

DOI:10.15918/j.jbitss1009-3370.2019.5347

制度供给与中国地区绿色创新效率

李玉婷, 祝志勇

(西南大学 经济管理学院 经济研究中心, 重庆 400715)

摘要: 绿色创新带来经济和环境的双重回报,提升绿色创新效率是实现资源—经济—环境协调发展的重要途径。利用绿色创新随机前沿模型和 2011—2015 年中国省际面板数据,对地区绿色创新效率进行评价和比较,并着重对不同类型的制度所造成的影响进行了实证研究。结果表明:(1)中国地区间绿色创新效率差异较大,整体上呈现出东、中、西部依次递减的特征;从变化趋势来看,全国大部分地区的绿色创新效率有所提高,地区差异逐步减小。(2)地区绿色创新效率与各类制度正相关;其中,知识产权、金融、环境和财政制度的影响显著,尤其是金融和财政制度的影响敏感,而基础法律制度的影响不显著。此外,控制变量、要素价格和市场结构对绿色创新效率也具有重要影响。

关键词: 绿色创新效率; 制度环境; 随机前沿分析模型

中图分类号: F062

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2019)01-0050-09

自改革开放以来,中国实现了经济的高速增长,居民生活水平得到极大提高。然而,过去粗放生产、重速度轻质量的非平衡发展模式也产生了较为严重的后果,资源紧缺、生态破坏、环境污染等问题日益凸显。转变发展的理念和模式已成为中国的必然选择。《“十三五”规划》明确了要坚持“五大”发展理念,以创新充当第一动力,并以绿色作为必要保障。经济社会的发展从根本上是依赖于创新和技术进步,将绿色发展与创新结合起来,通过绿色创新来实现经济和环境绩效的同步改进。提升绿色创新效率是实现中国资源—经济—环境协调发展的重要途径。本文着眼于绿色创新效率,对 2011—2015 年除西藏外中国大陆 30 个省(市、区)的绿色创新效率值进行测算,从静态和动态两方面比较了地区绿色创新效率差异。

一方面,制度是除要素投入和技术进步之外决定经济绩效的关键因素。作为资源消耗和技术创新主体的企业是在制度激励下进行决策,因此,技术进步的快慢以及产生的经济和环境绩效取决于制度环境。另一方面,制度具有可变性,可以像商品生产一样被人为设计并提供,政府在经济活动中的主要作用之一便是制定并推行经济活动的行为规则,即制度供给(胡乐明和刘刚,2014)^[1]。制度供给与制度需求是相对应的,本文中制度供给主要指政府对于正式制度的设计创造,强调了制度的可变性和选择性。提供恰当的制度激励、纠正不当的制度激励是提升绿色创新效率的关键。因而,提高中国的绿色创新效率要依赖于通过制度的优化改进来实现。在供给侧改革的背景下,有必要通过改变制度供给、激发经济绿色创新的活力、发挥政府在创新与绿色协同发展中的引导和助推作用,这就需要从理论和经验上探明相关制度对绿色创新效率的影响,发现在制度供给上存在的问题并且予以解决。现有的绿色创新影响因素研究较少将制度作为研究的重点,未能对不同类型的制度与绿色创新效率的关系展开系统分析。本文深入探讨了导致地区绿色创新效率差异的制度性成因,分析比较了基础法律、知识产权、环境、财政和金融制度对绿色创新效率的影响,为中国不同地区找准制度建设的重点,有针对性地推进制度改革、优化制度供给,从而为提高绿色创新效率提供参考。

一、文献综述

绿色创新(Green Innovation),有时也被称作环境创新、生态创新、可持续创新等。国际上,绿色创新研究的兴起可追溯至 20 世纪 90 年代。Kusz(1991)^[2]提出了绿色技术创新过程的概念,强调环境因素应当被纳入

收稿日期: 2018-02-02

基金项目: 教育部人文社会科学青年基金资助项目“中国绿色创新效率的空间分异、关联与制度供给研究”(18YJC790092); 国家自然科学基金资助项目(17BJL112); 重庆市社会科学规划项目资助(2017YBJJ034); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(SWU1709119)

作者简介: 李玉婷(1987—),女,博士,副教授,E-mail:sunflower_lyt@163.com; 祝志勇(1965—),男,博士,教授,博士生导师,E-mail:zhzhy@swu.edu.cn

产品创新的全过程。早期学者对绿色创新的定义偏重于狭义的技术视角,而随着研究的深入,绿色创新的含义已被大幅拓宽,目前大部分学者认同绿色创新应当被理解为一个综合性的概念。例如,OECD(2008)^[3]将绿色创新定义为,任何能够带来环境改进的流程、产品、营销模式、组织结构、规则制度等的创造及实施行为。付幅等(2016)^[4]、杨朝均等(2018)^[5]认为,但凡有利于实现经济—环境双赢或者资源—经济—环境和谐的创造性活动均可被称为绿色创新,其结果都将体现为能够促进节能减排的技术进步。

作为绿色创新的绩效评价标准,绿色创新效率衡量了一个经济体创新效率的绿色化水平,是纳入资源消耗和环境污染之后对创新发展质量的综合评价(殷群、程月,2016)^{[6]4-65}。与绿色创新效率相关的研究主要涉及两个方面:一是绿色全要素生产率的研究,由全要素生产率的研究发展而来,增加了能源投入和环境产出,但未能考虑研发部门的投入与产出(任耀等,2014)^[7];二是创新效率的研究,关注研发部门的投入与产出效率,但很少从绿色视角去考虑资源消耗、环境污染对经济体创新效率的影响(白俊红和蒋伏心)^{[8]174-187}。绿色创新效率强调了将生态理念与创新理论相结合,却既不同于剔除负面产出的绿色全要素生产率,也不同于传统上纯粹看重经济利益的创新效率(冯志军,2013)^[9]。绿色全要素生产率和创新效率的研究已经产生了丰富的成果,但目前研究绿色创新效率的文献尚不多见。

关于绿色创新的研究话题主要涉及绿色创新的绩效评价、对经济和环境的影响、绿色创新机制及影响因素等方面的问题。一些学者尝试并提供了多种绿色创新绩效的评价方法(Shaimardanova等,2017^[10];Wang等,2017^[11];钱丽等,2015^[12])。绿色创新对经济和环境的影响也得到了学界的关注:例如,Bontoux和Bengtsson(2016)^[13]采用情景分析法讨论了不同财政政策框架对绿色创新及资源利用效率的影响;Miao等(2017)^{[14]153-161}估计了绿色创新的环境影响以及绿色创新基金的作用。国外对绿色创新的研究开始较早,中国对绿色创新的研究还处于起步阶段,主要对微观企业绿色创新的机制及其影响因素做了初步研究:例如,曹洪军和陈泽文(2017)^{[15]95-103}通过对216家企业的深度访谈和问卷调查发现,激励型政策、市场压力和创新能力对企业的绿色创新战略存在显著积极作用;洪俊杰和石丽静(2017)^[16]基于中国科技部调研数据,对以知识产权保护 and 市场化水平表征的制度差异与企业研发创新的关系展开了实证研究。企业微观层面上的研究成果相对丰富,但却尚未形成一致的见解。从宏观上对经济体绿色创新效率的研究成果则较少,主要考察了能源要素价格、经济开放程度、产业结构、环境规制、政府资助等因素对区域绿色创新效率的影响(陈艳春等,2014^[17];曹霞和于娟,2015^[18];罗良文和梁圣蓉,2017^[19])。以往研究尽管发现不少可能影响绿色创新的因素,但在变量的选取上存在随意性,对深层次影响因素的探究及其机理分析不足。少数研究虽然注意到了制度因素的作用,却也仅仅是笼统地将制度作为众多考察对象之一,用个别变量进行简化表示,对制度的刻画过于粗糙。

学界从技术视角提出了绿色创新的概念,后来又逐渐将绿色创新的内涵扩大到了经济—环境系统层面,并探索了绿色创新效率的评价方法和影响因素,对于本研究具有重要的借鉴价值。但现有研究尽管发现了不少绿色创新的影响因素,却未厘清深层次的影响因素及其作用机理,对制度这一重要因素的影响缺乏深入分析。因此,本文将制度作为研究的重点,对影响绿色创新的不同类型的制度及其作用机制进行了区分和细致刻画,并在对其他影响因素进行控制的条件下对各类制度的影响作了实证检验。

二、变量及数据说明

(一)变量选取

1. 产出指标

绿色创新产出包括经济产出和环境产出两类。对于绿色创新的经济产出,可以使用新产品销售收入、专利申请数等来表示,考虑到专利申请数不能反映出创新质量上的差异,本文选用新产品销售收入指标,并根据工业生产者出厂价格指数将其折算为2007年不变价。对于环境产出的度量,目前仍处于探索阶段,相关研究的处理方法差异较大。一些研究直接使用了综合能耗产出率、污染排放强度等实物量数据,也有部分研究在对污染物进行加权的基础上计算环境污染指数。然而,将各环境污染物数量简单加总并不能较为准确地反映其对环境的污染程度,且不易于实现地区间的横向比较。为克服这一缺陷,本文参考绿色GDP的核算方法将污染物进行货币化来测度环境污染成本(史丹和马丽梅2017)^[20],将主要的三废污染根据各自的单位治理成本计算出相应的损失值,进而将各类污染物的损失值加总得到该地区的总污染成本。对于各类污染物治理的成本核算,本文选用了《中国环境经济核算报告2007—2008》这一较为权威的研究成果中所公

布的数据:2007年,中国废水单位治理成本为3元/吨,废气中二氧化硫和氮氧化物的单位治理成本分别是1 112元/吨和4 013元/吨,工业固废中一般固废的处置成本为30元/吨。绿色创新活动的环境产出意味着污染成本减少,因此,本文将环境污染成本从经济产出中扣除,得到绿色创新活动的总产出。

2.投入指标

绿色创新的投入要素包含劳动和资本两大投入。对于绿色创新的劳动投入,以往的研究中通常采用R&D人员数或R&D人员全时当量表示,本文认为后者能够更好地计量劳动投入。同时,鉴于凝结在劳动中的人力资本对创新活动具有重要影响、不应被忽视,本文的劳动投入采用经过人力资本差异修正后的劳动投入数据,参照傅晓霞和吴利学(2006)^[21]利用地区教育统计数据折算人力资本并对R&D人员全时当量按照人力资本进行了加权处理。对于绿色创新的资本投入,不少研究采用R&D经费支出来表示,但这种处理方法忽视了R&D资源投入在后续创新中持续发挥的作用,未能反映出创新资本投入的时滞效应和累积效应。因此,本文借鉴曹霞和于娟(2015)^{[18][1]}对于R&D资本存量运用永续盘存法来估算,折旧率取15%,并以2007年作为基年计算出真实R&D资本投入,使之与产出数据保持匹配。

3.制度因素

基础法律制度:市场机制的建立,是以一系列法律基础作为前提的,市场需要法律制度的保护。法律制度的作用在于规范社会成员的行为,维护公平竞争的市场秩序,为企业的创新活动提供保障和激励。本文选择王小鲁等(2017)^[22]编著的《中国分省份市场化指数报告(2016)》中公布的子项目“维护市场的法制环境”得分来衡量。

知识产权制度:知识产权制度通过以下机制增进绿色创新效率:一是,打击模仿、假冒等侵权行为,保障研发创新的收益,增强企业研发创新的意愿;二是,因专利制度所公开的信息,能够推进信息传播、避免他人重复研发,为后续研发提供新的技术基础;三是,降低技术交易的成本,吸引技术引进与合作,使企业更好地利用内外部资源进行创新。知识产权对创新绩效的影响机制是复杂的、非线性的,对发展中国家和地区而言,知识产权保护可能存在着一个最优水平区间,取决于经济发展水平、产权保护水平和创新效率(刘思明等,2015)^[23]。本文采用王小鲁等(2017)^[22]编著的《中国分省份市场化指数报告(2016)》中公布的子项目“知识产权保护”分值进行度量。

金融制度:创新活动需要资金投入,并会伴随一定的风险。金融市场的发展能够有效缓解研发投资的信息不对称问题,显著提升研发活动的有效性,加快企业创新的速度。金融制度成熟与否直接制约着企业的融资渠道、融资成本和分散风险的可能性。金融支持在创新活动的整个生命周期中,从研发投入、成果转化、产业产出的各个阶段,都有重要作用(郑玉航和李正辉,2015)^[24]。然而,在绿色创新效率的研究中,提及金融因素的尚不多见,更匮乏实证研究。本文以地区全部金融机构贷款占当地GDP的比重作为代理变量。

环境制度:环境制度的实施情况对绿色创新有两方面影响。首先,环境制度的严厉程度直接影响环境产出,也就是核算绿色产出中的污染成本。此外,在经济绩效方面,传统观点认为环境保护会增加企业的成本、不利于绿色技术创新,而以波特为代表的研究则指出环境制度从长期来看有利于促使企业进行技术创新,激发创新补偿效应,竞争力的提高能够有效抵消环境规制造成的成本,提高创新效率(余伟和陈强,2015)^[25]。环境制度通常按照排放强度或环境投入的思路选取指标,由于在计算污染成本时已经使用过污染排放数据,本文从环境投入的角度选用环境保护支出占财政总支出的份额来表示。

财政制度:政府通过对创新企业给予财政补贴和税收优惠等制度来安排扶持创新活动,能够减轻企业研发创新的成本和风险,鼓励企业从事研发创新,促进创新成果的产生。但也有研究指出,公共部门的资助存在适度区间,过高的补助可能会挤出企业的自主研发投资,减少企业在创新上的总体投入和产出。财政制度在一些研究中又被称为政府资助、科技创新环境等,可以采用政府科技投入占政府财政支出的份额进行度量。

4.控制变量

市场结构:有学者很早就提出市场竞争影响企业创新,以中国企业为样本的许多实证研究表明,增强市场竞争有利于促进企业创新。具有垄断地位的企业,缺乏创新激励;不少研究发现,国有企业的创新动力不足,私营企业的创新效率要远高于国有企业(张杰等,2014)^[26]。市场主体的多元化是市场竞争的重要条件,市场主体过于单一,垄断力量越强,企业的市场势力越大,越不利于创新。本文将地区工业总产值中非国有企业的比重用作代理变量。

要素价格:要素价格上升,会抬高企业的生产成本,绿色创新的预期回报上升,利润目标的追求会激励企业研发创新,提高资源的利用效率,对企业绿色创新效率产生积极的影响。本文借鉴焦高乐和严明义(2017)^[27]采用原材料、燃料、动力购进价格指数作为要素价格的近似替代。

(二)样本说明

2011年起,国家统计局对规模以上工业企业的划分规则进行了大幅调整。因此,为避免统计口径调整对实证结果造成扭曲,本文以统计口径调整之后2011—2015年中国内陆30个省(市、区)的数据为样本(西藏、港、澳、台地区数据不包含在样本内)。污染物数据从《中国环境统计年鉴》获得。金融机构贷款的数据来自《中国金融年鉴》。基础法律制度和知识产权制度变量所需数据来自王小鲁等(2017)^[22]编写的《中国省份市场化指数报告(2016)》,该报告中只公布了2008—2014年期间偶数年份的子项目数据,对于缺失的奇数年份数据,知识产权指标采用报告中公布的计算方法补齐,基础法律指标由于原始测算数据缺失(来自企业调查)采用插值法予以补齐。其余数据的主要来源于《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》和wind数据库。

三、模型设计

对绿色创新效率的测算方法主要有三类:第一类是指标方法,采用环境技术专利等单一指标或构建加权综合评分指标体系的方法(如Shaimardanova等,2017)^{[10]221-224}。第二类是非参数的相对效率评价方法,例如Wang等(2017)^{[11]919-924}、罗良文和梁圣蓉(2017)^{[17]21-33}等利用改进的数据包络法(Data Envelopment Analysis, DEA)对涉及能源投入与污染非期望产出的绿色技术创新效率进行测评。第三类是投入—产出函数法,通过对地区的绿色创新投入—产出函数形式作出假定,运用随机前沿分析法(Stochastic Frontier Approach, SFA)计算创新效率(如Miao等,2017)^{[14]153-161}。企业层面的绿色创新研究多采用指标法,而经济体层面的绿色创新效率测度主要采用后两种方法。一些学者对DEA方法测算效率的准确性提出质疑,理由是DEA方法忽略了测量误差和其他统计噪声的影响且缺乏统计检验,所有的偏差都被认为是技术非效率造成的,从而易导致效率测量结果出现偏误(Odeck等,2012)^[28]。SFA在模型中对随机因素和技术非效率作了区分,充分考虑了随机因素对于产出的影响,测算结果受随机干扰影响较小。另外,在计算出效率以后通常会进一步分析其影响因素,SFA与DEA方法的分析步骤不同。对于DEA,通常需要分为两阶段:第一个阶段是计算效率;第二个阶段是以效率作为因变量运用Tobit模型来完成影响因素的分析。对于SFA,只需把模型中的技术非效率项表示为影响因素的函数,便可与原有的效率测算模型结合起来同时实现对影响因素的分析。因此,在分析效率的影响因素上,SFA更为方便。本文通过构建SFA模型来对绿色创新效率及其影响因素展开实证研究。

绿色创新的投入产出函数如下

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 (\ln L_{it})^2 + \beta_4 (\ln K_{it})^2 + \beta_5 \ln L_{it} \ln K_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

其中,下标中的*i*和*t*分别为第*i*个省市(*i*=1,2,...,30)和第*t*年(*t*=1,2,...,16);*v_{it}*为系统中的随机误差,服从于对称的正态分布;*u_{it}*为与绿色创新非效率有关的非负随机变量,符合截断正态分布 $N(\mu, \sigma_u^2)$,并独立于*v_{it}*。

根据前文的影响因素进行梳理,可以将地区绿色创新非效率项 μ_{it} 设定为如下形式

$$\mu_{it} = \delta_0 + \delta_1 \text{IPR} + \delta_2 \text{EXP} + \delta_3 \text{FIN} + \delta_4 \text{EP} + \delta_5 \text{LAW} + \delta_6 \text{MKT} + \delta_7 P \quad (2)$$

其中,IPR为产权制度;EXP为财政制度;FIN为金融制度;EP为环境制度;LAW为基础法律制度;MKT为市场结构;P为要素价格。对式(1)和式(2)进行联立回归求解,可以同时得到地区绿色创新效率值和影响因素检验的实证结果。

四、实证结果分析

对绿色创新效率及其影响因素模型的估计结果如表1所示。方差比 γ 值为0.97,并且在1%的水平下拒绝零假设,表明地区绿色创新效率的差异有97%应归因于非效率因素,随机前沿分析有效。回归结果的统计特征表现良好,除劳动—资本乘积、非效率常数和基础法律制度以外,其余各项变量的显著性均通过了5%的水平,大多数变量的*t*检验值在1%的水平上通过了显著性检验。log函数值和LR统计值的数值均较大,从而拒绝了模型缺乏解释力的假设。总体上看,本模型对数据具有较强的解释力。

(一) 影响因素分析

表1显示影响因素与绿色创新的非效率之间的关系。如果某个影响因素系数的符号为负,则表示该因素与绿色创新的非效率呈负相关关系,也就等价于该因素与绿色创新效率呈正相关关系。反之,如果某个影响因素的系数的符号为正,则表明该因素与绿色创新的非效率正相关,也就等价于该因素与绿色创新效率负相关。

从表1显示的变量系数来看,金融制度的系数为-2.12,在各种影响因素中其系数的绝对值最大,并且在1%的水平下拒绝了零假设。这表明绿色创新的非效率与金融制度的完善程度呈显著负相关,金融制度不健全严重制约着绿色创新效率水平的实现。并且,绿色创新的非效率对金融制度的变化十分敏感,金融制度的完善将使绿色创新的非效率成倍下降,从而大幅提升绿色创新效率。

财政制度的系数为-1.8, t 值为-1.93。地区绿色创新活动对政府的财政支持表现出较大的弹性,财政支持能够提高绿色创新效率。但从 t 值来看,财政制度与绿色创新效率之间的关联度弱于前三类制度因素。财政支持对企业绿色创新的影响机制较为复杂,既有利于降低企业的成本和风险,但也会产生挤出效应,两种影响相互抵消,也就削弱了财政制度影响的显著性。

知识产权制度的系数为-0.12, t 值的绝对值高达7.39,显著性十分突出。说明知识产权制度的运行情况对绿色创新的非效率具有较为直接的影响,绿色创新效率与知识产权制度高度相关,二者关联的可靠度高。可以认定地区知识产权制度的完善会使绿色创新效率得到有效提升。

环境制度的系数为-0.13, t 值达到了5%的显著性水平。环境制度与绿色创新的非效率之间呈显著负相关,证实了执行严格的环境制度有利于降低非效率,提高绿色创新效率。反过来也意味着,环境规制薄弱对污染的放任会降低绿色创新效率。

基础法律制度的系数为-0.03,并未通过显著性检验。表明基础法律制度的完善程度与绿色创新效率正相关,基础法律制度的改善有利于提高绿色创新效率。市场交易构筑于广泛的基础法律制度之上,但基础法律制度是以较为间接的方式作用于绿色创新,对于绿色创新活动并没有专门的针对性,因此,该变量的影响显著性偏弱也就不难理解。

控制变量包括要素价格和市场结构,影响显著。要素价格的系数为-0.17,在5%的水平上显著,说明要素价格上涨有利于促进资源的集约利用,提升绿色创新效率。市场结构变量,即工业的非公有制经济比重,直接反映出企业进出市场的壁垒和市场表现活跃程度。其系数约为-0.38,在1%的显著水平上通过了检验。市场结构与绿色创新非效率之间的负向关系,说明市场竞争发挥了降低非效率、提高绿色创新效率的作用,促进市场竞争有利于效率水平的实现。

综合上述实证结果表明,各类制度环境的改善都将有利于提高地区的绿色创新效率。在制度因素中,除基础法律制度外,知识产权、金融、环境和财政制度都显著影响地区绿色创新效率,尤其是金融和财政制度的影响非常敏感。此外,要素价格和市场结构对绿色创新效率也具有重要影响。现有研究通常是将制度作为众多考察对象之一,用单一指标笼统地表示制度环境,或者只关注某一类型的制度,大多得出制度环境或本文中涉及的其中一类制度与绿色创新显著正相关的结论。然而,在未进行不同制度变量控制的条件下,其研究结果的可靠性难以得到保证。一些只关注基础法律制度的研究表明,该因素对地区绿色创新效率具有显著影响,如高洁等(2015)^[29];而本文在控制其余制度变量的条件下,发现基础法律制度的影响并未通过显著性检验。本文的研究结果还能够实现对不同类型制度的影响进行区分和比较。不少研究肯定了财政制度的积极影响(白俊红和蒋伏心,2015^[8]¹⁷⁴⁻¹⁸⁷;曹洪军,2017^[15]⁹⁵⁻¹⁰³);本文的研究结果也表明,财政制度对绿色创新效率产生了积极

表1 生产函数及影响因素的估计结果

主函数			影响函数		
变量	系数	t 值	变量	系数	t 值
常数项	1	1.180***	常数项	0.535	0.95
$\ln L$	3.899***	4.46	IPR	-0.120***	-7.39
$\ln K$	-3.941***	-4.66	EXP	-1.800**	-1.93
$\ln^2 L$	-0.141***	-3.78	FIN	-2.117***	-3.50
$\ln^2 K$	0.142***	4.59	EP	-0.126**	-2.17
$\ln L \ln K$	0.017	0.62	LAW	-0.030	-0.91
σ^2	0.300***	9.43	MKT	-0.377***	-4.66
γ	0.971***	72.84	P	-0.169**	-2.34
诊断信息					
log 函数值	-55.770		LR 统计值		145.819

注:模型估计采用 Frontier 4.1;***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著。

的影响,但比较而言,金融制度的促进作用更大也更显著。在各类制度因素中,绿色创新效率对金融制度的变化反应最为敏感,地区金融制度的改进能够大幅提升绿色创新效率。财政制度的系数富有弹性,但其仅能勉强通过5%的显著性水平检验,表明其与绿色创新效率的关联或许存在些许不确定性,财政制度需要谨慎的设计。知识产权制度的影响显著性十分突出,说明地区绿色创新效率与知识产权制度的关联可靠度高,可以认定知识产权制度的完善会使绿色创新效率得到有效提升。环境制度的积极影响在5%的水平上通过了显著性检验,环境制度对绿色创新的影响可能会因规制程度而发生变化,并存在地区差异性,中西部环境约束薄弱的地区可以通过加强环境制度约束提高绿色创新效率。

(二)绿色创新效率测算结果

表2 2011—2015年中国地区绿色创新效率

地区	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	均值	排名	
东部	北京	0.847	0.773	0.813	0.891	0.828	0.830	6
	天津	0.829	0.841	0.911	0.883	0.901	0.873	5
	河北	0.347	0.421	0.455	0.487	0.545	0.451	17
	辽宁	0.501	0.489	0.559	0.519	0.524	0.518	13
	上海	0.964	0.945	0.928	0.944	0.891	0.934	3
	江苏	0.913	0.944	0.932	0.949	0.941	0.936	2
	浙江	0.932	0.952	0.966	0.969	0.974	0.959	1
	福建	0.543	0.515	0.492	0.463	0.541	0.511	14
	山东	0.758	0.747	0.765	0.682	0.657	0.722	9
	广东	0.886	0.851	0.849	0.887	0.908	0.876	4
	海南	0.337	0.203	0.279	0.249	0.296	0.273	22
	均值	0.714	0.698	0.723	0.720	0.728	0.717	
中部	山西	0.200	0.233	0.265	0.250	0.301	0.250	25
	吉林	0.945	0.722	0.255	0.581	0.721	0.645	10
	黑龙江	0.118	0.125	0.128	0.119	0.151	0.128	29
	安徽	0.561	0.566	0.586	0.659	0.738	0.622	11
	江西	0.284	0.424	0.456	0.490	0.575	0.446	18
	河南	0.322	0.299	0.502	0.512	0.566	0.440	19
	湖北	0.488	0.543	0.600	0.629	0.680	0.588	12
	湖南	0.660	0.732	0.820	0.849	0.908	0.794	8
	均值	0.447	0.456	0.452	0.511	0.580	0.489	
西部	内蒙古	0.205	0.200	0.184	0.164	0.198	0.190	28
	广西	0.412	0.419	0.557	0.479	0.650	0.503	15
	重庆	0.914	0.690	0.692	0.836	0.938	0.814	7
	四川	0.494	0.401	0.422	0.450	0.497	0.453	16
	贵州	0.288	0.198	0.157	0.185	0.200	0.206	27
	云南	0.235	0.251	0.283	0.317	0.278	0.273	23
	陕西	0.257	0.201	0.207	0.220	0.236	0.224	26
	甘肃	0.332	0.340	0.353	0.382	0.418	0.365	20
	青海	0.014	0.020	0.031	0.019	0.168	0.050	30
	宁夏	0.163	0.232	0.344	0.206	0.367	0.262	24
	新疆	0.182	0.238	0.300	0.459	0.471	0.330	21
	均值	0.318	0.290	0.321	0.338	0.402	0.334	
	全国均值	0.498	0.484	0.503	0.524	0.569	0.516	

表2列出了2011—2015年中国各省市以及东、中、西部地区的绿色创新效率值及排名。全部地区绿色创新效率的平均值约为0.52,有13个省区的绿色创新效率高于全国平均水平。中国不同地区的绿色创新效率差异明显,浙江的平均绿色创新效率最高,达到了0.96;而平均绿色创新效率最低的青海仅为0.05。从排序中可以看出,绿色创新效率较高的省区多为东部沿海省份,绿色创新效率均值排名前5位的地区(浙江、江苏、上海、广东、天津)全部位于东部,平均绿色创新效率排名前10位的省区中有7个位于东部;而地区绿色创新效率排序靠后的省区则多为中、西部省份,平均绿色创新效率排名后5位的地区包括中部的黑龙江以及西部的陕西、贵州、内蒙古和青海。绿色创新效率整体上呈现出东、中、西部梯次递减的特征,东部地区的平均绿色创新效率约为0.72,接近于中部地区平均效率的1.5倍,达到西部地区平均效率的2倍多。这与既有研究如罗良文和梁圣蓉(2017)^{[17]21-33}、殷群和程月(2016)^{[6]64-69}采用DEA方法测算的绿色创新效率结果

基本一致,印证了本文的测算结果是可靠的。以浙江、江苏、上海为代表的绿色创新效率前沿地区拥有经济实力雄厚、人才积聚的有利条件,市场制度相对完善,并且近年来加强了对生态环境保护的重视力度,因而能够产生较高的绿色创新效率。浙江、江苏、上海3个地区的绿色创新效率水平较为接近,上海先处于微幅领先地位,2012年后浙江则后来居上。通过仔细观察投入、产出数据发现,2012年以来,浙江在污染治理损失方面取得了明显的改善,带动该地区绿色创新效率稳步提高并逐渐超过了上海。

从2011—2015年绿色创新效率的变化趋势来看,全国大部分地区的绿色创新效率有所提高,如图1所示,网格坐标线上的两个结点分别显示了各省2011年和2015年的绿色创新效率值。绿色创新效率提升幅度较大的省区主要位于中、西部地区,效率提升幅度最大的5个省区依次为江西、新疆、湖南、河南、广西。绿色创新效率下降最多的省区要属吉林、贵州和山东。近年来,中、西部省区在承接东部省区产业转移的过程中,因环境制度建设滞后,暴露出吸引污染产业转入的风险。企业通过向环境约束薄弱的地区进行产业转移来规避环境责任。中、西部环境保护规制落后甚至有形成发达地区产业转移的“污染天堂”的迹象(如汤维祺等,2016)^[30]。例如,贵州、陕西、内蒙古等本身绿色创新效率较低的地区非但没能向效率前沿靠近,反而出现了较为明显的效率下滑,这些现象值得关注。

2011—2015年中国地区绿色创新效率差异的走势情况可以通过计算变异系数进行判断,计算结果如图2所示。从全国范围来看,变异系数从0.59下降到了0.47,绿色创新效率的地区差异呈现出逐步缩小的趋势。东部地区内部的差异基本处于稳定的水平上,变异系数在0.33上下徘徊。中部地区内部的差距表现出较为明显的缩小趋势,变异系数下降幅度较大,从0.61下降到了0.42。西部地区内部的差异变动显现出波动性特征,变异系数在回弹反复中下降。可见,全国地区间绿色创新效率差异缩小主要应归因于绿色创新效率相对落后的中、西部省区。

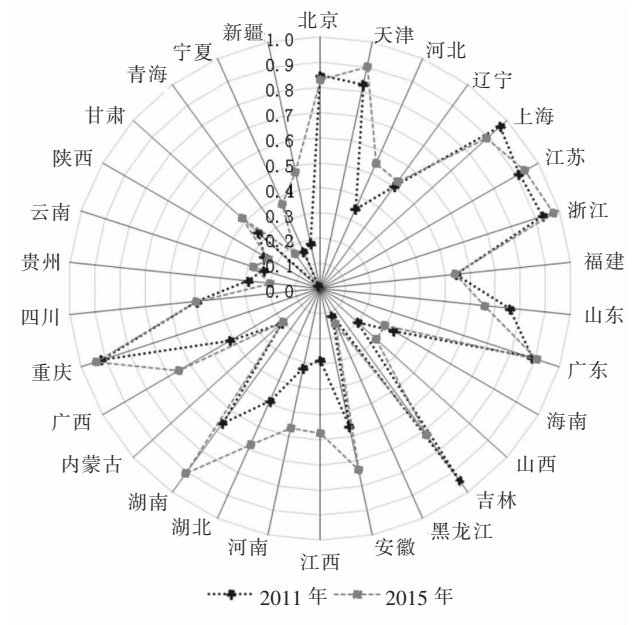


图1 2011年和2015年中国地区绿色创新效率对比

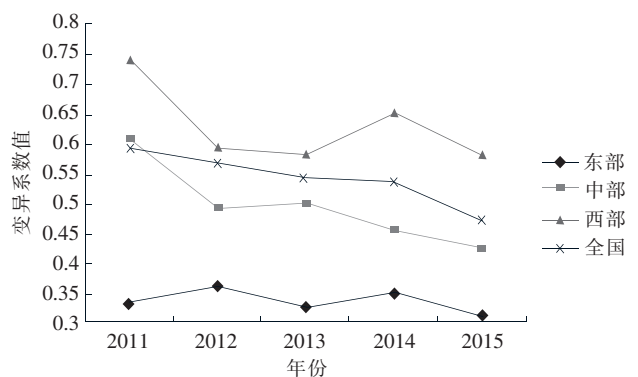


图2 2011—2015年全国及三大地区的绿色创新效率变异系数

五、结论与政策启示

本文通过构建绿色创新随机前沿模型,对2011—2015年除西藏外中国大陆30个省(市、区)的绿色创新效率值进行了评价和比较;在对其他影响因素进行控制的条件下,对不同类型的制度所造成的影响进行了实证检验。实证结果表明:(1)2011—2015年,中国全部地区绿色创新效率的平均值约为0.52,不同地区的绿色创新效率差异明显,整体上呈现出东、中、西部依次降低的特征。从变化趋势来看,全国大部分省区的绿色创新效率有所提高,地区差异呈现出逐步缩小的趋势。(2)各类制度环境的改善都将有利于提高地区的绿色创新效率。其中,金融制度的系数富有弹性且影响显著,知识产权制度的显著性突出,环境制度也与绿色创新效率密切相关,财政制度的系数富有弹性但其显著性略低于前三类制度;基础法律制度的影响不显著。此外,控制变量,即要素价格和市场结构,对绿色创新效率具有显著影响。基于实证研究结果,本文提出以下几点建议:

1.大力推进金融制度建设,构建绿色金融制度。绿色创新效率对金融制度的变化十分敏感,因此,要提高绿色创新效率,现阶段在制度供给上应当把金融制度作为重点,形成绿色创新的金融支持体系。中、西部

地区金融发展落后,应大力推进金融制度建设,促进金融市场结构和功能的完善,形成多元化、富有弹性的金融制度环境,为企业创新提供有效的资金、信息和风险分散支持。东部地区的金融市场相对成熟,创新实力位于全国前沿,但从效率变化情况来看,增加创新产出的绿色化程度是提高并缩小该区域内部绿色创新效率差距的关键,应重视金融制度对创新的绿色化导向作用,构建并完善融资、信息披露和风险控制等方面的绿色金融制度。

2.形成支持绿色创新的合理财政制度安排。一方面,鉴于目前市场机制尚不完善、作用有限,政府提供适度的财政支持能够降低企业创新的成本和风险,有利于鼓励和引导企业从事绿色创新活动,促进创新成果的产生和转化。政府科技投入比重较大的省区,包括北京、上海、浙江、江苏、广东等,普遍具有较高的绿色创新效率。中、西部省区的政府科技投入远低于东部省区,创新资源投入不足,一定程度上导致了中、西部和东部地区之间的绿色创新效率差距,中西部省区应加强对绿色创新的财政支持力度。另一方面,财政制度是有成本的,需要进行审慎的设计,不应单方面追求财政补助的数量,而应提高财政支持的质量。需要警惕政府过多的干预,以免对市场造成太大的挤出效应。

3.完善创新成果交易制度,强化知识产权保护的执行机制。知识产权制度与绿色创新效率高度相关,完善知识产权制度(保护和交易)才能从根本上为企业营造良好的绿色创新环境。各地区应不断完善创新成果交易制度,并通过加强知识产权保护,在促进创新成果推广应用的同时,最大限度地保护研发创新主体的利益。中、西部省区绿色创新效率低下,应积极加强与东部省区的绿色创新交流、合作和技术引进,努力缩小与先进地区之间绿色创新效率的差距。中国内地虽然实行统一的知识产权法律,然而,各地区的知识产权保护执法力度存在显著差异,使得各省区的实际知识产权保护水平严重失衡,需加强地区知识产权保护的执行制度建设。

4.加快中、西部省区的环境制度建设,统一环境要求标准。在以土地和劳动为代表的要素价格上涨的驱使下,中国第二产业生产重心正在向中、西部地区大规模转移。不少研究认为,中、西部环境制度缺位吸引污染企业的风险,本文也观察到一些本身绿色创新效率较低的地区反而出现了效率下滑的现象。因此,为避免产业转移引起绿色创新效率下降,造成中、西部地区的生态环境破坏和地区非平衡发展加剧,有必要及时堵住制度的漏洞,形成全国统一的环境制度约束。

参考文献:

- [1] 胡乐明,刘刚.新制度经济学原理[M].北京:中国人民大学出版社,2014.
- [2] KUSZ J. Integrating environmental goals and the product development process[C]. The Design Actions and Resources for the Environment Conference Proceedings, Boston, Mass, USA, 1991.
- [3] OECD. Environmental innovation and global markets[M]. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 2008.
- [4] 付帆,卢小丽,武春友.中国省域绿色创新空间格局演化研究[J].中国软科学,2016(7):89-99.
- [5] 杨朝均,呼若青,冯志军.环境规制政策、环境执法与工业绿色创新能力提升[J].软科学,2018(1):11-15.
- [6] 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):64-69.
- [7] 任耀,牛冲槐,牛彤,等.绿色创新效率的理论模型与实证研究[J].管理世界,2014(7):176-177.
- [8] 白俊红,蒋伏心.协同创新、空间关联与区域创新绩效[J].经济研究,2015(7):174-187.
- [9] 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):82-88.
- [10] SHAIMARDANOVA L I, YUSUPOVA G F, PURYAEV A S. Assessment the efficiency of eco-oriented innovative projects in industrial enterprises[J]. AD ALTA—Journal of Interdisciplinary Research, 2017, 7(22): 221-224.
- [11] WANG W, YU B, YAN X, et al. Estimation of innovation's green performance: a range-adjusted measure approach to assess the unified efficiency of China's manufacturing industry[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 149: 919-924.
- [12] 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):26-43.
- [13] BONTOUX L, BENGTSOON D. Using scenarios to assess policy mixes for resource efficiency and eco-innovation in different fiscal policy frameworks[J]. Sustainability, 2016, 8(4): 309-326.
- [14] MIAO C, FANG D, SUN L, et al. Natural resources utilization efficiency under the influence of green technological innovation[J]. Resources Conservation and Recycling, 2017, 126: 153-161.

- [15] 曹洪军,陈泽文. 内外环境对企业绿色创新战略的驱动效应——高管环保意识的调节作用[J]. 南开管理评论,2017(6): 95-103.
- [16] 洪俊杰,石丽静. 自主研发、地区制度差异与企业创新绩效——来自371家创新型企业的经验证据[J]. 科学学研究,2017(2):310-320.
- [17] 罗良文,梁圣蓉. 国际研发资本技术溢出对中国绿色创新效率的空间效应[J]. 经济管理,2017(3):21-33.
- [18] 曹霞,于娟. 绿色低碳视角下中国区域创新效率研究[J]. 中国人口·资源与环境,2015(5):10-19.
- [19] 陈艳春,韩伯棠,岐洁. 中国绿色技术的创新绩效与扩散动力[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2014(4):50-56.
- [20] 史丹,马丽梅. 京津冀协同发展的空间演进历程:基于环境规制视角[J]. 当代财经,2017(4):3-13.
- [21] 傅晓霞,吴利学. 随机生产前沿方法的发展及其在中国的应用[J]. 南开经济研究,2006(2):130-141.
- [22] 王小鲁,樊纲,余静文. 中国分省份市场化指数报告(2016)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2017.
- [23] 刘思明,侯鹏,赵彦云. 知识产权保护与中国工业创新能力——来自省级大中型工业企业面板数据的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究,2015(3):40-57.
- [24] 郑玉航,李正辉. 中国金融服务科技创新的有效性研究[J]. 中国软科学,2015(7):127-136.
- [25] 余伟,陈强. “波特假说”20年——环境规制与创新、竞争力研究述评[J]. 科研管理,2015(5):65-71.
- [26] 张杰,郑文平,翟福昕. 竞争如何影响创新:中国情景的新检验[J]. 中国工业经济,2014(11):56-68.
- [27] 焦高乐,严明义. 技术进步的来源、方向与工业节能减排[J]. 统计与信息论坛,2017(4):81-86.
- [28] ODECK J,BRATHEN S. A meta-analysis of DEA and SFA studies of the technical efficiency of seaports;a comparison of fixed and random-effects regression models[J]. Transportation Research Part A-policy and Practice,2012,46(10):1574-1585.
- [29] 高洁,徐茗丽,孔东民. 地区法律保护与企业创新[J]. 科研管理,2015(3):92-102.
- [30] 汤维祺,吴力波,钱浩祺. 从“污染天堂”到绿色增长——区域间高耗能产业转移的调控机制研究[J]. 经济研究,2016(6): 58-70.

Supply of Institutions and China's Regional Green Innovation Efficiency

LI Yuting, ZHU Zhiyong

(College of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: Green innovation brings about the double returns for economy and environment, improving green innovation efficiency is an important approach to realize the balanced development of resources, economy and environment. By building a green innovation efficiency stochastic frontier analysis model and making use of China's provincial data from 2011 to 2015, this paper evaluates and compares the green innovation efficiencies of China's 30 provinces, and empirically exams the effects of different types of institutions. The results show that: first, during 2011 to 2015, the green innovation efficiencies of all provinces are about 0.52 on average, revealing the characteristics of going down from eastern, middle to western regions on the whole; as for the patterns of change, most of the provinces experience improvements in the green innovation efficiency, and the regional differences are gradually narrowing down. Second, the green innovation efficiency is positively correlated to all types of institutions; among the institutions, the impacts of the intellectual property institution, financial institution, environmental institution and fiscal institution are significant while the impact of the basic law institution is not significant. Besides, input prices and market structure also show important impacts.

Key words: green innovation efficiency; institutional environment; stochastic frontier analysis model

[责任编辑:孟青]