

碳排放约束下能源经济效率的区域空间分布研究

——基于能源消费结构门槛视角

柳亚琴¹, 赵国浩²

(1.山西财经大学经济学院,山西太原 030006;2.山西财经大学管理科学与工程学院,山西太原 030031)

摘要:利用2000—2012年样本数据对全要素省际能源经济效率进行了测算,研究发现样本期间绝大部分省市自治区能源经济效率整体都呈不断下降的趋势,并且生产过程中低效率地区大幅增加,分布状态由“点状”向“面状”扩散,尤其是中西部地区下降较为明显,究其原因主要为:二氧化碳排放和能源消费结构是能源经济效率变化和地区差异的重要影响因素;据此运用门槛分析方法对其进行区域空间分布研究,将全国30个省市自治区划分为低排放—结构较合理、低排放—结构欠合理、高排放—结构较合理类群、高排放—结构欠合理和高排放—结构不合理5大类群,最后结合各类型区域自身发展特点,提出因地制宜的低碳绿色发展建议,并从需求侧和供给侧两方面提出能源经济效率改善的政策建议。

关键词:全要素能源经济效率;碳排放;DEA模型;区域空间分布

中图分类号:F407.2

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2016)02-0041-07

一、引言

中国幅员辽阔,各地区能源资源赋存情况不尽相同,经济发展程度也存在着很大的地域差异,两者综合作用下导致各地区的能源经济效率与二氧化碳排放水平差别很大。随着社会经济的不断发展,减排难度正在逐步加大,减排成本也节节攀升。同时世界各国也日益关注全球变暖与二氧化碳减排问题,中国作为世界最大的发展中国家,如何处理好经济发展、能源消费与二氧化碳减排三者之间的关系,在保障经济发展需求,造福国民的同时,承担起负责任大国的历史使命是中国经济研究领域的重要关键问题^[1]。另外,中国煤炭资源禀赋特征和价格优势决定了以煤炭资源为主的能源格局短期内不会改变,提高能源经济效率是实现节能减排目标的最有效途径^[2-3]。

目前,能源经济效率评价被分为两大类:单要素能源经济效率和全要素能源经济效率。单要素能源

经济效率指标有能源强度(单位GDP能源消费量)、人均GDP能源消费量,累计GDP能源消费量等,史丹将单位GDP能源消费量的倒数作为能源经济效率的衡量指标,对中国能源经济效率区域性差异进行了分析,研究发现能源消费结构、产业结构、能源禀赋、对外开放度对能源经济效率均有一定的影响^[4]。很多学者测算了FDI、技术变化、经济结构、相对价格、进出口贸易、人力资本等因素对单要素能源经济效率的影响作用^[5-8]。全要素能源经济效率将能源、资本和劳动力等投入要素一起引入生产过程,分析相互之间的作用,与单要素能源经济效率相比,更符合现实经济生产过程,因此,应用更为广泛^[9-13]。其测算方法有参数方法(如随机前沿分析方法)^[14]和非参数方法(如数据包络分析方法)^[15]。由于DEA方法无须做任何主观假设,更加适合处理多输出—多输入的有效性评价,成为全要素能源经济效率测算的主流方法。现有应用DEA方法对区域能源经济效率进行的研究主要集中在能

收稿日期:2016-01-14

基金项目:国家自然科学基金项目(71173141);教育部人文社会科学研究项目(15YJCZH046);山西省软科学研究项目(2013041015-04);山西省国际科技合作项目(2013081070)

作者简介:柳亚琴(1981—),女,山西柳林人,讲师,博士,从事经济管理与统计分析研究。

源经济效率的测算和影响因素方面, Hu 等利用 DEA 方法对 17 个 APEC 国家 1991—2000 年节能潜力进行了测算, 结果表明人均 GDP 与节能潜力之间存在倒 U 型关系^[16]。魏楚等采用 DEA 方法在全要素视角下对地区能源经济效率进行了测算, 发现全要素能源经济效率存在一定的区域趋同性^[17]。Song 等对金砖国家的能源经济效率进行了测算, 发现这些国家能源经济效率水平普遍低下, 由各能源消费占比不同导致这些国家的能源经济效率与二氧化碳排放之间的关系也有所区别^[18]。Honma 等利用 DEA 方法对 14 个发达国家工业能源经济效率进行测算, 结果表明节能技术对提高能源经济效率有一定的促进作用^[19]。另外李强等运用 DEA 方法从东中西部三大地带层面对能源经济效率测度和区域差异性进行了研究, 发现东部地区能源经济效率要高于中西部地区^[20-21]。

综上所述, 学者们对全要素能源经济效率做了大量广泛的研究, 得出了有益的结论。笔者在全要素框架下测度中国省际能源经济效率比单要素能源经济效率更为科学和合理, 同时利用 IPCC 推荐的测算方法估计省际二氧化碳排放量, 据此科学的评价省际能源经济效率、差异性及其时空演变趋势, 并根据二氧化碳排放和能源消费结构特征对省际能源经济效率进行区域划分, 可为合理制定区域节能减排政策提供借鉴和决策依据。

二、中国省际能源经济效率测算

1. CCR 测算模型

假定生产系统有 n 个决策单元 DMU, 每个决策单元 DMU 均有 m 种投入和 S 种产出, 记:

x_{ij} 表示第 j 个 DMU 的第 i 项投入, $x_{ij} > 0, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$;

v_i 表示第 i 项投入的权重系数, $i = 1, 2, \dots, m$;

y_{rj} 表示第 j 个 DMU 的第 r 项产出, $y_{rj} > 0, r = 1, 2, \dots, S; j = 1, 2, \dots, n$;

u_r 表示第 r 项产出的权重系数, $r = 1, 2, \dots, S$ 。

模型利用效率评价指数来对决策单元 DMU 进行评价, 确定每个决策单元 DMU 是否 DEA 有效, 设其效率评价指数为 Z_j , 则有:

$$Z_j = \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

其评价模型为: 在每个决策单元 DMU 的 Z_j 均不超过 1 的前提下, 对第 j_0 个决策单元 DMU (其中,

$1 \leq j_0 \leq n$) 进行评价, 将效率评价指数 Z_{j_0} 作为目标函数, 求其最大值。于是有:

$$\begin{cases} \max Z_{j_0} = \sum_{r=1}^S u_r y_{rj_0} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} \\ \text{s.t.} \quad \sum_{r=1}^S u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ v_i, u_r \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, S \end{cases}$$

上述均是 CCR 模型分式规划的基本形式, 通过等价变换可以转换成线性规划的 CCR 模型, 并将阿基米德无穷小量引入转换后的 CCR 模型, 其相应的对偶规划形式为:

$$\min [\theta - \varepsilon(e^- S^- + e^+ S^+)] = D(\varepsilon)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \text{s.t.} \quad \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_S^+)^T \geq 0 \\ S^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T \geq 0 \end{cases}$$

其中, $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T, Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{Sj})^T$

$X_0 = (x_{1j_0}, x_{2j_0}, \dots, x_{mj_0})^T, Y_0 = (y_{1j_0}, y_{2j_0}, \dots, y_{Sj_0})^T$

θ 和 $\lambda_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 表示对偶变量, $e^- = (1, 1, \dots, 1) \in E^m$ 表示 m 维单位向量, $e^+ = (1, 1, \dots, 1) \in E^S$ 表示 S 维单位向量, S^+ 和 S^- 表示松弛变量。

2. 数据说明和模型估计结果分析

本文测度全要素能源经济效率选取的样本区间为 2000—2012 年, 使用的投入要素有能源、劳动力和资本 3 个变量, 其中能源由折算后的年末各地区能源消费总量表示 (单位为: 万 t 标准煤), 劳动力由年末各地区就业人数表示 (单位为: 万人), 资本由固定资本存量表示 (单位为: 万元), 各地区资本存量数据根据永续盘存法^[22]测算得到, 计算公式为:

$$K_{it} = K_{it-1}(1 - \delta) + I_{it}/P_{it} \quad (1)$$

式(1)中 K_{it} 和 K_{it-1} 为当年和上年第 i 地区的资本存量, I_{it} 为当年新增资本存量, P_{it} 为当年的平减指数, δ 为折旧率, 其取值参考大多已有文献的做法设为 5%。产出由年末各地区生产总值表示 (单位为: 万元), 具体估计结果见表 1。

表 1 基于 CCR 模型的中国省际能源经济效率值(2000—2012 年)

地区	年份													年平均
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
北京	1.00	1.00	0.96	0.93	0.85	0.81	0.78	0.78	0.79	0.76	0.76	0.80	0.81	0.85
天津	1.00	0.95	0.92	0.87	0.85	0.87	0.80	0.74	0.70	0.67	0.68	0.49	0.52	0.77
河北	0.70	0.62	0.56	0.53	0.54	0.52	0.49	0.47	0.46	0.41	0.38	0.38	0.39	0.50
山西	0.78	0.65	0.57	0.52	0.48	0.43	0.37	0.36	0.38	0.34	0.35	0.34	0.35	0.46
内蒙古	1.00	0.82	0.68	0.56	0.46	0.39	0.39	0.38	0.39	0.33	0.31	0.32	0.33	0.49
辽宁	1.00	0.87	0.77	0.70	0.61	0.60	0.54	0.49	0.48	0.41	0.39	0.40	0.41	0.59
吉林	0.88	0.75	0.65	0.58	0.53	0.52	0.48	0.46	0.42	0.38	0.35	0.35	0.36	0.52
黑龙江	0.90	0.80	0.70	0.63	0.59	0.56	0.52	0.49	0.48	0.41	0.40	0.39	0.41	0.56
上海	1.00	0.98	0.92	0.93	0.96	0.95	0.94	0.94	0.83	0.82	0.82	0.84	0.83	0.90
江苏	0.88	0.83	0.78	0.72	0.66	0.65	0.61	0.60	0.63	0.62	0.66	0.72	0.71	0.70
浙江	0.83	0.78	0.73	0.70	0.67	0.62	0.59	0.56	0.56	0.53	0.54	0.56	0.55	0.63
安徽	0.81	0.73	0.63	0.56	0.51	0.45	0.40	0.39	0.39	0.37	0.37	0.37	0.38	0.49
福建	1.00	1.00	0.84	0.77	0.72	0.67	0.61	0.58	0.55	0.51	0.49	0.48	0.48	0.67
江西	1.00	0.86	0.71	0.57	0.52	0.46	0.45	0.45	0.45	0.41	0.42	0.43	0.42	0.55
山东	0.93	0.77	0.68	0.61	0.58	0.55	0.53	0.50	0.53	0.50	0.50	0.52	0.51	0.59
河南	0.87	0.75	0.64	0.55	0.51	0.47	0.43	0.40	0.39	0.35	0.34	0.33	0.34	0.49
湖北	0.62	0.54	0.48	0.45	0.43	0.42	0.40	0.39	0.40	0.37	0.36	0.36	0.37	0.43
湖南	0.92	0.77	0.64	0.55	0.50	0.45	0.42	0.41	0.41	0.37	0.36	0.37	0.36	0.50
广东	1.00	0.99	0.89	0.82	0.76	0.72	0.69	0.70	0.73	0.68	0.69	0.73	0.71	0.78
广西	0.93	0.81	0.70	0.60	0.54	0.46	0.41	0.39	0.39	0.35	0.35	0.36	0.36	0.51
海南	0.96	0.86	0.75	0.69	0.67	0.63	0.59	0.55	0.56	0.52	0.51	0.48	0.49	0.64
重庆	0.76	0.67	0.60	0.54	0.45	0.45	0.42	0.39	0.39	0.35	0.32	0.32	0.33	0.46
四川	0.67	0.59	0.51	0.44	0.40	0.37	0.36	0.35	0.35	0.32	0.31	0.30	0.31	0.41
贵州	0.53	0.42	0.37	0.33	0.30	0.29	0.27	0.26	0.27	0.25	0.24	0.24	0.25	0.31
云南	0.66	0.58	0.51	0.45	0.42	0.38	0.36	0.35	0.35	0.31	0.30	0.30	0.32	0.41
陕西	0.69	0.59	0.49	0.43	0.42	0.42	0.40	0.38	0.38	0.34	0.34	0.34	0.35	0.43
甘肃	0.57	0.49	0.43	0.38	0.36	0.34	0.32	0.31	0.31	0.28	0.28	0.27	0.27	0.35
青海	0.56	0.48	0.42	0.41	0.41	0.40	0.39	0.40	0.41	0.40	0.40	0.41	0.41	0.42
宁夏	0.63	0.55	0.47	0.40	0.40	0.40	0.39	0.41	0.44	0.40	0.42	0.42	0.43	0.44
新疆	0.60	0.56	0.52	0.50	0.47	0.45	0.45	0.44	0.44	0.39	0.42	0.41	0.42	0.47
全国平均	0.82	0.74	0.65	0.59	0.55	0.52	0.49	0.48	0.48	0.44	0.44	0.43	0.44	0.54

从全国整体来看,能源经济效率平均水平比较低,在样本期间均值为 0.54,变化范围在 0.82 ~ 0.43 之间,表明中国能源经济效率提升空间较大。在 2000~2012 年间,各地区能源经济效率都表现出逐渐下降的趋势,究其原因为:在中国持续稳定的经济政策下,中国经济取得了举世瞩目的成就并成为世界第二大经济体,能源消费总量也日益增加,但中国煤多油少贫气的能源格局导致高额二氧化碳排放,给中国资源与生态环境带来了巨大压力,直接影响和制约着中国经济社会的低碳可持续发展。研究结果中可以发现北京、上海、天津和广东的效率水平保持在 0.8 左右,江苏、福建、海南和浙江的效率水平位于 0.6~0.8 之间,甘肃和贵州的效率水平只有 0.4 以下,其余省市的效率水平位于 0.4~0.6 之间。从各省市自治区能源经济效率的平均值来看,上海、

北京和天津一直排在前 3 位,云南、贵州、四川和甘肃一直排在末尾后 4 位。

3. 省际能源经济效率的时空演变特征分析

为了详细比较各省市自治区能源经济效率的变化趋势和时空差异,笔者利用门槛回归模型^[23]考察了 2000~2012 年间二氧化碳排放对能源经济效率的影响,建立的门槛模型如下:

$$Efficiency_t = \alpha_0 + \alpha_1 Emissions_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

式(2)中, $Efficiency_t$ 表示 t 期能源经济效率平均值, $Emissions_t$ 表示 t 期二氧化碳排放平均水平, ε_t 为随机扰动项。二氧化碳排放没有直接数据,根据 IPCC 推荐的办法间接测算可得。由于二氧化碳排放可能对提升能源经济效率有一定的抑制作用,因此,笔者将 $Emissions$ 设定为门槛变量的 LM 值为 6.000 5, *Bootstrap P* 值为 0.044 0,估计出的门槛值

为 1.758 3 亿 t 碳(2004 年),其 95%的置信区间为 [1.758 3,1.758 3]。以该门槛值为分界,分别计算 [2000,2004] 和 [2005,2012] 期间的能源经济效率平均值(见图 1—2),以 2004 年为分界点的区间划分克服了外生分组所导致的主观性,这种内生分组的方法更加科学合理,能源经济效率取平均值可以尽可能地避免特殊年份的扰动。

从图 1—2 还可以看出,从能源经济效率两个时间段变化趋势来看,所有省市自治区能源经济效率均有不同程度的下降,并且生产过程中低效率地区大幅增加,分布状态由“点状”向“面状”扩散,尤其是中西部地区下降较为明显。与 2000—2004 年间的能源经济效率平均值相比,在 2005—2012 年间内蒙古下降幅度最大,高达 49.1%,上海降幅最小为

8.4%,所有省市自治区的平均降幅为 30.4%,中部地区除了湖北外其余省份能源经济效率降幅均超过平均值,西部地区中超过平均降幅的有内蒙古、广西、重庆、云南、四川、贵州和甘肃,东北三省和东部沿海地区中经济实力较弱的福建省能源经济效率变化也超过平均降幅。究其原因,主要在于 2000—2012 年是中国整体经济发展的黄金时期,虽然这些地区也保持了经济的高速发展,然而一方面由于存在低效资源配置,导致大量的资本、能源和劳动等投入要素被无效损耗。另一方面,这些地区多为矿产资源大省或重工业基地,产业结构非常单一,高耗能产业比重过高,能源消费主要以煤为主和二氧化碳排放居高不下,导致能源经济效率水平比较低下。

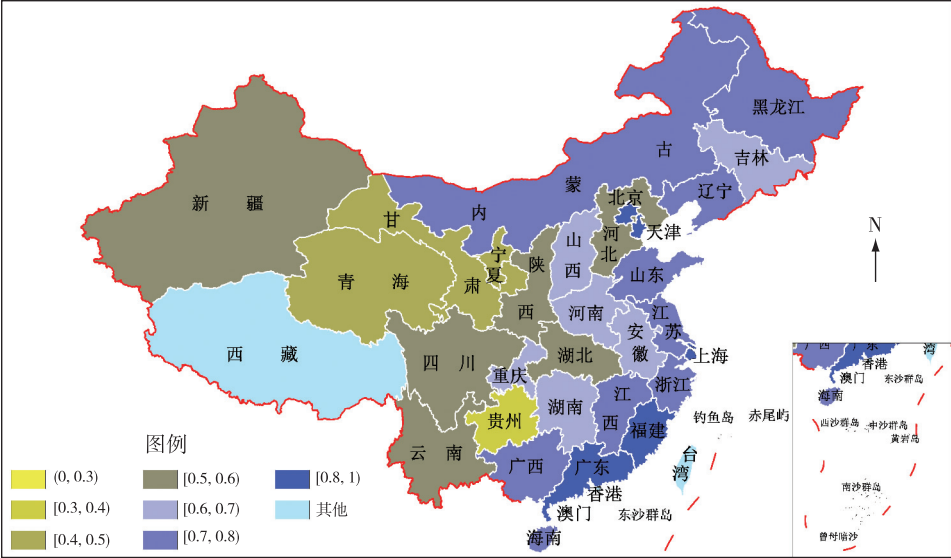


图 1 各省市自治区 2000—2004 年期间平均效率值

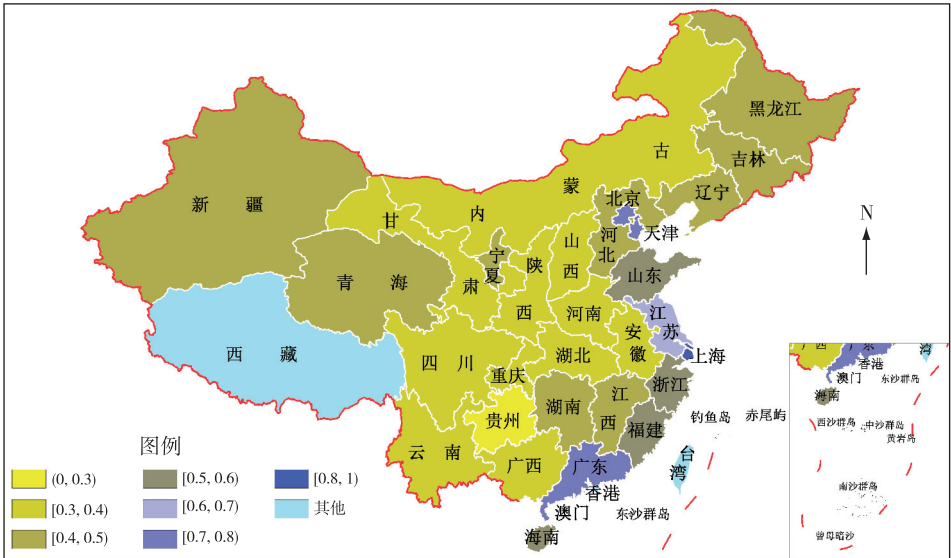


图 2 各省市自治区 2005—2012 年期间平均效率值

三、基于能源消费结构的区域空间分布

1. 分析方法

考虑到能源消费结构也可能是影响能源经济效率提升的一个重要原因,因此建立的门槛模型如下:

$$Efficiency_i = \alpha_0 + \alpha_1 Emissions_i + \alpha_2 Energy_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

式(3)中, $Efficiency_i$ 表示 i 地区能源经济效率平均值, $Emissions_i$ 表示 i 地区二氧化碳排放年均水平, $Energy_i$ 表示 i 地区能源消费结构年均水平, ε_i 为随机扰动项。其中能源消费结构数据由折算后的煤炭消费量占能源消费总量的比重表示^[24]。由于能源消费结构也可能对提升能源经济效率有一定的抑制作用,因此,笔者分别将 $Emissions$ 和 $Energy$ 设定为门槛变量,同样计算得到了两个门槛值,分别为:二氧化碳排放量变量(1.285 3 亿 t 碳)和能源消费结构(53%),其 $Bootstrap$ P 值分别为 0.043 6 和 0.005 7。因此,以 1.285 3 亿 t 碳和 53% 作为分组标准,可将 30 个省市自治区分成四类:3 个低排放—结构较合理类群(二氧化碳排放量 $\leq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\leq 53\%$)、7 个低排放—结构欠合理类群(二氧化碳排放量 $\leq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\geq 53\%$)、3 个高排放—较合理类群(二氧化碳排放量 $\geq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\leq 53\%$)和 17 个高排放—欠合理类群(二氧化碳排放量 $\geq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\geq 53\%$)。

笔者对这 4 个类群进行第二轮门槛回归,发现低排放—结构较合理、低排放—结构欠合理和高排放—较合理 3 个类群中不再存在门槛值。而对高排放—欠合理类群进行门槛分组时,能源消费结构门

槛变量 $Bootstrap$ P 值显著,为 0.038 9,门槛值为 65%。表明在高排放—欠合理类群中,能源消费结构成为继续划分区域的门槛变量,能够较为准确地将 17 个高排放—欠合理类群继续分为两类:6 个高排放—欠合理类群(二氧化碳排放量 $\geq 1.285 3$ 亿 t 碳, $53\% \leq$ 煤炭消费比重 $\leq 65\%$)和 11 个高排放—不合理类群(二氧化碳排放量 $\geq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\geq 65\%$)。继续对新得到的两个类群进行第三轮门槛回归时,发现 $Bootstrap$ P 值均不显著,不存在继续分组的可能。

2. 区域空间分布结果

根据识别出的 3 个门槛值大小将 30 个省、市、自治区分为五大类群,为了更好地展示五大类型区域在空间上的分布,运用 GIS 软件将其分布结果在地图上显示(图 3)。

1) 低排放—结构较合理类群(二氧化碳排放量 $\leq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\leq 53\%$),包括 3 个省、自治区,根据能源经济效率高低排序依次为海南、广西和青海,这 3 个地区对煤炭的依赖较低,二氧化碳排放量较少,其中海南以现代服务业为龙头产业,广西旅游业较发达,青海地处西部位置,属于经济、技术落后地区,这些地区能源经济效率改善的空间和潜力很大。

2) 低排放—结构欠合理类群(二氧化碳排放量 $\leq 1.285 3$ 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\geq 53\%$),包括 7 个省、市、自治区,根据能源经济效率高低排序依次为北京、天津、福建、江西、重庆、宁夏和甘肃,其中北京、天津、重庆和福建经济发展水平领先,新兴产业发达,高耗能产业比重较低;其余省份中江西经济发展较缓慢、宁夏和甘肃经济发展较落后,能源消耗总

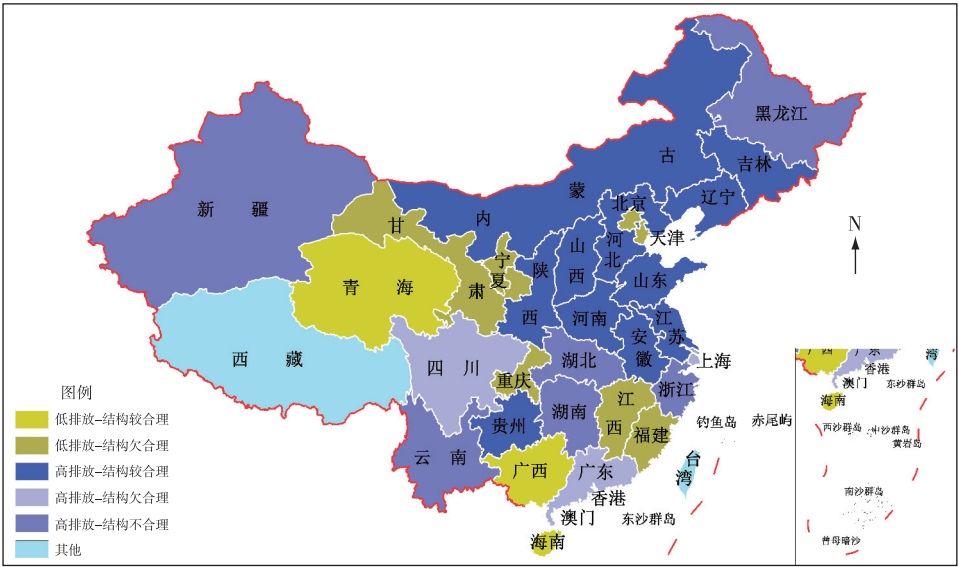


图 3 基于 GIS 的区域空间分布

量较少但对煤炭依赖程度较高,经济发展方式粗放,节能减排潜力较大。

3) 高排放—结构较合理类群(二氧化碳排放量 ≥ 1.2853 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\leq 53\%$),包括 3 个省、市,根据能源经济效率高低排序依次为上海、广东和四川,其中广东经济发达,在 2000—2012 年期间由能源消费所导致的二氧化碳排放量日益增加,高达 3.57 亿 t 碳;上海是中国经济和金融中心,能源经济效率最高,样本期间年均二氧化碳约为 1.78 亿 t 碳,能源消费结构为 53%,恰好位于门槛值水平;四川天然气储量丰富,煤炭消费比重较低,但二氧化碳排放水平较高,能源经济效率低于全国平均水平,节能减排潜力很大。

4) 高排放—结构欠合理类群(二氧化碳排放量 ≥ 1.2853 亿 t 碳, $53\% \leq$ 煤炭消费比重 $\leq 65\%$),包括 6 个省、自治区,根据能源经济效率高低排序依次为浙江、黑龙江、湖南、新疆、湖北和云南,其中浙江属于经济较发达的沿海地区,产业结构比较合理;黑龙江农林业发达,湖北和湖南属于经济发展较缓慢的中部地区,能源消费较大;新疆和云南处于经济较落后的西部地区,资源储量丰富,这些地区的节能减排潜力和空间都相当大。

5) 高排放—结构不合理类群(二氧化碳排放量 ≥ 1.2853 亿 t 碳,煤炭消费比重 $\geq 65\%$),包括 11 个省、自治区,根据能源经济效率高低排序依次为江苏、辽宁、山东、吉林、河北、河南、内蒙古、安徽、山西、陕西、贵州,这些地区是制造业或重工业基地,能源密集型产业比重较高,因此,处于能源消费结构不合理和能源经济效率不高的局面,节能减排潜力非常大。

四、结 语

对中国全要素省际能源经济效率进行了测算,并分析了省际能源经济效率的时空变化趋势和差异性。在此基础上,结合二氧化碳排放和能源消费结构特点,利用门槛分析方法对全国 30 个省市自治区进行区域空间分布研究,得到了以下结论:

首先,能源经济效率低下对中国经济发展形成巨大挑战。研究发现全国整体能源经济效率在样本期间下降了 34%,低效率地区日益扩大,分布状态由点状向全国蔓延。2000—2012 年是中国经济发展的“黄金”时期,经济增长率保持在 10% 以上,然而生产技术水平不高、二氧化碳排放量增加、能源消费结构不合理的粗放低下经济发展方式制约了能源经济效率的提高。因此,在中国经济处于“三重叠加”时期,政府应鼓励知识创新驱动产业结构转型

升级,从而加快经济发展方式的转变。基于此,笔者从以下几方面提出促进能源经济效率提升的政策建议:在需求侧通过加大教育和科技投入提高国民素质、增强公民节能环保意识等多渠道控制高耗能、高排放产品需求;在供给侧增加 R & D 研发投入、通过知识创新驱动技术密集型产业向高端化和集约化方向发展,鼓励现代新技术的发展,增加新兴产业比重,从而加快节能减排目标的实现。

其次,各省市自治区二氧化碳排放水平、能源消费结构并不平衡,导致能源经济效率存在较大差异。根据模型确定的 3 个门槛将中国 30 个省市自治区划分为 5 大类型区域,各类群中的地方政府应结合自身发展特点,制定适宜的节能减排政策,促进能源经济效率的改善。对于低排放—结构较合理类群,广西和青海要学习海南大力发展现代服务业,通过引进服务业和高新技术产业来提高能源经济效率;对于低排放—结构欠合理类群,江西、宁夏和甘肃不仅要学习北京、天津、重庆和福建先进的管理制度经验,还要加快推进新型技术的开发应用,通过提高管理水平和技术升级来促进能源经济效率改善;对于高排放—结构较合理类群,地方政府要积极引进现代服务业和高新技术产业,降低高耗能产业比重,加快发展产业结构调整,从而降低二氧化碳排放水平,改善能源经济效率;对于高排放—结构欠合理类群,像新疆和云南要多渠道充分吸引外资发展配套产业,完善基础设施建设,学习先进的高新技术,同时大力发展服务业,力争尽快实现绿色低碳发展方式;对于能源密集型产业集中的高排放—结构不合理地区,中央政府应加大对这些地区提高能源经济效率和保护环境项目的投资,地方政府应鼓励新兴产业和传统产业转型创新发展,制定合理的产业承接转移制度,以加快这些地区由碳基为基础的粗放发展方式向低碳绿色发展的转变。

参考文献:

- [1] 李德营.能源、环境与可持续发展的社会学审视[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2015,17(2):40-47.
- [2] 孙巍,赫永达.能源异质性及其与资本替代的非对称效应研究[J].经济问题,2015(2):9-18.
- [3] 王兵,刘光天.节能减排约束下经济增长动力探究:基于 BDDFM 的实证研究[J].经济问题,2015(10):7-13.
- [4] 史丹.中国能源效率的地区差异与节能潜力分析[J].中国工业经济,2006(10):49-58.
- [5] 齐绍洲.中欧能源效率差异与合作[J].国际经济评论,2010(1):138-148.
- [6] 杨中东.中国制造业能源效率的影响因素:经济周期和重化工工业化[J].统计研究,2010,27(10):33-39.

- [7] 陈军,成金华.内生创新,人文发展与中国的能源效率[J].中国人口·资源与环境,2010,20(4):57-62.
- [8] 吴巧生,成金华.中国工业化中的能源消耗强度变动及因素分析:基于分解模型的实证分析[J].财经研究,2006,32(6):75-85.
- [9] BOYD G A, PANG J X. Estimating the linkage between energy efficiency and productivity [J]. Energy policy, 2000, 28(5): 289-296.
- [10] HU J L, WANG S C. Total-factor energy efficiency of regions in China [J]. Energy policy, 2006, 34(17): 3206-3217.
- [11] AZADEH A, AMALNICK M S, GHADERI S F, et al. An integrated DEA PCA numerical taxonomy approach for energy efficiency assessment and consumption optimization in energy intensive manufacturing sectors [J]. Energy Policy, 2007, 35(7): 3792-3806.
- [12] GOTO M, OTSUKA A, SUEYOSHI T. DEA (Data Envelopment Analysis) assessment of operational and environmental efficiencies on Japanese regional industries [J]. Energy, 2014, 66(1): 535-549.
- [13] ZHOU P, ANG B W. Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance [J]. Energy Policy, 2008, 36(8): 2911-2916.
- [14] 李双杰,王林,范超.统一分布假设的随机前沿分析模型[J].数量经济技术经济研究,2007,24(4):84-91.
- [15] FARE R, GROSSKOPF S. Intertemporal production frontiers: with dynamic DEA [J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1996, 120(3): 253-290.
- [16] HU J L, KAO C H. Efficient energy-saving targets for APEC economies [J]. Energy policy, 2007, 35(1): 373-382.
- [17] 魏楚,沈满洪.能源效率与能源生产率:基于 DEA 方法的省际数据比较[J].数量经济技术经济研究,2007,24(9):110-121.
- [18] SONG M L, ZHANG L L, LIU W, et al. Bootstrap-DEA analysis of BRICS' energy efficiency based on small sample data [J]. Applied Energy, 2013, 112: 1049-1055.
- [19] HONMA S, HU J L. Industry-level total-factor energy efficiency in developed countries: A Japan-centered analysis[J]. Applied Energy, 2014(119):67-78.
- [20] 李强,魏巍.碳排放约束视角下的全要素能源效率及影响因素研究[J].软科学,2015(4):16-20.
- [21] 蒋伟,李蓉,强林飞,等.环境约束下的中国全要素能源效率研究[J].统计与信息论坛,2015,30(5):22-28.
- [22] GOLDSMITH R W. A perpetual inventory of national wealth [J]. Nber Chapters: Studies in Income and Wealth,1951(14):5-74.
- [23] HANSEN B E. Sample splitting and threshold estimation [J]. Econometrica, 2000, 68(3): 575-604.
- [24] 柳亚琴,赵国浩.节能减排约束下中国能源消费结构演变分析[J].经济问题,2015(1):27-33.

《河海大学学报(哲学社会科学版)》实行双向匿名审稿制度的申明

本刊自创刊起一直实行双向匿名审稿制度,对论文的评审取舍以学术质量为唯一标准,实行符合国际学术期刊惯例的专家匿名审稿制度,以保证公正地进行学术评价。

本刊稿件由编辑初审,初审通过的论文交由学科专家进行双向匿名评审。主编在充分尊重专家评审意见的基础上,考虑我刊的定位、宗旨、特色、学科等因素,做出最后权衡和取舍。

审稿专家不会被告知作者的真实身份,作者也不会知道审稿专家的相关信息,这样将有助于审稿专家对论文做出公正客观的评判。