

长三角地区全要素能源效率变动的实证分析

孙久文^{1,2} 肖春梅²

(1. 中国人民大学经济学院 北京 100872; 2. 新疆财经大学经济学院 新疆 乌鲁木齐 830012)

摘要 基于 DEA - Malmquist 生产率指数,采用 1992 - 2010 年长三角地区能源消费与经济增长数据,实证测算了长三角地区全要素能源效率,并且进行全要素能源效率变动的分解,发现能源效率的变化趋势。实证结果显示:从时间维度看,1992 - 2010 年长三角地区全要素生产率水平是上升的。从 TFP 指数的进一步分解可以看出,技术进步指数上升,技术效率没有变化。因此,长三角地区全要素能源效率主要依赖于技术进步驱动,并且表现为阶段性波动,这与国家加大节能减排力度、区域产业结构调整、经济发展方式转变有关。从区域看,上海全要素能源效率指数最高,浙江次之;江苏全要素能源效率表现为负增长。基于以上分析提出一些对策和建议,包括加快能源技术进步;加快产业结构升级和转型,提高第三产业比重、加快产业转移和加大清洁能源和新能源的使用;加快体制创新,充分发挥市场机制的作用。

关键词 能源消耗;经济增长;能源效率;DEA - Malmquist

中图分类号 F062.1 文献标识码 A 文章编号 1002 - 2104(2012)12 - 0067 - 06 doi: 10.3969/j.issn.1002 - 2104.2012.12.011

长三角地区是我国经济发展的带动地区之一,最近 10 年来经济规模一直占全国的 20% 左右。2011 年上海、江苏、浙江三省市的地区生产总值达到 99 800 亿元,占全国 47 万亿的 21%。相应地其能源消费也占全国的相当大的比重。近年来,我国面临的能源压力逐渐加大,提高能源利用效率是缓解我国能源压力的重要途径,也是加快经济发展方式转变的重要体现。本文利用 1991 - 2010 年的 20 年数据,对长三角地区的能源利用效率进行分析,并提出加快发展转型的政策建议,对提高长三角地区能源利用效率和经济发展质量具有一定的现实意义。

1 长三角地区经济增长和能源消耗的现状分析

1.1 长三角地区经济增速高于能源消耗增速

在推进社会主义市场经济的进程中,能源一直是长三角地区经济增长、社会发展的重要物质基础。能源工业的发展,不仅为生活、生产提供了重要的动力源,同时也提供了重要的工业原料,在促进技术进步,提高经济效益和推动整个区域经济发展等诸多方面起着重要的作用。长三角地区 GDP 和能源消耗年平均增长率见表 1。

表 1 长三角地区 GDP 和能源消耗年平均增长率
Tab. 1 AAGR OF GDP and Energy Consumption in Yangtze River Delta

指标 Indicator	1991 - 1995	1996 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2010
GDP(%)	16.71	11.19	12.73	12.99
能源消耗量(EC)(%)	8.72	3.54	12.5	7.65
GDP 年均增长率与 EC 年均增长率之比	1.91	3.16	1.02	1.70

注: EC 指能源消费总量。长三角地区能源消费总量为上海、江苏、浙江三省市的能源消费总量之和。

数据来源:根据相关年度的《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《上海统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《浙江统计年鉴》计算。

1991 - 2010 年,长三角地区经济持续快速发展,实际 GDP(按 1990 年不变价计算)由 1990 年的 3 102.85 亿元增加到 2010 年的 38 277.56 亿元,年平均增长速度为 13.39%。在“八五”计划至“十一五”规划期间,长三角地区经济呈现较明显的波动。1991 - 1995 年长三角地区生产总值增速最快,达 16.71%;受亚洲金融危机的影响,1996 - 2000 年增速呈明显的回落,为 11.19%;2001 - 2005 年增速有所回升,达 12.73%;2006 - 2010 年虽然受到国

收稿日期:2012 - 08 - 03

作者简介:孙久文,教授,博导,新疆财经大学经济学院特聘教授,主要研究方向为区域经济。

通讯作者:肖春梅,副教授,主要研究方向为区域经济。

际金融危机影响,但是由于受国家宏观调控政策和产业结构调整加快的影响,长三角地区经济增速稳中有升,达12.99%。相应地,能源消耗总量也稳步增长,由1990年的11433万吨标准煤增加到2010年的53840万吨标准煤,年均增长8.06%。在“八五”计划至“十一五”规划期间,能源消费增长呈较大的波动。1996-2000年能源消费增长速度最慢,为3.54%;2001-2005年最高,达12.5%;“十一五”期间由于国家将能耗指标列为约束性指标并加大了节能减排力度,能源消费增长明显回落,为7.65%。总体上看,长三角地区能源消费与GDP基本是同向增长的,能源消费增长慢于GDP增长。能源消耗是经济持续

稳定增长的重要推动力,为经济发展提供了重要的物质保障。

1.2 长三角两省一市能源消耗强度均明显下降

从能源消费总量来看,虽然长三角地区自有能源匮乏,但是能源消耗量却非常可观,且逐年增加。其中自有资源相对丰富的江苏能源消耗总量最大,远高于浙江和上海。2010年,江苏能源消费总量为25774万吨标准煤,是上海的2.3倍、浙江的1.53倍;长三角地区能源消费总量为53840万吨标准煤,占全国能源消费总量的17.48%,所占比重基本呈逐年上升的趋势,2010年比1990年提高5.9个百分点(见表2)。

表2 长三角地区与全国能源消费总量表(10⁴ tce)
Tab. 2 Energy consumption in Yangtze River Delta and China (10⁴ tce)

地区 Region	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
上海	3 191	4 466	5 492	8 312	8 967	9 768	10 567	10 367	11 201
江苏	5 509	8 047	8 612	16 895	18 742	20 604	21 776	23 709	25 774
浙江	2 733	4 851	6 560	12 032	13 222	14 533	15 117	15 567	16 865
长三角	11 433	17 364	20 665	37 239	40 931	44 905	47 459	49 643	53 840
全国	98 703	131 176	138 553	224 682	246 270	265 583	285 000	292 028	307 987
长三角地区占全国比重(%)	11.58	13.24	14.91	16.57	16.62	16.91	16.65	17.00	17.48

资料来源:根据相关年度的《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《上海统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《浙江统计年鉴》计算。

从能源消费的年均增速看,1991-2010年期间,年平均增速最高是浙江为9.53%,高出江苏1.51个百分点、上海3.05个百分点。在“八五”计划至“十一五”规划期间,两省一市能源消费增速呈现先降后升再降的趋势,增速最高的时期是“十五”时期,“十一五”时期受国家节能减排和产业结构调整影响能源消费增速明显下降,其中降幅最大的是江苏省,下降5.62个百分点(见表3)。

表3 长三角地区能源消费总量年平均增速(%)
Tab. 3 AAGR of energy consumption in Yangtze River Delta

年份 Year	江苏 Jiangsu	浙江 Zhejiang	上海 Shanghai
1991-2010	8.02	9.53	6.48
1991-1995	7.87	12.16	6.95
1996-2000	1.37	6.22	4.22
2001-2005	14.43	12.90	8.64
2006-2010	8.81	6.99	6.15

资料来源:根据相关年度的《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《上海统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《浙江统计年鉴》计算。

从地区能源消耗强度^①看,1991年以来长三角地区两省一市的能源消耗强度总体呈稳定下降趋势(见图1)。2010年,两省一市中能源消耗强度最低的浙江为1.33 t标准煤/万元,比1990年下降55.9%;其次是江苏能源消耗强度为1.42吨标准煤/万元,下降63.5%;最高的是上海为1.5吨标准煤/万元,下降63.2%。

2 方法、变量与数据来源

下面我们采用模型分析方法,采用1992-2010年面板数据,运用DEA-Malmquist生产率指数测算长三角地区全要素能源效率,目的是进行能源效率变动分解,以发现能源效率的变化趋势。我们将利用这些研究的结论,探讨长三角地区降低能耗的具体路径。

2.1 研究方法

本文从Malmquist生产率指数测度长三角地区全要素能源效率。Farrel^[1]、Caves^[2]等人首次将其作为效率指数用于生产分析。Bauer^[3]、Fare^[4]等人对DEA方法进行了改进,建立了用来考察两个时期生产率变化的Malmquist指数:

① 地区能源消耗强度 = 地区能源消费总量 / 地区的实际国内生产总值(按1990年不变价计算)。

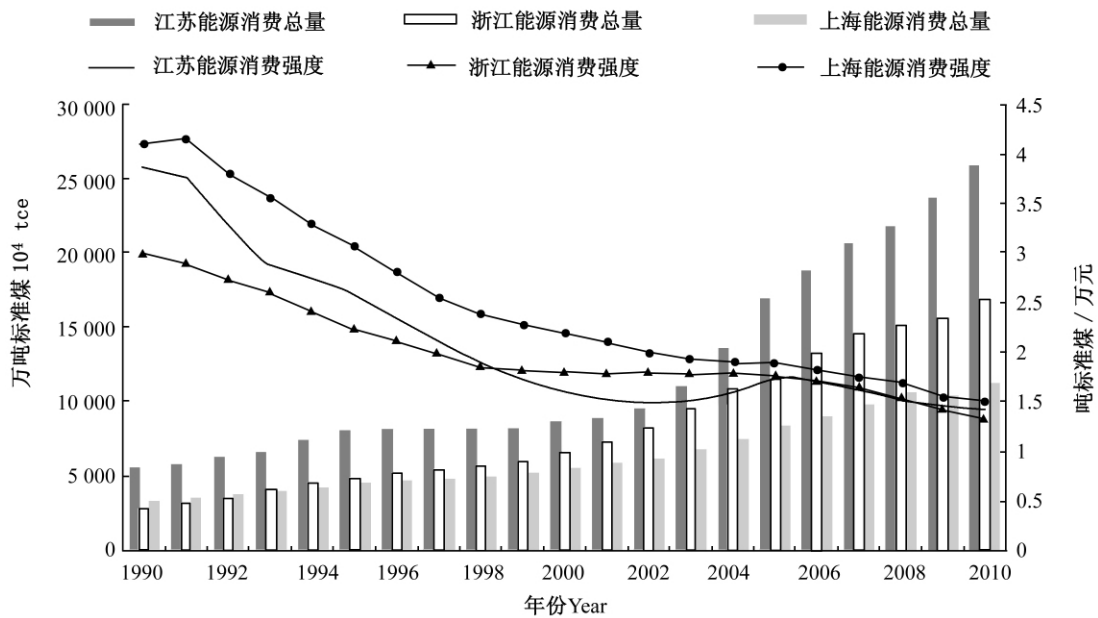


图 1 长三角地区能源消费总量和能源消耗强度情况

Fig. 1 Energy consumption and energy consumption per unit of GDP in Yangtze River Delta

资料来源: 根据相关年度的《中国能源统计年鉴》、《上海统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《浙江统计年鉴》计算。

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

其中 (x_t, y_t) 表示第 t 期的投入产出量, (x_{t+1}, y_{t+1}) 表示第 $t+1$ 期的投入产出量, D_0^t 和 D_0^{t+1} 分别表示以 t 时期的技术和 $t+1$ 时期的技术为参照的距离函数。以 t 时期的技术为参照, 基于产出角度的 Malmquist 指数可以表示为:

$$M_0^t(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \quad (2)$$

以 $t+1$ 时期的技术为参照, 基于产出角度的 Malmquist 指数可以表示为:

$$M_0^{t+1}(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \quad (3)$$

为避免时期选择的随意性可能导致的差异, 仿照 Fisher 理想指数的构造方法, Caves 用 (2) 式和 (3) 式的几何平均值即 (1) 式, 作为衡量从 t 时期到 $t+1$ 时期生产率变化的 Malmquist 指数。该指数大于 1 时, 表明从 t 时期到 $t+1$ 时期全要素生产率是增长的。根据上述处理得到的 Malmquist 指数具有良好的性质, 它可以分解为不变规模报酬假定下技术效率变化指数 (EHCH) 和技术进步指数 (TECH), 分解过程如下:

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \times \left[\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} = EHCH \times TECH$$

Fare 等人将上面方程中的技术效率变化指数 (EHCH) 分解为纯技术效率变化 (PECH) 和规模效率变化 (SECH):

$$EHCH = \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} = \frac{S_0^t(x_t, y_t)}{S_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}/VRS)}{D_0^t(x_t, y_t/VRS)} = SECH \times PECH$$

最后得到 Malmquist 指数分解为:

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{S_0^t(x_t, y_t)}{S_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}/VRS)}{D_0^t(x_t, y_t/VRS)} \times \left[\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} = SECH \times PECH \times TECH = TFP$$

因此, 全要素能源效率的变化即可以分解为技术效率变化 (纯技术效率变化、规模效率变化) 及技术进步。技术效率变化是规模报酬不变且要素自由处置条件下的相对技术效率变化指数, 它测度了从时期 t 到 $t+1$ 时期每一个决策单元对生产可能性边界的追赶程度, 这个指标值可能大于、小于 1 和等于 1, 分别表示技术效率提高、技术效率降低和技术效率无变化。技术进步是技术进步指数, 它测度了技术边界从 t 到 $t+1$ 期的移动, 该指数大于 1 表示技术进步, 等于 1 表示技术无变化, 小于 1 表示技术退步。

2.2 变量选择与数据来源

本文测度全要素能源效率时, 选取了 1992 - 2010 年

长三角地区两省一市(上海、江苏、浙江)的投入与产出要素,分析能源效率变动的技术进步和技术效率情况。

在投入和产出变量的确定上,选取了3个投入指标:长三角地区(两省一市)资本存量、劳动力、能源消耗总量。第一,K为资本存量,采用“永续盘存法”估算,计算方法为: $K_{i,t} = I_{i,t} + (1 - \sigma_i) K_{i,t-1}$ 。其中 $K_{i,t}$ 是*i*省(市)第*t*年的资本存量, $I_{i,t}$ 为*i*省(市)第*t*年的投资, σ_i 为*i*省(市)的固定资产折旧率。我们将采用张军^[5]、单豪杰^[6]的研究方法,将基年换算为1992年为100,并用各省(市)的固定资产价格指数进行缩减,剔除价格因素波动;用固定资本形成额来表示 $I_{i,t}$,折旧率采用10.96%。第二,L为劳动力,采用各省(市)的从业人数指标表示。第三,EC为能源消耗,采用各省(市)的能源消费总量。1个产出指标:长三角地区(两省一市)的实际GDP,采用1992年为基期的GDP指数进行缩减,以消除物价因素影响。

数据来源:相关年度的《中国能源统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《上海统计年鉴》、《江苏统计年鉴》、《浙江统计年鉴》。

3 实证结果

使用Coelli^[7]的DEAP软件包,对1992-2010年长三角地区全要素能源效率进行估算,并分解Malmquist生产率指数(TFP)为技术进步指数(TECH)、技术效率变化指数(EHCH)(又可分解为纯技术效率变化指数(PECH)和规模效率变化指数(SECH))结果见表4。

从时间维度看,1992-2010年长三角地区平均全要素能源效率指数为1.038,已达到了效率前沿面,其平均增长率为3.8%(根据Fare等,全要素能源效率指数减去1就是增长率),即全要素生产率的水平是上升的。从TFP指数的进一步分解可以看出,同期技术进步的平均增长率是3.8%,技术效率没有变化。由此可见,长三角地区全要素能源效率主要依赖于技术进步。这说明,在1992-2010年间,长三角能源投入产出向量向最优生产前沿的移动速度在上升,也就是说,生产者与前沿技术水平的差距在缩小。

从发展变化趋势看,长三角地区全要素能源效率指数最高时期出现在1998年,其增长率为41.9%,其增长的主要原因在于技术进步。受亚洲金融危机的影响,1999-2000年,全要素能源生产率不断下降,其平均增长率均为负值,主要原因是技术退化。2001-2004年,全要素能源效率呈现不断上升趋势,仅在2005年出现波动下调。2006年开始快速上升,2007-2010年全要素能源效率增长率均在8%以上,这与国家加大节能减排力度以及长三

表4 1992-2010年长三角地区全要素能源效率变化及分解

Tab.4 TFP index of Yangtze River Delta (1992-2010)

时间 Year	全要素能源 效率指数 TFP	技术效率 指数 EHCH	技术进步 指数 TECH	规模效率 指数 SECH	纯技术 效率指数 PECH
1992-1993	1.018	1.000	1.018	1.000	1.000
1993-1994	1.034	1.000	1.033	1.000	1.000
1994-1995	1.063	1.000	1.063	1.000	1.000
1995-1996	1.094	0.998	1.096	1.000	0.998
1996-1997	1.110	1.002	1.108	1.000	1.002
1997-1998	1.419	1.000	1.419	1.000	1.000
1998-1999	0.718	1.000	0.718	1.000	1.000
1999-2000	0.975	1.000	0.975	1.000	1.000
2000-2001	1.017	1.000	1.017	1.000	1.000
2001-2002	1.059	1.000	1.059	1.000	1.000
2002-2003	1.054	1.000	1.054	1.000	1.000
2003-2004	1.099	0.993	1.106	0.994	0.999
2004-2005	0.784	1.007	0.779	1.006	1.001
2005-2006	1.012	1.000	1.012	1.000	1.000
2006-2007	1.112	0.995	1.118	1.000	0.995
2007-2008	1.100	0.980	1.122	0.999	0.981
2008-2009	1.107	1.016	1.090	1.001	1.015
2009-2010	1.080	1.008	1.072	1.000	1.008
平均值 Average	1.038	1.000	1.038	1.000	1.000

表5 1992-2010年长三角地区各省市全要素能源效率平均变化及分解

Tab.5 TFP index of every region in Yangtze River Delta (1992-2010)

区域 Region	全要素能源 效率指数 TFP	技术效率 指数 EHCH	技术进步 指数 TECH	规模效率 指数 SECH	纯技术效 率指数 PECH
江苏	0.937	1.000	0.937	1.000	1.000
浙江	1.052	1.000	1.053	1.000	1.000
上海	1.134	1.000	1.134	1.000	1.000
长三角地区	1.038	1.000	1.038	1.000	1.000

角地区通过加快经济发展方式转变应对国际金融危机政策、策略密切相关。

除1999年、2000年和2005年外,其余年份的全要素

能源效率均表现为大于1,主要驱动要素在于技术进步。

从区域维度看,如表5所示,1992-2010年,浙江和上海全要素能源效率指数大于1,即全要素生产率水平是上升的,这意味着均达到效率前沿面。其中,上海全要素能源效率指数最高,为1.134,其增长率为13.4%,浙江次之。从TFP指数的分解可以看出,两省一市全要素能源效率增减变化都是因为技术进步。上海和浙江的全要素能源效率上升都是依靠技术进步,技术进步的年均增长率分别是13.4%和5.3%,技术效率无变化;但是,江苏的全要素能源效率呈现下降。江苏的全要素能源效率下降也是在于技术影响,技术退化导致全要素能源效率下降,从而未达到能源效率前沿面。因此,加快技术进步、提高自主创新能力是长三角地区提高全要素能源效率的重要途径。

4 结论与建议

基于DEA-Malmquist生产率指数,本文运用1992-2010年长三角地区能源消耗与经济增长数据,实证测算了长三角地区全要素能源效率,并进行能源效率变动分解,发现能源效率的变化趋势。基本结论如下:从整体上来看,长三角地区全要素能源效率是上升的,其平均增长率为3.8%,主要依赖于技术进步驱动。1992-2010年期间,长三角地区全要素能源效率表现为阶段性波动。其中,第一次全要素能源效率波动在1997-1998年亚洲金融危机;第二次发生在2006-2007年“十一五”规划之始、落实科学发展观和推进节能减排时期。并且,我们也注意到2008年国际金融危机之后,长三角地区全要素能源效率增长率保持在8%-10%,这与长三角地区加快产业结构调整 and 转变经济发展方式密切相关。从各地区来看,上海全要素能源效率指数最高为1.134,其增长率为13.4%;浙江次之;江苏全要素能源效率表现为负增长,未达到能源效率前沿面。

根据以上的实证分析,我们提出四点建议:

第一,技术进步是导致能源效率提升的主要推动力量,加快能源技术进步的具体途径是引进和培训技术人才、能源技术设备投资。长三角地区在调整和优化产业结构进程中,应加快技术创新、尤其是能源利用技术创新是提高全要素能源效率、促进经济转型的重要途径。实现能源利用技术创新的关键是引进和培训技术人才,同时加大对能源利用技术设备的投资。

第二,产业结构升级和转型是提高能源效率的有效手段,具体途径包括提高第三产业比重、加快产业转移和加大清洁能源和新能源的使用。长三角地区目前正处于产业结构转型升级的关键时期,经验表明,服务业单位GDP

的能耗要远远低于制造业,第三产业比重的提高将使长三角地区单位产值能耗降低;在产业转移的过程中使高耗能产业转移到接近能源产区的地域,可以大大提高国民经济的整体效益;加大清洁能源和新能源的使用会有效提升能源效率。

第三,加快城市化进程和提高城市质量是提高能源效率的有效途径。新的发展时期,加快城市化进程中提高城市质量是关键,包括使用清洁能源、节能减排、更新城市基础设施以减少污染气体排放,提升城市产业结构以降低生产能源使用量,提供低碳生活方式以减少生活能源使用量。

第四,加快体制创新,充分发挥市场机制的作用,加快能源资源价格改革。通过体制和机制创新提高能源效率,在政策引导和深化能源价格改革的基础上,通过价格机制调整能源的使用方向和消耗量,促进资源节约型和环境友好型社会建设。

(编辑:田红)

参考文献(References)

- [1] Farrell. The Measurement of Productive Efficiency [J]. Journal of Royal Statistical Society, 1957, 120: 253-281.
- [2] Caves D W, Christensen L R, Diewert W E. Multilateral Compositions of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers [J]. The Economic Journal, 1982, 92: 73-86.
- [3] Bauer, Paul W. Decomposing TFP Growth in the Presence of Cost Inefficiency, Nonconstant Returns to Scale, and Technological Progress [J]. Journal of Productivity Analysis, 1990, (4): 287-300.
- [4] Fare R, Grosskopf S, Norris, et al. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries [J]. American Economic Review, 1994, 84: 66-83.
- [5] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省级物质资本存量估算: 1952-2001 [J]. 经济研究, 2004, 39(10): 35-44. [Zhang Jun, Wu Guiying, Zhang Jipeng. Capital Estimates of Chinese Province: 1952-2000 [J]. Economic Research, 2004, 39(10): 35-44.]
- [6] 单豪杰. 中国资本存量K的再估算: 1952-2006年 [J]. 数量经济技术经济研究, 2008, (10): 17-31. [Shan Haojie. Reestimating the Capital Stock of China: 1952-2006 [J]. The Journal of Quantitative and Technical Economics, 2008, (10): 17-31.]
- [7] Coelli, T J. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program [R]. 1996.
- [8] 马海良, 黄德春, 姚惠泽. 中国三大经济区域全要素能源效率研究: 基于超效率DEA模型和Malmquist指数 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11): 38-42. [Ma Hailiang, Huang Dechun, Yao Huize. Total-factor Energy Efficiency Analysis of Three Major Economic Regions in China: Based on Super-DEA and Malmquist [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(11): 38-42.]

- [9] 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. [Shi Dan. The Improvement Of Energy Consumption Efficiency In China's Economic Growth [J]. Economic Research 2002 (9): 49 - 56.]
- [10] 屈小娥. 中国省际全要素能源效率变动分解[J]. 数量经济技术经济研究 2009, (8): 29 - 43. [Qu Xiaoe. China's Interprovincial Total Factor Energy Efficiency Change Decomposes [J]. The Journal of Quantitative and Technical Economics 2009, (8): 29 - 43.]
- [11] 王群伟, 周德群. 中国全要素能源效率变动的实证研究[J]. 系统工程, 2008, (7): 74 - 80. [Wang Qunwei, Zhou Dequn. An Empirical Study on the Change of Total Factor Energy Efficiency in China [J]. Systems Engineering 2008 (7): 74 - 80.]
- [12] 汪克亮, 杨宝臣, 杨力. 考虑环境效应的中国省际全要素能源效率研究[J]. 管理科学, 2010, (6): 100 - 111. [Wang Keliang, Yang Baochen, Yang Li. China's Provincial Total-factor Energy Efficiency Considering Environmental Effects [J]. Journal of Management Science 2010 (6): 100 - 111.]
- [13] 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. [Wang Bing, Zhang Jihui, Zhang Hua. Total-Factor Energy Efficiency and Influencing Factors across Provinces in China in the Presence of Environmental Regulation [J]. Economic Review 2011 (4): 31 - 43.]
- [14] 李岚红. 论我国基于能源消费的产业结构调整[J]. 山东师范大学学报: 人文社会科学版, 2010, (2): 135 - 139. [Li Lanhong. The Theory of Adjustment of China's Industrial Structure in Aspect of Energy Consumption [J]. Journal of Shandong Normal University: Humanities and Social Sciences Edition 2010 (2): 135 - 139.]
- [15] 李国璋, 霍宗杰. 我国全要素能源效率及其收敛性[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, (1): 11 - 16. [Li Guozhang, Huo Zongjie. Total Factor Energy Efficiency of China and its Convergence [J]. China Population, Resources and Environment 2010 (1): 11 - 16.]
- [16] 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 Wei, Wu Wenyuan. Research on Total-factor Energy Efficiency of Metropolitan Regions of Yangtze River Delta Based on Environmental Performance [J]. Economic Research Journal 2011 (10): 95 - 109.]
- [17] 林勇, 许秀丽. 基于数据包络分析的区域全要素能源效率分析[J]. 生态经济, 2010, (8): 60 - 62. [Lin Yong, Xu Xiuli. Regional Total Factor Energy Efficiency Based on the DEA Method [J]. Ecological Economy 2010 (8): 60 - 62.]

An Empirical Analysis on Total Factor Productive Energy Efficiency of Yangtze River Delta Region

SUN Jiu-wen^{1, 2} XIAO Chun-mei²

(1. Institute of Regional and Urban Economics, Renmin University of China, Beijing 100872, China;

2. School of Economics, Xinjiang University of Finance and Economics, Urumqi Xinjiang 830012, China)

Abstract Based on DEA-Malmquist productivity index, this paper estimates the total factor energy efficiency of Yangtze River Delta region empirically by using the data of energy consumption and economic growth in this region from 1992 - 2010, and decomposes the changes in energy efficiency and finds the energy efficiency trend. The empirical result shows that, with time as a dimension, the total factor energy efficiency in Yangtze River Delta region increased in 1992 - 2010. From further decompose of TFP index, technological progress index rose, technical efficiency did not change. So the conclusion was that technological progress pulled the total factor energy efficiency in Yangtze River Delta region. The total factor energy efficiency showed a stage fluctuations, which was concerned the national energy saving and emission reduction efforts, regional industrial structure adjustment, economic development mode change relevant. With region as a dimension, the index of total factor energy efficiency in Shanghai was the highest, Zhejiang Province was the second while Jiangsu Province fell. Based on this results, this paper gives some measures and suggestions, including accelerating energy technology progress, speeding up the upgrading and transformation of the industrial structure, improving the proportion of the third industry, speeding up the industrial transfer, increasing the clean energy and new energy use, speeding up the system innovation, and giving full play to the function of market mechanism.

Key words energy consumption; economic growth; energy efficiency; DEA-Malmquist