

王嵩,孙才志,范斐.基于共生理论的中国沿海省市海洋经济生态协调模式研究[J].地理科学,2018,38(3):342-350.[Wang Song, Sun Caizhi, Fan Fei. Marine Economic and Ecological Symbiosis form of Coastal Provinces and Cities in China Based on Symbiosis Theory. Scientia Geographica Sinica,2018,38(3):342-350.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.03.003

基于共生理论的中国沿海省市 海洋经济生态协调模式研究

王嵩¹,孙才志²,范斐¹

(1. 武汉大学中国中部发展研究院, 湖北 武汉 430072; 2. 辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

摘要:建立海洋生态与海洋经济的共生演化 Logistic 模型,通过压力-状态-影响-响应(PSIR)模型对 Logistic 模型中的基本指数进行求解,进一步计算海洋生态与海洋经济之间的共生系数,结果表明:天津和上海两市发展模式已摆脱资源索取模式,其海洋经济生态共生模式的探讨意义较小;其余沿海九省中,河北、江苏、广西和海南4省处于反向共生水平,辽宁和山东两省呈现共生模式,浙江和广东呈现出生态受益的偏利共生模式,福建则呈现出经济受害的偏利共生模式。根据沿海各省市海洋经济生态共生模式,提出相关的政策建议,以期对沿海省市今后的经济和生态发展模式提供理论依据。

关键词:共生理论;Logistic模型;经济生态系统;沿海11省市

中图分类号:F129.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2018)03-0342-09

“十二五”期间,中国经济发展保持了持续的增长势头,海洋实力不断提升,成为中国经济发展新常态下发展的新亮点,在国民经济中所扮演的角色也越来越重要,但海洋生态环境仍然面临巨大压力和挑战。2012年“十八大”报告提出要“发展海洋经济”与“保护海洋生态环境”并行;2015年“十三五”规划纲要特别指出要通过“壮大海洋经济”和“加强海洋资源环境保护”来“拓展蓝色经济空间”;2016年国家海洋局发布的中国海洋经济统计公报强调“推进各类金融资本促进海洋经济发展”“保护海洋环境,拓展蓝色空间”。海洋经济和海洋生态是海洋可持续发展两个重要的方面,二者相互依存,密切相关。现阶段中国海洋经济发展逐步从规模速度型向质量效益型转变,海洋生态建设卓有成效,如何统筹海洋经济和海洋生态,把握海洋经济和海洋生态的互动关系,实现海洋经济和海洋生态协调发展、共利共生是中国海洋可持续发展的重点,也是适应和引领新常态的必

然要求。

国内外对于海洋的研究主要集中在海洋经济^[1]或海洋产业^[2]方面,近年来随着对生态环境的不断重视,海洋生态方面也得到了前所未有的研究^[3]。不过海洋经济和海洋生态是中国海洋复合系统的两个方面,也是可持续发展的基础^[4],割裂开分别进行研究势必造成对一方的损害,中国学者已经注意到这个问题并着手开展了一系列的研究^[5-10],现有成果还表明,中国海洋经济和海洋生态基本上处于协调状态或正在逐步实现协调发展,在此基础上,如何更进一步实现海洋经济与海洋生态的共生是我们必须提前思考的问题。共生(Symbiosis)由德国生物学家 Anton De-barry 于 1879 年提出,他将共生定义为不同种属生物生活在一起^[11]。共生理论在社会科学研究中的应用已经拓展到工业生态学、城乡统筹、区域合作、产业集群、城市发展等诸多领域,共生关系的测度也相继展开^[12,13],对中国各省市的海洋

收稿日期:2017-03-02;**修订日期:**2017-06-12

基金项目:教育部人文社科重点研究基地重大课题(16JJD790021)资助。[Foundation: Key Issues of Humanities and Social Science Research Base of Ministry of Education (16JJD790021).]

作者简介:王嵩(1991-),男,辽宁沈阳人,博士研究生,研究方向为区域经济学。E-mail: 358619681@qq.com

通讯作者:孙才志,教授。E-mail: suncaizhi@lnnu.edu.cn

和陆域经济的共生模式进行计算和分析,为海洋经济和生态的共生关系测度提供了理论基础和借鉴依据。

本文基于共生视角,建立海洋生态与海洋经济的共生演化 Logistic 模型,通过压力-状态-影响-响应(PSIR)模型对 Logistic 模型中的基本指数进行求解,计算中国沿海 11 省市(不含港澳台数据)2004~2013 年 10 a 间海洋生态与海洋经济发展的内生增长率,并进一步计算海洋生态与海洋经济之间的共生系数,根据二者共生系数探讨中国沿海 11 省市海洋经济与生态的内在联动机制,揭示中国海洋生态经济系统协调运行规律,并提出相关政策建议,弥补当前研究的不足。

1 模型与方法

海洋兼具经济和生态双重属性,可以将海洋复合系统看作是包含海洋经济和海洋生态(共生单元)两个“种群”的共同体(共生环境),人类资本的投入在提升某一“种群”密度的同时也会造成海洋经济和海洋生态之间要素(共生基质)流动的变化,因而共生理论在研究海洋经济和海洋生态之间交互关系时具备合理性。相较于海洋经济与海洋生态协调性测度对整体的把握,共生模式的测度不仅可以在整体上对海洋复合系统发展模式进行区分,还可以在具体分析海洋经济和海洋生态由于所处发展模式而受到的影响,明晰未来发展方向。因此,本文根据共生演化模型对沿海 11 省市的海洋经济与海洋生态发展情况进行分析。

1.1 Logistic 共生演化模型

海洋经济与海洋生态共生系统演化的实质是海洋经济与海洋生态两个子系统发展水平不断增长的过程,Logistic 共生函数模型是一个可以很好描述海洋经济生态系统共生情况的工具。本文利用 Logistic 共生函数模型,综合区域海洋经济发展情况与该区域内的海洋生态共生演化的基本特征,构建出二者共生演化的发展模型。

设海洋生态和海洋经济子系统的发展水平分别为 N_1 和 N_2 ,二者的自然增长率分别为 r_1 和 r_2 ,在一定的物质、资本、劳动力、技术条件以及市场规模和政策等外在环境因素的影响下海洋经济和海洋生态所能承载的最大环境容量 K ,二者相互作用下的 Logistic 共生函数模型可以表示为:

$$\begin{cases} \frac{dN_1(t)}{dt} = r_1[1 - \frac{N_1(t)}{K} + \alpha \cdot N_2(t)]N_1(t) \\ \frac{dN_2(t)}{dt} = r_2[1 - \frac{N_2(t)}{K} + \beta \cdot N_1(t)]N_2(t) \end{cases} \quad (1)$$

式中, $N_1(t)$ 为 t 时刻海洋生态子系统的发展水平; $N_2(t)$ 为 t 时刻海洋经济子系统的发展水平; $1 - \frac{N_1(t)}{K}$ 和 $1 - \frac{N_2(t)}{K}$ 分别表示海洋生态和海洋经济发展的阻滞因子,即在二者发展中由于资源的有限性而使二者发展逐渐放缓的影响因素; α 和 β 分别是海洋经济对海洋生态的共生作用系数和海洋生态对海洋经济的共生作用系数,通过二者的取值范围可以判别其共生关系:

当 $\alpha < 0, \beta < 0$ 时,表示海洋经济和海洋生态之间为反向共生关系,需要说明的是,当两者共生系数不对等时,说明海洋经济和海洋生态受害程度不对等,即为反向非对称共生,当两者共生系数相等时,二者共同退化,即为反向对称共生。

当 $\alpha = 0$ 且 $\beta = 0$ 时,表示海洋经济和海洋生态之间不存在共生关系,既二者独立发展,属于并生模式;当 $\alpha > 0, \beta < 0$ 或 $\alpha < 0, \beta > 0$ 时,表示海洋经济和海洋生态之间为寄生关系,共生系数为正值的是受益方,共生系数为负值的是受害方;当 $\alpha > 0, \beta = 0$ 或 $\beta > 0, \alpha = 0$ 时,表示海洋生态和海洋经济之间为正向偏利共生,共生系数为正值的是受益方,共生系数为 0 的是非受益方;当 $\alpha < 0, \beta = 0$ 或 $\beta < 0, \alpha = 0$ 时,表示海洋经济和海洋生态之间为反向偏利共生,共生系数为负值的是受害方,共生系数为 0 的是非受害方;当 $\alpha > 0, \beta > 0$ 时,表示海洋生态和海洋经济之间为互利共生,需要说明的是,当两共生系数不等时,说明海洋生态和海洋经济在共生演化的发展中分别得到的利益是不对等的,即为正向非对称互惠共生,当两者共生系数相等时,说明利益分配是对等的,即为正向对称互惠共生。

要测算 α 和 β ,就要先测算出其它变量的值,其中内生增长率 r_1 和 r_2 根据唐强荣^[4]的方法,取任意相邻两个年度作为区间 $[t^T, t^{T+1}]$,海洋生态在 $[t^T, t^{T+1}]$ 上的增量为 $[\Delta N_1^{T+1}]$,区间内平均值为 $aver N_1^{T+1}$;海洋经济在 $[t^T, t^{T+1}]$ 上的增量为 $[\Delta N_2^{T+1}]$,区间内平均值为 $aver N_2^{T+1}$,即:

$$\Delta N_1^{T+1} = N_1^{T+1} - N_1^T, aver N_1^{T+1} = (N_1^T + N_1^{T+1})/2 \quad (2)$$

$$\Delta N_2^{T+1} = N_2^{T+1} - N_2^T, aver N_2^{T+1} = (N_2^T + N_2^{T+1})/2 \quad (3)$$

则内生增长率 r_1, r_2 可以表示为:

$$r_1 = \frac{K\Delta N_1^{T+1}}{averN_1^{T+1}(K - averN_1^{T+1})} \quad (4)$$

$$r_2 = \frac{K\Delta N_2^{T+1}}{averN_2^{T+1}(K - averN_2^{T+1})} \quad (5)$$

此外我们将式中海洋生态和海洋经济子系统的发展水平 N_1 和 N_2 ,环境容量 K 统称为海洋经济生态共生模型的基本指数。本文采用相关研究^[12,15]的方法,通过构建压力-状态-影响-响应的PSIR模型对海洋经济生态共生模型的基本指数进行测算。

1.2 PSIR模型

PSIR(压力-状态-影响-响应)模型是由EEA在OCED的PSR框架上发展而来的。PSIR的框架认为它本身的4个指标是单方向的环形关系。在本文的PSIR模型中,海洋经济对生态资源的索取是海洋经济生态系统发展的主要压力 P ;在压力 P 下,海洋经济生态发展的情况为状态 S ;状态 S 下,海洋生态系统所能给予海洋经济社会发展的贡献是影响 I ;在影响 I 下,人类采取相关政策手段等方法,对压力 P 和状态 S 作出相应的响应 R ,以达到海洋经济生态可持续发展的目的。

在PSIR模型中,根据对生态资源的索取造成的压力 P 构建海洋经济发展的水平要素,根据海洋生态服务价值变化产生的影响 I 构建海洋生态发展

的水平要素,根据海洋经济生态系统的状态 S 构建环境容量 K 。由于响应 R 会通过提高状态 S 的水平来提高海洋经济生态系统的环境容量 K ,因此环境容量 K 是由状态 S 和响应 R 共同构建,根据相关研究^[9]构建的海洋经济生态PSIR模型(图1)。

1.3 熵值法

由于PSIR模型中包含各种量纲不同,数值相差很大的指标,因此本文采用客观评价的熵值法对PSIR的各部分进行评价。熵值法的运用较为成熟,具体方法可以参考文献[16],根据熵值法计算的各个指标权重(表1)。

压力 P 中,海洋捕捞量、海水养殖面积和海盐产量表示人类从海洋直接资源猎取对生态环境所造成的压力,同时海洋捕捞量和海盐产量也是海洋第一产业产值大小的重要基础。海洋货物吞吐量和海洋旅客吞吐量表示人类活动间接对海洋生态环境所造成的压力,同时海洋货物吞吐量在一定程度上可以体现海洋第二产业的发展情况,海洋旅客吞吐量在一定程度上可以体现海洋第三产业的发展情况。工业废水直排入海量表示工业生产所造成的直接环境压力。

状态 S 中,人均海洋产业产值、海洋经济密度和海洋产业产值增长率表示了宏观上地区的海洋

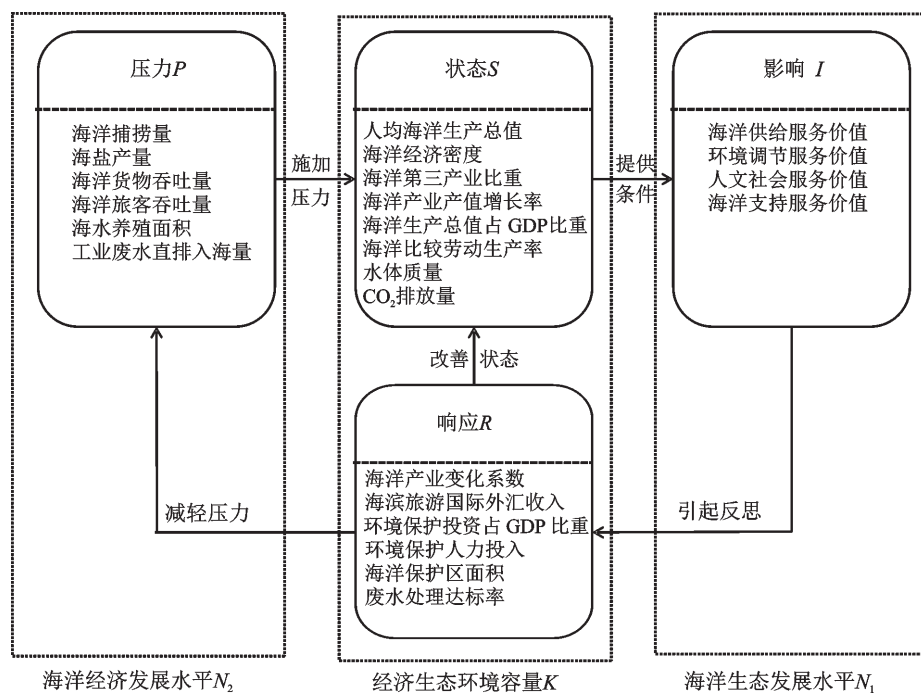


图1 海洋经济生态PSIR模型

Fig.1 PSIR model of marine economy and ecology

表1 海洋经济生态指标权重
Table 1 Index weight of marine economy and ecology

	指标层	熵值权重
压力 <i>P</i>	海洋捕捞量	0.13
	海盐产量	0.19
	海洋货物吞吐量	0.11
	海洋旅客吞吐量	0.18
	海水养殖面积	0.18
	工业废水直排入海量	0.22
状态 <i>S</i>	人均海洋产业产值	0.14
	海洋经济密度	0.32
	海洋第三产业比率	0.08
	海洋产业产值增长率	0.07
	海洋生产总值占 GDP 比率	0.12
	海洋比较劳动生产率	0.11
	水体质量	0.09
	CO ₂ 排放量	0.07
影响 <i>I</i>	海洋供给服务价值	0.22
	环境调节服务价值	0.32
	人文社会服务价值	0.27
	海洋支持服务价值	0.20
响应 <i>R</i>	海洋产业变化系数	0.14
	海滨旅游国际外汇收入	0.22
	环境保护投资占 GDP 比重	0.14
	环境保护人力投入	0.13
	海洋保护区面积	0.27
	废水处理达标率	0.11

经济发展情况,海洋第三产业比重则表明了海洋产业的产业结构情况,海洋生产总值占 GDP 的比重表明海洋经济对区域经济发展的贡献度,海洋比较劳动生产率大致反映了海洋产业部门的效率问题^[17]。以上 6 个状态指标均从经济发展方向对海洋经济生态发展状态进行了评价,水体质量和 CO₂排放量则从生态角度对海洋经济生态发展状态进行了评价。其中工业发展会不可避免地造成固体、液体和气体的污染,由于工业废弃物统计数据较为缺乏,因此本文选取水体质量表明工业液体污染;工业气体污染方面,由于中国各地区二氧化硫、氮氧化物及烟(粉)尘排放差异较大且缺少相应的换算机制,本文借鉴已有研究成果^[18],选取 CO₂排放量替代工业气体污染,同时 CO₂作为温室气体也在一定程度上反映了各地区气候的变化情况,体现了人们生活的环境状态。水体质量和 CO₂排放量在标准化时采用负向指标。

影响 *I* 中,本文选取了海洋生态服务价值作为海洋生态对于海洋经济乃至整个海洋经济社会的影响。海洋生态系统服务是指人类直接或间接地从海洋生态系统得到的利益,主要分为海洋供给服务价值、环境调节服务价值、人文社会服务价值和海洋支持服务价值,各项服务价值内又包含子项服务价值。同时海洋生态服务价值的经济属性又是海洋生态服务资本的保值与增值的重要依据。

响应 *R* 中,海滨旅游国际外汇收入从海洋第三产业和开放程度两个方面体现了对于生态环境的改善,即通过向海洋服务业转型、提升对外开放程度缓解压力。海洋产业变化系数则直接反映海洋产业结构的调整情况,环境保护投资占 GDP 比重及环境保护人力投入从资本和人力两个方面体现了经济社会对环境保护的重视程度和投入力度。海洋保护区面积和废水处理达标率反映人类对海洋生态环境做出的改善,即建设和扩大海洋保护区面积、提高废水处理达标率以减少水体污染。

1.4 数据来源

表 1 中影响 *I* 的各项海洋服务价值源于 Sun^[3]的计算结果,状态 *S* 中 CO₂排放量根据《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》计算,其余各个指标的数据来自于各年的《中国海洋统计年鉴》^[19]、《中国环境统计年鉴》^[20]、《中国能源统计年鉴》^[21]及各省市相关统计年鉴。

2 实证结果与讨论

2.1 基本指数评价结果

根据表 1 熵值法所分配的权重,对沿海 11 省市的压力 *P* (即海洋经济发展的种群密度 N_2),影响 *I* (即海洋生态发展的种群密度 N_1),状态 *S* 和响应 *R* (即海洋经济生态系统的环境容量 K) 进行计算,本文只列出了奇数年的结果(表 2)。

表 2 发现,2004~2013 年的 10 a 间,中国沿海 11 省市(不含港澳台)的生态水平和经济水平大多呈平稳上升趋势,环境容量基本保持平稳。其中浙江、山东和广东的生态水平较高,且高于其自身环境容量,表明 3 省的生态建设成果显现。辽宁和福建的生态水平和环境容量不相上下,表明此两省的生态水平也较高。其余 6 个省市的生态水平在环境容量以下。各省的经济水平虽然大多呈上升趋势,变化各不相同。天津、河北、辽宁、江苏、广西和海南的经济水平呈缓慢上升趋势,浙江和

表2 沿海11省市海洋经济生态评价

Table 2 Marine economic and ecological evaluation of eleven coastal provinces and cities

		2005年	2007年	2009年	2011年	2013年			2005年	2007年	2009年	2011年	2013年
天津	生态水平	0.06	0.06	0.06	0.11	0.10	福建	生态水平	0.42	0.41	0.41	0.44	0.45
	经济水平	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06		经济水平	0.28	0.24	0.32	0.42	0.29
	环境容量	0.50	0.45	0.57	0.63	0.62		环境容量	0.38	0.42	0.49	0.42	0.47
河北	生态水平	0.08	0.11	0.14	0.15	0.15	山东	生态水平	0.43	0.48	0.52	0.61	0.64
	经济水平	0.09	0.09	0.11	0.13	0.13		经济水平	0.38	0.46	0.50	0.54	0.54
	环境容量	0.34	0.36	0.43	0.41	0.41		环境容量	0.39	0.40	0.42	0.44	0.47
辽宁	生态水平	0.34	0.35	0.39	0.42	0.44	广东	生态水平	0.70	0.73	0.77	0.87	0.90
	经济水平	0.28	0.25	0.32	0.35	0.39		经济水平	0.26	0.30	0.29	0.34	0.39
	环境容量	0.31	0.33	0.44	0.39	0.39		环境容量	0.46	0.50	0.60	0.81	0.65
上海	生态水平	0.15	0.16	0.17	0.29	0.29	广西	生态水平	0.16	0.18	0.20	0.20	0.20
	经济水平	0.15	0.08	0.06	0.08	0.09		经济水平	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	环境容量	0.59	0.83	0.86	0.85	0.93		环境容量	0.24	0.29	0.42	0.30	0.32
江苏	生态水平	0.23	0.25	0.28	0.34	0.37	海南	生态水平	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12
	经济水平	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08		经济水平	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14
	环境容量	0.36	0.42	0.51	0.40	0.44		环境容量	0.35	0.47	0.47	0.43	0.44
浙江	生态水平	0.70	0.71	0.74	0.83	0.86							
	经济水平	0.30	0.32	0.39	0.29	0.29							
	环境容量	0.35	0.31	0.46	0.39	0.44							

福建呈现出大幅的波动,山东和广东则呈现大幅上升态势。需要说明的是,本文对经济水平的评价是基于对生态环境资源的索取计算的,并未将劳动力、劳动效率及科技因素等考虑在内,因而上海的经济水平呈现下降趋势,原因是随着科技进步和劳动力素质的提高,上海对资源的索取反而减少;而基于经济生态现状及改进措施的环境容量评价指标则很好地反映上海的经济地位。环境容量虽然偶有波动,大体保持不变且在0.2~0.6的范围内。环境容量有明显上升的广东,随着广东环境容量的上升,它也是唯一一个生态水平和经济水平均上升的省份。我们还可以注意到大多省市的环境容量在2007年或2007年前后1 a内达到峰值,与受全球经济危机的中国整体经济发展对应。

2.2 共生系数结果

将图2中基本指数评价结果代入式(4、5),求得海洋生态和海洋经济的内生增长率 r_1 和 r_2 ,再将基本指数评价结果和内生增长率代入公式(1)求得共生系数 α 和 β 。以 α 为横轴, β 为纵轴可清楚看到沿海各省市海洋生态和海洋经济的共生情况(图2)。天津和上海两直辖市共生系数分布较分散,因此图3将两直辖市共生系数分布在同一图内,并取坐标轴范围为(-10,10);为清晰表示其余各个沿海省份的共生系数情况,将9个沿海省份按北部、中部和南部分

列到3个图中,并取坐标轴范围为(-5,5)。

图2可发现,大多数中国沿海省市的海洋经济和海洋生态水平呈现出相互竞争的态势,浙江、广东呈现出程度较低的正向偏利共生且均是生态受益,福建呈现出程度较低的负向偏利共生且受害方是经济发展,辽宁和山东则呈现出并生的关系。从分布点的分散情况来看,天津和上海两个直辖市各年的分布情况比较分散,鉴于两市较高的经济发展水平和其优势的地理条件,两市均已摆脱资源索取型的经济发展模式,因而两市共生系数分布点的研究意义较小,本文不再做深入探讨。其余沿海九省的共生系数分布均相对密集,可以反映2004~2013年以来的海洋生态与海洋经济共生情况,因此探讨沿海九省的海洋经济生态共生模式具有重要现实意义。需要说明的是,由于统计数据有限,测度期横跨时间较短,相对于整个海洋经济和海洋生态发展来说属于小样本事件,故而在测度期内海洋经济和海洋生态共生系数变化尚不具有规律性,但共生系数在此期间却有明显集聚特征,足够反映在此期间海洋经济和海洋生态的整体情况,所以本文不做测度期内共生系数变化趋势的分析,而将重点放在测度期整体时间段内共生状态的分析。

沿海9省中,河北、江苏、广西和海南的共生系

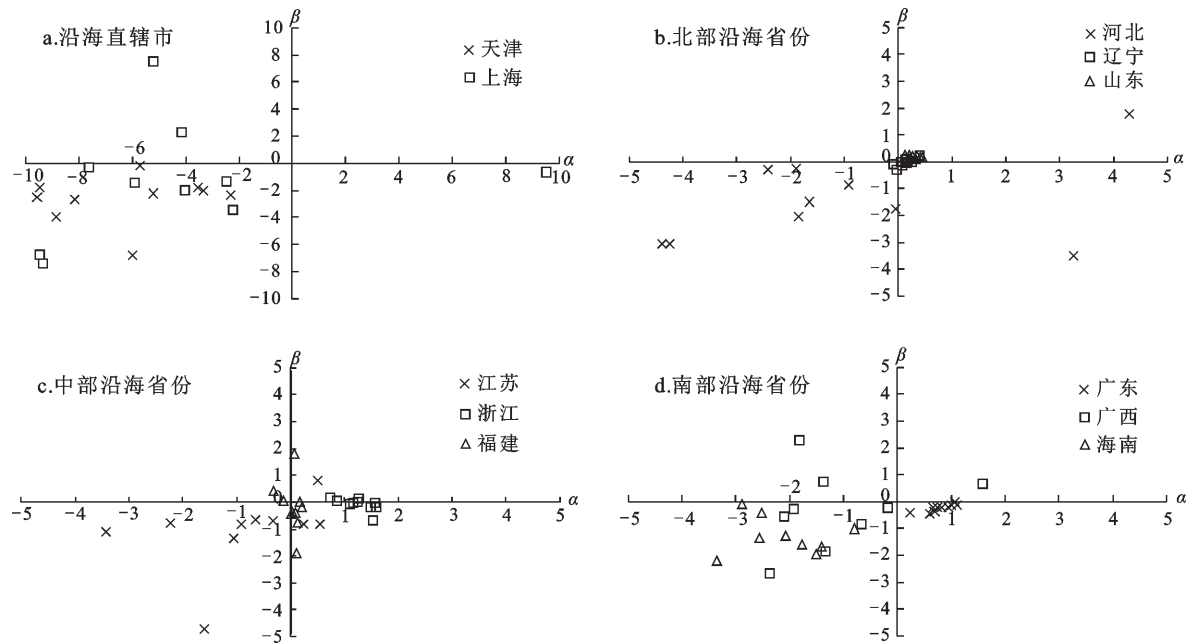


图2 沿海11省市海洋生态与海洋经济共生系数

Fig.2 Marine ecology and marine economic symbiotic coefficient of eleven coastal provinces and cities

数大多分布在第三象限,即 $\alpha < 0, \beta < 0$ 的区域,这4省的海洋经济与海洋生态呈现出明显的互竞关系。这种互竞关系下,提高生态环境的资金投入只会单方面提高生态水平,并不会产生联动效应最后正反馈于经济发展;加大资源索取力度只会单方面加速经济发展,并不会造成经济发展带动生态进步的作用。但将人力和资本等要素投入经济发展则会造成生态环境的破坏,将其投入到生态环境建设中将会减缓经济发展。辽宁和山东两省的共生系数大多集中在0点附近,即两省的共生模式为并生,将生产要素投入到经济或生态一个方向中去不会造成另一个方向发展水平的下降。浙江和广东海洋经济生态共生系数主要分布在 α 轴正向,即 $\alpha > 0, \beta \approx 0$,呈现出生态受益的偏利共生模式。当浙江和广东发展经济时,会带动生态水平的提高;相反当专注于生态建设时,经济发展将会放缓。福建的海洋经济生态共生系数主要分布在 β 轴负方向,即 $\alpha \approx 0, \beta < 0$,呈现出经济受害的偏利共生模式。当福建省主抓经济发展时,生态环境仅会受到较小的冲击;但当集中进行生态建设时,经济发展将会受到一定程度的阻碍。同时通过对比我们可以看到河北和广西两省的分布较其它省份更为分散,其内在原因是两省所辖海域面积较小,海洋经济和生态受自身陆域经济和生态

影响较大。此外我们从各点的时间标注来看,并没有呈现出随时间顺时针或者逆时针变化的趋势,即各沿海省市的经济生态发展虽然暂时没有共生,但也没有刻意向着只经济建设或者只生态建设的极端方向发展。

由图2、表2发现,生态水平是影响海洋经济生态共生模式的关键。生态水平高于环境容量的浙江和广东的海洋经济生态呈现生态受益的共生模式,相对于大多数经济生态同时受害的沿海省份来说,浙江和广东的海洋经济发展对自身的生态建设具有很强的带动作用。同样生态水平高于环境容量的山东省,以及生态水平与环境容量不相上下的辽宁则呈现出并生的关系,即经济建设和生态建设相对比较独立,少有相互干涉,也少有相互促进。不过尽管是并生关系,但我们可以看到分布点偏向于互利共生一侧,表明中国沿海地区已经有一部分省份摆脱了经济和生态相互损耗的态势,为以后的海洋经济和生态共生做好了铺垫。同样是生态水平与环境容量不相上下的福建省则呈现出经济受害的偏利共生模式,经济发展是福建发展的最好选择。

3 结论与建议

本文利用PSIR模型和熵值法对沿海11省市

海洋经济生态系统的生态水平、经济水平和环境容量进行评价,发现2004~2013的10 a间,中国沿海11省市的生态水平和经济水平大多呈现平稳上升趋势,环境容量基本保持平稳。在各沿海省市生态水平、经济水平和环境容量评价的基础上本文根据Logistic共生演化模型对沿海11省市海洋生态和海洋经济的共生模式进行了探讨。鉴于天津和上海两市发展模式已摆脱资源索取模式,其海洋经济生态共生模式的探讨意义较小。沿海九省中,河北、江苏、广西和海南4省处于反向共生水平,辽宁和山东两省呈现并生模式,浙江和广东呈现出生态受益的偏利共生模式,福建则呈现出经济受害的偏利共生模式。综上所述,海洋生态和海洋经济共生系数的变化情况反映了中国各沿海省市将海洋生态与海洋经济割裂开分别建设的基本情况以及演变方向:中国各沿海省市海洋生态和海洋经济共生基本情况不容乐观,海洋生态和海洋经济发展尚停留在相互制约或孤立发展的阶段,并未形成有效的共生发展模式,特别是以牺牲海洋生态发展而实现海洋经济提升的情况还普遍存在,同时海洋生态建设也未能有效支撑起海洋经济的发展;共生系数演变方向则表明中国各沿海省市在海洋生态和海洋经济具有向共生发展演进的趋势,但整体演进速度缓慢,演进进程尚不能突破二者非共生的阶段。不过各省海洋经济生态发展现阶段的共生模式,以及自身海洋生态和海洋经济发展、环境容量当前情况对未来各沿海省份发展路径仍具有重要的启示作用。

浙江和广东呈现出生态受益的偏利共生模式,因此在今后一段时间内,发展海洋经济仍是两省的主要方向。两省海洋经济方向的投入的加大,不仅会促进本省海洋经济的发展,也会通过共生作用带动海洋生态水平的提高。广东省尽管长期保持了在沿海11省市中海洋经济领头羊的地位,但近年来受世界经济危机的冲击,广东省海洋经济的总体规模和增长速度却逐渐分离,增速只能排在沿海11省市中游水平,这也是广东省海洋经济和海洋生态共生模式徘徊不前的主要原因。我们应当深刻意识到广东省的海洋经济已经先于其它沿海省市步入新常态行列,且广东省海洋经济表现出来的新常态特征也在不断明显,所以我们应该将目光更多转移到提升广东省经济发展的质量上来,加速海洋经济供给侧结构性改革步伐,

加强港澳经济科技方面的合作,不断优化海洋产业供给结构特别是要加快渔业等传统优势海洋产业的转型升级,继续提高海洋有效供给能力特别是海洋服务产业的有效供给。浙江省与广东省相同,也呈现出海洋经济规模和增速的分离,但浙江省的海洋生产总值只有广东省一半左右的水平,所以浙江省短期内海洋经济发展的任务主要还是提高海洋经济发展速度。科学技术是第一生产力,而浙江省却缺乏与海洋经济体量相适应的海洋科技水平,浙江省可利用既有海洋科技基础,逐步提升海洋科技成果的转化率,同时加速研发海洋服务贸易国际规制,通过全面提升海洋科技自主创新能力来实现科技兴海。

福建省呈现出经济受害的偏利共生模式,应当把发展海洋经济作为今后海洋发展的主要方向。福建较其它海洋大省来说经济基础较薄弱,过分地将资源投入到生态建设中会造成本省海洋经济发展的放缓甚至倒退,先提升海洋经济发展迫在眉睫。福建省海洋经济与浙江省在规模上相近,但近几年增速大大落后于浙江省,福建省更应该加大科技投入力度,逐步构建起与福建省自身海洋科技创新情况相适应的研发、服务和人才体系,通过加强产学研合作,推进海洋科技成果产业化实现科技兴海。福建省还应当利用自身的地理位置优势,深化与台湾省的海洋经济合作;利用政策优势,适应并引领海上丝绸之路建设。

辽宁和山东两省呈并生模式,单独发展海洋经济或海洋生态不会造成对方发展的放缓,因此辽宁和山东发展海洋经济和海洋生态均可。“海上山东”和“海上辽宁”的相关地方建设思路取得阶段性成果,但更进一步的发展必须统筹发展海洋经济和海洋生态,实现二者共同进步仍然是两省今后发展的主要方向。应当突出海洋生态环境保护的主体地位,处理好海洋产业“稳增长”与“调结构”的关系,努力发展深海和远洋经济,优先发展高新技术产业,重点发展海洋服务业,统筹海洋经济和生态发展,有计划、多维度地避免金融风险和生态风险,逐步实现海洋经济与海洋生态从独立发展到协调发展,再到共生发展。

河北、江苏、广西和海南4省处于反向共生水平,单独发展海洋生态或者海洋经济均会造成对方发展的放缓。鉴于浙江、广东、福建、辽宁和山东自身的海洋生态和海洋经济发展水平可以发

现,较高的生态水平是实现海洋生态和海洋经济从反向共生转向偏利共生、并生乃至于共生的重要基础。河北、江苏、广西和海南应当优先建设海洋生态环境,摆脱反向共生模式后再进行下一步的发展规划。河北、江苏、广西和海南四省应当完善污水排放入海标准、建立海水污染问责制度、加强临海企业排废审查等从源头上避免海水污染;大力兴建自然保护区、建立健全海洋生态环境风险评估体系等从过程中保护海洋生态环境;恢复海洋岸线生态景观、修复沙滩海岸、退耕退垦还滩还海等从结果上建设海洋生态文明。

参考文献(References):

- [1] 韩增林,李彬,张坤领,等.基于CiteSpace中国海洋经济研究的知识图谱分析[J].地理科学, 2016,36(5): 643-652. [Han Zenglin, Li Bin, Zhang Kunling et al. Knowledge structure of China's marine economy research: An analysis based on cite space map. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(5): 643-652.]
- [2] 高源,韩增林,杨俊,等.中国海洋产业空间集聚及其协调发展研究[J].地理科学,2015,35(8):946-951.[Gao Yuan, Han Zenglin, Yang Jun et al. Spatial agglomeration of marine industries and region coordinated development in China. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(8): 946-951.]
- [3] Sun Caizhi, Wang Song, Zou Wei. Chinese marine ecosystem services value: Regional and structural equilibrium analysis[J]. Ocean & Coastal Management, 2016, 125: 70-83.
- [4] Sun Caizhi, Wang Song, Zou Wei et al. Estimating the efficiency of complex marine systems in China's coastal regions using a network Data Envelope Analysis model[J]. Ocean & Coastal Management, 2017(139): 77-91.
- [5] 李洪英,胡求光,胡彬彬.浙江省海洋经济与生态环境的协调发展研究——基于低碳经济的视角[J].华东经济管理,2011,25(6):11-14. [Li Hongying, Hu Qiuguang, Hu Binbin. Research of coordinated development between marine economy and ecological environment in Zhejiang Province—Based on the perspective of a low-carbon economy. East China Economic Management,2011,25(6):11-14.]
- [6] 叶属峰,房建孟.长江三角洲海洋生态建设与区域海洋经济可持续发展[J].海洋环境科学,2006,6(25):68-72. [Ye Shufeng, Fang Jianmeng. Construction of oceanic ecology and sustainable development of regional oceanic economy in the Yangtze River Delta. Marine Environmental Science, 2006,6(25):68-72.]
- [7] 狄乾斌,韩增林.辽宁省海洋经济可持续发展的演进特征及其系统耦合模式[J].经济地理,2009,29(5):799-805. [Di Qianbin, Han Zenglin. Analysis of evolutionary characteristics of sustainable development of marine economy and its system coupling pattern in Liaoning Province. Economic Geography, 2009,29(5): 799-805.]
- [8] 高强,周佳佳,高乐华.沿海地区海洋经济-社会-生态协调度研究——以山东省为例[J].海洋环境科学,2013,32(6):902-906. [Gao Qiang, Zhou Jiajia, Gao Lehua. Coastal marine economic-social-ecological coordination degree research—Take Shandong as the example. Marine Environmental Science, 2013,32(6):902-906.]
- [9] 高乐华,高强.海洋生态经济系统交互胁迫关系验证及其协调度测算[J].资源科学,2012,34(1):173-184. [Gao Lehua, Gao Qiang. Validation and calculation of the coordination degree of interactive relationships in the marine eco-economic system. Resources Science, 2012,34(1):173-184.]
- [10] 徐胜,张超.低碳视角下环渤海地区海洋经济与生态环境协调性研究[J].中国渔业经济,2013,4(31):146-152. [Xu Sheng, Zhang Chao. Research of coordinated development between marine economy and ecological environment in Bohai area region in the perspective of a low-carbon economy. Chinese Fisheries Economics, 2013,4(31):146-152.]
- [11] James C R. Designing learning organizations[J]. Organizational Dynamics, 2003, 32(1):46-61.
- [12] 张智光.林业生态安全的共生耦合测度模型与判据[J].中国人口·资源与环境,2014,24(8):90-99. [Zhang Zhiguang. Measuring model and criterion of forestry ecological security by symbiotic coupling method. China Population, Resources and Environment, 2014,24(8):90-99.]
- [13] Di Qianbin, Dong Shaoyu. Symbiotic state of chinese land-marine economy[J]. Chin. Geogra. Sci., 2017, 27(2): 176-187.
- [14] 唐强荣,徐学军,何自力.生产性服务业与制造业共生发展模型及实证研究[J].南开管理评论,2009,12(3):20-26. [Tang Qiangrong, Xu Xuejun, He Zili. A model and empirical study of the symbiotic development between the producer-service industry and the manufacturing industry. Nankai Business Review, 2009, 12(3):20-26.]
- [15] 孙才志,覃雄合,李博,等.基于WSBM模型的环渤海地区海洋经济脆弱性研究[J].地理科学,2016,36(5):705-714. [Sun Caizhi, Qin Xionghe, Li Bo et al. Assessment of marine economy vulnerability of coastal cities in Bohai Sea Ring Area based on WSBM model. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(5): 705-714.]
- [16] 李博,杨智,苏飞,等.基于集对分析的中国海洋经济系统脆弱性分析[J].地理科学,2016,36(1):47-54. [Li Bo, Yang Zhi, Su Fei et al. Vulnerability measurement of Chinese marine economic system based on set pair analysis. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(1):47-54.]
- [17] 范斐,孙才志.辽宁省海洋经济与陆域经济协同发展研究[J].地域研究与开发,2011,30(2):59-63. [Fan Fei, Sun Caizhi. Research on the cooperation development of marine & inland economy in Liaoning Province. Areal Research and Development, 2011, 30(2): 59-63.]
- [18] Song Wang, Caizhi Sun, Xin Li et al. Sustainable development in China's Coastal Area: Based on the driver-pressure-state-welfare-response framework and the data envelopment analysis model[J]. Sustainability, 2016, 8: 958.

- [19] 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 2005-2014. [State Oceanic Administration. China marine statistical yearbook. Beijing: China Ocean Press, 2005-2014.]
- [20] 国家统计局. 中国环境统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005-2014. [National Bureau of the People's Republic of China. China statistical yearbook of environment. Beijing: China Statistics Press, 2005-2014.]
- [21] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005-2014. [Department of Energy Statistics, National Bureau of the People's Republic of China. China energy statistical yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2005-2014.]

Marine Economic and Ecological Symbiosis form of Coastal Provinces and Cities in China Based on Symbiosis Theory

Wang Song¹, Sun Caizhi², Fan Fei¹

(1. *Institute for the Development of Central China, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China*; 2. *Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China*)

Abstract: With the rapid development of China's marine economy, a large number of human and capital flocked to the coastal area, which also resulted in the destruction of the marine ecological environment. Despite the response measures have been taken, but still with little success. Therefore, it is of great practical significance which could guide the economic and ecological construction of coastal areas in China to explore the internal mechanism between the marine economic development and the marine ecological construction. The marine composite system has both economic and ecological attributes, which can be regarded as a community(symbiosis environment) of two "populations" including marine economy and marine ecology(symbiotic unit), and the input of human capital will change the flow of elements(symbiotic matrix) between marine economy and marine ecology when it raises the density of one "population" which leading the symbiosis theory has its rationality in the study of the interaction between marine economy and marine ecology. Compared to the grasp of marine economy and ecological coordination degree on the whole, the calculation of symbiotic pattern can not only distinguish the development model of the marine composite system on the whole, but also can analyze the influence of marine economy and ecology due to the development model of symbiosis, to clear the direction of future development. In this article, the Pressure-State-Impact-Response(PSIR) model of marine composite has been established to evaluate the level of marine ecology, marine economy, and marine environmental capacity. We find that the ecological level and economic level of eleven provinces and cities in China's coastal area are mostly steady and rising, and the environmental capacity remains basically stable from 2004 to 2013. On this basis, the symbiosis model of marine ecology and marine economy is discussed based on the Logistic model, and the results show that Tianjin and Shanghai have been out of resource demand model, and there marine economic and ecological symbiotic coefficient is less significant; In other nine provinces, Hebei, Jiangsu, Guangxi and Hainan are in reverse symbiosis patterns, Liaoning and Shandong, are in individual development patterns, while Zhejiang and Guangdong, showing the ecological benefit of commensalism patterns, and Fujian is economic suffer partial interest symbiosis pattern. Overall, China's marine ecology and marine economic development still remain in the restricted or isolated development stage, especially the situation which achieving the promotion of marine economy by sacrificing marine ecological development is pervasive, and marine ecological construction can not support the development of marine economy effectively. At last, this article puts forward some relevant policy suggestions according to the marine economic and ecological symbiotic model, in order to provide theoretical basis for the future economic and ecological development in coastal provinces and cities.

Key words: symbiotic theory; logistic model; economic ecosystem; 11 coastal provinces and cities