

环境规制对中国制造业技术创新的影响研究

李廉水,徐 瑞

(南京信息工程大学中国制造业发展研究院,江苏南京 210044)

摘 要:利用2006—2011年中国制造业面板数据研究环境规制对制造业技术创新的影响。结果表明:从制造业整体看,环境规制对制造业技术创新的影响作用不显著;但进一步分行业来看,环境规制对制造业技术创新的影响存在行业异质性;环境规制有利于污染密集型行业技术创新,但对清洁生产型行业技术创新的促进作用不显著。因此,政府应根据各行业的实际情况制定不同形式的环境规制政策,以提高中国制造业的技术创新能力。

关键词:制造业;环境规制;技术创新

中图分类号:F062

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2016)03-0032-06

中国工业化和城市化的目标还未实现,社会福利水平还有待进一步提升,这就要求在加强环境规制的同时,必须考虑经济增长和可持续发展问题。因此,环境规制能否推动制造业技术创新受到了学者们的广泛关注。笔者基于2006—2011年中国制造业分行业面板数据,研究环境规制对制造业技术创新的影响及其程度,并分析其中的作用机制。在此基础上,提出相关政策建议。

一、文献综述

关于环境规制对技术创新影响的研究较多,归纳起来可分为以下4种观点。

第一,环境规制对技术创新具有抑制作用。该观点认为环境规制必然会增加企业的成本负担,对企业生产行为施加许多约束条件,使得企业生产、销售等环节难度加大,从而不利于企业创新发展。Wagner实证分析了环境管理、环境创新与专利申请的关系,研究发现环境管理体系的实施水平与企业专利申请活动呈负相关关系^[1]。Chintrakarn理论分析了环境规制与技术创新的双向影响,并实证分析了企业污染物排放量对环保型技术专利的影响,研究发现,企业污染物排放量的控制挤占了企业的研发资金,从而不利于环保型技术专利量的增加^[2]。Kemp等分析了环境政策引致的创新效应,研究发

现环境规制将迫使企业购买污染物处理设备,增加了企业的成本负担,使得企业竞争力下降,不利于企业创新发展^[3]。王鹏等实证分析了环境规制对技术创新的影响,结果表明,环境规制水平对专利授权量等产生负面作用^[4]。

第二,环境规制对技术创新具有促进作用。该观点认为环境规制会倒逼企业进一步优化资源配置,通过对设备的改造、升级和更新以提高能源效率和生产率水平,从而有利于企业创新发展。Lanjou等实证分析了环境成本对专利数量的影响,研究发现,随着环境成本的提高,专利数量也相应增加^[5]。赵红实证分析了环境规制对产业技术创新的影响,研究发现,环境规制在中长期有利于产业技术创新^[6]。李阳等实证分析了环境规制对技术创新的影响,研究发现,环境规制对技术创新能力具有长期和短期的促进作用^[7]。颀茂华等实证分析了环境规制、技术创新与企业经营绩效的关系,研究发现,环境规制对重污染行业的R & D投入具有显著的推动作用,从而验证了“波特假说”^[8]。Rubashkina等的实证分析发现,环境规制对技术创新具有显著的促进作用^[9]。蒋为实证检验了环境规制对制造业企业研发创新行为的影响,研究发现,环境规制对制造业企业的研发创新具有显著的促进作用^[10]。

第三,环境规制对技术创新的影响存在门槛效

收稿日期:2016-03-28

基金项目:国家自然科学基金项目(71173116)

作者简介:李廉水(1957—),男,江苏泰州人,教授,博士,从事制造业发展研究。

应。该观点认为当环境规制强度较弱时,企业可通过交纳污染费用应对环境规制,但随着环境规制强度的不断提高,环境遵循成本的增加迫使企业技术创新,通过提高能源效率和劳动生产率以弥补遵循成本,因此,环境规制对技术创新的影响存在门槛效应。沈能实证检验了环境规制与技术创新的非线性关系,研究发现,环境规则对企业技术创新的影响呈“U”型关系,只有当环境规制强度超过门槛值后,环境规制才能促进技术创新^[11-12]。蒋伏心等实证分析了环境规制对企业技术创新的影响,研究亦发现环境规制与企业创新之间呈现“U”型动态特征^[13-14]。刘伟等采用空间计量模型实证分析了环境规制对工业行业技术创新的影响,研究发现环境规则对技术创新的影响呈现“U”型关系^[15]。臧传琴等分析了环境规制技术创新效应的空间差异,研究发现环境规制与技术创新之间呈现“U”型关系^[16]。

第四,环境规制对技术创新的影响作用不显著。该观点认为环境规制对技术创新的影响受多种因素的制约,诸如经济发展水平、人力资本积累以及研发投入等等,而且环境规制对技术创新的影响与环境规制政策质量和形式、行业技术水平和污染程度密切相关,这就使得环境规制对技术创新的影响作用不显著。江珂等实证分析了环境规制对技术创新能力的影响,研究发现,环境规制对中国技术创新并没有显著的正向影响^[17]。童伟伟等实证分析了环境规制对企业技术创新的影响,研究发现,环境规制对我国中西部地区企业研发投入并无显著促进作用^[18]。李婉红等实证分析了环境规制对污染密集型行业技术创新的影响,研究发现,在未考虑行业规模和人力资本的情况下,环境规制对技术创新产生了负效应,而在考虑这两个因素的情况下,环境规制有利于技术创新,这一结果证实了“波特假说”成立的条件性^[19]。魏楚等对“波特假说”进行了实证检验,结果表明,污染减排的资本性支出对研发的影响不显著,同时由环境规制带来的增量研发对企业的经营绩效和环境绩效的影响也不显著^[20]。

综上所述,关于环境规制对技术创新的影响研究已取得丰富成果,但研究结论却存在较大差异,造成这种差异的主要原因在于分析时期、变量和数据选取以及实证方法的不同。笔者认为现有文献对于环境规制影响制造业技术创新的作用机制分析还不够深入,而且基于地区数据的实证分析忽视了环境规制影响制造业技术创新的行业异质性。

二、环境规制影响制造业技术创新的作用机制

环境规制是社会规制的一种,是为保护环境质

量和环境资源而制定的各项政策和措施,以实现环境保护和经济增长的协调发展。早期的经济学家根据新古典经济学理论,认为环境规制增加了企业的生产成本,从而导致企业利润率的下降,影响整个经济的发展。而以波特为代表的一些学者则提出,环境规制在短期内会增加企业的生产成本,但长期来说,企业通过对环境的投资以及技术和管理创新,会促进企业整体竞争力的提高,这就是著名的“波特假说”^[21]。因此,笔者将从正反两方面论述环境规制对技术创新的影响机制。

首先,环境规制对制造业技术创新的促进作用。政府制定严格的环境规制政策,或对企业生产附属品(如废水、废气等)的排放制定标准和限额,或对排放征收一定的费用,或对两者都做出规定,这势必会增加企业的成本负担,进而削弱企业的竞争力。而在面对污染物排放方面的严格规定时,企业为追求利润最大化,通常会采用以下两种方式来减缓和抵消环境规制所带来的生产成本的增加:一是加大对新产品、新技术等的研发投入力度,通过技术创新对原有的设备和技术进行改造、升级或更新,提高能源效率和生产率水平,这不仅可以抵消环境生产成本的增加,而且又可以提高企业利润率和市场竞争力;二是加大对绿色环境技术的研发投入,通过绿色生产技术和绿色治污技术以降低产品生产过程中的污染物排放量,提高产品的绿色技术含量,这不仅能够降低边际治污成本,还可以提高产品技术附加值。因此,合理设置的环境规制政策能够刺激企业进一步优化资源配置,倒逼或激励企业进行技术创新。

其次,环境规制对制造业技术创新的抑制作用。一方面,由于新产品、新技术的研发周期较长,技术转化、市场推广面临的风险较大,使得企业用于技术研发的资金投入也相对有限。环境规制会迫使企业购买污染物处理设备或交纳污染税,会显著增加企业的成本负担、挤占企业用于研发投入的有限资金,从而不利于企业创新发展。同时,环境规制会迫使企业改造生产过程和生产工艺,这有可能导致生产效率的提高,但也有可能在降低污染物排放的同时降低生产效率,这必然会增加企业技术创新的不确定性和风险性,从而妨碍企业开展技术创新活动。另一方面,依据“污染避难所假说”和“向环境规制底线赛跑假说”,政府对一些行业或地区制定严格的环境规制,可能导致投资者投资环境规制比较宽松的行业与地区,从而减少环境规制对企业发展的影响,使得环境规制严格地区或行业的外来研发资金减少,企业无力开展技术创新或技术引进,只能维持当前的生产活动,制约企业的创新发展。因此,环

境规制可能通过对研发投入的挤出效应,抑制企业进行技术创新。

综上所述,环境规制对制造业技术创新既有促进作用,又有抑制作用,其净效应取决于两种力量的对比。

三、计量模型的建立、变量说明与数据来源

1. 计量模型的建立

Griliches-Jaffe 知识生产函数是分析创新产出较为常用的经验模型,基于 Griliches-Jaffe 知识生产函数,并对其进行进一步拓展,将技术创新产出的计量模型设定如下:

$$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}, E_{it}, Z_{it}) \quad (1)$$

其中, Y_{it} 表示第 i 个行业第 t 年的创新产出, f 为知识生产函数, K_{it}, L_{it} 分别表示第 i 个行业第 t 年的研发经费和研发人员投入, E 表示环境规制强度, Z 表示影响创新产出的其它重要因素。在既有研究的基础上,主要考虑以下控制变量:行业规模 (S) 和外商直接投资 (F)。考虑到估计的可靠性, f 取为柯布—道格拉斯知识生产函数,同时两边取对数即可以建立如下面板模型:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln E_{it} + \beta_4 \ln S_{it} + \beta_5 \ln F_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, α 表示常数项, β 表示各变量系数, ε 表示残差项。

2. 变量说明与数据来源

考虑到统计口径的一致性和数据的可得性,选取时间跨度为 2006—2011 年,数据来源为《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》及《中国环境统计年鉴》。主要变量的说明如下:

①技术创新 (Y)。选用分行业专利申请数 (P) 和分行业产业新产品产值 (N) 表示。

②环境规制 (E): 借鉴 Zugravu 等^[22-24]的做法,选取分行业工业废水排放达标率、工业二氧化硫去除率及工业固体废弃物综合利用效率来测算环境规制强度综合指标。

③研发经费投入 (K): 研发经费投入一方面贯穿于企业自主创新活动的整个周期,不论是技术创新的开展还是技术创新的转化,都需要大量资金的支持;另一方面,企业可以购买、转化先进的技术,进而提高整个企业乃至整个行业的技术创新水平。参照李婧^[25]的做法,采用永续盘存法核算研发经费投入。

④研发人员投入 (L): 研发人员是影响技术创新的重要因素,一般来说,研发人员越多,能力越强,行业创新水平也就越高,采用研发人员折合全时当

量作为研发人员投入的代理变量。

⑤行业规模 (S)。行业规模是影响行业技术创新的重要因素。一般而言,行业规模的扩大,使得行业能获得规模经济,有利于技术创新的推广和转移。同时规模较大的行业能更好地整合各地区和本行业的资源,便于技术创新活动的开展。借鉴蒋伏心等的做法,选择行业总产值作为行业规模的代理指标。

⑥外商直接投资 (F)。外商直接投资能从多个途径影响我国的技术创新:外商直接在中国建立研发中心,带动中国的技术创新;外商在中国开设公司,加剧国内的竞争,间接推动中国的技术创新;外商直接投资能带来优秀的人才和充足的资金,便于行业开展技术创新活动。本文以实际利用外资额来衡量外商直接投资。

四、实证研究结果与分析

1. 制造业整体的回归结果分析

为了得出较为稳健的结论,采用固定效应 (FE)、随机效应 (RE)、可行的广义最小二乘法 (FGLS) 对模型进行估计。分析软件选用 stata12.0, 回归结果见表 1。

表 1 中方程 1、方程 2 和方程 3 的被解释变量是专利申请数 P , 依次是固定效应 (FE)、随机效应 (RE)、可行的广义最小二乘法 (FGLS) 的估计结果。方程 4、方程 5 和方程 6 的被解释变量是新产品产值 N , 依次是固定效应 (FE)、随机效应 (RE)、可行的广义最小二乘法 (FGLS) 的估计结果。根据 Hausman 检验,对于被解释变量 P 和 N , P 值均大于 0.05, 则选用随机效应。同时随机效应和可行的广义最小二乘法的估计系数符号相同,只是系数大小和显著性水平上有所变化,这说明模型的估计结果较为稳健。鉴于可行的广义最小二乘法在一定程度上消除了可能存在的异方差性和序列相关性,因此根据可行的广义最小二乘法的回归结果进行下述的分析和讨论。

方程 3 和方程 6 的估计结果显示,环境规制对专利申请量和新产品产值的影响没有通过显著性检验,这表明现阶段中国环境规制对制造业技术创新并没有产生显著的推动作用,这说明“波特假说”在中国并没有得到验证。可能的原因有以下两个方面:一是环境规制对技术创新的影响,既有遵循成本效应,又有创新补偿效应,而这两种效应的发挥会随着行业技术水平、污染程度、能源消耗、市场规模的不同而不同,从而带来环境规制影响技术创新的行业异质性。二是环境规制对技术创新的影响还受到环境规制政策质量、强度和形式的影响,由于不同环

境规制政策工具的功能和特点不同,使得其对技术创新影响的遵循成本效应和创新补偿效应存在显著差异,从而带来环境规制影响技术创新的政策异质性,这种行业异质性和政策异质性使得环境规制对制造业整体技术创新的影响效应不显著。

从控制变量来看,研发经费投入和研发人员投入的系数均为正且通过了1%的显著性检验,这说明科研经费投入和研发人员投入是推动制造业技术创新的主要因素,这与理论预期相一致。外商直接投资的系数没有通过显著性检验,说明外商直接投资对中国制造业技术创新的影响作用不明显,这意味着外商直接投资的知识和技术溢出效应不显著。行业规模的系数为正且通过了1%的显著性检验,说明行业规模对技术创新具有显著的促进作用,与理论预期相一致,这主要是因为行业规模越大,企业更易于获得规模效应和集聚效应,一方面可以降低

企业的生产成本和创新成本,另一方面有益于获得周围企业知识和技术的空间外溢,从而有利于企业技术创新。

2. 制造业分行业的回归结果分析

由于环境规制对技术创新影响的显著性水平与行业污染程度密切相关,因此,参考沈能的做法,按照行业污染强度的大小,将制造业行业划分为污染密集型行业和清洁生产型行业,进而利用可行的广义最小二乘法(FGLS)进行回归分析,估计结果见表2。

由表2可以发现,环境规制对污染密集型行业技术创新具有显著的推动作用,而对清洁生产型行业技术创新的影响作用不显著,这说明环境规制对技术创新的影响效应存在行业异质性。可能的原因是行业污染程度越高,环境规制对行业生产行为施加的约束条件也相对越多,环境遵循成本也相对越高,此时,污染密集型企业唯有通过技术创新以提高

表1 制造业整体的回归结果

被解释变量	专利申请数(P)			新产品产值(N)		
	方程1(FE)	方程2(RE)	方程3(FGLS)	方程4(FE)	方程5(RE)	方程6(FGLS)
lnE	0.4317** [2.07]	0.3528 [1.40]	0.2485 [0.82]	0.0473* [1.75]	0.0422 [0.34]	0.0535 [0.29]
lnK	0.8275*** [3.51]	1.0641*** [8.72]	1.2368*** [13.29]	0.7632*** [2.97]	0.6061*** [6.26]	0.7106*** [8.53]
lnL	0.4418*** [5.21]	0.5786*** [7.43]	0.6042*** [8.63]	0.3544*** [4.56]	0.5169*** [6.90]	0.5657*** [8.08]
lnS	0.2137*** [3.58]	0.1942*** [3.36]	0.1514** [2.27]	0.1352*** [3.64]	0.1025*** [5.34]	0.1329*** [5.98]
lnF	-0.1864 [-1.17]	-0.1236 [-0.65]	-0.1574 [-1.07]	-0.0371 [-0.19]	-0.1258 [-0.57]	-0.0973 [-0.82]
常数项	-3.1827 [-1.29]	-5.4832*** [-5.97]	-7.2843*** [-8.29]	-1.1206 [-1.04]	-4.2781*** [-6.33]	-6.3065*** [-7.67]
R ²	0.7528	0.8146	0.8372	0.7345	0.7694	0.7826

注:系数下方的值是t值,***、**、*分别表示通过了1%、5%和10%的显著性检验。

表2 制造业分行业的回归结果

行业变量	污染密集型行业		清洁生产型行业	
	P	N	P	N
lnE	0.0613*** [3.85]	0.0572*** [4.28]	0.2316 [0.59]	0.2028 [0.64]
lnK	1.2157*** [16.08]	1.1064*** [14.96]	1.5281*** [17.84]	1.6246*** [18.50]
lnL	0.6437*** [8.86]	0.6761*** [9.26]	0.7274*** [10.25]	0.7493*** [9.58]
lnS	0.1326*** [4.67]	0.1152*** [4.94]	0.1753*** [3.28]	0.1529*** [3.50]
lnF	-0.2061*** [-4.92]	-0.1785*** [-4.26]	-0.2743 [-1.05]	-0.2391 [-0.74]
常数项	-6.1398*** [-6.38]	-5.2164*** [-7.94]	-7.0264*** [-8.37]	-5.7237*** [-7.72]
R ²	0.8259	0.8348	0.7826	0.7935

注:系数下方的值是t值,***、**、*分别表示通过了1%、5%和10%的显著性检验。

能源效率和劳动生产率,才能弥补高昂的环境成本,并在此基础上获取更高利润。而行业污染程度越低,环境规制对行业生产行为的影响效应越不明显,此时,清洁生产型企业在发展过程中并不十分看重环境规制的影响,从而使得环境规制对其技术创新的影响作用不显著。这一实证结果既验证了环境规制影响技术创新的行业异质性,也证实了“波特假说”成立的条件性。从控制变量来看,外商直接投资对污染密集型行业技术创新具有显著的抑制作用,这在一定程度上验证了“污染天堂假说”,这可能是因为外商直接投资在中国制造业的投资结构仍以低技术污染密集型产业为主,不仅没有带来显著的知识和技术外溢,还带来了环境的严重污染和能源的较大损耗。

3. 内生性检验

由于环境规制与技术创新之间存在内生关系,使得模型估计过程中有可能存在内生性问题,因此,采用动态计量模型进行内生性检验。动态计量模型的估计方法主要有两种:差分广义矩估计方法(差分 GMM 方法)和系统广义矩估计方法(系统 GMM 方法)。由于差分 GMM 方法在估计过程中存在弱工具变量的问题,从而可能存在严重的有限样本偏误。而系统 GMM 方法能够更加充分的利用样本信息,使得有限样本偏误显著降低。因此,采用系统 GMM 方法估计上述动态计量模型,以克服变量内生性问题和有限样本偏误问题,估计结果见表 3。

由表 3 可以发现,制造业技术创新一阶滞后项的系数为正且通过了 1% 的显著性检验,这说明制

造业技术创新存在动态效应,即制造业技术创新会显著依赖于前期的技术积累。同时,清洁生产型行业的前期滞后项系数远远大于污染密集型行业的前期滞后项系数,这可能是因为清洁生产性行业较多涉及高技术行业,而行业技术水平越高,其技术创新对前期的人力资本积累和技术积累的依赖性越强。通过纳入前期滞后项较好解决内生性问题之后,表 3 的估计结果与前面的估计结果相比,除了变量系数大小有所变化之外,系数符号和显著性水平并无明显改变,这说明模型的估计结果较为稳健。

五、结 语

利用中国制造业行业面板数据研究了环境规制对技术创新的影响,研究结论表明:从制造业整体来看,环境规制对制造业技术创新的影响作用不显著;但进一步分行业来看,环境规制对制造业技术创新的影响存在行业异质性,环境规制有利于污染密集型行业技术创新,但对清洁生产型行业技术创新的促进作用不显著。从控制变量来看,研发经费投入和研发人员投入是推动制造业技术创新的主要因素。据此提出以下建议:

第一,应根据各行业的实际情况,制定不同形式的环境规制政策。对于低耗能、高产值的清洁生产型行业,应采用市场激励性环境规制政策,利用市场传导机制进一步促进其产值的释放和专利申请数量的增加,从而逐步调整现有的行业结构,推动中国制造业技术创新能力的发展。对于高耗能、高污染的能源密集型行业,应采用命令控制型环境规制政策,

表 3 内生性检验的回归结果

行业 变量	制造业整体		污染密集型行业		清洁生产型行业	
	P	N	P	N	P	N
前期滞后项	0.136 2*** [5.36]	0.129 5*** [5.62]	0.065 4*** [4.64]	0.073 4*** [4.95]	0.196 5*** [6.72]	0.203 4*** [6.21]
lnE	0.182 7 [0.94]	0.086 3 [0.47]	0.049 5*** [4.21]	0.051 7*** [4.42]	0.213 5 [0.64]	0.223 8 [0.78]
lnK	1.196 2*** [15.85]	0.794 3*** [10.54]	1.207 1*** [13.68]	1.028 3*** [11.27]	1.925 6*** [19.37]	1.882 6*** [18.02]
lnL	0.581 5*** [7.24]	0.562 7*** [8.04]	0.408 2*** [6.71]	0.426 9*** [7.36]	0.528 0*** [8.22]	0.557 3*** [8.87]
lnS	0.184 3*** [2.92]	0.115 0*** [3.58]	0.367 4*** [4.28]	0.303 6*** [4.85]	0.084 6*** [2.76]	0.055 4*** [2.85]
lnF	-0.181 5 [-0.72]	-0.146 5 [-0.87]	-0.235 1*** [-4.64]	-0.192 7*** [-3.69]	-0.253 2 [-0.78]	-0.218 2 [-0.56]
常数项	-6.384 2*** [-7.93]	-4.259 3*** [-6.86]	-5.943 7*** [-7.16]	-5.253 7*** [-6.49]	-6.152 4*** [-8.96]	-4.834 8*** [-7.42]
R ²	0.835 9	0.796 4	0.824 7	0.813 4	0.802 8	0.822 6

注:系数下方的值是 t 值,***、**、* 分别表示通过了 1%、5% 和 10% 的显著性检验。

在限制污染物排放总量的前提下,通过环境规制的倒逼机制推动制造业技术创新。

第二,不断增加制造业的科研经费投入,推动制造业技术创新由量变到质变发展。在制造业技术创新和转型升级过程中,政府和企业必须不断加大科研经费投入,增强对科研经费使用的过程管理,大力支持基础创新和原始创新,促使科研经费真正用到实处。同时要加强知识产权保护和技术创新激励,采用财税政策提高制造业企业对创新研发的积极性。

参考文献:

- [1] WAGNER M. On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: evidence from German manufacturing firms [J]. *Research Policy*, 2007, 36(10): 1587-1602.
- [2] CHINTRAKARN P. Environmental regulation and U. S. Stata's technical inefficiency [J]. *Economics letters*, 2008, 100(3): 363-365.
- [3] KEMP R, PONTOGLIO S. The innovation effects of environmental policy instruments: a typical case of the blind men and the elephant [J]. *Ecological Economics*, 2011, 72(1): 28-36.
- [4] 王鹏,郭永芹. 环境规制对我国中部地区技术创新能力影响的实证研究 [J]. *经济问题探索*, 2013(1): 72-76.
- [5] LANJOUW J O, MODY A. Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology [J]. *Research Policy*, 1996, 25(4): 549-571.
- [6] 赵红. 环境规制对中国产业技术创新的影响 [J]. *经济管理*, 2007, 29(21): 57-61.
- [7] 李阳,党兴华,韩先锋,等. 环境规制对技术创新长短期影响的异质性效应:基于价值链视角的两阶段分析 [J]. *科学学研究*, 2014(6): 937-949.
- [8] 颀茂华,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, 17(6): 106-113.
- [9] RUBASHKINA Y, GALEOTTI M, VERDOLINI E. Environmental regulation and competitiveness: empirical evidence on the porter hypothesis from European manufacturing sectors [J]. *Energy Policy*, 2015, 83(8): 288-300.
- [10] 蒋为. 环境规制是否影响了中国制造业企业研发创新? 基于微观数据的实证研究 [J]. *财经研究*, 2015, 41(2): 76-87.
- [11] 沈能,刘凤朝. 高强度的环境规制真能促进技术创新吗? 基于“波特假说”的再检验 [J]. *中国软科学*, 2012(4): 49-59.
- [12] 沈能. 环境规制对区域技术创新影响的门槛效应 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(6): 12-16.
- [13] 蒋伏心,王竹君,白俊红. 环境规制对技术创新影响的双重效应:基于江苏制造业动态面板数据的实证研究 [J]. *中国工业经济*, 2013(7): 44-55.
- [14] 蒋伏心,纪越,白俊红. 环境规制强度与工业企业生产技术进步之关系:基于门槛回归的实证研究 [J]. *现代经济探讨*, 2014(11): 39-43.
- [15] 刘伟,薛景. 环境规制与技术创新:来自中国省际工业行业的经验证据 [J]. *宏观经济研究*, 2015(10): 72-80.
- [16] 臧传琴,张菡. 环境规制技术创新效应的空间差异:基于 2000—2013 年中国面板数据的实证分析 [J]. *宏观经济研究*, 2015(11): 72-83.
- [17] 江珂,卢现祥. 环境规制与技术创新:基于中国 1997—2007 年省际面板数据分析 [J]. *科研管理*, 2011, 32(7): 60-66.
- [18] 童伟伟,张建民. 环境规制能促进技术创新吗? 基于中国制造业企业数据的再检验 [J]. *财经科学*, 2012(11): 66-74.
- [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, 25(6): 72-81.
- [20] 魏楚,黄磊,沈满洪. 鱼与熊掌可兼得吗? 对我国环境管制波特假说的检验 [J]. *世界经济文汇*, 2015(1): 80-98.
- [21] PORTER M E, LINDE C. Toward a new conception of the environment competitiveness relationship [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995(9): 97-118.
- [22] NATALIA Z, SONIA B K. The pollution haven hypothesis: a geographic economy model in comparative study [J]. *Ssrn Electronic Journal*, 2008(73): 1-29.
- [23] 李玲,陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择:基于绿色全要素生产率的视角 [J]. *中国工业经济*, 2012(5): 70-82.
- [24] 李斌,彭星,欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变:基于 36 个工业行业数据的实证研究 [J]. *中国工业经济*, 2013(4): 56-68.
- [25] 李婧,谭清美,白俊红. 中国区域创新生产的空间计量分析:基于静态与动态空间面板模型的实证研究 [J]. *管理世界*, 2010(7): 43-65.