

我国沿海地区海洋渔业碳排放时空分异研究

——基于省际数据的 ESDA 分析

邵桂兰,侯涵涵,李 晨

(中国海洋大学 经济学院,山东 青岛 266100)

摘 要:为判别我国各省份海洋渔业碳排放层次、发现我国省际海洋渔业碳排放空间关联模式所存在的特点以及问题,利用省际面板数据测算了 2004-2014 年我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放生产效率,借助探索性时空分析(ESDA)的研究方法,分阶段研究了我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳生产效率的空间关联特征。结论是:全局空间自相关检验表明全国范围内海洋渔业碳生产效率整体相关性不断加强,局部空间自相关检验显示全国各省之间碳生产效率相关性差异不断扩大,在山东省周边形成了 H-L 高低集聚区,福建省周边形成了 H-H 高高集聚区,地区极化效应显著。因此,海洋渔业发展要严格遵循海陆统筹、集中集约用海、海洋开发与保护同时并举和综合配套改革的原则,促进海洋渔业经济低碳化发展。

关键词:碳排放;海洋渔业;沿海地区;时空分异;ESDA

中图分类号:F326.4 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-929X(2018)01-0027-08

一、引 言

节能减排对缓解全球气候变暖、应对环境污染问题以及发展可持续经济有着重大意义,发展低碳经济已经成为经济发展的必然选择。在哥本哈根全球气候大会上中国承诺延缓二氧化碳的排放,《国民经济和社会发展规划第十三个五年规划纲要》提出我国要实现总体碳排放量峰值的中长期低碳化发展目标,在环境污染防治等指标方面取得良好效果^①。海洋渔业碳排放是农业碳排放的重要组成部分,《全国渔业发展第十三个五年规划》中明确提出了要缩减调控海洋捕捞业、转型升级水产品养殖业等一系列促进渔业经济低碳化发展的目标。

因此,我国学术界对碳排放的研究越来越多,主要集中在碳排放的影响因素以及能源效率相关方面。邵桂兰等^[1]运用 LMDI 方法对我国海洋渔业人均碳排放驱动因素进行分解分析,发现能源强度是负向驱动因素,产业规模是正向驱动因素;焦文献等^[2]利用 STIRPAT 模型进行岭回归函数拟合,探讨了碳足迹与经济增长二者的定量关系,研究结果表明人口和人均 GDP 是驱动碳足迹增长的主要因素,并证明了碳排放库兹涅茨曲线的存在性;张彬等^[3]将我国碳排放的驱动因素分为人均国民生产总值、单位国民生产总值和人口三大因

修回日期:2017-11-18
基金项目:国家社科基金项目“我国海洋渔业经济低碳化实现机制研究”(11BJY064)。

作者简介:邵桂兰,女,山东青岛人,中国海洋大学经济学院教授、博士生导师,研究方向:国际经济与贸易、区域经济、海洋经济;侯涵涵,男,山东菏泽人,中国海洋大学经济学院硕士生,研究方向:海洋开发与国际沿海区域合作,Email:847443917@qq.com;李晨,女,山东青岛人,中国海洋大学经济学院副教授、硕士生导师,研究方向:国际经济与贸易、海洋经济。

①源自《国民经济和社会发展规划第十三个五年规划纲要》。

素,借助 Kaya 模型对影响中国碳排放的三大因素进行分析,以此三项因素指标作为模糊聚类指标进行测度,按照碳排放驱动因素将中国划分为 4 大区域;杜强等^[4]对 IPAT 模型进行扩展,引入科技进步变量因子,预测和分析 2010–2050 年中国碳排放量的趋势及特征,结果表明中国碳排放量将以平均每年 2.89% 的速度持续增加,在 2030 年达到顶峰后下降。国外对于 ESDA 技术的运用较为广泛和深入,Cristina 等^[5]借助 ESDA 研究城市发展和土地利用结构之间的关系,得出城市发展和城市建筑覆盖率之间存在一种反向关系;Jae 等^[6]运用 ESDA 技术,通过就业密度函数的估计,得出不同产业的就业空间分布不同。国内将 ESDA 技术运用到碳排放领域的研究非常少见,胡艳兴等^[7]根据碳排放量划分标准将中国各省份划分为不同类型的碳排放区予以研究,结果表明近 16 年间我国碳排放量重心呈现出逐步向西迁移的态势;刘晓婷等^[8]对新疆能源碳排放空间结构时空演变特征进行了研究,发现新疆能源碳排放重心为东南—东北—东北方向的变动趋势。

以上可以看出,国内学者对于影响碳排放的驱动因素做了较为完整和系统的研究,对能源强度、产业规模、经济增长等影响因素了解论证,可以有效地揭示各个因素与碳排放之间的关系。并有学者对近年来我国碳排放量重心轨迹的空间变动趋势做了研究,且对未来几十年我国碳排放量的增长速度做出了预测,为我国减少碳排放阐明了区域重心和时间节点。

对碳排放的现有研究主要集中在碳排放的影响因素与能源效率相关方面^[9–15]以及碳排放与行业增长关系及其驱动因素^[16–19],这些研究往往掩盖了各区域的空间差异,并且忽视了地理位置对碳排放影响因素间相互作用的重要性。大力发展海洋经济已成为国家级战略,海洋渔业作为海洋经济的重要产业之一,其碳排放的相关研究尚处在初级阶段,并且未见利用 ESDA 技术对海洋渔业碳排放生产效率空间关联结构的研究。基于此,本文使用地理信息科学中新兴的 ESDA 技术测度我国省际海洋渔业碳排放生产效率空间关联性,分析不同时期和发展阶段我国省际海洋渔业碳排放生产效率的空间异质性和空间关联性,揭示我国省际海洋渔业碳排放生产效率的空间关联特征、内在规律性及动态演变过程。

二、我国省际海洋渔业碳排放时空分异的研究方法

ESDA 方法通过对数据和区域进行描述性统计分析来衡量区域某种属性的空间异质性和空间依赖性,其优点在于建立空间权重矩阵,考虑空间地理位置相互作用对区域经济发展的影响。本文采用 ESDA 研究方法,以考虑我国不同省际相互作用对其海洋渔业碳排放的影响。

(一)我国沿海 11 个省的主体区域碳排放量计算方法

海洋渔业碳排放是指海洋渔业生产过程中所产生的二氧化碳排放。如图 1 所示。海洋渔业碳排放分为狭义和广义,狭义的海洋渔业碳排放指海洋渔业生产造成的直接和间接碳排放,而广义的海洋渔业碳排放指直接和间接碳排放量扣除渔业碳汇固碳量后的净碳排放^①,本文所研究的碳排放为广义概念。

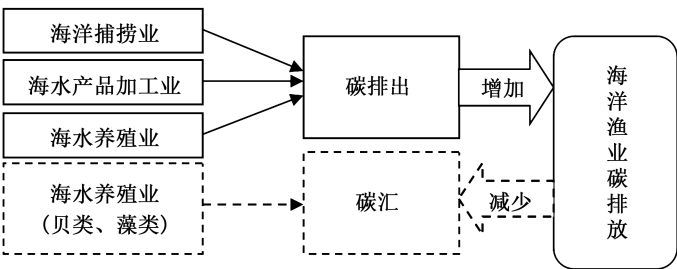


图 1 海洋渔业碳排放过程分解框架

①出于以下两点考虑,未将海洋休闲渔业纳入研究: 1.目前我国海洋休闲渔业尚处于初级阶段、产业规模较小,2014 年休闲渔业(海水、淡水)产值仅约为文中所选海洋渔业代表产业产值总和的 5%;考虑到海洋休闲渔业作为服务业、其生产方式相对清洁低碳,因此有理由推断,目前我国海洋休闲渔业碳排放量在海洋渔业总碳排放量中所占比重很小。2.测算海洋休闲渔业碳排放量所必需的基本数据,如海洋休闲渔业产值、年接纳游客人数、船只数量与功率等,目前均无可靠的统计来源,因此无法对海洋休闲渔业碳排放进行测算乃至估算。

(二)探索性空间数据分析模型构建

ESDA 技术方法的核心内容就是对一个变量空间关联性的测度,即空间自相关检验是研究空间地理位置中的研究对象的集聚程度,揭露了某个因子在不同空间区位上的关联性。衡量空间关联性的主要指标包括全局自相关检验系数和局部自相关检验系数,其中用于度量目标区域整体上是否存在某种经济活动或现象集聚的为全局相关性指标,普遍采用统计量 Global Moran’s I 表示,但该指标只能说明整体是否存在集聚性,并不能给出哪些区域为集聚区。局部自相关指标是用于测度某一特定空间区位的研究对象的空间集聚类型,通常采用统计量 Local Moran’s I 表示,是空间研究对象或要素在局部区位的关联类型。ESDA 技术通过测度全局空间自相关系数和分析比较不同子系统的局部空间自相关系数就可以得出目标区位的经济活动空间分布集聚程度和经济空间结构关联性特征。

全局空间自相关——全局空间自相关检验了研究对象在整个空间区域内相关性的总体特征,根据 Moran’s I 指数检验其是否显著相关。

局部空间自相关——虽然全局空间自相关检验可以反映研究对象在目标区域整体上的关联特征,但却无法得到空间内局部地区的关联方式,需要借助局部空间自相关检验研究对象在局部空间单元的集聚程度差异。借助 GeoDA 软件计算空间联系局域指标 LISA,形成 LISA 集聚图。

1.全局空间自相关检验

Moran’s I 指数用某一特定区域研究对象属性值作为评价指标,以揭示目标空间单元间的差异度或集聚度。Ord 和 Cliff 两位学者在此研究理论的基础上扩展出全局自相关性分析,以更好的用于研究区域经济的差异化发展。公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

式中: n 为研究样本数; S^2 为方差; x_i 和 x_j 则分别代表某个社会现象的属性值或某项经济活动在空间区位单元 i 和 j 上的观测值; \bar{x} 是研究对象观测值的期望值或平均值; w_{ij} 为设立的空间权重矩阵,反映了各空间区域之间的联系程度。

设立符合实际的空间权重矩阵 w 对于空间自相关检验是相当重要的,通常选择一个二元权重矩阵 $w_{n \times n}$ 来展示 n 个目标空间单元间的邻近程度。在对 ESDA 技术的实际操作中,按照特定的规则将二元空间权重矩阵标准化处理。通常有两种规则标准化二元空间权重矩阵:(1)距离规则(Arc Distance contiguity):提前设定好一个空间距离的最大值 d ,如果目标区域间的空间距离小于设定的距离最大值,就认为目标区域为距离上的邻接关系,二元空间权重矩阵 $\{w_{n \times n}\}$ 的观测值为 1,如果空间距离大于给定的最大临界距离,则视为非邻接关系,二元空间权重矩阵 $\{w_{n \times n}\}$ 的观测值为 0;(2)邻接规则(Rook contiguity):该规则规定相互接壤的目标区域间为空间上的邻接关系,二元空间权重矩阵 $\{w_{n \times n}\}$ 的观测值为 1,否则视为非邻接关系,二元空间权重矩阵 $\{w_{n \times n}\}$ 的观测值为 0。

根据上述 ESDA 方法计算出的 Moran’s I 指数的取值大小应在-1 到 1 之间,空间单元某一研究对象属性值越相似——集聚在一起呈现出低值与低值相邻或高值与高值相邻的时候,Moran’s I 指数值越接近于 1;当空间单元属性值差异较为显著的时候,Moran’s I 指数值则会向-1 靠拢。如果得出 Moran’s I 指数值接近于 0,则表明不存在全局空间自相关,或者说空间单元关联性不显著。

2.局部空间自相关检验

上述全局 Moran’s I 统计量反映了我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放生产效率空间自相关的整体情况,但无法反映单个空间区位的情况,也不能揭示其内部空间关联的特征。当 ESDA 全局差异稳定不存在显著关联的同时,局部差异的变化可能被掩盖。局部空间自相关检验则可以合适的补充全局自相关检验

所造成的空间关联性遗漏,本文采用显著性水平 LISA(local indicators of spatial association)聚类图表示局部关联特征。一般采用 Local Moran's I 统计量来测度局部空间自相关程度,其计算公式如下:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j$$

式中: n 为研究样本数; z_i 和 z_j 则分别代表目标省份 i 及与其存在邻近关系省份 j 的碳排放生产效率的标准化值,表示各省碳生产效率与其均值的偏离程度; w_{ij} 同样为二元空间权重矩阵,反映了各空间区域之间的联系程度,局部自相关检验的二元空间权重矩阵的定义与全局自相关相同。

ESDA 技术的优点在于 Local Moran's I 指数的作用不仅可以用于度量局部区域海洋渔业碳排放相关性(正、负),更重要的是 Local Moran's I 指数可以多层次的展示局部区域之间的空间关联类型。Local Moran's I 指数值需要通过两步计算得出,首先要求出目标省份海洋渔业碳排放生产效率的标准化值,然后计算其邻接省份偏差的加权平均数。因为这两个数值的结果都可为正值、零或负值,所以 Moran's I 指数计算结果对应的海洋渔业碳排放配比组合共有四种形式(正-负,正-正,负-正,负-负)的可能,与之相对应的四种海洋渔业碳排放空间关联模式如下:

- (1) 目标省份与其周边区域海洋渔业碳排放生产效率均高于整体水平,集聚效应显著。可以认为邻近省份与目标省份海洋渔业碳排放生产效率存在明显的一致性,设定为高值扩散区,也可以称为高值集聚区,记作 HH。
- (2) 周边省份海洋渔业碳排放生产效率低于整体平均水平,唯独目标省份海洋渔业碳排放生产效率高于平均值,目标省份与周边省份存在显著反向关系,极化效应显著,定义为碳排放的“极化区”,记作 HL。
- (3) 目标省份与其相邻省份海洋渔业碳排放生产效率均低于平均水平,目标区域与其周边邻近区域在空间上形成一个碳生产效率低值聚集区,记作 LL。
- (4) 中心区域海洋渔业碳排放生产效率低于均值,而其周边区域海洋渔业碳生产效率高于整个区域的均值,在中心区域形成海洋渔业碳生产效率的塌陷区,记作 LH。

三、我国省际海洋渔业碳排放时空分异的实证研究

基于 ESDA 模型,分阶段研究 2004-2014 年我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳生产效率的空间关联特征。

(一) 数据来源说明

本文所需的主要数据分为两类:一是 GeoDa 软件所需的数字化格式图片,将我国沿海 11 个省份的主体区域图形数字化处理^①;二是海洋渔业经济相关数据来源于 2004-2014 年《中国渔业年鉴》。碳排放系数方面,根据《IPCC 国家温室气体清单指南》碳排放计算缺省值,取柴油碳排放因子为 0.592 1 公斤/公斤标准煤,电力碳排放因子为 0.680 公斤/公斤标准煤^②。能耗转化系数方面,根据《国内机动渔船油价补助用油量测算参考标准》,确定海洋渔船油耗转化系数;参考徐皓等^[20]对我国海洋渔业能源消耗的测算过程,确定我国海水养殖业和海水产品加工业不同生产方式和环节的能耗转化系数。碳汇转化系数方面,根据张继红等^[21]对 2002 年贝类养殖碳汇能力的测度,估算贝类碳汇转化系数约为 0.0888 吨/吨;根据宋金明等^[22]对 2000-2005 年我国近海大型经济藻类固碳能力的测度,估算藻类碳汇转化系数约为 0.3413 吨/吨,经计算得到 2004-2014 年我国海洋渔业碳排放总量(见表 1)。

①基于数据的可获得性和研究的现实意义,选取我国沿海 11 个省份的主体区域作为研究对象。
②根据《中国能源统计年鉴》能源折标准煤系数,1 公斤柴油可折算为 1.4571 公斤标准煤,1 千瓦时电力可折算为 0.1229 公斤标准煤,1kg 标准煤=2.493kg 二氧化碳。

表 1 2004–2014 年我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放量(万吨)

	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
天津	7.9	7.9	6.9	6.4	4.0	3.6	3.3	3.7	3.6	12.0	10.2
河北	57.0	57.2	57.9	46.9	47.0	47.9	47.8	47.2	48.1	45.1	45.5
辽宁	31.9	309.3	303.9	260.1	215.6	215.4	209.9	227.8	232.6	236.3	232.7
上海	26.1	29.5	38.2	17.7	3.9	4.8	4.2	4.1	3.9	4.1	4.2
江苏	80.7	80.2	80.8	79.3	78.6	78.9	82.1	83.4	85.0	84.9	84.8
浙江	582.5	568.9	565.2	457.7	427.1	485.1	513.7	548.5	536.8	570.2	587.8
福建	367.4	365.7	356.8	316.3	301.2	306.5	334.5	326.3	326.9	326.1	334.1
山东	556.9	556.8	538.2	510.3	498.1	492.4	496.7	508.4	499.7	485.9	495.2
广东	366.0	368.9	363.1	324.6	314.8	308.7	313.0	317.5	330.0	328.1	328.6
广西	172.9	182.5	182.0	145.6	142.9	145.5	145.7	152.8	147.7	141.2	141.5
海南	185.5	202.3	218.4	170.5	176.5	180.8	187.5	197.6	208.8	211.2	227.7

数据来源:根据《中国渔业年鉴(2004–2014)》相关数据计算整理

结果表明:我国海洋渔业碳排放总量总体呈现上升趋势,仅在 2006–2007 年、2007–2008 年出现小幅回落,说明从总体上看我国海洋渔业经济活动造成的环境污染压力逐年增大。

表 2 2004–2014 年我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业单位产值碳排放量(吨/万元)

	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
天津	0.92	0.92	0.72	0.76	0.41	0.36	0.32	0.27	0.25	0.50	0.34
河北	1.23	1.23	1.16	0.97	0.79	0.75	0.53	0.48	0.44	0.41	0.38
辽宁	0.14	1.40	1.28	1.02	0.74	0.64	0.54	0.52	0.48	0.43	0.40
上海	2.15	2.43	2.43	1.04	0.20	0.31	0.30	0.25	0.22	0.22	0.23
江苏	0.65	0.65	0.58	0.54	0.45	0.42	0.46	0.39	0.35	0.23	0.22
浙江	2.08	2.03	1.91	1.70	1.44	1.59	1.40	1.18	1.11	1.14	1.11
福建	1.12	1.12	1.01	0.86	0.69	0.68	0.63	0.53	0.46	0.41	0.40
山东	1.40	1.40	1.21	1.08	0.92	0.82	0.73	0.64	0.49	0.42	0.41
广东	1.60	1.61	1.39	1.37	1.07	0.99	0.90	0.80	0.74	0.69	0.63
广西	2.70	2.85	2.55	1.41	1.23	1.16	1.05	0.90	0.76	0.68	0.61
海南	1.64	1.78	1.74	1.63	1.52	1.42	1.27	1.16	1.05	0.92	0.88

数据来源:根据《中国渔业年鉴(2004–2014)》相关数据计算整理

(二)我国海洋渔业碳排放时空分异实证结果

以表 2 整理得到的各省海洋渔业碳排放生产效率作为二次数据利用 Open GeoDa 进行 ESDA 的实证检验。

1.全局空间自相关检验结果

从图 2 可以看出,整个研究期间,Global Moran’s I 值全部为负且总体呈上升趋势,数值接近-1。表明近年来随着我国对海洋资源开发以及海洋经济发展投资力度的加大,我国沿海地区海洋渔业碳排放生产效率的整体相关性不断加强,单元间的差异性在逐步扩大,在空间上分布较为分散,区域分异较为明显,而且随着时间的推移和我国海洋战略的深入实施这种分散趋势还在不断加强。

2.局部空间自相关检验结果

选取 2010、2012 以及 2014 年作为近几年发展

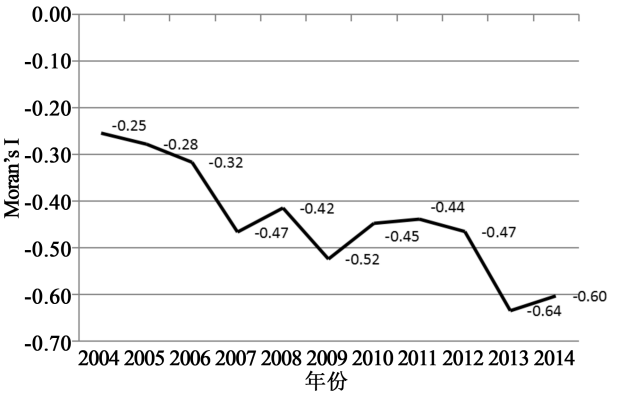


图 2 2004–2014 年间我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放生产效率 Moran’s I 值

趋势的代表,根据计算得到的我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放生产效率值作为二次数据利用 Open GeoDa 软件进行 ESDA 的实证检验,以 LISA 集聚图和显著性水平图的形式更直观地展现出我国海洋渔业碳生产效率的区域关联模式。

由图 3 看出,在 2010 年以前我国沿海 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放并没有呈现出任何集聚模式,表明这一阶段我国沿海省份海洋渔业发展水平及低碳化水平无明显差异,一定程度上反映出我国沿海地区并没有形成海洋渔业发展的增长极点。

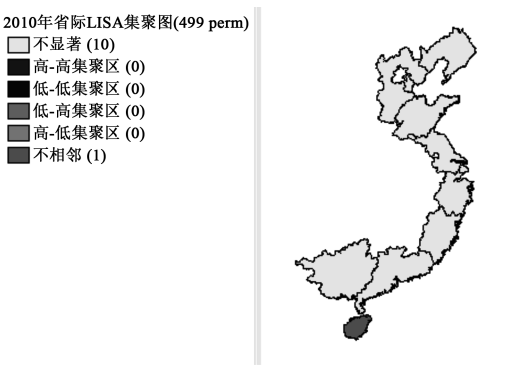


图 3 2010 年我国沿海 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放集聚性水平 LISA 图

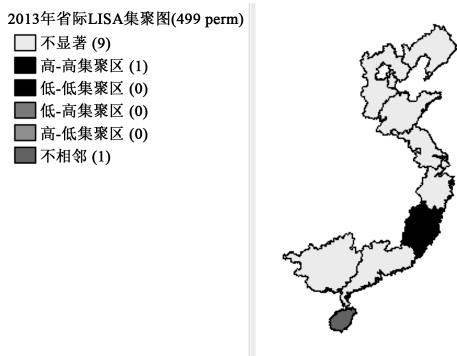


图 4 2013 年我国沿海 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放 LISA 集聚性水平图

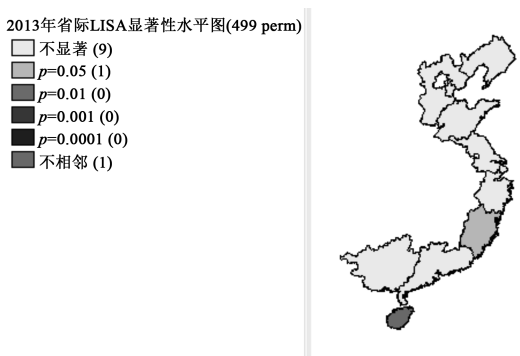


图 5 2013 年我国沿海 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放显著性水平图

由图 4 及图 5 我们可以看出,近几年随着我国沿海地区间海洋渔业发展呈现出不同程度的增长,我国沿海地区 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放空间关联模式有了明显变化,在 LISA 集聚性水平图中南方海域出现了以福建为中心的 H-H 高高集聚区,且通过了 LISA 显著性水平图中 $p=0.05$ 的检验。目标省份与其周边区域海洋渔业碳排放均高于整体水平,集聚效应显著,可以认为邻近省份与目标省份海洋渔业碳排放存在明显的一致性。这一现象可以归结为该地区海洋渔业经济发展规模的扩大以及发展质量的相对滞后,海洋渔业低碳化发展水平较低,该地区内各省整体碳排放高,具有很强的辐射和带动效应,联系较强,海洋渔业经济发展对环境造成的压力较大。

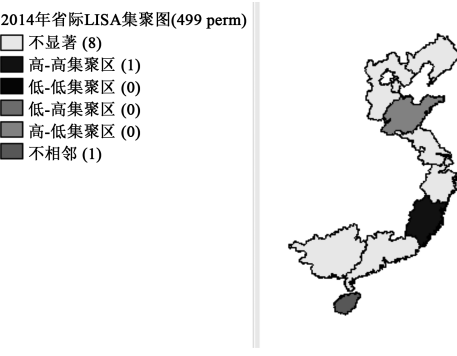


图 6 2014 年我国沿海 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放 LISA 集聚性水平图

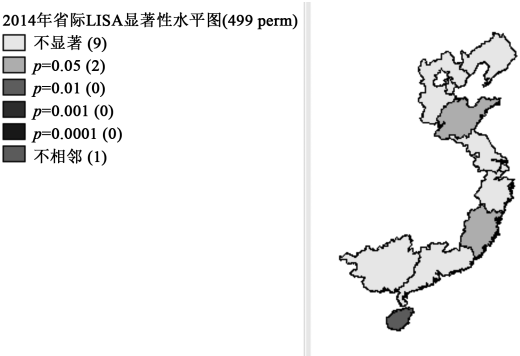


图 7 2014 年我国沿海 11 个省份的主体区域海洋渔业碳排放显著性水平图

图 6 及图 7 显示 2014 年我国沿海 11 个省的主体区域的海洋渔业碳排放区域关联模式较 2013 年相比又发生显著变化,在以福建为中心的南方海域产生 H-H 高高集聚区的同时,在以山东省为中心的北方海域呈现出了海洋渔业碳排放的极化效应,产生了 H-L 高低极化区。山东省周边省份海洋渔业碳排放低于整体平均水平,唯独山东省海洋渔业碳排放高于平均值,目标省份与周边省份海洋渔业碳排放存在显著反向关系,极化效应显著,形成海洋渔业碳排放的“极化区”。这一现象可以归结为随着山东半岛蓝色经济区的建立,山东省的海洋渔业经济发展逐步优于周边地区,但海洋渔业经济发展方式以及产业结构尚需完善,以更好的促进海洋渔业经济低碳化发展,减少海洋渔业碳排放。

四、结论与政策建议

利用省际面板数据测算 2004-2014 年我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放生产效率,作为海洋渔业低碳化发展的衡量指标,借助探索性时空分析(ESDA)的研究方法,分阶段研究我国沿海 11 个省的主体区域海洋渔业碳排放的空间关联特征、各省份海洋渔业碳排放层次及所属的区域发展类型。得出两点主要结论:一是山东省周边省份碳排放低于整体平均水平,唯独目标省份碳排放高于平均值,目标省份与周边省份碳排放存在显著反向关系,极化效应明显,形成碳排放的“极化区”;二是福建省与其周边区域碳排放均高于整体水平,集聚效应显著,邻近省份与目标省份碳排放存在明显的同步性,形成碳排放的“高值集聚区”。

研究提出的对策为:一是山东半岛蓝色经济区的建设要严格遵循海陆统筹、集中集约用海、海洋开发与保护同时并举和综合配套改革的原则,科学开发利用海洋资源,推进海洋生态文明建设,建设海洋经济发达、海洋产业结构优化、人与自然和谐的蓝色经济区;二是福建、浙江、广东三个省份要大力开发种养结合稻田养殖、池塘工程化循环水养殖、工厂化循环水养殖、外海深水抗风浪网箱养殖和海洋牧场立体养殖等低碳高效健康的养殖方式。调减控制捕捞业,优化捕捞空间布局,加大捕捞渔民减船转产力度,减少海洋捕捞渔船数量和功率总量,优化海洋捕捞作业结构,逐步减少对生态环境和海洋渔业资源破坏性严重的渔船作业方式。积极培育水族观赏、渔事体验、垂钓、科普教育等多种休闲业态,促进海洋渔业低碳化发展。

参考文献:

[1] 邵桂兰,孔海峥,于谨凯,等.基于 LMDI 法的我国海洋渔业碳排放驱动因素分解研究[J].农业技术经济,2015(6):119-128.

[2] 焦文献,陈兴鹏,贾卓.甘肃省能源消费碳足迹变化及影响因素分析[J].资源科学,2012(3):559-565.

[3] 张彬,姚娜,刘学敏.基于模糊聚类的中国分省碳排放初步研究[J].中国人口.资源与环境,2011(1):53-56.

[4] 杜强,陈乔,陆宁.基于改进 IPAT 模型的中国未来碳排放预测[J].环境科学学报,2012,(9):2294-2302.

[5] LINCARU C, ATANASIU D, CIUCAV, et al. Peri-urban Areas and Land Use Structure in Romania at LAU2 Level: An Exploratory Spatial Data Analysis[J]. Procedia Environmental Sciences, 2016(32): 24-30.

[6] KIM J I, YEO C H, KWON J H. Spatial Change in Urban Employment Distribution in Seoul Metropolitan City: Clustering, Dispersion and General Dispersion[J]. International Journal of Urban Sciences, 2014, 18(3): 21-23.

[7] 胡艳兴,潘竞虎,王怡睿.基于 ESDA-GWR 的 1997—2012 年中国省域能源消费碳排放时空演变特征[J].环境科学学报, 2015(6):18-19.

[8] 刘晓婷,陈闻君.基于 ESDA-GIS 的新疆能源碳排放空间差异动态演化分析[J].干旱区地理,2016(3):678-685.

[9] ANG B W, LIU N. Negative-value Problems of Logarithmic Mean Divisia Index Decomposition Approach[J]. Energy Policy, 2007 (35):39-42.

[10] BOLTON C T, STOLL H M. Late Miocene Threshold Response of Marine Algae to Carbon Dioxide Limitation[J]. Nature, 2013, 500(7464):558.

[11] CHMURA G L. What Do We Need to Assess the Sustainability of the Tidal Salt Marsh Carbon Sink[J]. Ocean & Coastal

Management , 2013(10) : 25-31.

[12] SCHUENHOFF A, SHPIGEL M, LUPATSCH I, et al. A Semi-recirculating, Integrated System for the Culture of Fish and Seaweed[J]. Aquaculture, 2003,221(1-4) : 167-181.

[13] 陈桥驿,杨宁生.水产养殖碳排放量计算模型的研究[J].中国渔业经济,2013(5) :63-67.

[14] 纪建悦,王萍萍.我国海水养殖藻类碳汇能力及影响因素研究[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2014(4) :17-20.

[15] 权伟,应苗苗,康华靖,等.中国近海海藻养殖及碳汇强度估算[J].水产学报,2014(4) :509-514.

[16] 李晨,迟萍,邵桂兰.我国远洋渔业碳排放与行业经济增长的响应关系研究——基于脱钩理论与 LMDI 分解的实证分析[J]. 科技管理研究,2016(6) :233-237+244.

[17] 岳冬冬,王鲁民,方海,等.基于碳平衡的中国海洋渔业产业发展对策探析[J].中国农业科技导报,2016(4) :1-8.

[18] 王逸清.IPCC 排放因子法在渔业碳排放减排评价中的应用[J]. 现代农业科技,2015(20) :165-166+182.

[19] 陈安全.中国循环经济运行效率的评估与空间差异性研究——基于 DEA-ESDA 的探索性分析[J].生态经济,2015(12) :39-43.

[20] 徐皓,刘晃,张建华,等.我国渔业能源消耗测算[J].中国水产,2007(11) :75-76.

[21] 张继红,方建光,唐启升.中国浅海贝藻养殖对海洋碳循环的贡献[J].地球科学进展,2005(30) :359-365.

[22] 宋金明,李学刚,袁华茂,等.中国近海生物固碳强度与潜力[J].生态学报,2008(2) :551-558.

Carbon Emission Spatial-temporal Differentiation in China Coastal Marine Fisheries: Based on ESDA Analysis of Interprovincial Data

SHAO Guilan, HOU Hanhan, LI Chen
(School of Economics , Ocean University of China , Qingdao 266100, China)

Abstract: In order to judge the carbon emission levels of provincial marine fisheries in China and find out the features and problems of the carbon emission spatial correlation mode of interprovincial marine fisheries, this paper calculates the 2004-2014 carbon emission production efficiency of marine fisheries in the main area of 11 coastal provinces based on the interprovincial panel data, and studies in stages the spatial correlation features of carbon production efficiency of the marine fisheries in these provinces by adotping ESDA method. It is concluded that global spatial autocorrelation test shows that the overall correlation of carbon production efficiency in marine fisheries is continuously strengthened throughout the country while local spatial autocorrelation test shows that the carbon production efficiency correlation between these provinces is expanding; the high-low concentration area has been formed around Shandong Province while high-high concentration area is formed in the periphery of Fujian Province, which indicates that the regional polarization effect is significant. Therefore, the development of marine fisheries should strictly follow the principles of sea-land co-ordination, centralized and intensive use of the sea, marine development combined with protection, and comprehensive and complementary reform so as to promote the low carbonization development of marine fishery economy.

Key words: carbon emission; marine fishery; coastal region; spatial-temporal differentiation; ESDA

(责任编辑 刘 远)