

两阶段视角下我国海洋科技绿色创新效率研究

——基于网络超效率 EBM 模型和 DEA 窗口分析

李志浩¹, 金雪^{1,2}, 吕欣曼¹

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

摘要:文章构建海洋科技绿色创新两阶段模型,将网络超效率 EBM 模型和 DEA 窗口分析相结合测度了我国沿海地区 2008—2017 年海洋科技绿色创新整体和分阶段效率。结果显示:考察期内整体效率均未实现 DEA 有效,研发与转化阶段的低效是其内在原因;整体效率与研发效率变化趋势高度相似;区域间效率水平差异比较明显,2011 年后整体及阶段效率水平均呈现“东部较高、南部次之、北部较低”的态势;研究期内“高研发高转化”型地区仅有江苏、浙江、广东。

关键词:海洋科技;绿色创新效率;网络超效率 EBM 模型;DEA 窗口分析

中图分类号:F124.3;F204;F552.3;P4

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2022)03-0024-09

Research on Green Innovation Efficiency of Marine Science and Technology in China From the Perspective of Two Stages: Based on Network Super-EBM Model and DEA Window Analysis

LI Zhihao¹, JIN Xue^{1,2}, LYU Xinman¹

(1.School of economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 2.Marine Development Research Institute, Qingdao 266100, China)

Abstract: This paper built a two-stage process model of green innovation of marine science and technology, to measure and analyze the whole and phased efficiency of green innovation of the marine science and technology in China's coastal areas from 2008 to 2017 by combining the Network Super-EBM model and DEA Window Analysis. The results showed that the whole efficiency of green and innovation of the coastal areas' marine science and technology had not realized DEA effectiveness because of the immanent cause, low R&D and translation efficiency. The variation trends of the whole efficiency and R&D efficiency were highly similar, which indicated that the R&D efficiency needed to be enhanced. There were big efficiency gaps among the areas, the whole and phase efficiencies after 2011 presented a situation that “higher in the east, second in the south, and lower in the north”. In the study period, only Jiangsu, Zhejiang and Guangdong belonged to the “high R&D and high translation” areas.

收稿日期:2021-05-16;修订日期:2022-02-17

基金项目:国家社会科学基金项目“我国陆海产业结构协同发展的绿色效应测度”(18CJY018)。

作者简介:李志浩,硕士,研究方向为海洋经济、海洋科技

通信作者:金雪,博士,研究方向为海洋经济管理、数量经济

Keywords: Marine science and technology, Green innovation efficiency, Network Super-EBM Model, DEA Window Analysis

党的十九大报告中指出“坚持陆海统筹,加快建设海洋强国”,同时我国不断加强海洋经济发展示范区、自由贸易试验区、粤港澳大湾区等地区建设,均表明海洋事业发展的重要国家战略地位日益凸显。近年来,虽然我国海洋事业以大量的资源消耗与环境污染为代价取得了跨越式发展,但是资源环境的逐渐枯竭与生态环境的不断恶化均表明此类发展模式不可持续,海洋事业的发展模式亟须向高质量发展转变,而海洋科技绿色创新作为均衡海洋经济发展与海洋生态资源保护的关键,可以优化海洋产业结构,在减少资源消耗与保护海洋生态的同时实现海洋经济的高效益发展。由此可见,海洋科技绿色创新是我国海洋经济高质量发展的主要推动力,是建设现代化海洋强国的重要支撑。因此,合理测算我国海洋科技绿色创新效率,对比分析沿海地区海洋科技绿色创新效率差异,可为政府出台促进海洋科技创新的政策提供理论支撑,从而有效提升海洋科技绿色创新能力,进而提高我国海洋经济高质量发展水平。

1 文献综述

绿色创新是指通过新理念、新技术在获取经济效益的同时,降低资源消耗与环境污染水平,实现经济和生态资源的协调发展^[1],其中获取环境效益是其与传统创新的本质区别^[2]。近年来,随着各类环境生态问题的不断涌现,学者们对绿色创新的相关研究日益重视,如何科学客观地评价绿色创新效率也成为研究重点。目前,对绿色创新绩效的主流测度方法可以分为两个方面:一是主成分分析法和因子分析法。例如华振^[3]、王郁蓉^[4]运用上述方法分别通过构建区域、工业企业的绿色创新评价指标体系从而进行效率的评价,但该方法只能简单完成评价过程,无法反映绿色创新活动的内在运行机制,也不能反映其阶段性特征。二是基于投入产出角度的随机前沿分析法和数据包络分析法。前者是参数分析方法,需要设定具体的函数形式,如苗成林等^[5]、李成顺^[6]运用 SFA 法构建测算模型分别测算了区域、工业企业的绿色创新效率。而后者是

非参数估计,具有无须事先假定生产函数形式、避免主观因素干扰和能够同时测算多投入多产出效率的优势,目前较多的研究采用的主要是 DEA 模型。如樊华^[7]、冯志军^[8]、任耀等^[9]、王惠等^[10]、张辽等^[11]分别运用 BCC 模型、SBM 模型、DEA-RAM 模型、超效率 SBM 模型以及三阶段 DEA 模型对绿色创新效率进行测度,而钱丽等^[12]、孙丝雨等^[13]部分学者认为绿色创新活动应是多阶段过程,运用网络模型对绿色创新效率进行分解和测算。

而在海洋科技创新效率的研究领域,大多研究仍集中于传统创新视角,鲁亚运等^[14]、戴彬等^[15]利用 SFA 模型分别对我国海洋科技创新效率、全要素生产率进行了测算,刘大海等^[16]通过基本的径向 C^2R 模型测算了我国沿海区域海洋科技综合效率、技术效率和规模效率,分析比较了海洋科技投入产出效率的区域差异和演变趋势。殷克东等^[17]运用 DEA-SFA 模型将影响效率的环境因素及随机误差别除,更准确地评估了我国海洋科技转化效率。姜宝等^[18]为弥补普通 DEA 模型不能分析动态变化趋势以及无法进一步区分同处于前沿面的决策单元的缺点,将 DEA 窗口分析和超效率模型相结合综合分析了沿海区域海洋科技创新效率变化的深层次原因。而在绿色创新视角下,仅有宁靓等^[19]在考虑环境约束下运用基于非期望产出的超效率 SBM 模型与 Malmquist-Luenberger 指数从静态和动态两个视角对我国环渤海地区海洋科技绿色创新效率进行评价。

纵观既有研究,对海洋科技创新的效率评价仍有待完善之处:①创新的最终目的是转化为社会生产力,现有文献大多将科研成果视为海洋科技创新活动的最终产物,忽视了海洋科研成果经济化的问题,因此其测度的创新效率的准确性是值得商榷的;②部分学者对海洋科技创新效率的动态变化分析多是通过计算截面数据来反映,然而每年决策单元的的前沿面并不相同,其效率值在时序上不具有可比性,同时沿海区域的决策单元较少,部分学者选取了过多指标进行效率的计算,而一般决策单元的

数量不应少于投入和产出指标数量的乘积,同时不少于投入和产出指标数量的 3 倍^[20];③海洋生态问题日益严重,海洋科技应着力促进海洋经济绿色发展,而绿色发展亟须绿色创新效率的提升,但对海洋科技绿色创新效率评价的相关研究仍较少。

本研究的主要贡献如下:①本研究考虑到创新的最终目的是转化为现实生产力,海洋科技创新应囊括技术研发与成果转化两个阶段,同时考虑到海洋科技绿色创新应减少海洋经济发展对传统海洋资源的依赖及对海洋环境的污染,因此构建了全新的海洋科技绿色创新的两阶段理论分析框架,对我国海洋科技绿色创新整体及研发、转化阶段的效率进行科学的综合评价。②本研究首次基于综合径向与非径向特点的网络超效率 EBM 模型对我国海洋科技绿色创新效率进行测算,其衡量结果应当更为准确、可靠;并结合 DEA 窗口分析法,有效地解决了研究过程中存在的指标过多和效率值在时序上不具可比性的不足。

2 研究方法、指标体系及数据来源

2.1 研究方法

本研究从海洋科技的绿色创新全过程出发,在考虑环境约束的背景下,将研究过程划分为海洋科技研发和海洋科技转化两个阶段,以海洋科技应用性研究成果作为两阶段的连接变量,从而构建的海洋科技绿色创新,两阶段网络结构如图 1 所示。在海洋科技研发阶段,海洋科技机构利用科研人员与资本等投入要素研发基础性研究成果和应用性研究成果,基础性研究成果仅为获得新知识,难以转化,而应用性研究成果可经海洋科技转化阶段在经济资本与从业人员等投入要素的协助下转化为经济与生态效益,进而提升我国绿色海洋经济发展水平。

2.1.1 考虑非期望产出的网络超效率 EBM 模型

传统径向 DEA 模型,如 CCR 和 BCC 模型,假定所有投入产出要素同比例增减,忽略了投入与产出的松弛变量的问题,在投入冗余或产出不足的情况下往往会高估测算对象的效率。为解决上述问题,Tone^[21]提出了考虑松弛变量的非径向 SBM 模型,虽然规避了同比例增减的假设条件,但模型却因此无法得到投入产出指标实际值与目标值之间的比例,同时在线性规划求解过程中,存在目标函

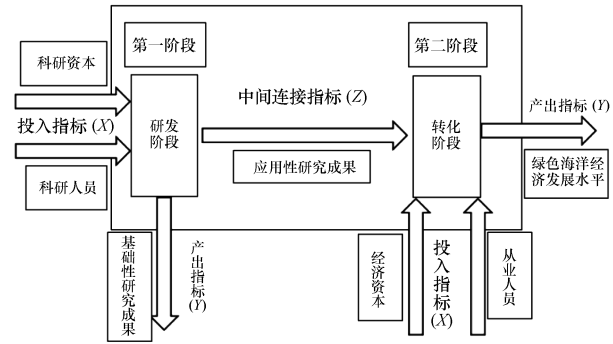


图 1 海洋科技绿色创新两阶段过程模型

数与被评价者希望以最短路径到达效率前沿的前提相违背的情况。为此,Tone^[22]进一步提出了综合径向和非径向特点的 EBM 模型,有效地解决了径向和非径向模型的缺陷,并提升了 DEA 模型测算的精确度。

但以上模型均忽视了系统内部的联结机制,将生产过程看做是一个“黑箱”进行评价,无法研究系统内无效率的真实内在原因,为此,FÄRE 等^[23]、TONE 等^[24]和 Tavana 等^[25]分别提出了网络 DEA 模型、网络 SBM 模型和网络 EBM 模型,允许将整个生产过程划分为多个阶段,以中间变量链接相邻的阶段,以实现评价 DMU 整体效率的同时评价其“黑箱”内部各阶段的效率。然而,网络 EBM 模型没有提供多个有效决策单元如何排序及存在非期望产出情形下如何测算的解决办法,于是本研究在参考陈菁泉等^[26]和龙亮军^[27]的研究基础上,采用非导向的考虑非期望产出的两阶段网络超效率 EBM 模型进行测算,其模型的具体表达如下:

$$\min r^* = \frac{\sum_{h=1}^2 W_h (\theta^h - \epsilon^h - \sum_{i=1}^m \frac{w_i^h s_i^{h-}}{x_{i0}^h})}{\sum_{h=1}^2 W_h \left[\varphi^h + \epsilon^{h+} \left(\sum_{r=1}^s \frac{w_r^h s_r^{h+}}{y_{r0}^h} + \sum_{q=1}^p \frac{w_q^h s_q^{hu-}}{u_{q0}^h} \right) \right]}$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij}^h \lambda_j^h + s_i^{h-} = \theta^h x_{i0}^h, i = 1, 2, \dots, m_h, h = 1, 2 \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj}^h \lambda_j^h - s_r^{h+} = \varphi^h y_{r0}^h, r = 1, 2, \dots, s_h, h = 1, 2 \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n u_{qj}^h \lambda_j^h + s_q^{hu-} = \varphi^h u_{q0}^h, q = 1, 2, \dots, p_h, h = 1, 2 \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n z_{pj}^{(h,k)} \lambda_j^h = \sum_{j=1, j \neq k}^n z_{pj}^{(h,k)} \lambda_j^h, p = 1, 2, \dots, l_h, k = 1, 2 \\ \lambda_j^h \geq 0, s_i^{h-} \geq 0, s_r^{h+} \geq 0, s_q^{hu-} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, k \neq j \end{cases}$$

式中: r^* 为该模型测度的最优效率值; $W_h(h=1,2)$ 为第 h 阶段的权重; $x_{i0}^h, y_{r0}^h, u_{q0}^h$ 分别为DMU的第 h 阶段的投入、期望产出、非期望产出; $s_i^{h-}, s_r^{h+}, s_q^{hu-}$ 分别为第 h 阶段投入、期望产出、非期望产出松弛; θ^h 为径向条件下的效率值; ε^{h-} 为非径向部分重要程度的核心参数,由数据自身确定; $w_i^{h-}, w_r^{h+}, w_q^{hu-}$ 分别代表第 h 阶段的投入、期望产出、非期望产出的权重; Z 为中间变量; λ 为相应阶段的强度矢量。需要清楚的是,当且仅当两个子阶段都有效时,决策单元才整体有效,若其中任何一个阶段处于无效状态,都将导致DMU无效^[28]。

2.1.2 DEA窗口分析法

由于网络超效率EBM模型只能测算一个时点上各DMU的效率,处于不同时期的DMU的效率不具有可比性,是无法体现效率的时序变化趋势的。而Klopp等^[29]提出的DEA窗口分析法的实质

就是将处于不同时期的相同DMU视为不同的DMU,通过类似移动平均的方法选定不同的参考集来评价DMU的相对效率^[30]。DEA窗口分析法不仅增加了受评价的DMU的数量,还可以从横向和纵向两个维度对DMU的效率进行比较,从而反映出效率的动态变化^[31]。DEA窗口分析首先要确定窗口宽度 d ,通常认为 $d=3$ 时可以实现可信度和稳定性因素的平衡。因此,本研究尝试将网络超效率EBM模型和DEA窗口分析相结合,选择窗口宽度为3,在每一个窗口内利用网络超效率EBM模型测算所有DMU的效率。

2.2 指标体系的构建

依据上文提出的海洋科技创新两阶段模型,结合既有文献成果及基于数据的可获得性,本研究选取的各阶段的投入指标、产出指标以及中间连接指标如表1所示。

表1 海洋科技绿色创新效率指标体系

阶段	类型	变量名称	指标方向
研发阶段	科研人员投入指标	海洋科技活动人员/百人	—
	科研资本投入指标	海洋科研经费存量/亿元	—
	基础性研究成果指标	海洋科技论文发表数量/篇	+
		海洋科技基础课题承担数量/项	+
中间连接变量	应用性研究成果指标	海洋科技应用课题承担数量/项	+
		海洋科技专利授权数量/件	+
		海洋科技成果项目数量/项	+
转化阶段	从业人员投入指标	涉海从业人员数量/百万人	—
	经济资本投入指标	海洋经济资本存量/万亿元	—
	海洋经济绿色发展水平	海洋生产总值/万亿元	+
		资源依赖与环境污染综合指数/%	—

首先,研发及转化阶段的投入指标主要从劳动力和资本两个方面进行衡量,能比较全面反映海洋科技创新活动的投入情况,海洋科研经费存量采用永续盘存法进行测算,基期海洋科研经费存量由当年海洋科研经费流量除以折旧率和年均增长率之和计算而来,折旧率取15%,价格指数(PI)参照朱平芳等^[32]的处理由固定资产价格指数(PI_i)和消费价格指数(PI_c)加权计算,即 $PI=0.45PI_i+0.55PI_c$;海洋经济资本存量参考丁黎黎等^[33]的处理,以全社会固定资本存量为基础进行折算,而固定资本存量的计算参考单豪杰^[34]用永续盘存法进行测算,折旧

率取为10.96%。其次,本研究将研发阶段产出划分为基础性研究成果指标和应用性研究成果指标,论文和基础课题更多的是为获取新知识,难以实现经济效益的转化,而应用课题、专利、成果项目则可在一定条件下转化为经济效益,因此将其作为研发与转化阶段的连接变量,其中海洋科技成果项目数借鉴王晓辰等^[35]从中国科技项目创新成果鉴定意见数据库(知网版)处获取。最后,由于海洋科技转化的最终目的是获取经济效益,本研究选取海洋生产总值(GDP)作为一定时期内海洋科技转换为生产力所带来的经济活动产生的最终成果,并利用各地区生产总值指数进

行定基化处理;最后,海洋科技创新要求一方面应减少海洋经济发展对传统海洋资源的依赖,另一方面应减少发展过程中对海洋环境的污染,结合数据的可获得性,故本研究选取海水养殖产量、海洋捕捞产量、海洋能源消费量来体现对传统海洋资源的依赖程度,选用沿海工业废水排放量、沿海工业废气排放量、沿海工业固体废物排放量来反映对海洋环境的污染程度,利用熵值法构建资源依赖与环境污染综合指数作为海洋科技转化阶段非期望产出。

2.3 样本选择与数据来源

由于我国海洋科技的创新活动主要集聚于沿海区域,所以本研究选择沿海 11 个省(自治区、直辖市)作为研究对象。此外,海洋科技从初始的资源投入到最终的成果转化是一个持续性的过程,应当考虑滞后性问题,因此本研究在既有文献研究的基础上,综合考虑构建的指标体系与指标数据的可获得性,将海洋科技研发与转化阶段的滞后期定为 1 年,即研发阶段投入变量、中间连接变量和转化阶段投入

变量、最终产出变量分别选用 2006—2015 年、2007—2016 年、2008—2017 年的数据。本研究的相关原始数据均来自《中国海洋统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国能源统计年鉴》以及各沿海省(自治区、直辖市)的地方性统计年鉴。

3 实证结果分析

本研究依据 2006—2017 年我国沿海 11 个省(自治区、直辖市)海洋科技绿色创新指标的面板数据,采用考虑非期望产出的网络超效率 EBM 模型和 DEA 窗口分析相结合的方法来评价我国海洋科技绿色创新效率水平,从而分别得到我国沿海区域在每个窗口不同年份的整体效率及分阶段效率,并依据 DEA 窗口分析的原理将其整理为可进行时序比较的分年度效率,具体结果如表 2 和表 3 所示。其中,本研究认为海洋科技研发阶段与转化阶段重要程度相当,即 $W^1 = W^2$ 。

表 2 2008—2017 年我国沿海海洋科技绿色创新整体效率

地区	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	均值	排名
天津	0.14	0.09	0.05	0.05	0.04	0.38	0.37	0.40	0.10	0.31	0.19	11
河北	0.39	0.50	0.75	0.46	0.89	0.91	0.96	0.97	0.86	0.79	0.75	6
辽宁	0.20	0.15	0.13	0.07	0.05	0.35	0.37	0.13	0.38	0.36	0.22	10
上海	0.68	0.62	0.83	0.86	0.83	0.62	0.48	0.72	0.60	0.25	0.65	7
江苏	0.65	0.89	1.00	0.99	0.90	0.99	0.90	0.94	1.34	1.06	0.97	2
浙江	0.89	0.87	0.94	0.97	0.87	0.89	0.90	1.00	1.01	1.00	0.93	3
福建	0.79	1.01	0.87	1.03	0.87	0.78	0.82	0.78	0.82	0.88	0.87	4
山东	0.72	0.72	0.79	0.75	0.80	0.79	0.84	0.82	0.77	0.76	0.78	5
广东	0.95	1.00	1.10	1.00	1.01	1.07	0.98	0.98	1.08	0.90	1.01	1
广西	0.55	0.47	1.10	0.71	0.63	0.60	0.56	0.69	0.45	0.35	0.61	8
海南	1.13	0.68	0.61	0.55	0.59	0.61	0.41	0.39	0.35	0.57	0.59	9
北部海洋圈	0.36	0.37	0.43	0.33	0.45	0.61	0.63	0.58	0.53	0.56	0.48	(3)
东部海洋圈	0.75	0.85	0.91	0.96	0.87	0.82	0.78	0.86	0.94	0.80	0.85	(1)
南部海洋圈	0.88	0.72	0.94	0.75	0.74	0.76	0.65	0.69	0.63	0.61	0.74	(2)
均值	0.65	0.64	0.74	0.68	0.68	0.73	0.69	0.71	0.71	0.66	0.69	

表 3 2008—2017 年我国沿海地区海洋科技绿色创新子阶段效率

地区	研究开发阶段						成果转化阶段					
	2008 年	2011 年	2014 年	2017 年	均值	排名	2008 年	2011 年	2014 年	2017 年	均值	排名
天津	0.06	0.02	0.20	0.16	0.10	11	0.84	1.00	0.99	0.74	0.95	5
河北	0.33	0.25	0.90	0.69	0.68	6	0.88	0.99	1.03	0.92	0.92	6
辽宁	0.14	0.04	0.23	0.27	0.16	10	0.55	0.79	0.64	0.47	0.60	11
上海	0.48	0.70	0.28	0.11	0.47	8	1.00	1.08	1.01	1.00	1.02	2
江苏	0.54	0.93	0.72	0.96	0.82	4	0.84	1.05	1.33	1.18	1.21	1
浙江	0.97	0.93	0.84	0.96	0.90	2	0.81	1.02	0.95	1.04	0.98	4
福建	0.73	1.14	0.78	0.78	0.85	3	0.86	0.92	0.88	0.99	0.90	8
山东	0.67	0.73	0.80	0.75	0.76	5	0.76	0.78	0.87	0.77	0.79	9

续表

地区	研究开发阶段						成果转化阶段					
	2008 年	2011 年	2014 年	2017 年	均值	排名	2008 年	2011 年	2014 年	2017 年	均值	排名
广东	0.91	1.01	0.94	0.83	1.01	1	1.00	0.99	1.02	0.98	1.01	3
广西	0.14	0.80	0.67	0.22	0.53	7	0.88	0.70	0.76	0.59	0.75	10
海南	0.30	0.36	0.71	0.60	0.46	9	1.07	0.95	0.81	0.76	0.91	7
北部海洋圈	0.30	0.26	0.53	0.47	0.43	(3)	0.76	0.89	0.88	0.73	0.82	(3)
东部海洋圈	0.68	0.92	0.66	0.70	0.76	(1)	0.88	1.02	1.04	1.05	1.02	(1)
南部海洋圈	0.83	0.69	0.54	0.48	0.66	(2)	0.98	0.88	0.86	0.78	0.89	(2)
均值	0.51	0.63	0.63	0.57	0.61		0.87	0.93	0.93	0.86	0.91	

3.1 海洋科技绿色创新的整体效率分析

表 2 显示,考察期内我国海洋科技绿色创新全过程的效率均值仅为 0.69,整体效率不高,期间均未实现 DEA 有效。结合图 2 可以看出,在海洋科技资源投入逐步增长的背景下,海洋科技绿色创新效率仅 2010 年、2013 年实现较大幅度增长,总体并未呈现改善趋势,10 年间效率均值仅由 0.65 变为 0.66,表明我国在持续加大海洋科技资源投入的同时,缺乏对海洋科技研发与转化效率的重视,海洋科技资源配置和利用水平不高,海洋科技资源存在投入冗余、产出不足等问题。同时,创新效率均值的无规则波动,显示我国海洋科技绿色创新还没有形成有效稳定的发展模式,创新的质量和持续性有待提升。

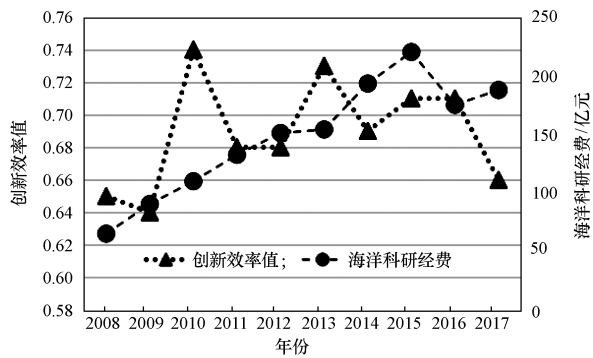


图 2 2008—2017 年我国海洋科技绿色创新效率与海洋科研经费变化趋势对比分析

根据表 2 数据,样本期间里,江苏、浙江、广东的海洋科技绿色创新效率均值位列前 3 位且均超过 0.9,接近有效,其中广东作为我国海洋经济发展的核心区域,受国家战略和政策扶持的影响,效率均值大于 1,是唯一实现 DEA 相对有效的沿海省份,其海洋科技资源的投入可以有效实现经济效益与生态保护的双重发展;同与广东为传统海洋强省的

福建、山东海洋科技绿色创新效率全国排名第 4 位和第 5 位,表现尚可,应当积极学习广东的先进发展模式;天津、辽宁的海洋科技绿色创新效率均值排名最后且与其他地区差距较大,表明其投入的海洋科技资源利用程度较低,未来有较大进步空间。

由表 2 可得,研究期间内,北部、东部、南部海洋圈的海洋科技绿色创新效率均值分别为 0.48、0.85 和 0.74,东部海洋圈海洋科技绿色创新效率最高,北部最低。图 3 显示,各海洋圈海洋科技绿色创新效率的差异比较明显,但随时间的推移呈现逐渐缩小的态势。其中,北部海洋圈的海洋科技绿色创新效率均值始终处于最低水平,但其效率均值呈波动上升趋势,主要归因于天津、河北、辽宁的海洋科技绿色创新效率均值在考察期内有显著的提升;东部海洋圈绿色创新效率均值呈现 M 型变动趋势,自“十二五”规划的起始年 2011 年起,系列政策的实施使本身具有区位优势、经济优势等的东部海洋圈的海洋科技绿色创新效率始终处于领先地位;南部海洋圈绿色创新效率均值则呈现较明显的波动下降趋势,主要因为广西、海南海洋科技绿色创新效率均值有明显下滑趋势,而伴随北部湾经济区和海南自贸区的成立以及广东的辐射,在政策红利的影响下,广西、海南的区位优势不断显现,未来绿色海洋科技创新效率有望实现较大发展。

3.2 海洋科技绿色创新的子阶段效率分析

表 3 显示,研究期间里,我国海洋科技绿色创新研究开发阶段与成果转化阶段的效率均值分别为 0.61 与 0.91,转化阶段的效率均值相对较高,但均未实现 DEA 有效。从图 4 可以看出,考察期内海洋科技绿色创新转化阶段的效率均值要始终高于研发阶段,整体阶段效率则位于两者之间;转化阶段效率除 2008 年外都低于 1,同时子阶段走势均没

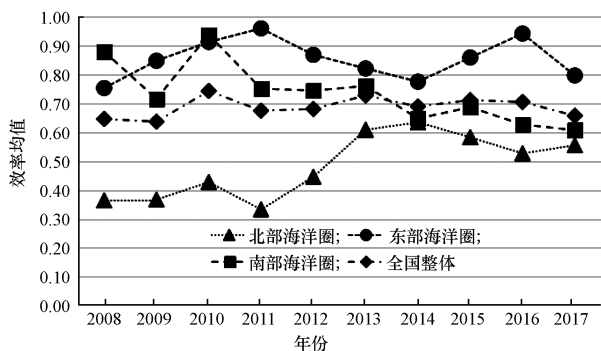


图3 2008—2017 年我国三大海洋圈海洋科技绿色创新整体阶段效率变化趋势

有呈现上升趋势,表明研发与转化阶段的低效以及无增长是我国绿色海洋科技整体创新效率始终不高的具体原因;整体阶段效率均值的变化与研发阶段效率均值的变化趋势高度相似,表明如今我国海洋科技绿色创新效率的增长受研发阶段效率影响较大,着力提升海洋科技研发效率可以更有效地提升我国海洋科技绿色创新整体效率。

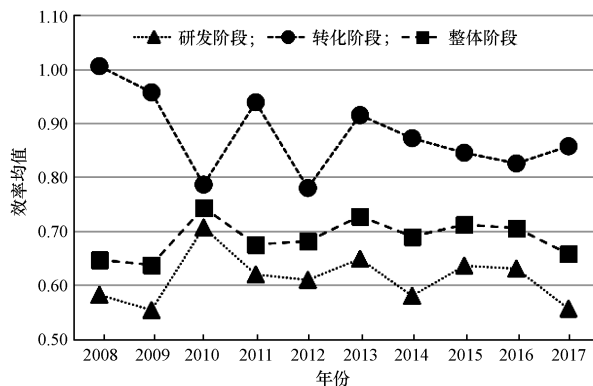


图4 2008—2017 年我国海洋科技绿色创新整体阶段与子阶段效率变化趋势

由表3可以看出,广东研究开发阶段与成果转化阶段的效率均值皆大于1,是子阶段与整体阶段均实现DEA有效的唯一地区;上海、江苏仅成果转化阶段效率均值大于1,表明其海洋科技研发成果利用率较高,但海洋科技研发能力不足,尤其上海地区研究开发阶段效率均值仅为0.47,严重拉低了整体的海洋科技创新效率;辽宁、广西和海南的子阶段效率均值排名都靠后,研究开发阶段与成果转化阶段的效率低下是其整体阶段效率均值排名靠后的内在原因;天津成

果转化阶段效率均值尚可,但其过低的研发效率使其整体阶段效率均值排名最后。分区域来看,由表3可知,研究期间内东部海洋圈的海洋科技研究开发阶段与成果转化阶段效率均值均是区域最高值,而北部海洋圈两阶段效率均值均是区域最低值。由图5和图6可知,期初各海洋圈研究开发阶段效率均值的差异大于成果转化阶段,而期末则恰恰相反。具体来看,北部海洋圈研究开发阶段与成果转化阶段效率均值均呈现倒U型,但仅研究开发阶段效率均值期末较期初有所上升;东部海洋圈两阶段效率均值均呈现M型走势,但仅转化阶段效率最终较期初上升;南部海洋圈研发与转化阶段在个别年份效率均值有所上升外均呈现下降趋势;相较而言,全国子阶段效率均值波动均表现稳定。

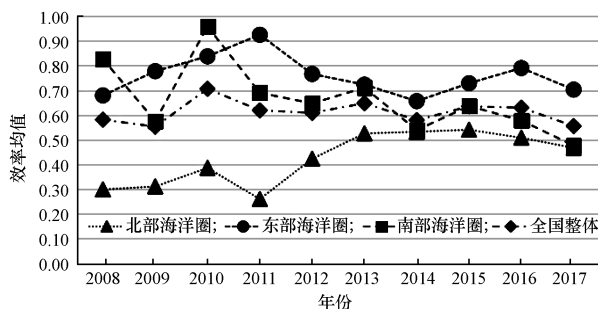


图5 2008—2017 年我国三大海洋圈海洋科技绿色创新研发阶段效率变化趋势

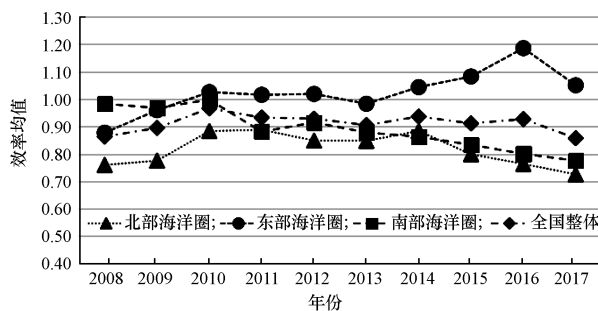


图6 2008—2017 年我国三大海洋圈海洋科技绿色创新转化阶段效率变化趋势

为深入了解我国海洋科技绿色创新子阶段效率的省际差异,本研究将沿海地区海洋科技研发及转化效率的均值作为“高效率”与“低效率”的分节点,进而构建一个可划分为4种类型的二维象限图,如图7所示。由图7可知,浙江、江苏、广东的海洋科技绿色创新效率模式为“高研发高转化”型,浙

江、江苏、广东在经济、区位、人才等方面具备先天优势,同等条件下可以给予海洋科技绿色创新较大的推动力,在积极响应国家号召大力发展海洋科技研发的同时,借助自身成熟的转化平台与技术转化经验实现了绿色发展。河北、福建、山东的海洋科技绿色创新效率模式为“高研发低转化”型,表明它们虽然有较强的海洋科技研发能力,但由于转化机制的不完善和转化平台的不成熟,海洋科技成果无法得到充分利用,同时福建、山东的资源依赖与污染程度相对较重,海洋产业发展仍以资源依赖型重污染产业结构偏重,造成了海洋生态环境的严重破坏,未来应充分利用海洋科技资源改善产业结构,实现经济效益与海洋生态的协同发展。天津、上海的海洋科技绿色创新效率模式为“低研发高转化”型,表明其有效地将海洋科技成果转化为生产力,在实现成果经济化的同时降低了对资源的依赖与环境的污染,但是科技研发过程的相对无效降低了整体的绿色创新效率,需要进一步优化海洋科技研发投入规模,加强科技研发的能力与水平。辽宁、广西、海南的海洋科技绿色创新效率模式为“低研发低转化”型,该模式下的海洋科技研发与转化效率均处于相对无效模式,未来有较大进步空间,应主动学习借鉴其他省(自治区、直辖市)在海洋科技研发与转化阶段的先进经验,扭转双低局面。

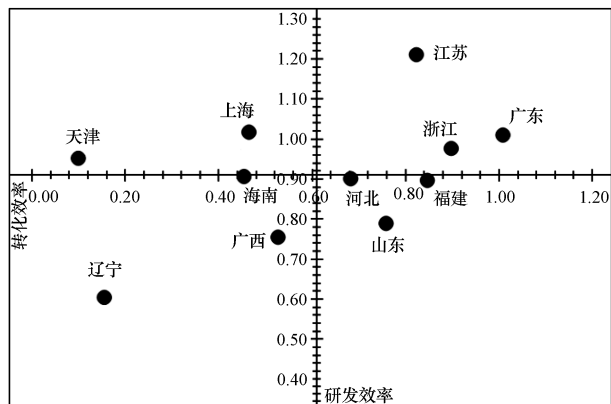


图7 2008—2017年我国沿海地区海洋科技绿色创新
两阶段效率二维分布图

4 结论与政策建议

4.1 结论

本研究运用考虑非期望产出的网络超效率EBM模型和DEA窗口分析相结合的方法测算了

我国沿海11个地区2008—2017年整体及子阶段的海洋科技绿色创新效率,分析了变化趋势与特征,得出的结论如下:①研究期间内我国沿海地区海洋科技绿色创新整体效率不高且未呈现改善趋势,研发与转化阶段的低效以及无增长是其内在原因。②考察期内我国沿海地区转化阶段效率水平相对较高,整体效率与研发效率变化趋势高度相似,表明我国现阶段着力提升海洋科技研发效率可以更有效地提升我国海洋科技绿色创新整体效率。③各沿海区域海洋科技绿色创新效率差异较为明显,2011年后整体及子阶段效率水平均呈现出“东部最高、南部次之、北部最低”的态势,但近几年整体及研发阶段效率有收敛趋势,而转化阶段区域间效率差异却呈扩大趋势,分别是因为北部海洋圈整体及研发阶段效率水平较期初有所上升和东部海洋圈转化阶段效率在2013年后有较大幅度增长。④海洋科技绿色创新效率模式为“高研发、高转化”型的仅有江苏、浙江与广东,“高研发、低转化”型的有河北、福建、山东,“低研发、高转化”型的有天津、上海,“低研发、低转化”型的有辽宁、广西、海南。

4.2 政策建议

(1)为加快推进海洋强国建设,实现科技兴海,我国应积极探索海洋科技绿色创新发展新模式,把海洋科技绿色创新作为贯彻海洋经济绿色发展的关键一环,打破传统的“高投入—低研发—低转化—高污染”的粗放式发展格局,形成有效稳定、持续高效的绿色创新发展新局面。

(2)不同沿海地区应根据自身区位特征、政策导向及阶段效率水平情况确定适宜自身的海洋科技绿色创新改进方式。阶段效率低水平的地区应当积极学习阶段效率高水平地区的成功发展经验。低研发效率地区应当不断优化海洋科技投入规模结构,形成适当的经费投入强度与人才引进策略,完善海洋科技绿色创新激励机制,加强知识产权保护;低转化效率地区应当优化海洋科技孵化环境,持续推进产学研合作,加强海洋科技与海洋生态、海洋经济间的联系,推动经济绿色发展。

(3)推进东部海洋圈优质海洋科技资源与研发成果向北部海洋圈、南部海洋圈转移,同时逐渐形成北

部以山东为核心、东部以浙江核心、南部以广东为核心的海洋科技创新局面,以点带面实现协同发展。

参考文献

- [1] 张钢,张小军.绿色创新研究的几个基本问题[J].中国科技论坛,2013(4):12—15+20.
- [2] 付幅,卢小丽,武春友.中国省域绿色创新空间格局演化研究[J].中国软科学,2016(7):89—99.
- [3] 华振.中国绿色创新绩效研究:与东北三省的比较分析[J].技术经济,2011,30(7):30—34+41.
- [4] 王郁蓉.我国各区域企业绿色技术创新绩效比较研究[J].技术经济,2012,31(10):52—59.
- [5] 苗成林,孙丽艳,杨力.能源消耗与碳排放约束下区域技术效率研究[J].科研管理,2016,37(2):1—8.
- [6] 李成顺.我国工业企业绿色创新效率评价:基于面板时变随机前沿模型的分析[J].技术经济,2020,39(9):119—125.
- [7] 樊华.中国省际科技创新效率演化及影响因素实证研究[J].中国科技论坛,2010(12):36—42.
- [8] 冯志军.中国工业企业绿色创新效率研究[J].中国科技论坛,2013(2):82—88.
- [9] 任耀,牛冲槐,牛彤,等.绿色创新效率的理论模型与实证研究[J].管理世界,2014(7):176—177.
- [10] 王惠,王树乔,苗壮,等.研发投入对绿色创新效率的异质门槛效应:基于中国高技术产业的经验研究[J].科研管理,2016,37(2):63—71.
- [11] 张辽,黄蕾琼.中国工业企业绿色技术创新效率的测度及其时空分异特征:基于改进的三阶段 SBM—DEA 模型分析[J].统计与信息论坛,2020,35(12):50—61.
- [12] 钱丽,肖仁桥,陈忠卫.我国工业企业绿色技术创新效率及其区域差异研究:基于共同前沿理论和 DEA 模型[J].经济理论与经济管理,2015(1):26—43.
- [13] 孙丝雨,安增龙.两阶段视角下国有工业企业绿色技术创新效率评价:基于网络 EBM 模型的分析[J].财会月刊,2016(35):20—25.
- [14] 鲁亚运,唐李伟,李杏筠.中国海洋科技创新效率省际差异及驱动因素分析[J].科技管理研究,2020,40(11):59—65.
- [15] 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.
- [16] 刘大海,李晓璇,邢文秀,等.区域海洋科技投入产出效率评价研究:以涉海科研机构为例[J].海洋开发与管理,2014,31(10):5—8.
- [17] 殷克东,徐华林,高文晶.基于 DEA—SFA 模型的海洋科技转化成果绩效测评[J].海洋开发与管理,2014,31(7):35—41.
- [18] 姜宝,周晓敏,李剑.我国海洋科技投入产出效率的区域差异研究:基于超效率 DEA 视窗—Malmquist 指数[J].科技管理研究,2015,35(10):49—53.
- [19] 宁靓,胡全峰,王岚,等.环渤海地区绿色海洋科技资源配置效率研究[J].云南师范大学学报(哲学社会科学版),2020,52(2):123—132.
- [20] COOPER W W, SEIFORD L M, TONE K. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software[M]. New York: Kluwer Academic Publishers, 2007.
- [21] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3).
- [22] TONE K, TSUTSUI M. An epsilon-based measure of efficiency in DEA—A third pole of technical efficiency[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 207(3).
- [23] FÄRE R, GROSSKOPF S. Network DEA[J]. Socio Economic Planning Sciences, 2000, 34(1):35—49.
- [24] TONE K, TSUTSUI M. Network DEA: A slacks-based measure approach[J]. European Journal of Operational Research, 2008, 197(1):243—252.
- [25] TAVANA M, MIRZAGOLTABAR H, MIRHEDAYATIAN S M, et al. A new network epsilon-based DEA model for supply chain performance evaluation[J]. Computers & Industrial Engineering, 2013, 66(2).
- [26] 陈菁泉,信猛,马晓君,等.中国农业生态效率测度与驱动因素[J].中国环境科学,2020,40(7):3216—3227.
- [27] 龙亮军.综合福利视角下中国生态文明建设绩效评价及国际比较[J].自然资源学报,2019,34(6):1259—1272.
- [28] 韩洁平,程序,闫晶,等.基于网络超效率 EBM 模型的城市工业生态绿色发展测度研究:以三区十群 47 个重点城市为例[J].科技管理研究,2019,39(5):228—236.
- [29] KLOPP G. The Analysis of the Efficiency of Production System with Multiple Inputs and Outputs[R]. Chicago: University of Illinois at Chicago, Industrial and Systems Engineering College, 1985.
- [30] 张运华,冯鑫明.江苏省区域经济发展效率的窗口分析[J].系统管理学报,2009,18(4):428—431+449.
- [31] 江涛,范流通,景鹏.两阶段视角下中国寿险公司经营效率评价与改进:基于网络 SBM 模型与 DEA 窗口分析法[J].保险研究,2015(10):33—43.
- [32] 朱平芳,徐伟民.政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响:上海市的实证研究[J].经济研究,2003(6):45—53+94.
- [33] 丁黎黎,朱琳,何广顺.中国海洋经济绿色全要素生产率测度及影响因素[J].中国科技论坛,2015(2):72—78.
- [34] 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,2008,25(10):17—31.
- [35] 王晓晨,韩增林,彭飞,等.中国海洋科技创新效率发展格局演变与类型划分[J].地理科学,2020,40(6):890—899.