中国海洋产业现代化水平及障碍因素研究

——以海南为例

陈沛澐，韦有周

（上海海洋大学经济管理学院　上海　201306）

摘要：建设现代化国家和“海洋强国”战略对海洋产业现代化提出了新要求，文章在梳理已有文献研究的基础上，从产业效率、科技创新、产业结构、可持续发展4个维度构建了海洋产业现代化水平评价体系；运用熵值法和障碍度模型，选取2011—2020年海南海洋产业年度综合数据，对海南海洋产业现代化水平进行评估，并对产业障碍因素进行识别。结果表明：(1)研究期内海南省海洋产业现代化水平得到了迅速提升，产业现代化水平得分由0.233增长至0.777；(2)研究期内海南省海洋产业现代化发展有关产业效率、科技创新和产业结构维度的现代化水平均正向增长，可持续发展现代化水平稍有倒退；(3)科技创新能力不足和可持续发展能力欠缺是当前海南省海洋产业现代化水平进一步提升的主要阻碍因素，产业结构不合理为次要因素。为加快推进海洋产业现代化，海南省应进一步聚焦资源禀赋优势、巩固产业基础、发展科技兴海。

关键词：海洋产业；现代化；熵值法；障碍度模型

中图分类号：P74　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005－9857(2024)08－0101－11

Research on the Modernization Level and Obstacle Factors of China's Marine Industry: Taking Hainan as an Example

CHEN Peiyun, WEI Youzhou

(College of Economics & Management, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: The strategy of building a modernized country and “ocean power” has put forward new requirements for the modernization of the marine industry. Based on combing the existing literature, the paper constructs an evaluation system for the level of modernization of the marine industry from the four dimensions of industrial efficiency, scientific and technological innovation, industrial structure, and sustainable development; it applies the entropy method and the obstacle degree model, and selects 2011—2020 marine industry time series data to evaluate the level of modernization of the marine industry in Hainan. and identify the industrial obstacle factors. The results show that: (1) the modernization level of Hainan marine industry has been rapidly improved during the study period, and the comprehensive score has increased from 0.233

收稿日期：2023-12-20；**修订日期**：2024-07-26

基金项目：上海市哲学社会科学规划课题项目(2020BJB025).

作者简介：陈沛澐，硕士研究生，研究方向为海洋经济

通信作者：韦有周，博士，副教授，研究方向为海洋经济与世界经济

to 0.777; (2) the modernization level of Hainan marine industry modernization and development related to industrial efficiency, scientific and technological innovation, and industrial structure dimensions have all grown positively during the study period, and the modernization level of sustainable development has slightly retrogressed; (3) Insufficient scientific and technological innovation ability and lack of sustainable development ability are the main obstacles to further enhance the level of modernization of marine industry in Hainan Province, with unreasonable industrial structure as a secondary factor. In order to accelerate the modernization of the marine industry, Hainan Province should further focus on the advantages of resource endowment, consolidate the industrial foundation, and develop science and technology to revitalize the sea.

Keywords: Marine industry, Modernization, Entropy method, Barrier degree model

0 引言

高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务,全面推进产业现代化则是适应高质量发展要求的关键所在,重视海洋产业现代化发展更是建设现代化产业体系的重中之重。海南独特的经济结构和强大的海洋产业发展潜力,使得海南成为建设海洋强国的要地。海南省经济呈现显著的“依海”特征,2011—2020 年海南省海洋生产总值增幅达 144.6%,占海南省生产总值的比例也从 25.9% 上升至 28.9%。与此同时,海南丰厚优渥的自然条件为海洋产业发展提供了先决条件,赋予了海南在海洋产业现代化发展中的禀赋优势。

海南省要实现海洋产业现代化目标,面临着诸多挑战。相较于其他沿海省份,海南“大海洋小产业”的矛盾更为突出,环境资源管理粗放、关键技术“卡脖子”现象突出。珊瑚礁、红树林、海草床等典型海洋生态系统退化,涉海高校和科研机构只有 16 个,且发展水平不高。在此背景下,亟须正确评估海南海洋产业现代化现状,识别和破除发展障碍,从而促进海南海洋产业现代化。

基于此,本文将研究对象聚焦于海洋产业现代化,系统地构建了海洋产业现代化评价体系,拓展了产业现代化的研究领域,从而为海洋产业现代化提供更多理论支撑。然后,从定量的角度上,运用熵值法和障碍度因子模型,全面分析了海洋产业现代化水平的演变趋势及主要障碍因子,深入解析障碍因子转变原因,研判海南省海洋产业发展主要挑战,为海南省开辟新的经济增长空间,推进海洋产业现代化提出具体发展战略。

1 海洋产业现代化的研究现状

1.1 产业现代化

现有现代化理论认为,现代化最终目标大体一致,即发展中国家追赶先行现代化国家并适应现代化世界[1]。而我国现代化道路是拒绝盲目追随发达国家老路,坚持以人民为中心的具有中国特色的道路[2]。

产业现代化是现代化经济体系的动力引擎,更关乎建设现代化国家的物质技术基础[3]。我国产业现代化理论起初受苏联经济理论影响较多,与斯大林模式方向趋同,产业建设侧重于工业化的发展,但是由于受到文化和政治多重因素的干扰,在收获高速经济增长的同时也出现了偏离现代化发展方向的问题[4]。在总结过去对重工业过度偏倚的经验之后,我国产业现代化理论从仅关注工业化程度和“量”的增长,逐渐转向更注重“质”的方向。二十届中央财经委员会第一次会议更是提出要统筹协调产业现代化发展过程中产业科技化、绿色化、融合化、转型升级等问题。

目前,我国产业现代化研究主要集中在工业和农业,从产业现代化实现路径来看,各产业特性导致了各产业实现现代化方式存在一定的差异。陈佳贵等[5]认为效率、结构和环境 3 个方面是工业是否实现现代化的标志;张改清等[6]认为“投入、产出、生产效率、科技及社会化服务水平、绿色生态发展

水平”5 个维度是农业现代化水平的重要体现。可见各产业现代化实现方式各有差异，但产业现代化的一般因素和共性仍是可以确定的，就是必须以科学技术为前提，依赖新产业革命，实现产业升级与转型[7]。

1.2　海洋产业现代化

海洋产业作为经济发展的重要支撑，学者们对海洋产业的发展给予了极大关注，对海洋产业开展了多维度、多视角的研究。但目前，关于海洋产业现代化的研究较少。

当前关于海洋产业现代化的相关研究大部分集中在海洋渔业现代化和海洋产业发展上，对海洋产业现代化缺乏定量定性的分析。如，倪国江等[8]从资源、管理方法、科技、可持续发展等方面界定海洋渔业现代化的内涵，从技术层面提出渔业现代化的实现路径。刘伟岩等[9]构建了山东省海洋渔业现代化评价体系并对其发展水平及其影响因素进行测算。庄宇宁[10]从定性角度出发，为促进泉港区海洋渔业产业现代化建设，分析了产业经济、产业发展、水产产值、企业数量等方面的发展现状，指出了渔业发展亟待解决的问题。

虽然有较少学者对海洋产业现代化发展进行了探讨，如徐质斌[11]提出知识经济增长是海洋产业现代化的核心；王舒鸿等[12]提出海洋产业现代化发展是海洋产业结构、海洋产业科技和资源利用方面发生变革的过程，但学术界对海洋产业现代化尚未有统一的界定。

关于海洋产业现代化虽探讨较少，但国内学者已从多种主体视角做出了大量探索海洋产业发展状况的实证研究，即建立海洋产业发展水平评价体系的定量研究，为海洋产业现代化理论发展奠定了理论基础。如，李振福等[13]从主要海洋产业发展水平、海洋相关产业发展水平以及海洋产业结构 3 个视角出发构建海洋产业发展评价指标体系，引入云模型分析我国海洋产业发展状况；盖美等[14]采用集对分析、核密度估计等模型，通过科技、生态、民生、开放、经济活力 5 个方面分析我国沿海 11 个省份的海洋产业发展水平。

已有文献表明，学者们在产业现代化的实现和海洋产业发展两个方面上都进行了长期的探讨，这对于深入理解现代化和海洋产业具有重要启示和指导意义。与此同时，现有研究也存在以下不足：第一，当前产业现代化研究主要集中在工业和农业，针对将现代化与海洋产业结合的研究依旧不足，即缺乏海洋产业现代化理论内涵及发展路径的探讨，以及海洋产业现代化发展水平指标体系的构建。第二，关于各影响因素在海洋产业现代化实现路径上的障碍度研究也尚未涉及。基于此，本文尝试以海洋产业现代化为切入点，解读其内涵并进行现代化水平及障碍要素的定量研究，意在拓展产业现代化的研究对象和领域，也为从省级层面考察、推进海洋产业现代化提供一定的参考。

2　海洋产业现代化水平评价指标体系构建

海洋产业现代化是一个长期发展的过程，并且与其他产业不同，海洋产业具有特殊的自然属性。因此，结合以上产业现代化理论及现有研究对海洋产业发展路径的解读，海洋产业现代化可以定义为：在现代化科学技术的助推下，海洋产业实现转型升级，即实现传统产业变革并发展，新兴产业涌现并增长，从而推动生产水平提高和产业结构升级的可持续发展过程。

借鉴陈佳贵等[5]和张改清等[6]对工业和农业现代化的评价方法，海洋产业现代化的测度可以从生产效率、科技创新、产业结构、可持续发展 4 个维度展开，如表 1 所示。为了全面地观察海洋产业现代化的真实进程，基于科学性、可行性和可比性原则，海洋产业现代化水平评价指标体系进一步细分为 7 个二级指标、14 个三级指标。

(1)从生产效率指标上看，海洋产业生产效率是指各地区现代海洋产业对资源的利用效率，反映各地区现代化海洋产业的资源配置能力，表 1 列出了行业生产总值、产业对占地区 GDP 的贡献率、行业生产总值增长率 3 个指标。一般而言，这 3 个产出指标越高，产业的现代化水平越高。

(2)从科技创新指标上看，创新是引领发展的第一动力，也是构建海洋产业的核心竞争力的关键一环。该指标包括研究与试验发展(R&D)经费占生产总值比、R&D 人数、科技人员占科研机构从业

人数的比例、R&D 课题数，旨在从人员和项目 2 个角度反映海洋产业的内生能力以及形成更强大经济优势的潜力，从而衡量产业现代化水平。

(3)从产业结构指标上看，该指标包括了产业国际化程度指标和产业结构合理化指标，产业国际化程度指标反映了产业的国际竞争力，产业结构合理化指标反映了产业对现有资源的布局能力，该指标旨在从宏观和中观层面探索各地区产业结构现代化进程。一般而言，产业的国际竞争力高和资源布局能力越强，一定程度上表示了该产业具有较高的现代化水平。

(4)从可持续发展指标上看，主要反映了各地区海洋产业的自然禀赋和污染治理状况，包括海洋类自然区保护面积、保护区数量和工业污染治理项目本年完成投资 3 个三级指标，该指标旨在反映各地区助推海洋产业发展的资源禀赋状况以及海洋产业规模扩大时的承载能力。产业的资源禀赋优势越大，承载能力越强，代表该产业的现代化水平也就越高。

表 1 海洋产业现代化水平评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for modernization level of marine industry

一级指标	二级指标	三级指标	指标方向	权重
生产效率 (0.128)	总体效率 (0.128)	行业生产总值 X_1 /亿元	+	0.044
		产业对占地区 GDP 的贡献率 X_2 /%	+	0.049
		行业生产总值增长率 X_3 /%	+	0.035
科技创新 (0.485)	R&D 项目 (0.312)	R&D 经费占海洋生产总值比例 X_4 /%	+	0.175
		R&D 课题数 X_5 /项	+	0.137
	R&D 人员 (0.173)	海洋科研机构科技人员占机构人数的比例 X_6 /%	+	0.043
		R&D 人数 X_7 /人	+	0.130
产业结构 (0.262)	产业国际化程度 (0.088)	对外海洋服务贸易市场占有率指数① X_8	+	0.043
		对外海洋货物贸易市场占有率指数② X_9	+	0.045
	产业结构合理化 (0.174)	三产占海洋产业生产总值的比重 X_{10} /%	+	0.066
		产业结构高级化指数③ X_{11} /%	+	0.108
可持续发展 (0.125)	自然禀赋 (0.070)	海洋类自然保护区面积 X_{12} /km^2	+	0.034
		海洋类自然保护区数量 X_{13} /个	+	0.036
	环境治理 (0.055)	工业污染治理项目本年完成投资 X_{14} /万元	+	0.055

注：①对外服务贸易涉及海运、滨海旅游、涉海保险等服务贸易，基于海南省滨海旅游业常年位居海洋产业占比高位，如 2019 年达 47.65%，能够很大程度反映整体海洋产业的服务贸易状况。因此本文用滨海旅游业代表海洋服务贸易具有可行性。②占有率指数＝对外海洋贸易出口额/全国相应海洋贸易总出口额。目前海南省海洋产业处于以第一产业为主低级化产业结构，海洋货物贸易主要以渔业为主，水产品出口占海南省农业出口超 80%。基于此，水产品出口情况对海南海洋产业货物贸易状况具有强代表性，因此本文利用水产品贸易出口额代替海洋货物贸易出口额。③高级化指数为三产增加值与二产增加值的比值。

3 海洋产业现代化水平测度

3.1 数据来源

数据来自 2011—2020 年的《中国海洋经济统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《国际统计年鉴》以及《海南省统计年鉴》。

3.2 数据预处理与现代化水平测度方法

3.2.1 数据预处理

第一步，进行数据插补。由于三级指标存在缺失，为顺利进行现代化水平评估，采用缺失值插补法以提高统计结果的可信度，即利用临近点中间值对 2013 年、2014 年的 R&D 人数和 R&D 课题数指

标的进行缺失值插补。

第二步，标准化数据。观察到各指标量纲具有明显差异，为消除量纲过度差异和数据短期波动可能带来的结果偏差问题，采用极差法对各个指标进行标准化处理。当指标和现代化水平正相关称为正向指标，反之，指标与现代化水平负相关则为负向指标。由于本文评价指标体系中的指标均为正向指标，因此各指标只需进行以下处理：

$$X_{ij}=\frac{x_{ij}-\min(x_{ij})}{\max(x_{ij})-\min(x_{ij})} \tag{1}$$

式中：x_{ij} 为原始指标值；X_{ij} 为标准化后的指标值；并且标准化后的数值均在[0，1]之间；i 表示指标的年份；j 表示指标的序号。为后续模型能够正常运行，规定当 $X_{ij}=0$ 时，用 0.001 进行替换。

3.2.2　测度方法

为保证现代化水平测度的客观性，将采用熵值法对各级指标进行赋权，通过线性加权得出产业现代化水平综合得分。具体而言，若某一指标的原始数据离散程度越大，即该指标对于评价体系的作用越大，其权重越大，反之作用越小，其权重越小。具体模型表达如下：

$$P_{ij}=X_{ij}/\sum_i X_{ij} \tag{2}$$

$$e_j=-\frac{1}{\ln(n)}\sum_i P_{ij}\ln P_{ij} \tag{3}$$

$$w_j=\frac{1-e_j}{\sum_j(1-e_j)} \tag{4}$$

式中：n 为总评价年数，本研究中采用 2011—2020 年的数据，因此 $n=10$。

计算各指标权重的具体过程为：首先，根据式(2)确定指标在所有年份中的比重 P_{ij}；其次，根据式(3)计算出各指标的信息熵 e_j，并根据式(4)计算出各指标的权重；最后，将权重标准化后的数据进行线性加权便可得出各指标最终的得分矩阵，即各指标的现代化水平得分结果。

综上，本文对海南省海洋产业现代化水平进行测度的定量研究思路为：通过熵值法对各级指标进行赋权，并进一步利用线性加权法计算出海南省海洋产业现代化水平得分矩阵。

3.3　测算结果与分析

3.3.1　总体现代化水平分析

通过缺失值插补法、数据标准化、熵值法及线性加权的处理，得到 2011—2020 年海南省海洋产业现代化水平得分(图 1)，以及四大维度现代化水平得分(表 2)，四大维度即生产效率、科技创新、产业结构、可持续发展。

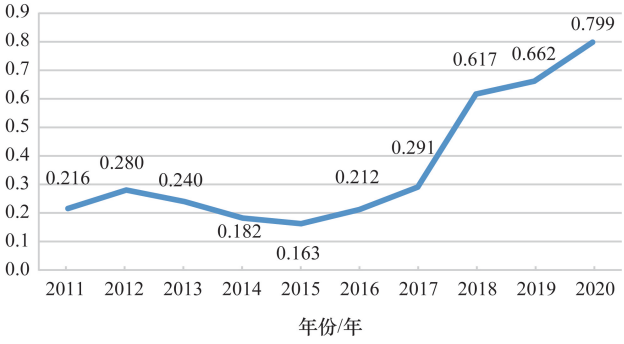

图 1　海南省海洋产业现代化水平综合得分

Fig.1　Comprehensive score of modernization level of Hainan's marine industry

表 2　2011—2020 年海南省海洋产业四大维度现代化水平综合得分

Table 2　Comprehensive score of the four dimensions of modernization level of Hainan's marine industry from 2011 to 2020

年份	生产效率得分	科技创新得分	产业结构得分	可持续发展得分
2011	0.028	0.020	0.108	0.059
2012	0.042	0.038	0.108	0.093
2013	0.073	0.014	0.073	0.080
2014	0.013	0.026	0.046	0.097
2015	0.054	0.023	0.028	0.058
2016	0.083	0.042	0.022	0.064
2017	0.089	0.030	0.090	0.082
2018	0.111	0.357	0.097	0.052
2019	0.106	0.326	0.190	0.040
2020	0.082	0.459	0.224	0.034
年均增长率/%	12.68	41.64	8.44	−5.49

由图 1 可知，2011—2020 年，海南省在海洋产业现代化水平得分上呈现波动上涨的趋势，产业现代化水平得分介于 0.163～0.799，平均年增长率达

到了 15.67%，可见海南海洋产业迈向现代化的步伐稳定，且逐渐加快。2020 年海南省海洋产业现代化水平得分为 0.799，相较于 2011 年增长超过 3 倍，发展十分迅速。

2011—2015 年，海南省海洋产业现代化水平明显呈现波动向下的趋势，主要由于海南海洋产业对滨海旅游业和海洋渔业高度依赖以及海洋产业结构不均衡等问题突出。换言之，早期产业竞争力较弱，规模较小的经济基础导致了海南海洋产业处于持续低水平发展的窘境。进入“十三五”规划期间，依托自贸港、国际旅游岛及经济特区等政策，海南海洋产业空前发展，同时推动了海洋产业现代化水平稳步提升，持续增长。2016—2020 年，海南海洋产业在产值总量、产值增速以及港口吞吐量等方面都实现了质的飞跃。产值总量方面，2018 年海南海洋产业占海南省生产总值比重高达 33.1%；产值增速方面，海南持续保持领先全国的增长速度，2019 年、2020 年海南海洋产业产值增长率分别超过全国的 0.96%和6.8%；港口方面，2019 年主要海港货物吞吐量同比增长 8.4%。

综合以上结果可知，2011—2020 年，虽然海南海洋产业现代化发展过程中遭遇了阻碍，但进入“十三五”时期之后，海南海洋产业经济复苏非常迅速，现代化海洋产业体系基本形成，整体产业现代化水平保持积极上升的趋势。

3.3.2 四大维度分析

从海洋产业现代化评价体系中的四大维度来看，生产效率、科技创新和产业结构 3 个维度的现代化水平变化趋势与海洋产业整体发展趋势相似，呈现波动上升态势。与其他 3 个维度不同，可持续发展维度现代化水平呈现负增长态势，可持续发展现代化水平在 2014 年达到 0.095 的峰值后，开始转入急速下降的阶段。

从变化幅度上看，生产效率、科技创新、产业结构的现代化水平稳中有增，从 2011 年的 0.028、0.020、0.108 上升到 2020 年的 0.082、0.459、0.224，年均增长率分别为 12.68%、41.64%、8.44%。可持续发展现代化水平减幅明显，从 2011 年的 0.059 下降至 2020 年的 0.034，年均增长率为－5.94%。

其中，科技创新维度的现代化水平增幅最大。海南省对海洋产业高新技术研发的投入持续提升，海洋产业海洋科技创新能力稳步提升，成为海洋产业科创现代化水平发展迅速的主要原因。“十三五”期间，海南加快布局建设国家深海基地南方中心科技创新平台、中国地调局南海地质科技创新基地等科研平台，积极促进国家海洋科技重大装备落户海南。生产效率维度现代化水平提升幅度排在第二位，2011 年起海南省海洋经济规模不断扩大，2015—2020 年，海洋产业生产总值占海南省 GDP 比重从 26.9%上升至 27.8%。产业结构维度现代化水平提升幅度较小，进步并不显著，海南省海洋产业结构调整仍在初步发展阶段。根据《中国海洋经济统计年鉴》数据可知，相比于全国平均水平，海南省海洋产业中第一产业比重过高，第二产业比重过低，即海南省仍处于粗放发展状态[15]。总的来说，海南省海洋产业在打造深海科技新高地、优化升级海洋传统产业、培育壮大海洋新兴产业等工作上做出了巨大的努力，并取得了显著的进步，为海洋产业现代化发展提供了强大动力。

从负增长的可持续发展维度来看，随着海南省旅游业快速发展，大量旅游人群的涌入以及环境保护意识的薄弱，造成大量陆地污染物直接排放，从而导致海洋环境修复和环境保护难度攀升，生态系统问题等频频出现[16]，可持续发展维度的现代化也呈现逐渐下降的趋势。但该下降趋势正逐渐得到缓解，下降幅度不断缩减，2015 年相比于 2014 下降了 0.039，到了 2020 年相比于 2019 年仅下降了0.006，因此，可持续发展能力虽然有整体呈现负增长的趋势，但现代化水平下降幅度逐渐减缓。

4 海洋产业现代化障碍因子分析

4.1 模型选取

为深入了解海洋产业现代化发展短板，以期进一步有针对性地制定解决措施，推动海洋产业现代化发展，本文引入障碍度模型分析海洋产业现代化发展过程中的障碍因素。在此模型中，各指标障碍度与阻碍程度成正比，即障碍度越高，该指标对产业现代化发展阻碍越大。而各指标障碍度高低取

决于指标自身能力相较于其他指标的实际状况，即某一指标的障碍度越高，该指标相较于其他指标整体能力越薄弱，反之若该指标相对于其他指标能力越强，则该指标障碍度越低。现代化水平评价指标体系中单项三级指标对海南省海洋产业现代化发展的障碍度计算如下：

$$I_{ij}=\frac{w_j\times w_{kj}\times(1-X_{ij})}{\sum_j w_j\times w_{kj}\times(1-X_{ij})} \tag{5}$$

该模型主要利用第 j 项三级指标权重（w_j）、j 项指标所属第 k 项一级指标权重（w_{kj}）和标准化后第 i 年 j 项数据（X_{ij}）来分析各指标的障碍度（I_{ij}）。I_{ij} 是第 i 年 j 项三级指标对产业现代化的障碍度，二级指标的障碍度是三级的加总，一级的障碍度则是二级的加总。

通过模型公式也可发现，同一年份所有三级指标障碍度之和为 1，因此当整体产业现代化水平越高，障碍度为 0 的三级指标越多，障碍度得分越集中于主要障碍因子[17]，在主要障碍因子得到改进之后，海洋产业现代化发展将得到优化。

4.2　障碍因素结果

4.2.1　四大维度障碍度分析

从四大维度障碍度变化趋势来看（图 2），近 5 年来，各维度障碍度发展逐渐平缓，海南海洋产业现代化水平明显提升，极大解放和发展了海洋生产力，增强了海南经济发展活力。

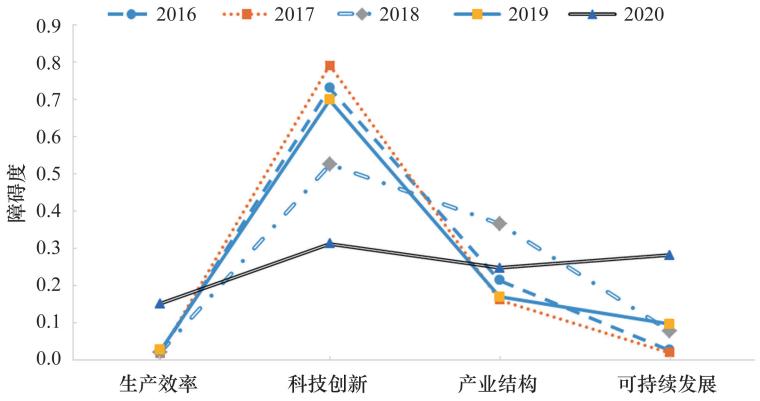

图 2　海南海洋产业四大维度障碍度变化趋势

Fig.2　Four dimensions obstacles degree change trend of Hainan's marine industry

2016—2020 年，科技创新维度实现连续 5 年障碍度得分第一，科技创新能力欠缺成为海洋产业主要障碍因素。随着时间维度的推移，海洋产业次要障碍维度发生变化，次要障碍因素由产业结构维度转化为可持续发展维度。生产效率维度一直维持在较低的障碍水平，得益于长期以来海南海洋产业生产总值的快速增长，近年来海南省海洋产业生产总值的增长率一直为我国海洋产业产值增长率的 3～4 倍，海南海洋产业经济规模不断扩大。为深入了解前三位障碍维度对海洋产业发展阻碍较大的原因，以及进一步明晰当前海南海洋产业发展短板的目的，将对前三位障碍维度展开分析。

从科技创新维度来看，在海南海洋产业发展初期，海南海洋科技支撑弱势明显，科技成果支撑力不强[18]，薄弱的科技基础致使海洋科技至今仍是海南省海洋产业的主要阻碍因素。2016—2020 年，海南不断“牵手”高新技术团队，创立 300 余项海洋研发课题，产业空间聚集效应初步显现，形成以洋浦开发区、东方临港产业园为核心的海洋油气产业集聚区，海洋高新技术保持较快发展，科技创新维度也呈现出障碍度不断下降、现代化水平不断提升的趋势。海南省海洋产业在科技创新能力上虽有较大的提升，但与山东、广东等沿海省份相比仍差距较大，目前海南涉海高校和科研机构只有 16 所。长期以来缺乏科学系统的科研规划，不协调的发展格局造成了海南仍存在海洋产业科研能力薄弱的

问题,《海南省海洋经济发展“十四五”规划》提出海南海洋科研创新投入、企业创新能力、管理水平等层面均亟待提升。可见,科技创新能力不足依旧是海南海洋产业现代化发展的主要阻碍,需正视科技创新存在的问题,并迅速改善。

从产业结构维度来看,海洋产业结构不合理对海南海洋产业现代化发展阻碍较大(图 2)。海洋产业发展初期,海南便存在产业结构不均衡及产业国际化程度较低的问题。虽然海南积极开办展会,但海南与外国交流互动程度依旧偏低,外资准入和国际航运上政策出台和实施进度缓慢及对外开放程度相较于其他沿海地区较低[16]。以上种种因素导致的海洋产业国际化程度不高、产业竞争力不强的问题,对当前海洋产业现代化发展带来较大阻碍,亟须重点关注。

从可持续发展维度来看,该层面现代化水平不断下降和障碍度波动上升的得分结果与现实情况十分吻合。“十三五”期间,海南海洋环境方面矛盾突出,粗放型生产方式、海岸带无序开发以及污染物无序排放导致近海生态问题日益突显。据《中国海洋生态环境状态公报》,2018 年海南省入海河流优质水质比例从 100%降低到 78.9%,海洋生态环境质量大幅下降,海洋生态频频亮起“红灯”。因此,解决海南海洋生态质量下降、海洋产业绿色转型发展缓慢、可持续发展动力虚弱的问题迫在眉睫。

综上,根据四大维度障碍度结果,海南在未来海洋产业现代化发展过程中需把握好环境治理力度与精准性,打破科技创新人才壁垒,进一步打造更开放、更自由便利的产业格局,加强产业对外贸易优势,提升海洋产业国际竞争力。

4.2.2 三级指标障碍度分析

为进一步识别海南海洋产业现代化发展过程中的阻碍点,采用 2017—2020 年的数据,针对 14 个三级指标进行了障碍度评估(图 3)。由图 3 可知从 2017—2020 年障碍度转为 0 的指标越来越多,2020 年障碍度为 0 的三级指标有 7 个,而 2017 年度障碍度为 0 的三级指标仅为 1 个。海南海洋产业现代化程度不断提高,该结果与图 1 海洋产业现代化水平得分结果契合。

如图 3,从海洋产业现代化主要阻碍因子来看,2020 年,前 3 个障碍因子分别为科研机构科研人员占总机构人数(X_6)、工业污染治理项目本年完成投资(X_{14})、对外海洋货物贸易市场占有率指数(X_9)。以上 3 个障碍因子的障碍度均显著高于其他指标的障碍度。

从首位障碍因子(X_6)来看,2016 年起,海南大力推进科技兴海,加大科研经费投入,2020 年海南 R&D 经费投入 10.8 亿元,较 2019 年上涨107.6%,由于科研经费不足阻碍产业现代化发展的问题逐渐得到缓解。2017—2019 年,由于海南不断推进“省优专家”“百千万人才工程”等人才计划,解决人才短缺的问题,科研人员不足并未成为阻碍海洋产业现代化的主要因子。进入 2020 年全省受新冠疫情影响较大,全球人才流动停滞,科研人员欠缺成为海洋产业现代化发展的主要障碍因素之一。

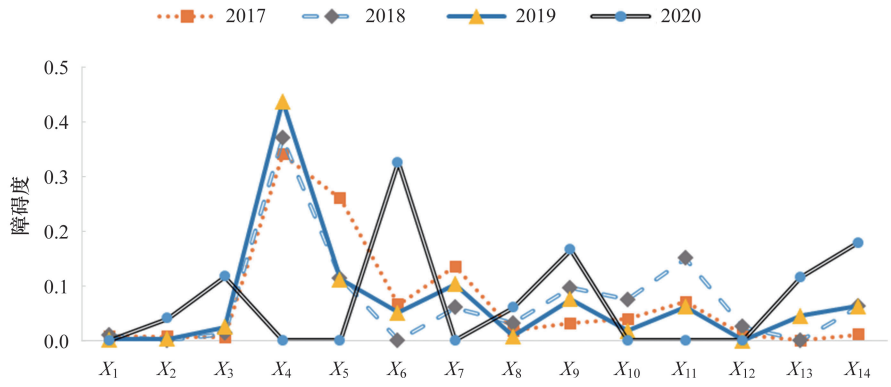

图 3 海南省海洋产业三级指标的障碍度变化趋势

Fig.3 Tertiary indicators obstacles degree change trend of Hainan's marine industry

从第二位障碍因子（X_{14}）来看，2017 年之前，海南入海河流水质优质谁知比例年均达 100%。此后，河流质量不断下降，相较于 2017 年，2020 年海南入海河流优质水质比降了 26.4%，一类水质下降了 68.4%，污染治理逐渐成为海洋产业现代化发展的主要障碍因素之一。

从第三位障碍因子（X_9）来看，海南海洋货物出口长期以来缺乏品牌，出口产品单一且种类较少。2018 年，在海南水产品产量下降 2.7%的形势下，水产品出口额下降 5.7%，海洋对外货物贸易规模缩减，在 2020 年新冠疫情后，对外货物贸易市场占有率过低一跃成为阻碍海南海洋产业现代化发展的主要因素之一。

海洋产业专业科研人才紧缺、货物贸易国际竞争力不足和海洋环境治理能力弱的问题已经成为海南海洋产业现代化发展过程中最大的阻碍。可从加大力度改善教育和管理入手，聚焦海洋自然资源特色，强化海洋产业绿色可持续发展，重点推进海洋产业快速融入国际国内双循环格局，从而以最大的力度、最快的速度提高产业中科研人才数量、提升产业国际竞争力以及扩大海洋产业绿色经济规模。

5　结论与建议

5.1　主要结论

本文基于熵值法对 2011—2020 年海南省海洋产业现代化水平进行测度，并通过障碍度模型分析海洋产业现代化过程中的障碍因素，进而得出以下结论。

（1）从整体海南海洋产业现代化水平层面来看，海南省呈现前期波动下降，后期波动上升的发展趋势，海洋产业现代化水平恢复迅速，且上升幅度渐增，产业以高增长姿态不断进步。2011—2020 年，海南海洋产业现代化水平增长超过 3 倍，整体发展较稳定。

（2）从 4 个维度现代化水平层面来看，可持续发展现代化水平呈年均负增长，科技创新、产业结构和生产效率现代化水平呈年均正增长，其中科技创新和生产效率层面发展尤为迅速，海南海洋产业科研能力和产业规模显著增长，但产业结构现代化水平增长幅度较小，海南海洋产业结构优化仍在起步阶段。

（3）海洋产业现代化发展阻碍因素方面，科技创新能力不足和可持续发展能力不强是当前海南省海洋产业现代化发展的主要阻碍，具体体现在 R&D 人员不足和环境污染治理能力消减。此外，海洋产业对外贸易竞争力较弱导致的国际化产业国际化程度低是产业现代化发展的次要阻碍。

5.2　对策建议

基于上述结论，提出以下发展建议。

（1）大力发展科技兴海，推动产业转型升级。创新是引领海洋产业发展的第一动力，面对当前海洋产业依旧薄弱的科技创新能力，海南省应有的放矢地展开科技兴海、人才培育等工作，聚集深海科技，打造深海科技创新中心，大力引入推动海洋传统产业改造升级以及海洋新兴产业加快发展，从根本上打破科技创新壁垒给海南海洋产业现代化发展带来的阻碍，更坚定地迈向海洋产业现代化。

（2）巩固加强产业基础，加快对外开放步伐。在经济全球化的背景下，更开放包容的贸易方向是大势所趋，海南也应当以更快的速度跟上全球贸易潮流，加快资本流动，实施更主动的自由贸易战略，促进贸易活动跨越地区与国界，破除区域障碍，从而提升海洋产业生产效率，增强海洋产业国际竞争力，进一步推动海南海洋产业深度融入国内国际双循环发展格局，摆脱当前“大海洋小产业”的困境，全面推动海洋产业现代化发展。

（3）聚集海洋资源优势，促进产业绿色转型。自然资源是海洋产业的发展的基石，资源禀赋对于拥有较强自然属性的海洋产业而言尤为重要。在海洋产业自然资源禀赋层面，海南省具有显著的比较优势，应当充分发挥本地海洋资源优势，聚焦自然禀赋特色，立足于海南独一无二的深海资源优势，以提升深海探测、开发等能力。同时，重视环境和经济的协同发展，加速建设完善产业生态环境，因地制宜推进海洋产业绿色发展，维护海洋生态安全，确保自然效益和经济效益的平衡发展，打造可持续发展的现代化海洋产业体系。

参考文献(References):

[1] 洪银兴.新时代现代化理论的创新[J].经济研究,2017,52(11):17－19.
HONG Yinxing. Innovation of modernization theory in the new era[J]. Economic Research Journal,2017,52(11):17－19.

[2] 黄群慧.中国式现代化的理论价值及实现路径[J].北京工业大学学报(社会科学版),2023,23(4):1－12.
HUANG Qunhui. The theoretical value and realization path of Chinese modernization[J]. Journal of Beijing University of Technology (Social Sciences Edition),2023,23(4):1－12.

[3] 张辉.我国产业现代化发展的结构性问题与应对策略[J].人民论坛·学术前沿,2023(5):6－14.
ZHANG Hui. Structural problems and response strategies of China's industrial modernization development[J]. Frontiers,2023(5):6－14.

[4] 沈宗武.斯大林模式对中国现代化道路选择的影响[J].当代世界与社会主义,1999(4):35－39.
SHEN Zongwu. The influence of Stalin's model on China's choice of modernization path[J]. Contemporary World and Socialism,1999(4):35－39.

[5] 陈佳贵,黄群慧.工业现代化的标志、衡量指标及对中国工业的初步评价[J].中国社会科学,2003(3):18－28.
CHEN Jiagui,HUANG Qunhui. Markers of industrial modernization, measurement indicators and preliminary evaluation of Chinese industry[J]. Social Sciences in China,2003(3):18－28.

[6] 张改清,刘铄.黄河流域农业现代化水平时空演化及障碍因素解析[J].农业现代化研究,2023,44(4):624－634.
ZHANG Gaiqing,LIU Shuo. Analysis of spatio-temporal evolution of agricultural modernisation level and obstacle factors in the Yellow River Basin[J]. Research on Agricultural Modernisation,2023,44(4):624－634.

[7] 盛毅.中国式产业现代化的理论探索与战略选择[J].经济体制改革,2023(2):5－13.
SHENG Yi. Theoretical exploration and strategic choice of Chinese-style industrial modernization[J]. Reform of Economic System, 2023(2):5－13.

[8] 倪国江,韩立民.我国海洋渔业的现代化及其科技发展对策[J].中国渔业经济,2009,27(5):74－79.
NI Guojiang,HAN Limin. Modernization of China's marine fisheries and its countermeasures for scientific and technological development [J]. Chinese Fisheries Economics,2009,27(5):74－79.

[9] 刘伟岩,高强,金炜博.山东省海洋渔业现代化发展水平测度及影响因素分析[J].海洋开发与管理,2016,33(7):26－30.
LIU Weiyan,GAO Qiang,JIN Weibo. Measurement of the development level of modernization of marine fisheries in Shandong Province and analysis of influencing factors[J]. Ocean Development and Management,2016,33(7):26－30.

[10] 庄宇宁.产业链视角下福建泉州海洋渔业产业现代化发展研究——以泉港区为例[J].商展经济,2022(8):130－132.
ZHUANG Yuning. Research on the modernization and development of marine fishery industry in quanzhou, Fujian under the perspective of industrial chain: taking Quangang District as an example[J]. Trade Fair Economy,2022(8):130－132.

[11] 徐质斌.发展知识经济,促进海洋产业现代化[J].海岸工程,1998(4):82－86.
XU Zhibin. Development of knowledge economy and promotion of modernisation of marine industry[J]. Coastal Engineering,1998(4):82－86.

[12] 王舒鸿,孙晓丽.海洋产业现代化、经济发展与生态保护[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2018(4):15－26.
WANG Shuhong,SUN Xiaoli. Modernisation of marine industry, economic development and ecological protection[J]. Journal of Ocean University of China (Social Sciences),2018(4):15－26..

[13] 李振福,黄蕴青.我国海洋产业发展水平的云模型综合评价[J].统计与决策,2017(4):57－61.
LI Zhenfu,HUANG Yunqing. Comprehensive evaluation of cloud model for the development level of China's marine industry[J]. Statistics and Decision,2017(4):57－61.

[14] 盖美,何亚宁,柯丽娜.中国海洋经济发展质量研究[J].自然资源学报,2022,37(4):942－965.
GAI Mei,HE Yaning,KE Lina. Research on the quality of China's marine economic development[J]. Journal of Natural Resources,2022,37(4):942－965.

[15] 惠青,陈松.海上丝绸之路战略背景下海南省海洋经济可持续发展路径研究[J].现代商业,2019(31):42－43.
HUI Qing,CHEN Song. Research on the path of sustainable development of marine economy in Hainan Province under the background of Maritime Silk Road strategy[J]. Modern Business,2019(31):42－43.

[16] 蒋逸明，李宁，谢凡，等.海南自贸港建设背景下海洋经济高质量发展初探[J].海洋开发与管理，2022，39(5)：9－13.
JIANG Yiming，LI Ning，XIE Fan，et al. A preliminary study on the high-quality development of marine economy in the context of the construction of Hainan free trade port[J]. Ocean Development and Management，2022，39(5)：9－13.

[17] 温纪新，刘满芝，王明明，等.徐州市矿业型“无废城市”建设评价及障碍度识别[J].环境污染与防治，2023，45(2)：239－244.
WEN Jixin，LIU Manzhi，WANG Mingming，et al. Evaluation and identification of obstacles to the construction of a mining-type “waste-free city” in Xuzhou[J]. Environmental Pollution & Control，2023，45(2)：239－244.

[18] 谢子远，王琳媛，徐祺娟.沿海省市海洋经济科技支撑力比较研究[J].浙江万里学院学报，2013，26(1)：1－7.
XIE Ziyuan，WANG Linyuan，XU Qijuan. Comparative study on the supporting power of marine economy and science and technology in coastal provinces and municipalities[J]. Journal of Zhejiang Wanli University，2013，26(1)：1－7.