

长江经济带能源效率、能源消费与经济增长的区域差异

——基于沿江 11 省市的数据分析¹

孙智君，于洪丽

【摘要】：长江经济带集中了中国大部分的高技术与高能耗产业，过度依赖能源已成为影响该地区经济可持续发展的重要因素。采用面板数据从时间序列和截面两个维度对长江经济带11省市的能源消费和经济增长的区域差异进行分析，可以克服样本量小的缺点，更好地观察区域差异的动态变化。以人均能源消费量和人均国内生产总值为横纵坐标，构建二维组合矩阵，将长江经济带划分为4个不同的区域：江苏、江西、湖南、湖北、重庆、四川属于经济高增长能源消费高增长区；浙江、安徽、贵州属于经济高增长能源消费低增长区；云南属于经济低增长能源消费高增长区，上海属于经济低增长能源消费低增长区。

【关键词】：长江经济带；能源消费；经济增长

【中图分类号】：F061.5 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1672—626X（2014）03—0061—07

一、引言

长江经济带包括云南、贵州、四川、重庆、湖北、湖南、江西、安徽、浙江、江苏、上海在内的11个省市区域。该地区拥有我国最广阔的腹地和发展空间，在“依托长江建设中国经济新支撑带”的国家战略推动下，正在逐步发展成为继中国沿海发达地区之后最有活力的经济带。从产业角度考察，长江经济带集中了我国大部分的钢铁、石化等传统行业以及汽车、电子等现代产业，其经济总量占全国的近48%。但是，从资源角度考察，长江经济带上、中、下游均为严重缺能地区，一次能源自给率仅为52%。20世纪90年代中期，该地区每年电力缺口大概占总需求量的1/5，煤炭缺口约1.7亿吨左右。^[1]未来，随着发展水平的进一步提高，能源需求量将成倍数增长。相关研究结果显示，长江经济带中的华中地区2010~2020年间能源需求增长率为4.7%、华东地区为4.0%。^[2]此外，每年巨量煤炭的调入给交通运输带来较大压力。总体而言，过度依赖能源资源已成为影响长江经济带经济可持续发展的重要因素。提高能源效率是解决能源过度消耗与经济增长要求矛盾的重要出路。

自20世纪80年代以来，能源效率的研究领域随着学者们在不同时期关注点的转变而得到深化和扩展。其中，理论研究始于能源效率的界定。传统的能源效率研究从经济和技术经济两个角度分别展开，经济上的能源效率是指用相同或者更少的能源获得更多产出或更好的生活质量，而技术经济上的能源效率是指由于技术进步、生活方式的改变、管理的改善等导致特定能源使用的减少。现代意义上的能源效率则从全面、系统和发展的角度，进一步将能源效率的内涵扩展为包括经济、社会、环境、技术等诸多方面的系统的、动态的概念。^[3]相关实证研究包括能源效率的维度和尺度的测度，以及能源效率的分析方法。其中，维度指的是刻画能源效率的变量和指标。主要包括基于单一维指标的单一要素能源效率^{[4][5]}和基于数据包络分析（DEA）^[6]及随机前沿分析（SFA）^[7]计量方法的全要素能源效率；尺度指的是能源效率研究的空间尺度，目前主要有国际、^{[8][9]}全国、^{[10][11]}区域、^[12]省份^{[13][14]}四个空间尺度。时间维度是指研究的数据跨时间长度，目前主要以若干年份的时间序列数据为主。^{[15][16]}能源效率的

1 收稿日期：2014-03-12

基金项目：国家发展和改革委员会地区经济司资助项目（2012-28）

作者简介：孙智君（1969-），女，湖北洪湖人，武汉大学副教授，硕士生导师，主要从事区域经济学研究；

于洪丽（1989-），女，黑龙江伊春人，武汉大学经济与管理学院硕士研究生，主要从事区域经济学研究。
（武汉大学经济与管理学院，湖北武汉 430072）

研究方法多采用计量经济方法（见表 1）。

表 1 能源效率的分析方法	
方法	代表性作者及成果
因素分解法	王玉潜 ^[17] 从产业和技术进步等角度探讨了提高能源效率的途径。
	李力和王凤 ^[18] 采用因素分解法研究了中国制造业的能源效率，认为能源利用效率提高是我国制造业能源效率保持上升趋势的主要原因。
聚类分析法	高振宇和王益 ^[19] 通过聚类分析将各省按能源效率水平划分为能源高效区、中效区和低效区。
方差分析法	史丹等 ^[21] 运用方差分析法分析了中国能源效率地区差异的影响因素，结果发现资本-能源比率、全要素生产率和劳动-能源效率是 1980~2005 年中国能源效率地区差异的主要因素。
基于模型的 计量方法	李廉水 and 周勇 ^[20] 运用 DEA 方法评价了 35 个工业行业的全要素能源效率。
	姜雁武和朱桂平 ^[15] 基于 SFA 分析方法，分析了能源使用技术无效性的地区差异的收敛性。
空间计量 分析方法	沈能 ^[22] 运用空间计量分析方法从地理空间溢出角度研究了区域能源效率差异的影响因素。
	姜磊和季民河 ^[23] 利用空间变异地鼠地理加权回归模型刻画了地区间各种能源强度影响因素的空间异质性问题。

上述研究使得能源效率的理论体系逐渐系统化和科学化，但是，从区域角度而言，缺乏对长江经济带能源消耗和效率的整体研究。本文运用聚类分析法分析长江经济带沿江 11 省市能源消费总量、能源消费结构以及能源效率的区域差异，并应用人均国内生产总值增长率和人均能源消费增长率的二维矩阵形式，将该地区的能源消耗和经济增长模式加以区分，并针对不同模式提出相应的政策建议，为长江经济带经济可持续发展提供理论指导。

二、指标选取与数据来源

（一）指标选取

地区生产总值：一个地区所有常住单位在一定时期内所生产的全部最终产品和服务的价值总和，是反映经济总体状况最重要的指标，单位为亿元。

能源消费总量：一定时期内物质生产部门、非物质生产部门和生活消费的各种能源消耗总和，经过折算以万吨标准煤为单位。

能源效率：地区生产总值与能源投入总量的比率，是衡量某地区经济活动中整体能源利用效率的一个指标。为了消除物价变动的影响，本文以 2000 年为基期换算为可比价的地区生产总值（亿元），能源投入采用地区能源最终消费总量（万吨标准煤）。

（二）数据来源

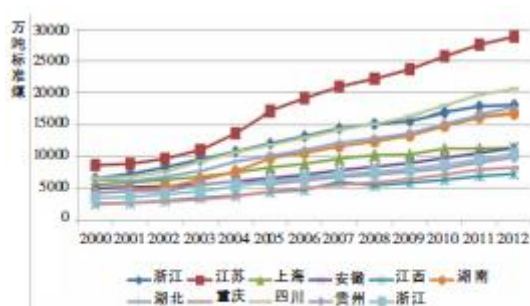
长江经济带 11 省市地区生产总值、年底总人口数、物价指数数据来源于各地统计年鉴（2013 年）与中经网统计数据库。能源消费总量、能源消费结构数据来源于《中国能源统计年鉴 2004》、《中国能源统计年鉴 2013》。

三、实证结果分析

（一）长江经济带沿江11省市能源消费的区域差异分析

1. 能源消费总量的区域差异分析

能源是重要的生产要素，能源的投入极大地提高了生产效率，进而促进经济发展，长江经济带沿江 11 省市 2000~2012 年能源消费总量呈现逐年上升趋势（见图 1），能源消费总量的增加大致可以分为两个阶段：



资料来源：根据《中国能源统计年鉴》(2004、2013)整理而成。

图1 长江经济带沿江11个省市能源消费总量趋势图

稳步增长阶段（2000~2004）。我国“十五”期间经济得到恢复发展，长江经济带沿江11省市经济基本实现了倍增，钢铁、建材和化工等主要用能行业得到稳步发展，能源消费逐渐上升，增长率维持在10%左右。

迅速增长阶段（2005~2012）。随着经济新一轮的快速增长，能源消费出现拐点，呈现迅速上升趋势，2005年湖南省能源消费总量增速为21.7%，江苏省为20.5%，之后几年增速虽有所下降，甚至某些年份一些省市出现能源消费总量下降的情况，但整体基本维持上升态势。2000年长江经济带11省市能源消费以5000万吨标准煤为分界点，可以分为两组：消耗超过5000万吨标准煤的依次为江苏、浙江、四川、湖北、上海；5000万吨标准煤以下的依次为安徽、贵州、湖南、云南、重庆。2012年长江经济带沿江11省市能源消费总量可以分为三组：25000万吨标准煤以上只有江苏；15000~25000万吨标准煤之间依次为四川、浙江、湖北、湖南；15000万吨标准煤以下依次为上海、安徽、云南、贵州、重庆、江西。

以上可以看出，能源消耗排序基本吻合生产总值排序，能源消耗多的地区经济较发达。在这里，四川和上海需要作为特例加以说明，四川耗能高，地区生产总值却低，主要是产业结构以及技术等因素导致的能源效率较低所致，而能源效率低又与以煤为主的能源结构有密切关系，一是以煤为燃料的中间转换装置效率低，二是以煤为燃料的终端能源利用装置效率又低于液体或气体燃料，以煤为主的能源效率比以汽油为主的能源效率低8~10个百分点，[23]上海情况则和四川相反。

2. 能源消费结构的区域差异分析

能源结构是指各类能源消费量在能源消费总量中的比例，是衡量一个国家或地区经济发展状况的重要指标。《中国能源统计年鉴》在统计各省份能源消费结构时按照煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、天然气以及电力消费的实物量进行统计。我国是一个煤炭消费大国，煤炭所占比例高于世界平均水平约40个百分点，在分析能源消费结构时，煤炭所占比重是一个重要的指标。因为能源消费总量采用万吨标准煤为单位，所以在计算煤炭消费占比时要根据煤炭折算标准煤系数将消费实物量转换为标准煤形式。根据数据显示，2000~2012年间长江经济带沿江11省市的用煤比例虽然居高不下，平均水平大于65%，但存在着缓慢下降的趋势，下降幅度在2%~10%之间，说明各省市开始注重清洁能源的使用和开发，并逐步倡导绿色发展模式。本文

根据 2000~2012 年长江经济带沿江 11 省市能源消费结构情况，借助 SPSS 软件，运用聚类分析方法对其进行分类，结果可分为五类（见表 2）。

表 2 长江经济带沿江 11 省市用煤比例的聚类分析		
分类	用煤比例	省市
第一类	>80%	安徽、贵州
第二类	70%左右	江西、湖南、湖北、云南
第三类	60%左右	四川、重庆
第四类	50%左右	江苏、浙江
第五类	40%左右	上海

资料来源：根据《中国能源统计年鉴》(2004、2013)整理而成。

煤炭消费占比大于80%的省市：安徽和贵州。安徽省拥有中国五大煤田之一的安徽淮南煤田，煤炭储量位居全国第六、华东第一，而且安徽重工业化倾向明显。贵州煤炭储量居全国第五，以“江南煤都”著称，磷、汞、铝土矿、锰等矿产丰富，重工业比重较高且资源依赖程度高。

煤炭消费占比70%左右的省市：湖南、湖北、江西和云南。这些省份是典型的中、西部地区，能源资源相对贫乏，缺煤少油乏气，煤炭、石油等能源消费主要依赖外省，且人均收入较低，因而更倾向于使用成本低的煤炭。

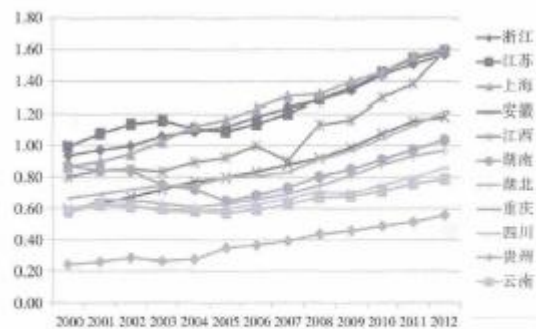
煤炭消费占比60%左右的省市：四川和重庆。四川和重庆石油储量和产量都很小，工业生产、城市公用设施和民用生活设施的热力供应较多地依赖煤炭。

煤炭消费占比50%左右的省市：江苏和浙江。两省正逐渐改变粗放型的经济增长方式，对能源的需求结构也随之发生着变化，一方面产业结构优化，第三产业发展迅速，另一方面企业引进新设备，提高科技含量，这两者都有效降低了能耗。城市和部分乡镇煤气和液化气的普及也使得煤炭消费量进一步减少。

煤炭消费占比40%左右的省市：上海。上海市在经济总量迅速增长的同时，产业结构也得到了优化，第三产业发展良好，保持强劲增长的势头，2000年以来各产业部门能源利用效率大幅度提高，工业与商业能源利用效率的提高最为迅速，虽然上海市能源消费结构仍然以煤炭为主，但消费结构日趋多元化、优质化、清洁化，结构调整成效显著，煤炭消费占比由2000 年的50%左右下降到2012 年的40%左右。

3. 能源效率的区域差异分析

能源效率是衡量地区经济活动中整体能源利用效率的指标。2000~2012 年长江经济带沿江 11 省市能源效率水平计算结果见图 2。图中可见，长江经济带沿江 11 省市能源效率虽有小幅度波动，但整体上有大幅度的提高，且地区间整体差异较大。以 2012 年为例，能源效率最高地区上海市的能源效率水平是最低地区贵州省的 3 倍左右。为进一步探究长江经济带各省市能源效率水平，将长江经济带 11 个省市按照 2000~2012 年能源效率情况进行分层聚类分析，结果显示可以划分为三类：能源高效区为上海、江苏、江西、浙江三省市；能源中效区为安徽、重庆、四川、云南、湖南、湖北六省市；能源低效区为贵州。图中可见，能源高效区的能源效率一直领先于其他省份，该组内区域之间能源效率在 2000 年时存在一定的差距，到 2012 年则基本处于高水平趋同。能源中效区内各省市在 2000 年时差距不大，2012 年则分化为三组，分别为重庆和安徽、湖南和湖北、云南和四川。能源低效区贵州虽然能源效率有所提高但一直处于落后地位。能源效率取决于产业结构、生产技术水平等多种因素，且具有路径依赖性，2012 年各省市能源效率排序与 2000 年的排序存在很大的相关性。只有个别省份出现大的波动，江西省出现了赶超现象，基本追平江浙，湖南省从 2002 年开始出现连续 4 年的能源效率下降，虽然从 2005 年开始上升但是最终也只达到能效中效区水平。

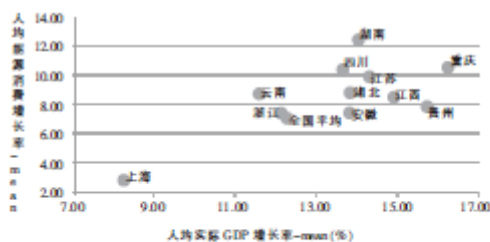


资料来源:根据《中国能源统计年鉴》(2004、2013)、长江经济带沿江 11 省市统计年鉴 2013 整理而成。

图 2 长江经济带 11 省市 2000-2012 年能源消费效率

(二) 长江经济带沿江 11 省市能源消费与经济增长的区域差异分析

随着社会的不断发展和经济的持续增长,长江经济带 11 省市能源消费均呈现逐年上升的趋势,但由于经济基础、产业结构以及生产技术等因素的差距,各省市经济增长与能源消费在空间上存在着明显的差异。为了探究长江经济带 11 省市经济增长与能源消费的差异,以 2000~2012 年年人均实际国内生产总值增长率为横坐标,年人均能源消费增长率为纵坐标,用二维矩阵将长江经济带沿江省市划分为经济高增长能源消费高增长区、经济高增长能源消费低增长区、经济低增长能源消费高增长区和经济低增长能源消费低增长区(见图 3)。



资料来源:根据《中国能源统计年鉴》(2004、2013)、长江经济带沿江 11 省市统计年鉴 2013 整理而成。

图 3 长江经济带 11 省市年人均实际国内生产总值与年人均能源消费增长率的二维矩阵

1. 经济高增长能源消费高增长区

所谓经济高增长能源消费高增长区即人均实际国内生产总值增长率大于 12%, 且人均能源消费增长率大于 8% 的区域。这个区域包括江苏、江西、湖南、湖北、重庆、四川。其中,江苏省总体经济发展一直处于全国前列,但能源消耗也高速增长,究其原因主要是:重工业增长快于轻工业,尤其是高耗能产业(钢铁、机械、化工、水泥等)扩张迅速;国际产业资本加速向苏南地区转移,主要是电子信息、化工、机械等制造业。

江西省正处于工业化城镇化加速发展阶段,2000 年以来江西省经济增长较快,呈现出良好的递增势头,江西经济高速增长的背后,既有来自国家整体经济高速发展的带动力,也有来自周围地区例如长三角与珠三角的经济辐射效应,最主要还在于江西省对于自身产业结构的选择性调整。在 2000 年之后,江西省确立了以工业经济为主导的发展模式,第二产业比例大幅提高,工业经济得到了蓬勃发展。而工业经济快速发展的同时也带动了能源需求的日益增长。

湖南省自改革开放以来,产业的快速发展和升级成为经济增长的重要动力,新型工业化不断推进,农业和服务业发展平稳,

城市化也为湖南发展提供了重要的动力。近年来，虽然湖南省在降低能耗方面做出了努力，能效水平有所优化，但由于第二产业能源消费比重过高，十大优势产业中，高耗能行业占了6个，占全社会能耗总量的21.6%，能源消耗增长还处于较高水平。

湖北省有较好的经济基础，各项经济总量指标位于中部各省前列，近年来发展速度较快，目前尚处于工业化中期，经济结构偏重，特别是钢铁、机械、电力、化工、轻纺工业发达，属于重耗能省份。

1997年重庆市晋身为中央直辖市，为重庆市带来了新的发展机遇，促进了重庆市经济的发展。2000~2012年间第一、三产业均呈下降趋势，第二产业占比不断攀升，2012年第二产业占国内生产总值比重为52.4%，且工业结构的重型化导致了较大的能源消费增长率。

2000年以来，四川省在西部大开发政策引导下启动了一批交通、能源、电力和通讯等重点项目。该省还从自身资源条件和产业基础出发，大力发展了一批优势产业。能源、机械制造、旅游、特色农业等优势产业得到了发展，优势产业的集群效益得到了显现。但从整体来看四川的发展仍然以粗放型增长模式为主，能源效率并没有明显的提高，人均能源消费呈现出逐年上升的趋势，十几年间增长了两倍多。

2. 经济高增长能源消费低增长区

经济高增长能源消费低增长区指人均实际国内生产总值大于12%，且人均能源消费增长率小于8%的区域。这个区域包括浙江、安徽和贵州。其中，浙江省是我国经济增长最快、发展活力最强劲的省份之一。而当经济发展到一定程度时，由于经济增长模式的转变，产业结构优化和技术进步成为经济增长的驱动力，新的经济增长所需能耗呈现缓慢增长趋势。

2006年以来，中央制定了一系列“中部崛起”政策措施，皖江城市带承接转移示范区全面启动，以合芜蚌自主创新综合实验区为核心的平台建立，工业化和城市化进程不断加快，安徽省经济快速发展，期间人均能源消费量保持着稳步增长的趋势，能源消耗比以往低。

2000年以来，在西部大开发和“西电东送”战略的带动下，贵州省能源工业取得高速发展，促进了工业结构的转变，为全省经济持续较快发展注入了活力。能源消费与工业化进程和经济发展呈正比关系，由于贵州工业化进程和经济发展还处于较低水平，所以贵州的人均能源消费量增长率仍处于低水平。

3. 经济低增长能源消费高增长区

经济低增长能源消费高增长区指人均国内生产总值小于12%，且人均能源消费增长率大于8%的区域。云南省属于该区域类型。和全国人均国内生产总值增长的平均水平相比，云南省多个年份的经济增长率远远偏低。2000年后由于政策调整，云南省能源产业逐渐兴起，具体体现在有色金属、化工、建筑、烟草等行业的发展，带动人均国内生产总值步入平稳增长的轨道，但总体上还较全国经济增长偏缓。能源产业的兴起也拉动了能源消费的巨大需求，2000~2012年间云南省的人均能源消费量呈现出平稳增长到加速上涨的趋势。

4. 经济低增长能源消费低增长区

经济低增长能源消费低增长区指人均实际国内生产总值增长率小于12%，且人均能源消费增长率小于8%的区域。上海属于该区域类型。伴随经济快速发展及居民生活水平迅速提高，上海市能源消费总量规模持续扩大。2000~2012年年均实际地区生产总值增长率为11.8%，能源消费总量年均增长率为9.2%。但是由于上海市在此期间人口处在快速增长阶段，由2000年的1608.6万人增加到2012年的2380.4万人，这导致了人均地区生产总值及人均能源消费的低增长。据测算，上海的人均能源消费量是

全国的2.2 倍、世界总体水平的1.5 倍，超过了东京、纽约和伦敦等发达城市。上海还需要通过优化产业结构和依托技术进步等措施提高能源利用效率，降低能源消费总量。

四、结语

（一）研究结论

长江经济带11 省市在区域资源禀赋、经济发展状况、能源消费等方面都存在着显著差异，通过对能源效率进行聚类分析得出能源高效区包括上海、江苏、江西、浙江，这四省多位于东部地区，经济发展较迅速，工业化程度也较高；能源中效区包括安徽、重庆、四川、云南、湖南、湖北，能源低效区包括贵州，这些省份多位于中、西部地区，工业化程度较低。继之，以人均实际国内生产总值与人均能源消费量为横纵坐标，采用二维矩阵将长江经济带11省市划分为四种类型，经济高速增长能源消费高速增长区包括江苏、江西、湖南、湖北、重庆、四川，经济高速增长能源消费低增长区包括浙江、安徽、贵州，经济低增长能源消费高速增长区包括云南，经济低增长能源消费低增长区包括上海。

（二）研究展望

本文采用面板数据对长江经济带11 省市的能源消费和经济增长的区域差异进行分析，其优点在于克服了样本量小的缺点，并可以从时间序列和截面两个维度更好地观察区域差异的动态变化。但是，本文尚未考察各省市能源消费与经济增长之间的内在依存关系，实质上，两者之间的依存关系对于各省市制定经济可持续发展目标和能源消费战略规划具有十分重要的意义。

（三）政策建议

长江经济带内经济高速增长能源消费高速增长区在保持经济高速发展的同时，也伴随着能源消耗的快速增长和环境的恶化。这类地区除江苏省外主要分布在中、西部地区，工业结构偏重化，能源效率偏低，因此，应该在保证经济发展的同时积极调整产业结构，减少第二产业尤其是高耗能产业在国民经济中的比重，增加服务业等第三产业的比重，引进先进技术，提高能源利用效率，降低单位国内生产总值能耗量，以较少的能源消费换取较快的经济增长。经济高速增长能源消费低增长区除浙江省外，其他省份的用煤占能源消费总量比重均大于80%，因此，这类地区在经济发展的同时应该逐渐使用替代性能源，比如水电、天然气、风能、太阳能等洁净能源，能源建设应以电力建设为重点，优先发展水电，加大开发清洁能源的投入力度，减少经济发展对用煤的依赖性。经济低增长能源消费高速增长区的云南省的产业结构以重工业为主，不仅能源消耗大而且限制了其持续发展，因此，云南应该限制高耗能产业发展，优化产业结构，更加注重轻工业的发展，并采取相应的措施鼓励企业采用先进技术、购置新设备进行科技创新。经济低增长能源消费低增长区的上海虽然人均能源消费量低增长，但能源的消耗总量超过5000 万吨标准煤，因此上海在保持经济发展的同时应该提高能源利用效率，以较少的能源消费带来较大的经济增长。

【参考文献】：

- [1] 王合生, 虞孝感. 长江经济带建设的可持续发展研究[J]. 长江流域资源与环境, 1998, (1): 1-6.
- [2] 王小广. 长江经济带持续发展的总体战略[J]. 生态经济, 1995, (5): 7-11.
- [3] 魏一鸣, 等. 中国能源报告(2010): 能源效率研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2010. 37-38.
- [4] 王庆一. 中国的能源效率与国际比较[J]. 节能与环保, 2003, (8): 5-7.

-
- [5] 姜雁斌, 朱桂平. 能源使用的技术无效性及其收敛性分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2007, (10): 108-119.
- [6] 帅博, 沈坤荣. 市场分割下的中国全要素能源效率——基于超效率DEA 方法的经验分析[J]. 世界经济, 2008, (9): 49-59.
- [7] 史丹, 等. 中国能源效率地区差异及其成因研究——基于随机前沿生产函数的方差分解[J]. 管理世界, 2008, (2): 35-43.
- [8] 魏楚, 沈满洪. 规模效率与配置效率: 一个对中国能源低效的解释[J]. 世界经济, 2009, (4): 84-96.
- [9] 施发启. 对我国能源消费弹性系数变化及成因的初步分析[J]. 统计研究, 2005, (5): 8-11.
- [10] 刘丙泉, 宋杰鲲. 我国能源效率波动分解及影响因素分析[J]. 节能技术, 2011, (3): 273-276.
- [11] 韩智勇, 等. 中国能源强度与经济结构变化特征研究[J]. 数理统计与管理, 2004, (1): 1-6.
- [12] 吴开尧, 朱启贵. 长三角能源消费的能源流分析[J]. 上海交通大学学报, 2009, (6): 49-58.
- [13] 史丹. 我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.
- [14] 叶盛彬, 李旭超. 湖北省工业部门全要素能源效率分析——基于 2008-2009 年 12 个市面板数据的实证研究[J]. 科技创业, 2011, (12): 28-32.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 王玉潜. 能源消费强度变动的因素分析方法及其应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2003, (8): 151-154.
- [18] 李力, 王凤. 中国制造业能源消费强度因素分解研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2008, (10): 66-74.
- [19] 高振宇, 王益. 我国能源生产率的地区划分及影响因素[J]. 数量经济技术研究, 2006, (9): 46-57.
- [20] 李廉水, 周勇. 技术进步能提高能源效率吗? ——基于中国工业部门的实证检验[J]. 管理世界, 2006, (10): 82-89.
- [21] 沈能. 能源投入、污染排放与我国能源经济效率的区域空间分布研究[J]. 财贸经济, 2010, (1): 107-113.
- [22] 姜磊, 季民河. 基于空间异质性的中国能源消费强度研究——资源禀赋、产业结构、技术进步和市场调节机制的视角[J]. 产业经济研究, 2011, (4): 61-70.
- [23] 周凤起. 21 世纪中国能源工业面临的挑战[J]. 中国能源, 1999, (12): 3-6.

(责任编辑: 彭晶晶)