

文章编号:1674-8107(2021)01-0058-13

财政分权能改善工业企业绿色创新效率吗?

乔美华

(1.聊城大学商学院,山东 聊城 252000;2.聊城发展研究院,山东 聊城 252000)

摘要:基于 2007-2016 年省区面板数据,采用改进的非角度、非径向的 Super-SBM 模型评估在环境约束下我国省区工业企业绿色创新效率;构建门槛模型,实证分析财政分权水平对其产生的影响。研究表明:Super-SBM 模型度量的工业企业绿色创新效率还存在很大的提升空间,八大经济区域工业企业绿色创新效率存在地域差异;门槛模型检验显示出财政分权水平对工业企业绿色创新效率具有双重门槛效应,且正向溢出效应随着门槛值变大而减弱,控制变量产业集聚、产业结构、劳动者素质对工业企业绿色创新效率产生显著正向影响,而外商投资和企业规模对其产生显著负向影响。

关键词:财政分权;绿色创新效率;门槛效应;Super-SBM 模型

中图分类号: F270

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8107.2021.01.008

十九大报告指出我国要“加快生态文明体制改革,建设美丽中国”,并“推进绿色发展”,促进经济效率不断提高,同时实行严格的生态环境保护制度。这对提升绿色创新效率和绿色发展效率具有重大指导作用。绿色发展效率是在经济中考虑资源环境约束,对经济效率的测算中加入资源投入与环境污染产出,在节约资源、保护环境的同时,实现经济又好又快发展。发展绿色经济自然离不开绿色创新,引入生态创新理念,突破传统技术创新的瓶颈,将技术创新引导到资源、经济、环境和社会绿色可持续循环的良性发展方向上,这是我国绿色经济发展模式的首要需求^[1]。创新是国家经济发展的灵魂,而绿色创新已逐渐成为企业保护环境的必要前提下赢得竞争优势的必然选择。工业企业是技术创新的主要载体,其技术创新效率水平直接关系到所在产业的技术创新水平,甚至整个区域、国家的技术创新水平^[2]。工业企业的创新行为是驱动区域经济持续增长的动力之一,是实现新旧动能转换的重要手段。推动工业企

业技术创新既是企业竞争战略,也是当前国家发展的重要战略^[3]。

自 1994 年我国实施分税制改革以来,逐步建立了与我国市场经济体制相适应的财税体制。分税制的改革有效增强了中央政府的宏观调控能力,又激励了地方政府发展区域经济的积极性。事实表明,财政分权的调整能够改变地方政府的行为决策。那么,工业企业技术绿色创新效率是否受到了财政分权的影响呢?一方面,为了获得个人职业升迁和提升本地经济增长的绩效,地方政府可能会倾向于投入那些投入少、回报快并且风险低的基础建设项目,而不愿投资投入相对较大、周期长,并且风险高的技术创新项目。这种中国式分权和“唯 GDP”论的背景下,对于工业企业技术创新活动而言,势必会产生不利影响。另一方面,在国家政府要求全面实施创新驱动的发展战略背景下,中央政府对地方政府的技术创新活动提出了相应的刚性指标要求,地方政府和官员为获取政绩和追求晋升,会利用掌握的资源 and 权利激励辖

收稿日期:2020-09-15

基金项目:国家社科基金项目“环境规制驱动城市经济高质量发展的机制与路径研究”(项目编号:19BJY071)。

作者简介:乔美华(1977-),女,山东成武人,副教授,博士,主要从事技术创新与区域经济发展研究。

区内企业加强科研创新力度,这可能推动各地方政府在技术创新的层面上开展竞争。那么,这种分权体制的环境条件下,地方工业企业技术创新是如何受到财政分权的影响呢?这一问题的回答,对完善中国财政体制改革、促进创新战略实施而言都具有重要的参考意义。

据此,本文试图探索研究财政分权对我国工业企业绿色创新效率的影响机制。全文的结构安排如下:首先是文献回顾;第二部分是基于 Super-SBM 模型的我国工业企业绿色创新效率的度量;第三部分是利用核密度估计分析工业企业绿色创新效率的动态变化;第四部分是利用门槛面板模型考察财政分权对工业企业绿色创新效率作用机制;最后一部分为全文总结。

一、文献回顾

国内鲜有学者研究内容涉及财政分权与工业企业绿色创新关系。本文通过整理有关绿色创新、财政分权对创新效率影响文献的思路,探寻财政分权是否对工业企业绿色创新具有门槛效应以及对其产生何种影响。

绿色创新通常被称为“可持续创新”、“环境驱动型创新”或“环境创新”等等^[4]。至今,学术界还未能给出一个广为接受的绿色创新定义^[5]。Norberg-Bohm 等学者认为绿色创新就是降低污染给环境带来的影响。Kemp 和 Foxon^[6]明确指出在创新过程中,无意识产生和有意识地追求的环境收益都包含在绿色创新收益中。应瑞瑶和周力^[7]提出绿色创新是能够促进能源—经济—环境系统创新性活动。国内学者对“绿色创新”的定量研究开始较晚。毕克新等^[8]研究发现对于制造业绿色创新系统绿色创新资源的各要素资源投入、FDI 流入具有促进作用。钱丽等^[9]在共同前沿理论的基础上,运用规模报酬不变和可变的 DEA 模型测度分析企业绿色科技研发、成果转化效率以及区域间的技术差距。殷群和程月^[10]利用带有非期望产出的 SBM 模型计算我国各区域的绿色创新效率,研究发现:各地区的绿色创新效率值呈上升趋势。刘明广^[11]通过融合 SBM 模型、超效率 DEA 模型、共同前沿函数法以及 DEA 视窗分析模型的方法,构建我国区域绿色创新效率评价的组合 DEA 模型,并开展实证研究。刘章生等^[12]

基于全局 SBM 方向距离函数和全局 Malmquist-Luenberger 指数(GML 指数)对省际绿色创新能力进行测算,研究发现中国绿色创新 GML 指数整体上呈现增长的趋势。肖黎明等^[13]使用基于超越对数和产出距离函数改进后的随机前沿模型(SFA)测度省份绿色创新效率;李晓阳等^[14]基于 SBM-DEA 三阶段方法,评估中国省级区域的工业绿色创新效率,比较分析中国省级区域工业绿色创新效率的现状,提出促进经济转型和产业结构优化升级,建立绿色创新的软环境,推进财政分权改革能够有效提高中国工业绿色创新效率。

自熊彼特提出创新理论以来,财政分权对创新的激励逐步成为学术界关注的热点问题。国内学者解维敏^[15]指出,在财政分权与基于 GDP 增长的官员考核机制的条件下,在任期内,各地方政府官员对政绩和经济利益的诉求,致使地方政府利用控制的资源或手中的权力积极干涉辖区企业经营行为。顾元媛和沈坤荣^[16]研究指出,政府对企业的 R&D 补贴显著降低的原因是传统以 GDP 为考核标准的晋升竞争。赵文哲^[17]认为分权指标选取的不同使得财政分权对前沿技术进步和技术效率的影响也有所不同。周克清^[18]研究表明,财政分权能使地方财政科技投入水平得到提高,表明科技创新具有经济性公共物品的属性,且属于生产性支出的范畴。周彬和郭娟^[19]指出地方财政分权度增加可以促进地方政府增加科技投入。而白俊红和戴玮^[20]认为财政分权收入角度下抑制政府的科技投入,而支出角度下的财政分权却产生显著的正向作用。蔡晓慧和茹玉骢^[21]论证了企业技术创新受到地方政府基础设施投资影响的内在逻辑机制。卞元超和白俊红^[22]认为财政分权体制促进了技术创新活动的开展及其效率提升。赵凯等^[23]指出政府 R&D 补贴仅能提高本地技术进步增长率。王春元^[24]指出财政分权和政府 R&D 投资存在理论上的最佳值,创新水平则会受到最佳值偏离的影响。陈雨柯^[25]指出企业社会责任与强制型环境规制驱使企业将研发资金转向环保创新,但财政分权会弱化这一影响。辛冲冲和陈志勇^[26]研究发现,收入分权和支出分权都抑制了地方政府对科技的投资热情,地方政府竞争则对其产生了促进作用。

以上研究成果丰富了我们对绿色创新理念以及财政分权与工业企业创新效率关系的认识,但财政分权与工业企业创新效率关系研究结论的多样性也说明两者之间关系是复杂的。因此,本文围绕环境约束下的研究测度工业企业创新效率,并探悉财政分权是否与其存在非线性关系。文章的可能创新点主要体现在:第一,以往关于工业企业的创新效率,大多是使用传统的 DEA 模型,没有考虑到环境约束;目前,从绿色创新内涵出发,利用 Super-SBM 模型纳入环境污染因素分析我国工业企业绿色创新效率的相关文献并不多,存在较大研究空间。第二,观察到财政分权对工业企业绿色创新的影响可能不是简单的线性关系,存在门槛效应,具有非线性特征;只有当财政分权达到一定门槛值后才能对工业企业绿色创新效率产生显著促进影响,而超过一定门槛值,财政分权对效率影响会逐步提高,这也将在下文的实证研究中进行检验。

二、工业企业绿色创新效率

(一)超效率 SBM 模型

传统 DEA 模型的本质是属于角度和径向的 DEA 度量方法,在评价决策单元效率时,期望决策单元的产出越高越好,投入则越小越好,这便是通常所认为的期望投入产出。这种方法会导致投入要素“松弛”或者“拥挤”的问题,当有产出或者投入的“非零松弛”情况出现时,决策单元的效率值较容易被高估。为克服角度和径向 DEA 模型的缺点,考虑到生产活动中涉及期望产出和非期望产出,构建了非角度、非径向的 SBM 模型,此模型由 Tone 提出,其构成如下:

假设生产系统有 n 个决策单元,每个决策单元均存在三个向量,这三个向量分别是 $x \in R^m$ 、 $y^g \in R^{S_1}$ 、 $y^b \in R^{S_2}$,可定义矩阵形 X 、 Y^g 、 Y^b 如下:

$$\begin{aligned} X &= [x_1, x_n] \in R^{m \times n} > 0 \\ Y^g &= [y_1^g, y_2^g] \in R^{S_1 \times n} > 0 \\ Y^b &= [y_1^b, y_2^b] \in R^{S_2 \times n} > 0 \end{aligned} \quad (1)$$

考虑非期望产出的 SBM 模型如下:

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{S_r^g}{y_{r0}} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{S_l^b}{y_{l0}} \right)} \quad (2)$$

$$s.t. x_0 = X\lambda + s^-, y_0^g = Y^g\lambda - s^g, y_0^b = Y^b\lambda + s^b$$

$$s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \lambda \geq 0$$

非期望产出、期望产出和投入的松弛量在式中分别用 s^b 、 s^g 、 s^- 表示;权重向量用 λ 表示;目标效率值用 ρ 表示,其取值范围是 $[0, 1]$,且关于 s^b 、 s^g 和 s^- 严格单调递减;当取 s^b 、 s^g 和 s^- 的值均为 0,即 $\rho=1$ 时,表明决策单元是有效的,当 $\rho < 1$ 时,则表明决策单元无效,允许在投入产出上进行适当改进。

但考虑到非期望产出的 SBM 模型在决策单元使用时可能会出现多个决策单元同时有效的情况,不利于评价决策单元,因此,本文运用考虑非期望产出的 Super-SBM 模型评价工业企业绿色创新效率。参考 Tone^[27]和 Hong Li^[28]等的做法,一个排除决策单元 (x_0, y_0) 的有限生产可能性集为:

$$\begin{aligned} P(x_0, y_0) = \left\{ (x, y) \mid x \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j, y \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j^g, y \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j^b, y \geq 0, \lambda \geq 0 \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

考虑非期望产生的 Super-SBM 模型的公式规划形式为:

$$\begin{aligned} \rho^* = \min \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{x_i^-}{x_{i0}}}{\frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{y_r}{y_{r0}^g} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{y_l}{y_{l0}^g} \right)} \\ s.t. x \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j, y \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^g \\ y \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j^b, x \geq x_0, y \leq y_0^g, y \leq y_0^b \end{aligned} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j = 1, y \geq 0, \lambda \geq 0$$

式中 ρ^* 表示目标效率。

(二)效率测度指标选择

低投入、少污染、高产出来是工业生产的相对理想状态。但在实际的工业生产创新活动中,在有好产出的生产(期望产出)的同时,也增加了工业固体废物、废水和废气等各种工业污染物的排放。采用超效率 SBM 模型分析工业企业绿色创新效率,确定投入、产出具体指标如下。

绿色创新常被称为“可持续创新”或“环境驱动型创新”等,对绿色创新的定义,学术界尚未能达成一致意见,主要包含以下三种观点:一是认为绿色创新相当于环境绩效或环境创新的改善,第二种观点是把绿色创新作为环境绩效引入,还有一种观点认为降低对环境不利影响的创新同样是绿色创新。但无论哪种定义,均可以看出,在减少污染排放、节约资源等方面,绿色创新占据先导地位。

投入指标。因为绿色发展是建立在科技创新基础之上,解决日渐突出的环境和能源问题的根本出路是科学技术。绿色创新主要是在自主创新或研发创新的基础上,知识的产生是上述两种创新模式主要涉及的方面,且需要素质较高的投入资源^[29]。本文中,工业企业绿色创新的财力资源(资金)投入选择R&D资本存量来表示。根据Suzuki、Goto、Griliches和吴延兵等人的研究,创新产出不仅仅受当期研发经费支出的影响,同时也受过去积累的研发资本存量影响,因此本文采用永续盘存法进行估算^①。R&D活动人员折合全时当量^②作为人力资源投入,尽量让研究结果贴近真实,韩晶^[30]的研究均采用这两项指标作为工业企业绿色创新投入指标。

产出指标。度量工业企业绿色创新的产出时,考虑绿色创新的内涵体现在提高人类健康生活质量的社会效益基础之上,还需获得潜在利润的经济效益和提升自然环境的生态效益。本文基于“绿色环保、节约资源、经济增长”的视角,在选择工业企业绿色创新产出指标时,将产出变量分为期望产出变量和非期望产出变量。期望产出变量,企业绿色创新的资源效益产出用发明专利申请数来衡量,如应瑞瑶^[31]、韩晶^[30]、冯志军^[32]的研究。发明专利被广泛使用来表征创新产出,是因为其具有技术含量高、市场认可度高、新颖性高等优质

特点。专利申请数中,发明专利申请数指标较为客观,能体现企业绿色创新知识产出水平,选择新产品销售收入作为衡量工业企业绿色创新经济收益,如冯志军^[32]、宋马林^[33]等的研究。绿色发展的核心应是节能减排。目前,我国的一些因素如能源结构、社会发展、经济结构都决定实现绿色创新、产业转型必须要以节能减排为核心。作为国民经济主要组成部分的工业企业推行绿色创新所带来的综合效益备受瞩目,其理想的效果是能达到社会、环境和经济效益三者兼顾。现阶段,工业企业绿色创新能带来的效益主要体现在减少环境污染、降低能源消耗和提高研发效率所做的贡献。本文研究我国工业企业绿色创新效率,选择工业固体废物排放量、工业废水排放总量作为非期望产出变量,来衡量工业企业绿色创新引发的环境效应。

本文选取数据样本为我国30个省、市和自治区(西藏由于数据缺失),时间区间为2007-2016年。国务院发展研究中心在2005年发表公告表明我国所沿袭的东部、中部和西部区域划分方法已经不符合现实状况,在“十一五”期间将我国内地划分为四大板块,即东部、中部、西部和东北,并提出将四大板块具体划分为八大综合经济区^③。本研究中将以往传统的东中西部粗略划分,采用八大综合经济区域划分我国30个省区的方法代替。投入指标中,研发人员全时当量和研发经费取自2007-2016年《中国科技统计年鉴》,能源消费总量取自2007-2016年《中国能源统计年鉴》;产出指标中,工业固体废物排放总量和工业废水排放总量取自2007-2016年《中国统计年鉴》;发明专利申请数取自2007-2016年《中国科技统计年鉴》。

(三)工业企业绿色创新效率测度

本文运用投入导向的超效率SBM模型计算我国30个省区2007-2016年历年的绿色创新效

^① $kt=(1-r)kt-1+rdt$, kt , $kt-1$ 分别为 t , $t-1$ 期研发资本存量, r 为当期实际研发经费支出。当期实际研发支出依据当期名义研发支出除以研发价格指数得到。研发价格指数采用朱平芳的做法,由固定资产投资价格指数和消费物价指数进行加权平均处理后得到,其中消费物价指数权重为 0.55,固定资产投资价格指数权重为 0.45,研发资本折旧率为 15%,基期研发资本存量计算如下: $k_0=rd_0(g+)$, g 为样本期间研发经费支出平均增长率。

^②R&D 活动人员折合全时当量是指在报告年内,实际从事科技活动人员(工作时间占制度工作时间 90%以上)中从事基础研究应用研究和试验发展三类活动的人员(包括直接参加上述三类项目活动的人员及这三类项目的管理和服务人员)的工作时间与 R&D 活动人员中工作时间不到制度工作时间 90%的人员工作时间所折合的全时工作时的总和。

^③东北综合经济区:辽宁、吉林和黑龙江;北部沿海综合经济区:北京、天津、河北和山东;东部沿海综合经济区:上海、江苏和浙江;南部沿海经济区:福建、广东和海南;黄河中游综合经济区:陕西、山西、河南和内蒙古;长江中游综合经济区:湖北、湖南、江西和安徽;大西南综合经济区:云南、贵州、四川、重庆和广西;大西北经济综合区:甘肃、青海、宁夏和新疆。

表 1 2007-2016 年各省区工业企业绿色创新效率

地区	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值
北京	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
天津	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
河北	0.3339	0.3018	0.2124	0.1746	0.1853	0.2436	0.3519	0.3972	0.4010	0.4138	0.3016
山东	0.4610	0.4272	0.3662	0.3460	0.3462	0.4171	0.4775	0.4924	0.4874	0.4875	0.4309
北部沿海	0.6987	0.6822	0.6446	0.6301	0.6329	0.6652	0.7073	0.7224	0.7221	0.7253	0.6831
辽宁	0.3834	0.3347	0.3191	0.3675	0.3091	0.3444	0.4490	0.4747	0.5440	0.5600	0.4086
吉林	1.2982	1.0005	0.4321	0.3759	0.3366	0.3667	0.2633	0.6300	0.6791	1.1455	0.6528
黑龙江	0.2923	0.2268	0.2095	0.2005	0.3373	0.4230	0.3514	0.3300	0.3423	0.3000	0.3013
东北地区	0.6580	0.5207	0.3202	0.3146	0.3277	0.3780	0.3546	0.4782	0.5218	0.6685	0.4542
上海	1.2787	1.1254	0.7037	1.0064	1.0000	0.9196	1.0000	1.0000	1.0548	1.0000	1.0089
江苏	1.1016	0.8108	1.0411	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0805	0.7936	0.7920	0.9620
浙江	0.7627	0.7546	0.7119	0.6590	0.6784	0.8155	1.0661	1.0231	1.2193	1.1802	0.8871
东部沿海	1.0477	0.8969	0.8189	0.8885	0.8928	0.9117	1.0220	1.0345	1.0225	0.9907	0.9526
陕西	0.3791	0.3770	0.3850	0.4605	0.4734	0.5125	0.4515	0.3726	0.4230	0.3230	0.4158
山西	0.2280	0.2171	0.1570	0.1698	0.1964	0.2395	0.2417	0.2333	0.2318	0.3097	0.2224
河南	0.3337	0.3094	0.2229	0.2300	0.2315	0.2687	0.4157	0.4542	0.4906	0.4672	0.3424
内蒙古	0.1897	0.1675	0.0989	0.0901	0.1009	0.1170	0.1448	0.1589	0.1723	0.1867	0.1427
黄河中游	0.2826	0.2678	0.2159	0.2376	0.2506	0.2844	0.3134	0.3047	0.3294	0.3217	0.2808
福建	0.6781	0.6205	0.6734	0.6464	0.6729	0.7155	0.7314	0.7538	0.7819	0.7921	0.7066
广东	0.7548	0.7181	0.6774	0.6390	0.6560	0.6903	0.7200	0.7678	0.7331	0.9288	0.7285
海南	1.6809	1.3039	0.6195	0.3828	0.4253	0.3550	0.4405	0.4041	0.3800	0.4807	0.6473
南部沿海	1.0380	0.8808	0.6568	0.5561	0.5847	0.5869	0.6306	0.6419	0.6317	0.7339	0.6941
湖北	0.4829	0.4557	0.3840	0.3346	0.3449	0.4082	0.4684	0.5319	0.5699	0.5843	0.4565
湖南	0.4894	0.4374	1.0000	0.5902	0.3088	0.3971	0.6288	0.7368	0.9254	0.9047	0.6419
江西	0.3261	0.2969	0.1699	0.1936	0.2170	0.3105	0.4476	0.5108	0.5646	0.6981	0.3735
安徽	0.3502	0.3196	0.3146	0.5899	0.4810	0.5598	0.6068	0.6447	0.6871	0.7739	0.5328
长江中游	0.4121	0.3774	0.4671	0.4270	0.3379	0.4189	0.5379	0.6061	0.6868	0.7402	0.5011
云南	0.3725	0.3594	0.3844	0.3306	0.3258	0.3403	0.3398	0.3565	0.3064	0.3203	0.3436
贵州	0.3967	0.3026	0.3002	0.3029	0.4136	0.4506	0.4812	0.5328	0.3524	0.3774	0.3910
四川	0.5451	0.5087	0.5613	1.0128	0.7697	0.6181	0.5415	0.5027	0.5362	0.4961	0.6092
重庆	1.0172	0.8641	0.4533	0.5855	0.6112	0.5990	0.6655	0.8540	1.1313	1.0371	0.7818
广西	0.5261	0.5083	0.2567	0.2131	0.2404	0.3612	0.5947	0.5659	1.0319	1.1131	0.5411
大西南	0.5715	0.5086	0.3912	0.4890	0.4721	0.4738	0.5246	0.5624	0.6716	0.6688	0.5334
甘肃	0.2548	0.2275	0.1848	0.2565	0.2963	0.3715	0.4071	0.4573	0.3965	0.3188	0.3188
青海	0.3094	0.2952	0.1602	0.1689	0.1499	0.1541	0.1570	0.1991	0.4276	0.3611	0.2382
宁夏	0.2194	0.2071	0.1986	0.1158	0.1427	0.2429	0.3856	0.3002	0.3951	0.2767	0.2484
新疆	0.3518	0.2541	0.2674	0.2749	0.3070	0.4122	0.4034	0.5150	0.4853	0.4148	0.3686
大西北	0.2839	0.2460	0.2028	0.2040	0.2240	0.2952	0.3383	0.3679	0.4261	0.3470	0.2935
均值	0.6241	0.5476	0.4647	0.4684	0.4653	0.5018	0.5536	0.5898	0.6265	0.6495	0.5491

注:由于数据缺失,不含西藏、香港、澳门和台湾;由于篇幅限制,均值是 2007-2016 年各区域工业企业绿色创新效率的几何均值。

率,具体结果整理见表 1。

我国 30 个省区工业企业绿色创新效率平均值为 0.5491,总体而言创新效率不高,存在较大的改进空间。至 2012 年,省区工业企业绿色创新效率达到 0.5 以上,随后的几年创新效率均值在不断提高,截止到 2016 年,绿色创新效率值高达 0.6495。这一结果的出现无疑与我国政府在近些年提倡发展绿色循环经济,实施循环经济发展战略以及规划具体的行动计划,将电力、煤炭、钢铁、化学、有色金属和石油石化等工业产业纳入到循环经济体系之中有关。我国工业经济面临着供给和需求双重约束的复杂生存环境,应该在“调结构、稳增长、促改革”的主要方针下,大力鼓励发展绿色工业,注重环境保护,减少能源浪费。

从表 1 和图 1 中观察到,八大经济区工业企业绿色创新效率由高到低为东部沿海(0.9526)、南部沿海(0.6941)、北部沿海(0.6831)、大西南(0.5334)、长江中游(0.5011)、东北地区(0.4542)、大西北(0.2935)、黄河中游(0.2808),其中东部沿海省区的工业企业绿色效率是大西北省区的 3.25 倍,是黄河中游的 3.39 倍。绿色创新效率省区差异显著,这与西北地区和黄河中游经济落后、东部沿海地区经济发达的现实情况相契合。同时,工业企业绿色效率较高的东部沿海和南部沿海地区,经济比其他省区都要发达,而工业企业绿色创新效率处于较低水平的黄河中游和大西北地区经济相对落后。工业企业绿色创新效率在东北地区较低,无疑与其所属工业企业多以重型工业为主有一定的关系,此类工业以能耗高、污染高而著称。随着沿海地区增大环境管制力度、注重生产低污染的绿色产品,将一些不符合省区绿色经济的重工业产业群逐渐向经济落后的大西北、重工业集聚的东北地区转移,无形中促使大西北和东北地区工业企业远离绿色经济的发展轨道,阻碍其绿色创新活动的开展。形成这一局面的可能原因在于,沿海经济发达省区经济发展速度快,更加注重工业绿色转型,将工业发展中心转移到以绿色环保为主要特征的新兴产业上,包括新材料、新能源和生物医药等污染较低的工业;在技术发展层面上,不断提高能效技术和可再生能源技术的使用率,从投入资源的源头上,减少创新活动的能源消耗和污染物的产生、排放。

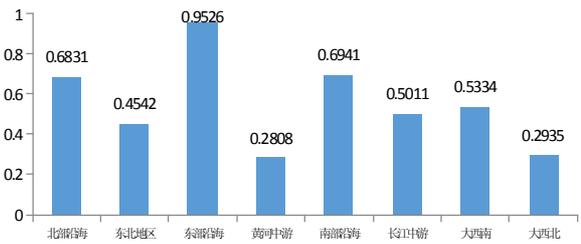


图 1 八大经济区域工业企业绿色创新效率均值柱形图

本文中,使用 Super-SBM 模型能辨析在以上技术效率值达到 1 的省份中,上海的工业企业绿色创新效率最高。相比较而言,绝大部分省区(27 个省区)的工业企业的绿色创新效率均存在不同程度的提升空间。其中,黄河中游的内蒙古和山西、大西北的青海以及宁夏这四个省区工业企业绿色创新效率均值不足 0.3,处于较低效率水平,存在很大的改进空间。

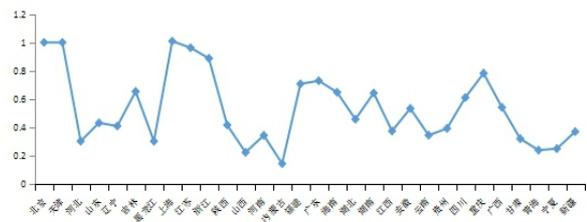


图 2 我国各省区工业企业绿色创新效率均值折线图

三、工业企业绿色创新效率动态演进

为了更加直观清晰地刻画我国工业企业绿色创新效率的动态演进过程,利用核密度估计,分析工业企业绿色创新效率的动态演进特征。核密度估计是非参数估计方法之一,有参数估计无可比拟的优点,以其估计未知的密度函数。核密度估计方法常常用以刻画经济分布运动的变化特征。本文运用核密度估计来探究工业企业绿色创新效率的密度分布形态,假设 $f(x)$ 为随机变量 x 的密度函数,其概率密度函数估计如下所示:

$$f_n(x) = \frac{1}{nh} \sum_{x=1}^n K \frac{x-X_i}{h} \quad (5)$$

$$K(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{X^2}{2}\right) \quad (6)$$

式(5)中观察样本的个数用 n 表示。 h 表示带宽(或称平滑转换参数),其用来掌控密度曲线

的平滑程度,本文选取 silverman 为最佳带宽。 $X_1, X_2 \cdots X_n$ 表示的是独立分布的样本观察值, \bar{x} 表示样本观察值的均值。 $K(\cdot)$ 是核函数,可以用 Epanechnikov 核、Redangle 和 Gaussian 核等形式作为核密度函数的表示形式。本研究在对工业企业绿色创新效率进行估计时选取高斯核函数,核密度函数如式(6)所示,分别描述了 2007 年、2010 年、2013 年、2015 年和 2016 年五个时间截面工业企业绿色创新效率的演进情况如图 3 所示。通过对比分析核密度图的峰度、偏度等信息,从而揭示工业企业绿色创新效率总体形态和空间分布特征。

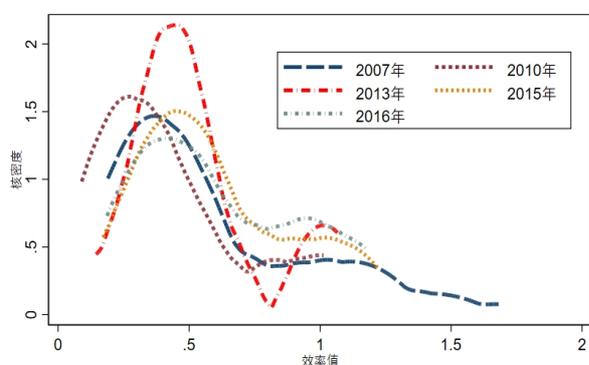


图 3 工业企业绿色创新效率核密度分布图(2007-2016 年)

图 3 为工业企业绿色创新效率核密度分布图,从核密度分布图的曲线形状来看,中国工业企业绿色创新效率呈现显著的偏态分布,经历了从“单峰”到“双峰”,然后再从“双峰”到“单峰”的交替变化。随着时间变化,我国整体工业企业绿色创新效率在提升过程中各省之间距离有先增大后缩小的趋势。但具体而言,2007 年绿色创新效率和密度曲线肥大的右尾延长度大幅缩短,从 2013 年就开始“双峰”特征显著,这种特征一直持续到 2015 年,在 2016 年“双峰”特征逐渐减弱。表明在 2007-2016 年期间中国各省份绿色创新效率呈现两极分化的现象,工业企业绿色创新效率较低的省份提升速度相对加快,绿色创新效率较高的省区提升速度显著减弱;考察期内,绿色创新效率值高的省份和效率值低的省份分别向较高水平的平衡点和较低水平的平衡点收敛。

从密度分布图位置平移情况可以看出,呈现

先“左移”然后“右移”的趋势,较为直观地显示出我国各省工业企业绿色创新效率先微降又增长,然后保持平稳的态势;2007 至 2010 年,绿色创新效率核密度曲线小幅左移,我国工业企业绿色创新效率小幅下降;2010 至 2013 年,核密度曲线大幅右移,工业企业绿色创新效率大幅提升;2013 至 2016 年,我国工业企业创新效率保持平稳,部分得益于我国深化体制机制改革加快创新驱动发展战略的实施。形成激励创新的公平竞争环境是创新驱动发展战略的思路和目的,构建技术创新市场导向机制,改善成果转化激励政策;建立更加高效的科研体系,创新建立培养、用好和吸引人才机制,推动营造深度融合的开放创新局面,加大创新政策统筹协调力度,创新驱动发展战略为提升我国工业企业绿色创新效率提供了有利条件。从密度分布图的波峰变化可以看出,各省份的工业企业绿色创新效率 2007-2016 年出现由“宽峰”“尖峰”“宽峰”的交替演进,且变化显著;2007 年核密度曲线肥大右拖尾,意味着各省区工业企业绿色创新效率的趋异;至 2013 年,核密度曲线“尖峰”特征显著,密度分布曲线由“宽峰”分布逐渐变为“窄峰”分布,表明我国工业企业绿色创新效率值趋于集中,各省差异减小;至 2015 年,“尖峰”特征消失,“宽峰”特征显著,意味着我国工业企业绿色创新效率省际差异加剧。

四、财政分权对工业企业绿色创新效率的门槛特征

(一)门槛模型设定

门槛面板模型的思想是将某一门槛值看成未知变量放入到回归模型之中,构建分段函数,并且进行实证检验和估计。下面,介绍单一门槛模型可以对方法原理进行简要说明。

$$y_{it} = \mu_i + \theta' x_{it} + \beta_1 d_{it} I(g_{it} \leq \gamma) + \beta_2 d_{it} I(g_{it} > \gamma) + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中被解释变量和解释变量分别用 y_{it} 和 d_{it} 表示。 x_{it} 表示一组控制变量, θ 、 g_{it} 、 γ 分别表示相应的系数向量、设定的门槛变量和特定的门槛值。个体效应用 μ_{it} 反映, $I(\cdot)$ 为指标函数, ε_{it} 表示随机干扰项。

为了考察财政分权对工业企业绿色创新效率

①门槛模型中门槛依赖变量和门槛变量可以是同一变量。

是否具有门槛效应,本文借鉴 Hansen(1999)的门槛面板回归模型,构建影响绿色创新效率环境分段函数,分别设定单一门槛模型和双重门槛模型如式(8)、(9),多重门槛以此类推并进行逐一检验。

$$\ln Tech_{it} = \mu_i + \theta_1 \ln human_{it} + \theta_2 \ln industry_{it} + \theta_3 \ln scal_{it} + \theta_4 \ln structure_{it} + \theta_5 \ln ER_{it} + \beta_1 \ln Fiscal_{it} I(Fiscal_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \ln Fiscal_{it} I(Fiscal_{it} > \gamma_1) + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$\ln Tech_{it} = \mu_i + \theta_1 \ln human_{it} + \theta_2 \ln industry_{it} + \theta_3 \ln scal_{it} + \theta_4 \ln structure_{it} + \theta_5 \ln ER_{it} + \beta_1 \ln Fiscal_{it} I(Fiscal_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \ln Fiscal_{it} I(\gamma_1 < Fiscal_{it} \leq \gamma_2) + \beta_3 \ln Fiscal_{it} I(Fiscal_{it} > \gamma_2) + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中 $I(\cdot)$ 表示指示函数,当括号内不等式不成立取值 0,成立取值 1, γ 表示门槛值。

(二) 变量解释

被解释变量。工业企业绿色创新效率(Tech),上文中通过 Super-SBM 模型测算而获得。

门槛变量和门槛依赖变量。财政分权作为门槛依赖变量和门槛变量^①,也是本文的核心变量。我国财政收支管理制度经历了由“集中”→“分散”的变革。1994 年中国施行了分税制改革,将财政包干制的收入分成用税种税率分成代替,这使得地方政府进一步释放经济活力,同时增加了中央财政收入,加强了其对经济社会发展的协调控制能力。目前研究中关于财政分权的测算指标众多,对于如何构建财政分权度,诸多学者的意见尚不统一。目前较为常用的有财政支出指标、财政收入指标以及财政自主度三种。其中,收入指标是用本级人均财政收入与全国人均财政收入的比值度量。财政收入数值越大,意味着地方政府对中央政府的依赖性越小,财政支出度量是用本级人均财政支出与全国人均财政支出的比值。本研究参考张梁梁^[34]等学者的方法,采取财政自主度指标。是以地方政府财政预算内收入与财政预算内支出的比值度量,若比值越大,地方政府自给自足的能力也就更强。

控制变量。根据辛冲冲、卞元超、白俊红和台

航等研究,工业企业创新活动不但与企业资金、企业规模等自身特征相关联,而且受其所处的区域环境因素的影响,同时政府部门的政策方针引导也会对创新活动产生影响。因此,本文设定的影响工业企业省区绿色创新活动的控制变量如下:

劳动者素质(Human)。刘炳泉^[35]认为劳动者素质有助于成果产出阶段效率提升。对于工业企业绿色创新活动而言,所在省区教育水平越高,员工消化吸收先进的创新理念和相应的技术创新能力越强。目前的研究中,经常使用“知识禀赋”、“受教育程度”、“经验积累”和“在校人数”等来区分劳动者素质差异。本研究采用平均受教育年限来衡量指标变量。

产业结构(Structure)。Malerba^[36]认为不同的企业或者产业知识基础、创新过程和投资需求或多或少存在差异,因此企业创新绩效产业会受到产业结构的影响。以往研究的文献,大多是采用第二或第三产业占 GDP 的比重,本文采用第三产业总值占国内生产总值比重作为代理变量。

企业规模(Scale)。Pavitt^[37]等研究表明,处于较高以及较低水平规模的企业的创新效率较高,而中等规模的企业创新效率相对较低,呈现 U 型形态。本文中,表征企业规模的指标变量用工业企业从业人员平均人数表示。

产业聚集度(Industry)。Schumpeter^[38]认为研发效率与垄断之间存在密切的关联,市场集聚度越高,越有利于刺激企业从事研发创新活动以获取高额垄断利益;Arrow^[39]认为竞争性环境可以促使企业更加注重研发创新活动,质疑垄断能够刺激研发效率的观念。随着工业企业数量的变多,使得行业以及产业间的竞争和合作程度加大,较高的产业集聚度有利于企业间隐性知识的传播和交流,企业的危机意识被强化,从而产业绿色研发效率不断提升。本研究采用工业企业数量表示。

外商投资(FDI)与科学技术投入相比。外商投资通常具有明显短期绩效特征,因此,地方政府会加大基建等外部环境的改善进而吸引外商投

①三种条件下的假设具体分别是不存在门槛值(原假设)或者存在一个门槛值(备选假设)、仅存在一个门槛值(原假设)或者两个门槛值(备选假设)和存在两个门槛值(原假设)或者有三个门槛值(备选假设)。

②Hansen(1999)指出,需要计算估计量的一般统计量,50-200 此自举抽样就足够了。故本研究中采用抽样 100 次。

资,从而使得财政支出结构发生一定的扭曲,影响地方创新效率。本研究选用各省份实际利用外商投资额来衡量,单位为万美元。

环境规制(ER)对于环境规制强度。国内外学者主要采用的度量方法有三种,一是通过环境规制数量进行测度,二是以排污费收入对环境规制强度进行测度,三是采用污染治理站生产成本或产值的比重。本研究运用工业污染治理投资额占工业总产值之比表示。

企业规模、产业集聚度指标数据取自 2007-2016 年《中国科技统计年鉴》,产业结构、劳动者素质指标数据取自 2007-2016 年《中国统计年鉴》和省区地方的统计年鉴。

(三)门槛检验

借鉴 Hansen 的模型估计以及检验办法,针对不存在门槛值、存在不同个数门槛值的原假设分别进行检验。^①运用自抽样法得出接受原假设的 P 值和临界值见表 2。可以看出单一门槛和双重门槛通过显著性水平检验,然而三重门槛模型却不明显,其 P 值为 0.160,在 10%的显著性水平下也未通过显著性检验。据此,本文选择双重门槛效应进行分析讨论。

表 2 门槛存在性检验

模型	F 值	P 值	BS 次数 ^②	临界值		
				1%	5%	10%
单一门槛	8.778***	0.007	300	10.169	5.970	2.919
双重门槛	14.449**	0.020	300	20.027	7.949	5.997
三重门槛	7.820	0.160	200	19.695	14.485	10.493

注:1.模型中的解释变量均采用自然对数形式;2.***、**和*分别代表在 1%、5%和 10%的水平下显著,下同。此结果为 stata12.0 计算,由作者整理获得。

表 3 报告出门槛模型的门槛估计值以及 95%的置信区间,门槛估计值 γ_1 、 γ_2 的 95%的置信区间[0.340,0.354]和[0.352,0.938]。

表 3 门槛值和置信区间

门槛模型	估计值	95%的置信区间
单一门槛模型	0.372	[0.330,0.882]
双重门槛模型	门槛值 γ_1	0.350 [0.340,0.354]
	门槛值 γ_2	0.521 [0.502,0.675]
三重门槛模型	0.879	[0.352,0.938]

表 4 报告出双重门槛模型参数估计的结果,可以看出环境规制、劳动者素质、产业结构、产业集聚度、企业规模五个控制变量均对地区工业企业的绿色创新效率有着显著的影响。其中环境规制、产业集聚度和企业规模通过 1%的显著性检验,劳动者素质对绿色创新效率的影响通过 5%显著性检验,外商投资对工业企业绿色创新效率的影响不显著。

环境规制与工业企业绿色创新效率呈现显著正相关,环境规制不仅没有限制工业企业绿色创新效率的提高,反而对工业企业绿色创新效率产生积极的影响,回归系数为 0.969302。环境规制对工业绿色创新效率的影响,其产生的“补偿效应”足以弥补“抵消效应”,环境规制显著有利于工业企业绿色创新效率提升,“波特假说”得到佐证。近年来我国政府越来越重视环境问题,环境规制强度水平逐年上升;另一方面,企业所遭受的市场竞争日益激烈,为争取更大的市场份额也会倒逼企业加大技术创新投入,实现了技术创新与环境规制的“双赢”的局面,甚是可喜。

产业集聚度对工业企业绿色创新效率产生显著的积极促进作用,产业集聚对工业企业绿色创新效率的回归系数为 0.805694,通过 1%的显著性检验,说明产业集聚对其产生的影响较大,产业集聚水平的提高可以通过要素资源、拓宽产业链等多种途径促进工业企业开展绿色创新活动。

产业结构与工业企业绿色创新效率呈现正相关关系,回归系数为 0.047036,且通过 10%的显著性水平的检验。随着我国经济发展,产业结构悄然改变。“七五”时期各种产业所占 GDP 比重中,第一产业为 26.1%,第二产业为 42.9%,第三产业为 31.0%;“十五”时期各产业占 GDP 的比重改变为 13.1%、46.1%和 40.8%。第三产业的比重相对而言在不断加大,产业结构越合理,越有助于工业企业绿色效率的提高。目前,我国产业的第二产业的比重还是很大,而工业的发展依然是以污染环境、消耗资源为代价的粗放型生产模式。随着经济发展的重点趋向于发展知识密集型产业和污染产出较低的服务业,完善产业结构,减少能源消耗和污染物的排放已经刻不容缓。

而劳动者素质对工业企业绿色创新效率的系

数估计值为 0.079222, 说明劳动者素质对其产生显著积极影响, 通过 5% 的显著性水平的检验。平均受教育年限越长, 人力资本水平越高, 越有利于提高工业企业绿色创新效率, 这也印证了卞元超和刘丙泉的观点, 卞元超认为人力资本水平对技术创新活动具有积极的促进作用, 刘丙泉研究发现教育水平有助于成果产出阶段创新效率提升。

企业规模对工业企业绿色创新效率的回归系数为 -0.94432, 且通过 1% 的显著性水平的检验, 说明企业规模对工业企业绿色创新效率产生明显的负向作用。熊彼特的创新模型认为, 在资本主义的经济发展过程中, 大规模企业在创新过程中起着决定性的作用。实际上我国企业的现实不能套用国外企业的发展模式。此结果与相关学者的研究结果一致, 表明随着企业规模的扩大, 官僚主义过度控制以及企业管控能力下降, 这些均会导致企业内部消耗增加及研发效率下降; 我国大中型工业企业的重心不在基础性的创新活动上, 而是注重于模仿创新, 依靠引进国外先进技术, 将大量的资金应用在宣传和开拓上, 忽视自主创新的作用, 缺乏对绿色创新效率理念的理解。

门槛效应检验显示: 财政分权体制促进了工业企业绿色创新活动的开展及其效率提升; 在划分不同财政分权区间之后, 两者之间存在明显的非线性关系, 即显著双重门槛效应。财政分权对工业企业绿色创新效率回归系数分别是 0.067029、0.129719 和 0.034783。当一个地区的财政分权程度水平低于门槛值 1 时, 财政分权对该地区的工业企业绿色创新效率正向溢出效应 5% 水平显著; 当一个地区的市场指数跨越门槛值 1, 处于门槛值 1 和 2 之间时, 财政分权对该地区的工业企业绿色创新效率正向溢出效应变大; 当一个地区的市场指数跨越门槛值 2 时, 财政分权体制对该地区的工业企业绿色创新效率正向溢出效应减弱, 且通过 10% 水平显著。之所以出现这样的结果, 其原因在于财政分权影响工业企业创新活动涉及的政府研发投入和政策干预等因素, 同时在一定程度上印证白俊红和卞元超的研究结论, 即财政分权体制提高改善产业创新效率。

表 4 门槛面板模型变量系数估计结果

变量	系数估计值	Std.err	t	P> t
ER	0.969302***	0.519429	1.87	0.003
Human	0.079222**	0.034188	2.32	0.020
Structure	0.047036*	0.313597	-0.15	0.088
Industry	0.805694***	0.136715	5.89	0.000
Scale	-0.944320***	0.125515	-7.52	0.000
FDI	-0.017813	0.220303	-0.08	0.936
Fiscal_1	0.067029**	0.060289	1.11	0.037
Fiscal_2	0.129719***	0.056393	2.3	0.002
Fiscal_3	0.034783*	0.049205	0.71	0.080
_cons	-0.817997	0.395941	-2.07	0.040

说明: Fiscal_1、Fiscal_2、Fiscal_3 分别代表低、中、高财政分权程度, 财政分权对工业企业绿色创新效率的影响系数。

门槛值 γ_1 和 γ_2 将我国 30 个省区深化财政分权体制划分为三个区域, 分别为: 低财政分权程度 ($Fiscal \leq 0.350$)、中等财政分权程度 ($0.350 < Fiscal \leq 0.521$) 和高财政分权程度 ($Fiscal > 0.521$), 各个年份三个不同区域内省份数量列于表 5。

表 5 各年份不同财政分权程度区间内省份数量(省)

财政分权程度区间	$Fiscal \leq 0.350$	$0.350 < Fiscal \leq 0.521$	$Fiscal > 0.521$
溢出效应	0.067029	0.129719	0.034783
2007	12	15	3
2008	11	14	5
2009	9	13	8
2010	10	13	7
2011	10	15	5
2012	11	15	4
2013	12	15	3
2014	13	15	3
2015	9	17	4
2016	0	16	5

为了能够更加直观地考察 2007-2016 年我国财政分权程度以及对我国工业企业绿色创新效率的变化情况, 结合表 5 绘制我国财政分权及其对工业企业绿色创新效率溢出效应趋势图 4。从图 4 容易看出: 2007-2016 年, 我国大部分省区均处于中等财政分权水平, 这个阶段我国财政分权对我国工业企业绿色创新效率正向溢出效应为 0.13, 但影响效果显著, 通过 1% 水平显著; 从 2014 年起, 处于我国财政分权度低的省区开始大

幅度减少,至 2016 年,没有省区财政分权处于低水平区间。大西南的贵州、大西北的甘肃、青海和宁夏、新疆这五个省区绝大多数年份财政分权度均处于较高水平,其对该省区工业企业绿色创新效率的正向溢出效应较低。仔细观察这些省区,它们的人力资本、经济发展、信息化水平和基础设施等各方面也处于过低水平;与此相反,财政分权正向溢出效应较高的沿海地区的广东、浙江和福建均处于财政分权水平中等区间,它们在经济发展、产业集聚、人力资本等方面也均处于较高水平。

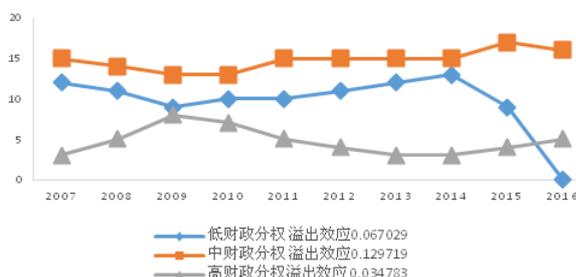


图 4 我国财政分权以及其对工业企业绿色创新效率溢出效应趋势图

五、结论

本文借助非径向、非角度超效率 SBM 模型度量我国省区 2007-2016 年工业企业绿色创新效率以及借鉴 Hansen 的门槛效应模型考察财政分权与其是否存在非线性关系,实证研究结果得到以下结论:

1.我国省区(略去西藏)工业企业绿色创新效率均值达到 0.5 以上,总体而言绿色创新效率不够理想,还存在较大的提升空间;绿色创新效率值

较高的省区绝大部分均处于经济发达的沿海经济综合区域,而经济相对落后的大西北地区以及重型工业集聚的黄河中游地区两个经济综合区的绿色创新效率水平均值较低。

2.通过研究影响省区工业企业绿色创新的影响机制,证实财政分权对工业企业绿色创新效率的影响呈现出复杂的非线性关系,存在双门槛效应。研究表明:控制变量外商投资和企业规模对工业企业绿色创新效率产生显著负向影响;而产业集聚水平和产业结构、人力资本对工业企业绿色创新效率产生显著正向影响;当财政分权跨越限定的门槛值 γ_1 ,财政分权水平对工业企业绿色创新效率的正向影响程度逐渐增大;当财政分权跨越限定的门槛值 γ_2 ,财政分权水平对工业企业绿色创新效率的正向影响程度逐渐减弱。

我国技术创新能力主要体现于效率水平,尤其是在我国加快工业产业转型,确立以发展绿色循环经济指导方针的大环境下,创新和技术进步自然成为关键的支撑点。一方面各省不能一味关注技术创新,忽略对环境的影响,需拓展技术创新的终极目标,将区域的资源、区域经济发展经济和生态环境结合起来,尽可能的减少不可再生能源的投入与污染物的排放,转变传统思想,建立良好的绿色创新思路;各省应从本身实际情况出发,参考工业企业绿色创新影响因素的分析研究,思考财政分权、产业集聚、人力资本、企业规模、外商投资等外部环境对其绿色创新效率的影响,努力创造出有利于工业企业绿色创新效率提高的外部环境。

参 考 文 献

- [1] 周力.中国绿色创新的空间计量经济分析[J].资源科学,2010,(5).
- [2] 华振.中国绿色创新绩效研究--与东北三省的比较分析[J].技术经济,2011,(7).
- [3] 台航,张凯强,孙瑞. 财政分权与企业创新激励[J].经济科学,2018,(1).
- [4] 张钢,张小军. 绿色创新研究的几个基本问题[J].中国科技论坛,2013,(4).
- [5] Blattel-Mink B. Innovation towards sustainable economy—the integration of economy and ecology in companies [J]. Sustainable Development, 1998,(2).
- [6] Kemp R., Smith K., et al. How should we study the relationship between environmental regulation and innovation? [C]. Presented in the European Commission JRC-IPTS and Enterprise DG, 2000.
- [7] 应瑞瑶,周力. 资源禀赋与绿色创新——从中国省级数据的经验研究看“荷兰病”之破解[J].财经研究,2009,(11).
- [8] 毕克新,王禹涵,杨朝均. 创新资源投入对绿色创新系统绿色创新能力的影响——基于制造业 FDI 流入视角的实证研究[J].中国软科学,2014,(3).
- [9] 钱丽,肖仁桥,陈忠卫. 我国工业企业绿色技术创新效率及其区域差异研究——基于共同前沿理论和 DEA 模型[J]. 经济理论与经济管理,2015,(1).
- [10] 殷群,程月. 我国绿色创新效率区域差异性及其成因研究[J]. 江苏社会科学,2016,(2).
- [11] 刘明广. 区域绿色创新效率评价与收敛性研究——基于组合 DEA 与空间计量视角[J].科技管理研究,2017,(17).
- [12] 刘章生,宋德勇,弓媛媛.中国绿色创新能力的时空分异与收敛性研究[J].管理学报,2017,(10).
- [13] 肖黎明,高军峰,韩彬. 中国省际绿色创新效率的空间溢出效应——同质性和异质性检验[J]. 工业技术经济,2018,(4).
- [14] 李晓阳,赵宏磊,林恬竹.中国工业的绿色创新效率[J].首都经济贸易大学学报,2018,(3).
- [15] 解维敏. 财政分权、晋升竞争与企业研发投入[J].财政研究,2012,(6).
- [16] 顾元媛,沈坤荣. 地方政府行为与企业研发投入——基于中国省际面板数据的实证分析[J].中国工业经济,2012,(10).
- [17] 赵文哲.财政分权与前沿技术进步、技术效率关系研究[J].管理世界,2008,(7).
- [18] 周克清,刘海二,吴碧英.财政分权对地方科技投入的影响研究[J].财贸经济,2011,(10).
- [19] 周彬,郭娟.财政分权视角下的地方政府科技投入[J].中南财经政法大学学报,2015,(4).
- [20] 白俊红,戴玮.财政分权对地方政府科技投入的影响[J].统计研究,2017,(3).
- [21] 蔡晓慧,茹玉骢.地方政府基础设施投资会抑制企业技术创新吗?——基于中国制造业企业数据的经验研究[J].管理世界,2016,(11).
- [22] 卞元超,白俊红.“为增长而竞争”与“为创新而竞争”——财政分权对技术创新影响的一种新解释[J].财政研究,2017,(10).
- [23] 赵凯,吴莞姝,王理想.政企 R&D 投入、财政分权与技术进步——基于空间动态面板 Durbin 模型[J].研究与发展管理,2017,(5).
- [24] 王春元.地方政府行为、政府 R&D 投资与创新[J].财经论丛,2016,(10).
- [25] 陈雨柯.财政分权下“强波特假说”的再验证——企业环保创新和非环保创新的视角[J]. 商业研究,2018,(1).
- [26] 辛冲冲,陈志勇.财政分权、政府竞争与地方政府科技支出——基于中国省级面板数据的再检验[J].山西财经大学学报,2018,(6).
- [27] Tone K. A Slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2002,(1).
- [28] Hong Li, Kuangnan Fang, Wei Yang, Di Wang, Xiaoxin Hong. Regional Environmental Efficiency Evaluation in China: Analysis Based on the Super-SBM Model with Undesirable Outputs [J]. Mathematical and Computer Modelling, 2013,(58).
- [29] 冯之浚. 依靠自主创新、促进绿色发展 [J]. 科学学研究, 2011,(29).
- [30] 韩晶. 中国区域绿色创新效率研究 [J]. 财经问题研究, 2012,(11).
- [31] 应瑞瑶,周力. 资源禀赋与绿色创新——从中国省级数据的经验研究看“荷兰病”之破解 [J]. 财经研究, 2009,(11).
- [32] 冯志军. 中国工业企业绿色创新效率研究 [J]. 中国科技论坛, 2013,(2).
- [33] 宋马林,王舒鸿,汝慧萍,王刚. 基于省际面板数据的 FDI 绿色创新能力统计分析 [J]. 中国软科学, 2010,(5).
- [34] 张梁梁,杨俊,罗鉴益. 财政分权视角下地方政府科技支出的标尺竞争——基于 265 个地级市的实证研究 [J]. 当代财经, 2016,(4).
- [35] 刘丙泉,田晨,马占新. 财政分权对区域技术创新效率的影响研究 [J]. 软科学, 2018,(7).

- [36] Malerba F. Sectoral systems:How and why innovation differs across sectors [M].Nelson R R,Mowery D C,Fagerberg J. The Oxford Handbook of Innovation Oxford:Oxford University Press,2005.
- [37] Pavitt K,Robson M,Townsend J.The size distribution of innovating firms in the UK:1945–1983[J].Journal of Industrial Economics,1987,(3).
- [38] Schumpeter J A. Capitalism,socialism and democracy[M]. London:George,1943.
- [39] Arrow K J. Economic welfare and the allocation of resources for invention[M].Princeton:Princeton University Press, 1962.

Relationship between Fiscal Decentralization and Green Innovation Efficiency of Industrial Enterprises

QIAO Mei-hua

(School of Business, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China; Academy of Liaocheng Development, Liaocheng, 252000, China)

Abstract: Using China's industrial enterprises panel data between 2007 and 2016, the present paper attempts to analyze the green innovation efficiency of industrial enterprises through Super-SBM, a non-oriented and non-radical model. Meanwhile, an empirical study is implemented to find the impact of fiscal decentralization on the green innovation efficiency with a nonlinear threshold model. The research shows that there is still room for the Super-SBM model in measuring the green innovation efficiency. The green innovation efficiency of the eight economic zones varies. The double threshold effects of fiscal decentralization on green innovation efficiency implicates that fiscal decentralization have significant positive effect with innovation efficiency. In addition, industrial gathering, industrial structure and the qualities of the labor exerted positive effect on green innovation efficiency while foreign investment and the enterprise scale a negative effect on green innovation efficiency.

Key words: fiscal decentralization; green innovation efficiency; threshold effect; Super-SBM model

(责任编辑:庄暨军)