指终端控制、末端治理，具

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体为在环境污染控制和减排、污染治理以及废物利用等方面提供产品和服务的行业。广义上环保产业是针对整个产品生命周期而言的，不仅包括狭义环保产业的内容，还增加了生产中的清洁技术、清洁产品、产品的回收、再利用等部分。我国对环保产业的界定主要是基于广义的角度，认为环保产业是以防止环境污染、改善生态环境、保护自然资源为目的所进行的技术开发、产品生产、商业流通、资源利用、信息服务、工程承包、自然保护开发等活动的总称。环保产业绿色技术创新投入的不确定性、研发过程的风险性、研发成果的外部性不仅决定了环保产业对政府扶持有着较大需求依赖，同时也为政府采取产业政策进行扶持提供了理论依据。一般而言，政府支持企业从事绿色技术创新的最常见手段包括政府补贴、税收优惠和低利率贷款等产业政策[20]，且以这三大手段来度量产业政策，已得到了学者们的广泛应用[21]。为了使政府扶持更加有效，需要从理论上系统诠释政府补贴、税收优惠与低利率贷款对环保产业绿色技术创新活动的作用路径。产业政策对绿色技术创新从理论上存在着促进和抑制的双重作用[22]（如图 1 所示）。

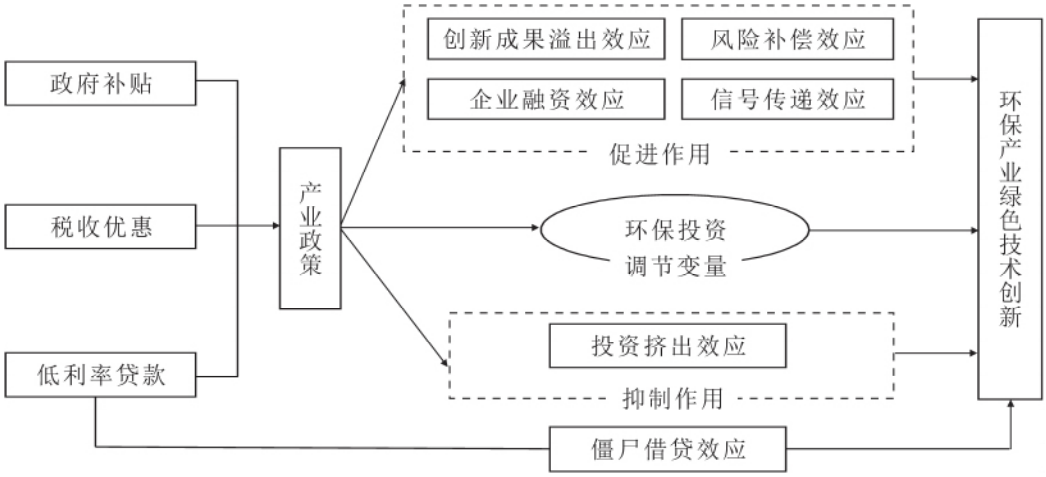

图 1　产业政策对环保产业绿色技术创新的作用机制

1. 产业政策对绿色技术创新的促进效应主要包括创新成果溢出效应、企业融资效应、风险补偿效应以及信号传递效应。（1）创新成果溢出效应。绿色技术创新的正外部性导致其成果易被其他企业模仿，这会使得企业创新的期望收益下降。此时政府通过采取政府补贴等产业政策，可以降低企业绿色技术创新的边际成本，提高企业预期收益，激发企业进行绿色技术创新的积极性[23]。（2）企业融资效应。绿色技术创新活动具有投资规模大、投资周期长以及投资风险大等特点，而企业自有资金可能并不足以支撑自身进行这一活动。另外，外部潜在的投资者为了规避风险也不愿对企业绿色技术创新活动进行投资。因此，政府采取政府补贴等产业政策，在一定程度上减轻了企业融资难的问题。（3）风险补偿效应。绿色技术创新活动势必要求企业投入大量的人力、物力和财力，而研发成果的不确定性会促使企业减少投入，甚至不进行绿色技术创新活动。此时政府采取政府补贴等产业政策，可以为企业提供一定的风险保障和风险补偿。（4）信号传递效应。信息不对称导致银行和外部潜在的投资者不愿意为企业提供贷款和投资。因此，政府可以通过采取产业政策，向外界传递出该企业未来具有较大发展前景的利好信号，吸引社会资金的进入[24]。另外，外部潜在的投资者会追随政府进行投资，从而节省自身对企业绿色发展的评价成本。这不仅可以在短期内解决企业进行绿色技术创新所面临的资金不足问题，而且在长期内会提高企业的创新积极性。

2. 产业政策对企业绿色技术创新的抑制作用主要体现为投资挤出效应。企业可能会将通过政府补贴、税收优惠和低利率贷款等产业政策所获得的资金用于运营或其他方面，从而挤出企业对绿

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

色技术创新的投入，阻碍绿色技术创新的发展[25]。此外，企业大多会为了迎合补助标准而进行策略性创新，进而获得政府补助，然而实质上并未将资金用于产品质量的提升，导致新产品销售收益下降，对企业绿色技术创新造成不利影响。低利率贷款还有可能出现“僵尸借贷”的问题。政府为了扶持环保产业的发展，可能会促使部分银行为某些绩效差的企业提供贷款。虽然这些企业经营困难，甚至出现连续亏损，但银行为了避免出现坏账损失，仍然会为这些企业持续提供低利率贷款以维持其生产经营，从而导致环保企业在获得低利率贷款后，绿色技术创新并没有得以更好的表现。

综上，产业政策对企业绿色技术创新存在两种作用，即产业政策可以通过弥补正外部性带来的社会资金供给不足，促进企业绿色技术创新活动，也可以通过挤出企业的研发投入产生抑制作用。但产业政策与绿色技术创新之间并非简单的促进或抑制的线性关系，一方面，不同学者的研究层面、研究对象和研究方法大多有所差异，另一方面，像政府扶持强度、产权性质等一些不可控因素的变化也可能会导致这两种作用先后发生，从而使得产业政策与绿色技术创新之间存在复杂的非线性关系。

（二）环保投资对二者关系的影响

在研究产业政策对环保企业绿色技术创新的影响时，主要从两个方面考虑环保投资对于二者关系的调节作用。一方面，基于环保投资对产业政策与环保企业绿色技术创新关系的影响。政府作为监督企业履行环保责任主体，往往会采取多种手段推动企业环保投资。政府补贴等产业政策不仅可以为企业提供资金，加速资金周转速度，降低企业环保项目的投入成本，缓解创新资金不足的问题，还可以体现出政府对企业环保的高度重视，增加企业进行环保投资的动力，从而对企业环保投资产生积极作用[26][27]。随着环保投资的增加，企业可以购进先进的设备以及吸引人才，使得环保企业绿色技术创新效率得到有效提升。但如果企业片面地强调环保投资的数量而忽视了环保投资的效率，可能使投资造成大量的冗余，反而会降低企业绿色技术创新效率[28]。另一方面，从企业社会责任视角出发，我国现在处于生态文明建设的关键期，企业在经营过程中应积极承担起自身的环境社会责任。环保投资作为企业为了预防和治理自身生产所造成的环境污染问题而支付的资金，是企业履行社会责任的一种重要体现。企业环保投资既是决定环境质量的重要因素，也是环保责任主体最显现的积极行动指标[29]。具有社会环境责任感的企业不仅会在生产和污染物排放时严格遵守政府规定的标准，还会通过扩大环保投资规模以增加自身对技术创新的投入，努力提高企业绿色技术创新水平，从而采取更有效的技术手段进一步减少对环境的污染。企业环保投资规模越大，说明企业对其自身的社会责任越重视，也越愿意将通过产业政策获得的资金用于绿色技术创新的发展。通过以上分析，我们可以发现，基于企业自身的社会责任，环保投资可能会对产业政策与企业绿色技术创新关系的大小和方向产生影响，从而在二者之间产生调节效应。

三、方法、模型与数据

（一）研究方法与模型设定

理论分析指出，产业政策与绿色技术创新之间并非简单的促进或抑制的线性关系，而可能是一种复杂的非线性关系。因此，一般的线性模型难以准确刻画两者之间的实际关联。参数模型对模型设定所做的假设较强，可能导致较大的“设定误差”，因此不够稳健。非参数估计所需的样本容量较大，估计值收敛的速度较慢。此时，半参数估计作为一种折中应运而生。半参数作为一种估计动态局部线性面板数据模型的方法，是近年来发展起来的研究变量之间非线性关系的最有效的模型之一。从企业绿色技术创新体系来看，市场环境等因素对技术创新有随机影响，而投入产出水平等因素对技术创新的影响是确定的，只是表现为一个未知函数，因此会导致较差的参数拟合效果和较大

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

偏差的回归结果。半参数模型同时包含了参数部分和非参数部分，作为模型的主要部分，参数部分把握被解释变量的整体趋势，适于外延预测，非参数部分可以对被解释变量做局部调整，使模型更好地拟合样本观测值。半参数模型既在一定程度上降低了对样本容量的要求，又提高了稳定性，具有更好的拟合优度和更大的应用价值[30]。因此，为了准确地描述产业政策对环保企业绿色技术创新的影响，本文采用半参数估计，基本模型如式（1）所示：

$$y_i = x_i'\beta + g(z_i) + \varepsilon_i \tag{1}$$

其中，y_i 为环保企业绿色技术创新水平。$g(z_i)$ 为非参数的未知函数，z_i 是最主要变量产业政策，政府补贴、税收优惠和低利率贷款是最常见的产业政策，因此选取这三大政策作为主要变量。$x_i'\beta$ 为线性函数，主要为各种控制变量。参考范莉莉等[31]的研究，选取企业的盈利能力、发展能力、偿债能力、融资约束、企业年龄以及地区经济发展水平作为控制变量，β 为线性函数的系数。ε_i 是扰动项，假定扰动项 ε_i 均值独立于 z_i、x_i'，即 $E(\varepsilon_i \mid x_i', z_i) = 0$。就参数的估计方法而言，主要采用样条光滑对非参数 $g(\cdot)$ 进行估计，并且使用罚估计以避免拟合过度的问题。样条估计如式（2）所示：

$$SS(f,\lambda) = \sum_{i=1}^{n}(y_i - f(x_i))^2 + \lambda\int_{x_1}^{x_n}(f''(x))^2dx \tag{2}$$

其中，λ 称为平滑参数，平滑参数 λ 是人为确定的，可以采用广义交错鉴定法选择最佳 λ。首先，由解 $\hat{f}_{n,\lambda}(\cdot)$ 得到矩阵 H_λ：

$$(\hat{f}_{n,\lambda}(x_1), \hat{f}_{n,\lambda}(x_2), \cdots, \hat{f}_{n,\lambda}(x_n))^T = H_\lambda Y \tag{3}$$

其次，求 λ，使得

$$[tr(I - H_\lambda)]^{-2}\sum_{i=1}^{n}[Y_i - \hat{f}_{n,\lambda}(x_i)]^2 \tag{4}$$

达到最小。

对非参数 $g(\cdot)$ 进行估计，首先假定参数 β 已知，对各项式求非参项的条件期望，可得式（5）：

$$E(y_i \mid z_i) = [E(x_i \mid z_i)]'\beta + g(z_i) \tag{5}$$

将式（1）减去式（5）可得：

$$y_i - E(y_i \mid z_i) = [x_i - E(x_i \mid z_i)]'\beta + \varepsilon_i \tag{6}$$

式（6）中未知函数 $g(z_i)$ 被消除，因此，可以通过核回归等非参数方法对条件期望进行估计。假设 $\hat{E}(y_i \mid z_i)$ 和 $\hat{E}(x_i \mid z_i)$ 分别为 $E(y_i \mid z_i)$ 和 $E(x_i \mid z_i)$ 的非参数估计，将其带入式（6）可得线性方程式（7），并进行最小二乘估计：

$$y_i - \hat{E}(y_i \mid z_i) = [x_i - \hat{E}(x_i \mid z_i)]'\beta + \mu_i \tag{7}$$

可得估计量 $\hat{\beta}$。因为条件期望的估计值代替了条件期望本身，所以扰动项不再是 ε_i，新的扰动项记为 μ_i。最后，可以得到对 $g(z_i)$ 的非参数估计，即

$$\hat{g}(z_i) = \hat{E}(y_i \mid z_i) - [\hat{E}(x_i \mid z_i)]'\hat{\beta} \tag{8}$$

基于此，构建本文的半参数模型如(9)—(11)所示。模型(9)—(11)分别用于测量政府补贴、税收优惠与低利率贷款对绿色技术创新的作用。

$$GTI_{it} = \alpha_0 + G(Sub_{it}) + \alpha_1 ROA_{it} + \alpha_2 Growth_{it} + \alpha_3 Lev_{it} + \alpha_4 Fc_{it} + \alpha_5 \ln Age_{it} + \alpha_6 \ln GDP_{it} + \varepsilon_i \tag{9}$$

$$GTI_{it} = \beta_0 + G(Tax_{it}) + \beta_1 ROA_{it} + \beta_2 Growth_{it} + \beta_3 Lev_{it} + \beta_4 Fc_{it} + \beta_5 \ln Age_{it} + \beta_6 \ln GDP_{it} + \mu_i \tag{10}$$

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$GTI_{it} = \gamma_0 + G(Loan_{it}) + \gamma_1 ROA_{it} + \gamma_2 Growth_{it} + \gamma_3 Lev_{it} + \gamma_4 Fc_{it} + \gamma_5 \ln Age_{it} + \gamma_6 \ln GDP_{it} + \delta_i \quad (11)$$

其中，i 表示企业，t 表示年份，GTI_{it} 表示绿色技术创新水平，Sub_{it} 表示政府补贴，Tax_{it} 表示税收优惠，$Loan_{it}$ 表示低利率贷款；ROA_{it}、$Growth_{it}$、Lev_{it}、Fc_{it}、Age_{it}、GDP_{it} 为控制变量，分别表示企业盈利能力、发展能力、偿债能力、融资约束、企业年龄和地区经济发展水平。进一步地，理论分析中指出，企业环保投资在产业政策影响绿色技术创新水平的过程中可能产生调节作用。为了清楚了解环保投资对二者关系的影响，参考王锋正等[32]的研究，模型(9)—(11)中分别引入政府补贴、税收优惠、低利率贷款与企业环保投资的交叉项，构建模型(12)—(14)。其中，$Invest_{it}$ 为中间变量，表示环保投资。

$$GTI_{it} = \alpha_0 + G(Sub_{it}) + G(Sub_{it} \times Invest_{it}) + \alpha_1 ROA_{it} + \alpha_2 Growth_{it} + \alpha_3 Lev_{it} + \alpha_4 Fc_{it} + \alpha_5 \ln Age_{it} + \alpha_6 \ln GDP_{it} + \varepsilon_i \quad (12)$$

$$GTI_{it} = \beta_0 + G(Tax_{it}) + G(Tax_{it} \times Invest_{it}) + \beta_1 ROA_{it} + \beta_2 Growth_{it} + \beta_3 Lev_{it} + \beta_4 Fc_{it} + \beta_5 \ln Age_{it} + \beta_6 \ln GDP_{it} + \mu_i \quad (13)$$

$$GTI_{it} = \gamma_0 + G(Loan_{it}) + G(Loan_{it} \times Invest_{it}) + \gamma_1 ROA_{it} + \gamma_2 Growth_{it} + \gamma_3 Lev_{it} + \gamma_4 Fc_{it} + \gamma_5 \ln Age_{it} + \gamma_6 \ln GDP_{it} + \delta_i \quad (14)$$

需要说明的是，模型中的交叉项代表了环保投资对产业政策与绿色技术创新关系的调节作用。由于环保投资与三大产业政策的交叉项属于半参数模型中的非参数部分，因此无法从系数来判断环保投资在二者之间的作用，但我们可以从实证图形中得以了解。

（二）变量选取与数据来源

1. 绿色技术创新水平（GTI）。专利数据是唯一可观察到的测度技术创新的指标，被学者们广泛应用。然而，单一使用专利申请数量很难全面刻画创新实际，因此，参考于克信等[33]的研究，选取专利申请数、有效发明专利数、研发人员人均专利申请数和研发经费平均专利申请数 4 个指标，采用主成分分析法计算各年度相关企业的绿色技术创新综合得分。研发人员人均专利数＝专利申请数/研发人员数，研发经费平均专利申请数＝专利申请数/研发经费。在进行主成分分析时，会得到一个或两个主成分，然后根据主成分和贡献率计算综合得分。本文 4 个指标中，专利申请数、有效发明专利数为主成分，研发人员人均专利申请数、研发经费平均专利申请数为次成分。相比其他方法，主成分分析法可以消除原始数据之间的相关影响，将多个具有相关性的指标组合成一组无关的综合指标，并且以各主成分的贡献率作为主成分的权数，克服了其他评价方法中人为确定权数的缺陷。

2. 产业政策。主要包括三个方面：

（1）政府补贴（Sub）。政府补贴以“政府补助”来衡量，数据来自于企业财务报表附注中“营业外收入或支出”中的“政府补助”科目，单位为“元”。

（2）税收优惠（Tax）。借鉴柳光强[34]的做法，用“收到的各项税费返还/（收到的各项税费返还＋支付的各项税费）”衡量这一指标。收到的税费返还反映企业收到返还的各种税费，如增值税、营业税、所得税、消费税、关税和教育税附加返还款等；支付的各项税费是企业本期发生并支付的、本期支付以前各期发生的以及预交的各项税费，单位为“元”。

（3）低利率贷款（$Loan$）。目前对低利率贷款并没有明确的界定，但是政府对环保企业的扶持可以通过政策性贷款来体现。政策性贷款是在人民银行确定的年度贷款总规模内，按照相关规定，由各政策性银行根据申请贷款的项目或企业情况自助审核确定贷款与否。一般来说，政策性银行贷款具有特定的服务对象，且利率低、期限长，其支持的主要是商业银行在初始阶段不愿进入或不涉及的领域。政策性银行提供优惠贷款的方式主要概括为优惠利率和财政贴息两类。优惠利率是向企

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

业提供贷款时的利率低于市场利率或者其他商业银行的贷款利率。它在发放贷款与偿还本金和利息的同时就已经实现，是一种“事前的优惠”。财政贴息是按照市场利率或者其他商业银行贷款利率提供贷款，由国家或者银行对其利息进行补贴以用于指定用途的一种银行专项贷款。它作为一种优惠贷款对贷款利息进行全部或部分补贴以鼓励某种事业或项目的建设。这一优惠方式是在偿还本金之后通过返还利息来实现的，可以说是“事后的优惠”。与财政贴息相比，优惠利率也就是低利率贷款，更适合限定产业的研究。低利率贷款可以使政策银行和商业银行在申请和发放贷款上体现出明显的区别，表明政府提供的政策性贷款是与普通商业贷款不同的低利率优惠贷款。通过定期公布政策性贷款利率，还可以使社会事先了解哪些项目是政府的鼓励对象和扶持重点。此外，政府对政策性投融资的调节也可以通过低利率贷款进行，使得低利率贷款的调节作用在政策性投融资领域得到充分发挥。现有研究中，学者们也大多选择低利率贷款对产业内投融资行为进行研究[35]。

进一步地，在商业银行相关的统计科目中，并没有“低利率贷款”以及与其类似的科目。考虑到低利率贷款的核心是“低利率”，本文借鉴 Aghion 等[36]的研究，根据低利率贷款＝行业平均贷款利率－（利息支出/流动负债）求得低利率贷款值。其中，利息支出比流动负债表示企业的贷款利率。行业平均贷款利率与企业贷款利率之间的差值越大，表明该企业相较于其他企业而言获得的贷款利率越低。由于行业平均贷款利率没有统计数据，所以，本文将 158 家环保类上市公司所涉及的 33 个行业中的上市公司筛选出来，计算出每个上市公司的贷款利率，并按照行业对这些上市公司的贷款利率进行平均，从而得到行业平均贷款利率。对于行业平均贷款利率的计算，本文并没有直接用全部上市公司的贷款利率的平均作为行业平均贷款利率，这是因为各行业之间具有差异性。通过所涉及的 33 个行业的行业平均贷款利率来衡量各企业是否获得低利率贷款，可以使得结果更加准确。单位为“元”。

3. 环保投资（*Invest*）。环保投资按照资金的来源，可以分为政府为主导的环境基础设施建设投资，以及以企业为主导的工业污染源治理投资和当年完成环保验收项目环保投资。由于本文研究的是企业环保投资的中介调节作用，所以，按照环保类上市公司所在地区，以企业为主导的环保投资为每个公司赋值[37]，单位为“亿元”。

4. 控制变量。根据上文的理论分析，本文从公司和地区维度选择控制变量。主要考虑的控制变量包括：（1）盈利能力（*ROA*），用环保类上市公司的净利润与利润总额之比来表示。（2）发展能力（*Growth*），用环保类上市公司的总资产增长率来表示。（3）偿债能力（*Lev*），用环保类上市公司的资产负债率来表示。（4）融资约束（*Fc*），用流动负债与流动资产之差比上资产总计来表示。（5）企业年龄（*Age*），用企业成立至今的年限衡量。（6）地区经济发展水平（*GDP*），用企业所在地区的人均 GDP 表示。为避免模型中控制变量过多导致的多重共线性，本文首先通过计算方差膨胀因子对各控制变量之间的相关性进行检验，结果表明各控制变量之间 VIF 均位于区间［0.1，5］内，同时纳入模型时，不存在多重共线性问题。

本文以国内 A 股市场 158 家环保类上市公司为样本，样本区间为 2009—2018 年。选择 2009 年作为数据起始时间，一方面是因为 2009 年之前的数据缺失严重，不具有代表性；另一方面是因为我国在 2009 年提出了发展“战略性新兴产业”的目标，使得环保产业的技术创新得到全社会高度关注，绿色技术发明专利数量增长迅速。文中绿色技术创新、政府补贴和税收优惠变量所涉及的各主要数据均来自国泰安数据库中的公司研究系列板块。低利率贷款数据是本文手动计算得出，其中所涉及的利息支出数据来自 Wind 数据库，流动负债来自国泰安数据库。环保投资（*Invest*）来自《中国环境统计年鉴》，控制变量中的地区经济发展水平（*GDP*）来自《中国统计年鉴》，其他控制变量也均来自国泰安数据库。对相关数据的统计描述如表 1 所示。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　描述性统计表

变量名称	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
GTI	1 580	7.54e−08	0.605	−4.605	7.446
Sub	1 580	3.24e+07	6.69e+07	2 500	9.29e+08
Tax	1 580	0.123	0.149	0.000	0.869
Loan	1 580	0.007	0.032	−0.226	0.269
Invest	1 580	154.760	109.696	8.500	506.300
ROA	1 580	0.827	0.151	−0.848	4.246
Growth	1 580	0.269	0.516	−0.966	11.355
Lev	1 580	0.451	0.276	−0.195	7.034
Fc	1 580	−0.226	0.279	−1.194	3.277
ln*Age*	1 580	2.622	0.372	−0.693	3.567
ln*GDP*	1 580	0.957	0.313	−0.903	11.421

从表 1 中可知，各企业获得的政府补贴额差异较大，政府补贴的最大值为 9.29e+08 元，最小值只有 2 500 元。各企业的环保投资额差异也较大，环保投资额最大可以达到 506.3 亿元，最小只有 8.5 亿元。其他相关变量的标准差均小于 1，说明这些数值接近平均值，较稳定，尤其是低利率贷款这一变量。

四、模型估计及结果分析

（一）直接作用模型估计

基于 158 家环保类上市公司样本数据，采用样条光滑对模型（9）—（11）进行参数估计，估计结果如表 2 所示。进一步地，图 2 分别刻画了政府补贴、税收优惠和低利率贷款与绿色技术创新之间的关系。

表 2　产业政策与环保产业绿色技术创新的基准模型估计结果

政府补贴			税收优惠			低利率贷款		
系数	估计值	标准误	系数	估计值	标准误	系数	估计值	标准误
α_1	0.33*	0.20	β_1	0.32	0.21	γ_1	0.33	0.21
	(0.10)			(0.12)			(0.12)	
α_2	−0.13	0.08	β_2	−0.08	0.06	γ_2	−0.10	0.06
	(0.11)			(0.22)			(0.11)	
α_3	0.98***	0.35	β_3	1.44***	0.34	γ_3	1.33***	0.34
	(0.01)			(0.00)			(0.00)	
α_4	−0.74***	0.27	β_4	−0.77***	0.28	γ_4	−0.69***	0.28
	(0.01)			(0.01)			(0.01)	
α_5	0.47	0.40	β_5	0.64	0.42	γ_5	0.72*	0.43
	(0.23)			(0.13)			(0.09)	
α_6	−0.43	0.85	β_6	−0.63	0.92	γ_6	−0.77	0.92
	(0.61)			(0.49)			(0.41)	

注：*、**、*** 分别代表在 10%、5%和 1%的显著性水平上显著（下表同）。

根据估计结果，可以看出：

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

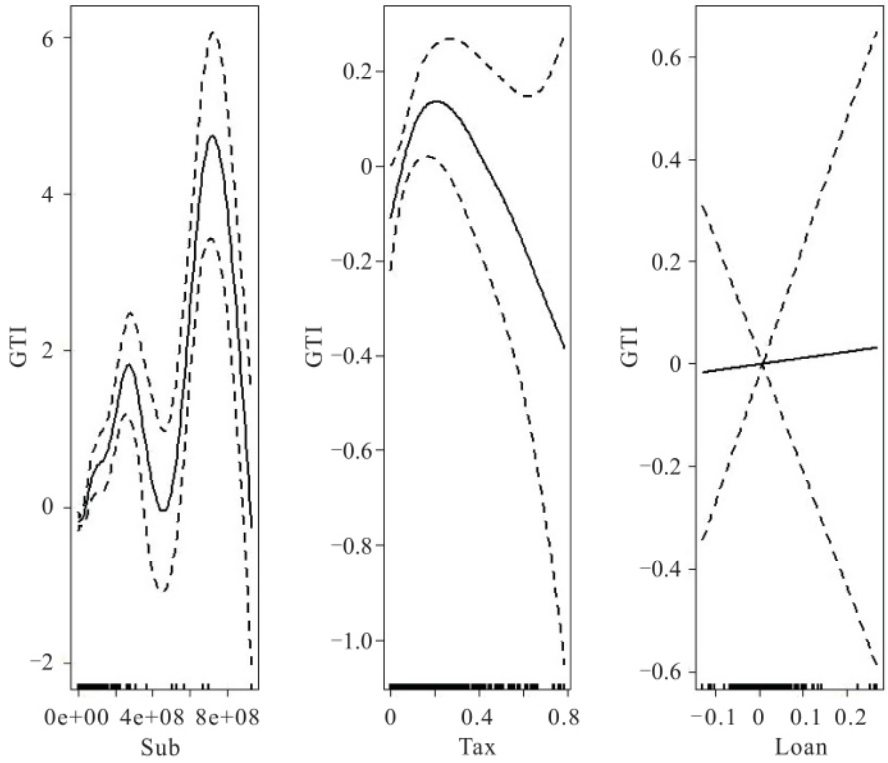

图 2　产业政策与环保企业绿色技术创新的关系

注：实线表示政府补贴与环保产业绿色技术创新的非线性关系，虚线为置信区间（下图同，备索）。

1. **政府补贴与环保产业绿色技术创新之间呈“M”型关系。**图 2 中拐点对应的政府补贴水平约为 27 202 **万元**、45 393 **万元**、71 801 **万元。当政府补贴水平位于**［0，27 202］（**单位：万元，以下同**）**和**［45 393，71 801］**时，环保产业绿色技术创新水平与政府补贴正相关。当政府补贴水平位于**［27 202，45 393］**和**［71 801，92 938］**时，政府补贴对环保产业绿色技术创新的导数值为负，政府补贴减缓了环保产业绿色技术创新的发展，即政府补贴的最优区间为**［45 393，71 801］。政府补贴对企业绿色技术创新的双重影响导致了这种震荡现象的出现。一方面，政府补贴可以通过缓解企业融资约束，降低企业研发成本与风险，从而产生促进企业进行绿色技术创新活动的正效应。另一方面，企业可能将通过政府补贴获得的资金用于其他方面，挤出对绿色技术创新的投入，从而产生抑制企业进行绿色技术创新活动的负效应。因此，政府补贴对环保产业绿色技术创新水平的影响取决于这两种效应之间的博弈，但随着政府补贴强度的不断加大，最终会抑制企业绿色技术创新的发展。这一结论与实际经验观察可能有些出入，因为影响绿色技术创新的因素有很多，有些是难以计量的，例如创新意识、管理能力和风险偏好等。当一个企业的创新意识薄弱、管理能力差以及更倾向于规避风险时，那么即使政府采取产业政策对企业进行扶持，企业的绿色技术创新水平仍会毫无进展甚至衰退。企业的行为选择受到环境、自身发展阶段等多方面的影响。虽然本文通过实证研究发现政府补贴与环保产业绿色技术创新的关系最终呈负向相关，但这种负相关关系并不是一成不变的。随着企业发展以及国内绿色制度环境整体水平的改善，企业可能会增强对绿色技术创新的重视程度，从而改善政府补贴与绿色技术创新的关系。

2. **税收优惠与环保产业绿色技术创新之间呈倒“U”型关系。**图 2 中拐点对应的税收优惠的水平为 0. 203。**当税收优惠的水平低于** 0. 203 **时，税收优惠对环保产业绿色技术创新的导数为正，即**

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

税收优惠与企业的绿色技术创新水平正相关。随着税收优惠水平的进一步提高，税收优惠的增加最终会抑制企业绿色技术创新的发展。这主要是因为大多数企业对创新活动进行适度的投资，在达到了政府公布的享受税收优惠的最低标准后即可享受优惠，缺乏继续进行绿色技术创新的动力。此外，我国对于创新人才所设置的税收优惠标准较高，个人所得税优惠力度的不足会抑制人才工作的积极性，进而阻碍企业绿色技术创新的发展。所以，税收优惠的最优区间为［0，0.203］。

3. 低利率贷款与环保企业绿色技术创新的影响呈线性关系。低利率贷款促进了环保企业绿色技术创新的发展，但作用较小。从实践来看，环保企业进行绿色技术创新需要大量的资金投入，低利率贷款不仅可以在一定程度上缓解企业的融资问题，还可以降低企业贷款的成本，从而对企业进行绿色技术创新具有促进作用。但企业的负债能力有限，因此这种促进作用并不突出。

4. 企业的盈利能力、偿债能力、融资约束以及企业年龄通过了显著性检验。其中，企业盈利能力系数在10%的水平上显著，且系数为正，说明企业的盈利能力对绿色技术创新存在促进作用，为企业的发展提供经济基础。企业的偿债能力系数在1%的水平上显著，系数为正，说明企业偿债能力对绿色技术创新的促进效果明显，外部融资的增加有助于企业加大对绿色技术创新活动的投入。企业的融资约束系数在1%的水平上显著为负，说明融资约束越大的企业，绿色技术创新水平越低。在低利率贷款政策下，企业年龄系数显著为正，表明随着企业年龄的增加，企业可以通过低利率贷款这一产业政策促进环保产业绿色技术创新的发展。而发展能力和地区经济发展水平系数虽均为负值，但未通过显著性检验，对企业绿色技术创新发展的影响较小。

（二）调节作用模型估计

为考察企业环保投资对产业政策与企业绿色技术创新关系的调节作用，对模型(12)—(14)进行半参数估计，估计结果如表3、图3所示。

表3　调节作用估计结果

政府补贴			税收优惠			低利率贷款		
系数	估计值	标准误	系数	估计值	标准误	系数	估计值	标准误
α_1	−0.07	0.19	β_1	0.36*	0.21	γ_1	0.33	0.21
	(0.74)			(0.09)			(0.12)	
α_2	−0.13*	0.07	β_2	−0.14*	0.08	γ_2	−0.10	0.06
	(0.08)			(0.10)			(0.11)	
α_3	0.61*	0.32	β_3	1.45***	0.34	γ_3	1.32***	0.34
	(0.06)			(0.00)			(0.00)	
α_4	−0.45*	0.25	β_4	−0.79***	0.28	γ_4	−0.68**	0.28
	(0.08)			(0.00)			(0.02)	
α_5	0.22	0.36	β_5	0.61	0.43	γ_5	0.77*	0.43
	(0.55)			(0.16)			(0.07)	
α_6	−0.04	0.77	β_6	−0.57	0.92	γ_6	−0.87	0.92
	(0.96)			(0.54)			(0.34)	

根据估计结果可以看出：

1. 环保投资对政府补贴与企业绿色技术创新关系具有明显的调节作用。随着企业环保投资的增加，政府补贴对企业绿色技术创新作用有所改善，政府补贴与企业绿色技术创新的非线性关系呈“N”型。就其原因而言，环保投资的增加使得环保企业在进行绿色技术创新时面临的资金不足问题得到缓解，从而在一定程度上促进了绿色技术创新发展。但由于政府补贴的作用具有一定的滞后性，且企业可能会随着政府补贴的增加出现投资挤出现象，所以短期内会抑制绿色技术创新。随着环保投资规模的继续扩大，企业为满足环保投资的资金需求会减少将政府补贴获得的资金用于其他

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

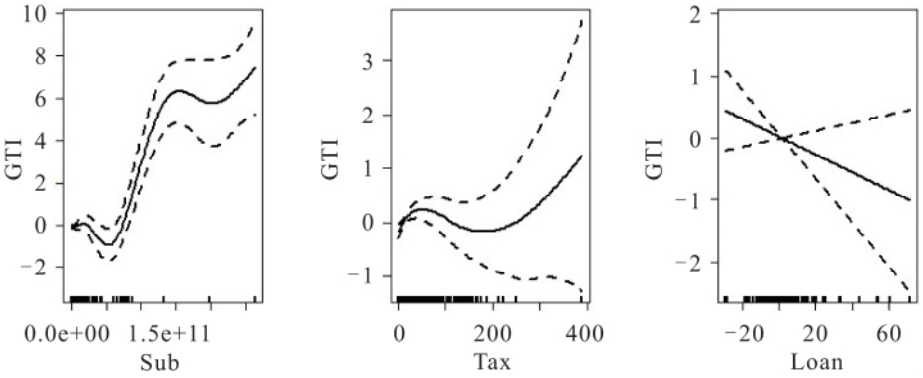

图 3　考虑调节作用的产业政策与绿色技术创新的关系

方面，进而提升政府补贴对企业绿色技术创新的促进作用。

2. 环保投资改善了税收优惠与企业绿色技术创新的关系。随着企业环保投资的增加，税收优惠与企业绿色技术创新的非线性关系呈“N”型，税收优惠最终会对企业绿色技术创新产生促进作用。从实际来看，我国对创新人才设置的税收优惠标准较高，抑制了人才工作的积极性，对企业绿色技术创新的发展产生了抑制作用。但当环保投资达到一定规模后，企业可以通过高薪聘请人才来克服这一问题，从而加大了税收优惠对企业绿色技术创新的促进作用。

3. 随着企业环保投资的增加，低利率贷款与企业绿色技术创新呈线性关系，且抑制了企业绿色技术创新。可能的原因是，部分企业自有资金不足，想要增加环保投资就要获得更多的外部资金，而外部资金主要依赖于银行提供的贷款，但企业自身的偿债能力有限，随着低利率贷款的增加，企业负担加重，资金周转效率下降，反而对绿色技术创新产生负效应。更一般地，我国目前对生态环境保护重视程度的日益增加必然会导致企业环保投资规模加大，企业污染治理和污染控制成本提高，进而挤占企业通过低利率贷款政策获得的用于绿色技术创新的资金，最终对绿色技术创新产生不利影响。此外，随着企业环保投资规模的不断扩大，企业也可能会将通过低利率贷款政策获得的资金更多地投入到环保投资中，但当环保企业只是片面追求环保投资数量、忽略环保投资效率时，反而会造成资金的大量冗余，抑制环保企业绿色技术创新的发展。

（三）基于企业性质、行业及地区差异的再估计

1. 基于企业性质差异的分析。考虑到产业政策对不同企业性质的环保企业绿色技术创新的作用可能有所差异，因此，本文借鉴李骏等[38]的研究，按照企业性质将样本划分为国有企业和非国有企业两类，其中，国有企业 54 家，非国有企业 104 家，分样本进行参数估计，结果如表 4 所示。

可以看出：产业政策与绿色技术创新的关系对不同性质企业存在差异。政府补贴与国有环保企业和非国有环保企业绿色技术创新的关系分别呈倒“U”型和“M”型。税收优惠会抑制非国有环保企业绿色技术创新，但对国有环保企业绿色技术创新具有促进作用。低利率贷款对国有和非国有环保企业绿色技术创新发展均具有抑制作用，但对国有环保企业绿色技术创新的抑制作用更明显。造成这种差异的原因可能是：第一、国有和非国有企业的创新内在激励机制不同。国有企业是由政府投资控股的企业，当面临资金不足时，相较于非国有企业更易获得政府的扶持，且扶持资金数额也更大，可能造成预算软约束，缺乏绿色技术创新的动力。非国有企业是由自然人投资或控股的营利性组织，与国有企业相比，其内部治理结构更加完善。当面临资金不足等问题时，为应对市场竞争，非国有企业会更有效地利用政府扶持资金进行创新。第二、国有企业是经济和政治的统一体，既具有经济职能又有一定的政治职能。当其利润目标与政治目标产生分歧时，其必然会选择政治目

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

标，政策导向作用明显。非国有企业作为营利性组织，为满足市场需求进行技术创新，市场导向作用明显。因此，由于国有和非国有企业动机的不同，产业政策对其企业绿色技术创新的影响也有差异。

表 4　基于不同企业性质企业的分样本估计结果

政府补贴			税收优惠			低利率贷款		
系数	估计值		系数	估计值		系数	估计值	
	国企	非国企		国企	非国企		国企	非国企
α_1	1.28***	0.21**	β_1	1.39***	0.21**	γ_1	1.40***	0.20**
	(0.01)	(0.03)		(0.00)	(0.04)		(0.00)	(0.04)
α_2	−0.64**	−0.09***	β_2	−0.63**	−0.10***	γ_2	−0.64**	−0.10***
	(0.02)	(0.00)		(0.02)	(0.00)		(0.02)	(0.00)
α_3	1.11*	0.34***	β_3	1.17*	0.37***	γ_3	1.16*	0.37***
	(0.09)	(0.00)		(0.07)	(0.00)		(0.07)	(0.00)
α_4	−1.78***	−0.25***	β_4	−1.47***	−0.21**	γ_4	−1.47***	−0.19**
	(0.00)	(0.01)		(0.00)	(0.03)		(0.00)	(0.04)
α_5	1.44	0.07	β_5	1.11	0.14	γ_5	1.27	0.13
	(0.75)	(0.54)		(0.80)	(0.24)		(0.78)	(0.29)
α_6	−5.27	−0.01	β_6	−4.75	−0.06	γ_6	−5.22	−0.06
	(0.67)	(0.96)		(0.70)	(0.83)		(0.67)	(0.82)

2. 基于行业差异的分析。进一步地，环保企业所属行业也具有差异性，这种差异性是否会影响到产业政策对其绿色技术创新的作用？基于此，本文从 158 家环保类上市公司所涉及的 33 个行业中选出样本个数最多的 6 个行业进行分析，结果如表 5 所示。

表 5　基于不同行业企业的分样本估计结果

行业	政府补贴	税收优惠	低利率贷款
生态保护和环境治理业	促进	促进	抑制
专用设备制造业	促进	促进	“M”型
通用设备制造业	促进	抑制	抑制
水的生产和供应业	促进	促进	促进
化学原料及化学制品制造业	抑制	抑制	滑梯型
电气机械及器材制造业	倒“U”型	抑制	促进

可以看出，与总样本的研究结果不同，产业政策与各行业绿色技术创新的关系大多呈促进或抑制的线性关系。这可能是因为与细分行业相比，环保产业整体的系统复杂性高，发展规模大，细分领域众多且商业模式复杂，从而产业政策与企业绿色技术创新的关系呈现为较复杂的非线性关系。通过对生态保护和环境治理业等 6 个行业的研究结果进行比较发现，同一产业政策与不同行业中环保企业绿色技术创新的关系有所不同。政府补贴对这 6 个行业的绿色技术创新水平的发展促进作用居多；低利率贷款虽然产生的更多的是抑制作用，但其也会对水的生产和供应业、电气机械及器材制造业的绿色技术创新水平发展产生促进作用。这表明政府在通过产业政策对环保企业进行扶持时，可以对不同行业采取不同的产业政策组合，从而使产业政策对环保企业绿色技术创新的发展发挥出更大的作用。

3. 基于地区差异的分析。不同地区经济发展水平、资源禀赋等方面的差异，使得各企业之间创新行为的选择也不尽相同。由于我国上市公司地区分布广泛，因此根据企业所在地将样本划分为

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

东部、中部和西部三大地区，以比较不同地区的产业政策与企业绿色技术创新关系的差异，结果如表6所示。

表6　基于不同地区企业的分样本估计结果

地区	政府补贴	税收优惠	低利率贷款
东部地区	“N”型	促进	促进
中部地区	倒“U”型	抑制	抑制
西部地区	“N”型	促进	促进

根据估计结果可以发现，相比中部地区，东部地区和西部地区的产业政策对环保企业绿色技术创新的发展具有显著的促进作用。这可能是由于东部地区经济发展水平高，企业规模大，资金来源广，政府通过采取产业政策对企业绿色技术创新进行扶持引致了更多的社会资金，促进了企业绿色技术创新的发展。虽然西部地区在大开发战略实施后经济发展加速，但与东、中部地区相比，经济发展水平和市场化水平较低，提高经济效益仍是企业发展的首要目标，政府采取政府补贴等产业政策可以缓解企业进行绿色技术创新的资金压力，从而对绿色技术创新的发展产生正向影响。

五、稳健性检验

（一）非线性关系确认

本文选择半参数模型来研究产业政策与环保企业绿色技术创新的关系。为证明模型的合理性，假定变量之间的关系是线性的，并基于环保上市公司2009—2018年的面板数据，建立固定效应模型。与混合效应模型相比，固定效应同时考虑时间和截面两个维度，并且Wald检验的结果表明，固定效应模型的估计结果优于混合效应模型。基于此，构建固定效应回归模型如式（15）所示。对式（15）进行估计，结果如表7所示。

$$GTI_{it}=\theta_0+\theta_1 Sub_{it}+\theta_2 Tax_{it}+\theta_3 Loan_{it}+\theta_4 ROA_{it}+\theta_5 Growth_{it}+\theta_6 Lev_{it}+\theta_7 Fc_{it}+\theta_8 \ln Age_{it}+\theta_9 \ln GDP_{it}+\varepsilon_i \tag{15}$$

表7　产业政策与环保企业绿色技术创新关系的线性模型估计结果

系数	估计值	标准误	P值
θ_1	−5.28e−10	5.28e−10	0.32
θ_2	−0.18	0.45	0.69
θ_3	0.05	0.95	0.96
θ_4	0.02	0.16	0.92
θ_5	−0.09	0.07	0.17
θ_6	0.39	0.49	0.44
θ_7	0.07	0.34	0.83
θ_8	0.80**	0.40	0.05
θ_9	−0.99	0.74	0.19

可以看出，政府补贴、税收优惠和低利率贷款均未通过显著性检验，但F值为1.89，整个方程在10%的水平上显著，说明整体上假设的产业政策与环保企业绿色技术创新的线性关系并不准确。这在一定程度上说明论文选择半参数模型的合理性。

（二）估计结果的可靠性

为了进一步说明结果的稳健性，本文对主要变量绿色技术创新进行替换。因为专利申请数作为绿色技术创新的第一主成分，是4个绿色专利指标中最具有代表性的，所以，首先以专利申请数作为绿色技术创新的替代指标，其次参考董直庆等[39]的研究，选取专利授权数作为绿色技术创新的另一个替代指标，对模型(9)—(11)进行回归估计，结果如图4所示。

从图4可以看出，政府补贴、税收优惠、低利率贷款与环保产业绿色技术创新之间的关系与图2相似度很高，可以充分证明半参数回归模型的结果稳健。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

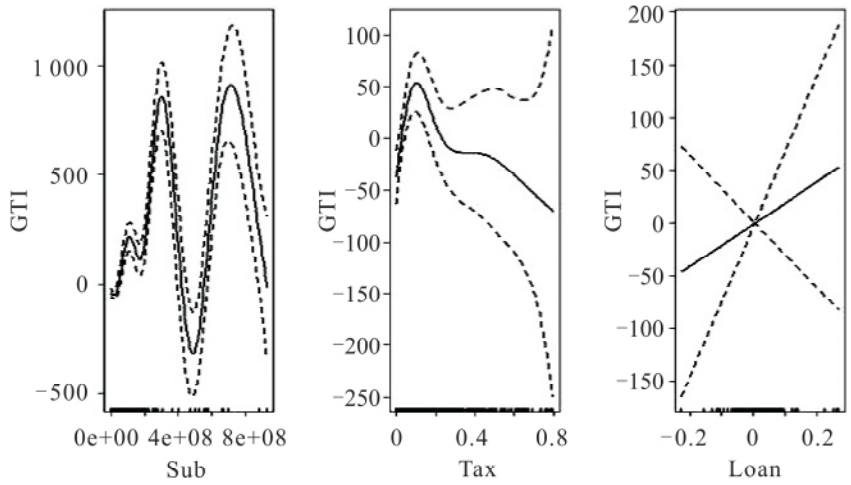

图 4（a）　专利申请数作为替代指标的稳健性检验结果

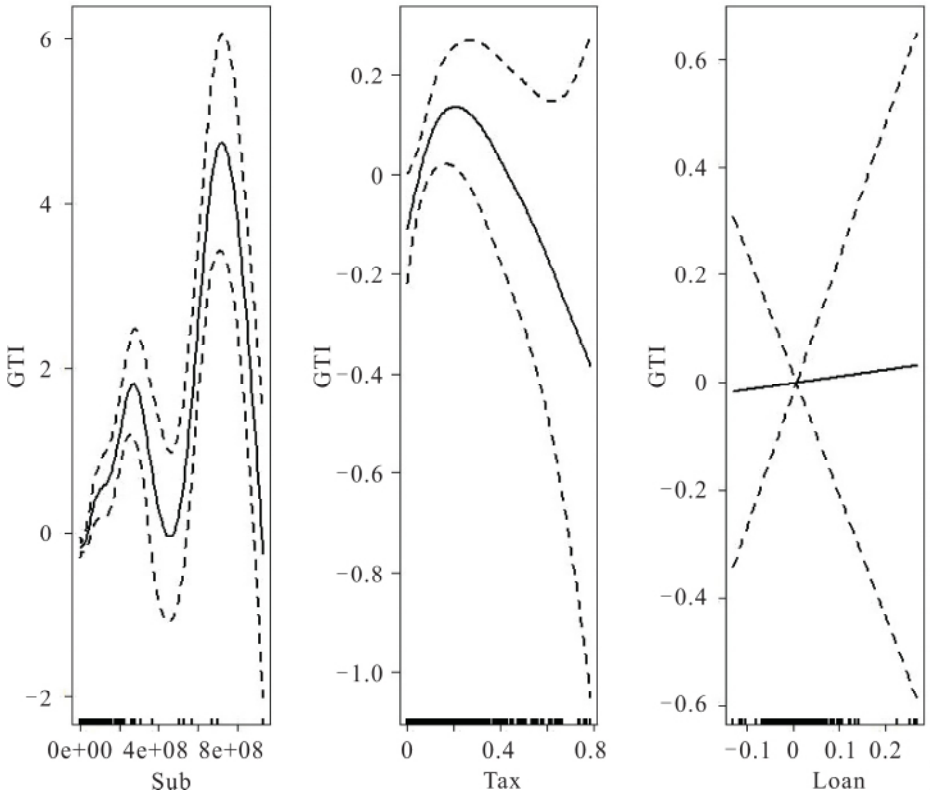

图 4（b）　专利授权数作为替代变量的稳健性检验结果

六、结论及政策建议

本文通过研究得出以下主要结论：（1）政府补贴、税收优惠和低利率贷款与环保企业绿色技术创新之间分别呈“M”型、倒“U”型和线性促进关系，且从整体来看，在加入环保投资这一调节变量后，产业政策与绿色技术创新关系得到明显改善。（2）与国有企业相比，产业政策与非国有环保企业绿色技术创新的关系更加复杂，表明非国有企业绿色技术创新的发展对产业政策更为敏感。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

（3）同一产业政策与不同行业环保企业绿色技术创新的关系具有差异性。（4）相比中部地区，东部和西部地区的产业政策对环保产业绿色技术创新有显著的正向促进作用。总体来看，无论是否考虑环保投资的调节作用，这三大手段相比，样本区间内，政府补贴对环保企业绿色技术创新的作用效果最大，低利率贷款最小，说明当前政府补贴仍是促进环保企业绿色技术创新最有效的手段。2019年8月，国家发改委联合科技部发布了《关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》。这是我国第一次针对绿色技术创新领域提出的体系建设意见，明确表明我国现在强调的是市场导向的绿色技术创新手段。因此，从长期来看，促进企业绿色技术创新最终还应形成以市场竞争为导向的手段，发挥市场在技术创新上的驱动作用。

从政策层面看：第一，为引导企业将通过产业政策获得的资金用于绿色技术创新，避免资金挤出现象的发生，政府应加强对企业资金的监管并建立健全产业政策效果评估机制。当发现产业政策没有达到预期效果时，政府可以减少甚至取消对企业的扶持。健全的产业政策效果评估机制可以激励企业合理使用扶持资金，提高资金的使用效率。第二，我国对于创新人才设置的税收优惠的标准较高，抑制了人才工作的积极性，所以应完善有关企业人力资本方面的税收优惠政策。政府可以通过降低个人所得税优惠门槛等方式，加大对创新人才的税收优惠力度，提高个人的创新积极性。第三，大多数企业在达到可以获得政府补贴、税收优惠和低利率贷款的最低标准后，不再对创新活动进行投资，缺乏继续创新的动力。政府可以将单一的审批机制改善为持续性的考核机制，对未能达到考核要求的企业进行一定惩罚，从而减少企业单纯为获得扶持资金的行为。第四，现有部分企业存在以获取政府补贴为目的的投机行为，实际的技术创新意愿不强，随着政府补贴的减少，这类企业会逐渐被市场淘汰。为使有实力的企业得到更好的发展，促进企业绿色技术创新的手段应该以市场竞争为导向，将创新能力建设作为核心内容，通过教育、培训与研发激励等提高产业的核心竞争力，进而培育一批绿色技术创新的龙头企业，提高绿色技术研发人员积极性，优化绿色技术创新环境，努力构建市场导向的绿色技术创新体系。

参考文献

[1] Bronzini，R.，P. Piselli. The impact of R&D subsidies on firm innovation[J]. *Research Policy*，2016(2).

[2] 邹洋，叶金珍，李博文. 政府研发补贴对企业创新产出的影响——基于中介效应模型的实证分析[J]. 山西财经大学学报，2019(1).

[3] Guellec，D.，B. Van Pottelsberghe. The impact of public R&D expenditure on business R&D[J]. *Economics of Innovation and New Technology*，2003(3).

[4] 李园园，李桂华，邵伟. 政府补助、环境规制对技术创新投入的影响[J]. 科学学研究，2019(9).

[5] 黄奇，苗建军，李敬银，等. 政府科技资助是否影响了中国工业企业技术创新效率[J]. 科技管理研究，2015(20).

[6] Lokshin，B.，P. Mohnen. How effective are level-based R&D tax credits？Evidence from the Netherlands[J]. *Applied Economics*，2012(12).

[7] 何小钢. 绿色技术创新的最优规制结构研究——基于研发支持与环境规制的双重互动效应[J]. 经济管理，2014(11).

[8] 张翼，王书蓓. 政府环境规制、研发税收优惠政策与绿色产品创新[J]. 华东经济管理，2019(9).

[9] Kaiser，U. Private R&D and public R&D subsidies：Microeconometric evidence for Denmark[J]. *Economic and Business Research*，2006(1).

[10] 刘津汝，曾先峰，曾倩. 环境规制与政府创新补贴对企业绿色产品创新的影响[J]. 经济与管理研究，2019(6).

[11] 陈晓，李美玲，张壮壮. 环境规制、政府补助与绿色技术创新——基于中介效应模型的实证研究[J]. 工业技术经济，2019(9).

[12] 李婧. 政府R&D资助对企业技术创新的影响——一个基于国有与非国有企业的比较研究[J]. 研究与发展

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

管理，2013(3).
[13]颉茂华，王瑾，刘冬梅. 环境规制、技术创新与企业经营绩效[J]. 南开管理评论，2014(6).
[14]Smith，D.，M. Feldman，G. Anderson. The longer term effects of federal subsidies on firm survival：Evidence from the advanced technology program[J]. *Journal of Technology Transfer*，2018(3).
[15]田淑英，郑飞鸿. 环保 R&D 投入是如何影响绿色技术创新效率的？[J]. 安徽大学学报(哲学社会科学版)，2019(3).
[16]范宝学，王文姣. 煤炭企业环保投入、绿色技术创新对财务绩效的协同影响[J]. 重庆社会科学，2019(6).
[17]Braun，E.，D. Wield. Regulation as a means for the social control of technology[J]. *Technology Analysis & Strategic Management*，1994(3).
[18]张庆普. 我国企业绿色技术创新的主要对策[J]. 学习与探索，2001(3).
[19]李婉红，毕克新，孙冰. 环境规制强度对污染密集行业绿色技术创新的影响研究——基于 2003—2010 年面板数据的实证检验[J]. 研究与发展管理，2013(6).
[20]戴小勇，成力为. 产业政策如何更有效：中国制造业生产率与加成率的证据[J]. 世界经济，2019(3).
[21]张任之. 竞争中性视角下重点产业政策实施效果研究[J]. 经济管理，2019(12).
[22]郭英远，张胜，张丹萍. 环境规制、政府研发资助与绿色技术创新：抑制或促进？——一个研究综述[J]. 华东经济管理，2018(7).
[23]储德银，杨姗，宋根苗. 财政补贴、税收优惠与战略性新兴产业创新投入[J]. 财贸研究，2016(5).
[24]傅利平，李小静. 政府补贴在企业创新过程的信号传递效应分析——基于战略性新兴产业上市公司面板数据[J]. 系统工程，2014(11).
[25]Görg，H.，E. Strobl. The effect of R&D subsidies on private R&D[J]. *Economica*，2007(294).
[26]王永慧. 环境规制、政府补助与企业环保投资[D]. 合肥：安徽财经大学，2017.
[27]卢洪友，邓谭琴，余锦亮. 财政补贴能促进企业的“绿化”吗？——基于中国重污染上市公司的研究[J]. 经济管理，2019(4).
[28]和雅娴，曹芳萍. 研发投入、治理结构与环保上市企业绿色技术创新绩效研究[J]. 新经济，2019(10).
[29]张平淡，袁浩铭，杜雯翠. 环境法治、环保投资与治污减排[J]. 山西财经大学学报，2019(4).
[30]荆树伟，牛占文. 管理创新对企业创新贡献的定量研究[J]. 科技进步与对策，2015(16).
[31]范莉莉，褚媛媛. 企业环保支出、政府环保补助与绿色技术创新[J]. 资源开发与市场，2019(1).
[32]王锋正，陈方圆. 董事会治理、环境规制与绿色技术创新——基于我国重污染行业上市公司的实证检验[J]. 科学学研究，2018(2).
[33]于克信，胡勇强，宋哲. 环境规制、政府支持与绿色技术创新——基于资源型企业的实证研究[J]. 云南财经大学学报，2019(4).
[34]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).
[35]白极星，周京奎. 产业政策、异质性与收入效应——基于中国制造业微观数据的研究[J]. 山西财经大学学报，2018(5).
[36]Aghion，P.，M. Dewatripont，L. S. Du，et al. Industrial policy and competition[J]. *Social Science Electronic Publishing*，2015(4).
[37]杜雯翠. 环保投资、环境技术与环保产业发展——来自环保类上市公司的经验证据[J]. 北京理工大学学报(社会科学版)，2013(3).
[38]李骏，刘洪伟，万君宝. 产业政策对全要素生产率的影响研究——基于竞争性与公平性视角[J]. 产业经济研究，2017(4).
[39]董直庆，王辉. 环境规制的“本地—邻地”绿色技术进步效应[J]. 中国工业经济，2019(1).

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Government Subsidies, Tax Incentives or Low Interest Loans?

— Comparison of the Effect of Industrial Policies on Green Technology Innovation in Environmental Protection Industry

HE Ling-yun, LI Zi, LIANG Xiao, ZHU Jing-ran

Abstract: Based on the panel data of 158 listed environmental protection enterprises from 2009 to 2018, from a nonlinear perspective, a semi-parametric model is adopted to measure and compare the effects and differences of different types of industrial policies on green technology innovation of environmental protection enterprises, and the influence of enterprises' environmental protection investment on the relationship between them is also analyzed. The results show that: First, the relationship between government subsidies, tax incentives and low interest loans and green technology innovation of environmental protection enterprises is M-type, inverted U-type and linear promotion relation. Within the sample range, government subsidies have the most significant effect on green technology innovation of environmental protection enterprises, while low interest loans have the least effect. Second, considering the regulatory role of enterprises' environmental protection investment, there are N-type, N-type and linear suppression relationships between government subsidies, tax incentives and low interest loans and green technology innovation of environmental protection enterprises. The effect of industrial policies on enterprises' green technology innovation was improved, in which the effect of low interest loans on the innovation was changed from promotion to inhibition. Third, the influence of industrial policies on the green technology innovation of non-state-owned environmental protection enterprises is more complicated than that of state-owned environmental protection enterprises. Fourth, the same industrial policy has different effects on the green technology innovation of environmental protection enterprises in different industries, so different industrial policies can be adopted for each industry to play a greater role. Fifth, compared with the central region, the industrial policies in the eastern and western regions have a significant positive effect on the development of green technology innovation in the environmental protection industry.

Key words: government subsidies; tax incentives; low interest loans; green technology innovation; environmental protection investment

（责任编辑　朱　蓓）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net