

# 海南海洋渔业生态经济系统发展效率评价

曹威威<sup>1,2</sup>, 王煜景然<sup>3</sup>, 王梦婷<sup>3</sup>, 王佳云<sup>4</sup>

(1. 洛阳师范学院 国土与旅游学院 洛阳 471934; 2. 海南大学应用科技学院 儋州 5737173;  
3. 辽宁师范大学 海洋可持续发展研究院 大连 116029; 4. 大连市第二十六中学 大连 116029)

**摘要:**在建设海洋强国和发展海南自贸区(港)等的战略背景下,海南省海洋渔业发展迅速,但诸如生态环境破坏,资源过度消耗等问题也随之发生,因此开展海南省海洋渔业生态经济发展效率研究对海南省渔业可持续发展具有重要意义。文章以海水养殖排污总量作为非期望产出,采用超效率SBM模型、标准差和变异系数,分析1998—2019年海南省海洋渔业生态效率的时空演变特征,并对海南省沿海市县的海洋渔业生态效率水平进行分类。研究结果表明:1998—2019年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率整体处于中等水平,且呈波动下降趋势;各沿海市县海洋渔业生态经济效率有明显的区域差异,且呈波动增大趋势;各沿海市县海洋渔业生态经济效率可分为高效型、中效型和低效型3个类型,受边际效益递减和生态修复滞后性的影响,不同时期各市县效率类型不同。针对各市县不同生态效率类型,提出海洋渔业差异化发展策略,实现海南海洋渔业生态经济系统高质量发展。

**关键词:**海洋渔业;生态经济系统;生态效率;海南省

中图分类号:P76;F124.5;S9

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2023)09-0136-09

## Evaluation of Eco-economic System Development Efficiency of Marine Fishery in Hainan

CAO Weiwei<sup>1,2</sup>, WANG Yujingran<sup>3</sup>, WANG Mengting<sup>3</sup>, WANG Jiayun<sup>4</sup>

(1. College of Land and Tourism, Luoyang Normal University, Luoyang 471934, China; 2. School of Applied Science and Technology, Hainan University, Danzhou 5737173, China; 3. Institute of Marine Sustainable Development, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China; 4. Dalian No.26 Middle School, Dalian 116029, China)

**Abstract:** Under the background of building a “maritime power” and developing Hainan Free Trade Zone (Port), the marine fishery in Hainan Province has developed rapidly. But at the same time, there have been a series of problems such as the destruction of ecological environment and excessive consumption of resources. Thus, to study the ecological efficiency of marine fishery in Hainan Province is of great significance to the sustainable development of Hainan

收稿日期:2022-12-27;修订日期:2023-08-07

基金项目:海南省哲学社会科学规划课题“海南省海洋渔业生态经济系统脆弱性及发展效率研究”(HNSK(QN)20-12).

作者简介:曹威威,副教授、硕士生导师,博士,研究方向为区域资源环境

通信作者:王佳云,硕士,研究方向为经济地理学

Province. Based on the total sewage discharge of mariculture is taken as the undesired output, the spatial-temporal evolution characteristics of marine fishery eco-efficiency in Hainan Province from 1998 to 2019 were analyzed by using SBM model, standard deviation and coefficient of variation, and classifying the level of ecological efficiency in the coastal cities and counties of Hainan Province. The results showed that during the study period, the average value of marine fishery eco-efficiency in Hainan, which had taken into account the undesired output, was at a moderate level and fluctuating downward. While the regional differences showed a trend of fluctuating and expansion. The marine fishery eco-efficiency level in Hainan was divided into three categories: high-efficiency, medium-efficiency and low-efficiency. The efficiency categories of cities and counties are different during the same period, such as Haikou belongs to high-efficiency in the “ninth Five-Year” and “eleventh Five-Year” period, but in the “twelfth Five-Year” belongs to medium-efficiency, in the “thirteenth Five-Year” belongs to low-efficiency. It was mainly affected by the diminishing marginal benefit and the lag of ecological restoration. According to the different types of ecological efficiency in Hainan, the differentiated development strategy of the marine fishery was put forward to realize the high-quality development of the marine fishery ecological and economic system.

**Keywords:** Marine fisheries, Eco-economic system, Ecological efficiency, Unexpected output, Hainan

## 0 引言

海洋经济是我国社会经济发展过程中重要的蓝色引擎<sup>[1]</sup>,也是拉动海南省经济增长的着力点之一。“海洋强国”战略正稳步推进,海南省作为新时代的自贸区(港),拥有丰富的土地资源、动植物资源以及极富特色的旅游资源等,坚持绿色生态立省,提高海洋生态效率是战略实施重点<sup>[2]</sup>。海南作为我国海洋大省,加快推进国家生态文明试验区建设<sup>[3]</sup>。海洋渔业作为海洋第一产业,为海南经济增长做出卓越贡献<sup>[4]</sup>,维持海南海洋渔业生态经济系统可持续发展是其打造生态文明大省的关键保障。但随着海洋经济的增长,诸如海洋生态环境破坏,资源过度消耗等问题亟待解决。因此,在绿色发展、海洋强国、生态文明以及海南自贸区(港)战略背景下,开展海南海洋渔业生态经济系统发展效率研究,可为海南海洋渔业资源环境保护与管理提供理论支持,为海南海洋产业可持续发展提供理论依据。

海洋生态经济系统是由生态子系统,经济子系统构成的复杂耦合系统<sup>[5]</sup>,生态与经济系统间的耦

合协调关系是考察海洋经济可持续发展的重要标准,也是地理学中人地关系研究的前沿和热点<sup>[6]</sup>。人类利用生态资本创造社会经济价值的的能力,即生态效率,是衡量系统可持续发展水平的重要指标。1990年,德国经济学家 Schaltegger 等<sup>[7]</sup>根据经济生产活动中产出与投入的比例关系,将经济生产和环境因素结合起来,首次提出生态效率(Eco-efficiency)概念,即经济生产活动产出与生态环境消耗的比例。随后,国外众多学者对生态效率的定义进行补充完善,对生态效率的测算也逐渐应用在各个产业层面。Marileena<sup>[8]</sup>等采用德尔菲法来衡量森林工业公司生态效率,并对用公共数据计算生态效率进行了评价。Bozoglu 等<sup>[9]</sup>运用数据包络分析法计算了土耳其农场的技术效率与配置效率,并以此来衡量农场的经济效率。国内对生态效率的摸索较晚,1995年,生态效率这一概念最早由 Fussler<sup>[10]</sup>引入中国。李丽萍等<sup>[11]</sup>从经济合作与发展组织(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)环境管理方式角度诠释了生态效率,指出生态效率研究是实现可持续发展的具体

应用。生态效率测度多应用于陆域,少数学者将生态效率的测算扩展到了海洋渔业。孙康等<sup>[12]</sup>基于非期望产出评价了中国海洋渔业经济转型的经济效率。韩增林等<sup>[2]</sup>使用非期望产出的 SBM(Slack-Based Measure)模型对我国海洋渔业生态效率进行了测算与分析分类。目前,针对海洋渔业的效率研究方面,大多学者更关注海洋渔业经济效率,而对渔业生态效率报道较少,尤其缺乏对渔业生态经济系统的整体研究。因此,结合人海关系理论,深入研究人类活动影响下的海洋渔业生态经济系统的发展效率,对于开展可持续渔业生态经济环境管理具有重要意义。

## 1 数据与研究方法

### 1.1 研究区概况

海南省地理位置优越,资源环境优渥,是位于我国华南的海洋宝岛。海南省管辖海域总面积约 200 万 km<sup>2</sup>,沿海可供开发的天然港 68 处,大陆架渔场面积约 83 万 km<sup>2</sup>,是全国最大的海洋省<sup>[13]</sup>。2019 年,海南省海洋渔业总产值达到了 333.97 亿元,比 2018 年增长 1.81%,海洋渔业养殖面积约 2.05 万 hm<sup>2</sup>,海洋捕捞产量达 107.91 万 t,渔业从业人员数量逐年递增,其中海洋渔业从业人员已超过 20 万人,机动渔船投入量达 2.46 万艘,总功率 139.56 kW。海南省丰富的渔业资源为其发展海洋渔业打下坚实基础。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 超效率 SBM 模型

数据包络分析(DEA)模型是通过考虑多种投入与多种产出,来评价各指标间的相对有效性的一种技术<sup>[14-15]</sup>。肖姗等<sup>[16]</sup>利用 DEA 模型评价了我国沿海省(自治区、直辖市)海洋渔业经济的发展水平;Madau 等<sup>[17]</sup>应用 DEA 模型计算小规模渔业的经济能力以及经济效率。最初研发的 DEA 模型存在松弛变量的缺失<sup>[18]</sup>。2004 年,Kaoru<sup>[19]</sup>对 DEA 模型进行了改良,创建了新型的超效率 SBM 模型,它将松弛变量融入该模型中,并充分考虑非期望产出,从而使效率值更加准确<sup>[2]</sup>。因此本文运用超效率 SBM 模型对海南省海洋渔业生态效率进行计算分析,模型如下。

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left( \sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{z_{r0}^b} \right)}$$

$$s.t. \begin{cases} x_0 = X\lambda + s^- \\ y_0^g = Y^g\lambda - s^g \\ z_0^b = z^b\lambda + s^b \\ s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \lambda \geq 0 \end{cases}$$

式中: $\rho$  为海洋渔业生态效率值; $m, s_1$  和  $s_2$  分别代表投入、期望产出及非期望产出评价指标的个数; $s = (s^-, s^g, s^b)$  分别代表投入、期望产出和非期望产出中的松弛量; $x, y^g$  和  $z^b$  分别代表投入、期望产出和非期望产出值; $\lambda$  为权重向量;模型中“0”作为被评价单元。参考相关文献<sup>[20-21]</sup>,本研究设定  $0.6 < \rho$  为高效水平、 $0.4 < \rho \leq 0.6$  为中效水平、 $\rho \leq 0.4$  为低效水平。

#### 1.2.2 指标体系的构建

使用超效率 SBM 模型测算生态效率的准确性取决于使用的投入指标和产出指标<sup>[22]</sup>。综合考虑海洋渔业活动中自然资源、劳动力、资本等投入要素,经济发展对环境造成的负面影响,并借鉴已有的海洋渔业经济效率评价研究,投入指标选择资源投入、资本投入、劳动力投入,期望产出指标选择海洋渔业经济生产总值,海水养殖排污总量为不符合环境效益的产出,将其选作非期望产出指标(表 1)<sup>[2,12,23-24]</sup>。在海洋渔业投入指标方面,渔业空间是海洋渔业发展的基础,将海洋渔业养殖面积选为资源投入指标,单位为 hm<sup>2</sup>。海洋捕捞鱼产品经加工售卖投入到海洋生态经济系统,并为其提供经济效益,因此将海洋捕捞产量选作资源投入指标。随着科技的发展,渔船功率成为衡量渔业生产力的重要标准,选择机动渔船功率作为衡量海洋渔业生产投入的指标,单位为 kW。海洋渔业是劳动密集型产业,海洋渔业从业人员数量是其表征,将其选作劳动力投入指标。在海洋渔业产出指标方面,伴随期望产出的是污水、固废等非期望产出,非期望产出的计算参考《水产养殖业污染源产排污系数手册》,按照其中给出的水产养殖业产排污系数,计量养殖过程中产生的总氮、总磷、氨氮和化学需氧量 4 种污染物的总量。

**表 1 海南省海洋渔业生态效率测算指标体系**  
**Table 1 Index system for measuring marine fishery eco-efficiency in Hainan Province**

指标类型	一级指标	二级指标
投入指标	资源投入	海洋渔业养殖面积/hm <sup>2</sup>
		海洋渔业捕捞产量/万尾
	劳动力投入	海洋渔业从业人员数量/人
	资本投入	海洋机动渔船功率/kW
产出指标	期望产出	海洋渔业生产总值/万元
	非期望产出	海水养殖排污总量/t

**1.3 数据来源**

本研究采用海南省 12 个沿海市县的面板数据,时间跨度为 1998—2019 年。指标数据主要来源于 1998—2019 年《水产养殖业污染源产排污系数手

册》以及相关渔业统计年报、报表等。2002 年 10 月,国务院撤销海南省琼山市,改设海口市琼山区。为保证数据连续性,将 1998—2002 年琼山市各数据合并至海口市。针对个别年份数据缺失,参考同类型相关数据处理方法,采用回归分析法进行补充<sup>[25]</sup>。

**2 结果与分析**

**2.1 海洋渔业生态经济效率差异**

**2.1.1 时间差异**

利用 MAXDEA 软件,计算基于非期望产出的 1998—2019 年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率,并计算 1998—2019 历年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率平均值(表 2)。

**表 2 1998—2019 年海南省 12 个沿海市县海洋渔业生态经济效率平均值**

**Table 2 The average eco-economic efficiency of marine fisheries in 12 coastal cities and counties of Hainan Province from 1998 to 2019**

年份	海口市	三亚市	临高县	儋州市	陵水县	乐东县	琼海市	文昌市	昌江县	万宁市	澄迈县	东方市
1998	1.28	0.73	0.78	1.17	1.04	0.36	1.17	0.54	1.34	1.06	1.01	0.49
1999	1.29	0.75	0.77	1.18	0.49	0.44	1.12	1.16	1.37	1.11	1.03	0.67
2000	1.34	0.80	1.04	1.12	0.59	0.72	1.05	1.18	1.20	1.06	1.08	1.04
2001	1.36	1.02	0.72	1.07	0.65	0.68	0.89	1.11	1.25	1.06	1.04	0.57
2002	1.34	1.04	1.24	1.09	0.52	0.63	1.01	1.06	1.03	1.24	1.05	0.61
2003	1.17	1.17	1.35	1.04	0.56	0.53	0.79	0.78	0.67	1.06	1.31	0.52
2004	1.28	1.12	1.36	1.02	0.54	0.37	0.91	0.59	0.63	1.09	0.65	0.43
2005	1.48	1.08	1.26	0.64	0.39	0.25	0.72	0.57	0.77	0.42	0.38	0.28
2006	1.35	1.08	1.24	0.60	0.42	0.28	1.01	0.62	1.03	0.48	0.70	0.31
2007	1.10	1.18	1.10	0.52	0.39	0.32	0.77	1.04	0.58	0.46	1.03	0.37
2008	1.18	0.77	1.20	1.02	0.45	0.31	1.14	1.03	1.12	0.39	1.08	0.52
2009	0.76	1.16	1.02	0.55	0.44	0.22	1.07	1.22	0.30	0.35	1.13	0.44
2010	1.15	1.37	0.42	0.47	0.31	0.23	0.64	1.11	0.36	0.35	1.14	0.35
2011	0.52	1.37	0.45	0.60	1.01	0.23	0.56	1.42	0.42	0.45	1.17	0.39
2012	0.61	1.35	0.44	0.51	1.07	0.20	0.55	1.29	0.32	0.43	1.17	0.41
2013	1.18	1.23	0.49	0.38	0.63	0.17	0.66	1.00	0.26	0.21	1.10	0.50
2014	1.20	1.27	0.53	0.39	1.08	0.15	0.58	1.02	0.29	0.23	1.10	1.05
2015	1.02	1.41	0.29	0.31	0.34	0.18	0.39	1.18	0.25	0.33	1.09	1.07
2016	0.63	1.40	0.26	0.29	0.34	0.18	0.37	1.25	0.22	0.33	1.11	1.02
2017	0.35	1.48	0.17	0.34	0.26	0.15	0.30	1.52	0.19	0.28	0.54	0.33
2018	0.16	1.58	0.14	0.22	0.17	0.10	0.19	1.31	0.15	0.20	0.32	0.17
2019	0.01	1.71	0.10	0.14	0.09	0.09	0.12	1.36	0.09	0.17	0.19	0.14

根据年度各市县生态经济效率平均值,研究期内海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率除个别数值有较大波动外,总体较平稳,数值多在 0.72~1.36 之间波动,处于中高效率水平。其主要原因在于海南省海洋资源十分丰富,沿海 12 个市县发展海洋渔业有得天独厚的优势。另外,海南省海洋渔业发展历史悠久,从业人员经验丰富且渔业装备较

先进。根据各市县具体数值得出,三亚市 2019 年数值最高为 1.71,海口市 2019 年数值最低为 0.01。究其原因,三亚市凭借自身优势地位,积极推动现代渔业绿色发展并取得显著成效。海口市由于部分数据缺失导致统计数据的全面性和准确性难以保证,致使计算结果出现较大波动。

由图 1 可以看出,研究期内海南省各沿海市县

海洋渔业生态经济效率的平均值在 0.35~1.02 之间波动,长时间序列角度数值差异较大,但各连续年份波动平稳。其中,1998—2000 年呈上升趋势,并于 2000 年达到最高值(1.02),2002—2005 年及 2014—2019 年呈明显下降趋势,并于 2019 年达到最低值(0.35),且近年来呈明显下降趋势。究其原因,2000 年海南省政府出台进一步加快海洋渔业发展的意见,采取一系列有效措施,促进了海洋渔业的发展。而近年来,随着海洋渔业产业规模的不断扩大使得成本增加,边际效益减少,效率降低。

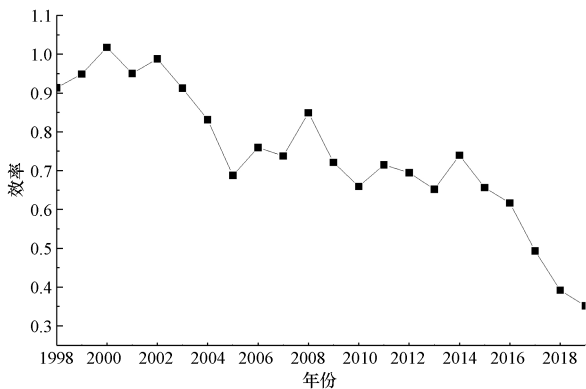


图 1 1998—2019 年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率年平均值  
Fig. 1 Annual average of marine fishery eco-economic efficiency in coastal cities and counties of Hainan Province from 1998 to 2019

2.1.2 空间差异

参照标准差和变异系数计算公式,代入计算所得海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率值,比较分析海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率的绝对差异和相对差异。得出图 2 和结论:海南省各沿海市县区域间的海洋渔业生态经济效率标准差和变异系数变化趋势一致,随年份变化呈现波动上升态势,说明该区域发展不均衡,差异逐年加剧;特别是近年来,相对值激增,与绝对值数值差距增大,2019 年差异最大。充分说明海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率的区域差异不平稳,且呈扩大趋势。

通过 1998—2019 年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率的市县平均值可以看出,1998—2019 年海南省各沿海市县海洋渔业生态经

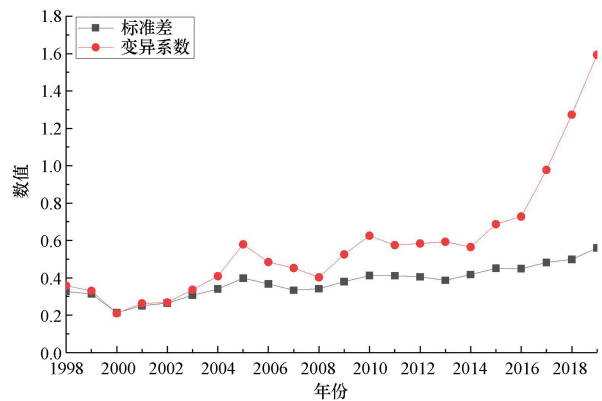


图 2 海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率的标准差和变异系数  
Fig.2 Standard deviation and coefficient of variation of marine fishery eco-economic efficiency in coastal cities and counties of Hainan Province

济效率市县平均值存在区域差异(图 3)。究其原因,各市县地理位置、经济发展水平、从业人员素质、科技发展水平、灾害应对能力及发展规划等多方面存在差异。其中,海口市、三亚市在发展海洋渔业上有突出的经济、政策和技术优势,海洋渔业发展处于领先地位。琼海市、万宁市位于海南省的东南部,容易遭受自然灾害,对海洋渔业的稳定发展构成一定威胁。乐东县仍以海洋渔业粗加工和浅加工为主,现有捕捞设施和渔业基础设施较老旧落后,且缺乏相应技术进步和人才创新,生态经济效率值低。

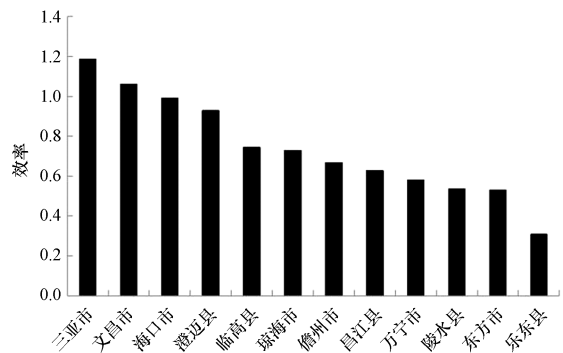


图 3 1998—2019 年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率市县平均值  
Fig.3 Average city-county value of marine fishery eco-economic efficiency in coastal cities and counties of Hainan Province from 1998 to 2019

2.2 海洋渔业生态经济效率类型

基础,运用聚类分析法,将沿海 12 个市县的效率水

以海南省沿海地区海洋渔业生态经济效率值以及“九五”至“十三五”5 个时期的平均值(表 3)为

平分为高效型、中效型和低效型(表 4)。

表 3 考虑非期望产出的海南省沿海地区海洋渔业生态经济效率

Table 3 Eco-economic efficiency of marine fisheries in coastal areas of Hainan Province with undesired output was considered

市县名称	“九五”时期				“十五”时期					“十一五”时期					“十二五”时期					“十三五”时期							
	年份			均值	年份				均值	年份				均值	年份				均值	年份				均值			
	1998	1999	2000		2001	2002	2003	2004		2005	2006	2007	2008		2009	2010	2011	2012		2013	2014	2015	2016		2017	2018	2019
海口市	1.28	1.29	1.34	1.30	1.36	1.34	1.17	1.28	1.48	1.33	1.35	1.10	1.18	0.76	1.15	1.11	0.52	0.61	1.18	1.20	1.02	0.91	0.63	0.35	0.16	0.01	0.29
三亚市	0.73	0.75	0.80	0.76	1.02	1.04	1.17	1.12	1.08	1.09	1.08	1.18	0.77	1.16	1.37	1.11	1.37	1.35	1.23	1.27	1.41	1.33	1.40	1.48	1.58	1.71	1.54
临高县	0.78	0.77	1.04	0.86	0.72	1.24	1.35	1.36	1.26	1.19	1.24	1.10	1.20	1.02	0.42	1.00	0.45	0.44	0.49	0.53	0.29	0.44	0.26	0.17	0.14	0.10	0.17
儋州市	1.17	1.18	1.12	1.16	1.07	1.09	1.04	1.02	0.64	0.97	0.60	0.52	1.02	0.55	0.47	0.63	0.60	0.51	0.38	0.39	0.31	0.44	0.29	0.34	0.22	0.14	0.25
陵水县	1.04	0.49	0.59	0.71	0.65	0.52	0.56	0.54	0.39	0.53	0.42	0.39	0.45	0.44	0.31	0.40	1.01	1.07	0.63	1.08	0.34	0.83	0.34	0.26	0.17	0.09	0.22
乐东县	0.36	0.44	0.72	0.51	0.68	0.63	0.53	0.37	0.25	0.49	0.28	0.32	0.31	0.22	0.23	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15	0.18	0.19	0.18	0.15	0.10	0.09	0.13
琼海市	1.17	1.12	1.05	1.11	0.89	1.01	0.79	0.91	0.72	0.86	1.01	0.77	1.14	1.07	0.64	0.93	0.56	0.55	0.66	0.58	0.39	0.55	0.37	0.30	0.19	0.12	0.25
文昌市	0.54	1.16	1.18	0.96	1.11	1.06	0.78	0.59	0.57	0.82	0.62	1.04	1.03	1.22	1.11	1.00	1.42	1.29	1.00	1.02	1.18	1.18	1.25	1.52	1.31	1.36	1.36
昌江县	1.34	1.37	1.20	1.30	1.25	1.03	0.67	0.63	0.77	0.87	1.03	0.58	1.12	0.30	0.36	0.68	0.42	0.32	0.26	0.29	0.25	0.31	0.22	0.19	0.15	0.09	0.16
万宁市	1.06	1.11	1.06	1.08	1.06	1.24	1.06	1.09	0.42	0.97	0.48	0.46	0.39	0.35	0.35	0.41	0.45	0.43	0.21	0.23	0.33	0.33	0.33	0.28	0.20	0.17	0.25
澄迈县	1.01	1.03	1.08	1.04	1.04	1.05	1.31	0.65	0.38	0.89	0.70	1.03	1.08	1.13	1.14	1.02	1.17	1.17	1.10	1.10	1.09	1.13	1.11	0.54	0.32	0.19	0.54
东方市	0.49	0.67	1.04	0.73	0.57	0.61	0.52	0.43	0.28	0.48	0.31	0.37	0.52	0.44	0.35	0.40	0.39	0.41	0.50	1.05	1.07	0.68	1.02	0.33	0.17	0.14	0.42

表 4 海南省沿海地区海洋渔业生态经济效率水平

Table 4 Eco-economic efficiency of marine fishery in coastal areas of Hainan Province

类型	“九五”时期	“十五”时期	“十一五”时期	“十二五”时期	“十三五”时期
高效型	海口市、儋州市、琼海市、昌江县、万宁市	海口市、三亚市、临高县	海口市、三亚市	三亚市、文昌市、澄迈县	三亚市、文昌市
中效型	三亚市、临高县、陵水县、乐东县、文昌市、澄迈县、东方市	儋州市、陵水县、乐东县、琼海市、文昌市、昌江县、万宁市、澄迈县、东方市	临高县、儋州市、琼海市、文昌市、昌江县、万宁市、澄迈县	海口市、临高县、儋州市、陵水县、琼海市、东方市	澄迈县、东方市
低效型			陵水县、乐东县、东方市	乐东县、昌江县、万宁市	海口市、临高县、儋州市、陵水县、乐东县、琼海市、昌江县、万宁市

由表 3 和表 4 可以看出:①“九五”时期海口市、儋州市、琼海市、昌江县、万宁市的海洋渔业生态经济效率平均值大于 1.06,属于高效型;三亚市、临高县、陵水县、乐东县、文昌市、澄迈县、东方市海洋渔业生态经济效率平均值大于等于 0.41 但小于 1.06,属于中效型;无低效型地区。②“十五”时期海口市、三亚市、临高县的海洋渔业生态经济效率平均值大于 1.06,属于高效型;儋州市、陵水县、乐东县、

琼海市、文昌市、昌江县、万宁市、澄迈县、东方市海洋渔业生态经济效率平均值大于 0.41 但小于 1.06,属于中效型;无低效型地区。③“十一五”时期海口市、三亚市的海洋渔业生态经济效率平均值大于 1.06,属于高效型;临高县、儋州市、琼海市、文昌市、昌江县、万宁市、澄迈县海洋渔业生态经济效率平均值大于等于 0.41 但小于 1.06,属于中效型;陵水县、乐东县、东方市海洋渔业生态经济效率平均值

小于0.41,属于低效型。④“十二五”时期三亚市、文昌市、澄迈县的海洋渔业生态经济效率平均值大于1.06,属于高效型;海口市、临高县、儋州市、陵水县、琼海市、东方市海洋渔业生态经济效率平均值大于0.41但小于1.06,属于中效型;乐东县、昌江县、万宁市海洋渔业生态经济效率平均值小于0.41,属于低效型。⑤“十三五”时期三亚市、文昌市的海洋渔业生态经济效率平均值大于1.06,属于高效型;澄迈县、东方市海洋渔业生态经济效率平均值大于0.41但小于1.06,属于中效型;海口市、临高县、儋州市、陵水县、乐东县、琼海市、昌江县、万宁市海洋渔业生态经济效率平均值小于0.41,属于低效型。⑥比较“九五”至“十三五”5个时期,不同市县在不同时期效率类型存在不同。其中,“九五”及“十五”时期效率类型较为集中,其余时期则相对分散。

(1)“九五”及“十五”时期各市县集中为中高效型,这主要是由于当时生产规模小,各种资源利用效率高。另外,受到“九五”时期及“十五”前期相对集中的海洋渔业发展机制和国营管理制度的影响,各市县的海洋渔业生态经济效率值较高。

(2)“十一五”时期,得益于强有力渔业政策支持,海南省海洋渔业发展取得较好的经济效益。2008年后,受到经济环境变化,各市县经济增速放缓。以国家相关政策为基础,各市县努力恢复海洋渔业发展,但传统的粗放式经济发展模式难以实现可持续发展。且过度开发已超出海洋环境承载力,资源环境问题日益凸显。

(3)“十二五”时期多数市县出现效率值下降的情况。首先,各市县沿海海域受海上交通繁忙、工业污水超标排放等影响存在不同程度的污染,致使其处于低效水平。其次受供给侧结构性改革的影响,渔业发展处于转型期,生态经济效率有所降低。

(4)“十三五”时期多数市县处于低效型。多数市县依靠捕捞和养殖产业实现渔业经济快速发展,这种发展模式对海洋生态环境造成较为严重的破坏,尽管实行了严格的海洋环境保护行动和海洋污染治理措施,但前期污染严重,累计性问题难以在短时间内修复和改善。此外仍存在资源环境治理滞后于渔业经济发展的现象,两者的不同步使生态

经济效率值呈明显下降趋势。同时,海洋渔业的快速发展、产业规模的不断扩大使得成本增加,边际效益减少,效率降低。通过SBM指数分解,近年来对生态经济效率值有较大影响的是技术因素。由图4可以看出,近年来技术进步率逐年上升,但技术效率逐年下降,说明技术的进步及不断增加的要素投入并没有有效利用,导致生态经济效率下降。

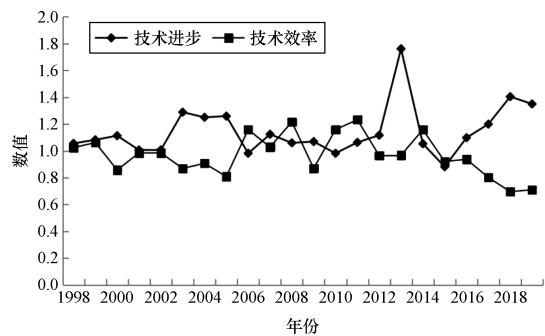


图4 海南省各沿海市县技术进步与技术效率年变化  
Fig.4 Annual change chart of technological progress and technological efficiency in coastal cities and counties of Hainan Province

### 3 结论与建议

#### 3.1 结论

本研究依据海南渔业发展实情,分析1998—2019年海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率发展情况,得出以下结论。

(1)通过应用加入松弛变量的超效率SBM模型,海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率值集中性较强,且整体呈下降趋势,偶有年份效率值回升。

(2)通过分析效率值的标准差和变异系数得出海南省各沿海市县海洋渔业生态经济效率具有明显的区域差异性,且近年来差异性显著增强。

(3)根据生态经济效率数值将海南省各沿海市县分为高效型、中效型和低效型3个类型,不同时期各地市效率类型不同。

#### 3.2 建议

(1)高效型地区应紧抓现有的政策及经济优势,主动参与我国“一带一路”和“科技兴海”战略,发展创新渔业技术,加快转变渔业产业结构,积极

探索新型、绿色生态、协调的渔业产业发展模式;拓展远洋渔业,重点关注我国“蓝色粮仓”的建设刚需;发挥高效型地区的溢出和带动作用,拉动周边市县的海洋渔业发展。

(2)中效型地区应引进创新技术,借鉴以往经验,完善生态补偿机制,政府可以制定环保优惠政策,鼓励地区改造节水减排设施,同时加强政府监管力度,完善养殖管理制度;积极探索海洋智慧渔业技术,联合海南省海洋监测中心与其他相关研究所,向渔民通报海洋环境质量以及监测数据,降低地区受到自然灾害的风险;积极推进渔业养殖方式的革新,带领养殖户开展渔业产业结构变革,改变传统的粗放经济模式,加快海洋渔业绿色转型。

(3)低效型地区要充分认识到自身的不足,积极学习先进地区的经验,大力引进渔业技术,改进渔船设备和基础设施,取代传统发展模式破坏海洋生态和渔业资源的各类设施,发展生态高效养殖模式;可大力发展休闲渔业,将休闲娱乐与渔业生产活动创新性的连接起来,延伸和完善渔业产业链条;加强对现有从业人员的技术培训,其中政府要联合相关科研院所积极培养渔业专业人才,以保证海洋渔业的高质量发展。

#### 参考文献(References):

- [1] 俞恬雨,陈琦. 中国省际海洋经济增长质量的测度与评价:基于“五大发展理念”的实证分析[J]. 科技与经济, 2020, 33(1): 91—95.  
YU Tianyu, CHEN Qi. Estimation and evaluation of China's provincial marine economic growth quality: empirical analysis based on “Five Development Concepts” [J]. Science & Technology and Economy, 2020, 33(1): 91—95.
- [2] 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.  
HAN Zenglin, JI Xueqing, HU Ying, et al. The spatial-temporal evolution of marine fishery eco-efficiency based on SBM model in China[J]. Ocean Development and Management, 2019, 36(12): 3—8.
- [3] 杨英姿,李丹丹. 海洋生态文明建设在海南的实践逻辑[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2020(3): 49—59, 169.  
YANG Yingzi, LI Dandan. Practical logic of marine ecological civilization construction in Hainan [J]. Journal of Fujian Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2020(3): 49—59, 169.
- [4] 应验. 海南海洋渔业发展方向与对策研究[J]. 海南热带海洋学院学报, 2017, 24(6): 24—29.  
YING Yan. Direction and suggestion for the development of marine fishery in Hainan[J]. Journal of Hainan Tropical Ocean University, 2017, 24(6): 24—29.
- [5] 张艳. 我国沿海省域海洋生态经济系统协调度及影响因素研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2020.  
ZHANG Yan. Study on the coordination degree and influencing factors of marine eco-economic system in China's coastal province [D]. Shenyang: Liaoning University, 2020.
- [6] 高群. 国外生态-经济系统整合模型研究进展[J]. 自然资源学报, 2003(3): 375—384.  
GAO Qun. Overview on ecological-economic integration model research[J]. Journal of Natural Resources, 2003(3): 375—384.
- [7] SCHALTEGGER S, STURM A. Kologische Rationalitt[J]. Die Unternehmung, 1990, 4(4): 273—290.
- [8] MARILEENA K. Measuring eco-efficiency in the finnish forest industry using public data[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 98(1): 316—327.
- [9] BOZOĞLU M, CEYHAN V. Energy conversion efficiency of trout and sea bass production in the Black Sea, Turkey[J]. Energy, 2009, 34(2): 199—204.
- [10] FUSSLER C. 工业生态效率的发展[J]. 产业与环境(中文版), 1995(4): 71—74.  
FUSSLER C. The development of industrial eco-efficiency [J]. Industry and Environment (Chinese version), 1995, 17(4): 71—74.
- [11] 李丽平,田春秀,国冬梅. 生态效率:OECD全新环境管理经验[J]. 环境科学动态, 2000(1): 33—36.  
LI Liping, TIAN Chuanxiu, GUO Dongmei. Eco-efficiency: the OECD's new experience in environmental management [J]. Environmental Science Trends, 2000(1): 33—36.
- [12] 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.  
SUN Kang, JI Jianwen, LI Lidan, et al. Marine fishery economic efficiency and its spatio-temporal differences based on undesirable outputs in China[J]. Resources Science, 2017, 39(11): 2040—2051.
- [13] 林国尧,刘一霖,吴瑞. 浅谈海南省海洋经济创新发展[J]. 中国发展, 2020, 20(6): 12—15.  
LIN Guoyao, LIU Yilin, WU Rui. Marine economic innovation and development in Hainan Province[J]. China Develop-



- ment, 2020, 20(6): 12–15.
- [14] 魏权龄. 数据包络分析(DEA)[J]. 科学通报, 2000 (17): 1793–1808.  
WEI Quanling. Data envelopment analysis (DEA) [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, (17): 1793–1808.
- [15] 宫大鹏. 基于改进的超效率 SBM 中国工业能源效率评价[D]. 天津: 天津大学, 2014.  
GONG Dapeng. China's regional industrial energy efficiency evaluation based on improved super SBM [D]. Tianjin: Tianjin University, 2014.
- [16] 肖姗, 孙才志. 基于 DEA 方法的沿海省市海洋渔业经济发展水平评价[J]. 海洋开发与管理, 2008, 25 (4): 90–94.  
XIAO Shan, SUN Caizhi. Evaluation of marine fishery economic development level of coastal provinces and cities based on DEA method[J]. Ocean Development and Management, 2008, 25(4): 90–94.
- [17] MADAU F A, IDDA L, PULINA P. Capacity and economic efficiency in small-scale fisheries Evidence from the Mediterranean Sea[J]. Marine Policy, 2009, 33(5): 860–867.
- [18] 任宇飞, 方创琳, 蒯雪芹. 中国东部沿海地区四大城市群生态效率评价[J]. 地理学报, 2017, 72(11): 2047–2063.  
REN Yufei, FANG Chuanglin, LIAN Xueqin. Evaluation of eco-efficiency of four major urban agglomerations in eastern coastal area of China[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72 (11): 2047–2063.
- [19] KAORU T. Dealing with undesirable outputs in DEA: a slacks-based measure (SBM) approach[R]. 2003.
- [20] 卢丽文, 宋德勇, 李小帆. 长江经济带城市发展绿色效率研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(6): 35–42.  
LU Liwen, SONG Deyong, LI Xiaofan. Green efficiency of urban development in the Yangtze River economic belt[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(6): 35–42.
- [21] 郑德凤, 郝帅, 孙才志, 等. 中国大陆生态效率时空演化分析及其趋势预测[J]. 地理研究, 2018, 37(5): 1034–1046.  
ZHENG Defeng, HAO Shuai, SUN Caizhi, et al. Spatio-temporal pattern evolution of eco-efficiency and the forecast in mainland of China[J]. Geographical Research, 2018, 37 (5): 1034–1046.
- [22] 张立新, 朱道林, 杜挺, 等. 基于 DEA 模型的城市建设用地利用效率时空格局演变及驱动因素[J]. 资源科学, 2017, 39 (3): 418–429.  
ZHANG Lixin, ZHU Daolin, DU Ting, et al. Spatiotemporal pattern evolution and driving factors of urban construction land use efficiency using data envelopment analysis[J]. Resources Science, 2017, 39(3): 418–429.
- [23] 计雪晴. 中国分省区海水养殖与捕捞业生态效率时空演化及影响因素分析[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2020.  
JI Xueqing. Spatial-temporal evolution and influencing factors analysis of eco-efficiency of marine aquaculture and fishing industry in Chinese Provinces[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2020.
- [24] 张鑫. 中国沿海地区海洋渔业生态效率评价及时空特征研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2019.  
ZHANG Xin. Study on the temporal and spatial characteristics of ecological efficiency assessment of marine fisheries in coastal areas of China[D]. Dalian: Liaoning Normal University, 2019.
- [25] 熊中敏, 郭怀宇, 吴月欣. 缺失数据处理方法研究综述[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(14): 27–38.  
XIONG Zhongmin, GUO Huaiyu, WU Yuexin. Review of missing data processing methods[J]. Computer Engineering and Applications, 2021, 57(14): 27–38.