

doi: 10.12085/j.issn.1009-6116.2018.05.003

引用格式:江静,马莹.中国服务业全要素能源效率:测度与影响因素[J].北京工商大学学报(社会科学版),2018,33(5):23-32.

JIANG Jing, MA Ying. Total-factor energy efficiency of service industry in China: measurement and influencing factors[J]. Journal of Beijing Technology and Business University (Social Sciences), 2018, 33(5): 23-32.

## 中国服务业全要素能源效率:测度与影响因素

江静, 马莹

(南京大学经济学院, 江苏南京 210093)



**摘要:**随着服务业在中国国民经济中的占比不断提高,研究和提升中国服务业全要素能源效率对于节能减排的重要性日益显著。选取中国2003—2014年的28个省份的面板数据样本,利用DEA方法计算了中国服务业全要素能源效率,发现中国的服务业全要素能源效率整体上呈现下降趋势,且在东中西部地区存在着区域差异。此外,中国服务业全要素能源效率还存在着绝对收敛性。进一步的研究表明,中国服务业全要素能源效率与对外开放程度呈倒U型关系,与服务业国有化程度呈负向关系。服务业自身发展及其能源消费结构的优化,与服务业全要素能源效率也有显著的正相关关系。提升服务业全要素能源效率,需要政府减少对服务业的干预,提高服务业市场化程度;分区域、有选择地扩大对外开放;加快发展生产性服务业,优化能源消费结构。

**关键词:**服务业;全要素能源效率;DEA方法;国有化;对外开放;能源消费结构

**中图分类号:**F206; F719 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-6116(2018)05-0023-10

随着社会经济的发展,能源与技术已经成为各国和地区经济发展的重要支撑。历年《世界能源统计年鉴》显示,2010年,中国能源消费量占全球能源消费的20.3%,同比2009年增长了11.2%,超过美国成为世界上最大的能源消费国;2015年,虽然中国能源消费同比仅增长了1.5%,但占到当年全球能源净增长的34%,且消费量占全球能源消费总量的23%,是世界上连续15年一次能源消费量增量最多的国家,也依然是世界上最大的能源消费国。2016年年底,中国发布了《能源发展“十三五”规划》,提出对能源消费总量和能耗强度实施双控,根本扭转能源消费粗放增长方式,要求2020年煤炭消费在一次能源中的比重降到58%以下,非化石能源与天然气等低碳能

源的联合占比达到25%。

目前国内对于能源消耗以及节能减排的研究大都集中于制造业,而对服务业能源消耗问题研究不足。近年来,中国服务业快速发展。国家统计局公布的数据显示,2013年服务业占GDP的比重超过制造业;2016年的占比为51.6%,中国经济从工业主导转变为服务业主导,进而也孕育了中国经济增长的新动力:2016年中国服务业对国民经济增长的贡献率为58.2%,同比增加了5.3个百分点,比第二产业高出20.8个百分点。对于高能耗的原因,以往的研究往往将中国的高能耗问题归结于制造业,因为制造业并没有摆脱粗放的增长方式。例如:徐盈之等<sup>[1]</sup>通过构建投入产出模型,认为第二产业能源消耗的波及效应

收稿日期:2018-05-28

基金项目:教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(15JJD790016);江苏省社会科学基金重大项目(15ZD004);国家社会科学基金重大项目(16ZDA015)。

作者简介:江静(1975—),女,江苏江阴人,南京大学经济学院教授,博士生导师,博士,研究方向为服务经济;

马莹(1994—),女,江苏淮安人,南京大学经济学院硕士研究生,研究方向为服务经济。

最大;张意翔等<sup>[2]</sup>通过分析,得出了在产业结构重型化日益明显的情况下中国能源效率会不断下降的结论。但是,根据《经济日报》2015年7月13日的报道,2013年中国工业能源消费占比为69.8%,比2010年的72.5%下降了2.7个百分点;从用电量来看,工业电力消费占比也由2010年的73.6%下降到2013年的72.4%。而2013年服务业能源消费占比为15.6%,比2010年提高了1.7个百分点;电力消费占比也由10.7%提高到11.6%。白雪洁、孟辉<sup>[3]</sup>也通过实证研究指出,制造业年均能源效率增长为7.1%,远高于服务业的0.5%,并且大部分服务业如金融业、信息传输、计算机服务和软件业等均处于能源效率的恶化区。庞瑞芝、王亮<sup>[4]</sup>则通过实证分析发现,中国服务业绿色无效程度有增加的趋势,且存在区域差异较大的问题,呈现出由沿海向内陆有效程度递减的态势。以上数据和研究表明,随着服务业的快速发展,服务业能源消耗、短缺以及效率问题变得越来越重要。

#### 一、相关文献回顾

全要素能源效率最早由Hu & Wang<sup>[5]</sup>在2006年提出,它衡量的是在既定能源投入和其他投入(如劳动和资本要素)下,实际经济产出与最大可能产出的比例,或者是在给定产出条件下,目标能源消耗和实际能源消耗的比例。由于这是在一个全要素生产关系框架内探讨的能源效率问题,因此被称为全要素能源效率。

目前,针对全要素能源效率的研究都集中在中国产业整体或制造业行业。从产业整体来看,王维国、范丹<sup>[6]</sup>基于序列DEA(数据包络分析)的方向距离函数,测度了1999—2010年中国28个省份的全要素能源效率,并且比较了东中西部地区的差异。其实证分析发现,对外开放度、政府支持力度和产权所有制结构对全要素能源效率有显著影响。王兵等<sup>[7]</sup>基于DEA的方向距离函数研究了环境约束下1998—2007年的中国省际全要素能源效率,发现全国整体处于下滑状态,其中西部地区下滑最为严重。同时发现,人均GDP、外商直接投资、要素禀赋结构和产业结构等因素对全要素能源效率有显著影响。从制造业的角度来看,陈关聚<sup>[8]</sup>运用随机前沿技术测度了2003—2010年中国制造业30个行业的全要素能源效

率,发现制造业能源效率呈现先上升后停滞的阶梯形变化特征,行业间能源效率水平差异较大,而能源的内部结构会显著影响能源的使用效率。王霄、屈小娥<sup>[9]</sup>运用DEA-Malmquist方法测算了28个制造子行业全要素能源效率,认为总体上呈现上升趋势,但行业之间差距显著,并通过Tobit模型回归发现,研发投入、市场竞争和外资进入有利于改进能源效率,而企业规模呈相反效应。也有研究对工业和地区的全要素能源效率进行了收敛性分析<sup>[10-11]</sup>。

针对服务业全要素效率的研究包括,庞瑞芝、王亮<sup>[4]</sup>运用改进后的Bootstrap两阶段分析方法,实证考察了加入能源因素和污染因素的2010—2013年中国30个省份的服务环境全要素效率及其影响因素,结果发现中国服务业并不是绿色的,而是总体有效程度偏低,并且从沿海向内陆呈现递减趋势。王恕立等<sup>[12]</sup>将环境因素加入到服务业全要素效率的研究中,并运用DDF的Malmquist-Luenberger指数对中国2004—2013年的全要素生产率进行了再估计,指出忽视环境因素会导致全要素能源效率偏高。针对服务业能源效率的文献包括,白雪洁、孟辉<sup>[3]</sup>通过当期和两期的技术下方向性距离函数,利用GBML指数计算了中国2004—2012年27个制造业和14个服务业的能源效率,并对其进行了分解,发现服务业的能源效率并非高于制造行业,而产出结构效应和技术效率的不同导致了服务业与制造业能源效率之间的差异。

针对服务业全要素能源效率的文献包括,宋雪、匡贤明<sup>[13]</sup>对中国2003—2015年30个省份的服务全要素能源效率进行了测算,发现人均GDP、能源结构、服务业内部结构、服务业内生禀赋结构和环境规制力度对服务业全要素能源效率存在显著影响。Fang et al.<sup>[14]</sup>在规模收益可变的假设前提下,利用投入导向DEA方法,计算了不同服务部门的全要素能源效率值,发现资源最有效的服务部门是金融、保险和房地产业。同时利用随机效应Tobit回归发现,拥有更大GDP产出的服务产业存在更多的能源过度使用问题。资本劳动比率对能源节约目标有显著正向影响,而时间趋势变量对能源节约目标有显著负向影响。

目前对于服务业全要素能源效率的研究相对

较少,在中国知网中以服务业和全要素能源效率为主题进行检索,得到的18个文献中只有宋雪、匡贤明<sup>[13]</sup>对服务业全要素能源效率进行了研究,其侧重点在于服务业全要素能源效率的总体评价,而其影响因素方面关注的是结构和环境。本文试图从更广的层面进行分析,重点从开放程度、国有化等层面进行分析,是对现有研究的有益补充。本文的框架如下:第二部分为服务业全要素能源效率测度及收敛性分析;第三部分为影响服务业全要素能源效率因素的理论及实证分析;第四部分为稳健性检验;第五部分是相关结论。

## 二、中国服务业全要素能源效率的测度及收敛性分析

### (一) 服务业全要素能源效率的测度

#### 1. 测度方法

根据 Hu & Wang<sup>[5]</sup>对全要素能源效率的定义可知,测度全要素能源效率,主要就是要测算出目标能源消耗。

正如文献综述部分所言,很多文献将 DEA 方法应用到制造业和服务业的能源使用效率评估之中。本文参考了 Fang et al.<sup>[14]</sup>的研究方法,在规模收益可变的假设前提下,利用投入导向的数据包络分析(VRS-DEA)方法<sup>[15]</sup>来测算全要素能源效率。

根据 VRS-DEA 方法,可以得到全要素能源效率(TFEE)的测算公式:

$$TFEE_{i,t} = \frac{TEI_{i,t}}{AEI_{i,t}} = \frac{AEI_{i,t} - EST_{i,t}}{AEI_{i,t}} = 1 - \frac{EST_{i,t}}{AEI_{i,t}} = 1 - \frac{SAEI_{i,t} + RAEI_{i,t}}{AEI_{i,t}} \quad (1)$$

其中,TFEE 为全要素能源效率,TEI 为目标能源投入,AEI 为实际能源投入,EST 为能源节约目标,SAEI 与 RAEI 分别为松弛调节变量和径向调节变量;下标  $i, t$  分别为省份和年度。 $EST = 0$  代表决策单元落在前沿上,此时  $TFEE = 1$ ,意味着没有多余的能源使用存在,全要素能源效率为最佳。越低的 TFEE 意味着越多的能源无效率和越高的应节约能源量,反之亦然。

#### 2. 指标选择

测度全要素能源效率需要选取合理的投入变量和产出变量。本文使用 MaxDEA 软件,选取劳动力、资本和能源消耗 3 个投入指标,以服务业增

加值作为产出指标,基于数据的可得性,测算了 2003—2014 年全国 28 个省份的服务业全要素能源效率。

本文选取各省份的第三产业就业总人数作为劳动力指标,该数据来源于历年《中国统计年鉴》。资本指标则采用当前研究中普遍使用的永续盘存法。公式为:

$$K_t = (1 - \alpha) K_{t-1} + I_t \quad (2)$$

其中  $K_t$  表示第  $t$  年的资本存量; $I_t$  表示第  $t$  年的实际资本投资额; $\alpha$  表示折旧率,设定为 5%。本文使用各省份服务业的全社会固定资产投资额表示。基期资本存量的计算为  $K_{2003} = I_{2003} / (\alpha + \lambda)$ ,  $\lambda$  为服务业增加值年平均增长速度。能源消耗指标采用的是各省份各年度第三产业能源消耗总量;产出指标使用各省份 2003—2014 年的第三产业增加值,并且以 2002 年为基期,计算出服务业增加值的平减指数进行改进。劳动力、资本、能源消耗和服务业增加值的单位分别为万人、亿元、万吨标准煤和亿元。相关数据来源于历年《第三产业统计年鉴》和《中国统计年鉴》。

#### 3. 测度结果分析

表 1 是各地区历年来的服务业全要素能源效率测度结果。通过表 1,可以得出如下结论:

第一,整体上,全国服务业全要素能源效率呈现下降趋势,各个省份之间差距较大。2003—2014 年,全国服务业全要素能源效率下降了 9.09%,平均值为 0.57 ~ 0.83,说明在总体投入上存在着 17% ~ 43% 的节约空间。

第二,从地区层面来看,东部地区与中部地区的能源效率均值要大于西部地区。处于均值以上的东部地区有 8 个,处于均值以下的西部地区有 7 个。但是东部地区效率年均增长率多为负值,呈现下降趋势;只有北京和山东的年均增长率为正值,处于上升趋势。正如图 1 所示,东部地区服务业效率大于中部和西部,这与东部地区服务经济相对发达的事实相一致,但总体上东部地区服务业能源效率呈现下降趋势,说明随着东部地区服务业规模的扩大,需要进行技术创新,更加高效地利用清洁能源。中部地区的变化趋势与东部地区类似,但是 2006—2010 年,中部地区的服务业全要素能源效率呈现小幅上升趋势,说明在这段时间存在后发优势,中部地区利用与东部地区的

表1 各省份服务业全要素能源效率(2003—2014年)

|     | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 均值   | 年均增长率  |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 江苏  | 1.00 | 1.00 | 0.37 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.00%  |
| 广东  | 1.00 | 1.00 | 0.17 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.93 | 0.00%  |
| 天津  | 0.84 | 0.89 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.99 | 0.97 | 0.98 | 0.93 | 0.93 | 0.85 | 0.83 | 0.93 | -0.12% |
| 福建  | 1.00 | 1.00 | 0.64 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.99 | 0.94 | 0.90 | 0.87 | 0.84 | 0.82 | 0.91 | -1.82% |
| 安徽  | 0.91 | 0.99 | 0.79 | 1.00 | 1.00 | 0.95 | 0.92 | 0.96 | 0.71 | 0.70 | 0.65 | 0.64 | 0.85 | -3.14% |
| 重庆  | 1.00 | 0.80 | 0.99 | 0.84 | 0.85 | 0.82 | 0.78 | 0.81 | 0.76 | 0.78 | 0.73 | 0.90 | 0.84 | -0.91% |
| 江西  | 0.63 | 0.64 | 0.80 | 0.78 | 0.91 | 0.94 | 0.89 | 0.94 | 0.83 | 0.95 | 0.86 | 0.85 | 0.83 | 2.74%  |
| 山西  | 0.59 | 0.65 | 0.66 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.71 | 0.74 | 0.74 | 0.85 | 0.83 | 3.47%  |
| 浙江  | 1.00 | 1.00 | 0.37 | 0.97 | 0.92 | 0.85 | 0.80 | 0.76 | 0.74 | 0.76 | 0.77 | 0.75 | 0.81 | -2.54% |
| 上海  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.53 | 0.51 | 0.52 | 0.54 | 0.56 | 0.81 | -5.11% |
| 河北  | 1.00 | 1.00 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.94 | 0.05 | 0.83 | 0.77 | 0.71 | 0.80 | -3.01% |
| 山东  | 0.96 | 0.85 | 0.19 | 0.74 | 0.75 | 0.76 | 0.77 | 0.80 | 0.86 | 0.91 | 0.96 | 0.98 | 0.79 | 0.18%  |
| 湖南  | 0.77 | 0.85 | 0.41 | 0.86 | 0.82 | 0.85 | 0.88 | 0.89 | 1.00 | 0.74 | 0.74 | 0.69 | 0.79 | -1.05% |
| 河南  | 1.00 | 0.75 | 0.39 | 0.87 | 0.90 | 0.88 | 0.83 | 0.74 | 0.70 | 0.69 | 0.68 | 0.73 | 0.76 | -2.77% |
| 甘肃  | 0.47 | 0.62 | 1.00 | 0.86 | 0.86 | 0.89 | 0.91 | 0.87 | 0.65 | 0.64 | 0.61 | 0.72 | 0.76 | 4.00%  |
| 广西  | 0.67 | 0.67 | 0.62 | 0.84 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.79 | 0.73 | 0.72 | 0.69 | 0.71 | 0.74 | 0.64%  |
| 海南  | 0.86 | 0.87 | 1.00 | 0.86 | 0.82 | 0.64 | 0.50 | 0.68 | 0.61 | 0.62 | 0.56 | 0.63 | 0.72 | -2.78% |
| 吉林  | 0.65 | 0.70 | 0.61 | 0.73 | 0.73 | 0.71 | 0.76 | 0.76 | 0.74 | 0.73 | 0.75 | 0.75 | 0.72 | 1.26%  |
| 黑龙江 | 0.67 | 0.71 | 0.54 | 0.83 | 0.84 | 0.93 | 0.95 | 0.96 | 0.61 | 0.57 | 0.44 | 0.54 | 0.72 | -1.98% |
| 辽宁  | 0.81 | 0.89 | 0.37 | 0.86 | 0.80 | 0.80 | 0.78 | 0.73 | 0.67 | 0.63 | 0.58 | 0.57 | 0.71 | -3.12% |
| 云南  | 0.62 | 0.66 | 0.63 | 0.72 | 0.75 | 0.76 | 0.74 | 0.70 | 0.67 | 0.64 | 0.66 | 0.63 | 0.68 | 0.22%  |
| 四川  | 0.74 | 0.72 | 0.38 | 0.71 | 0.69 | 0.70 | 0.66 | 0.64 | 0.59 | 0.60 | 0.59 | 0.61 | 0.64 | -1.72% |
| 湖北  | 0.54 | 0.70 | 0.37 | 0.72 | 0.74 | 0.70 | 0.68 | 0.69 | 0.55 | 0.57 | 0.66 | 0.69 | 0.63 | 2.27%  |
| 北京  | 0.64 | 0.61 | 0.27 | 0.63 | 0.62 | 0.60 | 0.61 | 0.65 | 0.66 | 0.71 | 0.77 | 0.81 | 0.63 | 2.26%  |
| 陕西  | 0.61 | 0.61 | 0.53 | 0.68 | 0.69 | 0.77 | 0.67 | 0.63 | 0.53 | 0.54 | 0.54 | 0.57 | 0.62 | -0.66% |
| 新疆  | 0.50 | 0.48 | 0.67 | 0.61 | 0.61 | 0.65 | 0.61 | 0.68 | 0.57 | 0.59 | 0.54 | 0.64 | 0.60 | 2.25%  |
| 内蒙古 | 0.75 | 0.77 | 0.43 | 0.41 | 0.43 | 0.43 | 0.36 | 0.35 | 0.30 | 0.29 | 0.30 | 0.28 | 0.42 | -8.59% |
| 贵州  | 0.31 | 0.36 | 0.58 | 0.59 | 0.59 | 0.40 | 0.45 | 0.44 | 0.31 | 0.31 | 0.28 | 0.23 | 0.41 | -2.52% |
| 均值  | 0.77 | 0.78 | 0.57 | 0.83 | 0.83 | 0.81 | 0.80 | 0.78 | 0.67 | 0.70 | 0.68 | 0.70 | 0.74 | -0.80% |

注:本表按照2003—2014年全要素能源服务效率的均值降序排列;粗体地区为东部地区,斜体地区为中部地区,其他为西部地区或全国均值。

技术差距以及距离东部近的地理优势,进行技术模仿与创新,加快了技术变迁。西部地区的服务业全要素能源效率基本在0.6上下波动,说明西部地区的服务业能源效率总体低下。

## (二) 服务业全要素能源效率的收敛性分析

研究发现,服务业全要素能源效率在历年及各省份之间存在较大差异。江苏的年平均能源效率高达0.95,而贵州的只有0.41。这种差异会不

会随着时间与经济的发展而缩小甚至收敛?本文接下来对各省份全要素能源效率进行收敛性检验,分析其是否具有收敛性。

根据Sala-i-Martin<sup>[16]</sup>提出的观点,绝对收敛分析原理是贫穷经济体的经济增长速度高于富有的经济体,最终二者达到相同的收敛值。借鉴Sala-i-Martin<sup>[16]</sup>提出的回归方程,可以得到本文的回归方程。

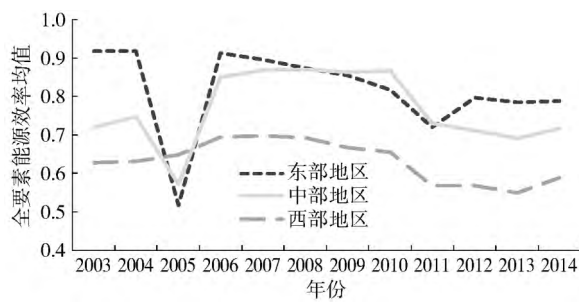


图1 东中西部地区服务业全要素能源效率均值变化趋势

$$\ln(TFEE_t/TFEE_0)/T = \alpha + \beta \ln TFEE_0 + \varepsilon \quad (3)$$

其中,下标0为基期年; $T$ 为时间间隔。如果 $\beta > 0$ ,则不存在收敛;如果 $\beta < 0$ ,则存在收敛。表2为回归结果。

表2 各地区服务业全要素能源效率的绝对收敛分析

| 绝对 $\beta$ 收敛分析 |       | 是否收敛 |
|-----------------|-------|------|
| 系数              | T值    | 是    |
| -0.568 647 7    | -5.12 | 是    |

实证结果表明,全国各地区服务业全要素能源效率的 $\beta$ 收敛系数是负值,并且在1%的水平上显著,即全国各地区的全要素能源效率存在着收敛性,各地区的全要素能源效率会趋向于一个共同的稳态。

从上述测算结果中可以看出,全国服务业全要素能源效率呈现下降趋势,各个省份之间差距较大。我们需要进一步探讨的是,中国服务业全要素能源效率到底受制于哪些因素?

### 三、中国服务业全要素能源效率的影响因素

#### (一) 假设的提出

基于已有的对于服务业全要素能源效率的影响因素研究来看,庞瑞芝、王亮<sup>[4]</sup>认为,省际的能源消费结构、劳动力素质、工业化率、城市化率等因素对省际环境全要素效率有显著影响。白雪洁、孟辉<sup>[3]</sup>认为,技术进步、资本投入能源效应以及能源结构效应是促进服务业能源效率提升的主要因素。王维国、范丹<sup>[6]</sup>发现,对外开放度、政府支持力度和产权所有制结构对全要素能源效率有显著影响。王兵等<sup>[7]</sup>则发现,人均GDP、外商直接投资、要素禀赋结构、产业结构等因素对全要素能源效率有显著影响。

根据已有文献,服务业能源效率的影响因素可以从几个方面进行考虑:(1)经济因素,即服务业自身发展水平;(2)结构因素,包括能源结构和服务业结构;(3)制度因素,包括服务业市场化程度(可以用国有化程度这个反向指标来表示。国有化程度越高,市场化程度越低)和开放程度。

长期以来,中国经济增长受政府主导的影响较大。庞瑞芝、王亮<sup>[4]</sup>通过实证分析发现,政府干预程度与服务业环境全要素效率呈负相关。从全要素能源效率角度看,当政府对于服务业干预程度太高时,容易阻碍服务业全要素能源效率的提高。从竞争角度看,政府配置资源的比重越大,市场化程度大大削弱,越容易造成重复建设,产业内部结构趋于一致,人员交流自由度减少,竞争不足,服务企业难以形成压力以促使效率提高。而高自由度的市场能够有效缓解服务业在时间和空间上的供需不平衡问题,促进企业竞争,淘汰低效率的服务企业,提高能源使用效率。从创新角度来看,国有化程度越高,形成部门垄断,民间与外来资本难以进入,越不利于创新的发展;若是市场化程度高,服务业中间的产权和责任明晰,生产与服务行为被细化和异质化,可以生产出多元化的产品,同时可以也对工作人员形成有效激励,激发工作热情,有利于创新的发展。从监管角度来看,政府干预程度越高,越容易滋生腐败寻租,减少对环境能源浪费现象的监督力度。由此,我们提出如下假设。

假设1:国有化程度越低,服务业全要素能源效率越高。

对外开放并全面融入全球化,一直是中国经济增长的动力之一。从制造业的开放,到服务业的开放,中国逐渐摸索出了一条自己的独特开放之路。王维国、范丹<sup>[6]</sup>认为,进出口贸易额的提高产生了技术溢出,所以对外开放程度的提高有利于服务业能源效率的提升。从服务业的需求来看,经济开放程度越高,这个区域或者行业的经济活跃度就越高,经济全球化带来的国际分工使得一国服务业可以无须在很多供给方面自给自足,便可以通过国际交流合作满足对产品与服务的需求。从供给角度来看,开放程度越高,越有利于服务业的一些比较优势行业发挥自己的禀赋、技术等优势,促进要素和资源间的合理配置,提高能源

使用效率。由此,我们提出如下假设。

假设2:对外开放程度越高,服务业全要素能源效率越高。

服务业自身发展水平的高低也会影响服务业全要素能源效率。王兵等<sup>[7]</sup>认为,经济越发达的地区,居民会更偏好于使用效率高与较为清洁的能源;经济相对落后、服务业发展相对滞后的区域,则偏向于采用粗放式增长方式,从而容易造成大量能源浪费与环境污染,所以全要素能源效率会偏低。而服务业越发达的地方,经济越发达,区域经济发展对于能源的依赖程度会减弱,政府的环保意识与防治力度会增强,居民生活水平与质量也更高,政府和企业偏向于使用更加环保与节能的设备与能源。所以服务业发展水平越高的地方,能源效率应该也越高。由此提出如下假设。

假设3:服务业发展程度越高,服务业全要素能源效率越高。

除了服务业发展总体水平之外,服务业的结构也会对其全要素能源效率产生影响。白雪洁、孟辉<sup>[3]</sup>认为,服务业本身也存在着对于能源较为依赖的行业,比如交通运输业、仓储和邮政业、住宿和餐饮业等行业,这些行业在服务业内部所占比重过大也会导致服务业流于低端化层面。因此本文使用服务业中消耗能源较多的交通运输业、仓储和邮政业、住宿和餐饮业占全部服务业的比重来表示服务业能源结构。根据《中国能源统计年鉴2014》,2013年中国服务业能源消耗量为65 179.77万吨标准煤,而其中交通运输业、仓储和邮政业、住宿和餐饮业这3类子服务行业能源消耗为30 360.75万吨标准煤,占服务业能源消耗总量的比重高达69.68%。一般而言,高附加值、低能耗服务业占比较高,有助于提升整体服务业能源效率。此外,能源消费结构也会对服务业能源效率产生影响,能源消费结构中煤炭的比例越大,能源效率越低。庞瑞芝、王亮<sup>[4]</sup>实证得出能源消费结构与服务业环境全要素效率呈负相关。从全要素能源效率角度看,煤炭在燃烧时排放的废气会造成环境污染,相对于煤炭的消耗,煤炭对于经济产出的贡献远远小于天然气等清洁能源。所以,服务业能源消耗中煤炭消耗比例越大,全要素能源效率就越低。由此提出如下假设。

假设4:服务业结构和能源结构的优化能提升服务业全要素能源效率。

## (二) 实证分析

### 1. 变量选取和模型构建

根据前面的理论分析,构建如下计量模型:

$$TFEE_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 pub_{it} + \beta_2 open_{it} + \beta_3 val_{it} + \beta_4 str_{it} + \beta_5 coal_{it} + \beta_6 X + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

被解释变量是服务业全要素能源效率。主要解释变量包括:政府干预经济的程度,用服务业的国有化程度(*pub*)来衡量,用各省份服务业从业人员中国有人员占总人数的比值表示,比值越高表明国有化程度越高,市场化程度越低;开放程度(*open*),用各省份进出口总额占该省生产总值的比例来表示;服务业发展水平(*val*),用各省份服务业历年增加值占该省份当年生产总值的比值来表示;服务业内部结构(*str*),用交通运输业、仓储和邮政业、住宿和餐饮业的增加值占全部服务业增加值的比例来表示;能源结构(*coal*),利用各省份第三产业的煤炭消费占第三产业总能源消费的比例表示。

控制变量*X*主要有劳动力、资本、信息化。其中,劳动力变量包括劳动力投入(*sal*)和劳动力素质(*kno*),分别用各省份服务业职工平均工资和各省份高等学校在校人数占中国所有高校在校人数的比值表示;资本变量包括资本密集度(*ci*)和外资投入(*fdi*),分别用各省份服务业的资本存量与其服务业从业人员人数的比值和各省份服务业外商直接投资占服务业增加值的比例表示;信息化程度(*it*),用各省份电信业务总量占全国电信业务均值的比例表示。

数据来源于历年《中国统计年鉴》《第三产业统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国能源统计年鉴》、各省份统计年鉴以及国家统计局网站。基于数据的可得性,样本为剔除西藏、青海和宁夏及港澳台地区之后的中国28个省份,时间跨度为2003—2014年。

### 2. 实证结果

经过Hausman检验,*p*值不显著,接受随机效应回归。因为所选变量存在着随时间变化的趋势,所以加入了11个时间效应变量。同时本文加入了受限因变量的Tobit回归以及广义二乘法回归(GLS)来消除异方差,回归结果见表3。

表 3 面板数据实证回归结果

| 变量          | RE                   | Tobit                | GLS                   |
|-------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>pub</i>  | -0.493**<br>(-2.26)  | -0.354<br>(-1.46)    | -0.582***<br>(-4.52)  |
| <i>open</i> | 0.000 2<br>(0.00)    | 0.050<br>(0.43)      | -0.060 1*<br>(-1.92)  |
| <i>val</i>  | 0.014***<br>(5.22)   | 0.014***<br>(5.55)   | 0.011***<br>(9.31)    |
| <i>str</i>  | -0.308<br>(-1.18)    | -0.357<br>(-1.34)    | -0.127<br>(-1.05)     |
| <i>coal</i> | -0.262***<br>(-3.44) | -0.226***<br>(-2.75) | -0.399***<br>(-12.30) |
| <i>sal</i>  | -0.017<br>(-1.24)    | -0.0157<br>(-1.13)   | -0.034***<br>(-5.68)  |
| <i>kno</i>  | 1.672**<br>(2.05)    | 1.818**<br>(2.15)    | 0.580<br>(1.17)       |
| <i>ci</i>   | 0.000 4**<br>(2.49)  | 0.000 6***<br>(2.73) | 0.000 2*<br>(1.82)    |
| <i>fdi</i>  | 0.035<br>(0.27)      | -0.074<br>(-0.43)    | 0.248***<br>(7.32)    |
| <i>it</i>   | 0.198<br>(0.27)      | 0.305<br>(0.37)      | 0.344<br>(0.36)       |

注: 括号里为 T 值; \*\*、\*和<sup>\*</sup> 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平下显著。

从表 3 可以看出, 国有化程度对于服务业全要素能源效率具有显著负影响。有效合理的政府管理体制有助于资源的有效配置, 减少办事冗余环节, 提高能源利用效率。但是当政府对于服务业干预过多时, 市场化程度大大削弱, 容易造成重复建设过多, 产业内部结构趋于一致, 人员交流自由度减少, 竞争不足, 不利于创新发展, 也不利于地区间形成规模经济, 从而阻碍了能源效率的提升。同时, 政府干预程度越高, 也更易滋生腐败寻租, 减少对环境污染和能源浪费现象的监督力度。若市场化程度提高, 服务业中间的产权和责任明晰, 生产与服务行为被细化和异质化, 生产出多元化的产品, 也有利于创新的发展, 促进良性竞争, 提高能源使用效率。由此验证了假设 1。

一个省份的开放程度对全要素能源效率的影响十分微弱, 在 GLS 回归中呈现出微弱的负影响, 假设 2 没有得到验证。一般而言, 经济开放程度越高, 区域或者行业的经济活跃度就越高, 经济全球化带来的国际分工使得一国服务业可以无须在很多供给方面自给自足, 从而减少能源消耗。同时, 开放程度越高, 服务业的一些比较优势行业也更有利于发挥自己的禀赋、技术等优势, 促进要素和资源间的合理配置, 从而促进能源效率的提高。但是开放程度的影响不显著的原因可能在于, 开放的影响是双向的, 我们在输入要素的同时也在输出要素, 产生了效应的正负抵消。另一种可能的原因是, 全要素能源效率与开放程度并不是线性效应, 在下一部分我们将进一步分析二者之间是否存在非线性关系。

服务业发展对能源效率的影响为显著正, 假设 3 得到验证。服务业越发达的地方, 政府和企业越偏向于使用更加环保与节能的设备与能源。

服务业内部结构对服务业全要素能源效率的影响不显著。可能的原因是低能耗、低污染的金融业、房地产业存在着泡沫, 在很大程度上偏离了实体经济, 效率低下, 所以改善服务业结构并不能提高能源效率。能源结构对服务业全要素能源效率的影响显著为负, 能源结构中煤炭的比例越大, 服务业全要素能源效率越低。这部分验证了假设 4。

此外, 从控制变量来看, 劳动力报酬对全要素能源效率在随机效应和 Tobit 回归中都不显著, 而在 GLS 回归中呈现出负向影响。我们选取劳动力报酬作为劳动力的投入, 劳动力报酬越高, 越容易激励他们努力工作。不过工资增加也使得公司成本增加, 从而可能减少在技术创新等方面的投入, 阻碍能源效率的提高。劳动力素质在随机效应和 Tobit 回归中都呈现出正向影响, 而在 GLS 回归中不显著。原因可能是劳动力素质存在异质性, 不应该从平均的角度来看。资本密集度对服务业全要素能源效率影响显著为正, 研发资本因素一直是促进中国服务业增长的源泉。fdi 对于对服务业全要素能源效率影响不显著, 其正负两种效应应该是形成了抵消。信息化程度对服务业全要素能源效率的影响不显著。

#### 四、进一步的检验

##### (一) 开放程度的非线性关系考察

因为假设2没有得到验证,我们做出了能源效率和开放程度并非是线性关系的猜想。当对外开放由闭塞紧锁逐步趋于开放时,区域服务业的经济活跃度增加,经济全球化带来的国际分工使得单个经济体的服务业无须在很多供给方面自给自足,而可以通过国际交流合作满足对产品与服务的需求。同时该经济体服务业的一些比较优势行业更有利于发挥自己的禀赋、技术等优势,促进资源间的合理配置,提高能源使用效率。但是当开放扩大到一定程度,即最优值的时候,会带来一些阻碍能源效率提高的因素。一方面,对外开放程度过高,可能会吸收到创新能力不足、效率低下、能源消耗较重的服务行业,即“糟粕”行业,从而导致不仅没能利用到国外先进经验、知识与技术外溢,还抑制了自身能源效率的提高;另一方面,面对来自国际的激烈竞争,国外服务企业进入中国壁垒较小的行业,反而限制与危及了中国服务企业的发展,使得国内服务企业压力过重,阻碍了其能源效率的提高。所以很可能存在着一个最佳的对外开放度,使服务业全要素能源效率与开放程度呈现倒U型的关系。

利用Stata软件可以得到服务业全要素能源效率与开放程度的散点图和拟合曲线(图2)。

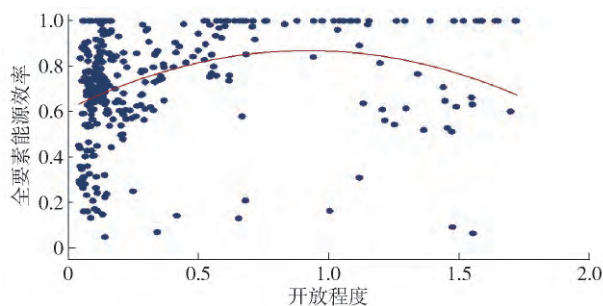


图2 服务业全要素能源效率与开放程度的散点图和拟合曲线

图2中,除去一些特殊的点,数据总体上保持着倒U型的关系,因此我们可以认为服务业全要素能源效率与开放程度呈倒U型关系,在各种控制变量一定的情况下,存在着最优开放程度。同时,如果开放程度平方项的系数为负,一次项系数为正,则说明最优开放程度为正,符合事实。

##### (二) 引入开放程度平方项的实证分析

引入开放程度平方项( $opensq$ )后,再次进行面板回归,并舍弃了之前不显著的变量 $fdi$ 、 $str$ 和 $it$ ,其实证结果见表4。

表4 引入开放程度平方项的回归结果

| 变量       | RE                              | Tobit                            | GLS                               |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| $open$   | 0.321 <sup>***</sup><br>(2.70)  | 0.307 <sup>**</sup><br>(2.53)    | 0.393 <sup>***</sup><br>(5.26)    |
| $opensq$ | -0.169 <sup>**</sup><br>(-2.47) | -0.164 <sup>**</sup><br>(-2.38)  | -0.189 <sup>***</sup><br>(-4.6)   |
| $pub$    | -0.404 <sup>*</sup><br>(-1.93)  | -0.367 <sup>*</sup><br>(-1.7)    | -0.447 <sup>***</sup><br>(-3.87)  |
| $val$    | 0.014 <sup>**</sup><br>(5.47)   | 0.014 <sup>**</sup><br>(5.69)    | 0.013 <sup>**</sup><br>(7.19)     |
| $coal$   | -0.267 <sup>**</sup><br>(-3.68) | -0.255 <sup>***</sup><br>(-3.41) | -0.356 <sup>***</sup><br>(-12.52) |
| $sal$    | -0.026 <sup>*</sup><br>(-1.95)  | -0.024 <sup>*</sup><br>(-1.77)   | -0.050 <sup>**</sup><br>(-7.16)   |
| $kno$    | 1.443 <sup>**</sup><br>(1.96)   | 1.495 <sup>**</sup><br>(2.01)    | 0.726 <sup>*</sup><br>(1.77)      |
| $ci$     | 0.0003 <sup>**</sup><br>(2.12)  | 0.0004 <sup>**</sup><br>(2.17)   | 0.0001<br>(1.36)                  |

注:括号里为T值;\*\*\*、\*\*和\*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著。

如表4所示,开放程度平方项与服务业全要素能源效率呈现出显著负影响,一次项与全要素能源效率呈现出显著正影响,说明开放程度与全要素能源效率呈现倒U型关系。同时发现国有化程度( $pub$ )、服务业发展水平( $val$ )、资本密集度( $ci$ )、能源结构( $coal$ )与之前的结论一致。劳动力素质( $kno$ )显著为正,说明一个区域的服务业的知识要素需要人力资本作为载体,高素质员工密集度越大的服务业发展越好,人才的集聚会促进知识火花的碰撞,加快技术创新与能源使用效率的改进,从而提高全要素能源效率。而劳动力投入( $sal$ )对全要素能源效率在三个回归中都呈现出显著负向影响。一般而言,职工的劳动报酬(劳动力投入)越高,越容易激励他们努力工作,提高工作效率,但工资增加的同时也使得公司成本增加,从而可能减少在技术创新等方面的投入,阻碍能源效率的提高。



(三) 引入开放程度平方项的分地区实证分析  
引入开放程度平方项的分地区实证检验结果见表5。

表5 引入开放程度平方项的分地区回归结果

|               | 东部地区                              | 中部地区                             | 西部地区                              |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>open</i>   | 0.059 <sup>***</sup><br>(8.93)    | -3.601 <sup>***</sup><br>(-3.14) | 0.144<br>(1.05)                   |
| <i>opensq</i> | -0.050 <sup>***</sup><br>(-26.15) | 14.621 <sup>***</sup><br>(3.23)  | -0.230 <sup>*</sup><br>(-1.66)    |
| <i>pub</i>    | -1.366 <sup>***</sup><br>(-26.13) | -0.288 <sup>**</sup><br>(-2.04)  | -0.349 <sup>***</sup><br>(-3.23)  |
| <i>val</i>    | 0.006 <sup>***</sup><br>(13.52)   | -0.046<br>(-0.16)                | 0.837 <sup>***</sup><br>(3.09)    |
| <i>coal</i>   | -0.412 <sup>***</sup><br>(-29.56) | -0.326 <sup>***</sup><br>(-5.33) | -0.595 <sup>***</sup><br>(-13.81) |
| <i>sal</i>    | 0.009 <sup>***</sup><br>(5.40)    | 0.041 <sup>*</sup><br>(1.90)     | -0.082 <sup>***</sup><br>(-3.02)  |
| <i>kno</i>    | 1.599 <sup>***</sup><br>(55.30)   | -5.593 <sup>***</sup><br>(-8.57) | -1.010 <sup>**</sup><br>(-2.30)   |
| <i>ci</i>     | 0.0002 <sup>***</sup><br>(4.72)   | -0.011 <sup>***</sup><br>(-3.21) | 0.006 <sup>***</sup><br>(3.20)    |

注: 括号里为 T 值; \*\*、\* 和 \* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平下显著。

从表4和表5可以看出,东部地区和西部地区的回归结果和全国整体类似,说明总体来说该结论是较为稳健的。中部地区的开放程度平方项与全要素能源效率呈现显著正效应,中部地区的服务业发展水平与服务业全要素能源效率之间关系不显著,可能原因是中部地区工业重型化明显,服务业规模偏小,对服务业全要素能源效率的提升作用不显著。

### 五、结论与政策建议

本文测算了中国服务业全要素能源效率并分析了其影响因素,得到如下主要结论:

第一,从整体上看,中国的服务业全要素能源效率呈现下降趋势。2003—2014年,服务业全要素能源效率下降了8.42%,平均值为0.57~0.83,说明在总体投入上存在着17%~43%的节约空间,服务业的能源效率问题需要引起重视。

从区域角度来看,东部地区效率高于中部地区,中部地区效率又高于西部地区。总体上东部地区呈现下降趋势,中部地区的变化模式与东部地区类似,可能是因为中部地区距离东部地区较近,发展模式类似。但是在2006—2010年,中部地区的服务业全要素能源效率呈现上升趋势,说明中部地区存在着后发优势。西部地区的服务业全要素能源效率基本在0.6上下波动,说明西部地区落后的服务业发展影响了整体能源效率的提升。通过收敛性分析发现,全国各地区的服务业全要素能源效率存在着收敛性,说明全国地区的全要素能源效率会趋向于一个共同的稳态。

第二,中国服务业全要素能源效率受国有化程度、开放程度、服务业发展水平、能源结构等因素的影响。政府对服务业的干预程度越低,服务业全要素能源效率越高;服务业全要素能源效率与开放程度呈倒U型关系;服务业发展水平显著正向影响其全要素能源效率;服务业能源消费结构中,煤炭使用比例较高也会显著负向影响其全要素能源效率。

近年来,中国的服务业快速发展,已经超过工业成为中国国民经济第一产业。中国经济从工业主导转变为服务业主导,节能减排问题亦需要加大对服务业能源效率的关注。基于本文的研究结论,提高服务业能源效率,要从如下三个方面进行改革:第一,政府减少对服务业的干预,在有效监管的前提下,降低服务业准入门槛,允许民营资本投资,提高服务业市场化程度。第二,开放程度的提高需要视地区而定,东部地区重点需要提高开放质量,而不是一味地进行低水平的招商引资;中西部地区则需要进一步加大开放力度,更好地融入全球价值链。第三,进一步提高服务业内部生产性服务业的比重,同时优化能源消费结构,提高清洁能源的使用比例。

### 参考文献:

- [1] 徐盈之,张全振. 能源消耗与产业结构调整:基于投入产出模型的研究[J]. 南京师大学报(社会科学版),2012(1): 66-71.
- [2] 张意翔,刘捷,成金华. 中国能源效率变化趋势及调整政策——基于产业结构重型化视角的实证分析[J]. 管理学报,2009(6): 818-822.
- [3] 白雪洁,孟辉. 服务业真的比制造业更绿色环保

保? ——基于能源效率的测度与分解[J]. 产业经济研究, 2017(3): 1-14.

[4] 庞瑞芝, 王亮. 服务业发展是绿色的吗? ——基于服务业环境全要素效率分析[J]. 产业经济研究, 2016(4): 18-28.

[5] HU J L, WANG S C. Total-factor energy efficiency of regions in China [J]. Energy Policy, 2006, 34(17): 3206-3217.

[6] 王维国, 范丹. 中国区域全要素能源效率收敛性及影响因素分析——基于 Malmquist-Luenberger 指数法[J]. 资源科学, 2012(10): 1816-1824.

[7] 王兵, 张技辉, 张华. 环境约束下中国省际全要素能源效率实证研究[J]. 经济评论, 2011(4): 31-43.

[8] 陈关聚. 中国制造业全要素能源效率及影响因素研究——基于面板数据的随机前沿分析[J]. 中国软科学, 2014(1): 180-192.

[9] 王霄, 屈小娥. 中国制造业全要素能源效率研究——基于制造业28个行业的实证分析[J]. 当代经济科学, 2010(2): 20-25.

[10] 李旭超, 张爱丽, 吴春雅, 等. 中国工业部门全要素能源效率状况分析——基于2005—2009年省际面

板数据的实证研究[J]. 江西农业大学学报(社会科学版), 2011(4): 101-108.

[11] 李梦蕴, 谢建国, 张二震. 中国区域能源效率差异的收敛性分析——基于中国省区面板数据研究[J]. 经济科学, 2014(1): 23-38.

[12] 王恕立, 汪思齐, 滕泽伟. 环境约束下的中国服务业全要素生产率增长[J]. 财经研究, 2016(5): 123-134.

[13] 宋雪, 匡贤明. 服务业发展是否有利于改善资源环境——基于能源效率视角[J]. 经济体制改革, 2018(3): 179-186.

[14] FANG C Y, HU J L, LOU T K. Environment-adjusted total-factor energy efficiency of Taiwan's service sectors [J]. Energy Policy, 2013, 63(12): 1160-1168.

[15] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis [J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.

[16] SALA-I-MARTIN X X. The classical approach to convergence analysis [J]. The Economic Journal, 1996, 106(437): 1019-1036.

## Total-Factor Energy Efficiency of Service Industry in China: Measurement and Influencing Factors

JIANG Jing & MA Ying

(School of Economics, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China)

**Abstract:** Along with the proportion of service industry increasing in China's national economy, it becomes more important to study and enhance the total factor energy efficiency of China's service industry for energy conservation and emission reduction. Based on the panel data of China's 28 provinces during the years from 2003 to 2014, this paper calculates the total-factor energy efficiency in China's service industry by using the DEA method. It shows a generally declining trend and there exist regional differences in the eastern, central and western regions. In addition, there is absolute convergence in total-factor energy efficiency of service industry. Further research shows that there is an inverted U-shaped relationship between total-factor energy efficiency and opening-up degree. The total-factor energy efficiency is negatively correlated to the degree of nationalization of service industry. The development of service industry and the optimization of energy consumption structure have significantly positive correlation to the increase of total-factor energy efficiency. To improve the total-factor energy efficiency of the service industry, it is necessary to reduce government intervention to strengthen the degree of marketization; selectively increase opening up, and at the same time speed up the development of producer services and optimize the energy consumption structure.

**Key Words:** service industry; total-factor energy efficiency; DEA method; nationalization; opening up; energy consumption structure

(本文责编 邓艳)