

中国海洋绿色经济效率的时空演变及影响因素

赵昕, 彭勇, 丁黎黎

(中国海洋大学经济学院, 山东青岛 266100)

摘要: 在采用投影寻踪法构造“海洋资源环境损耗指数”基础上利用考虑非期望产出的SBM-DEA模型测算中国沿海11省市2003—2013年期间的海洋绿色经济效率,在分析其时间趋势和空间分布特征基础上,借助空间面板模型着重从空间相关性和空间溢出效应两方面识别其空间效应和主要影响因素。结果表明:海洋绿色经济效率呈现出“先上升后下降并相对稳定,以中值区居多”的时间趋势和空间分布特征;海洋绿色经济效率具有明显的空间效应,Moran's I具有“先负后正、波动上升”的空间相关性特征,受空间地理距离的影响存在显著的空间溢出效应;海洋工业污染治理投资额和海洋专业技术水平对海洋绿色经济效率具有显著正向影响,陆域工业规模对其具有显著负向影响,产业结构和FDI对其负向影响不显著。

关键词: 海洋绿色经济效率;时空演变;影响因素;SBM-DEA模型;空间面板模型

中图分类号:F222.3

文献标志码:A

文章编号:1009-2013(2016)05-0081-09

Analysis on temporal and spatial evolution of marine green economic efficiency and its influencing factors in China

ZHAO Xin, PENG Yong, DING Lili

(School of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Using the projection pursuit method and non-expected output SBM-DEA model based on the “Marine resources and environment loss index”, this paper not only measures the marine green economic efficiency of Chinese 11 coastal provinces and cities during 2003-2013, but also, on the base of temporal and spatial distribution characteristics with the spatial panel model, mainly analyzes and identifies the spatial effect and the main factors on aspects of spatial correlation and spatial spillover effect. The results are that: 1) The temporal and spatial distribution trend shows “firstly rise after fall and then relatively stable with majority in median area”. 2) The green economic efficiency has obvious spatial effect affected by spatial geographic distance and exists significant spatial spillover effect. Moran's I is “first negative and then positive, rising with fluctuations”. 3) Marine industrial pollution control investment and marine professional technology level has a significant positive influence on ocean green economic efficiency. Oppositely, the inland industrial scale has a significant negative influence. The negative influence of industrial structure and FDI on the marine green economy was not significant.

Keywords: marine green economic efficiency; evolution of time and space; influence factor; SBM - DEA model; spatial panel model

一、问题的提出

2003年《全国海洋经济发展规划纲要》的颁布实施推动了沿海省市开展新一轮“海洋强省”建设,海洋生产总值在2003—2013年以平均11%的速度增长,截至2013年海洋生产总值占国民生产总值的比例高达15.8%,海洋经济已成为中国经济的新

收稿日期:2016-09-12

基金项目:国家社科基金重大项目(15ZDB171);国家自然科学基金(71373247)

作者简介:赵昕(1964—),女,辽宁锦州人,教授,博士,博士生导师,主要从事海洋经济计量分析、数理金融与风险管理研究。

增长点。随着沿海省市海洋经济高速发展,海洋资源约束趋紧、海洋环境污染严重、海洋生态系统退化等问题日益凸显。这与“坚持节约资源和保护环境的基本国策,扎实推进生态文明建设,推动形成绿色发展方式”的发展理念相背离,直接影响了海洋经济的可持续发展。因此,在明晰海洋绿色经济效率内涵前提下,科学评估沿海省市海洋绿色经济效率并探寻其主要影响因素,是切合国家绿色发展理念、推动海洋经济“绿色”可持续发展、提升海洋绿色经济效率的关键一环。

绿色经济效率是经济发展面临资源与环境双重约束日益趋紧背景下形成的衡量经济发展是否健康可持续的重要指标,是考虑资源环境损耗程度的综合经济效率^[1]。海洋绿色经济效率一般界定为:在海洋资源和海洋环境约束下,海洋经济活动中人力、资本、技术等生产要素投入与所能获得的生产力、资源环境损耗等产出的比率,是衡量海洋经济发展质量和是否健康可持续的度量指标^[2]。国外学者对海洋经济效率的研究多集中于渔业和海洋运输业等单一部门的经济效率,较少涉及全局性的海洋经济效率研究。Maravelias^[3]和 Jamnia^[4]分别运用 DEA 模型和 SFA 模型研究了东地中海地区和伊朗的渔业经济效率;Cullinane^[5]基于 DEA 模型对全球 30 个重要港口的经济效率进行评估,并分析了其影响因素;Odeck^[6]则运用 DEA 和 SFA 模型研究了亚洲、欧洲和非洲海洋运输的生产效率,分析三个区域之间的差异并比较两种模型的优劣。

国内学者多集中于研究海洋经济效率的时间趋势变化、区域差异、影响因素分析及产业效率评估。范斐等^[7]基于环渤海经济圈 17 个沿海城市的面板数据,利用 DEA 模型和 Malmquist 生产力指数法对其海洋经济效率进行评估,从静态和动态两个角度分析各城市海洋经济效率的时间趋势变化和个体差异;赵昕等^[8]采用 GRA-DEA 混合模型测算沿海地区海洋经济效率,并从技术效率和规模效率两方面分析沿海地区海洋经济效率状况和区域差异;苏为华等^[9]运用 Malmquist 生产力指数法测算沿海 11 省市 1996—2010 年的海洋全要素生产率,然后基于空间面板模型分析了海洋全要素生产率的主要影响因素;戴彬^[10]利用 SFA 模型在评估沿海省市海洋科技全要素生产率的基础上,采用空间探索技

术和空间面板模型分析其空间效应及主要影响因素;程娜^[11]和苑清敏^[12]均运用 DEA 模型分别测算了中国海洋第二产业和海洋战略性新兴产业的经济效率。受绿色经济效率相关研究的启示,部分学者开始关注资源环境约束下的海洋绿色经济效率问题。丁黎黎^[13]利用熵值法构建“资源与环境损耗指数”,测算了海洋经济绿色全要素生产率,并基于 Tobit 面板模型分析识别了其影响因素;吴淑娟^[2]综合运用因子分析法和 DEA 模型开展了海洋绿色经济效率评价,并结合面板模型完成主要影响因素识别,但没有妥善处理投入产出指标因径向性和角度性产生的松弛性问题;赵林^[14]和苑清敏^[15]均采用非期望产出的 SBM 模型分析资源与环境约束下海洋经济效率的时间趋势和分布特征,但其资源环境方面的投入产出指标选择相对单一。

根据已有研究,海洋经济效率测算方面的技术方法主要包括以 DEA 为核心的非参数估计法和以 SFA 模型为主的参数估计法,但资源环境约束下的海洋经济效率评价的技术方法主要以 DEA 模型为主,原因在于 SFA 模型难以在确定生产函数基础上同时纳入产出指标和非期望产出指标;海洋经济效率影响因素识别方面的技术方法以普通面板模型为主,少数学者采用空间面板模型,但尚未有学者运用空间面板模型研究海洋绿色经济效率问题。现有海洋绿色经济效率方面的研究还存在以下不足:一是研究相对较少,且效率评估方面还存在非期望产出处置不合理或是资源环境方面投入产出指标选择相对单一等问题;二是海洋绿色经济效率时空格局和影响因素方面的分析大多基于区域间相同属性的经济变量相互独立的传统假设,忽略了“地理学第一定律”的存在,即现有研究尚未注意到某一区域海洋经济投入要素因可能的外部性而与相邻区域之间存在的空间相关性和溢出效应。因此,笔者拟采用投影寻踪法,在构造“海洋资源环境损耗指数”基础上利用考虑非期望产出的 SBM-DEA 模型测算中国沿海 11 省市 2003—2013 年的海洋经济效率,然后在分析海洋绿色经济效率时间趋势和空间分布特征的基础上着重运用空间经济计量方法探析海洋绿色经济效率的空间效应及主要影响因素,以期能全面清晰认识中国海洋绿色经济效率的时空演变和主要影响因素,为制定海洋经济绿色可持续发展政

策提供参考。

本研究的创新性在于综合考虑海洋资源环境方面的指标变量，通过映射降维的方式将非期望产出变量“海洋资源环境损耗指数”纳入 SBM-DEA 模型，既解决了传统 DEA 模型因径向性和角度性而产生的非期望产出变量松弛性问题，又可以运用多指标变量输出资源环境约束下的海洋绿色经济效率，评估结果更符合实际；同时打破传统计量经济学假设经济变量在区域间相互独立的束缚，运用包含空间距离权重的空间面板模型，既识别海洋绿色经济效率的影响因素，又关注到可能存在的空间效应。

二、研究方法与变量选择

1. 研究方法

为克服传统 DEA 模型无法充分考虑投入产出变量松弛性问题和非期望产出存在时效率测算误差大的弊端，Tone^[16]提出了非径向、非角度的 SBM-DEA 模型，同时解决了投入产出变量的松弛性问题和非期望产出影响效率准确性的问题。鉴此，本研究选用考虑非期望产出的 SBM-DEA 模型测算中国沿海 11 个省市的海洋绿色全要素生产率指数以衡量其海洋绿色经济效率。

中国 11 个沿海省市被分别看作 11 个决策单元 (DMU)，均包括投入、期望产出和非期望产出三组变量，分别用 $x \in R^m$ ， $y^g \in R^{s1}$ ， $y^b \in R^{s2}$ 表示，其定义矩阵如下：

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n] \in R^{m \times n}$$

$$Y^g = [y_1^g, y_2^g, \dots, y_n^g] \in R^{s1 \times n}$$

$$Y^b = [y_1^b, y_2^b, \dots, y_n^b] \in R^{s2 \times n}$$

其中， $X > 0, Y^g > 0, Y^b > 0$ 。

生产集形式为：

$$P = \{(x, y^g, y^b) | x \geq \lambda X, y^g \leq \lambda Y^g, y^b \geq \lambda Y^b, \lambda \geq 0\}$$

考虑非期望产出的 SBM-DEA 模型形式如下：

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right)} \in [0, 1] \quad (1)$$

其中， S, λ 分别表示松弛变量和权重变量； ρ^* 关于 s^-, s^g, s^b 单调递减。当 $\rho^* = 1$ 时，决策单元是

有效率的，当 $\rho^* < 1$ 时，决策单元是无效率的。该非线性规划模型则通过 Charnes^[17]提出的方法转换成一般性的线性规划模型。

常用的空间面板模型主要有空间滞后模型 (spatial lag model, SLM) 和空间误差模型 (spatial error model, SEM) 两种。借鉴 Anseli^[18]的经验，通过 LM 检验比较两个模型的 Lagrange 乘子 (LM 值) 及稳健 Lagrange 乘子 (Robust-LM 值)，进而分析模型的适用性：若空间滞后模型的 LM 值比空间误差模型的 LM 值更显著，且空间滞后模型的 Robust-LM 显著而空间误差模型的 Robust-LM 不显著，则选择空间滞后模型；反之，则选择空间误差模型。

考虑到中国沿海地区海洋绿色经济效率可能存在的空间效应，借鉴 Fischer^[19]关于空间面板模型的研究成果，建立关于中国沿海地区海洋绿色经济效率的空间面板模型：

$$\ln MGEE_{it} = \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} \ln MGEE_{jt} + \beta X_{it} + \alpha_i + v_i + \varepsilon_{it}$$

$$\varepsilon_{it} = \lambda \sum_{j=1}^N W_{ij} \varepsilon_{jt} + \mu_{it} \quad (2)$$

式(2)中， $MGEE_{it}$ 表示第 i 个地区在 t 时期的海洋绿色经济效率； X_{it} 为控制变量，表示各地区海洋绿色经济效率的影响因素； α_i, v_i 和 ε_{it} 分别为地区效应、时间效应和随机扰动项； ρ 和 λ 分别为空间滞后项系数和空间误差项系数，均用于度量空间效应， ρ 反映出某个区域的变量变化对其相邻区域的影响程度， λ 反映出相邻区域的变量变化对本区域的影响程度， $\rho = 0$ 表示模型为空间误差模型， $\lambda = 0$ 表示模型为空间滞后模型； W_{it} 表示空间权重矩阵。

2. 变量选择

SBM-DEA 模型涉及的投入变量包括劳动投入、资本投入，期望产出变量为 GDP ，非期望产出变量为海洋资源环境损耗指数。分别以涉海就业人数、海洋资本存量作为劳动投入和资本投入的代理变量。由于目前国内未有海洋资本存量方面的统计数据，借鉴何广顺^[20]关于海洋资本存量的估算公式：

海洋资本存量 = (沿海地区 GDP / 沿海地区 GDP) \times 沿海地区资本存量

其中，沿海地区资本存量的估算方法采用永续盘存法，借鉴张军^[21]的计算公式：

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t / P_t \quad (3)$$

公式(3)中, K_t 为t时期的资本存量; δ 为折旧率, 设定 $\delta=9.6\%$; I_t 为t时期的沿海地区固定资本形成总额; P_t 为t时期的固定资本价格指数。参考张军提供的初期资本存量, 依次求得以每年当期价格表示的名义资本存量, 然后运用固定资本价格指数将名义量平减为以2003年为基期的实际资本存量。

为消除不同变量的量纲问题及避免异方差性, 模型中所涉变量数据均进行对数处理。各地区涉海就业人数、GOP来源于《中国海洋统计年鉴》(2004—2014年), 各地区GDP、固定资本形成总额、固定资本价格指数来源于各年《中国统计年鉴》(2004—2014年)。

本研究采用投影寻踪模型对海洋资源环境损耗指数予以核算, 选取指标包括: 海洋产值工业废水处理达标排放量、海洋产值工业废水中化学需氧量去除量、海洋产值工业固体废物综合利用、海洋捕捞产量、海盐产量、海洋产业能源消费量、海洋矿业。借鉴邓楚雄^[22]的研究, 计算资源环境损耗指数的具体步骤如下:

(1)构造投影指标函数。投影寻踪就是将已经标准化处理的m维数据 $\{x_{ij}|j=1,2,\dots,m\}$ 集成以 $a=(a_1, a_2, \dots, a_m)$ 为投影方向的一维投影值 $z_j = \sum_{j=1}^m a_j x_{ij}$ 。按照投影值局部尽可能稠密、整体投影点集聚点团尽可能分散的原则, 构造投影指标函数为:

$$Q(a) = S_z D_z$$

$$S_z = \left[\sum_{i=1}^n (z_i - E_z)^2 / (n-1) \right]^{1/2}, D_z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R - r_{ij}) I(R - r_{ij})$$

上式中, S_z 、 D_z 和 E_z 分别为投影值 Z_j 的标准差、局部密度和平均值; R 为局部密度的窗宽参数; $r_{ij} = |z_i - z_j|$ ($i, j=1, 2, \dots, n$)为样本间距离; $I(R - r_{ij})$ 为单位阶跃函数。

(2)优化投影指标函数。确定样本集和样本指标值之后, 投影指标函数 $Q(a)$ 的变化因投影方向向量 a 的变化而变化。数据结构会因投影方向向量的差异而呈现不同特征, 因而, 最佳投影方向向量必须是最大可能体现高维数据某种结构特征的向量。通过设定约束条件, 拟按照如下方式计算最佳投影方向向量求解最大化投影指标函数, 并采用学术界普遍采用的加速遗传算法求解以上非线性优化问题。

$$\max Q(a) = s(a) \cdot d(a)$$

$$\text{s.t. } \|a\| = \sum_{j=1}^m a_j^2 = 1$$

(3)求评价指标权重系数。归一化处理投影方向 $a=(a_1, a_2, \dots, a_m)$ 得到权重系数:

$$w_j = \frac{a_j}{\sum_{j=1}^m a_j}, (j=1, 2, \dots, m)$$

空间面板模型公式(2)中涉及的变量为海洋绿色经济效率、空间权重矩阵和控制变量。参考戴彬^[10]的研究, 以两省省会城市距离的倒数作为权重构造空间权重矩阵。

控制变量选择方面, 国内外学者目前还尚未形成关于海洋经济效率影响因素的统一分析框架。丁黎黎^[13]选取海洋工业环境污染投资额、陆域工业规模和海洋专业技术水平等指标分析海洋绿色经济效率的影响因素; 吴淑娟^[2]利用海洋第二产业总值占GDP比重衡量海洋产业结构, 并纳入面板模型中分析海洋绿色经济效率的影响因素。其预期为: 海洋工业环境污染投资额对海洋绿色经济效率具有正向影响, 加大海洋环境污染治理力度可以提高海洋绿色经济效率; 陆域工业规模对海洋绿色经济效率具有负向影响, 沿海地区陆域工业废水等污染物的直排入海直接影响海洋环境和海洋绿色经济效率; 海洋专业技术水平可以通过技术进步推动海洋绿色经济效率的提高; 以第二产业为主的海洋产业结构对海洋绿色经济效率具有负向影响, 因为海洋工业会一定程度上增加对海洋资源的消耗和海洋环境的破坏。另外, 钱争鸣^[1]研究区域绿色经济效率时考虑了FDI对中国绿色经济效率的影响, 并指出FDI流入一方面会带来对国内资源的攫取和依赖, 进而对绿色经济效率产生负向影响; 另一方面也会通过技术外溢提高地区生产治污水平, 从而对绿色经济效率产生正向影响。沿海地区外商直接投资的主要区域, 势必会影响海洋经济的发展。

综上所述, 本研究选取海洋工业污染治理投资额(EL)、陆域工业规模(MS)、海洋专业技术水平(TL)、海洋产业结构(IS)和沿海地区FDI情况(FDI)作为空间面板模型的控制变量。其中, 海洋工业污染治理

投资额 $= (GDP/GDP) \times$ 工业污染治理投资额；陆域工业规模用地区工业增加值占GDP比重来表示；海洋专业技术水平用沿海地区海洋专业人才数表示；海洋产业结构用各地区海洋第二产业占GDP的比重表示；沿海地区FDI情况用FDI占GDP比重表示。

指标数据来源于《中国统计年鉴》(2004—2014年)、《中国海洋统计年鉴》(2004—2014年)、《中国环境统计年鉴》(2004—2014年)和Wind数据库。另外，模型所涉货币化数据均以2003年为基期进行调整，为消除不同变量的量纲问题并避免异方差性，所涉指标均进行对数化处理。

三、海洋绿色经济效率的时空演变

运用MaxDEA软件测算出中国沿海省市海洋绿色经济全要素生产率，并以此作为海洋绿色经济效率的衡量指标。为明晰中国海洋绿色经济效率，从时间和空间两个维度分析其时空格局演变。

1. 海洋绿色经济效率的时间趋势

2003—2013年中国沿海地区海洋绿色经济效率时间趋势情况如图1所示，其中2003年为基期，其值为零。就全国平均水平而言，海洋绿色经济效率呈现出“先上升后下降并相对稳定”的趋势特征：2003—2006年为上升期，随着2003年《全国海洋经济发展规划纲要》颁布实施，沿海各省市海洋经济得到快速发展，在对海洋资源进行适度开发利用的同时较为重视海洋环境污染监测治理工作，海洋绿色经济效率在此期间持续上升，峰值达到1.7。2007—2008年全球性金融危机严重限制了中国经济发展，海洋经济发展的规模效应和集约效应均未得到有效发挥，在此期间海洋绿色经济效率迅速下降为1.2。2009—2013年中国正由“十一五”向“十二五”期间过渡，海洋“863”、“973”项目相继启动，海洋科技水平不断提高推动了海洋经济在后金融危机时代的迅速复苏；与此同时，中国沿海地区“围海造陆”等影响海洋生态环境的项目纷纷上马，海洋资源不合理开发和海洋环境破坏活动日益加剧，据《海洋环境质量公报》显示，2013年典型海洋生态系统中处于亚健康状态的海洋生态系统

高达67%，海洋资源环境保护治理压力日渐增加，海洋经济高速发展与海洋资源环境保护日益突出的矛盾使海洋绿色经济效率平均保持相对稳定的1.1的中低水平效率值。

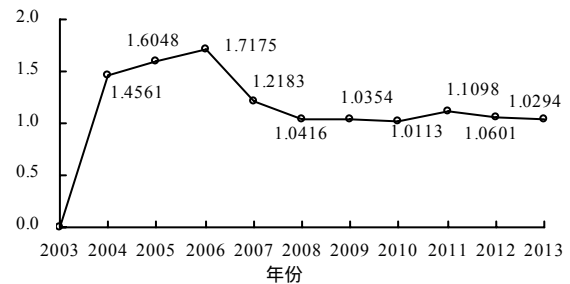


图 1 2003—2013 年海洋绿色经济效率变化趋势

2. 海洋绿色经济效率的空间分布

根据测算的中国海洋绿色经济效率值，运用ArcGIS软件和自然断点法绘制以2003年为基期、以偶数年为样本、以高中低为等级的中国海洋绿色经济效率空间分布图，结果显示：

(1)2004—2006年大多数省市的海洋绿色经济效率实现了由低值区向中高值区的转变。2004年，除广西属于高值区及辽宁、天津和上海属于中值区之外，其他七省份均属于低值区；2006年，高值区省份包括河北、山东、浙江和广西，中值区包括辽宁、广东、上海和海南，仅天津、江苏和福建属于低值区，属于中高值区的省市约占三分之二，但天津在此期间由中值区变为低值区，说明此间天津在海洋经济发展中对海洋资源环境的损耗相对较大。

(2)2006—2008年多数省市海洋绿色经济效率受金融危机冲击较大，除天津、江苏、广东和福建保持上升势头外，其他约三分之二省市均出现不同程度下降趋势，高值区由四个变为两个。其中，河北、山东、浙江由高值区变为中值区，辽宁和海南由中值区变为低值区，广西受金融危机冲击最大，由高值区变为低值区。

(3)2008—2012年中国海洋绿色经济效率以中值区省市居多。中值区的省市由2008年的六个逐步增加到2012年的八个，高值区由2008年和2010年的两个减少到2012年的一个。其中，江苏由高值区向中值区转变，说明江苏省近年来的“围海造陆”建设在推动地区海陆经济发展的同时也造成相当程

度的海洋污染和生态破坏;福建由中值区变为低值区,说明福建在基本实现海洋产业“三、二、一”产业结构格局前提下,海洋化工等第二产业发展过程中还存在一定程度的资源浪费,需要以技术创新和生产工艺改造实现高效运转;海南始终保持在低值区,说明虽然海南滨海旅游等海洋第三产业比重较高,但其在海洋旅游资源开发过程中仍需注意海洋环境保护和资源合理开发。

整体而言,研究期内中国沿海省市的海洋绿色经济效率呈现出“先上升后下降,以中值区居多”的空间分布特征。金融危机之前,在优越的海洋经济发展政策刺激下,中国多数省市海洋绿色经济效率呈明显的上升趋势,实现了由中低值区向中高值区的转变;金融危机之后,海洋经济迅速发展与海洋资源环境保护的矛盾日益激烈,三分之二省市的海洋绿色经济效率保持在中值区。

3. 海洋绿色经济效率的空间效应

Moran's I (莫兰指数)检验是空间相关性事前检验的经典方法,可通过该检验事先明确中国沿海地区之间海洋绿色经济效率是否存在空间效应。Moran's I的取值范围为 $[-1,1]$,其大于零说明沿海省市之间的海洋绿色经济效率存在正向空间相关性,即存在空间集聚现象;反之,则说明存在负向相关性,沿海省市之间的海洋绿色经济效率存在空间排斥现象。

根据测算的中国沿海地区海洋绿色经济效率值,可计算出以2003年为基期的2004—2013年的Moran's I,如图2所示:2004—2013年沿海省市海洋绿色经济效率的Moran's I呈现出“先负后正、波动上升”的趋势特征。

(1)2004—2008年Moran's I始终为负值,说明海洋绿色经济效率在此期间具有明显的负向空间相关性,即海洋资源环境的排他性特征导致海洋绿色经济效率空间排斥效应的存在。在海洋资源环境相似的情况下,中国沿海地区在产业结构、区域布局等方面存在重复建设、结构趋同的弊端,海洋产业呈现出区域多极化趋势,进而在激烈的市场竞争和资源开发中因“拥挤效应”而产生空间排斥现象。

(2)2009年中国沿海地区海洋绿色经济效率开

始出现正值,并自2011年保持相对稳定,说明海洋绿色经济效率开始呈现出正向空间相关性,空间集聚效应开始显现。金融危机之后,中国加快了海洋产业结构和区域布局调整步伐,海洋产业集聚程度不断加深,海洋主导产业的区域布局更加优化,海洋绿色经济效率的空间集聚特征因此显现。另外,空间集聚特征的出现说明中国海洋绿色经济效率存在区域“马太效应”,低效率地区与高效率地区的差距存在逐步拉大的风险,低效率地区在产业结构优化、主导产业识别、产业区域布局、生产要素吸纳等方面需进一步整合优化。

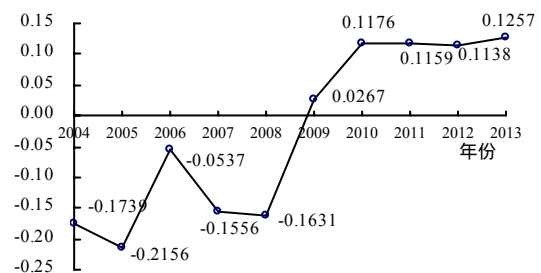


图2 2004—2013年海洋绿色经济效率 Moran's I 变动趋势

为判断中国海洋绿色经济效率是否存在显著的空间溢出效应,运用MatLab软件和极大似然估计法对空间面板模型式(2)进行参数估计。模型Hausman检验值为-1.799 4, P 值为0.937 2,未通过显著性检验,所以需要选用随机效应的空间面板模型进行解释,回归结果见表1。

由表1可知,空间滞后项系数 $\rho=0.28$ 、 $\text{Prob.}=0.024$,空间误差项系数 $\lambda=0.358$ 、 $\text{Prob.}=0.043$,均在5%的显著性水平下显著,说明中国沿海省市海洋绿色经济效率符合“地理学第一定律”,受空间地理距离的显著影响存在空间溢出效应:某地区海洋绿色经济效率变化会对相邻地区海洋绿色经济效率产生正向空间溢出效应,同时,其相邻地区的海洋绿色经济效率变化也会对本地区的海洋绿色经济效率产生正的空间溢出效应。空间溢出效应存在的可能原因在于:首先,随着中国市场经济体制的不断完善和户籍制度改革的不深入,地方保护主义壁垒逐步瓦解,市场信息不对称逐渐削弱,资本、人力、技术等海洋经济活动要素的区域流动性不断加强;其次,在建设资源节约型和环境友好型社会背景下,沿海各省市对海洋资源环境的保护力

度空前加强,各省市不断加大在海洋资源开发、海洋环境保护和海洋生产活动等方面的政策、财政和

人力投入,对相关地区海洋绿色经济活动产生了正外部性。

表 1 空间面板模型回归结果

	空间滞后随机效应面板模型			空间误差随机效应面板模型		
	估计值	t 值	Prob.值	估计值	t 值	Prob.值
intercept	2.694 09	3.079 86***	0.002 07	2.768 33	3.156 56***	0.001 59
lnEI	0.064 25	1.969 08**	0.048 94	0.048 86	1.425 56	0.153 99
lnMS	-0.865 41	-3.532 05***	0.000 41	-0.945 20	-3.743 43***	0.000 18
lnTL	0.064 89	1.807 12*	0.098 02	0.094 60	2.111 74**	0.034 70
lnIS	-0.027 44	-0.819 53	0.412 48	-0.042 35	-1.212 08	0.225 48
lnFDI	-0.003 22	-0.057 48	0.954 16	-0.020 28	-0.360 14	0.718 74
ρ	0.280 00	2.245 85**	0.024 71	—	—	—
λ	—	—	—	0.358 78	2.020 36**	0.043 34
R^2		0.456 90			0.469 60	
Log-likelihood		6.014 73			7.066 92	

注：“**”和“***”分别表示估计值在5%、1%的显著性水平下显著

四、海洋绿色经济效率的影响因素分析

通过Hausman检验判定随机效应的空间面板模型更适用于海洋绿色经济效率影响因素的分析,但仍需要通过空间计量模型的LM检验在空间滞后模型和空间误差模型之间进行确定性选择,以便合理分析海洋绿色经济效率的影响因素。

由表2可知,空间滞后模型的LM值(LM-SLM)及其稳健LM值(Robust LM-SLM)分别为87.15和923.00,且均通过了1%显著性水平下的显著性检验;而空间误差模型的LM值(LM-SEM)及其稳健LM值(Robust LM-SEM)在1%显著性水平下分别为36.97和872.81,均小于空间滞后模型的LM值及稳健LM值。因此,本研究选择空间滞后模型的回归结果解释各控制变量的参数意义。

表 2 空间面板模型的 LM 检验

指标	统计值	Prob.值
LM-SLM	87.1587	0.000
Robust LM-SLM	923.0046	0.000
LM-SEM	36.9701	0.000
Robust LM-SEM	872.8160	0.000

由表1空间滞后随机效应面板模型的回归结果可知:

(1)海洋工业污染治理投资额的参数估计值为0.064 2,且在5%显著性水平下显著。这说明海洋工业污染治理投资对海洋绿色经济效率具有正向推动作用,但这种拉动作用相对微弱,每增加1单位

海洋工业污染治理投资额海洋绿色经济效率仅增加0.064 2单位。一方面,污染治理投资是影响海洋绿色经济效率的主要因素之一,加大海洋工业的污染治理投资和环境管制力度能够推动海洋绿色经济效率的提高,一定程度上促进了海洋经济可持续发展;另一方面,仅注重海洋产业环境的末端治理,“先污染后治理”的生产模式不仅容易造成大量资源浪费,也不利于海洋绿色经济效率的显著提高,要从源头预防海洋资源浪费和环境污染。

(2)陆域工业规模的参数估计值为 - 0.865 4,通过了 1%显著性检验,说明陆域工业规模对海洋绿色经济效率具有显著的负向作用,两者具有显著的此消彼长关系。由此可以判定,沿海地区陆域工业发展不仅依赖海洋油气等海洋资源,其产生的工业废水等污染源更是对海洋环境的严重破坏,陆域工业对海洋资源环境的损耗是影响海洋绿色经济效率提高的关键性因素。合理统筹海陆经济协调性,加快陆域工业产业结构优化升级并加大工业污染治理力度是提高海洋绿色经济效率的重要任务。

(3)海洋专业技术水平的参数估计值为 0.064 8,在 10%显著性水平下显著。这说明海洋专业技术水平对海洋绿色经济效率具有显著正向影响,但拉动效应相对较弱,海洋专业技术水平每提高 1 单位仅拉动海洋绿色经济效率提高 0.064 8 单位。由此判断,海洋专业技术水平是影响海洋绿色经济效率的重要因素之一,海洋专业技术水平为海洋绿色经济发展提供所必须的专业人才和技术创新,海洋专业

技术水平提升是海洋绿色经济效率提高的源动力；相对较弱的拉动效应说明海洋专业技术水平对海洋绿色经济效率的推动作用尚未有效发挥，海洋专业技术发展还存在“产-学-研”脱节、科研成果不能有效转化成生产力的弊端，需要在强调丰富提高海洋专业技术水平的前提下更加注重海洋专业技术在实践中的“干中学”和成果应用转化。

(4)海洋产业结构的参数估计值仅为-0.0274，且没有通过显著性检验，说明海洋产业结构对海洋绿色经济效率的负向影响不显著。金融危机之后沿海各省市不断优化海洋产业结构，第二产业比重下降显著，第三产业比重持续上升，海洋产业由“二、三、一”格局向“三、二、一”格局转变，并于2012年开始初步实现了海洋产业的“三、二、一”格局，以第二产业为主导的产业结构逐步打破，海洋产业对海洋资源环境的损耗趋于合理，这也是海洋产业结构对海洋绿色经济效率影响相对较弱的主要原因。尽管如此，保持海洋产业结构优化升级是海洋绿色经济效率提高的长期任务。

(5)沿海地区FDI情况的参数估计值为-0.0032，并未通过显著性检验，说明虽然FDI对海洋绿色经济效率具有一定负向影响，但影响程度不显著。FDI参数估计值为负说明“污染避难所”假说在中国沿海地区成立，沿海地区在吸引外商投资过程中造成了一定程度的海洋资源浪费和海洋环境污染，且在海洋经济领域的资源浪费与环境污染掩盖了因技术外溢、资本投入对海洋绿色经济效率的正向推动作用；FDI参数估计值不显著也说明中国沿海地区在吸引外资过程中也相对重视对外资质量的甄别和对海洋资源环境的保护，一定程度遏制了外商投资对海洋经济绿色发展的破坏。

五、结论及其政策含义

本研究首先运用投影寻踪赋权法构造“海洋资源环境损耗指数”作为非期望产出变量，然后基于非期望产出的SBM-DEA模型，以中国11个沿海省市2003—2013年的面板数据为样本测算中国海洋绿色经济效率，并从时间趋势、空间分布和空间效应三方面分析其时空演变；采用全局Moran's I检验识别海洋绿色经济效率的空间相关性；利用空间面板模型分析海洋绿色经济效率的空间溢出效

应并探析其主要影响因素。研究结果表明：1)时间趋势方面，就全国平均水平而言，海洋绿色经济效率呈现出“先上升后下降并相对稳定”的趋势特征。2003—2006年是中国海洋绿色经济效率的上升期，2007—2008年是下降期，2009—2013年是相对稳定时期。2)空间分布方面，沿海省市的海洋绿色经济效率呈现出“先上升后下降，以中值区居多”的空间分布特征。金融危机之前，多数省市海洋绿色经济效率呈明显的上升趋势，实现了由中低值区向中高值区的转变；金融危机之后，海洋经济迅速发展与海洋资源环境保护的矛盾日益激烈，三分之二地区的海洋绿色经济效率保持在中值区。3)空间效应方面，沿海省市海洋绿色经济效率的Moran's I呈现出“先负后正、波动上升”的趋势特征，沿海省市海洋绿色经济效率首先表现为负向空间相关性，其后表现为正向空间相关性，即由空间排斥现象逐步向空间集聚现象转变；中国海洋绿色经济效率受空间地理距离的影响存在显著的空间溢出效应，海洋绿色经济效率在沿海省市之间符合“地理学第一定律”。4)影响因素方面，海洋工业污染治理投资额和海洋专业技术水平对海洋绿色经济效率具有显著正向影响，但正向拉动作用相对较弱；陆域工业规模对海洋绿色经济效率具有显著负向影响，陆域工业规模和海洋绿色经济效率具有明显的此消彼长关系；产业结构和FDI对海洋绿色经济效率的负向影响不显著。

上述研究结论具有以下政策含义：1)海洋绿色经济效率在区域间不是相互独立的，其与相邻区域具有显著的空间相关性和空间溢出效应，需要沿海省市在发展海洋绿色经济时充分考虑相邻区域政策环境对本区域的影响，合理利用海洋绿色经济发展方面存在的正外部性。2)近年来中国海洋绿色经济效率水平相对不高，海洋资源环境双重约束下海洋经济发展与海洋资源环境保护的矛盾日益激烈，需要沿海省市优化协调海洋资源合理开发、海洋环境有效保护和海洋经济高效发展之间关系。3)加大海洋环境末端治理投资的“先污染后治理”生产模式并不能有效提升海洋绿色经济效率，沿海省市应深刻认识到海洋专业技术水平在海洋经济发展中的优势，充分利用科研成果加快海洋产业的技术创新和工艺改造，注重海洋专业技术在实践中的“干

中学”和专业成果应用转化。4)产业结构优化升级是海洋经济可持续发展的第一要务,统筹海陆经济协调是提高海洋绿色经济效率的关键环节,深化陆域经济的产业结构调整,加快陆域第二产业升级改造,减少陆域产业对海洋环境破坏;在保持海洋产业“三、二、一”格局前提下继续积极发展海洋第三产业,合理高效开发海洋资源。5)沿海省市在吸引外商投资过程中,应有效甄别外商投资质量,防止高污染、高能耗企业进入,避免“污染避难所”假说在中国沿海省市发生。充分利用外商投资中的先进生产工艺、管理经验和资金支持,以此推动海洋绿色经济效率提升。

注释:

① 海洋资源环境损耗指数仅为本研究 SBM-DEA 模型的非期望产出变量,鉴于篇幅限制在此不作详细陈述。

参考文献:

- [1] 钱争鸣,刘晓晨.中国绿色经济效率的区域差异与影响因素分析[J].中国人口·资源与环境,2013(7):104-109.
- [2] 吴淑娟,罗少玉,肖健华.中国海洋经济绿色效率的测量及其影响因素[J].工业技术经济,2015(11):105-112.
- [3] Maravelias C D, Tsitsika E V. Economic efficiency analysis and fleet capacity assessment in Mediterranean fisheries[J]. Fisheries Research, 2008, 93(1): 85-91.
- [4] Jamnia A R, Mazlounzadeh S M, Keikha A A. Estimate the technical efficiency of fishing vessels operating in Chabahar region, Southern Iran[J]. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2015, 14(1): 26-32.
- [5] Cullinane K, Wang T F, Song D W, et al. The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2006, 40(4): 354-374.
- [6] Odeck J, Bråthen S. A meta-analysis of DEA and SFA studies of the technical efficiency of seaports: A comparison of fixed and random-effects regression models[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2012, 46(10): 1574-1585.
- [7] 范斐,孙才志,张耀光.环渤海经济圈沿海城市海洋经济效率的实证研究[J].统计与决策,2011(6):119-123.
- [8] 赵昕,郭恺莹.基于 GRA-DEA 混合模型的沿海地区海洋经济效率分析与评价[J].海洋经济,2012(5):5-10.
- [9] 苏为华,王龙,李伟.中国海洋经济全要素生产率影响因素研究——基于空间面板数据模型[J].财经论丛,2013(3):9-13.
- [10] 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(2):328-340.
- [11] 程娜.基于 DEA 方法的我国海洋第二产业效率研究[J].财经问题研究,2012(6):28-34.
- [12] 苑清敏,冯冬.我国海洋战略性新兴产业区域差异及生产效率分析研究[J].软科学,2014(12):42-45,64.
- [13] 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.
- [14] 赵林,张宇硕,焦新颖,等.基于 SBM 和 Malmquist 生产率指数的中国海洋经济效率评价研究[J].资源科学,2016(3):461-475.
- [15] 苑清敏,张文龙,冯冬.资源环境约束下我国海洋经济效率变化及生产效率变化分析[J].经济经纬,2016(3):13-18.
- [16] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.
- [17] Charnes A, Cooper W W. Programming with linear fractional functionals[J]. Naval Research Logistics Quarterly, 1962, 9(3-4): 181-186.
- [18] Anselin L. Local indicators of spatial association-LISA[J]. Geographical Analysis, 1995, 27(2): 93-115.
- [19] Fischer M M, Scherngell T, Reismann M. Knowledge spillovers and total factor productivity: evidence using a spatial panel data model[J]. Geographical Analysis, 2009, 41(2): 204-220.
- [20] 何广顺,丁黎黎,宋维玲.海洋经济分析评估理论、方法与实践[M].北京:海洋出版社,2014:232.
- [21] 张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952—2000[J].经济研究,2004(10):35-44.
- [22] 邓楚雄,谢炳庚,李晓青,等.基于投影寻踪法的长株潭城市群地区耕地集约利用评价[J].地理研究,2013(11):2000-2008.

责任编辑:黄燕妮