

交通基础设施、制度变迁与全要素能源效率

——基于省级面板数据的经验分析

李强^{1a,2}, 魏巍^{1b}

(1. 安徽财经大学 a. 经济学院; b. 工商管理学院, 安徽 蚌埠 233030; 2. 东南大学 经济管理学院, 江苏 南京 210096)

[摘要] 基于1997年至2011年我国30个省(市、区)的省级面板数据, 先对我国各地区的全要素能源效率进行了测度, 然后在分析交通基础设施和制度变迁对能源效率作用机理的基础之上, 对各影响因素与全要素能源效率之间的关系进行了实证检验, 结果显示: (1) 我国各区域全要素能源效率总体上呈现上升趋势, 东部地区的能源效率要高于中西部地区, 但并未呈现东、中、西部地区能源效率依次递减的特点, 不同区域的能源效率具有收敛趋势; (2) 交通基础设施和制度变迁对能源效率均具有显著的正向影响, 且两者对能源效率具有微弱的替代性; (3) 产业结构、对外开放、能源结构和人力资本对能源效率也有不同程度的影响。

[关键词] 交通基础设施; 制度变迁; 全要素能源效率; 能源市场化改革; 产业结构; 能源利用效率; 资源禀赋

[中图分类号] F206; F061.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8750(2014)01-0054-08

一、问题的提出

改革开放以来, 我国经济始终保持快速增长的发展势头, 年均实际经济增长率超过9%, 被世人誉为“中国奇迹”。据统计, 我国国内生产总值从1978年的3645.2亿元增加到2011年的472115亿元, 年均增长15.9%, 人均国内生产总值从1978年的381元增加到2011年的35181元, 年均增长14.7%。然而, 我国经济快速发展的背后是以大量要素投入(如能源资源, 见图1)和环境污染为代价的, 全要素生产率并没有得到明显提高^①。在消耗大量能源资源的同时, 能源效率不高是制约我国经济发展的又一焦点问题。有数据显示, 我国能源强度要明显高于西方发达国家, 具体来看, 2010年我国能源强度是英国的2.7倍、德国的2.3倍、日本和法国的2倍、美国的1.6倍, 详见表1。但可喜的是, 1980年至2010年间我国能源强度的下降速度是最快的, 2010年的能源强度仅为1980年的1/4, 这也表明我国能源强度的下降潜力巨大^②。那么, 哪些因素是驱动我国能源强度快速下降

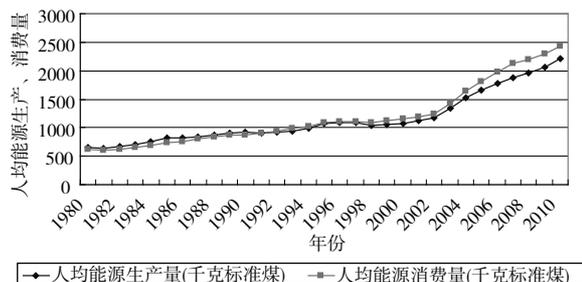


图1 1980—2010年中国人均能源生产、消费量

[收稿日期] 2013-07-11

[基金项目] 国家社会科学基金重点项目(09AZD047); 国家社科基金项目(12CJL071, 11BJL056); 教育部人文社会科学基金青年项目(11YJC790011); 安徽省社科规划项目(AHSK11-12D03); 安徽财经大学科研项目(ACKY1409ZD; ACKY1478)

[作者简介] 李强(1981—), 男, 江西黎川人, 安徽财经大学经济学院讲师, 东南大学经济管理学院博士生, 主要研究方向为资源经济学; 魏巍(1981—), 女, 安徽黄山人, 安徽财经大学工商管理学院讲师, 主要研究方向为 人力资本理论。

①数据来源于《2012年中国统计年鉴》。

②数据来源于世界银行公布的世界发展指标(WDI)。

的原因呢?我国能源强度的空间差异是否明显呢?为了回答这些问题,本文在对我国全要素能源效率进行测度的基础上,以我国30个省(市、区)(西藏除外)1997年至2011年的省级面板数据为样本,实证检验制度变迁和交通基础设施对我国全要素能源效率的影响,以期为国家制定能源政策以及相关的宏观经济政策提供重要的理论依据。

文章余下部分的结构安排如下:第二部分对国内外研究现状进行回顾;第三部分对我国30个省(市、区)(西藏除外)1997年至2011年的全要素生产率进行测度;第四部分阐述制度变迁、交通基础设施对全要素生产率的作用机理,并进行实证分析;第五部分是研究结论与启示。

表1 每单位GDP能源消耗量(吨油当量/百万美元)

年份	美国	英国	法国	德国	日本	中国
1980	311	194	172	219	165	1164
1990	240	158	158	171	134	698
2000	204	130	147	135	142	351
2010	171	99	137	119	126	265

二、文献回顾

随着中国、印度等新兴经济体对能源资源需求的快速上涨,世界性资源短缺问题日益突出,能源利用效率及其影响因素也成为国内外学者研究的重点问题。

(一) 我国能源利用效率测度及其收敛性研究

能源利用效率的测度方法主要包括单要素能源效率和全要素能源效率两种。早期的研究主要采用因素分解法对能源效率进行测度与分解,大多研究支持能源效率趋于下降这一观点^[1-3]。Hu Jinli和Wang Shichuan对中国1995年至2002年的全要素能源效率进行了测度,结果显示我国东部地区的能源效率最高,西部地区次之,中部地区的能源效率最低^[4]。近些年来,有一些学者采用全要素能源效率的方法对我国全要素能源效率进行了测度,研究结果均表明我国能源效率呈上升趋势^[5-7]。此外,我国不同区域能源效率的收敛性也是国内外学者研究的重点问题。齐绍洲和罗威对我国东西部地区能源效率收敛性的研究表明,我国西部地区与东部地区的能源消费强度差异是收敛的,但经济增长过程中能源使用效率的收敛性在西部不同省份之间存在差异^[8]。另有一些学者对我国以及不同区域能源效率的收敛性做了进一步的研究,结果均表明我国不同区域在能源效率的收敛性方面存在较大差异^[9-12]。

(二) 我国能源利用效率的影响因素研究

近年来,我国能源利用效率不断提高,那么哪些因素是驱动我国能源效率提高的原因呢?国内外大量文献从不同角度对此进行了研究,一些学者认为技术进步、城市化、经济全球化、经济转型、进出口贸易、能源政策等因素是提高我国能源效率的关键要素^[13-22]。史丹的研究表明,对外开放、产业结构和经济体制是影响能源利用效率的重要因素^[23]。袁晓玲等的研究表明,产业结构、产权结构、能源消费结构以及资源禀赋对全要素能源效率的影响为负,而能源价格对全要素能源效率的影响为正,但不显著^[24]。吴利学的研究表明,全要素生产率、能源价格和政府消费的冲击对能源效率的影响差异很大^[25]。李未无利用1999年至2005年中国35个工业行业的面板数据就对外开放与能源利用效率之间的关系进行了经验研究,回归结果表明对外开放对能源利用效率的提高具有积极影响^[26]。晏艳阳和宋美喆以指数分解分析法对能源利用效率进行分解,认为影响能源利用效率的主要因素是产业结构和技术进步。产业结构调整和技术进步对我国能源利用效率的影响力是持续稳定上升的,且产业结构调整对能源利用效率的提高起主导作用^[27]。徐士元和陈军采用2001年至2005年各省市(区)面板数据综合考察了我国市场化改革与进程对我国能源利用效率的影响,结果表明我国的市场化改革对能源利用效率的影响十分显著,市场化指数每上升一个单位,能源利用效率将提高0.024万元/吨标准煤;不同地区的市场化差异对区域能源利用效率也有着十分显著的影响,市场化程度高的东部地区的能源利用效率明显高于市场化程度低的西部地区^[28]。

从国内外学者的研究成果来看,对我国能源利用效率及其影响因素的研究较多,但基于制度变迁和交通基础设施视角对我国全要素能源效率进行研究的文献却并不多见。基于现有文献的不足,本研究拟首先在规模报酬不变条件下采用 DEA 模型测算我国各省域的全要素能源效率,并对我国不同区域能源效率的变动趋势进行比较。然后,基于我国 30 个省(市、区)(西藏除外)1997 年至 2011 年的省级面板数据,实证检验制度变迁和交通基础设施对全要素能源效率的影响,并根据实证结果提出相应的政策建议。

三、全要素能源效率测度

数据包络分析(DEA)是一个对多投入、多产出的多个决策单元的效率评价方法。Hu Jinli 和 Wang Shichuan 基于数据包络分析方法提出了全要素能源效率的概念,意指在除能源以外的其他投入要素不变条件下,按照最优生产路径生产某一产出所需的目标能源投入量与实际投入量的比值^[4]。本研究基于 Hu Jinli 等对全要素能源效率的界定,并参考 Fare 等的做法^[29],将环境污染视为经济发展的非合意产出引入到模型中来,采用投入导向的规模报酬不变的 Malmquist-DEA 模型对我国 30 个省(市、区)(西藏除外)1997 年至 2011 年的全要素能源效率进行测算。

(一) 变量设计及数据来源

模型中的投入指标包括劳动、知识积累、资本和能源四个要素,产出指标包括合意产出(GDP)和非合意产出(环境污染)。劳动投入用各省(市、区)的每年年末就业人数来表示,知识积累用各地区每年的三种专利授权量来衡量,资本用各地区全社会固定资产投资数据来表示,能源投入用各地区的能源消费总量来表示,合意产出用各地区的生产总值来表示。为了消除通货膨胀的影响,以使得不同时期的数据具有可比性,本文将固定资产投资和 GDP 以 1997 年为基期用 CPI 指数进行平减。非合意产出用工业废气排放量来表征环境污染程度。主要原因在于:从当前我国能源消费结构来看,煤炭消费在能源终端消费中占有很高比重,且煤炭消费量呈快速增长的趋势,而煤炭消费的高增长带来了大气污染物的大量排放,因此煤炭燃烧是当前我国最大的空气污染源。由于缺少 2011 年各省域的能源消费量、煤炭消费量和就业人员数据,本文根据各变量在 1997 年至 2010 年间的平均增长率进行递推来得到所需数据。各指标定义如表 2 所示,劳动、知识积累、资本和地区生产总值数据来源于各年份的《中国统计年鉴》,能源消费量和工业废气排放量数据来源于各年份的《中国能源统计年鉴》,各省(市、区)的全要素能源效率指数则采用 Deap2.1 软件测算得到。

(二) 测算结果分析

由表 3 测算结果可知,1997 年至 2011 年我国 30 个省(市、区)的全要素能源效率呈现出以下特点:(1)从各地区能源效率的总体变动趋势来看,大部分省域的能源效率在 1997—2001 年间呈上升趋势,而在 2002—2011 年间呈平台波动的趋势,其中 2001 年处于前沿线上的地区最多,达到 28 个。(2)能源效率较高的地区有陕西、内蒙古、辽宁、江苏、山东、天津、河北、山西等地,其中陕西的能源效率在 1997—2011 年间均处于前沿线上,内蒙古和山东两省能源效率的均值位于前两位;能源效率较低的地区有上海、河南、湖南、湖北、广西、海南、四川、贵州、云南、甘肃等地,贵州和甘肃两省能源效率的均值最低。(3)总体而言,东部地区的能源效率要高于中西部地区,但并未呈现东、中、西部地区能源效率依次递减的特点,而且 30 个省(市、区)的能源效率呈现出不断收敛的特点。

表 2 变量定义表

变量名称	变量代码	单位	定义
劳动	LAB	万人	地区年末就业人员
知识积累	KNO	项	地区三种专利批准量
资本	CAP	亿元	地区全社会固定资产投资
能源	RES	万吨标准煤	地区能源消费量
合意产出	GDP	亿元	地区生产总值
非合意产出	ENV	亿标立方米	工业废气排放量

表 3 30 省(市、区)全要素能源效率(1997—2011 年)

地区	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
北京	0.94	1.06	0.89	0.97	1.05	1.03	1.06	1.05	1.04	1.12	1.11	0.96	1.16	1.10	0.96
天津	1.01	1.04	0.87	0.95	1.07	1.08	1.10	1.03	1.05	1.08	1.17	1.28	1.23	1.13	0.96
河北	1.07	1.00	0.87	1.02	1.06	0.96	1.21	1.32	1.24	1.15	1.09	1.00	1.22	0.97	1.09
山西	1.00	0.99	0.87	1.03	1.06	1.21	1.18	1.16	1.10	1.10	1.00	1.04	1.14	1.03	1.00
内蒙古	0.99	0.85	0.90	1.04	1.19	1.52	1.41	1.50	1.26	1.25	1.01	1.19	1.21	0.96	1.10
辽宁	0.96	1.01	0.96	1.04	1.05	1.05	1.17	1.28	1.20	1.18	1.13	1.30	1.05	1.16	1.00
吉林	0.88	0.99	1.05	1.00	1.09	1.08	1.08	1.06	1.36	1.34	1.22	1.22	1.04	1.06	0.82
黑龙江	1.01	1.11	0.82	1.00	1.18	1.00	0.99	1.07	1.02	1.12	1.17	1.12	1.27	1.14	0.95
上海	0.94	0.91	0.77	0.94	1.00	0.99	0.96	1.08	1.03	1.01	1.03	1.03	1.03	0.98	0.93
江苏	1.02	1.10	0.98	1.08	1.23	1.11	1.18	1.15	1.06	1.04	1.05	1.15	1.18	1.16	1.07
浙江	0.99	1.05	0.98	1.01	1.15	1.06	1.20	1.08	1.01	1.03	1.04	1.07	1.13	1.06	1.04
安徽	0.96	0.84	0.81	1.01	1.12	1.01	1.03	1.06	1.04	1.08	1.10	1.09	0.99	1.05	0.92
福建	1.03	1.06	0.92	0.86	1.12	0.81	1.02	1.06	1.06	1.17	1.26	1.13	1.09	1.16	1.11
江西	0.95	1.00	0.88	0.92	1.18	1.07	1.14	1.15	1.03	1.09	1.03	1.13	1.09	1.06	0.91
山东	1.08	1.05	0.99	1.15	1.15	1.00	1.26	1.35	1.27	0.96	1.16	1.12	1.08	1.24	1.14
河南	1.06	0.87	0.85	1.06	1.07	1.03	1.03	1.04	1.05	0.90	1.00	1.04	1.04	0.94	0.98
湖北	0.97	0.96	0.79	1.03	1.05	1.04	0.98	1.06	0.98	1.00	0.97	0.99	0.94	1.07	1.06
湖南	0.97	1.01	1.06	1.00	0.99	0.97	0.96	0.96	0.97	0.96	1.02	0.97	0.96	0.94	0.95
广东	0.94	1.17	1.12	1.08	1.11	1.02	1.08	1.07	0.97	0.98	1.04	1.11	1.08	1.02	1.06
广西	0.95	1.03	0.90	1.00	1.04	0.98	0.93	1.00	1.02	0.98	0.90	0.95	0.96	0.93	0.93
海南	0.64	0.92	0.87	0.99	1.03	1.08	1.03	1.06	1.15	0.93	0.96	1.05	0.85	0.98	1.01
重庆	1.09	0.83	0.94	1.10	1.04	1.10	1.06	1.07	1.02	1.10	1.13	1.09	1.00	1.07	0.93
四川	0.95	0.97	0.93	0.99	1.01	1.01	0.96	0.97	0.98	1.00	1.11	0.88	1.06	1.00	0.93
贵州	0.88	0.97	0.82	0.97	1.13	1.04	0.96	1.00	0.91	0.96	0.93	0.90	0.91	0.88	0.95
云南	0.96	1.07	0.92	0.95	0.99	0.99	1.03	1.00	1.06	1.01	0.97	1.06	0.92	0.94	0.92
陕西	1.03	1.08	1.03	1.03	1.02	1.03	1.13	1.00	1.05	1.08	1.19	1.12	1.08	1.06	1.02
甘肃	1.01	0.93	0.82	1.05	1.07	1.21	0.98	0.97	0.92	0.77	0.88	1.03	0.91	0.88	0.97
青海	0.92	1.02	0.73	1.14	1.32	1.22	1.06	1.15	0.99	0.98	0.67	1.03	0.91	1.11	0.84
宁夏	1.02	1.09	0.96	1.09	1.10	1.13	1.18	1.10	1.06	0.99	1.00	1.10	1.01	1.11	1.01
新疆	1.16	0.90	0.79	1.08	1.13	1.20	1.12	1.03	1.00	1.01	1.06	1.10	1.13	1.01	1.19

四、实证分析

(一) 机理分析

从我国能源资源的分布及资源生产层面来看,70%的能源资源分布在我国中西部省域,以煤炭、原油和天然气三种重要战略资源为例,天然气生产大省为新疆、四川和陕西等地,原油生产大省为黑龙江、天津、陕西等地,焦炭生产大省主要有山西、河北、山东。从能源资源的消费情况来看,2010年我国能源消费量排名前四的省份均在东部地区,分别是山东、河北、广东和江苏。因此,就我国能源资源生产和消费现状而言,能源资源的跨区域流动趋势不可避免^[30]。既然能源资源在我国区域间的流动较强,那么交通基础设施和制度变迁势必成为影响我国能源资源使用效率的两大重要因素。

交通基础设施主要从以下两个方面影响我国的能源效率:一是交通基础设施的改善有利于降低能源资源跨区域流动的运输成本,从而有助于提高资源的配置效率,进而提高能源使用效率。二是从已有研究成果来看,我国不同地区的能源效率存在较大差异,其中东部地区的能源效率要高于中西部地区。因此,运输费用的降低将更有助于促进能源资源的跨区域流动,能够促使能源利用效率较低地区的能源资源向能源效率更高的地区流动,进而提高我国的能源效率。

以 North 为代表的制度经济学家认为,资本积累、技术进步等因素与其说是经济增长的原因,倒

不如说是经济增长的本身,经济增长的根本原因是制度变迁,一种提供适当个人刺激的有效产权制度体系是促进经济增长的决定性因素^[31]。交易费用是制度经济学家研究制度变迁影响经济增长的主要载体,制度变迁有利于降低我国能源资源在区域间流动的交易费用,进而提高我国能源效率。此外,制度变迁有利于建立区域间在能源使用上的合作共享机制,且有利于中西部地区不断学习东部地区先进的能源使用技术和管理理念,从而使得我国东、中、西部地区的能源效率得到共同提高。

交通基础设施和制度变迁影响我国能源效率的另一机理在于:交通基础设施的改善和制度变迁有利于促进经济增长,而经济增长将增加对能源的需求量,从而通过获取资源利用的规模经济效应而间接地提高能源使用效率。

(二) 模型设定

为考察交通基础设施和制度变迁对我国全要素能源效率的影响,借鉴国内外已有的有关全要素能源效率影响因素的研究文献,本文选取产业结构、对外开放程度、能源结构和人力资本水平等作为模型的控制变量。另外,本文在模型中还引入了交通基础设施和制度变迁的交互项,以此来检验两者对能源效率的交互作用。基于以上分析,本文将回归方程设定为:

$$EE_{it} = \beta_0 + \beta_1 INF_{it} + \beta_2 INS_{it} + \beta_3 INF \times INS_{it} + \beta_4 IND_{it} + \beta_5 OP_{it} + \beta_6 HR_{it} + \beta_7 ENEST_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标 i 表示省际单元,下标 t 表示年份, EE 表示全要素能源效率, INF 表示交通基础设施, INS 表示制度变迁, IND 表示产业结构, OP 表示对外开放程度, HR 表示人力资本水平, $ENEST$ 表示能源结构, ε 为随机扰动项, β_i 为待估参数。为了减少模型中误差项可能存在的异方差性和序列相关性的影响,本文使用广义最小二乘法(GLS)对(1)式进行参数估计,使用的统计分析软件为 STATA. 11。

(三) 变量设计及数据来源

交通基础设施用交通基础设施密度来表征,具体计算方法是:交通基础设施密度 = (各地区铁路里程 + 内河航道里程 + 等级公路里程) / 国土面积,用 INF (万公里/平方千米) 表示。已有文献对制度变迁的衡量主要有两种方法:一是运用一些指标(如产权制度、金融制度、对外开放制度、市场化进程等)来表征制度变迁,二是用樊纲等人公布的中国市场化指数来表征制度。由于前一种方法涵盖的指标较少,无法反映制度变迁的全部内涵,因此本文采用后一种方法,即用樊纲等人公布的《中国市场化指数》来表征制度变迁,用 INS 表示。由于缺少 2010 年和 2011 年的制度变迁数据,本文根据《中国市场化指数 2011》中制度变迁数据在 1997—2009 年间的平均增长率进行递推来得到所需数据。常用的产业结构表征方法有两种:一是用第二产业占 GDP 的比重来表示,二是用第三产业占 GDP 的比重来表示。本文选用后一种方法,即用各省域第三产业产值占 GDP 比重来表示产业结构。对外开放程度用各省域进出口贸易总额占 GDP 的比重来表征。由于进出口贸易总额数据是以美元表示的,因此本文根据每年人民币兑换美元的汇率来进行换算,汇率数据来源于每年的《中国统计年鉴》。人力资本水平用平均受教育年限表示,具体计算方法为:平均受教育年限 = (小学文化程度 × 6 + 初中文化程度 × 9 + 高中文化程度 × 12 + 大专及以上学历文化程度 × 16) / 各地区 6 岁以上总人口。能源结构用煤炭在能源终端消费中所占比重来表征。由于能源消费量的单位为万吨标准煤,因此本文首先将能源消费量按照“标准煤 = 煤炭消耗量 × 0.7143”折算成标准煤。因为海南和宁夏部分年份的能源消费量数据缺失,所以本文采用缺失年份前后两年的平均值得到所需数据。

本研究以 1997—2011 年我国省级层面数据为样本,由于西藏地区多年的统计数据缺失,因此将西藏排除在样本之外,最后共得到 30 个截面单元 15 年的时间序列面板数据,总计 450 个样本观测值。为保持样本数据的一致性,如无特别说明,数据均来源于《新中国 60 年统计资料汇编》、《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。各变量的描述性统计如表 4 所示。

(四) 回归结果

本文运用 GLS 方法对方程(1)进行了回归,具体的回归结果如表 5 所示。回归结果 1 考察了产业结构、对外开放、人力资本和能源结构对能源效率的影响,回归结果 2—5 是分别将交通基础设施、制度变迁及其交互项引入到模型中来考察自变量对因变量的影响。根据研究需要,本文主要对回归结果 5 进行重点分析。由回归结果 5 可知,交通基础设施和制度变迁前面的系数均为正,且在 10% 的水平上显著,说明交通基础设施的改善和制度变迁有助于提高全要素能源效率。交通基础设施和制度变迁的交互项前面的系数为负,且不显著,说明交通基础设施和制度演进对能源效率具有微弱的替代性。此外,产业结构和能源结构对能源效率的影响为负,且分别在 5% 和 1% 的水平上显著。对外开放程度对能源效率的影响为正,但只有在回归结果 4 中显著,说明对外开放程度对能源效率具有微弱的正向效应。人力资本水平对能源效率的影响为负,且在 1% 的水平上显著,说明人力资本水平对能源效率具有反向作用。

五、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

本文基于 1997—2011 年我国 30 个省(市、区)的省级面板数据,先对我国各地区的全要素能源效率进行了测度,然后在分析交通基础设施和制度变迁对能源效率作用机理的基础之上,对各影响因素与全要素能源效率之间的关系进行了实证检验,结果显示:(1)绝大部分省域的全要素能源效率在 1997—2001 年间呈现上升趋势,而在 2002—2011 年间呈平台波动趋势,其中陕西、内蒙古、辽宁、江苏、山东等地的能源效率较高,且陕西的能源效率在 1997—2011 年间均处于前沿线上,上海、河南、湖南、湖北、广西等地的能源效率则较低。此外,东部地区的能源效率要高于中西部地区,但并未呈现东、中、西部能源效率依次递减的特征,我国 30 个省(市、区)的能源效率呈现不断收敛的特点。(2)交通基础设施和制度变迁对能源效率均具有显著的正向影响,交通基础设施和制度变迁对能源效率的提高具有微弱替代性。产业结构、能源结构和人力资本对能源效率具有显著的负向影响,对外开放程度对能源效率的影响为正,但并不显著。

(二) 政策建议

基于所得研究结论,本文提出以下政策建议:

1. 加快交通基础设施建设,推进能源市场化改革。我国自然资源的区域分布很不均匀,中西部地区资源较为丰裕但对资源的需求却不大,东部地区资源较为匮乏却是资源消耗大省,资源的跨区域

表 4 变量的描述性统计(1997—2011 年)

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
EE	450	1.04	0.11	0.64	1.52
INF	450	0.50	0.42	0.02	2.33
INS	450	6.02	2.22	1.29	13.2
INF * INS	450	3.76	4.46	0.03	29.1
IND	450	0.38	0.07	0.27	0.76
OP	450	0.28	0.36	0.0001	1.80
HR	450	7.89	1.05	4.69	11.55
ENEST	450	0.69	0.23	0.25	1.65

表 5 估计结果

变量	1	2	3	4	5
IND	-0.266*** (-2.86)	-0.255*** (-2.76)	-0.228** (-2.48)	-0.241*** (-2.61)	-0.237** (-2.55)
OP	0.029 (1.59)	0.029 (1.64)	0.028 (1.57)	0.029* (1.65)	0.029 (1.61)
HR	-0.010* (-1.90)	-0.032*** (-5.59)	-0.028*** (-4.95)	-0.035*** (-5.93)	-0.035*** (-5.84)
ENEST	-0.090*** (-3.56)	-0.082*** (-3.69)	-0.069*** (-3.00)	-0.075*** (-3.41)	-0.077*** (-3.41)
INF		0.092*** (6.78)		0.068*** (3.67)	0.077* (1.81)
INS			0.016*** (5.28)	0.007* (1.92)	0.008* (1.90)
INF * INS					-0.001 (-0.27)
cons	1.268*** (20.09)	1.391*** (22.53)	1.295*** (21.81)	1.369*** (22.05)	1.364*** (21.89)
N	450	450	450	450	450
Wald chi2	21.2	74.6	50.9	75.3	74.4

注:表中***、**和*分别表示1%、5%和10%的显著性水平;括号内为基于标准差计算的z统计量。

流动不可避免。实证研究结果表明,交通基础设施的改良和制度变迁有利于降低资源跨区域流动的运输成本和交易费用,从而能够提高能源使用效率。因此,加快交通基础设施建设与推进能源市场化改革是提高我国能源效率的一个重要着眼点。

2. 加强东部与中西部地区间的合作与交流,强调市场对资源的优化配置作用。由于东部地区的能源效率要高于中西部地区,因此应通过强化区域间的能源合作和优化市场对资源的配置作用,来合理引导资源在区域间的合理流动,进而提高我国能源效率。

3. 优化能源消费结构,提高能源利用效率。据《BP 世界能源统计年鉴 2012》统计,2011 年我国煤炭消费量为 18.39 亿吨,占世界煤炭消费量的 49.39%;从我国内部来看,煤炭消费在我国一次能源消费中占 70% 左右的比重,而且煤炭资源的利用效率是比较低的。因此,为了应对我国经济发展中的资源不足问题,应通过推进资源税改革和发展煤炭工业循环经济来提高煤炭资源的利用效率,同时还应增加太阳能、风能、核能和生物质能等清洁能源和页岩气等非常规能源的消耗比例,以优化我国的能源消费结构,提高我国能源效率。

参考文献:

- [1] Sun J W. Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model[J]. Energy economics, 1998,20:85-100.
- [2] 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(6):75-85.
- [3] 李国璋,王双. 中国能源强度变动的区域因素分解分析——基于 LMDI 分解方法[J]. 财经研究,2008(8):52-62.
- [4] Hu Jinli, Wang Shichuan. Total-factor energy efficiency of regions in China[J]. Energy Policy,2006,34:3206-3217.
- [5] Zha Donglan, Zhou Dequn, Ding Ning. The contribution degree of sub-sectors to structure effect and intensity effects on industry energy intensity in China from 1993 to 2003 [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009, 13: 895-902.
- [6] 武春友,吴琦. 基于超效率 DEA 的能源效率评价模型研究[J]. 管理学报,2009(11):1460-1465.
- [7] 金培振,张亚斌,李激扬. 能源效率与节能潜力的国际比较——以中国与 OECD 国家为例[J]. 世界经济研究,2011(1):21-27,87.
- [8] 齐绍洲,罗威. 中国地区经济增长与能源消费强度差异分析[J]. 经济研究,2007(7):74-81.
- [9] 李国璋,霍宗杰. 中国全要素能源效率、收敛性及其影响因素——基于 1995—2006 年省际面板数据的实证分析[J]. 经济评论,2009(6):130-142.
- [10] 吴玉鸣,贾琳. 我国区域能源利用效率的随机性趋同研究[J]. 经济科学,2009(6):40-49.
- [11] 屈小娥. 中国省际全要素能源效率变动分解——基于 Malmquist 指数的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2009(6):29-43.
- [12] 齐绍洲,李锴. 发展中国家经济增长与能源消费强度收敛的实证分析[J]. 世界经济研究,2010(2):8-13.
- [13] Zhang Zhongxiang. Why did the energy intensity fall in China's industrial sector in the 1990s? The relative importance of structural change and intensity change[J]. Energy Economics,2003,25:625-638.
- [14] Chontanawat J, Hunt L C, Pierse R. Does energy consumption cause economic growth? Evidence from a systematic study of over 100 countries[J]. Journal of Policy Modeling,2008,30:209-220.
- [15] 徐士元. 技术进步对能源效率影响的实证分析[J]. 科研管理,2009(6):16-24.
- [16] 李静,方伟. 长三角对外贸易增长的能源环境代价研究[J]. 财贸经济,2011(5):80-85.
- [17] 刘耀彬. 中国城市化与能源消费关系的动态计量分析[J]. 财经研究,2007(11):72-81.
- [18] 张少华,陈浪南. 经济全球化对我国能源利用效率影响的实证研究——基于中国行业面板数据[J]. 经济科学,

- 2009(1):102-111.
- [19]唐玲,杨正林.能源效率与工业经济转型——基于中国1998—2007年行业数据的实证分析[J].数量经济技术经济研究,2009(10):34-48.
- [20]綦建红,陈小亮.进出口与能源利用效率:基于中国工业部门面板数据的实证研究[J].南方经济,2011(1):14-25.
- [21]许启钦,孙浦阳,陈思阳.贸易开放是否改善了能源效率:基于省区间比较优势非线性实证分析[J].上海经济研究,2011(8):21-28.
- [22]Yuan Chaoqing, Liu Sifeng, Fang Zhigeng, et al. Research on the energy-saving effect of energy policies in China: 1982—2006[J]. Energy Policy, 2009, 37:2475-2480.
- [23]史丹.我国经济增长过程中能源利用效率的改进[J].经济研究,2002(9):49-56,94.
- [24]袁晓玲,张宝山,杨万平.基于环境污染的中国全要素能源效率研究[J].中国工业经济,2009(2):76-86.
- [25]吴利学.中国能源效率波动:理论解释、数值模拟及政策含义[J].经济研究,2009(5):130-142.
- [26]李未无.对外开放与能源利用效率:基于35个工业行业的实证研究[J].国际贸易问题,2008(6):7-15.
- [27]晏艳阳,宋美喆.我国能源利用效率影响因素分析[J].软科学,2011(6):28-31.
- [28]徐士元,陈军.市场化改革对我国能源利用效率的影响[J].统计与决策,2009(23):64-66.
- [29]Färe R, Grosskopf S, Pasurka A. Environmental production functions and environmental directional distance functions [J]. Energy Policy, 2007, 32:1055-1066.
- [30]李强,徐康宁.资源禀赋、资源消费与经济增长[J].产业经济研究,2013(4):81-90.
- [31]李强,魏巍.制度变迁与区域进出口贸易的关联:强制性抑或诱致性[J].改革,2013(2):11-18.

[责任编辑:王丽爱,杨凤春]

Transport Infrastructure, Institutional Change and Total Factor Energy Efficiency: Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data

LI Qiang, WEI Wei

Abstract: The paper estimates the total factor energy efficiency and the influencing factors based on Chinese provincial panel data from 1997 to 2011 using DEA model. The result shows as follows: Firstly, The total factor energy efficiency of every region has presented a rising tendency on the whole. The energy efficiency of the eastern region must be above the central-western region, but it does not appear in the areas of energy efficiency by decreasing characteristics from east to west, the energy efficiency of different regions has the tendency of convergence. Secondly, traffic infrastructure and institutional changes have the significantly positive influence on energy efficiency with a weak substitution. Thirdly, industrial structure, open-up, the energy structure and human resource also have influenced energy efficiency differently.

Key Words: transport infrastructure; institutional change; total factor energy efficiency; reform of energy marketization; industrial structure; efficiency of energy use; natural resources