

“双碳”目标下中国海洋渔业碳排放效率区域差异及碳减排潜力研究

狄乾斌^{1,2}, 陈小龙¹, 苏子晓¹, 孙康²

(1.辽宁师范大学地理科学学院, 辽宁 大连 116029; 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:基于“碳排”和“碳汇”核算中国海洋渔业碳排放量,运用非期望产出超效率 SBM 模型测算 1980—2019 年海洋渔业碳排放效率,并用基尼系数、泰尔指数和变异系数等数理统计分析方法定量分析其区域差异,最后测算中国海洋渔业碳减排潜力。结果表明:研究期间海洋渔业碳排放量整体呈逐年增长的趋势;中国海洋渔业碳排放效率平均水平较高,整体呈先上升后缓慢下降的趋势;中国海洋渔业碳排放效率区域差异明显,数理统计分析法测算变动趋势一致性较高,整体呈波动扩大的演变格局;中国海洋渔业碳减排潜力水平相对稳定,整体呈波动上升的趋势,主要分为 3 个波动期,碳减排潜力类型多样。

关键词:碳中和;碳达峰;海洋渔业;碳排放效率;区域差异;碳减排潜力

中图分类号:F326.4

文献标识码:A

文章编号:1007-6336(2023)01-0029-09

Research on regional disparities in carbon emission efficiency and carbon emission reduction potential of China's marine fisheries under the “Dual-Carbon” target

DI Qian-bin^{1,2}, CHEN Xiao-long¹, SU Zi-xiao¹, SUN Kang²

(1.School of Geography, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China; 2.Marine Economics and Sustainable Development Research Center, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: Based on carbon emissions and carbon sinks, the carbon emissions of China's marine fisheries were calculated, and the undesired output super-efficiency SBM model was used to estimate the carbon emissions efficiency of China's marine fisheries from 1980 to 2019. Regional disparities were quantitatively analyzed at the regional and regional levels, and finally the carbon emission reduction potential of China's marine fisheries was estimated. The results showed that: The overall carbon emission of marine fisheries showed an increasing trend year by year during the study period. The average level of carbon emission efficiency of China's marine fisheries in China was relatively high, and the overall trend of rising first and then slowly decreasing. The regional differences in the carbon emission efficiency of China's marine fisheries were obvious. The variation trend calculated by the mathematical statistical analysis method has a high consistency, and the overall evolution pattern is fluctuating and expanding. The carbon emission reduction potential level of China's marine fishery is relatively stable, and the overall trend is fluctuating and rising. It is divided into three fluctuation periods. There are various types of emission reduction potentials.

收稿日期:2021-11-28, 修订日期:2022-05-27

基金项目:国家自然科学基金项目“陆海统筹视角下典型海岛发展的综合承载机制、效应及路径优化”(42076222)

作者简介:狄乾斌(1977—), 山东滕州人, 博士, 教授, 主要研究方向为海洋经济地理, E-mail: dqbwmm@163.com

Key words: carbon neutrality; peak carbon dioxide emissions; marine fisheries; carbon emission efficiency; regional differences; carbon emission reduction potential

21 世纪以来,全球气候变暖问题日益严重,产业碳排放与低碳经济逐渐成为研究的热点问题。海洋渔业已成为沿海地区经济发展的重要增长点,其作为海洋产业碳排放的重要来源,节能减排的作用不可忽视^[1]。在“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值,2060 年前实现碳中和”的目标下,节能减排成为各区域和产业发展的重要任务,海洋渔业也不例外^[2-3]。2010 年以来,中国海洋渔业生产总体稳定,海水养殖产量稳步增长,海洋经济规模不断扩大,海洋渔业的节能减排任务艰巨^[4]。推动海洋渔业经济低碳化发展,提高海洋渔业碳排放效率,对实现碳达峰目标具有重要的意义。

国内外关于碳排放相关问题的研究主要集中在以下方面:(1)渔业碳排放研究,孙康等将海洋渔业活动中产生的废水、废气作为非期望产出,利用 SBM 模型测算海洋渔业经济效率^[5];曾冰等根据渔业捕捞船的燃油消耗系数、年末渔船功率数据测算渔业碳排放量^[6];刘晃和车轩对中国水产养殖的碳排放量进行估算^[7];李晨等对远洋渔业碳排放量进行估算^[8];徐皓等对渔业捕捞、养殖、加工、渔用机具制造、渔用饲料等领域能源消耗进行测算^[9]。(2)碳排放效率研究,碳排放效率概念首次由 Kaya 等人提出^[10];Goldemberg 等通过碳指数对发展中国家碳排放作出评价^[11];Zhang 等对影响碳排放效率的关键因素展开研究^[12];吴贤荣等通过 DEA-Malmquist 指数分解方法研究中国省域农业碳排放效率^[13]。(3)海洋渔业效率研究,Beatriz 等认为渔业技术和海洋管理影响海洋渔业的效率^[14];卢昆等对我国 6 个远洋渔业的生产效率进行分析,得出我国渔业生产效率整体呈逐年下降趋势的结论^[15];Eggert 等对冰岛、挪威和瑞典 3 个不同地区渔业效率进行测评^[16];陈张磊等对我国沿海 11 个省(区、市)海洋渔业全要素生产效率及其收敛性进行分析^[17]。(4)渔业碳排放效率研究,许冬兰和王樱洁用渔业生产总产值与沿海渔业碳排放总量比值测算海洋渔业碳生产率^[18];郑慧和代亚楠的研究结果显

示,我国沿海 11 个省(区、市)海洋渔业生态效率的有效水平不高且区域差异明显^[19]。(5)碳减排潜力研究主要集中在减排政策、减排路径、碳排放效率和碳减排潜力指数分析上^[20-21]。

现有研究成果为本研究奠定了基础,但也有尚待深入研究的问题。例如,虽然有的学者考虑到海洋渔业效率中的资源和生态问题,但多集中在海水污染与防治,较少考虑海洋渔业碳排放的影响,多数研究将“碳排”和“碳汇”作为两个独立的个体研究,忽略了两者的关联,且对碳减排潜力问题关注较少。基于此,本文在分析海洋渔业“碳排”与“碳汇”研究机理的基础上,构建海洋渔业碳排放量模型测算其碳排放量及时空分布特征,利用非期望产出超效率 SBM 模型核算中国海洋渔业碳排放效率,并采用基尼系数、泰尔指数和变异系数等方法分析其区域差异,采用海洋渔业碳减排指数探讨碳减排潜力,试图探明中国海洋渔业碳排放规律,为实现海洋渔业高质量发展提供决策参考。

1 材料与方法

1.1 研究机理与数据来源

海洋渔业碳排放是指海洋渔业生产带来的碳排放,包括生产过程中能源消耗产生的直接碳排放和电力消耗产生的间接碳排放。海洋渔业碳汇表示海洋渔业对碳排放的吸收固定作用,海洋藻类、贝类等海洋生物具有显著的固碳能力,它们直接或间接地吸收水体中的碳,海洋生物吸收固定的碳量即海洋渔业碳汇量。海洋渔业碳排放总量即海洋渔业生产中碳排放量与海洋渔业碳汇量的差值^[22],具体如图 1 所示。

本文以中国沿海 11 省(区、市)为研究区域,依据海洋渔业数据,测算碳排放量以及排放效率(表 1)。本文的数据来源于 1980—2020 年《中国渔业统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国海洋统计年鉴》《中国海洋经济统计公报》和相关省份统计资料。

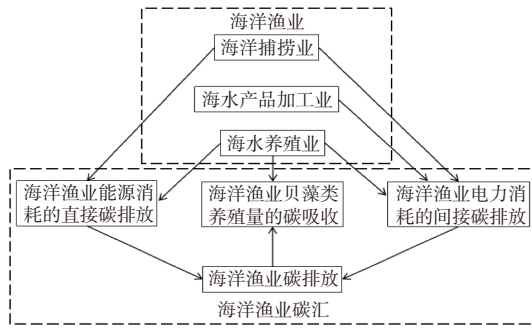


图 1 海洋渔业碳排放研究机理

Fig. 1 Schematic diagram of the research mechanism of marine fishery carbon emissions

表 1 海洋渔业碳排放效率指标

Tab.1 Marine fishery carbon emission efficiency index

类别	一级指标	二级指标	单位
投入指标	劳动力	海洋渔业从业人员	万人
		年末海洋机动渔船总数	万艘
	资本	水产技术推广业务经费	万元
		海水养殖面积	千公顷
产出指标	资源	海水鱼苗投入量	万尾
	期望产出	海洋渔业总产值	万元
	非期望产出	海洋渔业碳净排放量	万吨

1.2 研究方法

1.2.1 海洋渔业碳排放量计算模型

通过海洋渔业柴油消耗量、电力消耗量、海水养殖的贝藻类数量,计算海洋渔业碳排放总量。其计算公式为^[23]:

$$C = \sum Y_i A_i - \sum D_i B_i \quad (1)$$

式中: C 表示海洋渔业碳排放总量; Y_i 表示各碳排放源的能源消耗量; A_i 表示消耗碳排放系数; D_i 表示贝藻类养殖产量; B_i 表示相应的碳汇转化系数(表 2)。

表 2 碳汇转化系数

Tab.2 Carbon sink conversion factor

碳源	碳排放(转化)系数	单位	参考来源
柴油	0.8627	kg/kg	[9]
电力	0.0835	kg/kw	[22]
贝类	0.0888	t/t	[24]
藻类	0.3413	t/t	[25]

1.2.2 非期望产出超效率 SBM 模型

提高海洋渔业碳排放效率是降低海洋渔业碳减排的重要方式,而科学测度碳排放效率是关键步骤。在海洋渔业生产过程中,考虑非期望产出造成的碳排放更加符合现实情况。非期望产出超效率 SBM 模型是传统 DEA 模型的优化升级,解决了最大效率值同为 1 的效率分析问题,将松弛变量直接纳入目标函数,既能有效解决投入产出的松弛性问题,又能保证考虑非期望产出后测算结果的精度,近年来在经济效率测度、生态效率测度、能源效率测度等方面被广泛应用^[26]。

1.2.3 海洋渔业碳排放效率区域差异分解模型

中国沿海地区因资源禀赋和区域经济发展水平的不同,导致海洋渔业规模不尽相同,运用定量方法分析中国三大海洋经济圈和各省(区、市)海洋渔业碳排放效率的差异,有利于实现“双碳”目标的区域定位和任务,为海洋渔业的优化升级和节能减排提供指导。本文采用基尼系数($Gini$)、泰尔指数(T 指数)和变异系数($C \cdot V$)作为分析方法。基尼系数在国际上用来综合考察居民内部收入分配差异状况的重要分析指标,常被运用到综合效率和碳排放的区域差异分解,可以客观、直观地反映不同区域的差异;泰尔指数是衡量个人之间或区域间收入差距与不平等度的指标,能很好地衡量区域经济组内差距和组间差距对总差距的贡献;变异系数是衡量数据各观测值变异程度的统计量^[27-28]。总的来说,泰尔指数和基尼系数之间具有一定的互补性,变异系数也可以消除测量尺度和量纲影响,此三种方法能够全面地反映我国海洋渔业碳排放效率的区域差异。其计算公式为:

$$Gini = \frac{n+1}{n} + \frac{2}{n^2 u} \sum_{i=1}^n i z_i \quad (2)$$

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{z_i}{u} \ln \frac{z_i}{u} \quad (3)$$

$$C \cdot V = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x}_i)^2}}{\bar{x}_i} \quad (4)$$

式中: n 为样本数; z_i 代表海洋渔业碳排放效率由低到高排序后的第 i 个省海洋渔业碳排放效率值; u 为整体海洋渔业碳排放效率平均值;

x_i 为第 i 个省(区、市) t 时期的效率值; $\bar{x}_i$ 为第 i 个省(区、市) 1980—2019 年的平均值。基尼系数的取值范围为 0 到 1, 越接近 1 表示区域差异越高, 越接近 0 表示集聚程度越低。泰尔指数值的大小与差异性呈正相关, 数值越大则差距越大, 反之亦然, 变异系数具有相同特征。

对泰尔指数进一步分解, 可以将总体差异分解为中国三大海洋经济圈的差异及内各省(区、市)之间的差异, 其分解方法如下:

$$T = T_{BL} + T_{BD} = \sum_{i=1}^3 f_k \frac{u_k}{u} T(z^k) + \sum_{i=1}^3 f_k \frac{u_k}{u} \ln \frac{u_k}{u} \quad (5)$$

式中: u_k 表示第 k 组要素的海洋渔业碳排放效率平均值; f_k 为第 k 组要素个数与要素总体的比值; T_{BL} 表示组内差异; T_{BD} 表示组间差异。

1.2.4 海洋渔业碳减排潜力指数模型

在公平性和效率性原则的基础上, 采用海洋渔业碳减排指数 (ACI) 反映中国海洋渔业碳减排潜力, 其值越大说明减排潜力越大。其计算公式为^[29]:

$$ACI_{it} = \varpi \times Equity_{it} + (1 - \varpi) \times Efficiency_{it} \quad (6)$$

式中: i 为各省(区、市); t 为年份; ϖ 为权重; $Equity_{it}$ 表示 i 省(区、市) t 年的减排公平性指数, 主要取决于等权重的人均 CO_2 排放量 (PD) 和人均海洋渔业生产总值 (PC), 其中 $Equity_{it} = 1/2 \times PD + 1/2 \times PC$; $Efficiency_{it}$ 表示碳减排效率性指数, 主要取决于等权重的 CO_2 排放强度 CP 和

CO_2 排放影子价格 PB ; 其中 $Efficiency = 1/2 \times CP + 1/2 \times PB$ 。参考非期望产出超效率 SBM 模型得到对偶模型^[20]:

$$\begin{aligned} & \max u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b \\ & s.t. \begin{cases} u^g Y^g - v X - u^b Y^b \leq 0 \\ v \geq \frac{1}{m} [1/x_0] \\ u^g \geq \frac{1 + u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b}{s} [1/y_0^g] \\ u^b \geq \frac{1 + u^g y_0^g - v x_0 - u^b y_0^b}{s} [1/y_0^b] \end{cases} \end{aligned} \quad (7)$$

式中: X, Y^g, Y^b 为定义矩阵; v, u^g, u^b 是非期望产出超效率 SBM 模型的对偶变量, 表示投入、期望和非期望产出的虚拟价格。 CO_2 排放的影子价格计算公式为:

$$P^b = P^g \times \frac{u^b}{u^g} \quad (8)$$

式中: P^b 表示 CO_2 排放影子价格; P^g 为期望产出价格。本文选用海洋渔业总产值作为标准化价格。

2 结果与讨论

2.1 海洋渔业碳排放分析

依据以上模型得到中国海洋渔业碳排放量测算结果(图 2), 总体上, 中国 11 个省(区、市)海洋渔业碳排放呈逐年增长趋势, 波动较小。各地区碳排放量稳中有升, 在研究期间, 广东省的碳排放量最大, 达 178124.48 t。近年来, 广东省

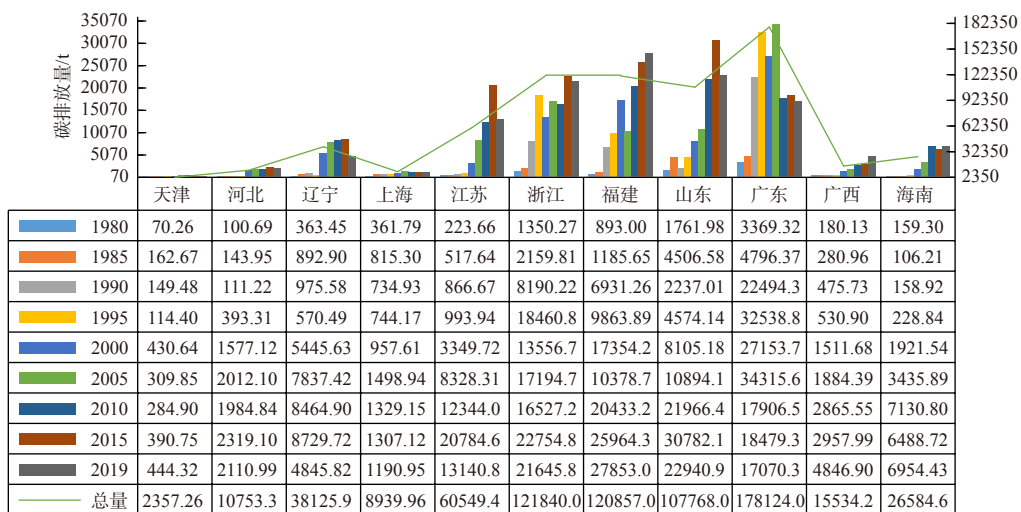


图 2 1980—2019 年海洋渔业碳排放量

Fig. 2 Marine fishery carbon emissions from 1980 to 2019

海洋渔业经济增长迅猛并一直处于领先地位, 因此其能源消耗较大, 碳排放也相对较高。海洋渔业碳排放量较低的是天津和上海, 碳排放总量均不到 1 万 t, 由于资源禀赋和基础条件制约了海洋渔业经济的发展规模, 能源消耗较少, 碳排放量也相对较少。

为直观反映海洋渔业碳排放时空分布特征, 选取 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年和 2019 年的数据, 参照黄和平等^[30]的方法, 将研究区分为低排放区、中排放区、较高排放区和高排放区四种类型(表 3)。从表 3 可以看出, 1980 年, 低排放区仅有河北和天津, 碳排放量约为 100 t; 中排放区是主要的分布类型, 主要有辽宁、江苏等地区; 较高排放区包括浙江和福建; 山东和广东属于高排放区, 最高达 3369.32 t。1990 年与 1980 年相比, 山东由高排放区转为中排放区, 广西由中排放区转为低排放区。2000 年, 碳排放

有增长趋势, 大部分地区属于高排放区。2010 年, 受海水养殖和捕捞能源消耗不断增加的影响, 较高排放区有所增加, 浙江、福建和广东均处于较高排放区; 广西、江苏和河北未发生变化, 均处于低排放区。2019 年, 海洋渔业能源消耗巨大, 浙江由较高排放区转化为高排放区, 高碳排放区有山东和广东。总体上看, 海洋渔业碳排放空间格局受多重因素影响, 省际差异显著, 高碳排放区(山东、广东、福建、浙江, 占总数的 36.36%)是主要的分布类型。

2.2 海洋渔业碳排放效率分析

2.2.1 效率测算结果

碳排放效率是海洋渔业生态环境治理水平的重要表征指标。从计算结果看(表 4), 海洋渔业碳排放效率最高为上海(1.266), 最低为辽宁(0.755), 效率平均值都在 1 以上的是上海、浙江、江苏、山东、广东、海南, 这些省(区、市)的

表 3 中国海洋渔业碳排放空间格局演变

Tab.3 Spatial pattern evolution of carbon emissions from marine fisheries in China

年份	低排放区	中排放区	较高排放区	高排放区
1980	河北、天津	辽宁、广西、江苏、上海、海南	浙江、福建	山东、广东
1990	河北、天津、广西、海南	上海、山东、辽宁、江苏	浙江、福建	广东
2000	河北、天津、广西	辽宁、海南	江苏、上海	山东、广东、福建、浙江
2010	河北、天津、广西、江苏、上海	辽宁、海南	浙江、福建、广东	山东
2019	辽宁、福建、海南、天津、上海	广西	河北	浙江、广东、山东、江苏
总体	河北、天津、广西	辽宁、海南	江苏、上海	山东、广东、福建、浙江

表 4 1980—2019 年中国海洋渔业碳排放效率值

Tab.4 Carbon emission efficiency value of China's marine fisheries from 1980 to 2019

地区	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年	2015年	2019年	均值
天津	0.650	0.181	1.243	1.128	1.255	1.123	1.175	0.424	0.633	0.868
河北	1.007	1.252	1.175	0.598	1.007	1.089	1.058	0.631	0.252	0.896
辽宁	0.210	1.010	1.031	0.373	1.106	1.066	1.234	0.376	0.384	0.755
上海	1.598	1.101	1.429	1.209	1.545	1.033	1.222	1.258	1.000	1.266
江苏	1.222	1.390	1.230	1.034	1.158	1.194	1.400	1.008	1.000	1.182
浙江	1.013	1.227	1.302	1.404	1.335	1.195	1.252	1.228	1.000	1.217
福建	1.141	1.141	1.214	1.073	0.505	1.135	1.177	1.127	0.516	1.003
山东	1.413	1.062	1.487	0.554	1.202	1.109	1.711	1.033	1.000	1.175
广东	1.205	1.389	1.373	1.292	0.623	0.943	1.066	1.102	1.000	1.110
广西	0.726	0.342	1.016	1.176	0.118	1.032	1.228	1.136	0.446	0.802
海南	1.054	1.038	1.402	1.257	1.154	1.098	1.277	1.105	0.342	1.081

碳排放效率较高。上海在新优惠政策驱动下,注重因地制宜、多种经营,积极运用新技术,总体发展水平较高。浙江、江苏和山东积极探索开发新品种、新渔场。广东和海南增加对外开放力度,引进先进技术和吸取经验,海洋渔业碳排放减少成效显著。海洋渔业碳排放效率较低的省(区、市)有天津、河北、辽宁和广西,这些省(区、市)海洋渔业产业结构仍需调整、节能减排水平仍需加强。从效率演变趋势看,整体呈先上升后缓慢下降趋势,海洋渔业碳排放效率明显改善的主要是浙江;天津、辽宁等省(区、市)效率呈“倒 U 形”;河北海洋渔业碳排放效率呈明显下降趋势;福建和山东海洋渔业碳排放效率的波动变化趋势比较明显。

2.2.2 区域差异分析

(1)省(区、市)域尺度下区域差异

从计算结果可以看出(图 3),各区域的差异系数呈较为一致的变化趋势,有几次较大幅度的波动。1980—2000 年,整体呈“U 形”特征,变异系数和泰尔指数整体趋势一致,在 1990 年达到波谷值,2000 年达到峰值,两者相差较大。2000—2019 年,处于相同的波动状态,2005 年后一直处于增长趋势,说明海洋渔业碳排放效率区域差异不断扩大。从基尼系数变化看,1980—2010 年处于波动变化的趋势,1990 年达到波谷值 0.001;2000 年达到峰值 0.002,两者相差 0.01,2010 年后一直处于上升趋势,说明海洋渔业碳排放效率区域差异逐步扩大。2010 年,海洋渔

业生产继续稳步全面发展,重视养殖技术和捕捞技术的优化升级,有效降低了海洋渔业的碳排放。2010—2019 年,随着海洋渔业经济的不断发展,对能源的消耗也逐渐变大,由此带来的碳排放也增多,国民经济的大环境变化和国际市场的波动使区域间的差异逐渐加大。

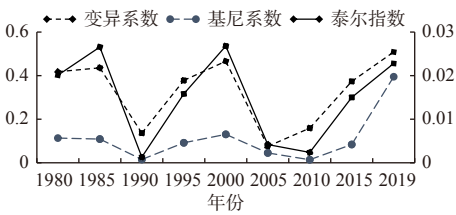


图 3 1980—2019 年中国海洋渔业碳排放效率省际差异
Fig. 3 Inter-provincial differences in carbon emission efficiency of marine fisheries from 1980 to 2019

(2)区域尺度下区域差异

采用泰尔指数法分析中国三大海洋经济圈间及内部的情况(表 5),结果表明,北部海洋经济圈和南部海洋经济圈的泰尔指数值较小,且负值较多,各区域海洋渔业碳排放效率之间的差距逐渐缩小。北部海洋经济圈在 2000 年达到最大值,2000 年后有显著下降,南部海洋经济圈 1995 年达最大值,之后处于下降趋势,仅 2015 年出现反弹;东部经济圈海洋渔业碳排放效率差异的泰尔指数均为正值,在 1990 年、2010 年出现峰谷状态,其值分别为 0.0390、0.0257。从区域内部差异看,1980—2019 年整体呈下降趋势,说明海洋渔业碳排放效率的内部差异得到明显

表 5 1980—2019 年中国三大海洋经济圈海洋渔业碳排放效率差异及分解

Tab.5 The difference and decomposition of carbon emission efficiency of marine fisheries in the China’s three major marine economic circles from 1980 to 2019

年份	北部海洋经济圈	东部海洋经济圈	南部海洋经济圈	区域内差异	区域间差异	总差异
1980	-0.0649	0.2465	0.0394	0.0201	0.0048	0.0248
1985	0.0014	0.2073	0.0835	0.0266	0.0035	0.0301
1990	-0.0213	0.0390	-0.0033	0.0013	0.0265	0.0278
1995	-0.3208	0.1911	0.3036	0.0158	0.0016	0.0174
2000	0.2256	0.3340	-0.2648	0.0268	0.0272	0.0540
2005	0.0060	0.0389	-0.0494	-0.0004	0.0088	0.0084
2010	0.0734	0.0257	-0.0730	0.0024	0.0267	0.0291
2015	-0.3286	0.2115	0.2822	0.0150	-0.0051	0.0099
2019	-0.0831	0.4438	-0.1100	0.0228	-0.0330	-0.0102

改善;区域间差异整体呈“倒 U 型”趋势,区域间的差异不明显。进一步分析区域内差异和区域间差异对总差异的影响,发现海洋渔业碳排放效率的总差异主要是各地区内部的差异造成的。

2.3 公平与效率协调视角下的区域碳减排潜力

根据上述海洋渔业碳减排潜力指数模型对 1980—2019 年中国沿海各省(区、市)海洋渔业的碳减排潜力测算,结果见表 6。从结果来看,1980—2019 年,中国沿海各省(区、市)海洋渔业碳排放潜力水平虽存在差异,但整体呈波动上升趋势。中国沿海各省(区、市)海洋渔业碳减排潜力主要分为 3 个波动期,即 1980—1990 年为第一个波动期,呈“倒 U 型”模式;1990—2010

年为第二个波动期,时间较长;2010—2019 年为第三个波动期,呈增长趋势。从均值来看,海洋渔业碳减排潜力最低的是山东,天津为 0.390,也相对较低,这两个地区的海洋渔业碳减排空间相对较小;而海洋渔业碳减排潜力水平最高的是海南,达到 0.476,海洋渔业碳减排空间较大;其他地区海洋渔业减排潜力指数均值均在 0.400 以上;浙江、山东和上海等地海洋渔业碳减排潜力超过 0.450;广西、广东、福建、江苏、辽宁和河北海洋渔业碳减排潜力均在 0.450 以下,在碳减排方面有较大的空间。在碳中和碳达峰深入推进的过程中,减排潜力相对较高地区除了保证自身经济发展外,也应承担相对较多的减排责任。

表 6 1980—2019 年中国沿海各省(区、市)海洋渔业碳减排潜力指数

Tab.6 The carbon emission reduction potential index of marine fisheries in China's coastal provinces from 1980 to 2019

地区	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
天津	0.4382	0.5618	0.6131	0.1244	0.1986	0.1673	0.1961	0.5124	0.6956
河北	0.4001	0.4258	0.3611	0.2822	0.4720	0.4133	0.4088	0.3839	0.4645
辽宁	0.4993	0.5290	0.3382	0.2869	0.5321	0.4876	0.1709	0.4748	0.3474
上海	0.1777	0.6439	0.1797	0.2463	0.8403	0.5107	0.3332	0.4810	0.7500
江苏	0.1825	0.1807	0.3068	0.2380	0.4421	0.5172	0.4775	0.8974	0.7535
浙江	0.2822	0.1612	0.3356	0.2830	0.7823	0.5145	0.4757	0.6173	0.8034
福建	0.5996	0.5309	0.3619	0.3001	0.6304	0.1523	0.3132	0.4187	0.7303
山东	0.2494	0.4827	0.1037	0.3252	0.1939	0.2622	0.4986	0.7546	0.4078
广东	0.3604	0.6015	0.3136	0.5238	0.5461	0.4525	0.2195	0.6034	0.3827
广西	0.5038	0.7050	0.1494	0.5154	0.5535	0.1975	0.2077	0.5715	0.4406
海南	0.6050	0.2352	0.1614	0.5793	0.3967	0.4109	0.6084	0.5364	0.7472
均值	0.3907	0.4598	0.2931	0.3368	0.5080	0.3715	0.3554	0.5683	0.5930

为达到碳减排精准化,根据各省(区、市)公平性指数和效率性指数计算结果平均值与三大海洋经济圈的平均值比较,将中国沿海 11 个省(区、市)划分成 4 种类型:“较公平高效型”“较公平低效型”“欠公平高效型”和“欠公平低效型”(图 4)。

欠公平高效性型:包括江苏、上海和辽宁,海洋渔业碳减排潜力效率性指数高和公平性指数低。辽宁人均海洋渔业总产值较低;江苏海洋渔业能源消耗高,因此有较高的碳排放强度;上海

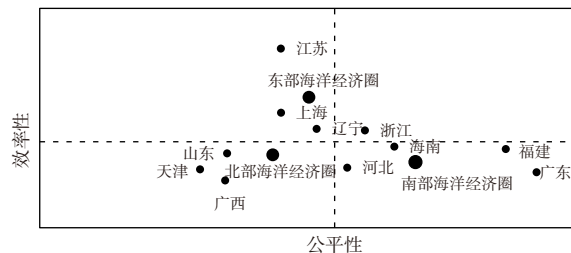


图 4 海洋渔业碳减排效率与公平性差异区域分类结果

Fig. 4 Regional classification results of differences in the efficiency and equity of carbon emission reduction in marine fisheries

在减少海洋渔业碳排放量的同时,碳减排的成本也相应较低。

较公平低效型:包括河北、海南、福建和广东,具有较高公平性指数和较低效率性指数,其原因是人均海洋渔业总产值高,海洋渔业的能源消耗高,造成人均海洋渔业碳排放量较高。广东和福建的公平性指数较高,主要受港口发展、国际贸易发展的影响,使海洋渔业经济发展的水平相对较高;海南和河北效率值低,主要是因为碳减排的成本较高。

较公平高效率型:包括浙江,是碳减排潜力最大的地区,因为本区人均海洋渔业碳排放量和人均远洋渔业的总产值均较高,政府对海洋渔业碳减排政策扶持力度高,重视海洋渔业的生态环境保护,在经济发展的同时也注重可持续发展。

欠公平低效型:包括山东、天津、广西。山东和天津由于碳排放量较低,广西的海洋渔业总值较低,碳减排公平性指数较低,山东海洋渔业发展快,从业人员较多,能源消耗较多。天津的海洋渔业碳减排成本高,造成了较高的碳排放影子价格,导致碳减排效率指数较低。

从全国层面看,我国三大海洋经济圈属于不同碳减排潜力类型。其中,东部海洋经济圈属于“欠公平高效性型”,由于上海和江苏人均碳排放总量较少,碳减排的成本较小,海洋渔业碳减排潜力空间较大;南部海洋经济圈属于“较公平低效型”,由于海南、福建和广东相对较高的海洋渔业总产值,有更先进的海洋渔业技术,海洋渔业的总产出较高;北部海洋经济圈属于“欠公平低效型”,主要受山东和天津海洋渔业能源消耗较高的影响,该区域海洋渔业技术水平整体较差,碳减排的成本较高。

3 结论

(1)海洋渔业碳排放量在研究期间整体呈逐年增长趋势,波动趋势较小,主要类型为较高碳排放区。

(2)海洋渔业碳排放效率整体较高,空间区域发展不均衡,最高为上海(1.2660),最低为辽宁(0.7169),整体上各省(区、市)的变化趋势为先上升后缓慢下降,碳排放效率明显改善。

(3)基尼系数、变异系数和泰尔指数的变动趋势具有高度的一致性,可以揭示中国海洋渔业碳排放效率的区域差异整体波动扩大的演变格局。通过泰尔指数分解法发现,北部、南部海洋经济圈的泰尔指数值较小;东部海洋经济圈的泰尔指数为正值,近几年有上升趋势,区域内部差异是导致中国海洋渔业碳排放效率差异的主要原因。

(4)1980—2019年,中国沿海各省(区、市)海洋渔业碳排放潜力水平虽存在差异,但相对稳定,整体呈波动上升趋势;不同省(区、市)所属碳减排效率与公平性差异区域类别不同,三大海洋经济圈分属不同的碳减排潜力类型。

参考文献:

- [1] 韩增林,计雪晴,胡 盈,等.基于SBM模型的我国海洋渔业生态效率的时空演变[J].海洋开发与管理,2019,36(12):3-8.
- [2] 关丽娟,丁德文,刘大海,等.沿海城市碳承载力研究——以青岛市为例[J].海洋环境科学,2013,32(1):111-114.
- [3] 孙 康,崔茜茜,苏子晓,等.中国海水养殖碳汇经济价值时空演化及影响因素分析[J].地理研究,2020,39(11):2508-2520.
- [4] 张樨樨,郑 珊,余粮红.中国海洋碳汇渔业绿色效率测度及其空间溢出效应[J].中国农村经济,2020(10):91-110.
- [5] 孙 康,季建文,李丽丹,等.基于非期望产出的中国海洋渔业经济效率评价与时空分异[J].资源科学,2017,39(11):2040-2051.
- [6] 曾 冰.长江经济带渔业经济碳排放效率空间格局及影响因素研究[J].当代经济管理,2019,41(02):44-48.
- [7] 刘 晃,车 轩.中国水产养殖二氧化碳排放量估算的初步研究[J].南方水产,2010,6(04):77-78.
- [8] 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,2016,36(06):233-237,244.
- [9] 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):74-76,78.
- [10] YAMAJI K, MATSUHASHI R, NAGATA Y, et al. A Study on Economic Measures for CO₂ Reduction in Japan[J]. *Energy Policy*, 1993, 21(2): 123-132.
- [11] MIELNIK O, GOLDEMBERG J. Communication the evolution of the “carbonization index” in developing countries[J]. *Energy Policy*, 1999, 27(5): 307-308.
- [12] ZHANG Z Q, QU J S, ZENG J J. A quantitative comparison and analysis on the assessment Indicators of greenhouse gases

- emission[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2008, 18(4): 387-399.
- [13] 吴贤荣, 张俊飏, 田云, 等. 中国省域农业碳排放: 测算、效率变动及影响因素研究——基于DEA-Malmquist指数分解方法与Tobit模型运用[J]. *资源科学*, 2014, 36(01): 129-138.
- [14] GUIJARRO B, ORDINES F, MASSUTÍ E. Improving the ecological efficiency of the bottom trawl fishery in the western Mediterranean: it's about time![J]. *Marine Policy*, 2017, 83: 204-214.
- [15] 卢昆, 郝平. 基于SFA的中国远洋渔业生产效率分析[J]. *农业技术经济*, 2016 (9): 84-91.
- [16] EGGERT H, TVETERÅS R. Productivity development in Icelandic, Norwegian and Swedish fisheries[J]. *Applied Economics*, 2013, 45(6): 709-720.
- [17] 陈张磊, 程永毅, 沈满洪. 中国海洋渔业生产效率及其区域差异研究[J]. *科技与经济*, 2017, 30(06): 56-60.
- [18] 许冬兰, 王樱洁. 我国沿海渔业碳生产率区域差异及影响因素[J]. *中国农业大学学报*, 2015, 20(2): 284-290.
- [19] 郑慧, 代亚楠. 中国海洋渔业空间生态格局探究——以我国沿海11个省市为例[J]. *海洋经济*, 2019, 9(04): 44-54.
- [20] 冯冬, 李健. 京津冀区域城市二氧化碳排放效率及减排潜力研究[J]. *资源科学*, 2017, 39(5): 978-986.
- [21] 吴贤荣, 张俊飏, 田云, 等. 基于公平与效率双重视角的中国农业碳减排潜力分析[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(7): 1172-1182.
- [22] 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.
- [23] 陈小龙, 狄乾斌. 资源型城市生态转型绩效评价及发展对策研究——以平顶山市为例[J]. *资源与产业*, 2021, 23(5): 1-10.
- [24] 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, 20(30): 359-365.
- [25] 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, 28(2): 551-558.
- [26] 孟雪, 狄乾斌, 季建文. 京津冀城市群生态绩效水平测度及影响因素[J]. *经济地理*, 2020, 40(1): 181-186, 225.
- [27] 杨骞, 刘华军. 中国二氧化碳排放的区域差异分解及影响因素——基于1995~2009年省际面板数据的研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2012, 29(5): 36-49, 148.
- [28] 董锋, 徐喜辉, 龙如银, 等. 我国碳排放区域差异性分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2014, 23(11): 1526-1533.
- [29] 周迪, 郑楚鹏, 华诗润, 等. 公平与效率协调视角下的中国碳减排潜力与路径[J]. *自然资源学报*, 2019, 34(1): 80-91.
- [30] 黄和平, 乔学忠, 张瑾, 等. 绿色发展背景下区域旅游业碳排放时空分异与影响因素研究——以长江经济带为例[J]. *经济地理*, 2019, 39(11): 214-224.