中国海洋经济绿色发展水平综合测度与时空演化研究

梁华罡

（辽宁省城乡建设规划设计院有限责任公司　沈阳　110006）

摘要：文章通过构建海洋经济绿色发展水平评价指标体系，利用集对分析法、Kernel 密度估计函数及 GIS 空间分析技术对 2006—2014 年中国沿海 11 个省、市、自治区海洋经济绿色发展水平进行综合测度，并分析其动态演化趋势。研究结果表明：①通过集对分析法初步计算出 2006—2014 年中国沿海 11 个省、市、自治区海洋经济绿色发展水平总体呈现波动上升趋势。②通过 Kernel 密度估计模型计算得出，2006—2014 年中国海洋经济绿色发展水平程度逐渐由地区之间均匀分布到两极分化分布的趋势，绿色发展高水平地区发展速度快于低水平地区。2006—2010 年中国海洋经济绿色发展水平进程缓慢，2010—2014 年绿色发展水平速度加快。③根据集对分析法计算的海洋经济绿色发展水平评价结果，采用自然断裂点法将中国沿海 11 个省、市、自治区海洋经济绿色发展水平划分为 3 类地区：上海、广东、天津为海洋经济绿色发展高水平地区；山东、福建、浙江、江苏、辽宁为海洋经济绿色发展中等水平地区；海南、河北、广西是海洋经济绿色发展低水平地区。

关键词：海洋经济；绿色发展；集对分析法；Kernel 密度估计；时空演化

中图分类号：P7　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005－9857(2019)05－0073－11

An Analysis on the Comprehensive Measurements and Spatio-temporal Evolution of China′s Green Development of Marine Economy

LIANG huagang

(Liaoning Urban & Rural Construction & Planning Design Institute, Shenyang 110006, China)

Abstract: By set pair analysis, the green economic development of 11 coastal provinces in China during 2006—2014 were analyzed with comprehensive measurements. Also, the Kernel density estimation model and GIS spatial analysis technology were utilized to study the tendency and rule of spatial-temporal evolution of green development of marine economy. Related policy suggestions were proposed to adapt to local conditions based on different levels of green development of marine economy in each province. The primary research achievements of the essay are as follow: First of all, the overall green development of marine economy in 11 coastal provinces in China during 2006—2014 period tends to rise volatility by means of the preliminary calculation of the set pair analysis. Secondly, it can be seen from the calculation of Kernel density estimation model that there was a trend which gradually spread from area to area and tow-level differentiation in 2006—

收稿日期：2018-09-26；**修订日期**：2019-04-15

基金项目：国家自然科学基金项目(41671119).

作者简介：梁华罡，助理工程师，硕士研究生，研究方向为海洋经济和城市规划

2014.Development of high-level green areas was faster than low-levels areas in 2006—2014.There was a slowdown in the growing of green development of our national marine economy during 2006 to 2010,but there was speed up of the green development of marine economy during 2010 to 2014. Thirdly, in accordance with the set pair analysis, using the natural point fracture method evaluation result of the green development of marine economy was produced.The paper divided the 11 coastal provinces of China into 3 types of regions: Shanghai,Guangdong and Tianjin as the high-level regions of green development of marine economy;Shandong,Fujian,Zhejiang,Jiangsu and Liaoning as the middle level regions of green development of marine economy; Hainan, Hebei,Guangxi as regions of that low level of green development of marine economy.

Key words: Marine economy, Green development, Set pair analysis, Kernel density estimation model,Spatiotemporal evolution

0 引言

当前,中国正处于重要的发展战略机遇期,但国际金融危机造成的深层次影响还远没有结束,新贸易保护主义开始在全球范围内兴起[1]。受此影响,中国对外贸易严重受阻,对沿海地区尤其是海洋经济影响很大。与此同时,改革开放 40 年以来的快速发展带来了一系列环境、资源与经济的协调发展问题,资源环境与经济发展的矛盾凸显。由于中国是一个海洋大国,海洋经济在国民经济体系中占有重要地位,科学开发海洋资源、保护海洋生态环境,实现海洋经济发展提质增效已经迫在眉睫[2]。党的"十八大"报告明确提出要"大力推进生态文明建设"的战略决策,着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展。提高海洋资源开发能力,坚决维护国家海洋权益,建设海洋强国。党的"十八届五中全会"把绿色发展作为五大发展理念之一,海洋绿色发展理念得到了前所未有的重视。在海洋生态文明建设的背景下要求中国必须贯彻执行绿色发展理念,这也是中国实现海洋经济可持续发展的必然要求。因此,对海洋经济绿色发展水平及其时空演化规律进行测度和分析,这将对于沿海各地制定海洋经济发展战略,提高海洋经济发展的质量与效益都具有重要意义。

"绿色发展"是指以效率、和谐、持续为目标的经济增长和社会发展方式。当今世界,发展绿色经济已经成为一个重要趋势。许多国家把发展绿色产业作为推动经济结构调整的重要举措,突出绿色的理念和内涵。目前国外学者们虽并未提出海洋经济绿色发展相关概念,但对于绿色经济的发展进行了广泛的研究。研究主要集中在建立绿色现代化、绿色增长绩效、环境绩效增长指数等绿色发展评价体系的研究[3-5];对经济发展中能源利用效率与环境污染等问题展开的研究[6-7]。如 Nataraja 等[8]指出,发展中国家可以绕过高污染、低效率的生产技术,通过能源转向实现低碳发展。Ricardo[9]分析了有效的国际贸易管理工作可以在很大程度上推动全球绿色经济的发展,并建立了一套完善的贸易政策体系。Desombre[10]论证了国际性环境组织在绿色经济发展中的重要作用,总结了现有机构所做出的贡献。国内对于海洋经济绿色发展的研究侧重于以下几个方面:①绿色经济的发展研究:洪伟东[11]将环境与经济核算体系与我国海洋产业相结合,构建绿色海洋生产总值核算体系,对我国海洋经济绿色发展进行研究探讨并提出对策建议;吴淑娟等[12]通过界定"海洋经济绿色效率",构建海洋经济绿色效率评价指标体系,使用因子分析和 DEA 方法,对我国东部沿海地区海洋经济绿色效率及其影响因素进行分析;刘小锋等[13]通过建立科学的海洋经济绿色发展指标体系,测度了"十一五"以来福建海洋经济绿色发展水平。②海洋生态文明建设研究:赵聪蛟等[14]论述了海洋生态文明和绿色发展的内涵,给出了海洋生态文明示范区(试验区)和海洋生态红线区两大海洋生态文明建设的载体;刘书明等[15]通过分析海洋生态文明的科学内涵和滨海新区建设海洋生态文明的现实挑战,对滨海新区建

设海洋生态文明的发展方向进行了探索。③海洋经济可持续发展研究：张德贤[16]强调海洋经济持续性、海洋生态持续性和良好的社会持续性 3 方面进行测度评价，为海洋经济可持续发展的研究与实践提供理论参考；狄乾斌等[17]构建了海洋生态系统可持续发展能力评价指标体系，并分析各个指标对海洋生态系统可持续发展能力的影响，从而提出提高海洋生态系统可持续发展能力的相关性措施。

综上所述，国内外有关绿色发展、绿色经济的研究较为丰富，得出了大量富有实际意义的结论。但是对于海洋经济绿色发展水平测度分析相关的研究较少。主要表现在以下几个方面：①从研究对象来看，尽管绿色发展这一理论已被广泛应用于经济学、生态学等相关领域，但是鲜有学者把这一理论引入海洋经济领域并对海洋经济绿色发展水平程度进行定量分析与评价，研究其时空演化规律；②从研究指标来看，对于绿色发展已有的研究其指标体系通常突出绿色、和谐与可持续等方面，而缺少了社会发展维度指标体系。基于以上两点，本研究在构建海洋经济绿色发展水平评价指标体系时增加了海洋社会发展维度层面，并将绿色发展理念应用于对中国海洋经济绿色发展水平的测算中，从时间和空间维度为中国海洋经济绿色发展水平综合测度及其时空演化的研究提供了新的思路。

1　研究方法与数据来源

1.1　研究区域与数据来源

本研究的区域涉及沿海 11 个省、市、自治区（不包括港澳台），包括辽宁、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、海南。研究的原始数据主要来源于 2007—2015 年的《中国海洋统计年鉴》《中国海洋年鉴》《中国区域经济统计年鉴》以及相关省份的海洋统计公报[18-20]。

对于海洋经济绿色发展水平的测度建立在对绿色发展的内涵把握和理解的基础上，参考了绿色发展与绿色经济现有的研究现状，构建中国海洋经济绿色发展水平测度评价指标体系（表 1）。

表 1　海洋经济绿色发展水平评价指标体系

总体层	分维度层	指标层	指标解释及计算	权重
海洋经济绿色发展水平 A	海洋经济发展 B_1	海洋经济增长率 C_1	具体说明请见表注中的公式①	0.091
		海岸线经济密度 C_2	海洋生产总值/岸线长度	0.056
		人均海洋生产总值 C_3	海洋生产总值/沿海地区人口总数	0.075
		海洋生产总值比重 C_4	海洋生产总值占国内生产总值比重	0.095
	海洋生态文明建设 B_2	沿海地区污染项目治理情况 C_5	从《中国海洋统计年鉴》中获得	0.082
		沿海地区海滨观测台个数 C_6	从《中国海洋统计年鉴》中获得	0.085
		海洋类型自然保护区建设情况 C_7	从《中国海洋统计年鉴》中获得	0.058
	海洋经济发展质量与效益 B_3	海洋第三产业比重 C_8	海洋第三产业产值/海洋生产总值	0.111
		海洋产业高级化指数 C_9	根据表注中的公式②计算	0.118
		非渔产业结构指数 C_{10}	海洋第二、三产业产值之和/海洋就业人口	0.085
		海洋科技产出能力 C_{11}	海洋科研机构拥有发明专利总数占全国海洋专利的比重	0.063
	海洋社会发展 B_4	涉海就业人员占地区就业人员比重 C_{12}	从《中国海洋统计年鉴》中获得	0.086
		涉海就业专业化指数 C_{13}	各地区海洋科研机构专业技术人员/该地区涉海从业人员总数	0.081
		沿海地区城镇化率 C_{14}	从《中国统计年鉴》中获得	0.103
		城镇居民可支配收入 C_{15}	从《中国海洋统计年鉴》中获得	0.100

注：公式①（RGDP）=（本期国民生产总值/基期国民生产总值）−1，本研究采用实际经济增长率，以基期价格计算末期国民生产总值。

公式② $H=\sum_{i=1}^{3}k_i h_i$，其中 H 为海洋产业结构高级化指数，k_i 为第 i 个产业的产值占海洋产业总产值的比重，h_i 为第 i 个产业的产业高度值，根据产业高度对其赋值为 1、2、3。

为了更客观、全面地测度分析我国海洋经济绿色发展水平状况，在选取指标时依据如下原则。①绿色性原则。选取的指标应该遵循绿色发展的基本内涵，能够体现效率、和谐、持续为目标的经济增长与社会发展方式。②全面性原则。绿色发展涵盖的范围较广，在指标选取中应从多角度、全方位的维度去寻找能够反映经济发展、环境质量、增长质量、生态保护等方面的发展状况。③可操作性原则。在选取指标的过程中应充分考虑指标的可获得性，指标体系有较强的可操作性。指标的选取要便于获取、规范及内涵明确，不仅要客观地反映海洋经济绿色发展的水平状况，还要熟练掌握研究方法，以保障研究结果的可实现。④科学性原则。在指标的选取过程中应当考虑到不同地区不同省份之间自然资源禀赋的差异以及社会经济发展阶段的不同，因此指标选取遵循要遵循客观真实的原则，以此来反映不同省份之间海洋经济绿色发展水平状况。

依据以上原则，本研究从海洋经济绿色发展的角度出发，以海洋经济发展与海洋生态效益相协调的角度为着力点，综合考虑影响海洋经济绿色发展水平的相关因素，从 4 个方面共 15 个指标对海洋经济绿色发展水平进行了分析(表 1)。

1.2 海洋经济绿色发展水平赋权方法

1.2.1 灰色关联分析(Grey Relational Analysis)

本研究尝试利用灰色关联分析对指标进行测算并赋权，此方法克服了人为赋权的主观性。海洋经济作为一个不断变化的发展系统，而灰色关联分析对于一个系统发展态势提供了量化的度量，非常适合动态历程的分析[21]。

假设由灰色关联分析法确定出的权重为 W_1，则确定权重的过程如下。

(1)进行灰色关联计算求得权重，首先需要选取各个指标的最优集为 X_0，即 $X_0=(X_0\ X_{0j}\cdots X_{0n})$，对应得出如下矩阵：

$$X=\begin{bmatrix} x_{11}, & x_{12}, & \cdots, & x_{1n} \\ x_{21}, & x_{22}, & \cdots, & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{t1}, & x_{t2}, & \cdots, & x_{tn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

式中，X_{ij} 表示第 i 个评价对象的第 j 个评价指标所对应的原始数据。其中：$i=1,2,3,\cdots,t$；$j=1,2,3,\cdots,n$。

(2)运用公式 $M_{ij}=\dfrac{x_{ij}}{x_{0j}}$ 将最优集和原始数据标准化可得：

$$M_{m\times n}=\begin{bmatrix} m_{11}, & m_{12}, & \cdots, & m_{1n} \\ m_{21}, & m_{22}, & \cdots, & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{t1}, & m_{t2}, & \cdots, & m_{tn} \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$M_0=(m_{01},m_{02},\cdots m_{0n}) \tag{3}$$

(3)通过对数据进行处理之后，可以通过式(4)对灰色关联系数进行计算。确定参考序列 M_0，比较序列 M_{ij}，其关联系数公式可以表达为：

$$\zeta_{ij}=\frac{\min\limits_i\min\limits_j|M_{0i}-M_{ij}|+\rho\max\limits_i\max\limits_j|M_{0i}-M_{ij}|}{|M_{0i}-M_{ij}|+\rho\max\limits_i\max\limits_j|M_{0i}-M_{ij}|} \tag{4}$$

式中：ρ 表示分辨系数，它的取值不影响关联序，一般取 0.5。

则其对应的关联度为：

$$\zeta=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{t}\zeta_{ij} \tag{5}$$

(4)计算各指标的因子关联度，归一化处理后得到各指标灰色关联权重值为：

$$W_1=\frac{\zeta_{ij}}{\sum\limits_{i=1}^{t}\zeta_{ij}} \tag{6}$$

1.2.2 集对分析法(Set pair analysis)

集对分析法是中国著名学者赵克勤于 1989 年提出的全新系统分析方法。由于数学中规定集合的元素可以是人、事、物、数字、概念，因而如：评价标准与评价对象、设计要求和实物、目标与现状、已知与未知、确定性与不确定性、投资与回报等，都可以在一定条件下看做是集对的例子。集对分析的核心思想就是把研究的客观事物之间确定性联系与不确定性联系作为一个不确定性系统来分析处理。其中确定性包括“同一”与“对立”两个方面，不确定性则单指“差异”，集对分析就是通过同一性、差异性和对立性这 3 个方面来分析事物及其系统。这三者相互联系、相互影响、又相互制约，在一定条

件下还会相互转化。由此建立起的同异反联系度表达式如下:

$$\mu=\frac{S}{N}+\frac{F}{N}i+\frac{P}{N}j=a+bi+cj \tag{7}$$

式中:N 为集对特性总数;S 为集对相同特性数;P 为集对中相反的特性数;F 为集对中既不相同又不相反的特性数;$F=N-S-P$;i 为差异度标示数,$i\in[-1,1]$;j 为对立度标示数,一般 $j=-1$。而 $a=S/N$,$b=F/N$,$c=P/N$ 分别为组成集对的两个集合在问题 W 背景下的同一度、差异度、对立度。

本研究的海洋经济绿色发展水平评价模型构建如下。

(1)构造评价矩阵。设系统有 n 个待优选的对象组成备选对象集,记为 $E=\{e_1,e_2,\cdots e_n\}$,e_n 为第 n 个被评价对象,每个对象有 m 个评估指标,每个评估指标均有一个值标志,记为 $d_{ij}(i=1,2,\cdots,n;j=1,2,\cdots,m)$,则基于集对分析法多目标评价矩阵 Q 为:

$$Q=\begin{pmatrix} d_{11}, & d_{12}, & \cdots, & d_{1n} \\ d_{21}, & d_{22}, & \cdots, & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{m1}, & d_{m2}, & \cdots, & d_{mn} \end{pmatrix} \tag{8}$$

对比得出最优的和最劣的评价指标,然后分别组成最优评价集 U 和最劣评价集 V。

$$U=(d_{m1},d_{m2},\cdots,d_{mj},\cdots d_{mn})^T$$

$$V=(d_{v1},d_{v2},\cdots d_{vj},\cdots d_{vm})^T$$

其中:d_{uj} 和 d_{tj} 分别为 Q 矩阵中的 $[v_p,u_p]$ 个指标中的最优值和最劣值。

对比 w_p 和 d_{uj},可得到不带权的同一度矩阵 A:

$$A=\begin{pmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \cdots, & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22}, & \cdots, & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots, & a_{mn} \end{pmatrix} \tag{9}$$

对比 w_p 和 d_{uj},可得到不带权的同一度矩阵 B:

$$B=\begin{pmatrix} b_{11}, & b_{21}, & \cdots, & b_{1n} \\ b_{21}, & b_{22}, & \cdots, & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1}, & b_{m2}, & \cdots, & b_{mn} \end{pmatrix} \tag{10}$$

式中:$a_{pk}=\dfrac{u_p v_p}{d_{pk}(u_p+v_p)}$;$c_{pk}=\dfrac{d_{pk}}{u_p+v_p}$;$b_{ij}$ 分别表示 f_m 与 $[U,V]$ 的同一度与对立度。

当 d_{ij} 对评价结果起正向作用时:

$$\begin{cases} a_{ij}=\dfrac{d_{ij}}{d_{uj}+d_{vj}} \\ b_{pk}=\dfrac{d_{uj}+d_{vj}}{d_{ij}(d_{uj}+d_{vj})} \end{cases} \tag{11}$$

当 d_{ij} 对评价结果起负向作用时:

$$\begin{cases} a_{ij}=\dfrac{d_{uj}d_{vj}}{d_{ij}(d_{uj}+d_{vj})} \\ b_{pk}=\dfrac{d_{ij}}{d_{uj}+d_{vj}} \end{cases} \tag{12}$$

(2)构造评估模型。通过 U 与 A,即可得到带权的同一矩阵 A_W:

$$A_W=W\times A$$

$$=(w_1,w_2,\cdots,w_m)\times\begin{pmatrix} a_{11}, & a_{12}, & \cdots, & a_{1n} \\ a_{21}, & a_{22}, & \cdots, & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1}, & a_{m2}, & \cdots, & a_{mn} \end{pmatrix}$$

$$=(a_1,a_2,\cdots a_n) \tag{13}$$

带权的对立矩阵 B_W:

$$B_W=W\times B$$

$$=(w_1,w_2,\cdots,w_m)\times\begin{pmatrix} b_{11}, & b_{22}, & \cdots, & b_{1n} \\ b_{21}, & b_{22}, & \cdots, & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{m1}, & b_{m2}, & \cdots, & b_{mn} \end{pmatrix}$$

$$=(b_1,b_2,\cdots,b_n) \tag{14}$$

A_W 中的元素 $a_j(j=1,2,\cdots,m)$ 就是第 j 个评价对象与集合 $[U,V]$ 的同一度,B_W 中的元素 $b_j(j=1,2,\cdots,m)$ 就是第 j 个评价对象与集合 $[U,V]$ 的对立度。

(3)计算相对贴进度。第 j 个被评价对象与最优评价集 U 的相对贴进度 r_i 定义为:

$$r_i=\frac{a_j}{a+b_j} \tag{15}$$

从而得到相对贴进度矩阵 R:

$$R=(r_1,r_2,\cdots,r_m) \tag{16}$$

r_j 值表示被评价对象与 U 的关联程度,r_j 值与评价对象优异程度成正比。

(4)多层次综合判断。将初始模型应用于多层因素上,从最底层 n 开始对该层进行评价,第 n 层的

评价结果又作为第$n-1$层的指标进行评价，直到最上层为止。在对指标集$F=(f_1,f_2,\cdots,f_m)$做一次划分p时，便获得海洋经济绿色发展水平二层集对分析评判模型。设指标集划分为经济发展、生态文明建设、经济发展质量与效益、社会发展4个因素，利用式(16)分别计算出最下层评估结果R_1，R_2，R_3，R_4，然后让其作为上层评估的输入再次代入式(16)，得到$R_{综}$，$R_{综}$即为海洋经济绿色发展水平综合得分。

1.2.3 kernel密度估计模型(Kernel Density Estimation Model)

核密度估计是概率论中用来估计未知的密度函数，属于非参数检验方法之一，是一种用于估计概率密度函数的非参数方法，χ_1，χ_2，...χ_n为独立分布F的n个样本，设其概率密度函数为f，则核密度估计的形式为：

$$f_h(x)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x-x_i)=\frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n}K_h\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \tag{17}$$

化简可得：

$$f_h(x)=\frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n}K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \tag{18}$$

式中：K为核函数并且是一个加权函数，包括uniform核、triangular核、Epanechnikov核、高斯核等，本研究选取高斯核对我国沿海11个省、市、自治区海洋经济绿色发展时间演化过程进行估计，其函数表达式为：

$$\text{Gaussian}=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}t^2} \tag{19}$$

由于kernel密度估计无确定的函数表达式，因此通常采用图形对比的方式来考察其分布变化。本研究以我国海洋经济绿色发展水平综合得分为样本点进行拟合作图，通过对kernel密度图形的位置、形状、峰值等进行观察分析，进而研究中国海洋经济绿色发展水平在时间上的演变规律。

2 结果分析

2.1 海洋经济绿色发展水平综合评价

本研究利用灰色关联分析对中国沿海11个省、市、自治区海洋经济绿色发展指标进行赋权，利用集对分析法计算了中国沿海地区海洋经济绿色发展水平综合得分(表2)。

表2 沿海省、市、自治区海洋经济绿色发展水平

省、市(自治区)	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	均值	排名
辽宁	0.456	0.457	0.466	0.153	0.492	0.564	0.491	0.547	0.594	0.469	8
河北	0.430	0.390	0.399	0.841	0.347	0.405	0.369	0.356	0.394	0.437	9
天津	0.573	0.591	0.579	0.239	0.616	0.582	0.577	0.605	0.623	0.554	3
山东	0.581	0.587	0.612	0.173	0.572	0.580	0.615	0.564	0.627	0.546	4
江苏	0.480	0.517	0.507	0.094	0.539	0.590	0.571	0.506	0.575	0.487	7
上海	0.727	0.699	0.715	0.920	0.739	0.680	0.739	0.722	0.683	0.736	1
浙江	0.543	0.551	0.566	0.112	0.524	0.582	0.585	0.553	0.590	0.512	6
福建	0.557	0.577	0.562	0.178	0.537	0.570	0.573	0.589	0.630	0.530	5
广东	0.642	0.607	0.677	0.251	0.623	0.632	0.675	0.616	0.674	0.600	2
广西	0.257	0.268	0.302	0.055	0.292	0.298	0.363	0.334	0.365	0.282	11
海南	0.400	0.413	0.419	0.123	0.414	0.441	0.443	0.469	0.433	0.395	10

经济绿色化发展是一个持续不断的进程，中国在2015年3月24日中央政治局会议上审议通过《关于加快推进生态文明建设的意见》，首次提出绿色化概念，可见中国经济绿色化发展的历程较短。从表2中可以看出，在2006—2014年总体上多数地区海洋经济绿色发展水平呈波动上升的趋势，但是

绿色发展水平提升程度有限。除了河北和上海以外,其他地区海洋经济绿色发展水平在 2009 年呈现明显的下降态势,河北和上海在 2010 年海洋经济绿色发展水平下降显著。由此体现出中国海洋经济绿色发展受到国际金融危机的影响较大,河北和上海受到的影响滞后于其他地区。中国沿海 11 个省、市、自治区海洋经济绿色发展水平由高到低依次为上海、广东、天津、山东、福建、浙江、江苏、辽宁、河北、海南、广西。

沿海地区海洋经济绿色发展水平基本上与各沿海地区海洋经济规模和海洋经济实力呈正向相关。其中,上海海洋经济绿色发展一直保持着较高的水平。上海海洋经济发展比较成熟、海洋产业发展水平较高,依托其广阔的市场腹地、便利的交通条件,积极推动海洋科技创新,大力吸引海洋科技人才,为海洋经济可持续发展提供了不竭的动力源泉;上海以科技创新为战略出发点,依靠体制机制的全面创新,促进了海洋产业绿色化发展,因此海洋经济绿色发展水平一直处于中国海洋经济绿色发展的龙头地位。

广东是中国的海洋大省,其海洋生产总值已连续多年位居全国首位。“十二五”期间,广东积极推进海洋经济综合试验区建设,并取得阶段性成效,珠三角、粤东、粤西三大海洋经济主体区域协调发展,使得广东海洋经济空间布局进一步得到了优化。2011 年 8 月《广东海洋经济综合试验区发展规划》获得国务院批复,广东出台了突出地缘优势的相关政策,海洋经济管理体系得到了进一步完善。

自 2005 年滨海新区上升为国家战略以来,天津经济高速发展,逐步成为继深圳、浦东新区之后的我国经济增长的第三级。随着陆海统筹、陆海联动的发展方式的逐步成熟以及天津港的大力建设,天津海洋经济迅速发展,海岸线经济密度高居全国首位,因此天津海洋经济绿色发展水平较高。目前,天津海洋经济发展增长方式正在发生转变,主要由要素驱动、投资驱动转向服务业发展和创新驱动,大力发展海洋第三产业。

山东凭借良好的海洋自然资源禀赋状况,海洋经济规模一直处于中国的领先地位。随着《山东半岛蓝色经济区发展规划》上升为国家战略,山东承接了部分日本、韩国的新兴产业项目,促进了海洋经济绿色发展。

广西海洋经济绿色发展水平一直处于较低的水平,其原因在于:广西海洋规模总量较小,海洋产业结构尚处于较低水平。长期以来,广西海洋渔业一直占据着海洋产业的主导地位,海洋第二产业发展还不够成熟,尚处于工业化进程的初期阶段。广西海洋第三产业比重较低、海洋科技产出能力很低,这些因素都限制了广西海洋经济绿色发展水平的提升。

河北由于过度地依赖于资源型产业,大力发展重化工业与海洋第二产业,造成了大量的钢铁、煤炭等产业产能过剩;海洋第三产业发展缓慢,海洋经济规模总量较小,海洋产业结构转型升级缓慢,使得河北海洋经济绿色发展水平处于较低的水平。

海南海洋经济绿色发展水平虽然较低,但是 2010 年以来,充分发挥热带海岛旅游资源和环境优势,努力把海南建设成为世界一流的热带海岛海滨度假休闲旅游胜地,促进了海南基础设施的快速发展,间接推动了海洋交通运输业和物流业的发展。随着 2012 年 6 月三沙市的成立,海南依托得天独厚的地缘优势,把握海洋经济发展的新机遇,以科技兴海、可持续发展和重点发展主导产业为基本原则,促进了海南海洋经济的科学发展,为海洋产业绿色崛起提供了有力的保障。

福建、江苏、辽宁分别在海峡西岸经济区、江苏沿海经济区、辽宁沿海经济带发展规划的国家战略支撑下,海洋经济绿色发展水平有一定的发展,但发展具有一定的依赖性和渐进性,海洋经济转型带来的发展效益还没有完全凸显,因此海洋经济绿色发展进展缓慢。

2.2　海洋经济绿色发展水平分项指标测度分析

从图 1 中可以看出,2006—2014 年中国海洋经济绿色发展水平 4 个维度层面总体上比较平稳并呈缓慢上升的趋势,但是不明显,这体现出了中国海洋经济绿色发展进展比较缓慢,发展水平还不高。

(1)海洋经济发展维度在 2009 年出现了较大

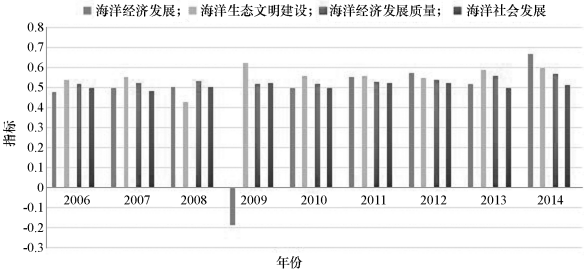

图 1 海洋经济绿色发展分项指标评价

的下滑。受到 2008 年国际金融危机的影响，世界经济发展速度趋缓，而海洋经济作为外向型经济受此影响较大。随着金融危机的蔓延，各种贸易保护主义有所抬头，针对中国商品贸易的壁垒层出不穷、出现了一些贸易摩擦，中国沿海地区对外贸易严重受阻，大量出口型企业经营困难甚至濒临破产，因此作为外向型的海洋经济发展质量明显下降。

(2)海洋生态文明建设维度呈现出波动上升的趋势并在 2008 年出现了较为明显的下降。受到金融危机的影响，海洋交通运输业与海洋船舶制造业发展受阻，部分企业资金链出现短缺，为了降低企业生产成本，减少了对海洋环境保护的力度，造成海洋生态环境水平的下降。2010 年以来，海洋生态环境水平逐步缓慢提升，这体现了国家对于海洋生态环境的重视，海洋生态保护与建设的力度不断加大，海洋经济与海洋生态环境两者之间正在协调发展。

(3)海洋经济发展质量与效益维度呈现缓慢上升的趋势，但上升幅度有限，其中 2013 年之后相较于其他年份上升的较为明显。党的“十八大”报告将海洋强国战略上升为国家战略，海洋的战略地位提升明显，在此之后中国加大了对海洋经济的开发力度，加强对传统海洋产业结构的优化升级，大力发展战略性新兴海洋产业。

(4)海洋社会发展维度进程比较缓慢，海洋社会发展水平稳定，没有出现较大幅度的上升。海洋经济与陆域经济联系不够密切，海陆经济协调发展水平比较低。中国海洋经济整体上尚未形成陆域和海洋“双轮驱动”的海陆统筹发展态势，陆海统筹进程有待提高。

3 区域海洋经济绿色发展水平时空分异分析

3.1 区域海洋经济绿色发展水平 Kernel 密度估计

为分析区域海洋经济绿色发展时间演化态势，本研究应用 Eviews8.0 对沿海地区 2006—2014 年海洋经济绿色发展水平进行 Kernel 估计，得出 Kernel 二维图(图 2)。其中选取代表性的首末年份 2006 年、2014 年以及中间年份 2010 年绘制 Kernel 曲线，通过对不同时期的比较，得出中国海洋经济绿色发展水平动态变化特征。

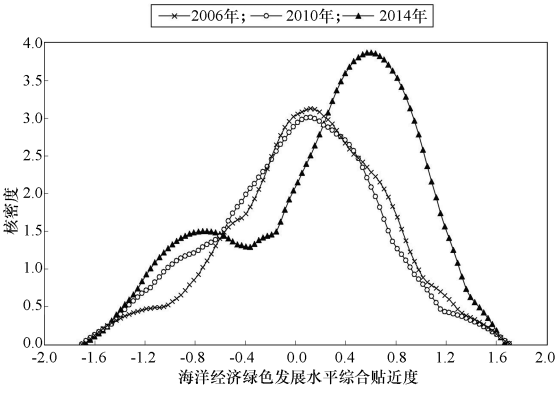

图 2 中国海洋经济绿色发展水平的核密度分布

(1)从位置上看，选取 2006 年、2010 年和 2014 年的截面数据，这 3 年密度函数中心有向右位移的态势，但是不够明显，这说明中国海洋经济绿色发展水平有所提升，但是提升幅度有限。其中 2014 年相比 2010 年向右位移的幅度较大，2010 年和 2006 年密度函数曲线基本没有变化，这反映了 2010 年之后中国海洋经济绿色发展成效比较显著，2006—2010 年中国海洋经济绿色发展水平基本没有提升。

(2)从形状上看，2006 年和 2010 年波峰较为平缓且为单峰分布，2014 年波峰较为陡峭并呈双峰分布状态。这反映 2006—2010 年中国海洋经济绿色发展水平地区之间的差异不大，海洋经济绿色发展水平程度比较集中；2014 年中国海洋经济绿色发展水平逐步呈现两极分化态势，地区之间的差距逐渐扩大。这表明海洋经济绿色发展水平程度较高的地区发展速度快于海洋经济绿色发展水平程度较低的地区。其中 2014 年处在左侧峰值对应的核密度数值相对较小，而右峰对应的核密度数值较大，这说明 2014 年中国海洋经济绿色发展水平成效较

高的地区多于海洋经济绿色发展水平成效较低的地区，海洋经济绿色发展水平程度集中在中高水平地区，绿色发展水平程度相比于 2006 年和 2010 年有所提高。

(3)从峰度上来看，2006 年和 2010 年海洋经济绿色发展水平密度函数曲线呈宽峰分布状态，说明此时地区之间海洋经济绿色发展水平比较分散。2006—2014 年密度函数曲线大体呈现宽峰到尖峰的趋势，高峰值区域主要集中在绿色发展水平较高的地区，且峰顶密度逐渐提升，这表明中国海洋经济绿色发展水平有所提升，部分地区海洋经济绿色发展水平提升较快。

3.2　区域海洋经济绿色发展水平空间演变分析

本研究结合表 2 和图 1 的评价结果，运用 GIS 空间分析技术对沿海 11 个省、市、自治区 2006 年、2010 年、2014 年海洋经济绿色发展水平进行直观分析(图 3)。从中可以看出，沿海各地海洋经济绿色发展水平空间演化概况。

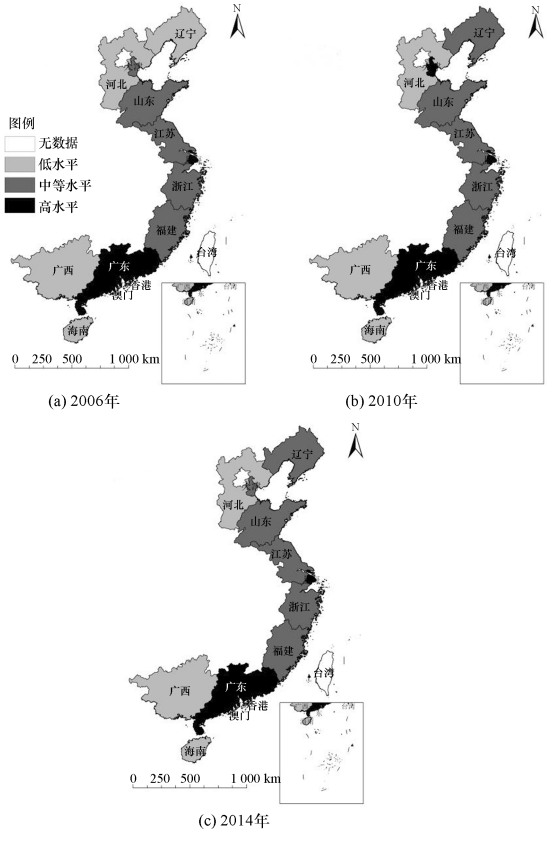

图 3　2006—2014 年沿海各地区海洋经济绿色发展水平情况

从图 3 可以看出，2006—2014 年中国海洋经济绿色发展水平程度在空间格局上有一些变化，但并不明显。总体来看，根据自然断裂点法划分可知：上海、广东海洋经济绿色发展一直保持着较高的水平；河北、广西、天津、海南海洋经济绿色发展一直处于较低的水平。中国海洋经济绿色发展高水平地区由 2006 年的 2 个增加到 2010 年的 3 个。2010 年天津海洋经济绿色发展水平从中等水平地区上升为高水平地区，但 2014 年天津海洋经济绿色发展水平出现了“瓶颈”期，从高水平地区又下降到中等水平地区，这与天津的特殊的地理位置有一定的关系。天津海岸线较短、海域面积小、近海资源比较短缺，地处渤海湾底部，海洋自净能力较差，海洋生态环境脆弱。2010 年以来辽宁海洋经济绿色发展水平程度提升较为明显，由低水平地区上升为中等水平地区。在一定程度上《辽宁省海洋功能区划(2011—2020 年)》及《辽宁海岸带保护和利用规划》等相关海洋政策的出台，辽宁海洋资源得到了合理的配置，沿海重点园区得到了统筹规划，避免了恶性的竞争，海岸带生态系统可持续发展能力增强，促进了辽宁海洋经济绿色发展水平的提高。2006—2014 年山东、江苏、浙江、福建海洋经济绿色发展水平比较稳定，发展水平一直处于中等水平地区。

4　结论与讨论

4.1　主要结论

鉴于国外针对海洋经济绿色发展水平研究的文献较少，国内相关领域仍处于探索发展阶段。本研究构建了海洋经济绿色发展水平评价指标体系，通过集对分析法对 2006—2014 年中国沿海 11 个省、市、自治区(不包括港、澳、台)的海洋经济绿色发展水平进行评价测算，并运用 kernel 密度估计函数模型分析其在时间上的动态演化规律，利用 GIS 空间分析技术对沿海 11 个省、市、自治区海洋经济绿色发展水平进行类型划分，并分析其空间分异规律，主要结论如下。

(1)通过集对分析法初步计算出 2006—2014 年中国沿海 11 个省、市、自治区海洋经济绿色发展水平总体呈现缓慢上升的趋势。其中海洋经济发展

维度和海洋生态环境水平在 2008 年和 2009 年出现较大的下滑，在 2009 年之后都逐渐呈上升趋势。海洋经济发展质量在 2013 年开始呈现上升态势，而海洋与社会发展维度没有提升，海陆经济协调发展程度不高。

(2)通过 Kernel 密度估计模型计算可知，2006—2014 年中国海洋经济绿色发展水平程度逐渐由地区之间均匀分布到两极分化的趋势，绿色发展高水平地区发展速度快于低水平地区。2006—2010 年中国海洋经济绿色发展水平进程缓慢，2010—2014 年绿色发展速度加快，沿海地区绿色发展水平开始集聚在中高水平地区，地区之间的差距逐渐扩大。

(3)根据集对分析法计算得出的海洋经济绿色发展水平评价结果，采用自然断裂点法将中国沿海 11 个省、市、自治区划分为 3 类地区：上海、广东、天津为海洋经济绿色发展高水平地区；山东、福建、浙江、江苏、辽宁为海洋经济绿色发展中等水平地区；海南、河北、广西是海洋经济绿色发展低水平地区。

4.2 讨论

4.2.1 启示

基于本研究对中国海洋经济绿色发展水平评价分析的结果。结合中国海洋经济发展现状，得到以下几点启示。

(1)海洋生态环境要做到节约优先、保护优先、自然恢复为主的基本方针。在海洋开发利用过程中，必须把海洋资源节约、海洋环境保护、海洋生态恢复放在首要位置，避免过去追求的经济利益最大化发展方式。

(2)调整海洋产业结构，海洋产业结构优化升级要以深化改革为抓手，处理好海洋产业“稳增长”与“调结构”之间的关系，实现海洋产业的“质”和“量”协调发展。

(3)统筹海陆联动发展，加强海洋经济与陆域经济协调与合作。统筹规划海洋产业布局，构建合理的现代海洋产业体系，走海洋经济绿色化发展道路。

4.2.2 不足与展望

本研究结合经济学、生态学、统计学和地理学等学科知识，综合运用相关模型对中国海洋经济绿色发展水平状况进行测度分析，研究结果一定程度上可以为政府制定相关政策提供理论参考与决策依据。但由于《中国海洋统计年鉴》中统计口径的变化以及部分指标的减少，本研究仅采用省级行政区的数据对中国海洋经济绿色发展水平时空演化进行了初步的研究与评价，在今后的研究中有必要对海洋经济绿色发展水平的相关数据与评价指标体系进一步完善并深入进行绿色发展相关理论的研究。

参考文献

[1] 赵丽娜，孙宁宁.新贸易保护主义对中国出口贸易的影响及对策研究[J].理论学刊，2014(11)：63－71.

[2] 王泽宇，崔正丹，孙才志，等.中国海洋经济转型成效时空格局演变研究[J].地理研究，2015，34(12)：2295－2308.

[3] Green Growth Advisory Group. Greening New Zealand's Growth[C]//New Zealand：report of the Green Growth Advisory Group，2011：8－15.

[4] SARTORIUS L. Green Growth Unraveled：How Rebound Effects Baffle Sustainability Target's when the Economy keeps Growing，Berlin：Heinrich Boll Foundation and Wuppertal Institute for Climate[J].Environment and Energy，2012：23.

[5] HUBERTY M，GAO H，DELL J M.Shaping the Green Growth Economy：A Review of the Public Debate and the prospects for Green Growth[M].United Kingdom：CDKN Guide，2010：6.

[6] UTLUA Z，HEPBASLI A.A review on analyzing and evaluating the energy utilization efficiency of countries[J].Renewable and Sustainable Energy Reviews，2007，11(1)：1－29.

[7] BOSSEBOEUF D，CHATEAU L B.Cross-country comparison on energy efficiency indicators：The on-going European effort towards a common methodology[J].Energy Policy，1997，25(7－9)：673－682.

[8] NATARAJA N U，GUJJA B.Green economy：policy framework for sustainable development[J].Current Science，2011，100(7)：961－962.

[9] RICARDO M O. Governance of international trade for the green economy[J].Review of policy Research，2011，28(5)：479－488.

[10] DESOMBRE E R.Global environmental governance for a new green economy[J].Review of Policy Research，2011，28(5)：467－474.

[11] 洪伟东.促进我国海洋经济绿色发展[J].宏观经济管理，2016(1)：64－66.

[12] 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)：105－111.

[13] 刘小锋，陈思增.福建海洋经济绿色发展实施效果评价研究[J].福建江夏学院学报，2014，4(6)：9－14.

[14] 赵聪蛟，赵斌，周燕.基于海洋生态文明及绿色发展的海洋环境实时监测[J].海洋开发与管理，2017，34(5)：91－97.

[15] 刘书明，张文亮，崔肖健，等.关于推进天津滨海新区海洋生态文明建设的思考[J].海洋开发与管理，2014，31(2)：73－77.

[16] 张德贤.海洋经济可持续发展理论研究[M].青岛：青岛海洋大学出版社，2000.

[17] 狄乾斌，韩雨汐.熵视角下的中国海洋生态系统可持续发展能力分析[J].地理科学，2014，34(6)：664－671.

[18] 国家海洋局.中国海洋统计年鉴[M].北京：海洋出版社，2000－2014.

[19] 国家海洋局.中国海洋年鉴[M].北京：海洋出版社，2007－2011.

[20] 国家统计局国民经济综合统计司.中国区域统计年鉴[M].北京：中国统计出版社，2001－2013.

[21] 鲍学英，李海连，王起才.基于灰色关联分析和主成分分析组合权重的确定方法研究[J].数学的实践与认识，2016，46(9)：129－134.