

我国海洋科技进步贡献率效率研究

——基于索罗和三阶段 DEA 混合模型

杜海东¹,关伟^{1,2},王嵩¹,梁湘波³

(1. 辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心 大连 116029;2. 辽宁师范大学城市与环境学院 大连 116029;
3. 国家海洋技术中心 天津 300112)

摘要:海洋科技是未来海洋经济发展的重要驱动力量。文章运用索罗模型和三阶段 DEA 方法测度我国沿海 11 省(自治区、直辖市)2006—2013 年的海洋科技进步贡献率及其效率,并借助 Malmquist 指数模型对海洋科技进步贡献率的效率变化情况进行分解研究。结果表明:我国海洋科技进步贡献率在时间上变化差异较大,尤其是 2011—2013 年下降趋势明显;在空间上华南地区的广东、广西和海南的贡献率上升,华东地区的江苏、浙江和上海的贡献率下降;根据 Malmquist 指数判断效率变化的原因,其中天津、辽宁和福建是规模效率变化,上海、广西和海南是技术变化,河北、江苏、浙江、山东和广东是技术变化和规模效率变化双重驱动。最后,在研究结果的基础上提出相关对策建议。

关键词:科技进步贡献率;海洋科技;科技创新;可持续发展

中图分类号:P7 文献标志码:A 文章编号:1005—9857(2017)04—0070—11

The Efficiency of Chinese Marine Science and Technology Progress Contribution Rate:Based on Solow and Three-stage DEA Model

DU Haidong¹,GUAN Wei^{1,2},WANG Song¹,LIANG Xiangbo³

(1. Center for studies of Marine Economy and Sustainable Development,Liaoning Normal University, Dalian 116029, China; 2. School of Urban and Environment, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China; 3. National Ocean Technology Center, Tianjin 300112, China)

Abstract: Marine science and technology is the driving force of the development of the future marine economy in China. To clarify the contribution of this driving force, this paper measured the contribution rate of scientific and technological progress and the efficiency of the eleven coastal provinces and cities of China in 2006—2013, by the Solow Model and the three-stage DEA. By using the Malmquist index model, the efficiency change of the contribution rate of scientific and technological progress was analyzed. The results showed that the contribution rate of marine science and technology progress in our country has changed greatly from the view of time, especially

the decrease of 2011—2013; from the spatial perspective, the contribution rate of Guangdong, Guangxi and Hainan in Southern China increased, while the contribution rate of Shanghai, Jiangsu, Zhejiang and Fujian in East China decreased. According to the Malmquist index to determine the reason of efficiency variation, Tianjin, Liaoning and Fujian are the scale efficiency, Shanghai, Guangxi and Hainan are the reason of technological change, and Hebei, Jiangsu, Zhejiang, Shandong and Guangdong are affected by the both. Some relevant recommendations were also put forward.

Key words: Scientific and technological progress contribution rate, Marine technology, Technological innovation, Sustainable development

在海洋经济成为经济发展新增长点的大背景下,世界各发达国家将海洋科技看做加速海洋经济发展的重中之重。21世纪以来,世界海洋经济朝纵深方向发展,海洋经济对海洋科技的依赖性日益增强,海洋科技对海洋经济的驱动作用日渐凸显,海洋科技发展水平已成为衡量世界各国海洋竞争实力乃至综合国力的重要依据之一。

在国际发展竞争日趋激烈和我国发展动力转换的形势下,我国《国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》明确指出“必须把发展基点放在创新上,形成促进创新的体制构架,塑造更多依靠创新驱动、更多发挥先发优势的引领型发展”,并新增“科技进步贡献率”指标。海洋经济具有高科技、高风险、高投入和高收益的特征,同时海洋经济发展和海洋开发利用有密切关系,而海洋科学技术的发展直接带动海洋开发利用^[1],因此科学技术在海洋经济发展过程中发挥着举足轻重的作用。海洋科技渗透于海洋产业的各个领域,即使是传统海洋产业也应用大量海洋新技术。海洋科技创新能力直接影响着海洋资源开发利用程度、海洋经济发展水平和海洋经济可持续发展能力^[2]。海洋科技进步具有重要地位和发展潜力,加速海洋科技进步势在必行。

国外在海洋科技相关研究方面已积累一定的成果:Korsmo^[3]从历史、政治和人类的角度审视海洋科技;David Doloreux^[4]探讨创新支持组织在整个海洋科技创新系统中的作用;Oihane^[5]提出一种对海洋科技的可持续性的整体评估的综合测量方法。随着我国对海洋科技重视的加强,近年来也涌

现一批海洋科技方面的研究成果。在沿海地区整体层面,殷克东^[6]构建我国海洋科技实力的综合评价指标体系,并对2002—2006年我国沿海地区海洋科技实力的测度结果进行分析;王泽宇^[2]对我国沿海地区海洋科技创新能力和海洋经济发展进行评价,并运用协调度模型对海洋科技创新能力与海洋经济发展的协调度进行度量;刘大海^[7]对“十五”和“十一五”期间山东省海洋科技进步贡献率进行测算;戴彬^[8]测度2006—2011年沿海11个省(自治区、直辖市)海洋科技全要素生产率指数,并对其时空格局演变及影响因素进行分析;王艾敏^[9]采用回归模型探究我国海洋科技与海洋经济协调互动机制,结果表明我国海洋经济和海洋科技之间的作用效果较弱,实现海洋经济和海洋科技的良性互动仍需努力。在各个沿海地区层面,陈倩^[10]对环渤海地区三省一市的海洋科技投入产出进行比较分析,佐证环渤海地区的海洋科技实力;李彬^[11]通过多种评价方法的组合模型对山东半岛蓝色经济区进行海洋科技创新能力评价,结果显示海洋科技转化率是制约山东海洋科技发展的关键因素;王丽娜^[12]根据江苏海洋科技发展现状分析制约江苏海洋科技发展的瓶颈因素;徐长乐^[13]对上海海洋科技进行SWOT分析,认为上海应当继续加大海洋科技投入力度;崔旺来^[14]对浙江海洋科技投入产出进行综合评价及比较分析,并提出相关政策建议;马志荣^[15]对广东海洋科技发展的优势和面临的问题进行分析,为广东海洋科技创新战略实施提出政策建议;徐进^[16]通过构建海洋科技创新能力指标体系,分析我国三大海洋经济示范区之间的差异情况。此外,

谢子远^[17]、王金平^[18]、王双^[19]、石莉^[20]分别对澳大利亚、英国、韩国和美国发展海洋经济和海洋科技的经验进行总结,并对我国海洋经济科技发展提出建议。以上研究仍远不能满足飞速发展的海洋科技需求,当前研究的视角也仍有狭窄之处^[21];相关文献只是单纯计算海洋科技进步贡献率以及海洋科技效率,缺少海洋科技对海洋经济发展贡献效率测度研究;赵楠^[22]虽引出贡献率效率的概念,但缺乏对效率客观全面的测度。

基于此,本研究以海洋科技进步贡献率为切入点,运用索罗模型测算我国沿海 11 省(自治区、直辖市)的海洋科技进步贡献率,并以其为产出变量,以海洋科技的人力、资本和科技成果为投入变量,以海洋科技系统人员结构和政府影响力为环境变量,应用三阶段 DEA 方法测度 2006—2013 年我国沿海 11 省(自治区、直辖市)的科技贡献率效率,并用 Malmquist 生产力指数模型进行动态分析,根据测度结果与分析对我国海洋科技发展提出相关对策建议。

1 研究方法和数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 索罗模型

美国经济学家索罗(Robert Merton Solow)最早提出科技进步贡献率^[23],即科技进步对经济增长的贡献份额。1957 年索罗又提出希克斯中性技术进步函数 $Y = A_0 e^{\lambda t} K^{\alpha} L^{\beta}$, 其中 A_0 为基期科技水平, λ 为科技进步率, Y 、 K 、 L 分别表示 t 时期的产出、资本投入和劳动力投入, α 和 β 分别表示资本弹性和劳动弹性。对索罗模型进行取对数、对 t 求导、差分替代微分以及替换(相关过程可参见朱莉芬^[24]的研究结果)可以得到索罗增长速度方程,即 $y = \lambda + \alpha k + \beta l$, $\lambda/y \times 100\%$ 即为科技进步贡献率。

1.1.2 三阶段 DEA 模型

由于传统 DEA 模型没有考虑到环境因素对效率所产生的影响, Fried^[25]等提出考察外生环境变量对效率的影响的四阶段 DEA 模型的评价方法;但四阶段法仍无法剔除随机误差所造成的影响,因此 Fried^[26]等进一步对四阶段 DEA 法进行优化,并提出三阶段 DEA 模型法,既调整环境变量的影响,

又剔除随机误差项的影响。本研究采用 BCC 模型。

三阶段 DEA 模型的构建和运用包括 3 个阶段:

(1)第一阶段——超效率 BCC 模型。BCC 模型把 CCR 固定规模报酬的假设改为可变规模报酬,从而将 CCR 模型中的技术效率分解为配置效率和纯技术效率,即技术效率 = 纯技术效率 $\times$ 配置效率^[27]。由于普通的 BCC 模型并不能体现样本达到相对有效后的效率变化情况,本研究采用超效率 DEA-BCC 模型,其形式为:

$$\begin{aligned} \min \theta_0 - \epsilon & \left[\sum_{i=1}^I \lambda_i x_{ij} + S_j^- + \sum_{r=1}^R S_r^+ \right] \\ \text{s. t. } & \begin{cases} \sum_{i=1}^I \lambda_i x_{ij} + S_j^- = \theta_0 x_{j0}; \forall j \in J, \\ \sum_{i=1}^I \lambda_i y_{ir} - S_r^+ = y_{r0}; \forall r \in R, \\ S_j^-, S_r^+, \lambda_i \geq 0, \sum_{i=1}^I \lambda_i = 1. \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

式中:对于 I 个决策单元(DMU)的 J 种投入和 R 种产出,以 x_{ij} 表示决策单元 I 的第 j 项投入、以 y_{ir} 表示决策单元 I 的第 r 项产出。 θ 表示决策单元的有效值,若 $\theta = 1$,且 $S_j^- = S_r^+ = 0$,则决策单元表现为 DEA 有效;若 $\theta = 1$,且 $S_j^- \neq 0$ 或 $S_r^+ \neq 0$,则决策单元表现为 DEA 弱有效;若 $\theta < 1$,则决策单元表现为 DEA 无效。

(2)第二阶段——SFA 分析模型。Fried 等^[26]认为,第一阶段分析得出的投入/产出松弛变量受外部环境因素、随机因素和管理效率 3 部分的影响。Timmer^[28]提出随机前沿分析(SFA)模型,此模型考虑外部环境因素对相对效率造成的影响,建立投入的松弛变量模型 $S_{nk} = X_{nk} - \lambda X_n$, 其中第 k 个决策单元的第 n 个投入值为 X_{nk} , 其松弛变量为 S_{nk} 。根据 Batese、Coelli^[29]的差额变量和环境变量关系模型 $S_{nk} = f^n(Z^k; \beta^n) + V_{nk} + U_{nk}$, 其中 S_{nk} 为第 k 个决策单元第 n 种投入的松弛变量, Z_k 为环境变量; $f^n(Z^k; \beta^n)$ 表示环境变量对投入松弛变量 S_{nk} 的影响,且 $V_{nk} \sim N(0, \sigma_{vn}^2)$; U_{nk} 表示管理无效率,并假设 U_{nk} 服从截断正态分布,即 $U_{nk} \sim (\mu_n, \sigma_{vn}^2)$, V_{nk} 与 U_{nk} 独立不相关。尤其地,当 $\gamma = \sigma_{vn}^2 / (\sigma_{vn}^2 + \sigma_{un}^2)$ 的值趋近于 1 时表明主要的影响因素是管理因素,而当其趋近于 0 时表明随机误差的影响占主导

地位。

利用 SFA 模型回归的结果对 n 个决策单元的投入变量数据进行调整,剔除环境因素和随机误差的影响,可以算出单纯反映管理水平的效率值^[30]。基于最有效的决策单元,以其投入量为基础,对其他各样本投入量调整为:

$$X_{nk}^* = X_{nk} + [\max_k(Z_k, \bar{\beta}^n) - Z_k \bar{\beta}^n] + [\max_k(\bar{V}_{nk}) - \bar{V}_{nk}] \quad (2)$$

式中: X_{nk}^* 表示调整后的投入量; X_{nk} 表示原始的投入量。式(2)中第一个中括号表示将所有决策单元都调整到相同的外部环境下;第二个中括号表示将所有决策单元的随机误差都调整到相同的情形下,使每个决策单元都面临相同的随机误差影响。

(3)调整后的超效率 BCC 模型。用第二阶段 SFA 模型所得到的调整后的投入量代替原始投入量,产出量仍为原始产出量,并再次运用超效率 BCC 模型进行效率评估,由此得到的各决策单元的效率值就能很好地避免环境因素和随机因素干扰。

1.1.3 Malmquist 指数模型

t 时期和 $t+1$ 时期的 Malmquist 生产力指数的几何平均数可表示为:

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \cdot \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (3)$$

式中: x 、 y 分别表示 t 和 $t+1$ 时期的投入与产出, D 表示不同技术参照下的距离函数。进一步地,根据前人研究, Malmquist 生产力指数可以将综合效率分解为技术效率变化和技术进步率变化,技术效率变化又可以继续分解为纯技术效率变化和规模效率变化,即

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{S_0^t(x_t, y_t)}{S_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}/VRS)}{D_0^t(x_t, y_t/VRS)} \times \left[\frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_0^t(x_t, y_t)}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} = \text{TECh} \cdot \text{PEch} \cdot \text{SEch} \quad (4)$$

$M > 1$ 表示生产率提高, $M < 1$ 表示生产率降低, $M = 1$ 表示生产率不变。

1.2 指标选取与数据来源

在计算科技进步贡献率时,根据徐士元^[31]的研

究成果,资本投入量选取沿海地区全社会固定资产投资增长率,劳动投入量选取沿海地区涉海就业人数增长率,产出量选取各沿海省(自治区、直辖市)海洋生产总值增长率。

在计算各沿海省(自治区、直辖市)科技进步贡献率效率时,需要确定投入、产出指标和环境变量。借鉴樊华^[32]的研究成果,以海洋科研机构从业人员数量和经费收入分别作为人力和资本投入,将科技成果作为科技的投入变量。科技成果主要包括课题情况、科技论著情况和专利情况,本研究采用主观赋权法得到科技成果数量;发明专利的技术含量高且申请数不受专利授权机构审查能力的约束^[8],因此专利数赋权为 0.5,其余赋权 0.25。以科技进步贡献率作为唯一产出,由于科技进步贡献率有负值存在,而 DEA 模型的指标不能为负值,借鉴刘毅^[33]的处理方法,将科技进步贡献率采用最小—最大规范化方法进行数据变换,并映射到 $[1, 5]$ 的数据区间上,变换公式为

$$V' = \frac{V - \min_A}{(\max_A - \min_A) \times (\text{new_max}_A - \text{new_min}_A) + \text{new_min}_A} \quad (5)$$

式中: V 和 V' 分别表示原数据和处理后的数据; $\max_A$ 、 $\min_A$ 、 new_max_A 、 new_min_A 分别表示原数据和新数据的最大值和最小值。由于是将原数据映射到 $[1, 5]$ 的数据区间上,本研究取 $\text{new_max}_A = 5$, $\text{new_min}_A = 1$ 。

根据戴彬^[8]的研究成果,并从诸多环境影响因素中选取海洋科技系统人员结构和政府影响力作为环境变量,前者用海洋科技机构从业人员中研究生的比例体现人力投入的素质水平,后者用政府出资额占总筹资额的比例体现政府对科技投资的支持程度。

上述所有指标的基础数据均来自《中国海洋统计年鉴(2007—2014)》。

2 实证分析

2.1 海洋科技进步贡献率

2.1.1 索罗模型参数的确定

当前一般的估算方法有经验值法和系数回归法^[31]。对索罗模型取对数可以得到 $\ln Y = \ln A +$

$\alpha \ln K + \beta \ln L$ 。将 2006—2013 年的相关数据进行到索罗模型参数回归结果(表 1)。
对数化处理,然后利用 Eviews 8 进行回归,可以得

表 1 索罗模型参数回归结果

Variable	coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	−5.938 919	6.615 982	−0.897 663	0.410 5
K	0.614 341	0.126 963	4.838 742	0.004 7
L	1.143 884	0.995 038	1.149 588	0.302 3
R-squared	0.993 533	Mean dependent var		10.475 56
Adjusted R-squared	0.990 947	S. D. dependent var		0.338 095
S. E. of regression	0.032 169	Akaike info cniterion		−3.755 620
Sum squared resid	0.005 174	Schwarz criterion		−3.725 829
Log likelihood	18.022 48	Hannan—Quinn criter		−3.956 545
F-statistic	384.104 3	durbin—Watson stat		2.030 084
Prob(F-statistic)	0.000 003			

同时,结果的表达式为 $Y = -5.938\,919\,318\,58 + 0.614\,341\,299\,825 \times K + 1.143\,883\,866\,6 \times L$,从结果和检验值来看均符合要求。此外,由于假设规模报酬不变, $\alpha = \alpha_{\text{回归}} / (\alpha_{\text{回归}} + \beta_{\text{回归}})$, $\beta = \beta_{\text{回归}} / (\alpha_{\text{回归}} + \beta_{\text{回归}})$,即 $\alpha = 0.349\,4$, $\beta = 0.650\,6$,这一结果与国家给定的取值非常接近,因此本研究采取此结果进行海洋科技进步贡献率的测算。

2.1.2 海洋科技进步贡献率测算

根据索罗模型,得到我国沿海 11 省(自治区、直辖市)2006—2013 年海洋科技进步贡献率,针对各极值点,通过求拟合曲线上极值点位置的值予以替代,从而避免特殊年份海洋科技进步贡献率过大或过小的情况(表 2),其中带 * 的表示替代后的拟合数值。

表 2 我国沿海省(自治区、直辖市)海洋科技进步贡献率 %

地区	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
天津	−14.97	2.49	1.16	−0.70	* 3.66	10.73	6.73	9.48
河北	22.33	−0.31	1.78	* 9.71	15.31	21.45	3.87	0.28
辽宁	* 4.69	4.05	4.34	0.96	2.57	* 0.43	−7.63	4.24
上海	* 0.38	−0.49	6.31	−14.94	22.23	7.41	3.59	1.55
江苏	* 29.15	33.73	2.84	19.11	21.24	13.12	4.70	−2.91
浙江	* 20.58	12.86	14.15	20.34	7.56	10.32	−0.38	−0.79
福建	3.96	11.88	8.48	11.22	2.34	7.64	−5.18	3.44
山东	* 12.32	13.01	9.92	−0.35	12.15	6.90	4.96	1.02
广东	−10.98	0.19	0.84	6.64	15.03	6.74	9.98	−0.10
广西	* −3.45	−1.73	* 4.87	−3.45	9.89	5.81	15.15	9.84
海南	* 1.52	8.42	0.22	−4.92	5.12	6.23	4.01	7.50

根据结果来看,2006—2013 年我国各沿海省(自治区、直辖市)的海洋科技进步贡献率大部分呈现波动上升的趋势。从时间层面看,2006—2007 年 80%以上地区的海洋科技进步贡献率呈现上升趋势

势或保持原有状态,其中 7 个上升的地区平均上升 7.21%。这一趋势在 2007—2009 年发生变化,期间 60%地区的海洋科技进步贡献率呈现下降趋势或保持原有状态,尤其是 2008—2009 年有 50%以上

地区的海洋科技进步贡献率出现负值,其中 6 个下降的地区平均下降 8.37%,海洋科技对海洋经济发展起到阻滞作用。究其原因有 2 个方面。

(1)由于海洋经济受经济全球化影响较大,全球范围内出现的经济危机使我国海洋经济发展放缓,而劳动力投入和资本投入增长率仍然较高,导致彼时我国海洋经济从低科技密集向劳动密集和资本密集方向转变。

(2)我国海洋科技保持相对稳定,并没有得到加速发展以逆转海洋经济放缓的趋势,导致彼时海洋科技进步贡献率下降。而在 2010 年海洋科技进步贡献率又出现较大幅度的上升,除浙江和福建略有下降外,其余 9 个地区的海洋科技进步贡献率均呈现上升趋势。然而这一趋势并没有延续,2010—2011 年 50%以上地区的海洋科技进步贡献率呈下降趋势,2011—2012 年这一趋势达到顶峰,除两广外,其余地区的海洋科技进步贡献率均有下降,9 个地区的平均下降幅度高达 7.72%。2012—2013 年下降趋势略有好转,4 个地区的海洋科技进步贡献

率出现上升,平均上升幅度达 6.68%,其余 7 个地区的平均下降幅度为 4.71%。总体来说,我国海洋科技进步贡献率波动幅度较大,但在整个计算跨度内呈现小幅度的提升。

从空间层面看,天津、河北、上海、广东、广西和海南呈现上升趋势,辽宁在 2 左右波动,江苏、浙江、福建和山东略有下降。从地区分布情况可以发现,华南地区的广东、广西和海南的海洋科技进步贡献率在波动中上升,而华东地区的山东、江苏、浙江、上海和福建有所下降,说明海洋科技进步贡献率的变化具有明显的地域特征。如何借鉴华南沿海地区经验,提高华东沿海地区的海洋科技进步贡献率值得思考。

2.2 海洋科技进步贡献率效率

由于篇幅有限,本研究不再列出由 DEA SolverPro 5 软件得到的 DEA 第一阶段结果;第二阶段由 Frontier 4.1 软件得到的 SFA 回归结果如表 3 所示。此外,在计算过程中,为反映真实情况,仍采用极值被替代前的数据进行效率评价。

表 3 SFA 模型的回归结果

指标	从业人员		筹资额		科技	
	系数	T	系数	T	系数	T
常数项	−346.966	−2.014**	−422 833.800	3.380***	−282.197	−2.887***
人员结构	7 130.772	6.159***	4 531 371.000	3.713***	2 324.530	7.983***
政府影响力	−309.556	−5.854***	−680 501.310	−5.013***	−13.196	−0.177
sigma-squared	772 407.310	772 407.310***	4 367 841.000	1 091 960.250***	47 194.787	15 495.884***
gamma	0.040	0.287	0.047	0.862	0.025	0.132
log likelihood	−719.976		−1 302.788		−596.987	

注: *、**和*** 分别表示在 10%、5%和 1%显著性水平上显著。

由于研究生比例和政府出资比例这 2 个因素是对各海洋生态资本投入变量的松弛变量进行回归,当回归系数为负值时,说明增加该因素将有利于减少各投入变量的浪费或产出的增加;同理,当回归系数为正值时,说明增加该因素将增加各投入变量的浪费或产出的减少。人员结构对 3 个投入要素的投入松弛变量的系数为正,且都分别通过 1%的显著性检验,说明科技从业人员的受教育水平对海洋科技的经济驱动力有明显意义;尤其是当其改善

时,从业人员、筹资额和科技 3 项投入指标也全部随之得到大幅度改善。政府影响力对从业人员、筹资额和科技 3 项投入要素的投入松弛变量的系数为负,但仅科技投入未通过 10%的显著性检验,从业人员和筹资额投入变量的松弛变量都通过 1%的显著性检验,说明政府影响力越低,从业人员、筹资额和科技投入要素越有改善。然而从三者的显著性来看,前二者的显著性更高,科技投入松弛变量的显著性较低,即政府出资比例越低,从业人员和筹

资额改善越明显;但单纯从政府获得的科技投入所能形成的改善程度毕竟有限,这就要求我国海洋科技需在更大程度上吸引民间资本、适当降低政府投资比例,实现又好又快发展。

根据 SFA 的结果对原投入数据进行调整,重新

调整各沿海地区的投入量,保持原有产出量不变,通过继续应用 DEA SolverPro 5 软件,得到海洋科技人员结构和政府影响力的环境变量以及随机误差双重影响的沿海 11 省(自治区、直辖市)海洋科技驱动力作用的效率值(表 4)。

表 4 2006—2013 年我国沿海 11 省(自治区、直辖市)海洋科技进步贡献率效率

地区	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
天津	0.40	0.54	0.61	0.78	1.00	1.00	0.89	0.81
河北	0.61	0.48	0.49	0.20	0.57	0.60	0.50	0.48
辽宁	0.64	0.50	0.50	0.77	1.00	0.85	0.61	0.50
上海	1.30	0.57	0.62	0.61	0.74	1.00	1.00	1.00
江苏	0.84	0.67	0.49	0.95	1.00	0.96	1.00	0.89
浙江	0.32	0.55	0.56	0.59	0.60	0.54	0.48	0.47
福建	0.50	0.55	0.53	0.54	0.49	0.52	0.45	0.50
山东	0.94	0.72	0.89	0.76	0.65	1.01	1.00	1.00
广东	0.47	0.48	0.60	0.52	0.93	0.66	1.00	0.48
广西	0.64	0.47	0.51	0.46	0.53	0.51	0.56	0.53
海南	0.57	0.53	0.48	0.45	0.51	0.51	0.50	0.52

从横向来看,我国沿海 11 省(自治区、直辖市)的海洋科技进步贡献率效率大致分为 3 种情况:①天津、浙江、山东呈现波动上升趋势,其中天津和浙江表现为先大幅度上升、再小幅度下降,山东表现为波动后上升;②河北、上海、广西、海南呈现波动下降趋势,其中河北、上海和海南表现为先大幅度下降、经过短暂回升后再小幅度下降,广西表现为波动缓慢下降;③辽宁、江苏、福建、广东呈现小幅度波动,其中辽宁、江苏和广东表现为先在一定程度上上升再回落,福建表现为在一定范围内波动。此外,天津、上海、江苏、山东的效率值较高,河北、辽宁、浙江、福建、广西和海南的效率值较低,其中浙江、福建、广西和海南的效率值一直较低,在未来几年内出现大幅度上升的可能性较小。

从纵向来看,2006—2007 年我国沿海 11 省(自治区、直辖市)的海洋科技进步贡献率效率有涨有落,整体变化情况并不明显;2007—2009 年大部分得到提升,2009—2010 年继续保持上升,整体呈现缓慢上升趋势;2010—2011 年出现波动,表现为 4 个地区继续上升、5 个地区出现下降,2 个地区保

持不变;2011—2013 年出现大幅度回落,8 个地区有明显回落,其余地区或保持不变或出现小幅度上升。从整体上看,2006—2013 年我国海洋科技进步贡献率效率可以表述为:波动→上升→波动→回落。这与海洋科技进步贡献率的变动情况正好相反,即在海洋科技进步贡献率低时,海洋科技进步贡献率效率反而高;在海洋科技进步贡献率高时,海洋科技进步贡献率效率反而低。这种趋势说明在海洋经济发展放缓时,高效率的海洋科技给予海洋经济大力支持;而在海洋经济发展较好时,海洋科技并没有实现高效率的共同发展。

总之,不管从横向还是纵向看,我国海洋科技进步贡献率效率总体较低。为更好地驱动海洋经济发展,必须继续加强对海洋科技的重视。沿海地区效率值变化的原因可能各不相同,因此在提出相关对策建议前必须首先明确各自变化原因,即具体分析是技术变化或规模效率变化。

2.3 海洋科技进步贡献率全要素生产率的变化分析

DEA 方法仅对我国海洋科技进步贡献率效率

进行基于静态的比较,而缺乏动态性的比较,Malmquist 生产力指数模型则应用面板数据很好地解决这一问题。本研究在原有三阶段超效率 BCC 模型的基础上,以经 SFA 修正过的投入产出数据为变量,引入 Malmquist 生产力指数模型,以进一步从动态角度全面分析我国沿海 11 省(自治区、直辖市)海洋科技进步贡献率全要素生产率的变化情况,并具体考查其变化原因是技术变化还是规模效率变化占主要地位。

利用 DEAP 2.1 软件从横向和纵向 2 个维度对 2006—2013 年我国沿海 11 省(自治区、直辖市)的海洋科技进步贡献率进行 Malmquist 生产力指数分解(表 5)。

表 5 2006—2013 年我国沿海 11 省(自治区、直辖市) Malmquist 生产力指数及其分解指标					
地区	技术效率变化	技术变化	纯技术效率变化	规模效率变化	全要素效率
天津	0.985	0.788	1.000	0.985	0.776
河北	1.030	0.715	1.000	1.030	0.737
辽宁	0.927	0.768	1.000	0.927	0.712
上海	1.034	0.767	1.030	1.003	0.793
江苏	1.061	0.757	1.021	1.039	0.803
浙江	1.088	0.759	1.077	1.011	0.825
福建	1.143	0.750	1.095	1.043	0.858
山东	1.032	0.742	0.982	1.050	0.766
广东	1.056	0.718	1.009	1.047	0.758
广西	1.000	0.736	1.000	1.000	0.736
海南	1.067	0.756	1.000	1.067	0.807
平均值	1.037	0.750	1.019	1.018	0.778

从纵向看,2006—2013 年全要素效率平均值为 0.778,即全要素效率年均下降 22.2%,总体上具有较为明显的递减趋势。技术效率变化、纯技术效率变化和规模效率变化的均值分别为 1.037、1.019、1.018,表示其增长率分别为 3.7%、1.9%和 1.8%,因此全要素效率下降的主要原因是技术变化的下降;技术变化平均值为 0.750,表示技术变化年均下降 25%,这一大幅度下降趋势直接导致全要素效率 22.2%的年下降水平。

从横向看,2006—2013 年全要素效率及其

Malmquist 生产力指数分解值具有一定的特点:①技术效率变化和规模效率变化在数值上接近,5 个地区(天津、河北、辽宁、广西、海南)完全一致,其余地区最大差值为 0.1,说明技术效率和规模效率基本保持一致。②纯技术效率变化维持在 1.000 的水平上下,其中最大为 1.095、最小为 0.982,波动范围在 0.100 以内,说明纯技术效率基本保持同步协调发展,区域间没有太大差距。③技术变化和规模效率变化不同于纯技术效率变化相对维持在同一水平,而是均存在巨大差异,因此探讨全要素效率是由技术变化还是由规模效率变化造成的,对深化海洋产业体制改革、加强海洋科技创新等有重要意义。

本研究展示我国沿海 11 省(自治区、直辖市)各年的技术变化、规模效率变化和全要素效率情况(图 1)。由于 2009—2011 年起伏过大,主要基于各地 2008 年和 2012 年效率情况,并根据其余年份变化情况对 2009—2011 年效率进行优化处理,以期反映各地效率变化的总体态势。

根据图 1,我国沿海 11 省(自治区、直辖市)的全要素效率既有技术变化占主导因素的,也有规模效率变化为主要原因的,还有由技术变化和规模效率变化共同引致的。其中,天津、辽宁和福建的规模效率变化与全要素效率变化情况较为一致,说明在这 3 个地区规模效率变化占主要地位;上海、广西和海南的技术变化与全要素效率变化情况较为一致,尤其是广西完全一致,说明在这 3 个地区技术变化是主导力量;河北、江苏、浙江、山东和广东的全要素效率是由技术变化和规模效率变化共同驱动的,除河北外,江苏、浙江、山东和广东均在海洋发展中居于前列,海洋科技建设较好,海洋科技发展程度较高,因此海洋科技进步贡献率效率由技术变化和规模效率变化共同决定。

3 结论和对策建议

本研究通过构建海洋经济发展的索罗模型,测算出我国沿海 11 省(自治区、直辖市)海洋科技进步贡献率情况,结果表明:2006—2013 年我国海洋科技进步贡献率呈现不断变化的态势,在波动中有小幅度上升,但整体仍较低,发展形势也不明朗。继

而以海洋科技进步贡献率效率为切入点,以人力、资本和科技为投入,以海洋科技进步贡献率为产出,以人员结构和政府影响力为环境变量,利用三阶段 DEA 模型测度沿海 11 省(自治区、直辖市)海洋科技进步贡献率的效率值,结果表明:从 SFA 回归结果看,人员结构对人力、资本和科技都有显著的正向作用,政府影响力对人力和资本有显著的负向作用;从最终结果看,河北、辽宁、上海、山东和海南的海洋科技进步贡献率效率呈现波动上升趋势,天津、江苏、浙江、福建和广东呈现波动下降趋势,广西的变化则较为平稳;从整体上看,2006—2013 年我国海洋科技进步贡献率效率可以表述为 2006—2007 年有较大变化、2007—2012 年变化较为平缓、2012—2013 年变化加大。为厘清变化原因及其动态变化情况,将海洋科技进步贡献率的效率值进行 Malmquist 生产力指数分解,结果表明:沿海 11 省(自治区、直辖市)总体上全要素效率受技术变化影响较大;各地区又不相同,其中天津、辽宁和福建受规模效率变化影响较大,技术变化则在上海、广西和海南的影响因素中占主导地位,海洋经济水平整体较高的江苏、浙江、山东和广东则同时受规模效率变化和技术变化的双重驱动。

依据分析结论及各地区科技水平、资源禀赋特点,为提高海洋科技进步贡献率及其效率,实现海洋经济可持续发展,提出以下对策建议。

(1)推动海洋经济与海洋科技的协同发展。依据索罗模型,海洋科技并未对海洋经济发展起到较大驱动作用,仍存在海洋科技不能有效适应海洋经济发展的深层次问题。发展海洋经济必须依靠海洋科技支撑,在海洋经济发展过程中应更加重视海洋科技对海洋经济的支撑和驱动作用,建立海洋经济与海洋科技相结合的科技兴海综合体,深化海洋科技体制改革,改变海洋经济增长方式,实现科技兴海,提升海洋科技发展水平,使海洋科技成为海洋经济快速、可持续发展的引领力量,促进我国海洋经济与海洋科技的协调发展。沿海地区应根据自身区位优势和发展特点,积极探索和组织实施具有特色的海洋经济和科技发展模式,促进海洋经济又好又快发展。

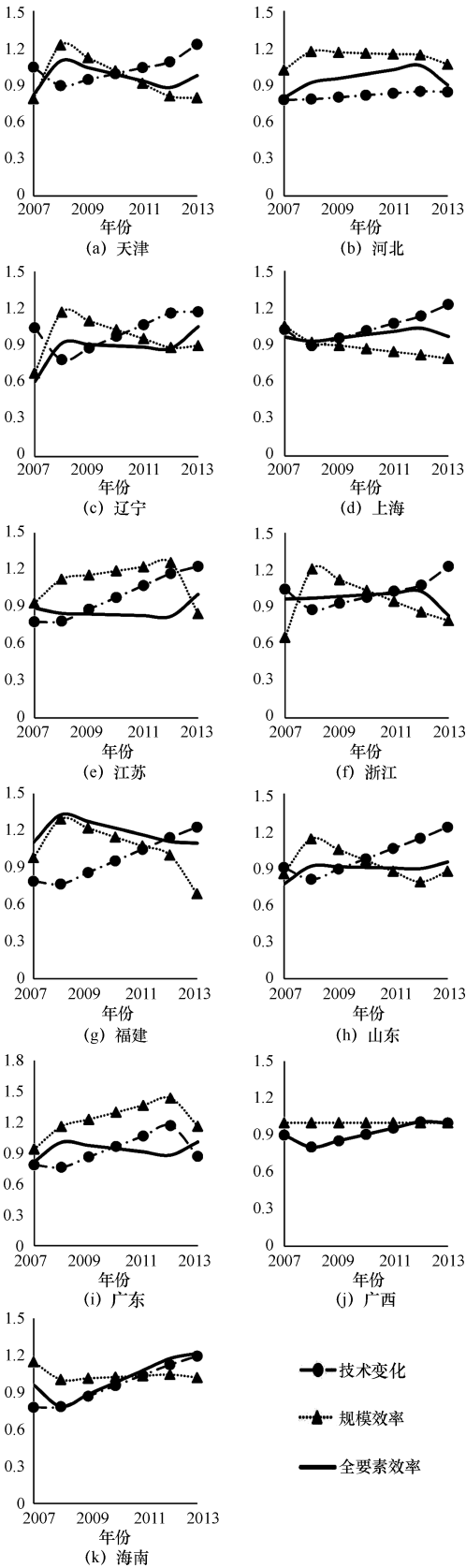


图1 我国沿海 11 省(自治区、直辖市)海洋科技进步贡献率效率全要素分解

(2)加强海洋科技人才培养,提升科技人才素质。海洋科技从业人员是海洋科技创新的重要主体,从SFA回归结果来看,科技从业人员的受教育水平对于提升海洋科技进步贡献率的效率有明显意义。我国迫切需要进行海洋科技人员结构的优化,培养一批具备多学科知识、多方面素养、多类型海洋专业知识的海洋科技从业人员。沿海地区应重视提高海洋高等教育,调整解决海洋高等教育专业单一、结构不合理的问题,加大海洋高层次人才的培养,培养一批具有较好基础理论知识、较强实践能力和能够从事海洋科技研究的高端人才,增加海洋科技人员中硕士生和博士生的比例,注重培养其基础研究和具有前瞻性重大课题研究的水平,开展海洋技术国际交流与合作;大力发展海洋职业教育,培养海洋技能型人才,提高海洋从业者素质;加强海洋科技人才的引进,完善海洋科技人才培养开发、评价发现、选拔任用和激励保障等政策机制,切实提高海洋科技人才的整体水平。

(3)创新投融资渠道,增加对海洋科技的投入。从SFA回归结果来看,政府出资比例越低,从业人员和筹资额改善越明显,但科技投入的改善程度有限,因此应适当弱化政府在海洋科技发展过程中的主导作用,在更大程度上吸引民间资本,加大民间资本在海洋科技投入中的比重。政府应实施优惠的税收政策和财政政策,鼓励与引导民间资本参与海洋事业发展,引导社会各主体重视和加强科技投入,鼓励金融机构加大对海洋科技产业的信贷支持力度;鼓励企业、社会团体和中介机构参与海洋科技创新及成果推广应用;制定社会支持海洋科技发展的金融政策,努力形成多元化的投资融资渠道,用市场机制推动海洋科技的发展。

(4)促进海洋科技成果转化,提升海洋科技进步贡献率效率。从三阶段DEA总体结果来看,我国海洋科技进步贡献率效率仍处于较低水平,各地区有涨有落但变化不明显。为更好地发挥海洋科技对海洋经济的驱动作用,必须重视海洋科技进步对海洋经济的贡献,在提高海洋科技创新能力以及加强海洋科技人才培养和创新投融资渠道的基础上,促进科技成果向现实生产力转化,提高海洋科

技成果转化效益。应建立海洋科技成果转化平台,完善三位一体的产学研发展模式,调动政府、市场和中介机构的力量促进海洋科技成果的转化应用;将海洋科技进步转化成现实的海洋经济增量,真正发挥海洋科技对海洋经济增长的驱动作用。

(5)扩大海洋科研机构规模,提升科技创新能力。从海洋科技进步贡献率全要素生产率变化的Malmquist生产力指数分解研究可以看出,要提高我国整体海洋科技进步贡献率效率,需根据各地区实际情况采取相应政策。①天津、辽宁和福建应重视规模效率对海洋科技进步贡献率效率的主导作用,集中人力和资本投入,扩大海洋科研机构规模,不断引导海洋科研机构的合并、重组,通过集约发展、跨学科发展和强强联合等手段,实现海洋科技资源的优化配置;为避免出现科研机构规模大而不强、效率低下的问题,应创新科研机构管理体制,培育若干具有一定规模的研究团队,形成研究优势并不断扩大研究范围,从而提高效率水平,推动海洋科技对海洋经济的驱动作用。②上海、广西和海南应重视技术变化的影响,坚持海洋创新驱动,努力打造企业创新平台,提升我国海洋科技自主创新能力;改变传统的政府主导、企业参与的科技创新发展模式,建立市场引领、企业自主的发展模式,实现科技资源的优化配置;充分发挥海洋技术创新对海洋科技进步贡献率效率的拉动效应,促进技术转化与应用的区域间交流与合作;加强国内外海洋科技交流与合作,借鉴国外先进海洋技术。③河北、江苏、浙江、山东和广东应同时重视规模效率变化和技术变化因素对海洋科技进步贡献率效率的影响,扩大海洋科研机构规模,形成科研机构规模大、实力强、效率高的局面;更加注重科技创新的作用,完善海洋科技体制机制,鼓励有条件的企业提升自身科技创新能力,增加海洋科技投入,提高海洋科技创新效率,整合与优化海洋科技创新资源。④海洋科技可持续发展的关键在于产学研的结合,应努力形成中小型科研机构、中小海洋科技企业和风险投资三位一体产业化运作的海洋科技发展模式^[34],提高产学研合作的广度和深度。可创建高校、科研机构和企业合作的交流平台,依托科技共享平台将各

地区的海洋科技信息、研究成果和技术需求等进行网络公开,实现外地科技为本地所用,为科研院所和企业合作提供更广泛的交流平台,实现海洋科研力量的有机整合,解决我国海洋科研成果转化率不高的问题,实现海洋科技和海洋经济的跨越式发展。

参考文献

[1] 孙吉亭.海洋科技产业论[M].北京:海洋出版社,2012.

[2] 王泽宇,刘凤朝.我国海洋科技创新能力与海洋经济发展的协调性分析[J].科学与科学技术管理,2011,32(5):42—47.

[3] FAE L K.Marine science and technology: history, politics, and people [J].Minerva,2006(44):119—123.

[4] DAVID D, YANNIK M. Innovation-support organizations in the marine science and technology industry: The case of Quebec's coastal region in Canada [J].Marine Policy,2009,1(33):90—100.

[5] OIHANE C B,EHSAN M.Methodology for the sustainability assessment of marine technologies [J].Journal of Cleaner Production,2014,4(68):155—164.

[6] 殷克东,卫梦星.中国海洋科技发展水平动态变迁测度研究[J].中国软科学,2009(8):144—154.

[7] 刘大海,李晓璇,邢文秀.区域海洋科技进步贡献率测度方法研究[J].海洋开发与管理,2015,32(1):18—21.

[8] 戴彬,金刚,韩明芳.中国沿海地区海洋科技全要素生产率时空格局演变及影响因素[J].地理研究,2015,34(2):328—340.

[9] 王艾敏.海洋科技与海洋经济协调互动机制研究[J].中国软科学,2016(8):40—49.

[10] 陈倩.环渤海地区海洋科技投入产出比较分析[J].资源开发与市场,2011,27(7):632—634.

[11] 李彬,戴桂林.基于组合模型的山东半岛蓝色经济区海洋科技创新能力综合评价[J].科技管理研究,2014(21):61—75.

[12] 王丽椰,杨山,王伟利.江苏省海洋科技发展瓶颈及对策探析[J].科技管理研究,2009(3):111—116.

[13] 徐长乐,徐廷廷,俞琦.上海海洋科技创新的 SWOT 分析[J].长江流域资源与环境,2012,21(7):797—802.

[14] 崔旺来,周达军,汪立.浙江省海洋科技支撑力分析与评价[J].中国软科学,2011(2):91—100.

[15] 马志荣,徐以国,刘超.实施广东海洋科技创新战略问题分析与对策研究[J].科技管理研究,2009(7):24—26.

[16] 徐进.国家三大海洋经济示范区海洋科技创新能力比较研究[J].科技进步与对策,2012,29(16):35—39.

[17] 谢子远,闫国庆.澳大利亚发展海洋经济的经验及我国的战略选择[J].中国软科学,2011(9):18—29.

[18] 王金平,张志强,高峰.英国海洋科技计划重点布局及对我国的启示[J].地球科学进展,2014,29(7):865—873.

[19] 王双,刘鸣.韩国海洋产业的发展及其对中国的启示[J].东北亚论坛,2011,6(98):10—17.

[20] 石莉.美国海洋科技发展趋势及对我们的启示[J].海洋开发与管理,2008,25(4):9—11.

[21] 谢子远.中国海洋科技与海洋经济的协同发展:理论与实证[M].杭州:浙江大学出版社,2014.

[22] 赵楠.商品出口与对外投资对经济增长贡献效率之比较[J].现代财经,2007,6(27):51—53.

[23] 徐盈之,韩颜超.科技进步贡献率的区域差异与影响因素:应用江苏省面板数据的经验分析[J].华东经济管理,2009,23(11):1—5.

[24] 朱莉芬,司林杰.科技进步对经济增长影响的路径变迁研究:以重庆市为例[J].工业技术经济,2011(10):63—67.

[25] FRIED H O.Incorporating the operating environment into a non parametric measure of technical efficiency[J].Journal of Productivity Analysis,1999,12(3):249—267.

[26] FRIED H O.Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J].Journal of Productivity Analysis,2002(17):121—136.

[27] 黄森,蒲勇健.基于三阶段 Malmquist 模型的我国服务业效率研究[J].山西财经大学学报,2011,33(7):57—65.

[28] TIMMER C P.Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency[J].Journal of Political Economy,1971,79(4):776—794.

[29] BATTESE G E,COELLI T J.A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J].Empirical Economics,1995,20(2):325—332.

[30] VALERIE I.The penguin dictionary of physics[M].Beijing: Foreign Language Press,1996.

[31] 徐士元,何宽,樊在虎.对科技进步贡献率测算索罗模型的重新审视[J].统计与决策,2014(4):10—14.

[32] 樊华.中国区域海洋科技创新效率及其影响因素实证研究[J].海洋开发与管理,2011,28(9):57—64.

[33] 刘毅,黄建毅,马丽.基于 DEA 模型的我国自然灾害区域脆弱性评价[J].地理研究,2010,29(7):1 153—1 162.

[34] 谢子远,孙华平.基于产学研结合的海洋科技发展模式与机制创新[J].科技管理研究,2013(9):44—47.