

海洋科技创新能力对海洋经济绿色全要素生产率的影响研究

——基于我国沿海地区的实证分析

徐胜^{1,2}, 颜世钰¹

(1. 中国海洋大学经济学院 青岛 266100; 2. 中国海洋大学海洋发展研究院 青岛 266100)

摘要:海洋科技创新能力对海洋经济绿色健康发展具有重要作用。文章采用2007—2016年沿海11个省(自治区、直辖市)面板数据,首先建立对海洋科技创新能力的综合评价体系,使用熵值—TOPSIS法对我国沿海11个省(自治区、直辖市)的海洋科技创新能力进行测算,再运用DEA-Malmquist法测算我国沿海11个省(自治区、直辖市)的海洋经济绿色全要素率,最后通过建立GMM模型研究海洋科技创新能力对海洋经济绿色全要素生产率的影响。结果表明:海洋科技创新对于海洋经济绿色全要素生产率具有显著促进作用,有助于海洋经济绿色持续发展,海洋经济绿色全要素生产率增长主要源于海洋经济绿色技术进步指数而非海洋经济绿色技术效率指数。

关键词:海洋科技创新能力;海洋经济GTFP;GMM模型

中图分类号: P74

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2022)05-0023-09

Research on the Influence of Marine Science and Technology Innovation Capability on Green Total Factor Productivity of Marine Economy: Empirical analysis based on China's coastal areas

XU Sheng^{1,2}, YAN Shiyu¹

(1. College of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;

2. Marine Development Research Institute, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: The innovation capability of marine science and technology plays an important role in the green and healthy development of marine economy. This paper adopted the panel data of 11 coastal provinces (autonomous regions, municipalities) from 2007 to 2016. Firstly, a comprehensive evaluation system for marine technology innovation capabilities was established, and the Weight-TOPSIS method was used to evaluate the marine technology of 11 coastal provinces (autonomous regions, municipalities) in China. Then the DEA-Malmquist method was used to calculate the green total factor rate of the marine economy in 11 coastal provinces (autonomous regions, municipalities). Finally, the influence of marine science and technology innovation ability on green total factor productivity of marine economy was studied by establishing GMM model. The results

收稿日期: 2021-11-25; 修订日期: 2022-04-21

基金项目: 国家社科基金重大专项“新时代海洋强国指标体系与推进路径研究”(18VHQ003).

作者简介: 徐胜, 教授、博士生导师, 博士, 研究方向为经济结构转型与绿色金融、海洋经济

showed that scientific and technological innovation had a significant role in promoting the green total factor productivity of the marine economy, which was conducive to the sustainable development of the marine economy.

Keywords: Marine science and technology innovation capability, Marine economy GTFP, GMM model

0 引言

海洋经济高质量发展主要侧重于海洋经济发展动力方面和海洋经济发展绿色方面。在海洋经济发展的动力方面,我国海洋经济表现出较强的资源依赖性,以海洋渔业为代表的传统海洋产业仍旧在各海洋产业中占据主导地位,而海洋电力、海洋生物与医药等海洋新兴产业发展体量较小且动力不足,因而海洋领域也面临海洋产业结构升级和新旧动能转换的问题,这就需要加快海洋科技创新步伐。在海洋经济发展的绿色方面,依靠廉价海洋劳动力、丰富海洋资源使得海洋经济飞速发展的同时,劳动力成本的上升、资源边际报酬递减等问题日益凸显,全要素生产率的提高成为海洋经济持续发展的关键,再加之海洋生态系统受损严重而引发的环境压力,考虑资源和环境约束的海洋经济绿色全要素生产率更能体现新时代海洋经济绿色发展的要求。因此,研究海洋科技创新能力和海洋经济绿色全要素生产率之间的关系对海洋经济高质量发展具有重要意义。

在科技创新对绿色全要素生产率影响的相关研究中,涉及多个领域,何晓霞等^[1]从农业领域,研究发现各省的农业科技创新能够提升本省自身的农业绿色全要素生产率,但对周边省、市的农业绿色全要素生产率具有抑制作用;籍艳丽^[2]从工业领域,基于环境规制视角,研究发现高低环境规制水平下,科技创新对工业绿色全要素生产率的提升作用分别是显著和不显著;苏科等^[3]认为科技创新是绿色全要素生产率提升的重要推动因素,其影响效应表现在资源节约、产业结构和环境规制3个方面。在海洋经济发展的相关研究中,海洋科技创新与海洋经济发展之间存在着双向的影响作用关系,屈莉莉等^[4]证明了海洋科技创新能力与海洋经济之间存在互动正反馈机制;吴梵等^[5]研究了海洋科技对海洋经济影响的门槛效应,结果表明海洋科技创新对

海洋经济增长的影响存在对外开放门槛效应和金融发展门槛效应;Hubbard^[6]在不同海洋产业下,分析了海洋科技对海洋经济的影响;马仁锋等^[7]研究了海洋经济和海洋科技的影响关系及协调发展程度,证明了二者之间具有高一中一高的演替趋势;Lin等^[8]通过对中国沿海11个省(自治区、直辖市)科技能力在海洋渔业中表现出的贡献差异,来说明海洋科技对海洋经济的动力作用;房辉等^[9]分别构建海洋科技创新和海洋经济发展水平指标体系,运用动态因子分析模型来研究二者之间的动态变化趋势,在此基础上对各个省(自治区、直辖市)的海洋科技与经济的协调发展程度进行了分级。此外,海洋经济绿色全要素生产率是海洋经济绿色发展研究的重要内容,胡晓珍^[10]指出技术进步率是造成中国海洋经济绿色全要素生产率区域差异的主要因素;关洪军等^[11]指出海洋技术进步、海洋经济与制度管理是促进海洋经济绿色全要素生产率提高的重要影响因素,海洋规模经济对海洋经济绿色全要素生产率的促进作用不明显;丁黎黎等^[12]对海洋经济绿色全要素生产率内部驱动机制进行研究,得出海洋经济对海洋劳动与资源具有依赖性的结论;秦琳贵等^[13]指出科技创新对于海洋经济绿色全要素生产率的提升具有重要影响,并且该影响存在单一门槛效应;杜军等^[14]研究表明海洋环境规制、海洋科技创新与海洋经济绿色全要素生产率呈现三角促进关系。

根据以上文献梳理,目前对海洋科技创新与海洋经济绿色全要素生产率直接关系的研究甚少。基于此,本研究首先通过构建海洋科技创新能力评价的指标体系,运用熵值-TOPSIS法对海洋科技创新能力进行度量,再运用SBM-ML指数对海洋经济绿色全要素生产率进行测算,最后在此基础上研究海洋科技创新能力对海洋经济绿色全要素生产率的影响,揭示海洋科技创新能力对于我国海洋经济绿色健康发展中的作用和效果,为推动海洋经济绿

色持续发展提供决策参考。

1 海洋科技创新能力的度量

1.1 海洋科技创新能力指标体系的构建

依据指标体系的全面性、科学性和可操作性等原则^[15],从海洋科技创新投入、海洋科技创新产出和海洋科技成果转化 3 个方面选取 7 个三级指标构建海洋科技创新能力指标体系,具体指标见表 1。各指标数据均来源于 2007—2016 年《中国海洋统计年鉴》。

表 1 海洋科技创新能力指标体系及权重

一级指标	二级指标		三级指标	
	指标	权重	指标	权重
海洋科技创新能力	海洋科技创新投入	0.428 5	海洋科研机构数量	0.143 5
			海洋科研从业人员占涉海就业人员比率	0.142 1
			海洋科研经费收入占海洋生产总值比率	0.142 9
	海洋科技创新产出	0.428 0	海洋科技专利授权数	0.142 3
			出版科技著作数	0.143 0
			发表科技论文数	0.142 7
	海洋科技成果转化	0.143 5	海洋科研机构课题转化率	0.143 5

1.2 评价方法与评价结果

在对海洋科技创新能力进行评价时,选取熵值法和 TOPSIS 法相结合的综合评价方法。熵值法是根据选取的各指标数值所能提供的有效信息量的大小来确定指标权重,与主观赋权法相比,熵值法能避免主观性过强的缺点,使得评价结果更加科学。TOPSIS 法是一种以距离作为评价标准,对评价对象进行综合评价的方法,这一方法首先定义目标空间的某一测度,再据此计算评价对象与正、负理想解之间的距离,最后根据距离计算出评价对象对于理想解的贴近度,以此来得出对各评价对象的排名,但 TOPSIS 法赋权主观性较强。因此,本研究把熵值法和 TOPSIS 法结合,对指标进行赋权,以保证对海洋科技创新能力评价的合理性。

在进行评价过程中,首先对原始数据进行无量纲化处理,计算各级指标的权重,然后加权分层逐级综合,最后得到各个沿海省(自治区、直辖市)的科技创新能力指数。根据前文所述过程,求得各指标的信息熵权重如表 1 所示。

通过熵值-TOPSIS 法确定指标权重,根据所得数据,计算得出 2007—2016 年我国 11 个沿海省(自治区、直辖市)的海洋科技创新水平,表 2 是对 2007—2016 年 11 个沿海省(自治区、直辖市)海洋科技创新能力综合评价水平的描述性统计。

表 2 海洋科技创新能力综合评价指标描述性统计

省(自治区、直辖市)	平均值	标准差	最小值	最大值
辽宁	0.356 3	0.108 4	0.176 9	0.548 6
河北	0.276 1	0.096 4	0.076 8	0.344 7
天津	0.429 2	0.046 3	0.351 4	0.507 0
山东	0.556 3	0.085 0	0.467 6	0.794 6
江苏	0.405 2	0.079 3	0.212 2	0.512 1
上海	0.538 7	0.053 2	0.438 7	0.627 2
浙江	0.318 1	0.105 8	0.242 0	0.625 0
福建	0.182 9	0.042 5	0.134 1	0.287 9
广东	0.522 8	0.131 2	0.429 1	0.890 9
广西	0.158 7	0.096 9	0.083 2	0.351 8
海南	0.257 0	0.074 3	0.069 5	0.297 7

由表 2 可以看出,我国沿海 11 个省(自治区、直辖市)的海洋科技创新能力存在明显差异,可大致分为 3 个阶梯。第一阶梯为山东省、上海市和广东省,其海洋科技创新能力综合得分的平均值均超过 0.5,且标准差变化不大,表明这 3 个地区海洋科技创新基础良好且科技创新发展态势一直较好;第二阶梯为天津市、江苏省、辽宁省和浙江省,其海洋科技创新能力综合得分均在 0.3 以上,究其原因,是因为这 4 个地区的海洋科技创新基础较为良好,但海洋科技创新产出和成果转化与第一阶梯相比存在较大差距,因而整体得分处于中等水平;第三阶梯为河北省、海南省、福建省和广西壮族自治区,这 4 个地区的海洋科技创新能力综合得分均处于较低水平,表明缺少良好的海洋科技创新环境,海洋科技创新投入和产出也相应地减少,海洋科技成果转化作用不明显,导致了其在海洋科技创新能力综合评价中排名靠后。

2 海洋经济绿色全要素生产率的测度及分解

2.1 海洋经济绿色全要素生产率测度方法概述

数据包络分析(DEA)方法由 Charnes 等^[16]首先提出,作为一种较为客观的非参数方法,常被用

来测量一些决策部门生产效率,在使用时只需要投入和产出的数据。但是 DEA 模型无法体现全要素生产率随时间的动态变化情况,因此 Caves^[17] 将 Malmquist 指数纳入全要素生产率的测算之中,以反映效率变化的动态结构,由此形成了基于 DEA-ML 指数的静态与动态相结合的分析方法。目前,现有对海洋经济全要素生产率的测度方法主要是使用 DEA-Malmquist 相结合的方法。随着国家更加关注经济发展的可持续性,越来越多的学者强调要素生产过程中的生态效益,从经济发展到生态经济、从经济增长到绿色增长等从各个研究视角增加

$$ML^{t,t+1} = \left\{ \frac{[1 + \vec{D}_0^t(x_t, y_t, z_t; g_t)][1 + \vec{D}_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, z_{t+1}; g_{t+1})]}{[1 + \vec{D}_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}, z_{t+1}; g_{t+1})][1 + \vec{D}_0^{t+1}(x_t, y_t, z_t; g_t)]} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

式中: $\vec{D}_0^t(x_t, y_t, z_t; g_t)$ 和 $\vec{D}_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, z_{t+1}; g_{t+1})$ 为同期距离函数,分别表示在 t 、 $t+1$ 期构造的当期最佳实践前沿下投入产出的方向性距离函数; $\vec{D}_0^{t+1}(x_t, y_t, z_t; g_t)$ 和 $\vec{D}_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}, z_{t+1}; g_{t+1})$ 为混合期距离函数,分别表示在 $t+1$ 、 t 期构造第 t 、 $t+1$ 期投入产出的方向性距离函数。

动态 ML 指数被分解为技术进步效率指数 (TC) 和综合效率指数 (EC)。据此可得海洋经济 GTFP 分解公式如下:

$$GTFP^{t,t+1} = GTC^{t,t+1} \times GEC^{t,t+1}$$

2.2 投入产出指标选取

本研究选择我国 11 个沿海省(自治区、直辖市)为决策单元,每个决策单元包括投入、期望产出和非期望产出,以此作为本研究的对象,研究时段为 2007—2016 年,数据来源为 2007—2016 年《中国统计年鉴》《中国海洋统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》。依据绿色全要素生产率的概念与内涵,具体投入产出指标选取如下。

(1)投入指标。将生产过程中的投入要素分为劳动要素、资本要素和能源要素。在具体海洋经济绿色全要素生产率的测算中,投入的劳动要素用沿海各地区涉海就业人员数衡量(X_1)。投入的资本要素用海洋经济资本存量衡量(X_2),首先参考张军等^[18]对中国省际物资存量的估计方法,采用永续盘存法计算沿海各地区资本存量及期初资本存量,用每年当期价格表示的名义资本存量,再利用每年固定资

对环境影响因素。因此,本研究在此基础上将海洋生态环境问题考虑进海洋经济全要素生产率的测算中,即测算我国沿海 11 个省(自治区、直辖市)的海洋经济绿色全要素生产率(GTFP)。在对海洋经济 GTFP 测算中,本研究构建了一个同时包含正向和负向产出的生产可能性集合,充分考虑非期望产出,基于 SBM 和 Malmquist 指数,实现对海洋经济 GTFP 的测算与分解。

运用考虑环境负产出的动态 SBM-ML 指数模型来对海洋经济 GTFP 进行测算, t 到 $t+1$ 时期的 ML 指数表示如下:

产品价格指数依次将名义量平减得到每年实际资本存量, t 期沿海地区 i 的资本总存量计算公式如下:

$$K_{i,t} = (1 - \delta_{i,t})K_{i,t-1} + I_{i,t}/P_{i,t}$$

式中: $K_{i,t}$ 、 $K_{i,t-1}$ 分别为 t 时期和 $t-1$ 时期沿海地区 i 的资本存量; $\delta_{i,t}$ 为 t 时期沿海地区 i 的折旧率,取固定值 9.6%; $I_{i,t}$ 、 $P_{i,t}$ 分别为 t 时期沿海地区 i 的固定资产总额和固定资产价格指数。

计算得到沿海地区资本总存量后,再采用海洋生产总值与 GDP 的比例作为比例系数进行折算,进而得到沿海各个地区的海洋资本存量。在能源要素的选取方面,用沿海各个地区海洋经济能源消费量衡量(X_3),具体计算时需用海洋生产总值与地区生产总值(GDP)的比例作为比例系数对沿海各地区能源消费量进行折算。

(2)产出指标。在期望产出方面,衡量指标选取地区的实际海洋生产总值 Y_1 ;在非期望产出方面,选择直接入海废水排放量 Z_1 和沿海工业固体废弃物排放量 Z_2 两个指标衡量。在测算分析中原始数据选用 2007—2016 年的相关指标,指标描述和数据单位如表 3 所示。

表 3 变量选取及含义

指标类型	指标描述	单位
投入指标(x_i)	X_1 :地区涉海就业人员数	万人
	X_2 :地区海洋经济资本存量	亿元
	X_3 :地区能源消费量	万吨标准煤
期望产出(y_i)	Y_1 :地区海洋生产总值	亿元
非期望产出(z_i)	Z_1 :直接入海废水排放量	万吨
	Z_2 :沿海工业固体废弃物排放量	万吨

表4为各投入与产出变量的描述性统计结果,据表4可知,各指标的样本观测值之间的变动幅度存在差异。具体分析各指标的变异系数,沿海11个省(自治区、直辖市)各年份间的涉海劳动力投入和资本存量差异比较大,这说明各区域劳动力投入规模以及资本存量差异明显,从一定程度上解释了沿海各地整体差异性巨大的原因。在非期望产出指标中,沿海工业固体废弃物排放量的波动相对最小,而直接入海废水排放量的样本值差异较大。

表4 投入产出指标的描述性统计

变量	最小值	最大值	平均值	标准差	变异系数
X_1	86.7	3 966	341.231 8	408.249 9	1.196 4
X_2	1.095 7	86.039 8	18.551 5	15.456 0	0.833 1
X_3	320.656 5	7 559.878	2 699.182	1 734.383	0.642 6
Y_1	343.5	15 968.4	4 293.816	3 326.939	0.774 8
Z_1	0	107 994.4	11 400.42	17 399.78	1.526 2
Z_2	0	60.835 2	60.835 2	9.934 4	0.163 3

注:为了能够得到2007—2016年沿海各省(自治区、直辖市)海洋经济GTFP,在测算中本研究以2006年的数据为起始。

2.3 海洋经济绿色全要素生产率

2.3.1 海洋经济绿色全要素生产率测算结果

本研究使用Max DEA软件输出测算结果,对10年间我国沿海11个省(自治区、直辖市)海洋经济绿色全要素生产率及其分解指标进行了测算。表5为2007—2016年我国总体海洋经济GTFP及其分解指标。

表5 我国2007—2016年海洋经济绿色全要素生产率

年份	GTFP	GEC	GTC
2007	1.315 9	1.036 6	1.582 5
2008	1.307 7	1.035 9	1.579 5
2009	1.002 7	1.028 2	0.977 2
2010	1.342 1	0.963 6	1.720 6
2011	1.104 5	1.024 6	1.184 4
2012	1.092 9	1.138 8	1.047 0
2013	1.191 4	0.954 8	1.428 0
2014	1.102 3	1.009 0	1.195 6
2015	1.029 4	0.950 1	1.108 7
2016	1.005 4	0.923 9	1.086 9
平均值	1.149 4	1.006 6	1.291 0

注:在具体测算中,以2006年数据为起始。

分年度看,在2006—2008年,我国“十一五”期间提出了节能减排的要求,在此期间海洋经济绿色技术效率指数(GEC)较低,但同期海洋经济绿色技术进步指数(GTC)保持在较高水平,对于海洋经济GEC所带来的负效应进行了适当抵消,使得总体海洋经济GTFP保持在一个较高水平。2008—2009年受全球金融危机的影响,海洋经济GTFP大幅下降至1.002 7,海洋经济GEC和海洋经济GTC均有明显下降,且海洋经济GTC下降幅度更大。经过2009年之后,从2010年开始,海洋经济GEC的变化相对平稳,基本维持在1左右,海洋经济GTFP的变动主要是受海洋经济GTC的影响,同期海洋经济GTFP基本在1.015左右。从海洋经济GTFP分解情况来看,2010年之后海洋经济GTC对海洋经济GTFP具有较强的正向效应,而海洋经济GEC对海洋经济GTFP的总体效应为负。其主要原因可能是由于,我国虽然拥有丰富的海洋资源,但对其利用和配置能力有限,存在一定的低效率性,与海洋利用和治理相关的配套法律法规不够完善,使得海洋资源的配置效率不高,从而影响海洋经济GEC对海洋经济GTFP作用的发挥。相比较而言,在海洋经济GTC方面,其对海洋经济GTFP提升发挥了较大作用,这得益于涉海创新主体不断推进海洋创新的提升,涉海企业创新生产技能,涉海高校和科研机构为海洋科技的提升提供理论指导,均使得海洋经济GTC更好地发挥作用。

表6是2007—2016年我国沿海11个省(自治区、直辖市)海洋经济绿色全要素生产率的测算结果。按照研究期间内沿海各地区海洋经济GTFP平均值排名,将沿海11个省(自治区、直辖市)分为4个层次:山东省和上海市的海洋经济GTFP平均值均在1.3以上,属于第一层次;天津市、广东省和江苏省、为第二层次,其海洋经济GTFP平均值在1.15~1.2;浙江省、辽宁省和河北省属于第三层次,其海洋经济GTFP平均值在1.05~1.15;海南省、福建省和广西壮族自治区的海洋经济GTFP在1.05以下,海洋经济GTFP较低,属于第四层次。图1为2007—2016年4个层次和全国海洋经济GTFP变化趋势图。

表 6 2007—2016 年我国沿海 11 个省(自治区、直辖市)海洋经济 GTFP

省(自治区、直辖市)	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	平均值	排名
辽宁	1.411	1.404	0.948	1.259	1.011	0.984	1.018	1.017	1.003	1.012	1.107	7
河北	1.157	1.153	0.975	1.252	1.224	0.832	1.022	1.010	0.987	1.000	1.061	8
天津	1.619	1.616	1.064	0.850	1.044	1.012	1.938	0.991	0.792	1.059	1.199	3
山东	1.416	1.408	1.068	1.696	1.503	1.172	1.581	1.310	1.513	1.323	1.399	1
江苏	1.342	1.302	1.043	1.328	0.957	1.151	1.280	1.011	1.006	1.081	1.150	5
上海	1.569	1.557	1.504	1.604	1.424	1.338	1.422	1.235	0.997	0.853	1.350	2
浙江	1.287	1.279	0.983	1.327	1.021	1.002	1.003	1.188	1.000	1.009	1.110	6
福建	1.097	1.093	0.931	1.093	1.094	1.022	1.092	1.004	0.979	0.907	1.031	10
广东	1.406	1.399	0.554	2.161	0.798	1.409	0.998	1.022	1.025	0.924	1.170	4
广西	0.929	0.924	0.961	1.083	0.970	1.121	0.991	1.045	1.022	1.069	1.012	11
海南	1.157	1.248	1.000	1.110	1.103	0.979	0.761	1.294	1.000	0.824	1.048	9

注:在具体测算中,以 2006 年数据为起始。

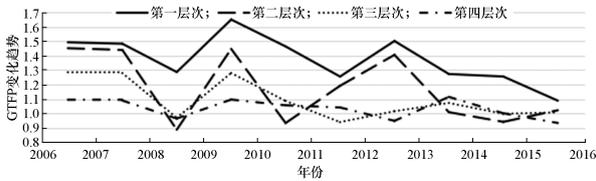


图 1 2007—2016 年我国沿海 11 个省(自治区、直辖市)海洋经济 GTFP 变化趋势

2.3.2 空间格局下 Malmquist 指数分解分析

图 2 为第一层次下两个地区的 GEC 和 GTC 变化趋势图,可以看出,同为第一层次的山东省和上海市的海洋经济技术效率指数在各年间差别不大,数值保持在 1 左右,技术进步指数对海洋经济绿色全要素生产率起决定作用,但两个地区技术进步指数呈现不同的变动类型,上海市技术进步指数变化为平稳型,基本在 1.5 左右,而山东省技术进步指数变化为波动型,这与山东省海洋运输业和海洋船舶工业较多有关,导致其在入海污染物方面存在较大的不确定性。

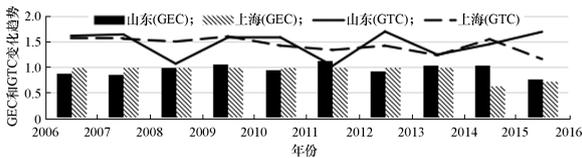


图 2 第一层次地区的 GEC 和 GTC 变化趋势

图 3 为第二层次下 3 个地区的 GEC 和 GTC 变化趋势图,可以看出,在技术效率指数方面,3 个地区在各年间变化均不大,海洋经济绿色全要素生产率的变动主要受技术进步指数的影响,在 2010 年之前 3 个地区技术进步指数波动幅度较大,这是因为

各地区涉海企业这一技术进步主体的管理与创新能力在不断探索中,在 2010 年之后技术进步指数的作用就趋于稳定,是使得 3 个地区保持在海洋经济绿色全要素生产率第二层次的主要动因。

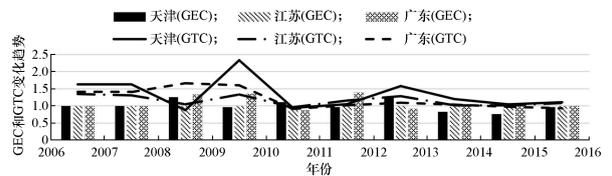


图 3 第二层次地区的 GEC 和 GTC 变化趋势

图 4 为第三层次下 3 个地区的 GEC 和 GTC 变化趋势图,可以看出,在技术效率指数方面,3 个地区在各年间的数值都为 1,海洋经济绿色全要素生产率的变动全部来自技术进步指数,从时间维度看,3 个地区技术进步指数近年来呈现稳定态势且在 1 左右,因而对这些地区来说,应该提升对技术效率水平的重视,通过改善技术效率水平来提升海洋经济绿色全要素生产率。

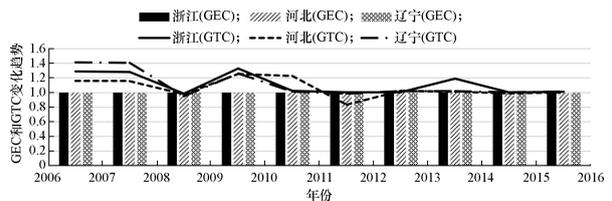


图 4 第三层次地区的 GEC 和 GTC 变化趋势

图 5 为第四层次下 3 个地区的 GEC 和 GTC 变化趋势图,可以看出,在技术效率指数变化方面,福建和广西变化幅度不大,海南技术效率指数变化存在较大波动,数值大部分处于小于 1 的水平,表明这两个

地区在海洋管理与海洋资源使用上存在不合理之处,导致海洋经济技术效率指数不高,抑制了海洋经济绿色全要素生产率的提升;在技术进步指数变化方面,福建和广西变化幅度不大且水平不高,而海南波动幅度较大但水平提升方面存在较大阻碍,近年来下降趋势明显,从而导致这些地区海洋经济绿色全要素生产率在沿海各省(自治区、直辖市)中排在末位。

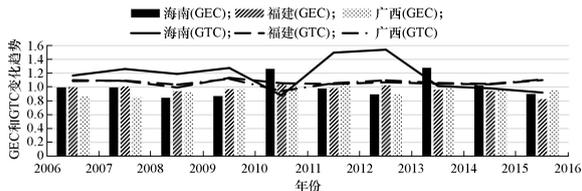


图 5 第四层次省市 GEC 和 GTC 变化趋势

3 实证分析

3.1 模型设定

本文主要研究海洋科技创新能力对海洋经济绿色全要素生产率的影响,其中被解释变量为海洋经济 GTFP 及其分解得出的海洋经济 GEC 和海洋经济 GTC;解释变量为前文中用熵值-TOPSIS 法测算得出的科技创新能力指数 MST,此外,选取的控制变量如下:区域经济发展水平 Pgd,选用地区人均实际 GDP 的对数值衡量;区域教育水平 Edu,选用地区的平均教育年限的对数值来衡量;区域工业发展水平 Ind,采用区域工业产值的对数值衡量;区域海洋产业结构 Is,采用海洋第三产业占海洋生产总值之比表示;区域环境污染治理水平 Envi,采用地方污染治理支出总额的对数值衡量;区域基础设施建设水平 Infr,采用区域公路密度的对数值衡量。本文实证分析部分的时间跨度为 2007—2016 年。各变量描述性统计结果如表 7 所示。

表 7 各变量的描述性统计结果

变量	均值	标准差	最小值	最大值
GTFP	1.130 9	0.248 5	0.553 5	2.161 3
GEC	0.996 2	0.218 9	0.334 2	2.261 6
GTC	1.165 5	0.266 7	0.470 5	2.327 1
MST	0.363 1	0.141 9	0.083 2	0.627 2
Pgd	10.820 1	0.461 0	9.592 3	11.666 2
Edu	2.211 7	0.084 0	2.037 3	2.396 8
Ind	9.011 3	1.105 4	5.705 9	10.393 6
Is	48.700 0	7.664 3	31.300 0	65.500 0
Envi	5.424 1	0.957 1	2.541 6	7.255 7
Infr	1.069 1	0.471 2	0.474 0	2.377 3

根据上述分析以及变量选取结果,为衡量各变量对海洋经济绿色全要素生产率的影响,设定模型(1),并且为检验在影响海洋经济绿色全要素生产率时内在路径的差异,分别设定模型(2)和模型(3),具体如下:

$$GTFP_{it} = \beta_0 GTFP_{it-1} + \beta_1 MST_{it} + \gamma_i X_{it} + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (1)$$

$$GEC_{it} = \beta_0 GEC_{it-1} + \beta_1 MST_{it} + \gamma_i X_{it} + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

$$GTC_{it} = \beta_0 GTC_{it-1} + \beta_1 MST_{it} + \gamma_i X_{it} + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (3)$$

式(1)、式(2)和式(3)分别为海洋科技创新能力对海洋经济 GTFP、海洋经济 GEC 和海洋经济 GTC 的影响模型, i 为省(自治区、直辖市), t 为年份, α_i 为不随时间变化的地区特质,考虑到变量的自相关性,在解释变量中选择引入被解释变量的滞后一期项,构成动态面板数据, X_{it} 代表控制变量, ϵ_{it} 为随机扰动项。

3.2 实证分析

3.2.1 单位根检验

在利用面板数据实证分析前,首先通过单位根检验来确保数据的平稳性,本文分别选取 LLC、IPS 方法进行单位根检验,结果如表 8 所示。

表 8 变量单位根检验

变量	LLC	IPS
GTFP	-24.260 4***	-6.217 9***
TC	-43.776 2***	-8.287 5***
EC	-5.849 7*	-6.442 8*
MST	-25.937 9**	-16.501 4***
Pgd	-8.627 1***	-1.197 1*
lnEdu	-97.182 3***	-36.975 2***
lnInd	-3.941***	-1.798 1*
lnEnvi	-10.667 2***	-2.252 7*
Infr	-8.716 7***	-2.142 7*

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下显著。

表 8 结果显示,无论是同根还是异根的单位根假设,LLC 和 IPS 检验结果均拒绝了原假设,表明本文实证分析所选变量均不存在单位根,序列是平稳的。

3.2.2 GMM 模型结果分析

在进行系统 GMM 回归时,选用 Sargan 检验和 Abond(2)检验,完成工具变量过度识别和扰动项自

相关检验。表9给出的实证分析结果显示,Sargan检验的 P 值均大于0.1,AR(2)的 P 值均大于0.05,表明系统GMM模型的估计量具备一致性,模型不存在二阶自相关。

表9 GMM模型回归结果

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)
	GTFP	GEC	GTC
L. GTFP	-0.269 3* (-1.61)		
L. GEC		-0.339 3*** (-6.54)	
L. GTC			-0.287 6* (-1.72)
MST	0.986 8*** (4.58)	0.272 0** (2.31)	0.796 3** (2.49)
Pgdp	0.219 7* (1.8)	0.057 8* (1.83)	0.161 1 (0.89)
Edu	1.936 6*** (3.49)	0.470 6** (2.05)	2.297 7*** (2.89)
Ind	-0.143 7** (-2.13)	-0.061 0** (-2.29)	-0.140 2* (-1.97)
Is	0.410 3** (2.81)	0.061 2* (1.89)	0.318 6** (2.43)
Envi	0.120 3** (2.11)	0.004 4* (1.98)	0.046 2* (2.05)
Infr	-0.241 7* (-1.70)	0.064 4*** (2.85)	-0.437 3*** (-2.32)
_cons	6.091 0*** (3.56)	2.019 2** (2.42)	6.939 6*** (4.67)
Sargan(p)	0.266	0.351	0.373
AR(2)	0.342	0.507	0.396

注: *、**、*** 分别表示在10%、5%、1%的显著性水平下显著。括号内数值为各参数估计 t 统计量。

表中海洋经济GTFP、海洋经济GEC和海洋经济GTC的所有一阶滞后项分别在10%、1%和10%的显著性水平下显著,说明这3个变量的发展变化均具有较强的延续性。

(1)分析海洋科技创新能力以及各控制变量对海洋经济GTFP的影响。通过观察表9中第一列

数据,可以发现海洋科技创新能力对海洋经济GTFP在1%的显著性水平下有正向影响,影响系数为0.9868,这说明海洋科技创新能力在99%的置信水平上能够促进海洋经济GTFP的提高。此外,区域经济发展水平提升、区域教育水平提升、海洋产业结构的改善及环境污染治理水平的提升有利于提升海洋经济GTFP,沿海工业规模及区域公路密度对海洋经济GTFP的提升具有负向作用。

(2)分析海洋科技创新能力及各控制变量对海洋经济GEC和海洋经济GTC的影响,通过观察表9中第二列、第三列数据,发现海洋科技创新能力对海洋经济GTC的影响系数为0.7963大于对海洋经济GEC的影响系数0.2720,说明海洋科技创新能力对于海洋经济绿色技术进步效应的正向促进作用大于海洋经济绿色技术效率效应。出现这一现象可能是由生产率提高的过程决定的,企业生产扩大除了通过规模扩张外还可通过技术进步,而科技研发、科技进步是提高生产率的第一步,起到推动作用。但是相比较来说,效率的提升则需要一定的技术作为基础,因此在海洋经济绿色发展方面,技术进步的带动作用也远比技术效率的整体提升作用要显著。

4 结语

本文首先对沿海11个省(自治区、直辖市)2007—2016年的海洋科技创新能力以及海洋经济绿色全要素生产率进行评价,其次再研究海洋科技创新能力对沿海各地区海洋经济绿色全要素生产率的影响。在此基础上,对相关结论进行总结归纳。

(1)对于海洋科技创新能力,从海洋科技投入、产出及成果转化3个方面构建多指标体系,选用熵值-TOPSIS法确定各指标的权重,以此分析各地海洋科技创新能力。结果发现,近10年我国沿海11个省(自治区、直辖市)的海洋科技创新能力存在明显差异,可大致分3个阶梯。第一阶梯为山东省、上海市和广东省,其海洋科技创新能力综合得分的平均值均超过0.5;第二阶梯为天津市、江苏省、辽宁省和浙江省,其海洋科技创新能力综合得分均在0.3以上,整体得分处于中等水平;第三阶梯为河北省、海南省、福建省和广西壮族自治区,这4个地区

的海洋科技创新能力综合得分均处于较低水平。

(2)在绿色全要素生产率计算的基础上,从海洋经济角度考虑,在对海洋经济 GTFP 测算中构建了一个同时包含正向和负向产出的生产可能性集合,充分考虑非期望产出,基于 SBM 和 Malmquist 指数,实现对海洋经济 GTFP 的测算与分解。结果分析我国的海洋经济绿色全要素生产率自 2013 年之后呈现稳定且略有下降的趋势,技术进步是其增长动力的主要来源,从区域层面看,研究期间内海洋经济 GTFP 水平可以分为 4 个层次:山东省和上海市属于第一层次,天津市、江苏省、广东省属于第二层次,浙江省、河北省和辽宁省属于第三层次,海南省、福建省和广西壮族自治区属于第四层次,各层次省(自治区、直辖市)海洋经济绿色全要素生产率经 ML 指数分解后,表现出不同的空间特征。

(3)采用系统 GMM 模型进行实证分析,并通过 Sargan 和 Abond(2)检验等验证数据分析的准确性。实证分析结果表明,科技创新对于海洋经济绿色全要素生产率具有显著促进作用,有助于海洋经济高质量发展,海洋经济绿色全要素生产率增长主要源于海洋经济绿色技术进步指数而非技术效率指数。

参考文献

[1] 何晓霞,毛伟.农业科技创新对农业绿色全要素生产率的空间效应分析[J].安徽行政学院学报,2021(1):58-64.

[2] 籍艳丽.科技创新对工业绿色全要素生产率的门槛效应分析:基于环境规制视角[J].河南工学院学报,2020,28(3):30-34.

[3] 苏科,周超.人力资本、科技创新与绿色全要素生产率:基于长江经济带城市数据分析[J].经济问题,2021(5):71-79.

[4] 屈莉莉,程杨阳,汪心怡.基于 PLS-SEM 方法分析海洋科技创新与海洋经济发展的协同效应[J].统计与管理,2021,36(5):109-115.

[5] 吴梵,高强,刘韬.海洋科技创新对海洋经济增长的门槛效应研究[J].科技管理研究,2019,39(20):113-120.

[6] HUBBARD J. Mediating the North Atlantic environment: Fisheries biologists, technology, and marine spaces[J]. Environmental History, 2013, 18(1): 88-100.

[7] 马仁锋,王腾飞,吴丹丹.长江三角洲地区海洋科技—海洋经济协调度测量与优化路径[J].浙江社会科学,2017(3):11-17+155.

[8] LIN X H, ZHENG L, LI W W. Measurement of the contributions of science and technology to the marine fisheries industry in the coastal regions of China [J]. Marine Policy, October 2019, 108: 103647.

[9] 房辉,原峰,熊涛,等.我国区域海洋科技创新与海洋经济发展协调度研究[J].海洋经济,2019,9(3):48-54.

[10] 胡晓珍.中国海洋经济绿色全要素生产率区域增长差异及收敛性分析[J].统计与决策,2018,34(17):137-140.

[11] 关洪军,孙珍珍,高浩楠,等.中国海洋经济绿色全要素生产率时空演化及影响因素分析[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2019(6):40-53.

[12] 丁黎黎,刘少博,王晨,等.偏向性技术进步与海洋经济绿色全要素生产率研究[J].海洋经济,2019,9(4):12-19.

[13] 秦琳贵,沈体雁.科技创新促进中国海洋经济高质量发展了吗:基于科技创新对海洋经济绿色全要素生产率影响的实证检验[J].科技进步与对策,2020,37(9):105-112.

[14] 杜军,寇佳丽,赵培阳.海洋环境规制、海洋科技创新与海洋经济绿色全要素生产率:基于 DEA-Malmquist 指数与 PVAR 模型分析[J].生态经济,2020,36(1):144-153+197.

[15] 徐孟,刘大海,李森,等.中国涉海城市海洋创新能力测度与评价[J].科技和产业,2019,19(1):47-54.

[16] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operational Research, 1979, 2(6): 429-444.

[17] CAVES R E. Multinational enterprise and economic analysis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

[18] 张军,张吉鹏,吴桂英.中国涉海城市海洋创新能力测度与评价[J].经济研究,2004(10):35-44.