

我国绿色创新效率区域差异性及其成因研究

殷 群 程 月

内容提要 绿色创新效率是一种考虑资源与环境代价的综合创新效率,研究我国各区域的绿色创新效率对各区域创新发展和可持续发展有重要意义。在引入能耗和环境因素等指标的情况下,运用带有非期望产出的SBM模型测量2009—2013年我国各区域的绿色创新效率发现:各地区的绿色创新效率值呈上升趋势,但是区域差异性明显,东部、中部、西部地区的绿色创新效率值依次递减,应当采取差异政策促进区域绿色创新效率持续提升,低效率地区尤其需要突破环境污染和管理效率低下两大问题,需要在更高平台上提升创新效率。

关键词 绿色创新 区域创新效率 SBM模型

殷 群,南京邮电大学管理学院院长,教授 210046

程 月,南京邮电大学管理学院 210046

引 言

面对日益严重的环境污染问题,越来越多的学者将绿色科技和环境因素纳入技术创新研究框架中,探索环境、自然、经济和社会融为一体的可持续发展的创新综合效率(张江雪,朱磊)。Kusz从创新认知、创新设计、创新开发、实施和生产的每个创新子过程中都整合进环境原则,提出了绿色创新经营链的理念。Omercen选择瑞士企业为研究对象,研究了环境优化前提下产品开发战略,描绘了投入、生产和产出链条上的环境影响,提出应当高度重视绿色开发战略。佩德罗研究了葡萄牙的制造企业后,探讨了环境原则约束下的企业创新绩效的影响因素。陈劲认为,生态化创新发展是创新发展的方向,追求经济的可持续发展必须重视技术创新的环境效应。王伟强在调查分析了江浙地区企业发展与环境变化特征后,提出了绿色创新的动力源、技术源和资金源联动协同的理念,并提出了企业实施绿色创新的相关对策。众所周知,所有的创新活动都是在一定区域内进行的,都会对一定范围的区域产生环境影响,因此,研究绿色创新效率必须考虑区域特征。很多学者通过对比不同地区或国家的创

本文为国家自然科学基金项目(71373133)。

新效率,分析效率差异的区域影响因素。当前,研究创新效率的方法上主要有三类,一类是数据包络法(DEA),官建成、钟祖昌、韩晶等采用DEA方法以R&D人员和经费支出作为投入指标,专利数和新产品产出率等作为产出指标测量了区域创新的效率。第二类方法是生产函数法,生产函数法通过对区域的生产函数形式做出假设,在构建地区的生产函数的基础上,运用计量回归方法计算地区的创新效率。何枫用生产函数方法测量了我国省级地区的创新效率,发现我国各区域的创新效率值呈整体上升趋势且增长速度较快,但是区域间的效率水平差距较大;唐德祥用随机前沿生产函数(SFA)方法对我国中、东、西部三大经济区域的创新效率进行测量,发现三大区域的技术效率水平都呈稳定上升趋势。第三类测量区域创新效率的方法是多元统计方法,包括因子分析和聚类分析等。

综上所述,国内外关于创新效率的研究不少,一些研究开始引入区域及区域差异的变量,但是在测量创新效率时很少引进环境因素,对于绿色创新效率的区域差异研究明显不足。在全球气候变化与环境保护日益得到高度重视、我国实施创新驱动发展战略、推进产业转型升级和绿色发展的现阶段,探讨融入环境保护和区域特征的绿色创新效率,将区域性的废气、废水等污染物排放指标和资源消耗指标纳入技术创新效率研究的框架内,分析绿色创新活动效率的区域差异及差异成因,明晰提升绿色创新效率的机理,提出促进区域生态文明建设和更高质量发展的有效路径显得尤为重要。

一、绿色创新效率的测度

创新效率,是指投入要素在创新过程中的利用效率及单位投入成本中取得创新成果的能力。绿色创新效率,是指综合考虑创新资源投入与产出过程中环境代价的创新效率。

1. 绿色创新效率测度方法

数据包络分析(DEA)是一种被广泛使用的用来测量决策单元效率的工具。Tone在2004提出了基于传统DEA模型的升级版的SBM模型,在目标函数中加入了松弛变量,以有效解决带有非期望产出效率的评价问题。我们研究的是带有环境污染即非期望产出绿色创新效率问题,故选用SBM模型测量绿色创新效率。

2. 绿色创新效率的测量

基于2008年至2013年的《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》的数据,将30个省市自治区(西藏地区由于数据缺失,除外)分为东中西部三个区域^[1]测量其绿色创新效率。测量指标体系由两个部分四个指标构成,即投入类指标,包括非资源投入要素

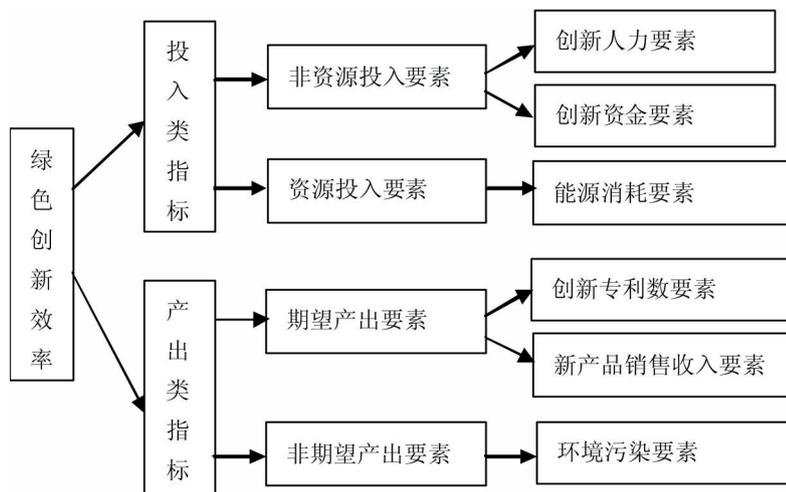


图1 绿色创新效率评价指标体系

(创新人力和创新资金)和资源投入要素(能源消耗);产出类指标,包括期望产出(创新专利数和新产品销售收入)和非期望产出(环境污染)指标,如图1所示。

[1]东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南12个省。中部地区包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南9个省。西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆10个省、自治区。

非资源投入要素,包括创新人力投入变量和创新资金投入变量。人力投入是影响创新绩效的重要因素,研发人员全时当量可以用来衡量创新的人力投入程度。创新资金投入变量包括R&D经费支出和技术改造经费投入两个方面,R&D内部经费投入指标可以用来衡量企业内部自主研发创新的资金投入力度,而技术改造经费主要用于采用先进的新技术和新工艺、新材料等,可以用来衡量外部因素促进创新水平提高的程度。因此,R&D经费内部支出和技术改造经费之和可以衡量绿色创新的物力投入。基于此,我们选用人力和物力两个指标来作为测量区域绿色创新效率的投入指标。

资源投入要素,是指进行经济活动时的全部资源投入要素。由于煤炭是我国工业企业的主要燃料,也是空气污染的主要来源之一,因此,煤炭的消耗量可以用来衡量我国资源的使用效率,我们用各地区万元生产总能煤耗值作为资源投入要素。

期望产出,即创新成果,是指创新活动得到的正面产出。创新成果包括创新的数量和质量两方面,专利中含有大量关于新技术和新发明的信息,是衡量一个地区创新能力和水平的重要指标,专利申请数反应了一个地区创新成果的数量,但是创新成果的质量还要通过市场衡量,新产品销售收入可以很好的反应创新成果的商业化水平。所以我们选用专利申请数和新产品销售收入来衡量绿色创新效率的期望产出。

非期望产出,是指创新活动得到的负面产出。创新的过程伴随着环境的污染,通常用“三废”即固体废物、废水和废气代表非期望产出。然而近年

表1 2009-2013年全国绿色创新效率值以均值排名

| 地区 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 效率均值 | 效率均值排名 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 高效率地区 | | | | | | | |
| 北京 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 天津 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 浙江 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 广东 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 重庆 | 0.89742 | 0.89652 | 0.93253 | 0.95264 | 0.96227 | 0.928276 | 5 |
| 上海 | 1 | 1 | 0.826973 | 0.85331 | 0.876504 | 0.911357 | 6 |
| 安徽 | 0.642186 | 0.791392 | 1 | 1 | 1 | 0.886716 | 7 |
| 江苏 | 0.787546 | 0.775926 | 1 | 0.82283 | 0.818499 | 0.84096 | 8 |
| 中效率地区 | | | | | | | |
| 吉林 | 0.63217 | 0.76543 | 0.77923 | 0.80658 | 0.363381 | 0.669358 | 9 |
| 湖南 | 0.663852 | 0.678817 | 0.704379 | 0.728624 | 1 | 0.755134 | 10 |
| 山东 | 0.723719 | 0.71486 | 0.708095 | 0.736285 | 0.733033 | 0.723198 | 11 |
| 福建 | 0.674256 | 0.667054 | 0.666452 | 0.687672 | 0.654887 | 0.670064 | 12 |
| 湖北 | 0.562741 | 0.633716 | 0.600388 | 0.616753 | 0.660313 | 0.614782 | 13 |
| 辽宁 | 0.598185 | 0.526288 | 0.612478 | 0.603139 | 0.641163 | 0.596251 | 14 |
| 海南 | 0.319017 | 0.700237 | 0.632138 | 0.594193 | 0.517691 | 0.552655 | 15 |
| 四川 | 0.50229 | 0.527555 | 0.51859 | 0.584914 | 0.585202 | 0.54371 | 16 |
| 河南 | 0.543994 | 0.531379 | 0.535917 | 0.538782 | 0.565612 | 0.543137 | 17 |
| 贵州 | 0.477511 | 0.529229 | 0.544939 | 0.538925 | 0.472888 | 0.512698 | 18 |
| 低效率地区 | | | | | | | |
| 广西 | 0.397421 | 0.547652 | 0.442002 | 0.465912 | 0.564024 | 0.483402 | 19 |
| 河北 | 0.443186 | 0.423014 | 0.477586 | 0.487569 | 0.542721 | 0.474815 | 20 |
| 新疆 | 0.395563 | 0.480822 | 0.456717 | 0.511285 | 0.528948 | 0.474667 | 21 |
| 宁夏 | 0.390014 | 0.491015 | 0.405773 | 0.486388 | 0.582888 | 0.471216 | 22 |
| 江西 | 0.374001 | 0.456692 | 0.456142 | 0.484259 | 0.581042 | 0.470427 | 23 |
| 甘肃 | 0.33274 | 0.515716 | 0.42287 | 0.443293 | 0.521411 | 0.447206 | 24 |
| 云南 | 0.412001 | 0.424335 | 0.371378 | 0.429539 | 0.4395 | 0.415351 | 25 |
| 陕西 | 0.355106 | 0.451847 | 0.406063 | 0.43325 | 0.39943 | 0.409139 | 26 |
| 山西 | 0.363914 | 0.353545 | 0.397654 | 0.427196 | 0.497488 | 0.407959 | 27 |
| 内蒙古 | 0.403342 | 0.367246 | 0.347125 | 0.354502 | 0.374092 | 0.369261 | 28 |
| 黑龙江 | 0.35026 | 0.372534 | 0.344283 | 0.370106 | 0.344326 | 0.356302 | 29 |
| 青海 | 0.307725 | 0.202308 | 0.106361 | 0.138754 | 0.168287 | 0.184687 | 30 |

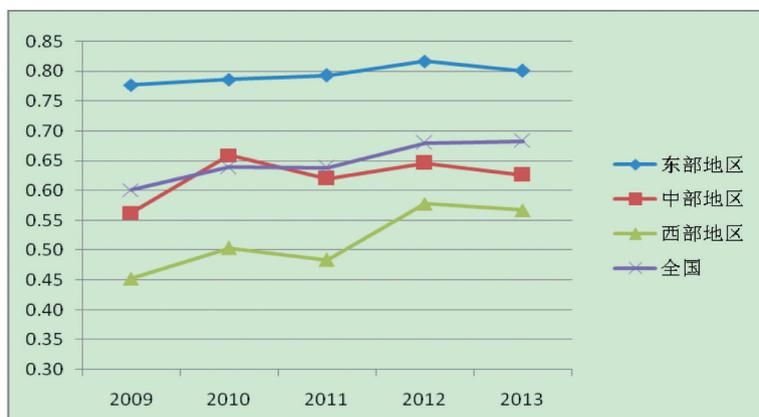


图2 分区域绿色创新效率趋势图

来,固体废物的处理率已经达到90%以上,固体废物的排放量已经大幅度减少。但是近期的雾霾天气频发,废气污染物大量增多,水污染排放量也逐年上升,因此我们选取废气和废水的排放量作为衡量绿色创新效率的非期望产出指标。

基于非期望产出的SBM模型,测量2009年到2013年30个省市地区的绿色创新效率,得到如表1和图2的结果:

从图2和表1看出,从2009年到2013年,我国绿色创新效率呈波动型上升趋势,2008年至2013年全国绿色创新效率从0.61上升到0.68,整体效率水平仍有较大提升空间。绿色创新效率呈现的上升趋势表明创新产出的增加和环境污染的减少。2006年,我国推进创建创新型国家建设,加大了对创新资源的投入,推进创新基础设施不断完善,创新产出比率持续增加,导致了绿色创新效率的提升。为了增强绿色创新动力,国家和各地区都提出了绿色创新和持续发展战略,改变了以企业为单一绿色创新主体的机制,形成了以企业为核心,科研院校、政府、公众为主体的多元主体系统,多个主体之间的相互作用提升了绿色创新活动的运行效率,各地政府通过经济手段,如排污权交易、税收减免、直接补贴等措施和政策法规手段,如制定环保政策等来规范和帮助企业进行绿色创新。同时,公众的绿色消费和环保意识提高产生了强大的舆论监督作用和道德力量。政府的环境管制政策的不断出台,公众舆论的关注和企业的自觉行动,最终使得环境保护治理力度不断加大,创新的环境成本代价逐渐下降,全国的环境污染指数在2010年后逐渐下降,由2010年的0.264下降到2013年的0.226,使得整体绿色创新效率得到提升。

从东、中、西部地区绿色创新效率的比较来看,样本期内,东、中、西部的绿色创新效率都呈上升趋势,但是东部地区的绿色创新效率明显高于中部和西部地区,东部地区5年来的效率值都维持在0.7到0.85这样高效率水平。在2009年东部地区的绿色创新效率达到了西部地区效率的两倍。绿色创新效率高分布情况和经济发展情况基本符合。东部地区有着较好的经济基础和较为完善的创新制度环境,创新优势明显,经济发展带动了创新的投入,创新的产出又拉动了地区的经济发展,形成了良性循环。而中西部地区创新资源稀少,创新基础薄弱,创新资源投入力度需要持续增加,但中部地区绿色创新效率没有明显提升,反而呈现了停滞甚至小幅下降的状态。中西部地区绿色创新效率不高的原因,主要是依靠资源投入方式来拉动绿色创新效率效果并不能持久,中西部地区经营管理模式的不健全和创新资源的优化配置程度低下造成了大量创新资源的投入不能带来相应的创新产出,且中西部地区引入了大量高污染高排放的企业,造成环境污染的加剧,这些都导致绿色创新效率的低下。

为了比较各省份绿色创新效率的差异,我们计算出了2009年到2013年各省的绿色创新效率的平均值,并将效率值按高、中、低分为三种类型。高效率的地区效率值在0.8-1之间。中效率地区,效率值在0.5-0.8之间。低效率地区,效率值在0-0.5之间。从表1看出,高效率地区有8个,包括北京、天津、浙江、广东、重庆、上海、安徽和江苏。其中,北京、天津、广东、浙江的绿色创新效率值都为1,达到了效率前沿,这些地区基本属于东部经济发达地区,与之前东西中部地区的绿色创新效率值分析吻合,这些地区云集着全国最多的科研院所和高等院校,地区政府也大力提倡创新驱动,出台一系列推动科技创新的计划和激励政策,倡导产

表2 采取权重不同时绿色创新低效率地区均值比较

| 地区 | 绿色创新效率均值 | | |
|-----|----------|----------|--------|
| | (1:1) | (2:1) | 差值 |
| 广西 | 0.483402 | 0.461402 | -0.022 |
| 河北 | 0.474815 | 0.501815 | 0.027 |
| 新疆 | 0.474667 | 0.458667 | -0.016 |
| 宁夏 | 0.471216 | 0.433216 | -0.038 |
| 江西 | 0.470427 | 0.440427 | -0.03 |
| 甘肃 | 0.447206 | 0.476206 | 0.029 |
| 云南 | 0.415351 | 0.388351 | -0.027 |
| 陕西 | 0.409139 | 0.439139 | 0.03 |
| 山西 | 0.407959 | 0.443959 | 0.036 |
| 内蒙古 | 0.369261 | 0.360261 | -0.009 |
| 黑龙江 | 0.356302 | 0.336302 | -0.02 |
| 青海 | 0.184687 | 0.158687 | -0.026 |

业升级,各地的期望产出即专利数和新产品销售收入都名列前茅。

二、绿色创新低效率地区原因探析

绿色创新效率高的地区通常都具有较高的期望产出即创新成果和较低的非期望产出即环境污染,而绿色创新效率较低的地区即创新效率在0-0.5之间的地区(包括河北、新疆、宁夏、江西、甘肃、云南、山西、陕西、内蒙古、青海),其效率低下的原因是因为创新产出太少还是环境污染太多,为了探究期望产出和非期望产出对效率值的影响程度,我们可以在SBM模型中将期望产出和非期望产出设置不同的权重值。如果提高期望产出的权重值,则对于因期望产出即创新成果过少而导致效率低下的省市来说,其绿色创新效率的新测算值将会下降,对于因非期望产出即环境污染严重而导致效率低下的地区来说,其新测算结果效率值将会提高^[1],通过比较测算结果,可以分析创新产出和环境污染对绿色创新效率的影响,采用SBM模型中的期望产出和非期望产出赋予权重,测算得到表2所列各区域的绿色创新效率值。

从测量的结果来看,当期望产出和非期望产出的权重设置为2:1时,在低效率值的地区中,河北、山西、陕西、甘肃地区的绿色创新效率值出现上升,说明绿色创新效率较低是由于环境污染太多,而江西、新疆、宁夏、江西、云南、内蒙古和青海地区的绿色创新效率值下降,说明绿色创新效率值低下是由于创新产出较少导致。河北、陕西、陕西、甘肃,这些地区面临这创新升级和环境保护的双重压力,山西是煤炭大省,发展长期依靠煤炭资源等自然资源进行经济发展,煤炭开采又导致严重的环境污染;陕西和黑龙江都是老工业基地,产业结构单一,创新动力不足,河北省虽然靠近北京天津等创新资源大省,但是在进行产业转移时,承接了北京和天津的大多数的污染项目,导致这些地区的非期望产出即环境污染过多造成了绿色创新效率处在全国最低端。而新疆、宁夏、江西、云南、内蒙古和青海等西部地区创新基础薄弱,虽然近年来也投入大量人力和物力发展创新产业,在创新基础设施建设、创新政策的制定和创新人才引进都做了大量工作,如宁夏省积极建立健全企业创新方法应用推广组织体系,江西省也创建了各类创新产业园区等,但是创新产出数量和质量都不尽如人意,专利数和新产品销售数量都排在全国区域的末端,这与上述中西部地区绿色创新效率低下的原因相近,即由于创新资源配置的不合理,造成创新资源浪费,没有对创新主体起到实质性的帮助作用。

三、结论及启示

引入废水和废气排放量等环境指标后,基于非角度和非径向的SBM模型,对全国30个省市地区的2009-2013年度绿色创新效率测算,得到如下结论:(1)2009年-2013年全国绿色创新效率均值为0.624,5年来东中西部的绿色创新效率都呈波动上升趋势,但仍有较大提升空间。(2)中国绿色创新效率存在地区差异,东部地区的绿色创新效率最好,中部地区其次,西部地区最差。(3)在效率值低于0.5的省份中,有5个省份是由于创新产出太少导致效率低下,而其余7个省份是由于过多的环境污染导致创新无效。基于以上结论:提出如下建议:

1. 坚持创新驱动发展。在发展创新的过程中应注重创新产出的质量和环境污染问题,提高绿色创新效率。
2. 加强绿色技术应用。河北、山西、陕西、甘肃地区效率低下的原因是因为非期望产出即环境污染过多导致的,减少环境污染要依靠末端治理技术,即通过对废弃物的分离、处置和处理等手段减少

[1]李艳军、华民:《中国城市经济的绿色效率及其影响因素研究》,〔北京〕《城市与环境研究》2014年第2期。

废弃物污染的清洁技术,在生产过程中采用先进的工艺与技术减少污染物,应当鼓励在研发节能设备的同时加强清洁生产技术和产品的创新。

3. 完善绿色金融体系。进行绿色创新需要大量的资金支持,需要建立一个激励绿色投资的绿色金融体系,引导民间资金进入绿色创新行业。绿色金融体系可以依靠多种产品或者渠道来为绿色创新项目提供融资,包括绿色贷款、绿色私募股权和绿色债券等产品。需要建立包括绿色评级、信息强制披露制度等公共基础设施。建立完善绿色金融体系的发展对解决治理环境污染,提高绿色创新的产出有重要作用。

4. 合理配置创新资源。江西、新疆、宁夏、江西、云南、内蒙古和青海地区,因创新资源配置合理性不高,造成创新产出的数量和质量不高。针对因现有资源配置体制及组织管理水平问题而造成的效率低下,各地区不能仅仅依靠增加创新资源投入来带动创新效率的提高,应当以创新效率或者创新成果的质量作为检测各地区创新能力提高的标准。在合理引进各类先进设备和人才时,应当学习先进的创新管理模式,不断提升创新资源利用效率。

参考文献

1. 张江雪、朱磊:《基于绿色增长的我国各地区工业企业技术创新效率研究》,〔北京〕《数量经济技术经济研究》2012年第2期。
2. KUSZ J. Integrating environmental goals and the product development process. The Design Actions and Resources for the Environment Conference Mass, USA, 1991:8-11.
3. OMERSEN E. Environmentally adjusted product development—a study of local change. Paper presented at 7th International Product development Management Conference on the Approaches to Development and Engineering, Brussels, 1992:18-19.
4. C. Pedro, V. H. Manuel, S. V. Pedro. Are Environmental Concerns Drivers of Innovation? Interpreting Portuguese Innovation Sata to Foster Environmental Foresight. Technological Forecasting and Social Change, 2006, (3):266-276.
5. 陈劲、刘景江、杨发明:《绿色技术创新审计指标测度方法研究》,〔北京〕《科研管理》2002年第2期。
6. 许庆瑞、王伟强、吕燕:《中国企业环境技术创新研究》,〔北京〕《中国软科学》1995年第5期。
7. 官建成、陈凯华:《我国高技术产业技术创新效率的测度》,〔北京〕《数量经济技术经济研究》2009年第10期。
8. 钟祖昌:《国家创新效率的结构特征及其收敛性研究》,〔北京〕《科学学与科学技术管理》2012年第2期。
9. 韩晶:《中国高技术产业创新效率研究——基于SFA方法的实证分析》,〔北京〕《科学学研究》2010年第3期。
10. 何枫、陈荣:《经济开放度对中国经济效率的影响:基于跨省数据的实证分析》,〔北京〕《数量经济技术经济研究》2004年第3期。
11. 唐德祥、李京文、孟卫东:《R&D对技术效率影响的区域差异及其路径依赖——基于我国东、中、西部地区面板数据随机前沿方法(SFA)的经验分析》,〔北京〕《科研管理》2008年第2期。
12. Tone K. A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis. European Journal of Operational Research, 2001, 130:489-509.
13. 隋俊、毕克新、杨朝均、刘刚:《制造业绿色创新系统创新绩效影响因素——基于跨国公司技术转移视角的研究》,〔北京〕《科学学研究》2015年第3期。
14. 吴延兵:《自主研发、技术引进与生产率——给予中国地区工业的实证研究》,〔北京〕《经济研究》2008年第8期。

〔责任编辑:天 则〕