文章编号:2095-0365(2017)02-0017-05

我国大陆东南沿海地带生态效率的静态与动态分析

唐　丹,　黄森慰

(福建农林大学 可持续发展研究所,福建 福州　350002)

摘　要:我国东南沿海地带经济发展迅速,研究其生态效率为生态经济发展提供启示,也是推进东南沿海地带生态文明工作开展的重要举措。运用 DEA-BCC 模型测算出我国大陆东南沿海地带 8 地区 2005—2014 年生态效率,并进一步分解技术效率指数、技术进步指数、纯技术进步指数和规模效率指数,结果表明:上海、广东、海南三地区生态效率为 1.000,达到最优状态,福建省生态效率高于平均水平,在短期内可以达到最优状态,山东、江苏、广西和浙江四地区低于平均水平,有较大的提升空间。

关键词:生态效率;DEA-BCC 模型;Malmquist 指数;东南沿海地带

中图分类号:F224　文献标识码:A　DOI:10.13319/j.cnki.sjztddxxbskb.2017.02.04

近几年,随着"五位一体"战略布局的大力实施,我国大陆东南沿海地带坚持生态建设的发展定位,将生态经济理念融入到推进产业结构优化升级、转变粗放型的生产方式,积极发展绿色低碳经济和生态海洋产业之中,通过构建生态空间开发新格局,促进东南沿海经济区的新发展,为深化我国改革开放提供良好的发展环境。我国大陆东南沿海地带生态资源满足人类需要的效率如何,一直是理论界和实践部门关心的问题,本研究通过对我国大陆东南沿海地带的生态效率进行测度和时空差异分析,了解目前生态文明建设的状况。

一、我国大陆东南沿海地带生态效率测度

(一)研究方法

国外学者普遍认为比值法和综合数理模型法是较为常见的生态效率评价方法,Gjalt Huppes 和 Masanobu Ishikawa 用经济价值和环境影响的比值即比值法来进行生态效率评价。另外,Dahlstrom 采用指标评价法对英国的钢铁行业的生态效率进行评价,而所依据的主要是投入和产出的比值。20 世纪 80 年代,美国著名的生态学家 H.T. Odum 创造性的设计出能值分析方法,这一方法广泛的被应用于生态效率的评价。数据包络分析(Data Envelopment Analysis,简称 DEA)是近些年来发展起来的非参数方法中最为常用的效率评价方法,DEA 的显著特点是不需要考虑投入产出之间的函数关系,而且无需预先估计参数,无需做任何权重假设,避免了主观因素;可以忽略不同指标间的单位差异,在多投入多产出分析方面具有绝对优势,可以得出各个决策单元间的相对效率,通过投影理论计算非 DEA 有效的决策单元的投入冗余量,为形成改进方案提供参考[1-2]。

(二)指标选取

根据科学性、可操作性和可量化的原则,在借鉴前人研究成果的基础上构建生态效率测算的指标体系,见表 1。

收稿日期:2017-01-25

作者简介:唐　丹(1992—),女,硕士研究生,研究方向:生态文明建设。

基金项目:2016 年福建省中国特色社会主义理论体系研究中心项目:福建省生态文明先行示范区生态效率的区域差异与动态演变(FJ2016A007)

本文信息:唐　丹,黄森慰.我国大陆东南沿海地带生态效率的静态与动态分析[J].石家庄铁道大学学报:社会科学版,2017,11(2):17-21.

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(1)投入指标[4]:投入指标包括资源消耗和环境污染两个方面,其中,资源消耗有人力资源、资金投资、能源消耗;具体包含废水污染、废气污染、固废污染,就业人数、固定资产投资。

(2)产出指标:地区GDP(亿元)[5]

表1 我国大陆东南沿海地带生态效率指标体系构建

类别	一级指标	二级指标	指标构成
投入指标	资源消耗	人力资源	就业人数(个)
		资金投资	固定资产投资(亿元)
	环境污染	废水污染	废水排放(万吨)
		固废污染	固体废物产生量(吨)
		废气污染	废气排放量(吨)
产出指标	地区GDP	地区GDP	地区年度生产总值(亿元)

数据来源:本研究中的投入、产出指标数据主要来源于各地区统计年鉴(2011—2014年)、各地区环境公报。

(三)生态效率测度

从表2可知,我国大陆东南沿海地带2005—2014年综合技术效率即生态效率平均值为0.863,处于较高水平。8个地区中,上海、广东和海南3个地区生态效率是DEA有效,投入和产出都达到最优。山东、江苏、浙江、福建和广西5个地区生态效率相对DEA无效,并不是处于有效的生产沿面上。从8地区生态规模效率来看,浙江、福建和广西地区的规模收益处于递增趋势,而山东、江苏呈规模效益递减趋势。

根据非有效程度可将相对DEA无效的5个地市分为三类,第一类是非有效程度轻微即生态效值为0.9以上,只有福建省,第二类是非有效程度中等即生态效率值为0.85～0.9之间的,其他地区均没有,第三类是非有效程度严重不足的,即生态效率值为0.85以下的,有山东、江苏、浙江和广东四个地区。从纯技术效率来看,8地区中江苏、浙江、福建和广西的纯技术效率没有达到最优,这就需要这些地区加强科技的投入,通过购买生态建设的高科技设备,引进高科技人才的加入,加大生态科技的转化率。从规模效率来看,山东、江苏、浙江、福建和广西五个地区的规模效率没有达到最优,因此,这五个地区要加大改进的力度,完善生态系统,使得规模效率达到最优的状态[6],根据我国大陆东南沿海地带8地区生态文明建设的状态,划分为5种类型,如表2。

表2 2005—2014年我国大陆东南沿海地带生态效率测度值

地区	Crste	Vrste	Scale	Returns to
山东	0.730	1.000	0.730	drs
江苏	0.724	0.827	0.875	drs
上海	1.000	1.000	1.000	—
浙江	0.809	0.813	0.994	irs
福建	0.929	0.957	0.970	irs
广东	1.000	1.000	1.000	—
广西	0.715	0.758	0.944	irs
海南	1.000	1.000	1.000	—
mean	0.863	0.919	0.939	

从表3可知,2005—2014年,我国大陆东南沿海地带8地区中,上海、广东和海南3个地区的规模效率和纯技术效率达到最优状态。而福建省的状态是$0.9<SE<1$,$PET>0.9$,整体规模水平较高,只要稍加完善,在短期内可以达到最优状态。山东和江苏省规模效率值小于0.9,且处于规模报酬递减阶段,在今后的发展过程中,还应不断加以改进,浙江和江西省的规模效率在$0.9<SE<1$,纯技术效率$PET<0.9$,属于技术无效的地区。

表3 2005—2014年我国大陆东南沿海地带规模效率状态分类

最优规模	短期改善	规模相对较大	规模相对较小	技术无效
($SE=1$,$PTE=1$)	($0.9<SE<1$,$PET>0.9$)	($SE<0.9$,规模报酬递减)	($SE<0.9$,规模报酬递增)	($0.9<SE<1$,$PET<0.9$)
上海、广东、海南	福建	山东、江苏	无	浙江、广西

图1表示2005—2014年我国大陆东南沿海地带生态效率的演变情况,整体上来讲,基本上围绕着0.9上下波动,也呈现出明显的三阶段,2005—2011年,生态效率呈明显的下降趋势,这主要是因为受到工业化、城镇化等的影响,环境污染度增大,2010—2011年,降低幅度最大,为2.6%;2011—2013年,生态效率有所递增,是十八大以来,我国把生态文明建设提上议程,并提出

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

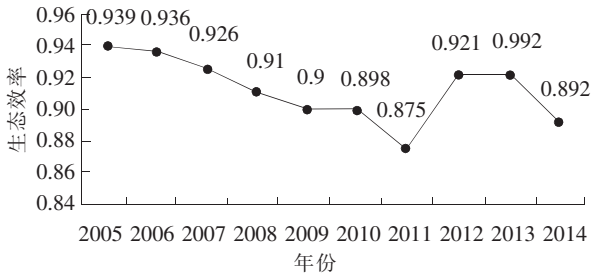

图 1　2005—2014 年我国大陆东南沿海地带生态效率的演变情况

五位一体的战略布局,各地区加强生态保护,生态文明建设效果在短期内得到提升[7],但 2013 年以来,生态效率又呈下降的态势,这表明在经济结构转型,产业结构调整中,各地区仍然需要加大生态治理的强度。针对生态效率无效的地区,可以通过改变投入要素的数量来实现 DEA 有效[8],本文选取我国大陆东南沿海地带生态效率 DEA 无效的 4 地市江苏、浙江、福建和广西省,通过松弛调整量和径向调整量能够实现对投入指标的改进,具体如表 4。

表 4　2005—2014 年我国大陆东南沿海地带生态效率 DEA 无效 4 地市的调整量

地区	调整量	$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$X5$
江苏	径向调整量	−51 323.755	−997.202	−45.382	−793.154	−1 513.904
	松弛调整量	−67 078.119	−2 140.968	−18.312	0.000	−1 138.956
浙江	径向调整量	−35 888.176	−468.871	−33.944	−578.348	−1 144.76
	松弛调整量	−37 299.587	0.000	−12.775	0.000	−466.958
福建	径向调整量	−5 590.746	−161.096	−5.508	−79.801	−95.727
	松弛调整量	−59 716.773	−2 763.669	−45.719	−199.848	0.000
广西	径向调整量	−35 304.369	−845.943	−38.066	−857.339	−428.912
	松弛调整量	−71 332.581	−2 123.831	−69.796	−1 640.985	0.000

二、基于 Malmquist 指数的我国大陆东南沿海地带生态效率动态分析

(一)Malmquist 指数的经济学解释

Malmquist 指数即 Mpl 是 Malmquist(1953)在分析消费的过程中首次提出,Caves etal(1982)首次用它作为生产效率指数[9],此后该指数与 DEA 理论相结合,表示从 t 到 $t+1$ 时期生产效率变化情况。

$$M_0^{t+1}=\left[\frac{D^t(x_0^{t+1},y_0^{t+1})}{D^t(x_0^t,y_0^t)}\times\frac{D^{t+1}(x_0^{t+1},y_0^{t+1})}{D^{t+1}(x_0^t,y_0^t)}\right]^{1/2} \quad (1)$$

在公式(1)中,(x_0^t,y_0^t)和(x_0^{t+1},y_0^{t+1})表示的是 t 和 $t+1$ 时期投入和产出的向量,$D^t(x_0^{t+1},y_0^{t+1})$代表以第 t 期的技术水平表示的第 $t+1$ 期的生态效率水平,$D^{t+1}(x_0^{t+1},y_0^{t+1})$ 代表以第 $t+1$ 期的技术水平表示的当期生态效率水平[10]。

$$MPI=TEC\times TC=PTEC\times SEC\times TC \quad (2)$$

在公示(2)中,TC 代表技术进步变动指数,表示从 T 到 $T+1$ 时期,每一个决策单元生产技术的变化程度或者说在生产前沿面上的移动状态,若 $TC>1$,表示生产前沿面向外移动,生产技术得到提升,若 $TC<1$,表示生产技术有衰退的趋势。TEC 表示综合技术变动指数,是各要素自由处置且在规模报酬不变得情况下的相对效率变化,表示从 T 到 $T+1$ 时期,每一个决策单元对生产前沿面的追赶程度。若 $TEC>1$,说明技术效率得到很大的改善,生产接近前沿面;若 $TEC<1$,说明技术效率降低。由于 $TEC=PTEC\times SEC$,即综合技术变动指数又可以分解为规模效率变动指数和纯技术效率变动指数,当 $PTEC>1$ 时,表示效率提升,$PTEC<1$,效率下降。SEC 表示规模效率变动带来效率的相对变化,表明从 T 到 $T+1$ 时期,每个决策单元的实际生产规模与最优规模存在的差距,当 $SEC>1$ 时,接近最优规模,反之,$SEC<1$,远离最优规模。

(二)生态效率各分解指数变动情况

1. 纯技术效率

从纯技术效率来看,2007—2008 年,2011—2012 年,这两个时间段内,纯技术效率 $PTEC>$

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1,表明这个时期,技术水平得到提升,2013—2014 年度,$PTEC=1$,表示技术水平不变,其余的时间,纯技术效率都小于 1。10 年纯技术效率的年均值为 0.985,落后于技术进步的增长速度,这表明我国大陆东南沿海地带生态建设中生产管理水平和技术进步没有形成相互协调的关系,导致先进技术能力提升受到约束。具体见表 5。

表 5 我国大陆东南沿海地带生态效率分年 *TFP* 指数及分解

Year	Effch	Techch	Pech	Sech	Tfpch
2005—2006	0.956	1.088	0.960	0.996	1.040
2006—2007	0.971	1.075	0.983	0.988	1.044
2007—2008	0.982	1.028	1.002	0.98	1.009
2008—2009	0.959	1.003	0.972	0.986	0.961
2009—2010	0.934	1.105	0.936	0.998	1.033
2010—2011	0.955	1.065	0.984	0.971	1.017
2011—2012	1.103	0.954	1.038	1.063	1.053
2012—2013	0.996	1.118	0.998	0.998	1.114
2013—2014	0.970	1.097	1.000	0.970	1.063
mean	0.980	1.058	0.985	0.994	1.036

备注:分别表示技术效率、技术进步、纯技术效率、规模效率变化和全要素生产率

2. 规模效率

从规模效率的变化情况来看,只有 2011—2012 年,$SEC>1$ 时,接近最优规模,其他各个阶段的规模效率指数都小于 1,表明每个决策单元的实际生产规模都远离最优规模。规模效率的下降趋势对生态效率的提升将产生不利的影响。从整体上看,要想继续保持要素配置的合理性,提升规模效益,还应该不断的提升专业化水平,向规模化的方向集聚。

(三)生态效率的 *TFP* 指数及分解结果

为了深入了解我国大陆东南沿海地带生态效率的 *TFP* 增长的主要驱动力。对 *TFP* 指数进行分解:

通过图 2 可知:技术进步即 *TC* 是推动 *TFP* 增长的主要动力。我国大陆东南沿海地带生态效率的 *TFP* 指数与技术进步指数两条线基本上保持一致的波动趋势,值得注意的是,2011—2012 年间,两条线波动形式发生变化,说明这段时间技术效率对 *TFP* 的增长起主导作用。技术效率 *EC* 值的波动程度较为明显,围绕 1 上下波动幅度大,从年均值的情况来看,2005—2014 年年平均 *TFP* 指数为 1.036,年平均增长率为 2.3%,技术进步指数为 1.058,年平均增长率为 1.4%,纯技术效率指数为 0.985,年平均增长率为 2.5%。全要素生产率、纯技术效率指数和技术进步指数呈现正增长,因此技术进步的增长导致全要素生产率的增长。从每年技术效率的变化情况来看,技术效率的变动波动很小,非常接近,技术效率的变动又称为"追赶效应"[11],可以解释为 2005—2014 年的"追赶效应"不明显,同时这表明这段时间内,我国大陆东南沿海这 8 个地区通过完善管理制度、优化管理模式、提升生态资源配置的效率等措施加强生态文明建设,进而提升了生态效率。

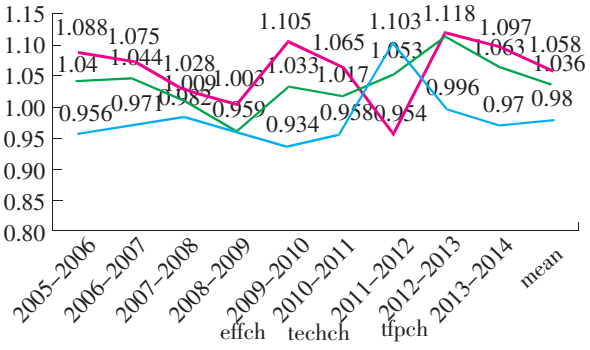

图 2 2005—2014 年我国大陆东南沿海地带生态效率的 TFP 指数及分解结果

三、结论

我国大陆东南沿海地带 2005—2014 年年均生态效率为 0.863,整体处于中等水平,还有很多提升的空间,加强生态文明建设仍然需要各地区政府加大科技的投入和财政资金的支持。自十八大以来,党中央重视生态文明建设,地方政府积极响应党中央号召,生态文明建设水平有明显的上升。从空间分布来看,我国大陆东南沿海各地区生态效率差异明显,八个地区中,只有上海、广东和海南达到有效状态,其余各个地区均没有实现 *DEA* 最优,其中,部分地区如山东、江苏和广西生态效率较低,造成这种差异的主要原因是地区间经济发展水平差异显著且生态资源分布不均,如何缩小地区之间的经济发展水平更加有效地配置生态资源是今后着重解决的问题。

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

研究发现,技术进步是推动我国大陆东南沿海地带生态效率增长的主要动力,*TFP* 指数呈现波动上升趋势,通过对 *TFP* 指数进行分解表明:技术效率的变动主要受到规模效率和纯技术效率的影响,因此通过各种途径提升规模效率和纯技术效率可以有效的提升生态效率。我国大陆东南沿海各地区在今后的发展过程中,要合理的规划各种投入要素的规模,合理的调整人力、资金和资源的投入比例,通过引进高科技,提升科技进步贡献率,管理制度的良好运转也关乎生态效率的提升,要通过健全内部管理制度,从微观机制方面着手。

参考文献:

[1] Christian-Smith J, Cooley H, Gleick P H. Potential Water Savings Associated with Agricultural Water Efficiency Improvement: A Case Study of California, USA[J]. Water Policy, 2012, 14(2): 194-213.

[2] Byrnes J, Crase L, Dollery B, etal. The Redative Economic Efficiency of Urban Water Utilitiesin Regional New South Walesand Victoria[J]. Resourceand Economics, 2010, 32(3): 439-455.

[3] 付丽娜,陈晓红,冷智花. 基于超效率 DEA 模型的城市群生态效率研究——以长株潭"3+5"城市群为例[J]. 中国人口. 资源与环境, 2013(4): 169-175.

[4] 潘丹,应瑞瑶. 中国农业生态效率评价方法与实证——基于非期望产出的 SBM 模型分析[J]. 生态学报, 2013(12): 3837-3845.

[5] 程晓娟. 基于 PCA-DEA 组合模型的中国煤炭产业生态效率研究[J]. 资源科学, 2013(6): 1292-1299.

[6] 郭平,蒋秀兰,贾文学. 国外关于生态补偿的研究综述[J]. 石家庄铁道大学学报:社会科学版, 2015(1): 61-65, 72.

[7] Fare R, Grosskopf S, Norris M, etal. Productivity Growth, Technical Progressand Efficiency ChangeinIndustrialized Countries[J]. The American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.

[8] 吴小庆,王远. 基于生态效率理论和 TOPSIS 法的工业园区循环经济发展评价[J]. 生态学杂志, 2008(12): 2203-2208.

[9] 李强,孙贺,董慧. 基于 DEA 技术的高校精细化管理综合评价方法[J]. 石家庄铁道大学学报:社会科学版, 2014(4): 39-44.

[10] 张子龙,鹿晨昱. 陇东黄土高原农业生态效率的时空演变分析——以庆阳市为例[J]. 地理科学, 2014(4): 472-478.

[11] 李胜兰,初善冰,申晨. 地方政府竞争、环境规制与区域生态效率[J]. 世界经济, 2014(4): 88-110.

[12] 宋宁,蒋秀兰,陈艳春. 基于生态文明导向的区域物流服务业绩效研究[J]. 石家庄铁道大学学报:社会科学版, 2016(2): 39-42.

Static and Dynamic Analysis of Ecological Efficiency in Southeast China Coastal Areas

Tang Dan, Huang Senwei

(Center of Sustainable Development Research, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, 350002, China)

Abstract: The Southeast China coastal areas have witnessed rapid economic development. The study of its ecological efficiency will provide enlightenment for the development of ecological economy, which is also an important measure in proceeding ecological civilization in the Southeast China coastal areas. By application of DEA-BCC model, the paper calculated the ecological efficiency in the Southeast China coastal areas from 2005 to 2014, and then analyzed the decomposition of technical efficiency index, the index of technological progress and scale efficiency, and the pure technical progress index. The results showed that the ecological efficiency of Shanghai, Guangdong and Hainan was 1.000, which has achieved its optimal state; the ecological efficiency of Fujian province was above the average level, and would reach the optimal state in the short term; while ecological efficiency of Shandong, Jiangsu, Guangxi and Zhejiang was below the average, remaining great room to improve.

Key words: ecological efficiency; DEA-BCC Model; Malmquist Index; the Southeast coastal area

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net