

引用格式:王泽宇,卢雪凤,韩增林,等.中国海洋经济增长与资源消耗的脱钩分析及回弹效应研究[J].资源科学,2017,39(9):1658-1669. [Wang Z Y, Lu X F, Han Z L, et al. Decoupling analysis and rebound effect between China's marine economic growth and resource consumption[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1658-1669.] DOI: 10.18402/resci.2017.09.05

中国海洋经济增长与资源消耗的脱钩分析及回弹效应研究

王泽宇¹, 卢雪凤¹, 韩增林¹, 董晓菲²

(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. 中共辽宁省委党校经济学教研部, 沈阳 110004)

摘要:基于海洋经济增长与资源消耗“脱钩”的内涵,利用改进的Tapio脱钩模型和GIS空间分析技术研究了中国海洋经济增长与资源消耗脱钩关系的时空格局演变规律,引入无残差完全分解模型对中国沿海11省份海洋经济增长中海洋资源消耗的回弹效应进行分解分析,结果表明:①1997-2006年中国海洋资源消耗量随海洋经济增长而不断增加,海洋经济增长对资源的依赖性较高;2006-2014年海洋资源消耗量增长趋势减缓,海洋经济增长正逐步实现与海洋资源消耗的脱钩。②1997-2014年广东、山东、浙江、江苏、天津、福建、辽宁、河北海洋经济增长与资源消耗之间以弱脱钩为主,上海海洋经济增长与资源消耗之间以强脱钩为主,海南、广西海洋经济增长与资源消耗之间以扩张负脱钩为主,到2014年脱钩显著的区域呈现空间集聚的态势。③规模效应、人口效应对海洋资源消耗具有正向作用,而强度效应对海洋资源消耗具有抑制作用,着力提高技术效率、适度控制人口规模、合理调控海洋经济发展规模是实现海洋经济增长与资源消耗“脱钩”的关键。

关键词:海洋经济增长;资源消耗;脱钩分析;回弹效应

DOI: 10.18402/resci.2017.09.05

1 引言

21世纪是海洋的世纪,随着陆地资源紧缺、环境恶化等问题的日益严峻,全球各沿海国家将开发利用海洋资源提升到发展战略的高度,一场以发展海洋经济为标志的“蓝色革命”正在世界范围内兴起^[1]。中国是海洋大国,伴随海洋经济的不断发展,由海洋资源过度开发和海洋经济快速发展带来的资源枯竭问题日益凸显,近海生物资源衰退,渔业资源锐减,赤潮等自然灾害频繁发生,这一系列问题严重制约了中国海洋经济的可持续发展。为主动适应“增速放缓、转型换挡、结构优化、全面提质”的海洋经济发展新常态,有必要使海洋经济增长与资源消耗实现“脱钩”。“脱钩”来源于物理学领域,特指存在响应关系的两个或以上物理量之间的相互关系不再存在^[2],其实现轨迹可用环境库兹涅茨

曲线来表征,根据环境库兹涅茨曲线(EKC)假说,在经济增长初期,经济增长会导致环境压力的增大;但从中长期来看,在经济活动的结构效应、技术效应以及政府环境规制的共同作用下^[3],环境污染达到一个峰值后出现改善的趋势,并最终实现经济发展与环境污染强脱钩的最佳状态。当涉及到资源消耗问题时,脱钩即为打破经济增长与资源消耗之间的联系。海洋经济增长与资源消耗“脱钩”,主要是指在海洋经济发展过程中,海洋经济增长与资源消耗之间的依赖程度从强关联到弱相关,并逐渐减弱,最后呈现为反向变化或不相关态势,具体表现为海洋经济在增长的同时向“绿色模式”转变,资源利用总量从快速上升转向减缓上升、进而转向“零增长”^[4],这对于实现海洋资源可持续利用具有重大而深远的意义。

收稿日期:2017-03-01;修订日期:2017-07-04

基金项目:国家自然科学基金项目(41671119);教育部重大项目(16JJD790021)。

作者简介:王泽宇,女,辽宁铁岭人,副教授,主要从事海洋经济地理研究。E-mail: wangzeyu2008@163.com

2017年9月

海洋经济与海洋资源之间有着复杂的互动和关联关系,一方面海洋经济在发展过程中要消耗海洋资源,但由于资源的有限性,上一阶段海洋资源的消耗必然会对下一阶段海洋经济发展产生影响;另一方面在海洋经济发展的初级阶段,海洋产品产量的提高主要来自于投入要素的大量增加,海洋资源消耗量加大成为必然结果;当经济增长超过一定临界值后,伴随海洋经济增长方式的转变以及技术进步和产业结构的优化,海洋资源压力得到缓解。通常认为,海洋经济增长带来的技术进步可以提高资源的产出效率,而资源产出效率的提高是减少海洋资源消耗的有效手段,但效率的改善也会使海洋资源比其他要素廉价而更多地被使用,同时海洋经济增长也会对海洋资源产生新的需求,从而部分地抵消了所节约的海洋资源,即产生“回弹效应”^[5],制约了海洋经济增长与资源消耗的脱钩发展。因此全面分析海洋经济增长与资源消耗的脱钩关系,找到影响海洋资源回弹效应的关键因素是优化海洋资源配置和提升海洋经济发展质量的关键。近年来,国内外众多学者在海洋资源与海洋经济关系方面进行了广泛的研究,主要集中在以下几个方面:

(1)海洋资源对海洋经济增长的影响。Jonathan S等通过对英国海洋资源开发趋势的预测指出海洋可再生能源的利用将成为海洋技术进步的主要推动力^[6];Chen C等利用脆弱性指数评价了海洋渔业系统的脆弱性^[7];李博等基于集对分析法研究了海洋经济系统的脆弱性,从合理利用海洋资源的视角提出降低海洋经济系统敏感性的对策^[8];孙才志等构建 Romer 模型测度了环渤海地区海洋资源对海洋经济发展的阻尼效应^[9];赵领娣等基于海洋能产业的技术溢出效应,通过面板数据模型分析了海洋能开发对就业的影响^[10]。

(2)海洋经济增长对海洋资源利用的影响。Shunsuke Managi 等评估了技术变革对海洋资源开发的影响,并推断海洋资源利用率随海洋经济增长的变化趋势^[11];Gogoberidze G 对海洋经济的潜力进行估计并应用于海岸带的规划^[12];Samonte-Tan G P B 等通过海洋产业的相关收入来衡量海洋资源的直接使用价值,以此为依据来探讨海洋资源管理的有效方式^[13]。李志伟等利用综合评估指数评价了曹妃

甸区域集约用海对海洋资源的影响程度^[14];薄文广等运用模糊评价方法对天津市海洋资源承载力进行了定量分析^[15];王泽宇等利用粗糙集和灰理论综合评价法测度了中国海洋经济转型成效,发现资源集约利用度转型成效较为明显^[16]。

(3)海洋经济增长与海洋资源双向作用关系的研究。Halpern B S 等从海洋经济系统自身可持续发展的视角对沿海国家人海关系进行量化分析^[17];Barange M 等通过建立耦合协调模型来研究海洋经济活动与海洋资源可持续利用的关系^[18];高乐华等综合生态足迹法、承载力模型等对海洋生态经济系统交互胁迫关系及协调度进行了测算^[19];杨林等利用格兰杰因果检验与 VAR 模型分析了海洋灾害损失与沿海地区经济增长的动态关系^[20];孙才志等利用人海关系地域系统协同演化动力模型探索了沿海地区人海关系地域系统协同演化方向及状态^[21]。

国外学者在研究海洋资源与海洋经济增长的关系时,倾向于将西方主流经济学中的数量方法应用于构成海洋经济总量现象的微观行为的分析中,通过现象分析和框架引导来研究海洋资源与海洋经济增长之间相互影响、相互制约的关系。国内学者多是运用承载力评价模型、耦合协调度模型、投入-产出模型等将现实海洋经济问题归入海洋生态学和资源经济学领域,分析海洋资源与海洋经济增长的单向关系或双向影响机制,对资源消耗与海洋经济增长的脱钩分析及回弹效应缺乏定量研究,忽略了海洋资源与海洋经济增长之间关系的复杂性以及两者之间影响程度的测算;研究尺度多以某一区域的时间演变为主,缺乏涉及时空序列的多尺度分析。而目前国内外脱钩理论应用已较为成熟,但多用于耕地、能源、交通、环境领域的研究,鲜有学者应用脱钩理论分析海洋经济与资源消耗的关系。基于此,本文引入物质流核算方法,选取直接物质输入指标(Direct Material Input, DMI)来反映海洋经济活动中资源的消耗,运用 Tapio 脱钩理论和改进的弹性分析法对 1997-2014 年中国沿海 11 省份海洋经济增长与资源消耗的脱钩情况进行研究,旨在揭示海洋经济增长与资源消耗之间脱钩关系的时空格局演变规律与区域差异;同时引入无残差完全分解模型对海洋经济增长过程中资源消耗的

回弹效应进行分解,力求找到影响海洋资源压力的关键因素,为合理开发海洋资源、实现海洋经济可持续发展提供科学依据。

2 研究区域、数据来源及研究方法

2.1 研究区域及数据来源

本文研究涉及中国沿海11省(市),包括天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南(不包括港澳台)。数据主要来源于《中国海洋统计年鉴》^[22]、《中国海洋年鉴》^[23]、《中国统计年鉴》^[24],选取样本数据的时间跨度为1997-2014年。

2.2 研究方法

2.2.1 脱钩弹性系数测算

Tapio模型是Tapio基于交通容量与GDP的脱钩问题提出的脱钩模型^[25],其将相对量变化和总量变化两个指标进行综合考虑,采用某一时间尺度的弹性分析反映变量间的脱钩关系,克服了OECD脱钩模型在基期选择上的局限性,提高了脱钩关系测度的准确性和分析的客观性^[26]。该方法为了避免将轻微变化过度解释为显著变化,将弹性值为1处上下浮动20%的区间看作是耦合,然而0.8~1.2的弹性区间事实上包含了扩张负脱钩和弱脱钩或者衰退脱钩和弱负脱钩,这样的划分看似更为精细却容易导致脱钩类型和脱钩概念的混乱^[27]。鉴于此,构建脱钩模型如下:

$$\varepsilon = \frac{\Delta E/E}{\Delta G/G} = \frac{(E_{end} - E_{start})/E_{start}}{(G_{end} - G_{start})/G_{start}} \quad (1)$$

式中 ε 为脱钩弹性系数; ΔE 为海洋资源消耗量的变化量; E 为第*i*时期始年的海洋资源消耗量; ΔG 为海洋生产总值的变化量; G 为第*i*时期始年的海洋生产总值; E_{start} 、 E_{end} 为第*i*时期始年和末年的海洋资源消耗量; G_{start} 、 G_{end} 为第*i*时期始年和末年的海洋生产总值;海洋资源消耗量变化率与海洋生产总值变化率之比即表征海洋经济增长与资源消耗的脱钩状态。

2.2.2 脱钩关系等级划分

如果仅用脱钩弹性系数来判定海洋经济增长与资源消耗的脱钩程度并不能准确反映两者的脱钩关系,还必须考虑到海洋资源消耗与地区海洋生产总值变化趋势对脱钩状态的影响。根据变化量综合分析法^[27],综合海洋资源压力、海洋经济增长以

及单位GDP海洋资源压力的变化量来判定脱钩类型及脱钩程度,考虑到 ΔE 和 ΔG 分别大于0和小于0的这些情况,将 ε 以0和1为分界点进行划分,可将脱钩类型分为:强脱钩、弱脱钩、衰退脱钩、扩张负脱钩、弱负脱钩、强负脱钩六大类^[26],该方法相对于Tapio模型而言简单明了,更加方便判断脱钩状态。为进一步说明脱钩关系的动态变化,将脱钩弹性系数值分成若干个区间,并赋值排序,在强负脱钩状态中, $\varepsilon = (-\infty, -0.75) \cup [-0.75, -0.50) \cup [-0.50, -0.25) \cup [-0.25, 0)$,各区间分别赋值1、2、3、4,以此类推,强脱钩状态分别赋值21、22、23、24。赋值越大表示海洋经济增长与资源消耗脱钩越理想,即海洋经济与海洋资源协调发展状态越好,具体等级划分如表1所示。

2.2.3 物质流分析方法及指标选择

物质流分析方法追踪从自然资源提取的物质到形成存量以及经济系统内部的积累,以质量为经济系统物质输入输出的衡量尺度^[26],通过加总产业生产过程中各个阶段物质质量总和,得到一系列物质总量指标,用于评估和分析经济系统的物质流动与转化特征,该方法是解决发展循环经济、资源节约等问题的一种可行方法。根据物质流分析方法中通常采用的物质流分析账户体系,DMI表示直接输入到经济系统中用于生产和消费的物质流,反映经济活动中资源的消耗^[28-31]。由于本研究只分析中国海洋资源消耗量与海洋经济增长的脱钩情况,所以只针对物质输入指标(DMI)进行数据收集工作。在计算海洋资源消耗量DMI时,借鉴国内资源消耗量^[32]的计算公式:国内消耗量=国内资源量+进口资源量-出口资源量。

在兼顾数据可得性与指标质量基础上选取沿海11省份海洋生产总值作为海洋经济增长指标,DMI作为海洋资源消耗指标,主要核算的物质包括海洋渔业资源(海洋捕捞及海水养殖量)、海洋原油、天然气、海滨砂矿、海洋原盐、海洋化工产品,本文未考虑隐流问题,所有物质均以“万t”为计量单位。通过计算这些物质的消耗量进行加总得到沿海11省份海洋资源消耗量。

2.2.4 无残差完全分解模型

参照Sun提出的无残差完全分解模型,根据“共

2017年9月

表1 海洋经济增长与资源消耗脱钩程度判定标准

Table 1 Judgment standard of decoupling degree of marine economic growth and resource consumption						
脱钩状态	ΔE	ΔG	ε		ε	脱钩指数
强脱钩	< 0	> 0	$\varepsilon < 0$	经济增长,资源压力下降	$(-\infty, -0.75)$	24
					$[-0.75, -0.50)$	23
					$[-0.50, -0.25)$	22
					$[-0.25, 0)$	21
弱脱钩	> 0	> 0	$0 \leq \varepsilon < 1$	经济增长,资源压力缓慢增长	$[0, 0.25)$	20
					$[0.25, 0.50)$	19
					$[0.50, 0.75)$	18
					$[0.75, 1.00)$	17
衰退脱钩	< 0	< 0	$\varepsilon > 1$	经济缓慢衰退,资源压力大幅下降	$[1.75, +\infty)$	16
					$[1.50, 1.75)$	15
					$[1.25, 1.50)$	14
					$[1.00, 1.25)$	13
扩张负脱钩	> 0	> 0	$\varepsilon > 1$	经济缓慢增长,资源压力大幅增长	$[1.00, 1.25)$	12
					$[1.25, 1.50)$	11
					$[1.50, 1.75)$	10
					$[1.75, +\infty)$	9
弱负脱钩	< 0	< 0	$0 \leq \varepsilon < 1$	经济衰退,资源压力缓慢下降	$[0.75, 1.00)$	8
					$[0.50, 0.75)$	7
					$[0.25, 0.50)$	6
					$[0, 0.25)$	5
强负脱钩	> 0	< 0	$\varepsilon < 0$	经济衰退,资源压力增长	$[-0.25, 0)$	4
					$[-0.50, -0.25)$	3
					$[-0.75, -0.50)$	2
					$(-\infty, -0.75)$	1

同导致,平等分配”的原则来分解剩余项^[33]。假设 $V = x \times y \times z$, 即变量 V 由因素 x 、 y 和 z 共同决定, 在时间段 $[0, t]$ 内, 变量 V 的变化量 ΔV 可以根据公式(2)计算:

$$\begin{aligned} \Delta V &= V^t - V^0 = x^t \times y^t \times z^t - x^0 \times y^0 \times z^0 \\ &= \Delta x \times y^0 \times z^0 + \Delta y \times x^0 \times z^0 + \Delta z \times x^0 \times y^0 \\ &\quad + \Delta x \times \Delta z \times y^0 + \Delta x \times \Delta y \times z^0 \\ &\quad + \Delta y \times \Delta z \times x^0 + \Delta x \times \Delta y \times \Delta z \end{aligned} \quad (2)$$

公式中 $\Delta x \times y^0 \times z^0$ 、 $\Delta y \times x^0 \times z^0$ 、 $\Delta z \times x^0 \times y^0$ 分别为因素 x 、 y 和 z 的各自变化对变量 V 总变化的贡献; $\Delta x \times \Delta y \times z^0$ 是因素 x 、 y 综合的变化对变量 V 总变化的贡献; $\Delta x \times \Delta z \times y^0$ 是因素 x 、 z 综合的变化对变量 V 总变化的贡献; $\Delta y \times \Delta z \times x^0$ 是因素 y 、 z 综合的变化对变量 V 总变化的贡献; $\Delta x \times \Delta y \times \Delta z$ 是完全分解模型的剩余量。按照平等分配的原则, 由 3 个因素组成的系统的完全分解模型如下, 对象的总变

化为:

$$\Delta V = V^t - V^0 \quad (3)$$

而三个因素的贡献为:

$$X_{effect} = \Delta x \times y^0 \times z^0 + 1/2 \times \Delta x \times (y^0 \times \Delta z + z^0 \times \Delta y) + 1/3 \times \Delta x \times \Delta y \times \Delta z \quad (4)$$

$$Y_{effect} = \Delta y \times x^0 \times z^0 + 1/2 \times \Delta y \times (x^0 \times \Delta z + z^0 \times \Delta x) + 1/3 \times \Delta x \times \Delta y \times \Delta z \quad (5)$$

$$Z_{effect} = \Delta z \times x^0 \times y^0 + 1/2 \times \Delta z \times (y^0 \times \Delta x + x^0 \times \Delta y) + 1/3 \times \Delta x \times \Delta y \times \Delta z \quad (6)$$

公式中 X_{effect} 、 Y_{effect} 和 Z_{effect} 分别为 x 、 y 和 z 对 V 变化量的贡献值。

本文基于上述分解模型对海洋资源的回弹效应进行分解, 在等式 $I = P \times A \times T$ 中, I 为海洋经济活动中所产生的资源压力, 用海洋资源消耗量来表示; P 为地区人口总量; A 为人均海洋生产总值; T 为技术效率, 技术效率可以用单位海洋生产总值所产

生的资源消耗量来表示,即 $T=I/GOP$, 则等式:

$$I=P \times (GOP/P) \times (I/GOP)=P \times A \times T \quad (7)$$

$$P_{effect} = \Delta P \times A^0 \times T^0 + 1/2 \times \Delta P \times (A^0 \times \Delta T + T^0 \times \Delta A) + 1/3 \times \Delta P \times \Delta A \times \Delta T \quad (8)$$

$$A_{effect} = \Delta A \times P^0 \times T^0 + 1/2 \times \Delta A \times (P^0 \times \Delta T + T^0 \times \Delta P) + 1/3 \times \Delta P \times \Delta A \times \Delta T \quad (9)$$

$$T_{effect} = \Delta T \times P^0 \times A^0 + 1/2 \times \Delta T \times (P^0 \times \Delta A + A^0 \times \Delta P) + 1/3 \times \Delta P \times \Delta A \times \Delta T \quad (10)$$

公式中 P^0 、 A^0 、 T^0 分别表示基期的人口总数、人均海洋生产总值和单位海洋生产总值所产生的资源消耗量; ΔP 、 ΔA 、 ΔT 分别是末期相对于基期的人口总数变化量、人均海洋生产总值变化量和单位海洋生产总值所产生的资源消耗量的变化量。

3 实证分析

3.1 中国海洋经济增长与海洋资源消耗总量时间演化趋势分析

以1997年海洋生产总值、DMI为基准值,计算得到1997-2014年中国海洋生产总值与DMI值,其变化趋势如图1所示。1997-2006年中国海洋生产总值与DMI变化趋势基本同步,DMI随着海洋生产总值增加而增加,其中1997-2003年海洋生产总值和DMI增长趋势平缓,2003-2006年两者均出现快速增长的态势。2006-2014年海洋生产总值增长迅速,DMI呈下降趋势且变化趋于平稳,说明随着海洋经济的增长,中国海洋资源压力呈减缓趋势,资源消耗正逐步实现与海洋经济增长的脱钩。

1997-2003年中国海洋经济增长缓慢,这一时期由于传统的海洋资源消耗型产业居于主导地位,

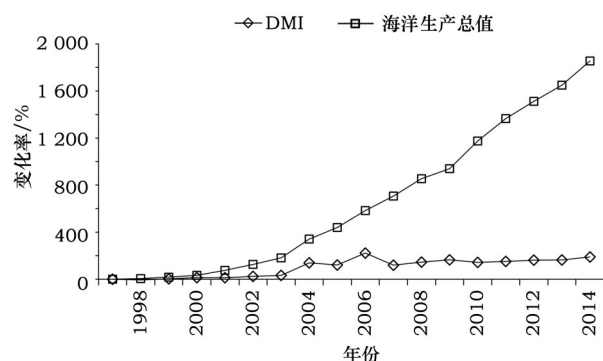


图1 1997-2014年中国海洋生产总值及DMI变化趋势

Figure 1 The trend of gross output values of marine economy and DMI in our country from 1997 to 2014

海洋经济主要以单项资源开发和初级产品生产为主,海洋渔业、海洋油气业及海洋盐业等投入产出比较低,可开发的重要资源底数不清,极大制约了海洋经济总体效益的发挥。2003-2006年中国海洋经济总量迅速增长,在《全国海洋经济发展规划纲要》^[34]的指导下,沿海各省份依托海洋优势资源大力发展海洋经济,伴随海洋产业的快速发展及海洋资源的深度开发,海洋资源消耗较前期呈现快速增长的态势。2006-2014年中国海洋经济保持稳步增长的态势,这一时期中国海洋产业结构不断优化,2014年海洋三次产业结构比例调整为5.4:45.1:49.5,海洋第一产业产值锐减,二三产业增长迅速,随着海洋产业逐步由海洋资源开发向海洋服务转变,海洋资源消耗对海洋经济增长的影响力渐趋下降;而海洋渔业、海洋盐业、海洋油气业、海滨砂矿业等资源密集型产业也逐步由粗放型开发向集约效益型转变,海洋资源消耗压力增速趋缓。

3.2 中国海洋经济增长与海洋资源消耗脱钩关系分析

结合脱钩模型及表1中脱钩分类对1997-2014年中国海洋经济增长与资源消耗的脱钩关系进行总体评价,得到海洋经济增长与海洋资源消耗的脱钩关系如表2所示,其中弱脱钩状态占55.56%,强脱钩状态占27.78%,扩张负脱钩状态占16.66%,海洋经济增长与资源消耗之间以弱脱钩为主。

1997-2003年中国海洋经济增长与资源消耗经历了“扩张负脱钩→强脱钩→弱脱钩→强脱钩→弱脱钩”的变化过程,脱钩指数呈先上升后下降的趋势,这一时期中国海洋经济处在“高投入、高消耗”的发展模式中,对海洋资源的依赖性较强。2003-2006年海洋经济增长与资源消耗之间以扩张负脱钩为主,由于沿海各省份海洋产业加快发展,海洋捕捞及海水养殖量、海洋化工产品、海洋油气、原盐、海滨砂矿消耗量快速增加,资源压力大幅增长。2006-2014年海洋经济增长与资源消耗之间以弱脱钩为主,中国主要海洋产业发展势头良好,海洋经济保持快速增长态势。这一时期沿海各省份加强对近海渔业资源的保护,海洋捕捞量大幅下降;伴随海水制盐业限产压库政策和体制改革的深入推进,海洋原盐消耗量也有所下降;与此同时海

2017年9月

表2 1997-2014年中国海洋经济增长与海洋资源消耗脱钩关系

Table 2 The decoupling relationship between marine economic growth and marine resource consumption in our country from 1997 to 2014

年份	海洋生产 总值增长率/%	资源消耗 增长率/%	脱钩弹性 系数	脱钩指数	脱钩状态
1997	10.36	13.13	1.27	11	扩张负脱钩
1998	5.33	-6.09	-1.14	24	强脱钩
1999	11.66	9.75	0.84	17	弱脱钩
2000	13.21	9.74	0.74	18	弱脱钩
2001	31.55	-0.47	-0.01	21	强脱钩
2002	28.99	10.09	0.35	19	弱脱钩
2003	24.51	6.84	0.28	19	弱脱钩
2004	56.92	80.55	1.42	11	扩张负脱钩
2005	22.26	-7.62	-0.34	22	强脱钩
2006	26.65	45.86	1.72	10	扩张负脱钩
2007	18.04	-32.02	-1.77	24	强脱钩
2008	18.30	12.07	0.66	18	弱脱钩
2009	8.93	7.85	0.88	17	弱脱钩
2010	22.60	-8.21	-0.36	22	强脱钩
2011	14.97	3.36	0.22	20	弱脱钩
2012	10.00	4.40	0.44	19	弱脱钩
2013	8.53	0.54	0.06	20	弱脱钩
2014	11.76	9.67	0.82	17	弱脱钩

洋油气开采量减少,海洋资源减量化取得一定成效。

3.3 沿海11省份海洋经济增长与海洋资源消耗脱钩关系时空演变分析

3.3.1 时序变化分析

根据沿海11省份海洋经济增长与资源消耗脱钩弹性系数及脱钩指数值,如表3所示,1997-2003年天津、河北、江苏、浙江、福建、广东海洋经济增长与资源消耗之间以弱脱钩为主,辽宁、上海、山东、广西、海南海洋经济增长与资源消耗之间以扩张负脱钩为主,沿海各省份海洋经济在增长的同时资源压力均呈现上升趋势,这一时期以渔业捕捞和养殖为主的传统海洋产业增长方式高度粗放;海洋油气资源、海滨砂矿资源的开发仅限于浅海水域,可利用的滩涂与浅海基本饱和,资源压力不断增大;海洋盐业受技术和设备的限制生产规模较小、产品种类单一,海洋资源开发利用结构层次偏低。2003-2008年河北、辽宁、上海、江苏脱钩指数较高且变化趋于平稳,海洋资源消耗的弹性特征集中于弱脱钩和强脱钩类型,单位GDP的海洋资源消耗量有所减少;而天津、浙江、福建、山东、广东、广西、海南在这

一时期脱钩指数波动较大。2008-2010年沿海11省份脱钩指数均呈现不同程度的下降,受国际金融危机及滞后效应的影响,沿海各省份海洋经济呈现衰退或缓慢增长的态势,河北海洋经济增长与资源消耗之间出现强负脱钩状态,上海呈现衰退脱钩状态,其余省份则以扩张负脱钩为主。2010-2014年沿海11省份脱钩指数均呈现上升趋势,2014年天津、河北、辽宁、江苏、福建、山东、广东海洋经济增长与资源消耗之间呈弱脱钩状态,上海、浙江呈强脱钩状态,这些省份依托国家政策和产业基础加快转变海洋经济发展方式,在海水养殖、海盐加工、水产品加工、近海油气资源勘探等重点领域组织技术推广和应用,通过开发海洋资源经过深加工获得高附加值海洋产品,实现了资源的高效利用,海洋经济增长的同时资源压力呈减缓或下降趋势;而广西、海南则呈现扩张负脱钩状态,其海洋经济发展相对缓慢,海洋渔业等资源消耗型产业仍处在高能耗、高能耗、低效率的发展模式中,导致海洋经济增长的同时资源压力大幅增长。

3.3.2 空间格局演变分析

结合脱钩程度判定标准和沿海11省份海洋经

表3 沿海11省份海洋经济增长与海洋资源消耗脱钩弹性系数值

Table 3 Decoupling elasticity coefficient values of marine economic growth and marine resource consumption in 11 coastal provinces

年份	天津	河北	辽宁	上海	江苏	浙江	福建	山东	广东	广西	海南
1997	6.50 (9)	0.79(17)	0.79(17)	2.40 (9)	0.32(19)	0.36(19)	0.62(18)	1.50(10)	1.56(10)	2.33 (9)	-0.15(21)
1998	0.43 (6)	51.75(16)	8.60 (9)	0.72(18)	-5.92(24)	1.06(12)	1.20(13)	1.11(12)	0.31 (6)	1.26(11)	2.12 (9)
1999	0.43(19)	-3.02 (1)	99.21 (9)	10.50 (9)	-0.38 (3)	0.28(19)	0.14(20)	2.79 (9)	-0.18(21)	1.05(12)	1.35(11)
2000	0.39(19)	0.66(18)	4.73 (9)	-4.83(24)	0.76(17)	1.36(11)	4.00 (9)	44.22 (9)	0.15(20)	1.80 (9)	0.87(17)
2001	0.30(19)	0.05(20)	0.23(20)	2.81 (9)	0.29(19)	0.03(20)	0.10(20)	0.83(17)	-0.20(21)	1.25(11)	0.30(19)
2002	0.48(19)	0.33(19)	1.16(12)	-0.16(21)	0.33(19)	0.03(20)	0.14(20)	1.26(11)	0.18(20)	1.62 (10)	2.59 (9)
2003	0.72(18)	0.27(19)	-0.72(23)	-0.27(22)	0.24(20)	0.44(19)	0.24(20)	-0.08(21)	0.12(20)	3.83 (9)	-0.01 (4)
2004	0.11(20)	-0.40(22)	0.48(19)	0.01(20)	0.39(19)	21.27 (9)	1.50(10)	-0.02(21)	0.36(19)	0.09(20)	-0.76(24)
2005	0.40(19)	0.90(17)	0.31(19)	-0.11(21)	-0.99(24)	-1.36(24)	1.95(16)	0.91(17)	-0.05(21)	-0.06(21)	3.21 (9)
2006	-0.87 (1)	0.19(20)	0.16(20)	0.08(20)	-0.01(21)	0.31 (6)	-0.11(21)	0.62(18)	0.52 (7)	0.12(20)	93.36 (9)
2007	0.25(19)	0.29(19)	-1.31(24)	-0.26(22)	0.43(19)	-1.71(24)	1.19(12)	0.44(19)	-0.25(21)	1.80 (9)	-4.99(24)
2008	0.08(20)	-0.87(24)	1.09(12)	-1.11(24)	-2.43(24)	2.63 (9)	0.45(19)	0.06(20)	0.27(19)	0.09(20)	0.36(19)
2009	0.92(17)	-0.26 (3)	0.36(19)	1.17(13)	0.22(20)	0.61(18)	-1.71(24)	1.54(10)	-0.08(21)	-0.17(21)	2.04 (9)
2010	1.11(12)	-0.21(21)	-1.53(24)	-1.32(24)	1.70(10)	-3.03(24)	0.04(20)	-0.14(21)	0.15(20)	-1.30(24)	0.13(20)
2011	-0.29(22)	-0.07(21)	0.17(20)	6.57 (9)	-2.11(24)	0.58(18)	0.77(17)	0.91(17)	-0.27(22)	-0.21(21)	0.17(20)
2012	-0.18(21)	0.57(18)	2.63 (9)	2.49 (9)	7.15 (9)	0.09(20)	1.73(10)	0.53(18)	0.15(20)	0.62(18)	0.99(17)
2013	-0.09(21)	-2.35(24)	-0.05(21)	-0.43(22)	-0.77(24)	-2.86(24)	0.68(18)	0.87(17)	0.52(18)	11.46 (9)	-1.28(24)
2014	0.18(20)	0.83(17)	0.76(17)	-0.29(22)	0.58(18)	-0.26(22)	0.53(18)	0.70(18)	0.21(20)	1.24(12)	2.14 (9)

注:括号中为脱钩指数。

济增长与海洋资源消耗脱钩弹性系数的计算结果,运用GIS空间分析技术,对沿海11省份海洋经济增长与海洋资源消耗脱钩程度的空间演变格局进行直观分析。如图2所示,从各沿海省份层面看,1997年广东、山东、上海、天津、广西这5个沿海省份资源消耗的弹性特征均呈扩张负脱钩类型,2003年广东、山东、天津、上海脱钩指数出现大幅增长,到2014年广东、山东、天津海洋经济增长与海洋资源消耗的脱钩关系为弱脱钩状态,上海则表现为强脱钩状态,海洋经济增长对海洋资源的依赖性逐渐减弱。河北、江苏、福建脱钩指数变化较为平稳,海洋经济增长与海洋资源消耗的脱钩关系主要呈弱脱钩状态,海洋经济增长的同时资源压力缓慢增长。浙江、辽宁脱钩指数波动较大,呈现先上升后下降最后又上升的趋势,2014年浙江为强脱钩状态,辽宁呈现弱脱钩状态。1997-2014年海南脱钩指数变化幅度较大,2014年脱钩指数在沿海11省份中达到最低,海洋资源消耗的弹性特征为扩张负脱钩状态;而广西也主要呈现扩张负脱钩类型,海洋经济缓慢增长,海洋资源压力却大幅增长。

总体而言,地区层面上实现强脱钩和弱脱钩的

省域数量上升较快。在空间格局上,1997年海洋经济增长与海洋资源消耗之间呈现强脱钩和弱脱钩的区域分布较为分散,脱钩程度具有较大的地区差异;到2014年脱钩显著的区域呈现空间集聚的态势,除广西、海南外,地区脱钩程度的差距逐渐缩小。

3.4 沿海11省份海洋经济增长中海洋资源消耗的回弹效应分析

根据公式(8)-公式(10)构建的回弹效应模型,计算得到沿海11省份人口效应、规模效应、强度效应对海洋资源消耗的贡献值,如表4所示。

其中人口效应反映了沿海地区人口增长所产生的海洋资源需求的变化量;规模效应反映了海洋经济规模扩张所引起的海洋资源需求的变化量;强度效应反映了技术效率的变化所导致的海洋资源消耗的变化量。总体而言,沿海11省份人口效应和规模效应对海洋资源消耗的贡献全部为正值,说明沿海地区人口的增长和海洋经济规模的扩张对海洋资源消耗具有正向拉动作用;强度效应对海洋资源消耗的贡献为负值,即技术效率的提高对海洋资源消耗起到抑制作用,但这种抑制作用小于人口效

2017年9月

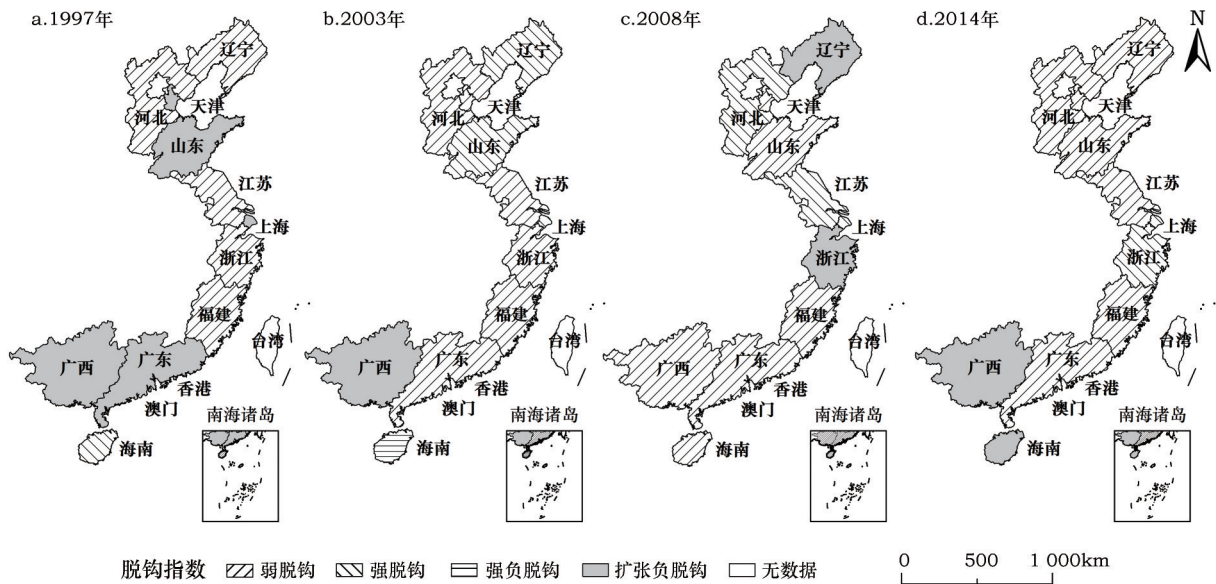


图2 沿海11省份海洋经济增长与海洋资源消耗脱钩关系的空间格局演变

Figure 2 The evolution of spatial pattern of decoupling relationship between marine economic growth and marine resource consumption in 11 coastal provinces

表4 沿海11省份各种效应对DMI的影响

Table 4 The influence of various effects on DMI in 11 coastal provinces

省份	DMI			
	人口效应	规模效应	强度效应	回弹效应
天津	11 246.47	2 955.02	-11 375.09	2 826.40
河北	3 489.42	2 633.67	-5 649.89	473.21
辽宁	2 867.80	792.77	-3 516.15	144.41
上海	140.75	25.19	-97.43	68.51
江苏	2 573.20	2 611.10	-5 090.64	93.66
浙江	2 897.00	1 167.42	-1 659.91	2 404.51
福建	2 396.99	1 503.40	-3 166.71	733.68
山东	10 135.59	5 054.74	-10 721.37	4 468.96
广东	12 907.61	1 838.09	-14 259.60	486.09
广西	843.39	227.18	-580.72	489.85
海南	490.48	152.15	-340.32	302.32

应和规模效应对海洋资源消耗的正向作用,使技术效率的提高所带来的潜在海洋资源的节约并没有完全实现,产生了回弹效应,说明技术效率的提高在一定时期内所带来的海洋资源减量化是有限的,为有效控制海洋资源消耗的过快增长,需要统筹考虑强度效应、人口效应和规模效应对海洋资源消耗所产生的影响。

由图3可知,沿海11省份各效应对DMI的贡献度差异显著,天津、河北、辽宁、江苏、福建、山东、广

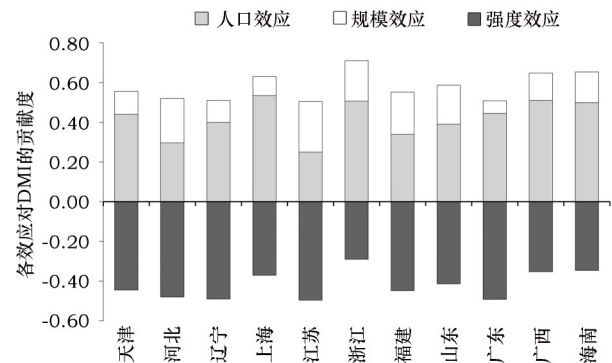


图3 沿海11省份各效应对DMI的贡献度

Figure 3 The contribution of various effects on DMI in 11 coastal provinces

东强度效应对DMI的贡献度要高于人口效应和规模效应,即强度效应是影响这些省份海洋资源消耗量的主要因素,说明技术效率的提高对海洋资源消耗的抑制作用更显著,因此天津、河北、辽宁、江苏、福建、山东、广东在发展海洋经济的过程中,要以海洋科技与海洋经济紧密结合为目标,有重点地解决海洋资源开发利用中的关键技术,通过技术效率的提高来降低海洋资源消耗强度。而上海、浙江、广西、海南人口效应对DMI的贡献度要高于强度效应和规模效应,即人口的增长对海洋资源消耗的正向拉动作用更显著,对此要适度控制人口规模、着力

提高涉海从业人员的科技素质;同时要加快形成以海洋科技创新为引领和支撑的海洋经济发展新动能,推动海洋资源开发向创新引领型转变;合理调控海洋经济增长速度和发展规模,优化海洋资源配置,使海洋经济增长与海洋资源消耗真正实现“脱钩”发展。

4 结论与讨论

4.1 结论

(1)本文运用物质流分析方法计算出中国海洋经济直接物质投入量DMI,并以此作为海洋资源消耗的衡量指标,分析海洋经济增长与资源消耗的脱钩关系,结果表明1997-2006年DMI随海洋生产总值的增加而增加,海洋经济增长对资源的依赖性较高;2006-2014年DMI呈下降趋势且变化趋于平稳,而海洋生产总值迅速增长,DMI的增长率明显低于海洋生产总值增长率,说明随着海洋经济的增长,中国海洋资源压力呈减缓趋势,资源消耗正逐步实现与海洋经济增长的脱钩。

(2)通过改进Tapio脱钩模型对1997-2014年中国海洋经济增长与资源消耗的脱钩指数进行综合测度,其中弱脱钩状态占55.56%,强脱钩状态占27.78%,扩张负脱钩状态占16.66%,海洋经济增长与资源消耗之间以弱脱钩为主。在对中国海洋经济增长与资源消耗脱钩关系综合测度的基础上分别测算了沿海11省份海洋经济增长与资源消耗的脱钩指数,以此为依据进行海洋经济增长与资源消耗脱钩关系的时空格局演变分析,广东、山东、浙江、江苏、天津、福建、辽宁、河北海洋经济增长与资源消耗之间以弱脱钩为主;上海海洋经济增长与资源消耗之间以强脱钩为主;海南、广西海洋经济增长与资源消耗之间以扩张负脱钩为主,海洋经济增长对资源的依赖性仍然较强。2014年脱钩显著的区域呈现空间集聚的态势,除广西、海南外,地区脱钩程度的差距逐渐缩小。

(3)运用无残差完全分解模型对沿海11省份海洋经济增长中资源消耗压力进行实证分析表明,规模效应、人口效应对海洋资源消耗具有正向作用,而强度效应对海洋资源消耗具有抑制作用;影响天津、河北、辽宁、江苏、福建、山东、广东海洋资源消耗的主要因素是强度效应,而影响上海、浙江、广

西、海南海洋资源消耗的主要因素是人口效应。对此着力提高技术效率、适度控制人口规模、合理调控海洋经济发展规模是实现海洋经济增长与资源消耗“脱钩”的关键。

4.2 讨论

(1)海洋资源是海洋经济发展的前提和基础,海洋资源禀赋的差异决定了区际分工格局。由于海洋资源所具有的地域性的特点,导致其分布是不均衡的,进而影响到沿海各省份在区际分工中的地位。海洋经济发展对海洋资源具有高度依赖性,而这种资源依赖性决定了沿海各省份海洋资源开发利用状况;由于各省份海洋资源拥有量不同,各海洋产业在地区海洋产业系统中的地位作用是不同的,最终导致中国沿海各省份海洋经济增长与海洋资源脱钩程度的差异。文章着重分析了中国沿海11省份海洋资源与海洋经济增长的脱钩关系及空间分异格局,而对形成这种空间格局的内在机理尚需深入挖掘,以期针对具体影响因素提出发展对策,使研究问题更有针对性,为实现海洋资源高效利用和海洋经济可持续发展提供科学依据。

(2)通过对中国海洋经济增长与资源消耗的脱钩分析,中国海洋经济增长与资源消耗之间尚未达到强脱钩状态,特别是广西、海南其海洋经济缓慢增长,资源压力却大幅增长,对此优化海洋经济增长与资源消耗脱钩关系的路径还需进一步研究和思考。由于中国海洋经济发展起步较晚,整体水平有待进一步提高,对此中国在发展海洋经济的过程中要积极借鉴发达国家海洋经济发展成功的经验,在海洋资源要素调控、区域海洋产业定位等方面加强政策引导和区域统筹能力,优化海洋资源配置管理,实现海域资源配置市场化、管理精细化、使用有偿化;完善海洋经济综合管理机制,切实提高对海洋经济发展的保障能力。

沿海各省份要依据区域功能定位和海洋资源禀赋,实行差别化的海洋产业发展策略,广东、山东、浙江、江苏、天津、福建、辽宁、河北要以转变海洋经济增长方式为主线,以海洋科技创新为动力,以海洋生物资源、海水资源、油气资源、矿产资源等为重点推进海洋开发技术由浅海向深远海拓展,使海洋经济增长的同时资源压力进一步下降。而上

2017年9月

海则要依托人才、技术、区位优势加快推进海洋渔业转型升级,积极培育海洋生物医药、海洋新能源等战略性新兴产业,保持海洋经济增长与资源消耗的强脱钩状态。广西、海南要进一步优化海洋产业结构,加快渔业绿色转型,压缩近海捕捞;完善水产养殖产业化生产体系,积极发展水产品精深加工,实现渔业资源的高效利用;以港口为龙头集聚资本、技术等生产要素,积极探索临港产业空间资源科学配置的有效途径;通过政策引导加大海洋产业科技创新力度,构筑海洋科技园区等多种形式的科技创新平台,加快改造提升海洋传统产业,重点发展海洋生物制药、海洋可再生能源、海水综合利用等海洋新兴产业,充分释放海洋优势资源的供给潜力。

参考文献(References):

- [1] 狄乾斌. 海洋经济可持续发展的理论、方法与实证研究-以辽宁省为例[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2007. [Di Q B. Theory, Method and Case Studies of Marine Economy Sustainable Development- Liaoning Province As An Case[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2007.]
- [2] 宋伟, 陈百明, 陈曦炜. 常熟市耕地占用与经济增长的脱钩评价[J]. 自然资源学报, 2009, 24(9): 1532-1540. [Song W, Chen B M, Chen X W. Decoupling evaluation between cultivated land occupation and economic growth in Changshu city[J]. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(9): 1532-1540.]
- [3] 夏勇, 钟茂初. 经济发展与环境污染脱钩理论及 EKC 假说的关系-兼论中国地级城市的脱钩划分[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(10): 8-16. [Xia Y, Zhong M C. Relationship between EKC hypothesis and the decoupling of environmental pollution from economic development: based on China prefecture-level cities' decoupling partition[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(10): 8-16.]
- [4] 吴丹. 中国经济发展与水资源利用脱钩态势评价与展望[J]. 自然资源学报, 2014, 29(1): 46-54. [Wu D. Evaluation and prospect on the decoupling trend of economic development and water resource utilization in China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(1): 46-54.]
- [5] 宋旭光, 席玮. 基于全要素生产率资源回弹效应研究[J]. 财经问题研究, 2011, (10): 20-24. [Song X G, Xi W. Rebound effect analysis of resources based on total factor productivity[J]. *Research on Financial and Economic Issues*, 2011, (10): 20-24.]
- [6] Jonathan S, Paul J. Technologies and their influence on future UK marine resource development and management[J]. *Marine Policy*, 2002, 26(4): 231-241.
- [7] Chen C, López-Carr D, Walker B L E. A framework to assess the vulnerability of California commercial sea urchin fishermen to the impact of MPAs under climate change[J]. *GeoJournal*, 2014, 79(6): 755-773.
- [8] 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研究[J]. 地理科学, 2016, 36(1): 47-54. [Li B, Yang Z, Su F, et al. Vulnerability measurement of Chinese marine economic system based on set pair analysis[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 47-54.]
- [9] 孙才志, 李欣. 环渤海地区海洋资源、环境阻尼效应测度及空间差异[J]. 经济地理, 2014, 33(12): 169-176. [Sun C Z, Li X. Measurement and spatial analysis of marine resources and environment damping effect in the Bohai Sea Ring Area[J]. *Economic Geography*, 2014, 33(12): 169-176.]
- [10] 赵领娣, 郝亚如, 李荣杰. 技术溢出视角下新能源开发的就业效应分析-以中国海洋能为例[J]. 资源科学, 2014, 35(2): 412-421. [Zhao L D, Hao Y R, Li R J. Employment effect analysis of marine energy exploitation and technological spillover[J]. *Resources Science*, 2014, 35(2): 412-421.]
- [11] Managi S, Opaluch J J, Jin D, et al. Technological change and petroleum exploration in the gulf of Mexico original research article[J]. *Energy Policy*, 2005, 33(5): 619-632.
- [12] Gogoberidze G. Tools for comprehensive estimate of coastal region marine economy potential and its use for coastal planning [J]. *Journal of Coastal Conservation*, 2012, 16(3): 251-260.
- [13] Samonte-Tan G P B, White A T, Tercero M A, et al. Economic valuation of coastal and marine resources: Bohol marine triangle, Philippines[J]. *Coastal Management*, 2007, 35(2-3): 319-338.
- [14] 李志伟, 崔力拓. 集约用海对海洋资源影响的评价方法[J]. 生态学报, 2015, 35(16): 5458-5466. [Li Z W, Cui L T. Assessment method for determining the influence of intensive sea use on marine resources[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(16): 5458-5466.]
- [15] 薄文广, 孙元瑞, 左艳, 等. 天津市海洋资源承载力定量分析研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(11): 407-409. [Bo W G, Sun Y R, Zuo Y, et al. The quantitative analysis of ocean resource carrying capacity of Tianjin City[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(11): 407-409.]
- [16] 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, 35(12): 2295-2308. [Wang Z Y, Cui Z D, Sun C Z, et al. Temporal and spatial pattern evolution of marine economic transformation effect in China[J]. *Geographical Research*, 2015, 35(12): 2295-2308.]
- [17] Halpern B S, Longo C, Hardy D, et al. An index to assess the

- health and benefits of the global ocean[J]. *Nature*, 2012, 488 (7413): 615-620.
- [18] Barange M, Cheung W W L, Merino G, *et al.* Modeling the potential impacts of climate change and human activities on the sustainability of marine resources[J]. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2010, 2(5-6): 326-333.
- [19] 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 L H, Gao Q. Validation and calculation of the coordination degree of interactive relationships in the marine eco-economic system[J]. *Resources Science*, 2012, 34(1): 173-184.]
- [20] 杨林, 韩科技, 陈子扬. 沿海地区经济增长与海洋灾害损失的动态关系研究: 1989-2011年[J]. *地理科学*, 2015, 35(8): 969-975. [Yang L, Han K J, Chen Z Y. Dynamic relationship between economic growth in coastal and marine disaster losses: 1989-2011[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(8): 969-975.]
- [21] 孙才志, 张坤领, 邹玮, 等. 中国沿海地区人海关系地域系统评价及协同演化研究[J]. *地理研究*, 2015, 34(10): 1824-1838. [Sun C Z, Zhang K L, Zou W, *et al.* Study on regional system of man-sea relationship and its synergetic development in the coastal regions of China[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(10): 1824-1838.]
- [22] 国家海洋局. 中国海洋统计年鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 1998-2015. [State Oceanic Administration, People's Republic of China. China Marine Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Ocean Press, 1998-2015.]
- [23] 国家海洋局. 中国海洋年鉴[M]. 北京: 海洋出版社, 1998-2015. [State Oceanic Administration of People's Republic of China. China Marine Yearbook[M]. Beijing: Ocean Press, 1998-2015.]
- [24] 中华人民共和国统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998-2015. [National Bureau of the People's Republic of China. Statistical Yearbook of China[M]. Beijing: China Statistics Press, 1998-2015.]
- [25] Tapio P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the ease of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. *Transport Policy*, 2005, 12(2): 137-151.
- [26] 苑清敏, 邱静, 秦聪聪. 天津市经济增长与资源和环境的脱钩关系及反弹效应研究[J]. *资源科学*, 2014, 36(5): 954-962. [Yuan Q M, Qiu J, Qin C C. Decoupling relationship and rebound effect between economic growth and the resource environment for Tianjin [J]. *Resources Science*, 2014, 36(5): 954-962.]
- [27] 钟太洋, 黄贤金, 韩立, 等. 资源环境领域脱钩分析研究进展[J]. *自然资源学报*, 2010, 25(8): 1400-1412. [Zhong T Y, Huang X J, Han L, *et al.* Review on the research of decoupling analysis in the field of environment and resource[J]. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(8): 1400-1412.]
- [28] Ayres R U. Industrial Metabolism: Theory and Policy[A]. Ayres R U, Simonis U. Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development[C]. Tokyo: United Nations University Press, 1994.
- [29] Adriaanse A, Bringezu S, Hamond A, *et al.* Resource Flows: The Material base of Industrial Economies[M]. Washington, DC: World Resource Institute, 1997.
- [30] Eurostat. Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators: A Methodological Guide[M]. Luxembourg: Statistical Office of the European Union, 2001.
- [31] 王亚菲. 中国资源消耗与经济增长动态关系的检验与分析[J]. *资源科学*, 2011, 33(1): 25-30. [Wang Y F. Tests and analysis of dynamic relationships between China's resource consumption and economic growth[J]. *Resources Science*, 2011, 33(1): 25-30.]
- [32] 王鹤鸣, 岳强, 陆钟武. 中国1998年-2008年资源消耗与经济增长的脱钩分析[J]. *资源科学*, 2011, 33(9): 1757-1767. [Wang H M, Yue Q, Lu Z W. Decoupling analysis of China's resource consumption and economic growth over the period 1998-2008 [J]. *Resources Science*, 2011, 33(9): 1757-1767.]
- [33] Sun J. Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model[J]. *Energy Economics*, 1998, 20(1): 85-100.
- [34] 国务院. 全国海洋经济发展规划纲要[EB/OL]. (2003-05-09) [2016-08-18]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content_62156.htm. [The State Council. The Planning for the National Marine Economic Development[EB/OL]. (2003-05-09)[2016-08-18]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content_62156.htm.

Decoupling analysis and rebound effect between China's marine economic growth and resource consumption

WANG Zeyu¹, LU Xuefeng¹, HAN Zenglin¹, DONG Xiaofei²

(1. Center for Studies of Marine Economy and Sustainable Development of Liaoning Normal University, Dalian 116029, China;

2. Economics Actuarial-Oriented of The Chinese Communist Party Liaoning Provincial Party Committee Party School, Shenyang 110004, China)

Abstract: Based on the connotation of decoupling marine economic growth and resource consumption, we researched temporal and spatial pattern evolution laws of the decoupling relationship between China's marine economic growth and resource consumption based on an improved Tapio decoupling model and GIS. We introduced the complete decomposition model without residual to perform a decomposition analysis on the rebound effect of marine resource consumption in the marine economic growth of 11 coastal provinces. We found that China's marine resource consumption had constantly increased with marine economic growth from 1997 to 2006, and marine economic growth was highly dependent on resources. The growth trend in marine resource consumption was slowed along with rapid growth of China's marine economy from 2006 to 2014, and marine economic growth gradually decoupled from marine resource consumption. As viewed from coastal provinces, the decoupling relationship between marine economic growth and resource consumption showed significant differences in coastal areas from 1997 to 2014. From 1997 to 2014, the relationship between marine economic growth and resource consumption was dominated by weak decoupling in Guangdong, Shandong, Zhejiang, Jiangsu, Tianjin, Fujian, Liaoning and Hebei; strong decoupling in Shanghai; and expanded negative decoupling in Hainan and Guangxi. Marine economic growth in Hainan and Guangxi still relied on marine resources. In 2014, areas with significant decoupling showed trends in spatial agglomeration. The scale effect and population effect promoted the consumption of marine resources, while the intensity effect had an inhibitory effect. The keys to achieving decoupling between marine economic growth and resource consumption are improving technical efficiency, controlling the population size and regulating the development scale of the marine economy.

Key words: marine economic growth; marine resource consumption; decoupling analysis; rebound effect