

引用格式:周敏,王腾,严良,等.财政分权、经济竞争对中国能源生态效率影响异质性研究[J].资源科学,2019,41(3):532-545.
[Zhou M, Wang T, Yan L, et al. Heterogeneity in the influence of fiscal decentralization and economic competition on China's energy ecological efficiency[J]. *Resources Science*, 2019, 41(3): 532-545.] DOI: 10.18402/resci.2019.03.11

财政分权、经济竞争对中国能源生态效率影响异质性研究

周敏¹,王腾²,严良²,谢雄标¹

(1. 中国地质大学(武汉)经济管理学院, 武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉)资源环境经济研究中心, 武汉 430074)

摘要:改善能源生态效率是实现“十三五”节能降耗和生态文明建设的现实选择,本文考虑生态和社会福利因素,以2000—2016年省际面板数据样本为基础,利用SBM-DEA模型计算和分析了中国区域能源生态效率,并运用固定效应模型从财政分权、经济竞争的内在经济增长和制度层面探究其影响机制。研究发现,近17年来中国中西部地区能源生态效率水平较东部地区差,其中中部地区呈现持续恶化趋势。财政分权显著改善了能源生态效率,而地方政府间经济竞争降低了能源生态效率。地区虚拟变量揭示经济竞争使东部和中部地区能源生态效率显著下降,但有助于西部地区提高能源生态效率。基于反事实分析,如果能够遏制经济竞争加剧,能源生态效率年均能够获得1.38%额外改善。最后,本文提出从改革财政激励制度,强化审计监督问责,因地制宜调整产业结构等政策建议,鼓励地方政府形成经济竞争与合作,以期提升中国能源生态效率。

关键词:财政分权;经济竞争;能源生态效率;SBM-DEA模型;反事实分析;异质性

DOI: 10.18402/resci.2019.03.11

1 引言

能源低效利用过程中大量排放的废弃物给环境造成了严重污染,对中国经济的高质量发展、社会进步和居民福利构成了威胁。中国政府为了实现可持续发展目标,在稳步发展经济的同时,正在积极地改善日趋严峻的资源短缺和环境恶化趋势。国家“十三五”经济和社会发展规划明确指出,绿色是持续发展的必要条件,必须坚持节约资源和保护环境的基本国策。因此,提高能源生态效率对于促进“能源—经济—环境—社会”四者协同发展意义十分重大。改善能源生态效率,推动经济可持续发展,需要从制度因素和内生经济发展进行综合考察,而财政分权和经济竞争无疑是十分重要的方面,尤其自1994年中国正式实行分税制改革,中央

政府和地方政府新的财税分配权制度显著影响了地方发展水平^[1],进而对地区能源利用、生态环境和社会福利产生了深刻影响。

尽管当前很多研究认为全要素能源效率能够较好地衡量能源利用效率,却忽视了能源利用过程中产生的环境污染问题。一些学者认为,代表环境污染和生态破坏的非期望产出容易造成能源效率损失,因为能源使用过程中,大量的二氧化碳、氮氧化物和硫化物等被排放而污染了区域环境^[2,3]。例如张伟等认为中国能源利用过程中产生的污染主要为大气污染,空气中约70%CO₂排放、90%SO₂排放、67%NO₂排放来自于化石燃料的使用^[4],而且能源效率的变化也会对生态环境造成一定影响^[5]。因此,越来越多生态、环境因素被整合进了能源效率

收稿日期:2018-06-13,修订日期:2018-11-20

基金项目:国家自然科学基金项目(71273246);教育部哲学社会科学重大攻关项目(12JZD034);国家社会科学基金项目(12BJL074)。

作者简介:周敏,男,江西临川人,博士研究生,研究方向为环境经济与政策。E-mail:zhoumin0509@163.com

通讯作者:谢雄标,E-mail:Xiexb@cug.edu.cn

2019年3月

研究,能源生态效率研究逐渐受到重视。关伟等为度量“能源—经济—环境”系统,利用固定规模报酬下SBM-DEA模型对1997—2012年中国省际能源生态效率进行评价,分析了省域能源生态效率时空演变特征^[6]。王晓岭等基于“绿色化”视角,利用Super-EBM模型对能源经济效率和能源环境效率进行拓展,构建了能源生态效率理论框架,提出了“双低型”能源效率、“经济型”能源效率、“生态型”能源效率和“绿色型”能源效率的发展模式^[7]。赵鑫等以长江经济带为研究对象,利用超效率SBM-DEA模型测算了长江经济带的整体及其上中下游能源生态效率水平和收敛性^[8]。然而,即便环境因素与全要素能源效率相结合也仍然难以科学地测算能源效率,因为它们最终会影响社会福利。另外,维持良好的社会福利是实现经济、环境和社会可持续发展最终目的,受到直接影响的当地社会福利应该被关注,例如健康受到能源消耗过程中的污染物危害^[9]等。能源生态效率应考虑更加全面、系统的社会福利要素,所以能源利用、环境污染与社会福利应同时纳入到能源效率测算中。

部分相关研究则从产业结构调整^[10,11]、技术进步^[12,13]、环境规制^[14,15]和市场化程度^[16]等方面对全要素能源效率和生态效率影响进行分析。但是,很少有研究关注中国经济发展过程中的特殊现象:在中国式财政分权进程中,各地方政府为了促进地方经济增长和地方官员政绩,通过一系列方式,如税收优惠^[17]、产业补贴^[18]等开展经济竞争。不同地方在不同的财政分权水平下,开展不同程度的经济竞争。这些变化在影响经济发展的同时,也影响地区能源强度、污染控制和社会福利水平。如果地方为了追求短期经济增长,很有可能忽视改进能源效率,治理污染和提升社会福利,容易恶化当地能源生态效率。

综上所述,以往研究已经奠定了良好的研究基础,但也存在较大改进空间。一是已有研究多从政策规制、技术冲击等外部要素视角分析对能源效率影响,而这些要素对能源效率的影响不能脱离内生经济增长发挥作用,地方政府推动经济发展的经济竞争成为重要的影响因素,而这种争夺要素资源的方式也需要考虑中国式财政分权影响。二是现有

研究在探究财政分权、经济竞争与地区经济发展和环境污染关系方面已经取得了较为丰硕成果,但关注两者对中国省域能源生态效率影响异质性的研究较少。三是当前测算中国省区能源生态效率中关于社会福祉方面的代表变量主要是预期寿命,而实际上社会福利涵盖范围非常广泛,本文采用熵权法从就业、教育、文化、社保、医疗、住房等6个方面构建社会福利指数更具代表性。

本文以2000—2016年中国30个省市自治区为研究样本,首先测算中国区域能源生态效率,而后从财政分权、经济竞争视角出发探究能源生态效率变化的深层次诱因,引入交叉项、区域差异和反事实分析实证,财政分权、经济竞争对省域能源生态效率影响的异质性作用,以期改善中国能源生态效率提供有益的政策参考。

2 理论分析与研究假设

关于能源生态效率的定义,可追溯到Schaltegger等首次正式界定的生态效率的内涵,即经济增长与环境影响的比值^[19]。世界企业永续发展委员会(WBSCD)认为,生态效率是通过提供有竞争性的商品或服务以满足人类社会生存以及提高生活质量的需要,同时将这一过程对资源和生态的影响降低至地球承载力以内^[20]。OECD认为,生态效率是满足人类社会需求的效率^[21]。Muller等指出,生态效率是环境绩效与经济绩效的比值^[22]。Scholz等将生态效率界定为经济绩效改变量与环境绩效改变量之比^[23]。由此可见,生态效率也明确了物质投入与环境绩效、社会福利之间存在明确的联系。因此,在考虑经济产出的能源经济效率和兼顾环境绩效的能源环境效率测算框架基础上,应将体现生态文明意义的经济发展、环境影响和社会福祉融入中国能源生态效率中^[7]。据此,能源生态效率可以被定义为,通过提供具有竞争优势的能源商品和服务,在促进经济增长并提高社会福利的同时,将整个能源开发利用周期对环境系统的影响控制在地球可承载的范围之内。

2.1 成本动因:财政分权与能源生态效率

西方学者在关注财政分权与生态环境问题时认为,治理生态或污染成本考虑是十分重要的动因。Oates等认为,环境信息收集具有规模效应,且

对环境消息具有扩散效应,因而通常情况下环境信息的收集发布由中央政府管辖的机构来完成的成本更低,而分权的地方政府从中央政府获取信息和相关的技术并实施环境保护^[24]。Helland等发现,美国州政府对边界地区的污染控制标准低于本州内污染控制的标准,存在向邻近地区排放或转移污染物的情况^[25]。地方会根据环境污染是何种类型而区别对待^[26],因为如果一些污染物具有地区溢出效应,由于不考虑邻近地区的福利,财政分权使得地方政府存在搭便车行为,容易将污染物转移到邻近地区,降低自身治理污染的成本。因而,基于“理性人”假设,财政分权缺乏激励或约束机制,难以控制地方政府出于自身治理成本最小化而消极应对环境问题。另外,国内一些研究发现,财政分权水平的提高不利于改善中国能源效率^[27],反而使得地区环境质量显著地恶化^[28]。部分研究进一步对财政分权影响区域环境质量的机理展开了制度分析,如地方政府基于政绩的竞争是财政分权影响区域环境质量的重要途径^[29],但简单地将财政分权与政治分权视为一体,不利于真实地探究财政分权的影响。事实上,中国式财政分权并不是完全意义上的财政分权,它不以需求为导向,且具有明显的政治垂直集权特征^[30],中央政府对于地方政府在公共事务层面具有更高权威,地方政府受到中央政府领导和指派,一定程度上,地方政府需要承担更多的额外成本。

财政分权是否对于地方政府控制环境污染和改善能源效率存在负向作用,仍然具有很大争议。从理论层面而言,财政分权意味着上级政府向下级政府下放财政权力。由于中央政府在信息方面的滞后性增大了资源误配的机会^[31],地方居民需求特征被简单忽略,庞大财政运转导致了高昂成本。由于地方政府更熟悉地方公共事物而存在信息优势,因而能更好地代表本地居民的利益,从中央向地方转移财政收入和支出权力将更有利于降低地方公共事务决策成本。而且,合理的财政分权使得地方财政收入上缴和实际所得逐渐对称,地方对于提供和改善公共服务积极性逐渐提高,尤其在与同级政府协同改善能源利用、生态环境和社会福利方面,能够有效地降低治理沉没成本,减少效率损失。综上所述,本文提出如下假说:

H₁: 财政分权使得地方政府积极改善地区能源生态效率。

2.2 收益动因: 经济竞争与能源生态效率

Breton曾针对“地方政府竞争”提出一个较为准确的定义,指它是一个国家内部不同区域的政府利用包括税收、教育、医疗、社会保障、环境政策等手段,吸引资本、劳动力和其他流动性要素以增强各区域竞争优势的行为^[32]。各种要素在市场逐利过程中遵循着“用脚投票”规律,因而,经济竞争很大程度是地方政府为了实现经济发展目标或保持区位优势,通过一系列优惠条件争夺要素禀赋的机制。

经济竞争对能源生态效率的可能影响依赖于地方政府需要何种要素体驱动经济发展,且直观影响体现在以下两个方面:一是正向影响,由于地方政府在进行招商引资、产业选择等而确定政策红利时具有自主权^[33],经济竞争通过税收优惠等形式吸引具备先进技术和管理经验的项目与产业形成溢出效应,从而能够显著改善当地知识技能水平,促进生产工艺提升,并且有助于提供充足的资金支持改善经济发展环境,实现产业转型升级,增强节能和环境治理水平,以此实现能源生态效率改进,促进地区绿色发展;二是负向影响,即经济竞争导致能源生态效率出现“竞次”(Race to the Bottom)现象。Wilson^[34]和Rauscher^[35]指出,地方政府在经济竞争中为了获得竞争优势与拓展税基,可能会采取降低税负或放松环境监管或两者兼有之的策略。地方政府税收竞争促进了环境污染加剧:一方面低税率不利于环境污染负外部性的补偿;另一方面使得地方政府采取宽松的环境政策^[36]。这种“竞次竞争”导致地方政府忽视了节能、环境治理和社会福利改善,从而导致地区发展质量下降,污染加剧,能源生态效率恶化。综上所述,本文提出如下假说:

H_{2a}: 经济竞争的“逐顶”(Race to the Top)效应促进了能源生态效率的改善。

H_{2b}: 由于存在“竞次”的恶性竞争效应,经济竞争不利于能源生态效率提升。

闫文娟利用废水、废气和固体废弃物的省级面板数据研究了财政分权、政府竞争与环境治理投资的关系,发现财政分权不是环境污染投资不足的主要原因,关键是由于政府竞争使得财政分权对环境

2019年3月

治理的负面效应被明显放大^[37]。在财政分权的背景下,地方政府为了实现经济发展,增强自身财政实力,往往对招商引资等方式开展经济竞争表现出积极性。但由于当地禀赋和投入要素有限,在地方开展经济竞争的过程中,为了增强区域投资吸引力,缺乏途径的地方倾向于放宽技术与环境限制,甚至一些地方对低效率与重污染产业表示出强烈兴趣,引进过多高能耗和污染密集型企业,势必加大地区生态压力和社会福利损失,从而进一步加剧地区能源生态效率下降的趋势。因此,本文提出如下假设:

H₃:在财政分权通道下,地方政府经济竞争不利于能源生态效率改善。

3 能源生态效率测算及区域差异

3.1 测算方法及指标选取

目前,估算与评价能源效率的方法主要有数据包络分析(DEA)和随机前沿分析(SFA),其中又以数据包络分析为主,模型包括CRS和VRS、多阶段DEA、Malmquist指数、超效率DEA等^[5],以解决投入、产出数据量纲不统一等问题。随着能源效率的研究越来越关注环境污染和生态破坏等不利因素,融入非期望产出的SBM-DEA模型在能源效率的测算中也逐渐得到学界的关注。SBM-DEA模型与传统DEA模型不同之处在于:将松弛变量纳入目标函数中,不仅解决了投入、产出的松弛性问题,非期望产出存在时的效率评价问题,数据量纲不一致和主观权重问题^[38],也避免了径向和角度造成的偏差和影响。通过消除投入冗余和产出不足,DMU(x_0, y_0)的效率(即决策单元效率)可以得到提升,使非有效变为SBM有效^[39],较其他模型更能体现效率评价的本质。因而,本文选择含有非期望产出的松弛变量(SBM-Undesirable)模型测算能源生态效率。具体数学模型为:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}} \frac{1}{m}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right)} \quad (1)$$

$$x_0 = \lambda X + s^- \quad (2)$$

$$y_0^g = \lambda Y_g + s^g \quad (3)$$

$$y_0^b = \lambda Y^b + s^b \quad (4)$$

$$s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \lambda \geq 0 \quad (5)$$

式中: ρ^* 为SBM-Undesirable函数目标值; s^- 为投入变量的松弛变量; s^g 和 s^b 分别为期望与非期望产出的松弛变量; m 表示投入指标个数; x_{i0} 为第 i 种类投入值; y_{r0}^g 表示第 r 种类期望产出值; y_{r0}^b 表示第 r 种类非期望产出值; s_1 为期望产出个数; s_2 为非期望产出个数; X 为投入矩阵; λ 为权重调整矩阵; Y_g 为期望产出矩阵; Y^b 为非期望产出矩阵。假使 $\rho^* = 1$, 且 $s^- = s^g = s^b = 0$, 表明决策单元具有效率; 反之, 则说明该决策单元效率不足, 此时的投入与产出具有改进空间。

投入指标包括:

(1)能源投入。由于各省拥有不同的资源禀赋,不同类型的能源消费在能源系统中所占比例不同,因此,用某一特定的能源消费来代表中国所有的省区能源投入显然不合适。本文选择能源消费总量作为能源投入。

(2)劳动投入。本文选择就业人数作为衡量劳动投入的衡量指标。考虑到年度统计数据与实际年度劳动量之间差异,计算当年年末的最终从业人员数和上一年的最终从业人员数的平均值。

(3)资本投入。借鉴吴延瑞^[40]的折旧率折算方法,利用本年固定资本形成投资作为资本投入,同时为消除价格因素对资本存量的影响,将1999年视为基期,求得其他年份资本存量数据。

产出指标包括:

(1)经济产出。选取各省区及直辖市各年GDP衡量经济产出,同时利用GDP平减指数消除价格对GDP的影响。

(2)环境非期望产出。参考Suzuki等^[41]的方法,选择二氧化碳排放量作为环境非期望产出的指标。在对能源分类基础上,以柴油、焦炭、煤炭、煤油、汽油、燃料油等6种消耗量为基准,测算各省份二氧化碳的排放量。计算方法主要来源于《2006年IPCC国家温室气体清单指南》^[42]。

(3)社会福利指数。目前,社会福利的衡量指标主要包括联合国开发计划署的人类发展指数(human development index, HDI)和人均预期寿命。但由于缺乏统计数据,本文无法获得2000—2016年中

国30个省、市及自治区的人均预期寿命连续数据。同时,根据国家“十三五”经济和社会发展规划中关于就业、教育、文化、社保、医疗、住房等公共服务体系的相关阐述,分别选择了就业率、人均受教育年限、人均图书印刷总量、社会保障参与率、卫生技术人员数和人均新增建筑面积等6个变量,并采用熵值法计算了社会福利指数。

3.2 数据来源

本文以中国30省份(不含港澳台及西藏)2000—2016年数据为样本,能源生态效率测算的投入、产出指标,包括文中面板计量模型中核心变量和控制变量在内的数据主要来自于《中国统计年鉴》^[43]、《中国能源统计年鉴》^[44]、《中国环境统计年鉴》^[45]、《中国税务年鉴》^[46]、《新中国六十年统计资料汇编》^[47]、中国经济数据库(CEIC)^[48]及EPS数据库^[49]。

3.3 能源生态效率区域差异分析

出于分析和判断中国能源生态效率变化趋势及地区差异需要,本文依据国家“七五”经济社会发展计划(1986)将30个省市划分为东、中和西三大地区。图1为三大区域在2000—2016年能源生态效率变化时间序列图。根据SBM-DEA模型计算结果,中国能源生态效率年均降幅超过2.15%,尽管期间个别年份出现回升现象,但总体呈现下降态势。从三大区域层面具体观察,2000—2016年,东部地

区能源生态效率平均值为0.694,远高于全国平均水平的0.503,能源生态效率值绝对降幅高达28.17%,且未有提升趋势;中部地区能源生态效率均值仅为0.376,远低于全国平均水平,能源生态效率绝对值下降了0.301,并且呈现持续恶化态势;而西部地区能源生态效率均值为0.400,虽然低于全国平均水平,但略高于中部地区,自2012年后下降趋势逐渐扭转并有企稳回升。尽管三大区域能源生态效率总体均呈现下降趋势,但区域间表现差异性较为明显。因而,也进一步表明,本文从财政分权、经济竞争视角探究其背后的机制及关系具有十分重要的现实意义。

4 计量模型构建

4.1 模型设定

为了验证本文理论假设的正确性,设定能源生态效率为被解释变量,财政分权水平和经济竞争强度为核心解释变量。此外,为了进一步探讨财政分权、经济竞争对能源生态效率影响的异质性,深入分析通过经济竞争机制,财政分权水平对能源生态效率影响是否改变,引入财政分权与经济竞争交叉项。具体模型如下:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 fd_{it} + \alpha_2 com_{it} + \alpha_3 fd_{it} \times com_{it} + \sum_{k=1}^7 \beta_k x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

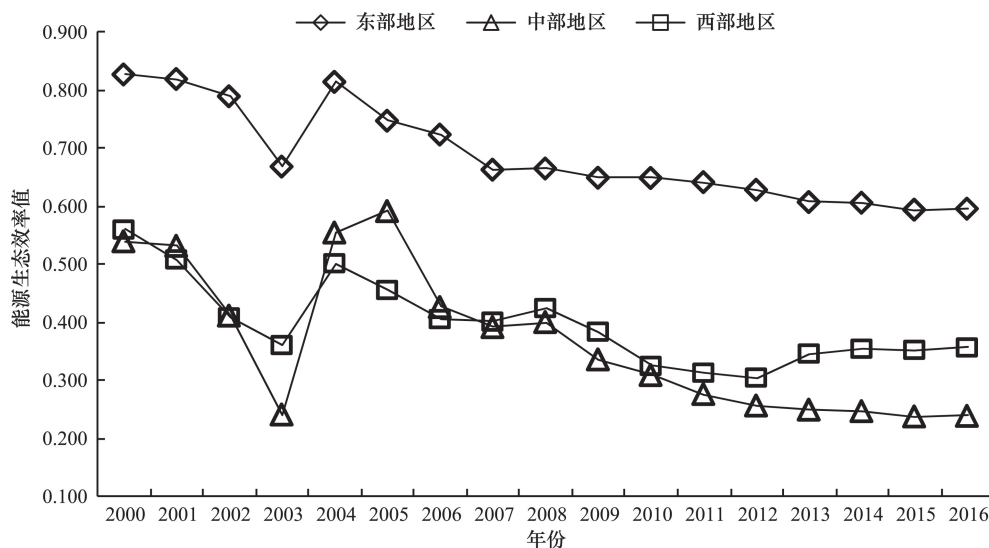


图1 中国东、中、西部地区能源生态效率时间趋势

Figure 1 Temporal trend of energy ecological efficiency in eastern, central, and western China

2019年3月

式中: Y_{it} 为被解释变量; $fd_{it} \times com_{it}$ 为交叉项; x_{it} 为模型控制变量; i 为省份; t 为时间; α_0 、 α_1 、 α_2 、 α_3 、 β_k 为模型系数; ε_{it} 为随机误差项。

4.2 模型变量设定

(1)被解释变量。能源生态效率(EEE)。该指标采用前文利用含有非期望产出的数据包络分析计算所得的能源生态效率值。

(2)解释变量。经济竞争(com)。在发展经济驱动下,中国各地方政府为争夺资本、人才等流动性生产要素开展各种形式的经济竞争,而这种政府间的横向竞争主要表现为税收竞争,主要通过各种形式的实际税收优惠吸引更多的流动资本。因此,一些学者利用区域实际税负或税收优惠水平表示地方政府之间的税收竞争,而衡量这一指标的关键在于准确测算资本有效税负。本文主要借鉴王佳杰等^[50]的计算方法,分别计算全国资本有效税率和各地区资本有效税率,两者之间的差值表示各个地区的税收优惠程度,差值越大,地方政府间的税收竞争强度越大。

财政分权(fd)。当前研究测度中国财政分权水平的方法主要有2种:一种是通过财政收支计算,利用下一级政府的财政收支比例表示财政分权程度;另一种是采用自有收入的边际增加值测量。自中国实行分税制改革以来,财政权力主要向中央政府集中,中央政府的财政收入分成比例明显增加,因而,使用通过地方财政收入占全国财政收入的份额难以较好地表示中国财政分权程度。所以,当前研究大部分使用财政支出分权代表财政分权水平。

本文借鉴贺俊等^[51]方法,通过人均省级财政支出与人均总支出的比值衡量财政分权水平,克服了各省人口规模和中央转移支付对财政分权的干扰,能更科学地反映各省、市及自治区财政分权程度。

(3)其他控制变量。对外开放程度($open$),该指标通过进出口贸易水平反映各地区的对外开放程度。本文用各省、市及自治区当年进出口贸易总额占各省GDP比重表示;市场化程度($market$),该指标用各省、市及自治区当年非国有企业工业总产值占工业总产值比重表示;技术投入水平(tec),该指标用各省、市及自治区当年R&D支出占增加值比重表示;人均实际GDP(ave_gdp ,元/人),该指标考虑价格因素对人均GDP的影响,均以1999年为基期,利用GDP平减指数的结果表示人均实际GDP;固定资产投资($invest$),该指标以各省、市及自治区全社会固定资产投资规模占各省GDP比重计算;工业利润率(ir),该指标借鉴王苍峰等^[52]利用销售收入利润率方法测算了各省、市及自治区规模以上工业企业平均利润率;政府规模(gs),该指标代表地方政府在改善地区社会福利方面的政府投入规模,政府改善社会福利的动机越强,能源生态效率越好。本文参考杨子晖^[53]的计算方法,用各省、市及自治区政府消费支出占GDP份额衡量政府规模,其中政府支出包括文教、科学、卫生事业费和行政管理费。各变量情况具体详见表1。

5 模型结果与讨论

5.1 财政分权、经济竞争与能源生态效率

为了更准确地使用面板数据模型,本文先使用

表1 模型变量描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of variables

变量	均值	标准差	最小值	最大值	观测数
EEE	0.565	0.263	0.020	1	510
fd	0.506	0.177	0.148	0.906	510
com	-0.013	0.069	-0.243	0.095	510
$open$	0.345	0.800	0.006	14.722	510
$market$	0.417	0.217	0.030	1.968	510
ave_gdp	17 664.32	12 304.36	2 759	79 132.93	510
tec	0.092	0.016	0.048	0.131	510
$invest$	0.572	0.220	0.252	1.328	510
ir	0.060	0.034	-0.007	0.223	510
gs	0.192	0.085	0.077	0.628	510

F 检验来确定使用混合模型还是固定效应模型。如果检验结果拒绝混合回归模型,则应再用 Hausman 检验来判断是建立个体随机效应还是个体固定效应模型。表1中,模型1和模型2分别为混合回归和随机效应模型,模型3、模型4和模型5使用了面板数据,因此需要对实证模型进行 Hausman 检验,以确定使用固定效应还是随机效应模型,表1显示,模型1的 F 检验拒绝了混合回归的假设,而模型3、模型4和模型5中 $Prob(Hausman)$ 均小于1%,宜采用个体固定效应模型,固定效应模型均使用稳健标准误。各个模型研究结果显示各经济变量回归系数符号方向一致,系数结果稍有差异。具体系数结果如表2所示。

根据表2中模型估计结果,无论是模型1、模型2、模型3还是模型5,反映了财政分权程度指标的回归系数显著为正,表明中国各个省市自治区的财政自主水平越高,地方政府在发展地方经济时倾向于

选择能耗和环境污染程度低的产业或项目,更有利于提升各地区的能源生态效率。经济竞争对能源生态效率表现为显著的负向影响。通过大力降低实际税负而形成的税收优惠程度越高,地方政府同时放松了环境监督,忽视了环境治理,环境污染的“竞次”现象不断,从而造成了能源生态效率持续降低。财政分权与经济竞争的交叉项对各省能源生态效率表现为显著的负向影响。说明地方政府为了持续推动区域经济发展,一方面通过税收优惠等一系列手段扩大或巩固招商引资,另一方面降低了环境监督强度,加之地方政府为了进一步增加财政收入,提升财政分权程度而偏向 GDP 优先,忽视高能耗与环境污染而选择能给地区经济发展产生高收益的项目。因此,事实上是地方经济竞争使得财政分权对各省能源生态效率产生了负向作用,即通过经济竞争,地方政府的财政分权未能起到对能源生态效率的改善作用。

表2 财政分权、经济竞争和省域能源生态效率的面板回归结果

Table 2 Different regression results of fiscal decentralization, economic competition and provincial energy- ecological efficiency of panel data

变量	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
fd	0.423*** (3.31)	0.473*** (3.28)	0.421** (2.49)		0.311** (2.18)
com	-0.593*** (-2.71)	-0.601*** (-2.71)		-0.794*** (5.12)-	-0.597*** (-7.83)
$fd \times com$	-1.570* (-1.71)	-1.723* (-1.90)			-1.461* (-2.11)
$open$	0.025** (2.24)	0.031** (2.41)	0.033* (1.90)	0.033 (1.78)	0.034* (1.82)
$market$	-0.383*** (-4.14)	-0.310*** (-4.64)	-0.353*** (-4.72)	-0.392*** (-6.53)	-0.379*** (-4.49)
tec	0.073*** (6.35)	0.067*** (5.44)	0.049*** (7.16)	0.032** (2.77)	0.044*** (5.06)
ave_gdp	7.21e-06*** (3.35)	7.3e-06*** (3.39)	1.32e-05*** (5.87)	1.6e-05*** (9.76)	1.2e-05*** (4.83)
$invest$	-0.543*** (-6.69)	-0.544*** (-6.32)	-0.436*** (-4.00)	-0.401** (-3.45)	-0.388*** (-3.48)
ir	0.035 (0.09)	0.420 (0.98)	0.273 (1.03)	0.720** (2.38)	0.797** (3.03)
gs	0.836*** (3.70)	1.060*** (4.11)	1.710*** (11.13)	1.180*** (11.25)	1.3670*** (9.31)
时间固定效应	否	否	是	是	是
地区固定效应	否	否	是	是	是
R^2	0.553		0.573	0.577	0.589
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$Prob(Hausman)$			0.000	0.000	0.000
N	510	510	510	510	510

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%的水平上显著;括号内为 t 检验值

2019年3月

通过进一步观察控制变量可知:对外贸易水平 *open* 的回归系数显著为正,原因可能是不断开放的对外贸易在技术溢出效应的影响下提升了地区的技术能力和要素生产率,进一步降低了能源消耗和污染物的排放。市场化程度 *market* 的回归系数显著为负,原因可能是:一方面,各地区市场化程度并未出现较大规模的改善;另一方面,现阶段以中小企业为代表的非国有企业经营方式较为粗放,技术水平较低,能源消耗量高且污染排放严重,降低了地区能源生态效率水平。固定资产规模投资水平 *invest* 的回归系数显著为负,表明地方政府通过扩大基础设施建设规模将需要大量能源资源投入,并且产生大量污染排放,恶化地区能源生态效率。工业利润率水平 *ir* 的回归系数显著为正,原因可能是随着企业经营水平和盈利能力的提高,将会偏向选择低能耗低污染的绿色技术,有利于促进能源生态效率的改善。政府规模 *gs* 的回归系数显著为正,原因可能是随着地方政府投入更多的资金用于改善地区的整体福利水平,使得居民更加关注和倾向使用节能、绿色能源,从而提升了地区能源生态效率。技术投入水平 *tec* 和人均实际 *ave_gdp* 的回归系数显著为正,表明随着地方政府注重技术创新的推动和居民物质生活水平的提高,有助于进一步降低能耗水平和环境污染,促进能源生态效率提高。

5.2 区域经济竞争与能源生态效率

通过前述分析,本文发现地方经济竞争显著使得能源生态效率进一步恶化,因而在实证模型中引入了区域虚拟变量(*DumE*、*DumM*、*DumW*),试图剖析经济竞争对东、中及西部不同省市自治区能源生态效率影响的区域性差异,虚拟变量分别对东、中、西地区的省市自治区赋值为1,其他地区省市自治区赋值为0,因此东、中、西部省份所对应的地理位置差异虚拟向量为(1,0,0)、(0,1,0)、(0,0,1)。

表3所示的模型5为混合回归模型,*F*检验拒绝了采用混合回归假设,模型7、模型8中 *Prob(Hausman)* 均小于1%,因此采用固定效应模型估计。检验结果如表3所示。为进一步表示检验内生性问题,证明研究结果可信性,将2000—2016年省级面板数据分为2000—2007和2008—2016区间,利用固定效应模型对其进行稳健性检验,结果如表4

所示。

综合表3、表4中模型估计结果,无论是包含所有控制变量还是剔除部分控制变量,东、中部地区的经济竞争对能源生态效率均呈现为显著负向影响,而西部地区经济竞争对能源生态效率呈现为显著正向影响。究其原因可能是西部地区原先经济实力薄弱,产业结构畸形,地方政府通过税收优惠等一系列政策吸引来自东、中部地区转移的较好项目,招商引资形成的技术溢出效应使得西部地区的管理能力、技术水平得到相应提高,从而改善了西部地区的能源生态效率。例如,贵州省通过大力吸引“云技术+大数据”项目落地,既促进了贵州省经济发展,又保护了地区生态环境。而东、中部地区由于经济发展水平相对较好,通过税收优惠的经济竞争一方面吸引了更多的项目、就业人口等要素的流动,能源资源消耗过大,形成规模不经济效应,进一步对环境造成压力;另一方面,由于淘汰落后产能和产业升级步伐缓慢,要素生产率和技术水平未能取得应有的进步,随着经济实力的增长,反而未能进一步提升能源生态效率。因此,东、中部地区经济竞争非但没有改善能源生态效率,反而导致能源生态效率呈现下降趋势。

5.3 经济竞争下能源生态效率反事实分析

在实证模型发现经济竞争对中国能源生态效率产生显著负面影响后,本文尝试利用反事实分析方法探究经济竞争对中国能源生态效率造成的效率损失进行比较,具体方法参考张德钢等^[54]研究成果。图2表示了事实能源生态效率与反事实状态下能源生态效率值。从图2可见,反事实能源生态效率在2000—2016年间都高于事实能源生态效率,且与后者保持着相似的趋势,即呈现逐年下降的态势,分别从2000年的0.693和0.706降至2016年的0.486和0.520。根据本文测算,在经济竞争情况下,中国能源生态效率年均下降1.29%,而如若控制各省级政府间进一步开展经济竞争,中国能源生态效率每年平均尚可获得1.38%的改善空间。另外,从图2可见,在2008年后,反事实能源生态效率值与事实能源生态效率值的差距存在扩大趋势,同时期中国各省级地方政府间经济竞争亦呈现加剧之势,绝对值从2008年的0.013增至2016年的0.023,进一

表3 经济竞争对能源生态效率影响的回归结果

Table 3 Regression results of the influence of economic competition on energy ecological efficiency

变量	模型5	模型6	模型7	模型8
<i>DumE</i> × <i>com</i>	-0.873** (-2.76)	-0.862*** (-3.51)	-1.280*** (-9.10)	-1.316*** (-9.22)
<i>DumM</i> × <i>com</i>	-0.772 (-1.51)	-0.825** (-2.32)	-0.698*** (-3.88)	-0.704*** (-3.62)
<i>DumW</i> × <i>com</i>	1.512* (1.91)	1.521*** (4.92)	0.847*** (4.07)	0.848*** (4.04)
<i>fd</i>	0.569** (2.62)	0.515*** (3.63)	0.225* (2.19)	0.280** (2.53)
<i>market</i>	-0.216* (-2.01)	-0.234*** (-4.01)	-0.356*** (-5.80)	-0.360*** (-5.70)
<i>tec</i>	0.081** (2.53)	0.066*** (6.26)	0.031** (2.29)	0.029* (2.15)
<i>ave_gdp</i>	8.11e-06** (2.20)	9.13e-06*** (3.57)	1.1e-05*** (5.22)	1.06e-05*** (4.06)
<i>invest</i>	-0.558** (-2.51)	-0.559*** (-6.70)	-0.389*** (-3.45)	-0.422*** (-3.40)
<i>ir</i>	-0.315 (-0.75)	-0.167 (-1.44)	0.731** (2.83)	0.752** (2.67)
<i>gs</i>	1.182** (2.41)	1.368*** (4.36)	1.517*** (9.14)	1.563*** (9.65)
<i>open</i>	0.026 (1.12)	0.032** (2.77)	0.027 (1.69)	
时间固定效应	否	否	是	是
地区固定效应	否	否	是	是
<i>R</i> ²	0.533		0.621	0.611
<i>F</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Prob</i> (Hausman)			0.000	0.000
<i>N</i>	510	510	510	510

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%的水平上显著;括号内为*t*检验值

步佐证了经济竞争显著降低了中国能源生态效率值。可能原因在于:2008年全球经济危机后,地方政府为实现经济稳定发展,同时在中央政府4万亿刺激计划推动下,通过持续扩大税收优惠等举措招商引资争夺要素资源,客观上加大了经济竞争力度,尤其在此过程中,大量高能耗、高污染重工业和基础设施建设项目上马使得事实与反事实能源生态效率差距逐渐拉大。

6 结论及启示

6.1 研究结论

本文在构建环境和社会福利框架基础上,利用SBM-DEA模型测算了中国全要素能源生态效率,并从制度和内生经济增长视角深入探讨了财政分权、经济竞争与中国能源生态效率的关系和影响机制,同时基于中国2000—2016年的省级面板数据进行了实证计量模型和反事实分析,研究得出以下

结论:

(1)根据对整体和地区效率情况的分析,在全国层面,2000—2016年期间,尽管在2003—2004年出现短暂的回升,但总体呈下降态势,而在区域层面呈现明显的空间差异性。其中,东部地区在17年间绝大多数年份的能源生态效率都高于中、西部地区,在2006年以后收敛在0.600~0.700之间,西部地区虽整体呈现下降趋势,自2012年后渐有回升,而中部地区的下降状况则有加剧趋势。

(2)财政分权对能源生态效率具有显著的正向影响。实证结果表明,在控制其他因素的条件下,财政支出分权水平与能源生态效率呈显著正相关。更高的财政支出分权水平意味着地方政府具有更高的自主调控财税能力,这也是地方政府更愿意配合中央政府控制环境污染、提升能源效率及提高社会福利水平的实际动机。

表4 2000—2007年和2008—2016年的稳健性检验结果

Table 4 Robustness check results for 2000-2007 and 2008-2016

变量	2000-2007		2008-2016	
	模型9	模型10	模型11	模型12
<i>DumE</i> × <i>com</i>	-0.749** (-3.39)	-0.753** (-4.53)	-1.490*** (-7.75)	-1.510*** (-7.82)
<i>DumM</i> × <i>com</i>	-0.207 (-0.51)	-0.644 (-1.12)	-0.159** (-2.55)	-0.127** (-2.63)
<i>DumW</i> × <i>com</i>	0.027** (3.43)	0.272*** (4.53)	1.122*** (5.81)	1.101*** (5.73)
<i>fd</i>	0.401** (2.53)	0.332** (2.63)	0.348** (2.62)	0.363** (2.74)
<i>market</i>	-0.243** (-2.76)	-0.152** (-2.65)	-0.482*** (-8.38)	-0.484*** (-8.35)
<i>tec</i>	0.112*** (7.35)	0.119*** (7.93)	0.006** (2.50)	0.007** (2.58)
<i>ave_gdp</i>	7.77e-06 (2.05)		7.41e-06*** (5.83)	7.32e-06*** (5.86)
<i>invest</i>	-0.388** (-2.84)	-0.753*** (-4.35)	-0.380** (-2.72)	-0.389** (-2.75)
<i>ir</i>	0.428 (1.19)	0.753** (2.07)	0.167 (0.34)	0.085 (0.16)
<i>gs</i>	0.659 (1.51)	0.876 (1.68)	2.011*** (12.43)	2.032*** (12.01)
<i>open</i>	0.403*** (5.52)	0.495*** (12.31)	0.017 (1.89)	
时间固定效应	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是
<i>R</i> ²	0.622	0.609	0.719	0.703
<i>F</i>	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Prob</i> (Hausman)	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>N</i>	240	240	270	270

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%的水平上显著;括号内为*t*检验值

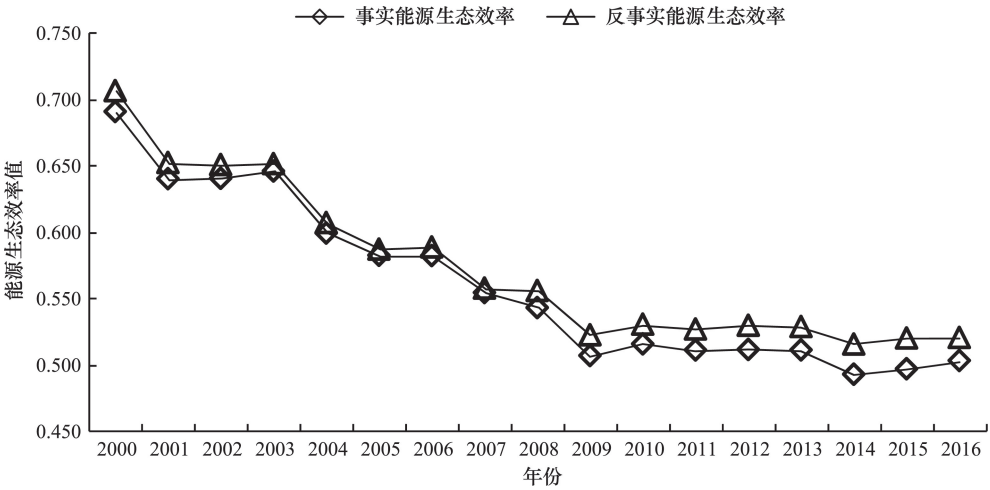


图2 经济竞争下的能源生态效率损失

Figure 2 Loss of energy ecological efficiency under economic competition

(3)经济竞争对能源生态效率产生负面影响,财政分权与经济竞争交互项系数呈现显著负相关。同时,交互项系数远低于财政分权系数揭示,虽然地方政府愿意扩大地方财政支出,不断增加投入到污染治理、节能降耗和社会福利领域,但激烈的经济竞争迫使地方政府转向能源利用、环境软约束,造成能源生态效率难以提升。此外,基于反事实分析,若能控制地方政府间经济竞争扩大,中国能源生态效率能够获得一定程度改善。

(4)在区域层面,东部和中部地区经济竞争与能源生态效率存在显著负相关关系,而经济竞争对西部地区能源生态效率有显著的正效应。分区域实证分析表明,经济竞争对能源生态效率的影响区域差异较大,即经济竞争阻碍了东、中部地区能源生态效率的改善,提升了西部地区能源生态效率。

6.2 政策建议

基于理论探讨和实证检验,以上的结论对提升中国能源生态效率政策建议层面具有较强的现实启示与意义。

(1)调整中央与地方财权与事权匹配关系,进一步明晰中央政府与地方政府在经济事务与环境、民生事务等方面的权利与责任,通过表彰表现优秀地方政府,设置专项奖励资金等形式增强财政激励力度;同时,完善地方政府政绩考核机制,将环境治理、节能降耗与公共服务领域的工作考核置于优先地位,惩罚政府主管部门在上述领域懒作为、不作为及乱作为。

(2)中央政府有区别地给予地方政府一定财政自主权,在强化中央政府对地方政府环境污染治理、民生福利改善等审计与监督基础上,根据区域公共事务表现差异,灵活地动态调整中央财政转移项目及支付方向与强度;另一方面,进一步规范地方政府税收优惠项目和力度,健全能耗与污染产业及项目的负面准入清单,避免更大范围及程度出现能耗和环境治理软约束问题。

(3)中央政府应严格控制地方政府盲目追求GDP至上的经济竞争行为,鼓励地方政府因地制宜调整产业结构,形成区域竞争与合作关系,避免经济锦标赛造成区域同质化竞争,使得资源进一步错配和污染及能耗“底线赛跑”效应,尤其中西部地区

应有选择性地利用政策优惠吸引技术和管理经验先进的项目和产业,既符合地方经济发展,又符合节能降耗、环境与民生福利目标改善。

参考文献(References):

- [1] 陈抗, Hillman A L, 顾清扬. 财政集权与地方政府行为变化: 从援助之手到攫取之手[J]. 经济学(季刊), 2002, 2(1): 111-130. [Chen K, Hillman A L, Gu Q Y. Fiscal re-centralization and behavioral change of local governments: From the helping hand to the grabbing hand[J]. *China Economic Quarterly*, 2002, 2(1): 111-130.]
- [2] Hu B D. Measuring plant level energy efficiency in China's energy sector in the presence of allocates inefficiency[J]. *China Economic Review*, 2014, 31: 130-144.
- [3] Lu W W, Su M R, Zhang Y, et al. Assessment of energy security in China based on ecological network analysis: A perspective from the security of crude oil supply[J]. *Energy Policy*, 2014, 74: 406-413.
- [4] 张伟, 吴文元. 基于环境绩效的长三角都市圈全要素能源效率研究[J]. 经济研究, 2011, (10): 95-109. [Zhang W, Wu W Y. Research on total-factor energy efficiency of metropolitan regions of Yangtze River Delta based on environment performance[J]. *Economic Research Journal*, 2011, (10): 95-109.]
- [5] 林伯强, 李江龙. 环境治理约束下的中国能源结构转变: 基于煤炭和二氧化碳峰值的分析[J]. 中国社会科学, 2015, (9): 84-107. [Lin B Q, Li J L. Transformation of China's energy structure under environmental governance constraints: A peak value analysis of coal and carbon dioxide[J]. *Social Sciences in China*, 2015, (9): 84-107.]
- [6] 关伟, 许淑婷. 中国能源生态效率的空间格局与空间效应[J]. 地理学报, 2015, 70(6): 980-992. [Guan W, Xu S T. Study on spatial pattern and spatial effect of energy eco-efficiency in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(6): 980-992.]
- [7] 王晓岭, 武春友. “绿色化”视角下能源生态效率的国际比较: 基于“二十国集团”面板数据的实证检验[J]. 技术经济, 2015, 34(7): 70-77. [Wang X L, Wu C Y. International comparison on energy eco-efficiency under perspective of greenization: Empirical study based on panel data of G20[J]. *Technology Economics*, 2015, 34(7): 70-77].
- [8] 赵鑫, 孙欣, 陶然. 去产能视角下的长江经济带能源生态效率评价及收敛性分析[J]. 太原理工大学学报(社会科学版), 2016, 34(5): 45-50. [Zhao X, Sun X, Tao R. Energy eco-efficiency evaluation and convergence analysis of the Yangtze river economic belt from the perspective of capacity reduction[J]. *Journal of Taiyuan University of Technology (Social Science Edition)*, 2016, 34(5): 45-50.]
- [9] 孙涵, 聂飞飞, 申俊, 等. 空气污染、空间外溢与公共健康[J]. 中

2019年3月

- 国人口·资源与环境, 2017, 27(9): 35-45. [Sun H, Nie F F, Shen J, et al. The air pollution, the spatial spill-over and the public health[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(9): 35-45.]
- [10] 吕明元, 陈维宣. 中国产业结构升级对能源效率的影响研究: 基于1978-2013年数据[J]. 资源科学, 2016, 38(7): 1350-1362. [Lv M Y, Chen W X. The study on the impact of industrial structure upgrading on energy efficiency in China based on the data from 1978 to 2013[J]. *Resources Science*, 2016, 38(7): 1350-1362.]
- [11] Jiang X, Duan Y, Green C. Regional disparity in energy intensity of China and the role of industrial and export structure[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2017, 120: 209-218.
- [12] Fan R G, Luo M, Zhang P. A study on evolution of energy intensity in China with heterogeneity and rebound effect[J]. *Energy*, 2016, 99: 159-169.
- [13] 王班班, 齐绍洲. 有偏技术进步、要素替代与中国工业能源强度[J]. 经济研究, 2014, (2): 115-127. [Wang B B, Qi S Z. Biased technological progress, factor substitution and China's industrial energy intensity[J]. *Economic Research Journal*, 2014, (2): 115-127.]
- [14] 尤济红, 高志刚. 政府环境规制对能源效率影响的实证研究: 以新疆为例[J]. 资源科学, 2013, 35(6): 1211-1219. [You J H, Gao Z G. Can government environmental regulations be good for energy efficiency? An empirical study in Xinjiang[J]. *Resources Science*, 2013, 35(6): 1211-1219.]
- [15] 陶长琪, 李翠, 王夏欢. 环境规制对全要素能源效率的作用效应与能源消费结构演变的适配关系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(4): 98-108. [Tao C Q, Li C, Wang X H. Suitability of environmental regulation effect on total-factor energy efficiency and relation to energy consumption structure evolution[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2018, 28(4): 98-108.]
- [16] 潘雄锋, 彭晓雪, 李斌. 市场扭曲、技术进步与能源效率: 基于省级异质性的政策选择[J]. 世界经济, 2017, 40(1): 91-115. [Pan X F, Peng X X, Li B. Market distortion, technical progress and energy efficiency: Policy choice based on the provincial heterogeneity[J]. *The Journal of World Economy*, 2017, 40(1): 91-115.]
- [17] 钟炜, 胡怡建. 税收优惠对我国外商投资企业的重要性程度研究: 一项问卷调查[J]. 财贸经济, 2007, (1): 70-75. [Zhong W, Hu Y J. Significance of tax preferential policy to China's foreign invested enterprises: A survey[J]. *Finance & Trade Economics*, 2007, (1): 70-75.]
- [18] 陆建明. 补贴资源性产业的扭曲效应研究: 基于开放经济下的经济增长视角[J]. 世界经济研究, 2013, (3): 3-9. [Lu J M. The distortion effect of the subsidies to resource sector: A study from economic growth aspect in open economy[J]. *World Economy Studies*, 2013, (3): 3-9.]
- [19] Schaltegger S, Sturm A. Ökologische Rationalität: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von ökologieorientierten Managementinstrumenten[J]. *Die Unternehmung*, 1990, 44(4): 273-290.
- [20] WBCSD. Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance[M]. Geneva: World Business Council for Sustainable Development, 1995.
- [21] OECD. Eco-efficiency [M]. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 1998.
- [22] Muller K, Sturm A. Standardized Eco-efficiency Indicators-Report 1: Concept Paper[R]. Basel: Ellipsen AG, 2001.
- [23] Scholz R W, Wiek A. Operational eco-efficiency: Comparing firms' environmental investments in different domains of operation [J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2005, 9(4): 155-170.
- [24] Oates W E, Portney P R. The political economy of environmental policy[J]. *Handbook of Environmental Economics*, 2003, 1: 325-354.
- [25] Whitford A B, Helland E. Pollution incidence and political jurisdiction: Evidence from the TRI[J]. *Journal of Environmental Economics & Management*, 2003, 46(3): 403-424.
- [26] Oates W E. The arsenic rule: A case for decentralized standard setting?[J]. *Resources*, 2002, 147: 16-18.
- [27] 刘津汝. 财政分权、外商直接投资与污染避难所假说: 基于省级动态面板数据的研究[J]. 统计与信息论坛, 2013, 28(11): 60-65. [Liu J R. Fiscal decentralization, FDI and pollution haven hypothesis: Based on study of provincial dynamic panel data[J]. *Statistics and Information Forum*, 2013, 28(11): 60-65.]
- [28] 张克中, 王娟, 崔小勇. 财政分权与环境污染: 碳排放的视角[J]. 中国工业经济, 2011, (10): 65-75. [Zhang K Z, Wang J, Cui X Y. Fiscal decentralization and environmental pollution: From the perspective of carbon emission[J]. *China Industrial Economics*, 2011, (10): 65-75.]
- [29] 周黎安. 中国地方官员的晋升锦标赛模式研究[J]. 经济研究, 2007, (7): 36-50. [Zhou L A. Governing China's local officials: Analysis of promotion tournament model[J]. *Economic Research Journal*, 2007, (7): 36-50.]
- [30] Blanchard O, Shleifer A. Federalism with and without political centralization: China Versus Russia[J]. *Imf Staff Papers*, 2001, 48(1): 171-179.
- [31] 张晏, 龚六堂. 分税制改革、财政分权与中国经济增长[J]. 经济学季刊, 2005, 5(4): 75-108. [Zhang Y, Gong L T. The fenshuizhi reform, Fiscal decentralization, and economics growth in China[J]. *China Economic Quarterly*, 2005, 5(4): 75-108.]
- [32] Breton A. Competitive governments: An economic theory of politics and public finance[J]. *Public Choice*, 1996, 67(2): 223-227.
- [33] 李香菊, 赵娜. 税收竞争对环境污染的影响及传导机制分析[J]. 中国人·资源与环境, 2017, 27(6): 163-170. [Li X J, Zhao N. The transmission mechanism and effect of tax competition on environmental pollution[J]. *China Population, Resources and Environ-*

- ment, 2017, 27(6): 163–170.]
- [34] Wilson J D. Theories of tax competition[J]. *National Tax Journal*, 1999, 52(2): 269–304.
- [35] Rauscher M. Economic growth and tax competition leviathans[J]. *International Tax and Public Finance*, 2005, 12(4): 457–474.
- [36] 刘洁, 李文. 中国环境污染与地方政府税收竞争: 基于空间面板数据模型的分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(4): 81–88. [Liu J, Li W. Environmental pollution and intergovernmental tax competition in China: Based on spatial panel data model[J]. *China Population Resources and Environment*, 2013, 23(4): 81–88.]
- [37] 闫文娟. 财政分权、政府竞争与环境治理投资[J]. *财贸研究*, 2012, 23(5): 91–97. [Yan W J. Fiscal decentralization, government competition and environmental pollution disposal investment [J]. *Finance and Trade Research*, 2012, 23(5): 91–97.]
- [38] 陈晓红, 易国栋, 刘翔. 基于三阶段 SBM-DEA 模型的中国区域碳排放效率研究[J]. *运筹与管理*, 2017, 26(3): 115–122. [Cheng X H, Yi G D, Liu X. Analysis of the low carbon economy efficiency in China: Based on a method of three stage SBM-DEA model with undesirable outputs[J]. *Operations Research and Management Science*, 2017, 26(3): 115–122.]
- [39] 解文华, 方虹, 张军峰, 等. 基于SBM-DEA模型及Malmquist指数的中国与欧盟航空运输企业能源效率比较研究[J]. *数学的理论与实践*, 2017, 47(17): 194–201. [Jie W H, Fang H, Zhang J F, et al. Study on the energy efficiency of China and EU aviation transportation enterprises based on SBM-DEA model and Malmquist Index[J]. *Mathematics in Practice and Theory*, 2017, 47(17): 194–201.]
- [40] 吴延瑞. 生产率对中国经济增长的贡献: 新的估计[J]. *经济学(季刊)*, 2008, 7(3): 827–842. [Wu Y R. The role of productivity in China's growth: New estimates[J]. *China Economic Quarterly*, 2008, 7(3): 827–842.]
- [41] Suzuki S, Nijkamp P. An evaluation of energy-environment-economic efficiency for EU, APEC and ASEAN countries: Design of a Target-Oriented DFM model with fixed factors in data envelopment analysis[J]. *Energy Policy*, 2016, 88: 100–112.
- [42] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories[M]. Kanaqawa: IGES, 2006.
- [43] 国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000–2016. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. Statistical Yearbook of China[M]. Beijing: China Statistical Publishing House, 2000–2016.]
- [44] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000–2016. [Department of Energy Statistics, National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Energy Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistical Publishing House, 2000–2016.]
- [45] 环境保护部. 中国环境年鉴[M]. 北京: 中国环境年鉴出版社, 2000–2016. [Ministry of Environmental Protection. China's Environmental Yearbook [M]. Beijing: China's Environmental Yearbook Publishing House, 2000–2016.]
- [46] 国家税务总局. 中国税务年鉴[M]. 北京: 中国税务出版社, 2000–2016. [State Administration of Taxation. China Taxation Yearbook[M]. Beijing: China Taxation Publishing House, 2000–2016.]
- [47] 国家统计局. 中国六十年统计资料汇编 1949–2008[M]. 北京: 中国统计出版社, 2010. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Compendium Statistics 1949–2008 [M]. Beijing: China Statistical Publishing House, 2010.]
- [48] CEIC. CEIC Database[EB/OL]. (2017–08–02) [2018–06–13]. <https://www.ceicdata.com/zh-hans/indicators>.
- [49] EPS. EPS Database[EB/OL]. (2017–08–19) [2018–06–13]. <http://olap.epsnet.com.cn/data-resource.html>.
- [50] 王佳杰, 童锦治, 李星. 税收竞争、财政支出压力与地方非税收入增长[J]. *财贸经济*, 2014, 35(5): 27–38. [Wang J J, Tong J Z, Li X. Tax competition, fiscal pressure and the non-tax revenue expansion of local governments[J]. *Finance & Trade Economics*, 2014, 35(5): 27–38.]
- [51] 贺俊, 吴照裘. 财政分权、经济增长与城乡收入差距: 基于省际面板数据的分析[J]. *当代财经*, 2013, (5): 27–38. [He J, Wu Z X. Fiscal decentralization, economic growth and urban-rural income gap: An analysis based on inter-provincial panel data[J]. *Contemporary Finance & Economics*, 2013, (5): 27–38.]
- [52] 王苍峰, 王恬. 人民币汇率、外部需求与我国工业行业的利润率[J]. *数量经济技术经济研究*, 2013, (3): 53–65. [Wang C F, Wang T. RMB exchange rate, foreign demands and profit margin of China's industry sectors[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2013, (3): 53–65.]
- [53] 杨子晖. 政府规模、政府支出增长与经济增长关系的非线性研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2011, (6): 77–92. [Yang Z H. An investigation on the nonlinear relationship between government size, expenditure growth and economic growth[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2011, (6): 77–92.]
- [54] 张德钢, 陆远权. 市场分割对能源效率的影响研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(1): 65–72. [Zhang D G, Lu Y Q. Impact of market segmentation on energy efficiency[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(1): 65–72.]

Heterogeneity in the influence of fiscal decentralization and economic competition on China's energy ecological efficiency

ZHOU Min¹, WANG Teng², YAN Liang², XIE Xiongbiao¹

(1. School of Economics and Management, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China;

2. Research Centre of Resource and Environmental Economics, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China)

Abstract: Enhancing energy ecological efficiency is a realistic choice for realizing energy saving and emission reduction and constructing ecological civilization during the 13th Five- Year Plan period in china. Considering ecological and social welfare factors, we used a slacks-based measure data envelopment analysis (SBM-DEA) model to calculate and analyze regional energy ecological efficiency in China from 2000 to 2016 by applying provincial panel data, and utilized a fixed effect model to explore its impact mechanism from the perspective of fiscal decentralization and economic competition. The results indicate that the energy ecological efficiency level in the central and western regions of China was worse than that in the eastern region, and the central region presented a continuous deterioration trend for the 17 years duration. Financial decentralization significantly improved energy ecological efficiency. However, economic competition among local governments reduced energy ecological efficiency. The intersection of fiscal decentralization and economic competition described that economic competition under Chinese fiscal decentralization has worsened China's energy ecological efficiency. The regional dummy variables showed that economic competition significantly damaged energy ecological efficiency in the eastern and central regions while it helped to improve energy ecological efficiency in western regions. Based on a counterfactual analysis, if the Chinese government would curb the severe intensification of economic competition, energy ecological efficiency can get an average of 1.38% extra improvement each year. At last, we propose policy proposals such as reforming the fiscal decentralization incentive system, strengthening the accountability of audit supervision, upgrading the industrial structure according to its own characteristics, and encouraging local governments to form economic competition and cooperation may be beneficial to raise China's energy ecological efficiency.

Key words: fiscal decentralization; economic competition; energy ecological efficiency; slacks-based measure data envelopment analysis; counterfactual analysis; heterogeneity