

# 资源环境约束下福建省生态效率的区域差异与动态演变

胡卫卫, 于水, 辛境怡, 赵若言, 王亚星

(南京农业大学 公共管理学院, 江苏 南京 210095)

**摘 要:** [目的] 对资源环境约束下的福建省生态效率的区域差异与动态演变进行研究, 为全面了解该省各地区生态效率的区域差异情况和动态演变历程提供理论支持。[方法] 从福建省资源环境禀赋出发, 运用数量统计方法, 借助 DEA-BCC 和 DEA-Malmquist 指数模型对福建省 9 地市 2006—2015 的面板数据进行测度并对生态效率的技术进步变动指数、综合技术变动指数、纯技术效率指数和全要素规模效率指数的变动情况进行分析。[结果] 9 地市中, 福州、厦门、莆田、宁德 4 个地区生态效率是 DEA 有效, 达到最优状态; 各地区生态效率存在区域差异, 沿海地区明显高于内陆。[结论] 该省年均生态效率呈下降趋势, 技术进步变动是导致全要素生产率变化的主要驱动力, 生产管理和技术进步协调程度有待进一步加强。

**关键词:** 生态效率; DEA 模型; 资源环境约束; 福建省

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2018)02-0204-06

**中图分类号:** F205, X24

**文献参数:** 胡卫卫, 于水, 辛境怡, 等. 资源环境约束下福建省生态效率的区域差异与动态演变[J]. 水土保持通报, 2018, 38(2): 204-209. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2018.02.033. Hu Weiwei, Yu Shui, Xin Jingyi, et al. Regional difference and dynamic evolution of eco-efficiency in Fujian Province restricted by resource environment[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(2): 204-209.

## Regional Difference and Dynamic Evolution of Eco-efficiency in Fujian Province Restricted by Resource Environment

HU Weiwei, YU Shui, XIN Jingyi, ZHAO Ruoyan, WANG Yaxing

(College of Public Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

**Abstract:** [Objective] This paper studied the regional difference and dynamic evolution of eco-efficiency in Fujian Province under the constraint of resources and environment, so as to provide theoretical support for a comprehensive understanding of the regional differences and dynamic evolution process of ecological efficiency in different regions of the province. [Methods] From the perspective of intrinsic traits of resource and environment in Fujian Province, using quantitative statistical methods, with the help of DEA-BCC and DEA-Malmquist index model, the panel data of 9 cities in Fujian Province from 2006 to 2015 were dealt with to illustrate technological progresses of eco-efficiency change index, including the variations of comprehensive technical change index, pure technical efficiency and scale efficiency index of total factor analysis. [Results] In the 9 cities, 4 regions in Fuzhou, Xiamen, Putian and Ningde area had reached their optimal DEA efficiencies. There were regional differences in eco-efficiency among different regions, and the eco-efficiency in coastal areas was significantly higher than that in inland ones. [Conclusion] It is concluded that the annual average ecological efficiency was decreasing. The change of technological progress was the main driving force leading to the change of TFP. The coordination between production management and technological progress needs to be strengthened step by step.

**Keywords:** eco-efficiency; DEA model; resource environment constraints; Fujian Province

生态足迹理论认为, 人类经济和社会的发展建立在一定的资源环境承载力基础之上, 资源环境的可承

载力对社会进步具备约束力<sup>[1]</sup>。生态效率是指生态投入和产出的比值, 虽然学术界对生态效率的概念界

收稿日期: 2017-10-09

修回日期: 2017-10-19

资助项目: 2016 年福建省中国特色社会主义理论体系研究中心重点项目“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)

第一作者: 胡卫卫(1990—), 男(汉族), 河南省济源市人, 博士研究生, 研究方向为生态治理。E-mail: hnjjhww@163.com。

通讯作者: 于水(1966—), 男(汉族), 山东省烟台市人, 博士, 教授, 主要从事乡村治理与政策研究。E-mail: ys@njau.edu.cn。

定不一,但都认为生态效率反映经济社会发展(价值量)和资源环境消耗量(实物量)的关系<sup>[2]</sup>。2016 年 8 月,国务院办公厅印发了《国家生态文明试验区(福建)实施方案》(以下简称《福建方案》),此方案的出台标志着福建生态文明先行示范区要承担起“试验田”的作用,在加速自身生态文明建设的同时,不断探索出可复制、可推广的发展模式,惠及全国。福建省虽然总体上生态文明工作取得实质性进展,但是存在着沿海和内陆的地域差异,资源、技术、人力等要素的投入和产出效率是否达到最优也是值得探讨的问题<sup>[3]</sup>。《福建方案》所提及的 4 大定位中阐明要建设绿色发展评价导向的实践区,建立科学的评价考核制度也是今后福建生态文明先行示范区工作开展的重要内容。目前,学者们把生态效率的测度运用于煤炭产业、区域、城市群、农业、能源等多个领域。鄂慧芳等<sup>[4]</sup>运用 DEA 模型对中国 30 个省的生态效率情况进行测度,研究得出中国区域生态效率存在明显的差异,东部的生态效率要高于全国生态效率的平均水平,生态效率值的变化与国家的区域政策相关。关伟等<sup>[5]</sup>基于非期望产出的 SBM 模型对中国 1997—2012 年省际能源生态效率进行测度,认为中国能源生态效率的区域差异受到强度、纹理和空间规模的影响。陈梅等<sup>[6]</sup>采用超效率 DEA 模型测算近 7 a 中国两型社会试验区各城市生态效率值,研究得出武汉城市圈生态效率低于长株潭城市群。可见,关于生态效率的研究和运用

在国内比较成熟,但由于对生态效率概念认知存在偏差,学者们构建的生态效率评价指标体系参差不齐,投入和产出指标设置过于简单,而且统计口径不统一。本文在深入理解生态效率概念的基础上,从福建省经济和资源环境两条主线出发,力图使得所制定的评价体系能真正地反映生态效率的实际状况。通过对资源环境约束下的福建省生态效率的区域差异与动态演变进行研究,为全面了解该省各地区生态效率的区域差异情况和动态演变历程提供理论支持。

## 1 数据来源与指标体系构建

### 1.1 数据来源

数据来源于《福建省统计年鉴(2006—2015 年)》、《中国城市统计年鉴(2006—2015 年)》、《福建省社会 and 科技统计年鉴(2006—2015 年)》的统计数据。为了保持统计口径的一致性,将平潭综合试验区的数据归并到福州市,在具体的研究中,根据地域分布将福建省的地区划分为沿海(福州、厦门、漳州、莆田、宁德、泉州市)和内陆(三明、南平、龙岩市)两个部分。

### 1.2 指标体系构建

本研究从生态效率的投入和产出两个方面构建指标体系<sup>[7-8]</sup>,在指标选取过程中注重资源环境对生态效率的影响,投入主要指的是生态文明建设中土地资源、水资源、能源以及劳动力等投入要素,产出主要指投入所带来的经济价值和环境效率详见表 1。

表 1 生态效率测度指标体系

指 标	类 别	具体构成	指标说明
投入指标	资源效率	建设用地效率	GDP 总量/建设区用地面积
		水资源利用效率	GDP 总量/用水总量
		能源效率	GDP 总量/能源消耗量
		劳动效率	GDP 总量/就业人数
产出指标	环境效率	废气排放产出率	GDP 总量/工业 SO <sub>2</sub> 、氮氧化物、烟(粉)尘排放量
		废水排放产出率	GDP 总量/工业废水排放量、化学需氧量 COD
		固废综合利用率	固废利用量/固废产生量和往年贮存量
	经济价值	年地区生产总值	地区 GDP

## 2 资源环境约束下福建省生态效率的区域差异

### 2.1 福建省 9 地市生态效率测度结果

数据包络分析(data envelopment analysis, 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。本研究运用 Deap 2.0 软件,以福建省 9 个地市为研究对象,根据投入—产出指标体系,对 2006—2015 年的面板数据进行测算,其运行结果详见表 2。由表 2 可知,福建省 2006—2015 年综合技术效率 Crste 即生态效率平均值为 0.944,表明福建省生态建设成效显著,总体水平较高。从 9 个地市各自生态效率测度结果来看:福州、厦门、莆田、宁德 4 个地市生态效率为 1.000,

DEA 有效并处于有效的生产前沿面上,技术效率和规模效率同时达到最优状态,这与沿海地区发达的新型经济和先进的管理息息相关,相对发达的经济为新型环保技术的采用和新型产业的兴起提供了较好的支撑。而三明、泉州、漳州、南平、龙岩 5 个地市生态效率相对 DEA 无效,并不是处于有效的生产前沿面上。从纯技术效率  $Vrste$  的显示结果来看,除三明和龙岩地区外,其他 6 个地区的纯技术效率均为 1.000,表明这些地区在当前的技术水平上,资源的投入是有效的。而三明和龙岩地区的纯技术效率没有达到最优,表明技术和管理是制约着其生态效率实现最优状态的主要原因,相对落后的经济和崎岖的地形也一定程度上制约着其他要素的发展。因此,在技术上需要这两个地市加强科技的投入,通过购买生态建设的高科技设备,吸纳高科技人才加入,提高生态科技的转化率。在管理上,学习先进的管理经验,建设学习型组织,不断推进生态环境管理的体制机制改革,努力培养新型高素质环保技术人才。

本文根据规模效率值和变化趋势情况,将 9 地市的规模效率划分为 5 个类别:最优规模、短期改善、规模相对较大、规模相对较小以及技术无效。其中,最优规模即规模效率和纯技术效率均为 1.000;短期改善为规模效率在区间(0.9,1),纯技术效率则大于

0.9;在规模效率均小于 0.9 的情况下,规模的大小取决于规模报酬的递增还是下降,如果规模报酬递减则表示规模相对较大,否则,则表示规模相对较小;如果规模效率在区间(0.9,1)且纯技术效率小于 0.9,则表示技术无效,具体的分类结果详见表 3。从表 3 的规模效率的状态分类可知,福州、厦门、莆田和宁德市的规模为最佳;三明、泉州、龙岩市在短期内通过加大投入可以得到改善,而漳州和南平地区的规模相对较小,需要在资金、政策和技术等方面着手改善,通过资源调节、产业结构转型等提升规模效益。

表 2 福建省生态文明先行示范区 2006—2015 年生态效率测算结果

地区	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	趋势
福州	1.000	1.000	1.000	—
厦门	1.000	1.000	1.000	—
莆田	1.000	1.000	1.000	—
三明	0.963	0.988	0.974	降低
泉州	0.936	1.000	0.936	上升
漳州	0.891	1.000	0.891	上升
南平	0.801	1.000	0.801	上升
龙岩	0.909	0.921	0.988	降低
宁德	1.000	1.000	1.000	—
均值	0.944	0.990	0.954	—

表 3 福建省各地市 2006—2015 年规模效率状态分类

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)	( $0.9 < SE < 1, PET < 0.9$ )
福州、厦门、莆田、宁德	三明、泉州、龙岩	无	漳州、南平	无

2.2 福建省沿海—内陆的生态效率差异对比分析

沿海和内陆因为资源环境、经济条件的差异,区域间的生态效率存在不同(图 1)。由图 1 可知,2006—2015 年福建省各地市生态效率值的变化趋势由内陆向沿海呈递增趋势,即沿海地区的生态效率总体上要高于内陆,这就是所谓的“俱乐部收敛(club convergence)”效应<sup>[9]</sup>,即不同的地区由于地理条件的差异,在发展的过程中形成具有地区特色,有地方属性的特征,同一俱乐部的内部条件是相似的,并且存在收敛性。沿海—内陆之间生态效率的差异受到经济基础的差异、区位差异、区域发展政策和人口素质的差异等因素的影响。

2.2.1 经济发展水平的差异 福建省沿海和内陆的经济发展水平差异显著,既有历史的因素也有现实的制度因素。自明清商品经济在我国产生以后,东部沿海地区较为兴盛,闽东地区的人们经济观念较为浓

烈,一直延续到今天。闽西地区地理位置较为封闭,人们的思想较为保守,在发展上相对缺乏经济思维。改革开放以后,中国进行大刀阔斧的经济体制改革,但是各个地区所面临的初始条件不一样,经济发展的初始条件差异导致在今后的发展过程中差距明显。闽东地区濒临大海,是海峡西岸经济区的腹地,由于受海峡西岸经济区的辐射,商业经济发展迅速,劳动密集型产业集聚,吸引内陆众多劳动力向东南沿海转移。据不完全统计,截止 2013 年底,全国有 438.25 万的人口流动到福建省,其中,泉州外来流动人口居首,约为 156.27 万,厦门排在第 2 位,约为 132.67 万。人口的高度集聚和高速流动带来的是社会经济的快速发展。福州作为国内较早开放的沿海城市以及厦门作为 5 大经济特区之一,其经济发展水平处于全国领先地位,早已摆脱了靠掠夺自然资源获取经济增长的传统发展路径。

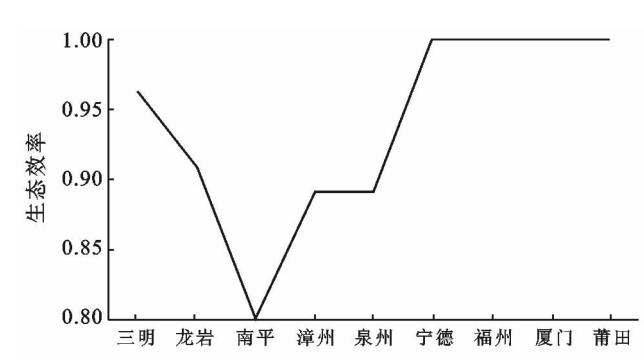


图 1 福建省沿海—内陆的生态效率差异

2.2.2 生态旅游资源差异 福建省沿海地区受到亚热带季风气候的影响,水汽充足,生物多样性丰富,气候湿润,为本地区旅游发展奠定良好的区位优势。近几年来,福建省沿海一带的旅游资源得到最大程度的开发,为迎合生态旅游的发展需求,生态旅游产业链不断拓展,旅游设施愈加完善,目前基本上形成海滨沙滩、岛屿风光以及山地湖泊三大生态旅游特色。福建省的旅游资源基本上集聚在沿海地区,福建沿海地区的旅游业因为共享了改革开放的成果得到很大的发展。从每年福建省的旅游收入和接待量来看,沿海地区高居福建省首位。与福建内陆相比,沿海地区不仅有丰富的海滨旅游资源还有更多的诸如古代海防建筑、岛屿民俗风情等人文资源。旅游作为服务性产业,其自身的发展需要一个清洁、绿色的环境氛围。生态旅游发展的过程也是加强生态建设的过程,因此,旅游开发与资源环境保护相辅相成,这也是为什么沿海地区生态效率高于内陆的原因之一。而内陆地区传统产业的发展严重破坏了自然环境,比如曾经南平养殖业的无限制发展导致闽江上游水环境和空气、土壤污染严重,龙岩长汀地区无限制的森林砍伐导致水土流失问题加剧,如今,在生态省战略引导下,生态环境逐步趋于改善,生态果园、生态观光农业等悄然兴起,正在利用其独有的自然资源优势打开新的经济增长大门,环境得到改善,资源得到利用,经济开始腾飞,产业结构趋于优化,但是这样的成效要迅速反映在生态效率的变化上还需要时间检验。

2.2.3 产业结构的调整 近些年来,福建沿海地区的产业结构不断调整,重污染产业由东向西转移,提高第三产业的发展水平已经成为福建沿海地区的主要任务,旅游业、劳动密集型产业和高新技术产业逐步成为福建沿海地区的主要产业构成。产业结构的调整使得对资源和环境的消耗大大降低,根据生态效率的计算公式:

$$\text{生态效率} = \frac{\text{经济社会发展(价值量)}}{\text{资源环境消耗(实物量)}}$$

即价值量越大,环境资源消耗越少,生态效率越高,因此,沿海的生态效率要明显高于内陆。另外,福建省沿海和内陆产业调整的力度也存在显著差异,这主要与当地的政策和政府考核机制有关。内陆地区缺乏完善的环境和资源评价体系,当发生环境污染事故后,当地政府重视程度不够。南平养殖污染和长汀水土流失就是一个典型的例子,曾经,南平政府极力提倡发展养殖业,后来随着经济的发展,人民收入提高,可是当地的生态环境却遭到了严重破坏,后面政府也不以为然,直到生态文明不断成为新潮的今天,政府才加以重视,才开始展开治理,可是治理过程中却矛盾重重,困难较多,极大地增加了治理成本,而长汀地区水土流失达到非常严重的程度,治理成本可谓翻倍,随着近些年 PPP 模式的不断发展,闽西地区才又进一步迈开环境治理的步伐,加快转变经济增长方式。在大力倡导发展绿色 GDP 的今天,由于受到传统发展模式和理念的束缚,地方政府没有建立起科学合理的政绩考核体系,没有真正的贯彻落实科学发展观的理念。

2.2.4 人口素质的差异 沿海地区交通便利,通讯发达,具有较长的海岸线,便于文化因子的传播和扩散,福建有“八山一水一分田”的说法,福建内陆地区的交通较为闭塞,缺乏开拓进取精神。生态道德和生态素养与教育紧密相关,地区居民拥有良好的生态道德意识和生态行为很大原因上取决于接受过良好的教育。但是由于资源的分布不均问题导致不同地区居民的接受教育程度不一样,生态道德意识和生态行为差异显著。图 2 反映 2015 年福建 9 地市的教育预算支出占省总教育预算支出的比重,数据表明,沿海地区每年用于教育支出的比重明显高于内陆地区。福建沿海地区相对于内陆拥有较高的教育水平和便利的教育设施,教育资源充沛,人口素质相对较高,而内陆地区的教育投入明显低于沿海。福建内陆地区在经济发展过程中曾抱有必须以牺牲环境为代价,经济和环境势不两立的狭隘观念,这就导致经济水平有所提升的同时,环境和资源的消耗也不断加大,从而导致恶性循环的局面。内陆地区在生态道德教育中也没有一个科学的传达机制,环境理念的公众化程度偏低。值得关注的是,随着近些年美丽乡村建设、生态文明建设的深入落实,内陆地区的自然环境污染和破坏进一步得到遏制。

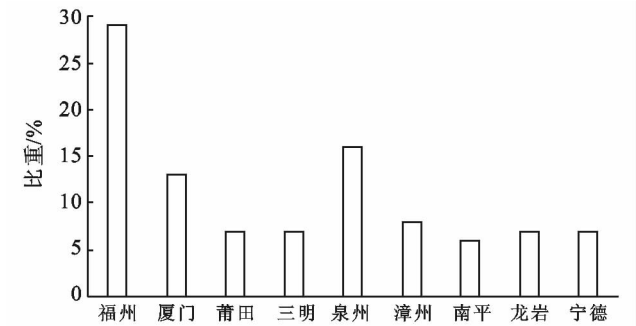


图 2 2015 年福建省 9 地市教育预算支出占省总支出的比重

2.3 福建省年均生态效率的变化趋势

为了解 2006—2015 年福建省年均生态效率的变化趋势,对每一年的生态效率均值进行计算。图 3 反映 2006—2015 年近 10 a 福建省年均生态效率的动态演变情况。由图 3 可以看出,福建省的年均生态效率呈上升—下降—上升—下降“M”形走势,从波动情况来看,基本上围绕着 0.99 上下波动,变动幅度不大,整体较为稳定。其中,2006—2007 年为上升阶段,自 2004 年福建“生态省”战略实施以来,各级政府加强对生态战略实施的重视程度,出台一系列切实可行策略机制,同时在政策主导的前提下促进地区间资源要素的流动和资源配置结构的优化,生态省建设的资金、劳力、政策以及科技等资源的投入加大,生态效率明显提升。第一个拐点是 2007,2007—2009 年的年均生态效率呈下降趋势,原因是 2008 年中国爆发了近几十年最严重的金融危机,经济发展受到严重的破坏,为了有效的缓解经济危机带来的冲击,中央政府投资 4 个亿的财政资金用于发展经济。用于生态建设的资金比重相对下降,其他的资源要素过多的向经济建设转移,生态发展的资源缺乏严重影响生态效率的提升。2009—2012 年,年均生态效率呈上升趋势,并在 2011,2012 年都达到最优水平,这与福建省政府出台的系列政策紧密相关。2011 年,省政府印发实施《福建生态省建设“十二五”规划》,各地方政府根据福建省委、省政府的政策要求,结合地方实际情况制定促进本地生态文明发展的特殊政策,而在这个阶段,经济危机得到有效的缓解,生态建设工作得以加强,为生态效率总体水平的提升奠定基础。2012 年以后,生态效率一致呈现下降的趋势,可能的原因是自福建生态文明先行示范区战略实施以来,福建省各地区加大资源重组力度,产业结构发生较大变化,改变原有的资源环境发展状态,虽然生态效率有所下降,但当资源配置合理,产业布局优化后,生态效率将会有很大改善,同时看到,虽然在短时间内呈下降趋势,但下降幅度较小,而且整体水平还是处于较高状态。

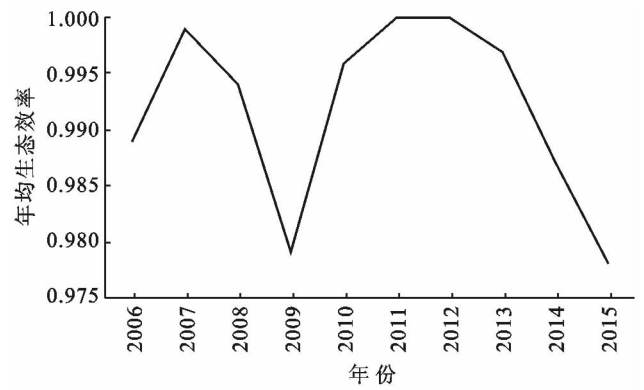


图 3 福建省 2006—2015 年年均生态效率的变化趋势

3 资源环境约束下福建省生态效率的动态演变

运用 DEA-Malmquist 指数法对福建省 2006—2015 年生态效率的动态变化情况进行分析。从分年 TFP 指数及分解情况来看(表 4),2006—2008 年出现负增长,而自 2008 年以后,一直保持正增长,生态效率的年均 TFP 指数为 1.087,年均增长率为 11.3%,生态效率 TFP 指数总体呈上升趋势,且增长较为稳定。2006—2008 年生态效率的 TFP 指数大幅度下滑,原因是受当时国内金融危机的影响,福建省作为东南沿海的省份,受金融危机的冲击较大,但从 2009 年开始,TFP 指数变化大幅提升,是因为国家出台系列政策应对紧张的经济局势,经济危机得到缓解,通过组织创新、技术进步、生产创新,提高了生产发展的专业化水平,生态文明建设突飞猛进。自 2011 年后,虽然有所下降,但幅度较小,这是因为政策的出台一定会伴随着大范围的产业调整,资源重组,投入要素发生变化,打破原有的要素结构<sup>[10]</sup>,全要素生态率在短时间内发生变化。

表 4 福建省生态效率分年 TFP 指数及分解情况

年份	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2006—2007	1.010	0.666	1.001	1.009	0.673
2007—2008	0.995	0.803	1.000	0.995	0.799
2008—2009	0.983	1.062	0.984	0.999	1.044
2009—2010	1.020	1.116	1.017	1.003	1.139
2010—2011	1.004	1.178	1.000	1.004	1.182
2011—2012	1.000	1.056	1.000	1.000	1.056
2012—2013	0.997	1.035	1.000	0.990	1.089
2013—2014	0.990	1.100	1.000	0.990	1.089
2014—2015	0.990	1.097	1.000	0.990	1.087
均值	0.999	1.013	1.000	0.998	1.018

### 3.1 福建省生态效率分年 TFP 指数及分解情况

从技术变动指数 TC 的变化情形来看,2006—2014 年,由 0.666 上升为 1.097,整体呈上升趋势,基本保持在 1.000 以上,2011—2012 年虽有所下降,但下降的比率较低。从年均增长情况来看,TC 的年均变动情况为 1.013,远大于纯技术效率变动指数和规模效率变动指数。从纯技术效率变动指数来看,2006—2015 年度平均值为 1.000,9 年的变化程度基本稳定,无太大的波动,但是整体水平落后于技术进步的增长速度,这表明福建省的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<sup>[11]</sup>。在今后的生态文明建设中,各企业 and 相关单位在加强技术创新可技术开发的同时,不断的提升生产管理水平和保持管理和技术同步发展<sup>[12]</sup>。从规模效率的变化情况来看,整体上呈“下降—上升—下降”的趋势,基本上围绕着 0.998 上下变动,在 2006—2007 年,2009—2011 年,这些时间段规模效率均大于 1.000,表明每个决策单元的实际生产规模都接近最优规模,2011—2012 年,规模效率为 1.000,表明这个时间段实际规模和最优规模相等,是一种理想的状态水平。同时也看到,2012 年以后,规模效率均小于 1.000,实际规模效率远离最优规模,增长率波动处于下降的态势。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。全要素生产率 TFP 表示总产量和总投入的比值,其增长率一般作为技术进步的重要指标。通过梳理全要素生产率(TFP)、技术进步变动指数(TC)和技术效率变动指数(EC)之间的关系,可以得出技术进步是生态效率全要素生产率增长的主要驱动力。

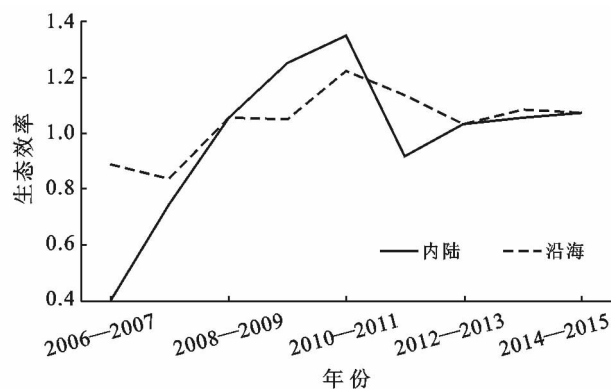


图4 福建省内陆和沿海地区生态效率的 TFP 对比

### 3.2 福建省内陆和沿海地区生态效率的 TFP 对比

为研究不同年份福建省地域之间生态效率的全要素增长率差异,本研究将福建省分为沿海和内陆两

个地区,其 TFP 的变动情况如图 4 所示。从图 4 可知,福建省内陆和沿海地区生态效率的 TFP 差异大致上可以划分为 3 个阶段。第 1 阶段为 2009 年之前,此阶段,沿海地区的全要素增长率高于内陆,原因是沿海地区在生态文明发展中大量引进和开发先进生产技术,大力发展“高、精、尖”等技术产业,技术市场机制较为完善,为技术进步创造了良好的培育环境。通过产业的转移,将高污染和高能耗的产业转移到内陆,实现产业结构的优化升级。内陆地区发展主要依靠传统工农业,福建内陆地区山区较多,经济发展以资源的消耗为代价,技术研发相对落后,科研经费投入不足。第 2 阶段是在 2009—2011 年之间,此阶段,内陆地区全要素增长率要高于沿海,原因是沿海地区的产业结构、资源配置经过长时间的发展基本保持稳定状态,技术进步对生态效率的影响不明显,而内陆地区为了实施生态省战略,对资源的开发和产业布局进行调整,技术改进的空间较大,政府对内陆地区的技术研发投入逐年增加,因此技术进步较为明显。第 3 阶段是 2012 年以后到现在,沿海和内陆的全要素生产率逐步持平,这是因为福建省生态文明先行示范区建设要求补齐短板,实现资源、技术等资源的区域均等化,此阶段,沿海和内陆的生态效率投入要素实现平衡发展,技术进步变动上的差异逐步弱化。

## 4 结论

(1) 福建各地区生态效率差异显著。9 个地市中,福州、厦门、莆田、宁德 4 个地市生态效率是 DEA 有效,其余 5 个地区没有达到最优水平。沿海地区要高于内陆,符合典型的“俱乐部效应”。

(2) 年均生态效率呈下降趋势。从 2006—2015 年福建生态文明先行示范区年均生态效率的动态演变情况来看,基本上围绕着 0.99 上下波动,总体生态效率呈“上升—下降—上升—下降”M 形走势,预期短时间内还是保持低速下降状态。

(3) 技术进步变动是导致 TFP 变化的主要驱动力。通过梳理 Malmquist 指数(TFP)、技术进步变动指数(TC)和技术效率变动指数(EC)之间的关系,发现 2006—2015 年,技术效率变动稳定,而技术进步变动和 Malmquist 指数的变化趋势稳定,因此技术进步变动(TC)是导致 TFP 变化的主要驱动力。

(4) 生产管理和技术进步协调度不高。福建省 9 地市纯技术效率均值为 1.000,明显低于技术进步变动指数的均值,表明福建省在生态文明建设中生产管理和技术进步协调程度有待进一步加强。

(下转第 216 页)

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 赵文武,王亚萍. 1981—2015 年我国大陆地区景观生态学研究文献分析[J]. 生态学报, 2016, 36(23): 7886-7896.
- [2] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [3] 邬建国. 景观生态学: 概念与理论[J]. 生态学杂志, 2000, 19(1): 42-52.
- [4] 刘俊岭,赵荣,王亮,等. 青藏高原景观空间格局的特征研究[J]. 测绘科学, 2014, 39(1): 87-92.
- [5] Olsen L, Dale V, Foster T. Landscape patterns as indicators of ecological change at fort benning, georgia, USA[J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 79(2): 137-149.
- [6] 左丽君,徐进勇,张增祥,等. 渤海海岸带地区土地利用时空演变及景观格局响应[J]. 遥感学报, 2011, 15(3): 604-620.
- [7] 买尔孜亚·吾买尔,阿里木江·卡斯木. 资源型城市土地利用变化与景观格局: 以新疆克拉玛依市为例[J]. 水土保持通报, 2016, 36(5): 283-287.
- [8] 叶长盛,王枫. 珠江三角洲地区土地利用和景观格局变化研究[J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 238-243.
- [9] 叶延琼,陈国阶. GIS 支持下的岷江上游流域景观格局分析[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(1): 112-115.
- [10] 陈利顶,刘洋,吕一河,等. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来[J]. 生态学报, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [11] 魏彦昌,吴炳方,张喜旺,等. 基于高分辨率影像的景观格局定量分析[J]. 国土资源遥感, 2009(2): 76-81.
- [12] 李晓琴,郭丽丽,廖铁军. 宜宾市土地利用变化分析[J]. 国土与自然资源研究, 2005(2): 45-46.
- [13] 漆良华,周金星,张旭东,等. 长江上游山丘区土地承载力研究与评价: 以四川省宜宾市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(2): 169-174.
- [14] 李德仁,丁霖,邵振峰. 关于地理国情监测若干问题的思考[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2016, 41(2): 143-147.
- [15] 张继贤,顾海燕,鲁学军,等. 地理国情大数据研究框架[J]. 遥感学报, 2016, 20(5): 1017-1026.
- [16] 刘梦莹,江帆,刘勇. 过去 20 年兰州新区秦王川地区土地利用景观格局变化[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(11): 111-116.
- [17] 顾泽贤,赵筱青,高翔宇,等. 澜沧县景观格局变化及其生态系统服务价值评价[J]. 生态科学, 2016, 35(5): 143-153.
- [18] 买提托合提·买提萨依木,阿里木江·卡斯木. 喀什市绿地景观格局分析[J]. 遥感信息, 2016, 31(3): 130-135.

(上接第 209 页)

(5) 为保证研究口径的统一性,本研究只统计 2006—2015 年近 10 a 的官方数据,时间尺度小,因此,研究结果不能完全反映福建省 9 地市的生态效率情况,仅作为参考。在生态效率指标的选取上,主要根据数据的易得性和可操作性,所建立的指标体系在反应生态效率的内涵和外延上还有一定的局限性。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 邹艳芬. 中国能源利用效率测度的国际对比研究[J]. 资源科学, 2013, 35(11): 2131-2141.
- [2] 刘丙泉,于晓燕,李永波. 基于共同前沿模型的中国区域生态效率差异研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(5): 211-214.
- [3] 郭露,徐诗情. 基于超效率 DEA 的工业生态效率: 以中部六省 2003—2013 年数据为例[J]. 经济地理, 2016, 36(6): 116-121.
- [4] 鄂慧芳,杜金柱. 基于超效率 DEA 模型的中国区域生态效率测度与差异分析[J]. 财经理论研究, 2015(4): 55-63.
- [5] 关伟,许淑婷. 中国能源生态效率的空间格局与空间效应[J]. 地理学报, 2015, 70(6): 980-992.
- [6] 陈梅,赵炜涛,邹雪雅. 中国两型社会试验区生态效率对比研究[J]. 科技进步与对策, 2015, 32(22): 39-45.
- [7] 戴志敏,曾宇航,郭露. 华东地区工业生态效率面板数据研究: 基于整合超效率 DEA 模型分析[J]. 软科学, 2016, 30(7): 35-39.
- [8] 许治,陈志荣,邓芹凌. 国家级创新型城市技术成就指数俱乐部收敛效应[J]. 科学学研究, 2013, 31(5): 790-800.
- [9] 张惠萍. 信息服务业的空间分布、区位策略与集聚: 以福建省为例[J]. 华东经济管理, 2013, 27(7): 79-84.
- [10] 张煜,孙慧. “丝绸之路经济带”9 省区市全要素生产率比较: 基于 DEA-Malmquist 指数法的研究[J]. 新疆社会科学, 2015(2): 15-22.
- [11] 胡尧. 关于成都城市生态经济建设的 SWOT 分析及对策建议: 基于景观生态学的视角[J]. 西部经济理论论坛, 2016, 27(2): 22-25.
- [12] 樊胜岳,陈玉玲,徐均. 基于公共价值的生态建设政策绩效评价及比较[J]. 公共管理学报, 2013, 10(2): 110-116.