

袁华荣, 陈丕茂. 广东省海洋牧场发展现状、问题与对策 [J]. 广东农业科学, 2022, 49 (7): 141-154.

# 广东省海洋牧场发展现状、问题与对策

袁华荣, 陈丕茂

(中国水产科学研究院南海水产研究所 / 农业农村部海洋牧场重点实验室 /  
国家数字渔业(海洋牧场)创新分中心 / 农业农村部南海渔业资源  
环境科学观测实验站, 广东 广州 510300)

**摘要:** 采用文献查阅、海域实地调查相结合的方法, 总结国内外海洋牧场的发展与现状, 分析广东人工鱼礁、增殖放流和国家级海洋牧场示范区的建设历程, 海洋牧场相关产业的发展现状和存在问题。广东建有 50 座生态型人工鱼礁区、3 个大型人工鱼礁示范区、1 个地方人工鱼礁区和 15 个国家级海洋牧场示范区, 合计海域面积 1 499.68 km<sup>2</sup>, 建造投放礁体 200.4 万空 m<sup>3</sup>。目前广东海洋牧场存在管理机制不完善、发展理念和认识不统一、用海海域权责不清、建设技术标准和规范缺乏、科技化程度低、产业化开发受限等问题。基于此, 提出广东海洋牧场发展的对策: 坚持生态优先, 加强多部门统筹协调; 创建有利于市场化运作的管理模式; 突破海域权属问题; 建立广东海洋牧场建设技术标准体系; 加强广东海洋牧场建设的基础和关键共性技术研究; 因地制宜建立广东海洋牧场产业化模式。了解广东海洋牧场的发展现状, 借鉴国内外相关经验探究海洋牧场产业的发展对策, 可为广东海洋牧场有效管理、高效可持续开发, 以及实现广东海洋牧场三产融合发展提供参考。

**关键词:** 海洋牧场; 人工鱼礁; 增殖放流; 产业融合; 生态优先

中图分类号: S937.3

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X (2022) 07-0141-14

## Development Status, Problems and Countermeasures of Marine Ranching in Guangdong Province

YUAN Huarong, CHEN Pimao

(South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences / Key Laboratory of  
Marine Ranching, Ministry of Agriculture and Rural Affairs / National Digital Fisheries (Marine Ranching)  
Innovation Sub-Center / Scientific Observing and Experimental Station of South China Sea Fishery  
Resources and Environments, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** By means of literature review and field investigation in the sea area, the development and current situation of marine ranching at home and abroad are summarized, and the construction process of artificial fish reefs, proliferation and releasing and national marine ranching demonstration areas in Guangdong as well as the development status and existing problems of marine ranching related industries are analyzed. Guangdong has built 50 ecological artificial reef areas, 3 large-scale artificial reef demonstration areas, 1 local artificial reef area and 15 national marine ranching areas, with a total sea area of 1 499.68 km<sup>2</sup>, and 2.004 million m<sup>3</sup> of reefs being built. However, at present, there are some problems in Guangdong marine ranching, such as imperfect management mechanism, inconsistency in development concept and understanding, unclear rights and responsibilities in using sea area, lack of construction technology standards and specifications, low

收稿日期: 2022-06-23

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目(2020B1111030002); 中国水产科学研究院南海水产研究所基本科研业务费专项(2021SD02); 中国水产科学研究院基本科研业务费专项(2020TD06)

作者简介: 袁华荣(1987—), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向为渔业资源保护与利用, E-mail: yhr@scsfri.ac.cn

通信作者: 陈丕茂(1969—), 男, 研究员, 研究方向为海洋牧场人工鱼礁, E-mail: chenpm@scsfri.ac.cn

scientific and technological level and limited industrial development. Based on these problems, countermeasures for the development of marine ranching in Guangdong Province are put forward: insisting on ecology-prioritized development, and strengthening the coordination of multiple departments; creating a management mode conducive to market-oriented operation; break through the issue of sea area ownership; establishing a technical standard system for marine ranch construction in Guangdong; increasing the research on the basis of high-quality construction and key common technologies of Guangdong marine ranching; establishing industrialization modes of Guangdong marine ranching according to local conditions. Understanding the development status of marine ranching in Guangdong and exploring the development strategies of marine ranching industry by referring to the relevant experience at home and abroad can provide references for the effective management, efficient and sustainable development of marine ranching in Guangdong and the integration of three industries in the development of marine ranching in Guangdong.

**Key words:** marine ranching; artificial reef; proliferation and releasing; industrial convergence; ecological priority

海洋渔业是我国现代农业和海洋经济的重要组成部分,然而现阶段的海洋渔业存在发展方式粗放、栖息生境退化和渔业资源衰退等问题<sup>[1-2]</sup>。沿海国家积极探索渔业可持续发展的路径,海洋牧场应运而生,并逐渐成为世界上诸多沿海国家的重大渔业发展战略<sup>[3-4]</sup>。海洋牧场是基于海洋生态系统原理,在特定海域,通过人工鱼礁、增殖放流等措施,构建或修复海洋生物繁殖、生长、索饵或避敌所需的场所,增殖养护渔业资源,改善海域生态环境,实现渔业资源可持续利用的渔业模式<sup>[5]</sup>。海洋牧场已经逐渐发展成为沿海地区养护资源、修复环境、实现渔业转型升级和多产业融合发展的突破口和新模式<sup>[6-8]</sup>。海洋牧场建设目的,一是恢复并提高海域生物多样性和渔业资源量,以确保渔业资源持续稳定增长;二是在持续高效利用海洋资源的同时保护海洋生态系统,实现海洋渔业可持续发展<sup>[9]</sup>。

我国对海洋牧场建设和相关技术研究高度重视<sup>[10-13]</sup>。2002年起中央财政安排专项资金支持海洋牧场建设,截至2022年已建成海洋牧场300多个,其中国家级海洋牧场示范区153个、用海面积2 506.95 km<sup>2</sup>。2006年国务院发布《中国水生生物资源养护行动纲要》,明确了发展海洋牧场已成为我国恢复近海渔业资源、修复渔业水域环境和促进近海渔业可持续发展的重要政策<sup>[14]</sup>。2017、2018年中央一号文件分别明确提出要“发展现代化海洋牧场”“建设现代化海洋牧场”,2019年中央一号文件进一步强调要“推进海洋牧场建设”。

广东处于南海之滨,是我国经济发达的海洋大省,渔业人口和渔船数量均位居全国前列<sup>[15]</sup>。海洋渔业经济发展的同时,伴随出现近海渔业资

源衰退和渔业生态环境退化的现象,影响了海洋生物资源保护和可持续利用,制约着海洋渔业高质量发展。广东积极探索修复渔业资源的措施,在1981年开展人工鱼礁建设试点,并在2001年以人大议案形式推动广东大规模人工鱼礁建设。广东是我国最早开展以人工鱼礁为主的海洋牧场建设省份,建设成效显著。本文在总结国内外海洋牧场发展与现状及广东海洋牧场发展历程的基础上,针对广东海洋牧场建设过程中的存在问题和科技需求进行分析,提出广东海洋牧场的发展对策,以期为广东海洋牧场管理和产业化发展提供参考。

## 1 国内外海洋牧场的发展历程与现状

### 1.1 国外海洋牧场

国外有关海洋牧场的起源,最早可追溯到1795年,日本渔民利用木架、沙袋制作成鱼礁投放到海域中实现集鱼效应<sup>[16]</sup>。日本和美国是最早意识到人工鱼礁建设是保护和增殖渔业资源的有效措施并对其进行开发利用的国家<sup>[17-18]</sup>,随后美国、日本、挪威、英国、芬兰等国家开展鱼类增殖放流试验和技术研究<sup>[19-24]</sup>。20世纪60年代末,日本率先在沿岸海域大规模实施栽培渔业。

1971—2000年,国外海洋牧场建设主要以人工鱼礁和增殖放流为主,通过制定法律、规划和计划等推进海洋牧场的规模化建设<sup>[25-34]</sup>。1999年日本开发研制了礁体高30 m的高层鱼礁。至1997年全球有64个国家开展海洋物种增殖活动,涉及的种类有180种<sup>[35]</sup>。截至2000年,韩国建成的人工鱼礁区面积为18 542 hm<sup>2</sup>,美国建成的人工鱼礁区超过2 400处。2001年至今,国外诸多国家出台了相关措施促进海洋牧场建设,人工鱼

礁的功能逐渐从单一诱鱼捕捞功能向资源养护和生境修复功能转变,海洋牧场逐渐向生态化转变。挪威、日本、韩国和欧盟等通过制定《海洋牧场法》《水产基本法》《水产基本计划》《小规模海洋牧场推进计划》《海洋基本计划》《欧洲海洋生物技术路线图》等海洋牧场相关法律或计划,推进海洋牧场高质量建设和渔业可持续发展<sup>[36-38]</sup>。通过立法和制定计划的方式,规范和推进生态化海洋牧场建设,海洋牧场研究开始向深水区域拓展,开展了基于营造上升流以提高海域生产力为目的的海底山脉生态学研究<sup>[39-40]</sup>,同时在水深超过 100 m 海域开展了以诱集和增殖中上层鱼类及洄游性鱼类为主的大型、超大型鱼礁的研发<sup>[41]</sup>。截至 2017 年,日本近岸超过 12% 的渔业海域面积已建有人工鱼礁区,共建成人工鱼礁群 5 886 座,用海面积  $4.67 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,建造投放人工鱼礁空方量为  $5.396 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。截至 2018 年,韩国已建设海藻场 7 689  $\text{hm}^2$ ,并计划到 2030 年共建设 35 000  $\text{hm}^2$  海藻场,恢复沿岸生态系统。

## 1.2 国内海洋牧场

在我国有关海洋牧场的概念最早由朱树屏研究员于 1947 年提出,他认为“水即是鱼类的牧场”,并在 1963 年提出了“海洋农牧化”的概念<sup>[42]</sup>;曾呈奎等于 1965 年提出“使海洋成为种植海藻和贝类的农场,养鱼、虾的牧场”的观点<sup>[43]</sup>,1978 年提出发展中国海洋水产生产必须要走“农牧化”道路的观点<sup>[44]</sup>。

20 世纪 30 年代,浙江和江苏在沿海开展了鱼类增殖放流和标志放流试验并逐步推广<sup>[45-46]</sup>。1979 年广西钦州地区投放了我国第一组试验性单体人工鱼礁,标志着我国开始对海洋牧场建设进行实践探索<sup>[47]</sup>,此后逐步开展人工鱼礁试验投放及相关技术研究。1983 年冯顺楼<sup>[48]</sup>将人工鱼礁建设引入海洋牧场,提出以人工鱼礁为基础建设海洋牧场。1984 年人工鱼礁被列于国家开发项目,以人工鱼礁为基础,结合人工藻场、人工鱼苗放流,试验性建设海洋牧场<sup>[49]</sup>。20 世纪 90 年代,全国人工鱼礁建设由于缺乏资金和管理经验等多种原因而中断<sup>[50-51]</sup>。进入 21 世纪,我国再次掀起了人工鱼礁建设的热潮<sup>[52-53]</sup>,全国各沿海城市均积极开展海洋牧场建设、人工鱼礁建设和增殖放流等活动<sup>[54]</sup>,自此我国海洋牧场建设进入全面发展阶段。自 2009 年起,我国逐步完善海洋

牧场建设管理技术等相关标准,为我国海洋牧场规范化建设和管理提供指引。《国务院关于促进海洋渔业持续健康发展的若干意见》《海洋牧场分类》《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017—2025)》和《国家级海洋牧场示范区管理工作规范(试行)》等规范和标准的颁布,助推我国海洋牧场建设。2015 年起,农业农村部组织开展国家级海洋牧场示范区的创建工作。2021 年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》特别提出了“建设海洋牧场,发展可持续远洋渔业”的目标;同年,我国发布了首个海洋牧场国家标准《海洋牧场建设技术指南》(GB/T 40946-2021)<sup>[55]</sup>。

经过多年发展,截至 2022 年 6 月,我国已建立 153 个国家级海洋牧场示范区,海域面积 2 506.95  $\text{km}^2$ ,其中养护型海洋牧场示范区 42 个、增殖型海洋牧场示范区 87 个、休闲型海洋牧场示范区 24 个(表 1)。

表 1 我国沿海地区的国家级海洋牧场示范区建设情况

Table 1 Construction of national marine ranching demonstration areas in coastal areas of China

序号 No.	沿海地区 Coastal areas	增殖型 数量(个) Number of proliferative type	养护型 数量(个) Number of protective type	休闲型 数量(个) Number of recreational type	合计 Total	用海面积 Sea area ( $\text{km}^2$ )
1	山东省	41	0	18	59	434.29
2	辽宁省	27	6	1	34	256.01
3	河北省	18	1	0	19	98.68
4	广东省	0	15	0	15	1250.45
5	浙江省	0	10	1	11	170.93
6	广西壮族自治区	0	3	1	4	167.79
7	海南省	0	2	2	4	4.62
8	江苏省	1	2	0	3	77.79
9	福建省	0	1	1	2	8.39
10	上海市	0	1	0	1	14.40
11	天津市	0	1	0	1	23.60
合计 Total		87	42	24	153	2560.95

## 2 广东海洋牧场发展现状

广东地处我国大陆最南部,海域面积 42 万  $\text{km}^2$ ,海岸线长 4 114.3  $\text{km}$ 、居全国首位<sup>[56]</sup>;有岛礁 1 963 个,总面积 1 513.2  $\text{km}^2$ ,海岛岸线长 2 378.1  $\text{km}$ ,具有良好的海洋牧场建设基础。但 20 世纪 70 年代起近海渔业资源衰退,广东积极

探索资源养护和渔业增殖措施,1981年开展了人工鱼礁建设试点。

广东建设海洋牧场发展可概括为以下3个阶段:单纯的人工鱼礁和增殖放流阶段(1981—1989年)、人工鱼礁建设与增殖放流相结合阶段(1990—2013年)、大型人工鱼礁示范区和海洋牧场示范区建设阶段(2014年至今)。

### 2.1 单纯的人工鱼礁和增殖放流阶段

1981年广东在大亚湾投放悬浮式人工鱼礁进行试验研究<sup>[57]</sup>;1981—1987年,在惠阳、南澳、深圳、电白、湛江等市县开展人工鱼礁建设试点工作<sup>[58]</sup>。1983年中央在粤单位中国水产科学研究院南海水产研究所冯顺楼专家向中央提出“建设人工鱼礁,开创我国海洋渔业新局面”的建议,时任中央领导于1983年12月21日、1984年3月1日、1984年3月8日相继作出了3次重要批示,以广东为起点推动了全国人工鱼礁建设工作。1984—1985年,广东开展南澳人工鱼礁建设,效果评价表明,礁区浮游生物量为附近水域的2.9倍、渔获产量是附近非礁区海域产量的6.6倍<sup>[59]</sup>。1985年广东开始进行海洋增殖放流,在珠江口和湛江海域开展中国对虾、长毛对虾和墨吉对虾放流试验;1986—1988年对虾放流试验范围扩大到惠州、珠海、汕尾等地区,1989年对虾放流在全省沿海地区推广<sup>[60]</sup>。

### 2.2 人工鱼礁建设与增殖放流相结合阶段

20世纪90年代,全国人工鱼礁建设处于停滞阶段。1994年起,放流品种逐渐丰富,有鱼类4种、虾类3种、贝类3种和棘皮类1种。1997年广东在大亚湾开展了黑鲷和真鲷的标志放流试验研究。从2000年开始,为了避免捕捞活动影响放流苗种成活率,广东增殖放流统一在休渔期间进行。2000—2001年,广东在阳江市双山海域、珠海东市东澳海域采用废旧船体、钢筋混凝土等礁体,开展人工鱼礁投放建设试验域,成为重启人工鱼礁建设的省份。2001年广东省第九届人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过《广东省人大常委会关于建设人工鱼礁保护海洋资源环境的决议》议案,决定于2002—2011年在广东沿岸海域建设50座生态和准生态型人工鱼礁<sup>[61]</sup>,广东成为国内首个以人大议案形式推动大规模人工鱼礁建设的省份。2006年国务院发布《中国水生生物资源养护行动纲要》,提出渔业资源增殖

措施是增殖放流、人工鱼礁和海洋牧场,广东开始实施以大规模人工鱼礁建设为基础、以增殖放流为补充的海洋牧场建设。广东坚持人工鱼礁建设与增殖放流同步开展,为放流生物和野生生物繁衍生息提供了良好栖息环境,形成了以海洋牧场建设为主要载体的渔业生态修复高效模式,有效提高了水生生物增殖放流成效。2013年广东已扩建省、市级苗种增殖放流基地5个,实施“一礁区配置一艘执法船”进行人工鱼礁区管理。

### 2.3 大型人工鱼礁示范区和海洋牧场示范区建设阶段

2014年广东省人大常委会批准的省人民政府《关于建设人工鱼礁保护海洋资源环境议案办理情况的报告》提出,“建设人工鱼礁保护海洋资源环境是一项长期而艰巨的任务,议案结案后,各级人民政府和各有关部门要认真总结经验,巩固来之不易的议案办理成果,确保力度不变、政策不退、投入不减、扶持到位”。据此,2015年广东省财政投资1.5亿元启动了首批“大型人工鱼礁示范区建设项目”,确定将惠州东山海、珠海庙湾和茂名电白放鸡岛海域作为广东首批大型人工鱼礁示范区的建设海域。

多年来广东高度重视海洋牧场建设,坚持把海洋牧场建设作为保护海洋生物资源、转变渔业发展方式、提高渔民收入的重要举措,大力打造蓝色粮仓。2015—2022年,广东获批建设珠海万山海域、汕尾龟龄岛东海域、汕头南澳岛海域、汕尾遮浪角西海域、陆丰金厢南海域、阳江山外东海域、茂名大放鸡岛海域、遂溪江洪海域、湛江硇洲岛海域、珠海外伶仃海域、深圳大鹏湾海域、惠州小星山海域、阳西青洲岛风电融合海域、吴川博茂海域、阳江南鹏岛海域等15个国家级海洋牧场示范区。截至2022年6月,广东已建成国家级水产原良种场5个,省级水产原良种场64个,部、省级渔业主管部门直属的资源增殖(保护)站(中心)6个,基本形成了“国家级遗传育种中心—国家级良种场—省级良种场—增殖站”四级增殖放流苗种供应体系;已可通过全人工繁殖支撑增殖放流的海洋经济物种有40余种,海洋鱼类、虾类年度苗种生产量分别约2.7亿尾、268.5亿尾,海洋贝类、海参海胆鲍鱼等海珍品年度苗种生产量分别约103.5亿粒、10.3亿粒。

经过40多年的建设,目前广东已有生态型人

工鱼礁区 50 座、已建面积 237.723 km<sup>2</sup>；大型人工鱼礁示范区 3 个、建礁面积 10.080 km<sup>2</sup>，建造投放礁体 45 万空 m<sup>3</sup>；地方人工鱼礁区 1 座，建礁面积 1.430 km<sup>2</sup>，建造投放礁体 27.78 万空 m<sup>3</sup>。广东已有的 15 个国家级海洋牧场示范区（表 2）

均为养护型，面积合计 1 250.45 km<sup>2</sup>，占全国养护型海洋牧场示范区总数（42 个）的 35.71%，拟建礁 127.62 万空 m<sup>3</sup>，海藻场面积 92.21 hm<sup>2</sup>，增殖放流各类水生生物 54 亿尾（粒、只）。

表 2 广东省国家级海洋牧场示范区建设情况  
Table 2 Construction of national marine ranching demonstration areas in Guangdong Province

序号 No.	示范区名称 Name of demonstration area	批复年份 Year of approval	用海面积 Sea area (km <sup>2</sup> )	投礁量 (万空 m <sup>3</sup> ) Volume of artificial reef ( × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	海藻场面积 Algae field area (hm <sup>2</sup> )	生态类型 Ecological type
1	广东省万山海域国家级海洋牧场示范区	2015 年(第 1 批)	312.00	6.27	13.34	养护型
2	广东省龟龄岛东海域国家级海洋牧场示范区	2015 年(第 1 批)	20.28	6.51	26.68	养护型
3	广东省南澳岛海域国家级海洋牧场示范区	2016 年(第 2 批)	30.00	5.50	13.34	养护型
4	广东省汕尾遮浪角西海域国家级海洋牧场示范区	2016 年(第 2 批)	21.00	5.30	13.34	养护型
5	广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区	2017 年(第 3 批)	32.00	4.90	0	养护型
6	广东省阳江山外东海域国家级海洋牧场示范区	2017 年(第 3 批)	68.00	4.70	0	养护型
7	广东省茂名市大放鸡岛海域国家级海洋牧场示范区	2017 年(第 3 批)	33.08	5.99	0	养护型
8	广东省遂溪江洪海域国家级海洋牧场示范区	2017 年(第 3 批)	67.00	3.84	6.25	养护型
9	广东省湛江市硃洲岛海域国家级海洋牧场示范区	2018 年(第 4 批)	4.38	4.26	6.00	养护型
10	广东省珠海市外伶仃海域国家级海洋牧场示范区	2018 年(第 4 批)	9.83	3.80	6.25	养护型
11	深圳市大鹏湾海域国家级海洋牧场示范区	2018 年(第 4 批)	7.48	2.76	0	养护型
12	广东省惠州小星山海域国家级海洋牧场示范区	2019 年(第 5 批)	9.60	2.85	0	养护型
13	广东省阳江青洲岛风电融合海域国家级海洋牧场示范区	2019 年(第 5 批)	497.30	40.80	4.00	养护型
14	广东省吴川博茂海域国家级海洋牧场示范区	2019 年(第 5 批)	19.40	2.57	3.00	养护型
15	广东省阳江南鹏岛海域中广核国家级海洋牧场示范区	2021 年(第 7 批)	119.10	27.56	0	养护型
合计 Total			1250.45	127.62	92.21	-

### 3 广东海洋牧场科技需求

#### 3.1 海洋牧场选址

海洋牧场建设海域需为重要渔业水域，竞争生物和敌害生物较少，适宜藻类移植以及增殖放流生物栖息、繁育和生长。广东海洋牧场建设以人工鱼礁为主要内容，所用人工鱼礁基本为钢筋混凝土结构，单个礁体重量约为 50 t。人工鱼礁需投放至海底，对海底地地质结构有一定要求。因此，合适的选址是海洋牧场建设的前提。广东海洋牧场尚存在开发建设选址依据不足和生态系统承载力判断依据不足等问题，选址技术需进一步完善以提高海洋牧场建设的科学性，包括对海洋牧场建设选址的生态基础评价、选址原则和影响因素、生态承载力等方面研究；结合工程学、海洋生物学、物理海洋学，从海底地形、地质结构、水文、水质、规划相符性等方面研究人工鱼礁海洋牧场选址技术；研发资源环境调查综合评估与生态系统承载力评估技术、开发建设适宜性选址技术，进行海洋牧场资源环境大数据分析模型建

立与验证，掌握海域资源环境现状、开发建设选址适宜性条件参数和生态系统承载力水平，建立指标特征化、直观化和预警等级化的海洋牧场生态系统承载力评估与开发建设适宜性选址技术，合理进行海洋牧场开发建设选址，充分开发生态系统可载潜力，有效预防和破解海洋牧场选址依据不足和生态系统超载等问题。

#### 3.2 海洋牧场生态过程与机制

海洋牧场是一种新型渔业模式，自水面至海底可形成“水上水下设施—渔业生物—生态环境”的立体开发模式，其宗旨是修复生境、养护渔业资源、促进三产融合。在满足海域生态承载力、适度开发以达到中度干扰等前提下，海洋牧场才可实现高质量建设、可持续发展和最佳生态效益，揭示海洋牧场海域小尺度生态过程和机制、生态系统结构功能解析和生态调控机制等对高质量建设海洋牧场尤为重要。目前广东海洋牧场生态过程与机制研究薄弱，部分地方海洋牧场建设出现同质化或低质化倾向。识别海洋牧场生态系统关

键要素及其影响因素,掌握生境退化、渔业资源衰退与食物网退化的共性技术参数,分析海洋牧场食物网生态效率与食物网流动损耗率、增殖生物补充率与野生生物自然增长率,探索干扰海洋牧场生态系统的影响因子和制约恢复的约束条件,解析海洋牧场生态系统演变机理、海洋牧场生态调控机制、碳汇增汇途径,高标准设计海洋牧场建设目标、建设内容、建设方式、均衡布局和产业开发模式,合理确定海洋牧场建设类型和规模,实行特色化和差异化建设,可有效解决海洋牧场高质量构建和可持续利用的问题。

### 3.3 海洋牧场智能监测与预报预警

及时、准确、全面地监测海洋牧场海域生态环境、渔业生物等情况,相关数据信息是海洋牧场建设效果评价、实时状态掌握和保护管理的基础数据依据。目前广东海洋牧场缺乏有效的监测系统,对信息化、智能化和数字化的监测评估技术与装备需求迫切,但智能监测与预报预警系统技术研究薄弱、技术与装备缺乏。完善海洋牧场“环境采测—资源探捕—声学调查—遥感监测”技术,研制基于物联网技术的水体环境在线监测系统、生物及生物群落状态远程可视化观测系统,研发基于环境参数与生物参数的预报预警决策系统,利用数据处理系统和分析技术,建立具有海量数据处理的广东海洋牧场数据库,构建广东海洋牧场数字化平台,推进广东海洋牧场监测评估可视化、智能化、信息化系统建设。

## 4 广东海洋牧场发展存在问题

### 4.1 海洋牧场管理机制不完善

海洋牧场要发挥渔业资源养护作用,实现可持续和长远效益,就需要对其资源养护、生产及相关活动进行科学管理<sup>[62]</sup>。目前,广东海洋牧场管理机制尚不完善,统筹布局不足,在海洋牧场规划布局、礁区选址、建设规模、生物选择、环境承载力等方面还缺乏科学的论证。广东尚未颁布海洋牧场建设规划,与山东、海南、广西、辽宁等地相比,在规划层面缺乏统筹。广东海洋牧场建设均为养护型,得到的支持还处于建设阶段的支持,由于缺乏相关规范和有关制度的指引和管理,海洋牧场建成后的管理维护不完善。而因管理资金有限,海洋牧场建设后的资源环境跟踪监测、运营维护等保障存在困难,难以对海洋

牧场建设进行科学评估,已建礁区缺乏必要维护,导致海洋牧场的长期效益得不到完全发挥。

### 4.2 发展理念和认识不统一

海洋牧场的建设是一项复杂的系统工程,涉及多个学科领域。目前广东在管理层面、科研层面和从业层面,对海洋牧场的理解仍然存在较大分歧,导致广东海洋牧场产业发展聚焦目标发散,在制定海洋牧场管理策略、技术攻关和经营模式等方面偏离了海洋牧场建设的初衷。在管理层面,仍有将海洋牧场等同于网箱养殖的理解,尚未认识到海洋牧场对推进渔业资源养护和渔业转型的重要意义和作用,不利于广东统筹加快推进海洋牧场建设;在科研层面,缺乏总体观念和系统开发思维,现有技术分散,难以有效支撑广东海洋牧场建设和开发利用;从业者对海洋牧场的理解过于偏重经济效益而忽视其生态效益,从而未能充分发挥海洋牧场资源养护增殖、生态保护修复、渔业转型升级和三产融合发展的效益。

### 4.3 用海海域权责不清

目前,广东海洋牧场发展特色不突出、趋同性强,缺乏休闲渔业等下游产业开发和产品开发,经营主体基本为政府部门,企业参与度低。究其原因,是由于广东海洋牧场海域权责不清引起的。产权明晰是确保广东海洋牧场建设的重要因素之一,广东海洋牧场建设资料基本上全部来自政府投入,而海洋牧场既是公益性项目又是经济效益性项目,广东省现行的相关法律、法规、政策缺乏海洋效益方面的规定,致使目前广东海洋牧场在效益和收益方面存在矛盾,海域难以确权给企业,致使企业参与积极性不高。

### 4.4 建设技术标准和规范缺乏

广东海洋牧场的建设理论和技术标准体系尚未建立。目前广东虽然已出台《广东省人工鱼礁建设技术规范》《广东省人工鱼礁建设效果调查评价技术规程》等技术规范,但在实践中并没有形成统一、科学、细致、全面的建设标准支撑高规格海洋牧场和人工鱼礁建设。如全省海洋牧场布局缺乏科学规划,海洋牧场建设选址缺乏标准;增殖种类配比和规模缺乏技术支撑,实践中增殖种类单一,生物群落结构简单;海藻场、海草床、贝床等生态功能发挥不足。

### 4.5 科技化程度低

目前,广东虽然在海洋牧场生境营造、生态

承载力评估和人工鱼礁建设等方面取得了进展,但一些关键技术尚未突破,不能为海洋牧场的高效科学建设和管理提供全面系统的科技支撑,如牧化种类的行为控制和追踪技术、渔业资源动态预测技术、海洋牧场可持续产出预测技术、大数据平台和预报预警技术、海洋牧场效果评估技术、适应高海况的新型人工鱼礁开发技术等。

#### 4.6 产业化开发受限

海洋牧场产业开发应以海洋牧场为核心,推进渔业五大产业的发展,融合文化、旅游、制造、互联网等产业,实现一、二、三产业的协同融合。目前,广东海洋牧场产业化程度低,企业参与度低、产业链不完整、无品牌化产品、市场不健全。究其原因,一是无积极的市场引导,由于海洋牧场前期投入较大且属于长期效益,无政策扶持和市场引导则参与的企业较少,无法促进市场成熟;二是受有关管理规定和用海权属限制,广东省人大议案人工鱼礁区均为生态公益型礁区,根据《广东省人工鱼礁管理规定》有关条文规定,无法实施开发经营活动,广东海洋牧场建设中责权不清的问题导致建设主体错位、管护难、开发难。

### 5 国内外海洋牧场典型案例对广东的启示

#### 5.1 日本濑户内海海洋牧场

濑户内海是日本沿岸最大的产卵繁殖水域,也是日本增殖型渔业的开发试验海域。1955—1958年,濑户内海开始投放人工鱼礁,1963年成立国家栽培渔业中心,在濑户内海开展栽培渔业试验,以此作为海洋牧场建设的开端。日本通过制定《濑户内海环境保护特别措施法》等法律将人工鱼礁建设纳入法律条文,使濑户内海海洋牧场建设和管理有法可依<sup>[63]</sup>。日本在濑户内海的大分县建立了5个真鲷音响驯化性海洋牧场,在冈山县建立了高岛—白石岛海洋牧场,通过投放人工鱼礁和建设海藻场改善渔业生物栖息场,同时利用音响驯化设备对牧化对象进行驯化管理。2015年日本在濑户内海实施 Satoumi 计划<sup>[64]</sup>,即增强海洋牧场海域水体的初级生产力和各种群补充量,通过生物溢出效应恢复海域生态系统。

人工鱼礁建设费用由中央和地方共同承担。人工鱼礁区建成后,由所在县出资购买,使用权归当地渔业协会。濑户内海建立海洋牧场的区域,由当地渔民协会自行采取管理措施。每年在人工

鱼礁区实施增殖放流,并开展相关基础调查和效果评估工作。投放人工鱼礁和增殖放流对象物种后,通过音响驯化技术促进目标鱼类滞留在海洋牧场区域。濑户内海海洋牧场技术目前仍处于发展中,研究主要方向为渔场生境构建技术、资源生物管理技术、生物繁育技术、生物工程和电子工程技术等,并将承载力评估、人工鱼礁建设、增殖放流、牧化种行为控制驯化等技术融入海洋牧场管理体系。

#### 5.2 山东海洋牧场

山东2005年启动“渔业资源修复行动计划”<sup>[65]</sup>;2014年实施“海上粮仓”战略<sup>[66]</sup>;2015年启动海洋牧场观测网建设<sup>[67]</sup>;2016年实施岸基“四个一”(一个展示厅、一个监控室、一个研究院、一个体验馆)建设<sup>[68]</sup>;2017年开始多功能海上平台建设,同年制定实施《山东省海洋牧场建设规划(2017—2020年)》;2018年印发《山东省海洋牧场示范创建三年计划(2018—2020年)》,旨在提升山东海洋牧场建设的标准和信息化水平;2019年印发《山东省现代化海洋牧场建设综合试点方案》,提出现代化海洋牧场信息化和智能化的建设方案。

山东先后出台了《山东省人工鱼礁管理办法》《人工鱼礁建设本底调查技术规范》《生态型人工鱼礁建设技术规范》《海洋牧场平台试点管理暂行办法》《山东省休闲海钓管理暂行办法》《海洋牧场平台试点管理暂行办法》《山东省海洋牧场观测网管理暂行办法》《海洋牧场建设规范》等管理制度和技术标准。山东海洋牧场建设注重海洋工程装备研发、信息化观测网络、旅游休闲产品开发,依托海洋牧场不断延伸产业链,三产融合发展走在全国前列。围绕海洋牧场,山东工程制造业、信息化产业、休闲产业、文化服务业、海洋食品加工业等蓬勃发展,海洋牧场内也建造有众多配套设施,包括海上摘体验区、海上牧场观光体验区、海上餐饮宴会厅、岸上配套服务等相关设施,注册了“渔夫垂钓”“好当家”“荣成海鲜”等一批品牌,形成了以海洋牧场为核心的经济新业态。截至2022年6月,山东建有省级以上海洋牧场示范创建项目129处,总面积达9.0万hm<sup>2</sup>,累计建设人工鱼礁1930万空m<sup>3</sup>,其中国家级海洋牧场示范区59个,占全国国家级海洋牧场示范区总数的38.6%,其中增殖型海洋牧

场 41 个、休闲型海洋牧场 18 个。

### 5.3 对广东海洋牧场建设的启示

**5.3.1 注重顶层设计** 日本濑户内海和我国山东海洋牧场的建设坚持高点谋划, 出台创新政策, 完善建设推进机制, 编制了相关法律和规划, 从法律层面保障了海洋牧场建设, 从顶层明确提出海洋牧场的发展方向, 从而奠定了海洋牧场快速发展的基础。广东应结合自身资源环境禀赋, 吸收融汇日本濑户内海、我国山东等国内外海洋牧场建设的成功经验, 注重顶层设计, 积极建立可行的试点方案, 优化现代化海洋牧场建设试点项目立项, 建立完善的工作协调机制, 组织和保障重点项目顺利实施, 有效助力广东现代化海洋牧场建设。

**5.3.2 坚持市场主导** 濑户内海当地渔民协会自行采取管理海洋牧场的措施; 山东海洋牧场建设坚持市场化, 59 个国家级海洋牧场示范区没有养护型, 都为增殖型、休闲型, 市场化程度较高, 市场占主体地位, 企业在海洋牧场中获得可观的经济收益, 进一步推动企业投入, 海洋牧场建设处于良性循环中, 进而促进海洋牧场的健康发展。鉴于此, 广东在海洋牧场建设中应遵循“市场主导、政府引导”的基本原则, 充分发挥市场在资源配置中的决定性作用, 明确企业在海洋牧场建设中的主体地位, 政府给予必要的引导支持, 同时完善相关规章制度, 构建权属清晰、责任明确、管理规范、保障有力、运转高效的建设管理机制, 实现广东海洋牧场的市场化运作。

**5.3.3 创新建设模式** 濑户内海海洋牧场技术仍在持续创新, 近年通过研发巨型人工鱼礁, 逐渐向深海探索建设海洋牧场, 也逐渐将技术融入管理体系中。山东海洋牧场建设以企业为主, 大力打造并推行“龙头企业+合作社+渔户+科研单位”的海洋牧场合众发展模式。在政府的政策和项目支持下, 龙头企业发挥带头作用, 联合渔民、养殖户、渔业企业等主体的确权海域形成连片的集中海域, 实现互利共赢。基于广东区域自然、经济环境的差异, 在提升原有类型海洋牧场发展的基础上, 应积极创新建设模式, 积极探索海洋牧场与海上风电融合发展以及堤坝礁海洋牧场建设新模式; 发挥好海洋牧场的平台集成作用, 推动与旅游观光、休闲垂钓等产业融合发展; 发展好渔家乐等综合性休闲渔业, 不断拓宽渔民增收

渠道, 促进海洋牧场融合发展。

**5.3.4 加大科技支撑** 山东拥有海洋牧场领域省级以上科研机构约 20 家, 主要研究内容为海洋牧场选址<sup>[69]</sup>、生态容量<sup>[70]</sup>、生物增殖<sup>[71]</sup>、工程装备<sup>[72]</sup>、监测物联网<sup>[73]</sup>、三产融合<sup>[74-75]</sup>等。山东海洋牧场研究涵盖了建设前期的基础研究, 建设中的生物增殖和管控以及建设后的开发利用。广东应加大科技创新力度, 提升科技支撑能力, 发挥广东涉海、涉渔科研院所和高校的科技力量优势, 设立海洋牧场重大科研专项, 开展海洋牧场专题研究, 突破人工鱼礁建造及布放、增殖放流、休闲渔业、牧场监测与管理等关键技术, 加快前沿技术转化, 提升广东现代化海洋牧场发展水平。

## 6 广东海洋牧场发展对策

目前及今后一段时期, 是广东大力建设现代化海洋牧场的时期, 应坚持生态优先、创新驱动、技术先导、示范带动的基本原则<sup>[76]</sup>, 实现安全、高效、智能化、现代化的海洋牧场资源养护和生态环境保护, 以智能化实现现代化, 以信息化带动产业化。

### 6.1 坚持生态优先, 加强多部门统筹协调

海洋牧场的建设必须坚持生态优先<sup>[77]</sup>。在现有捕捞和养殖业面临诸多问题的背景下, 建设海洋牧场必须重视生境修复和资源恢复, 科学评估海域生态承载力, 根据生态容量确定合理规模。在海洋牧场运营中, 杜绝开发不利于海洋生态环境和资源的项目。

海洋牧场的建设涉及发改、财政、海事、渔业、环保等多个部门。建议由广东省人民政府协调, 由海洋渔业主管部门牵头, 联合涉及的多个部门, 统筹推进海洋牧场建设工作; 切实将海洋牧场建设纳入广东海洋经济发展和海洋生态文明建设的重点工作中。

### 6.2 创建有利于市场化运作的管理模式

广东海洋牧场以公益性为主, 由政府主导建设和管理, 管护主要依赖地方渔业、渔政等部门, 因人力、物力有限, 后续管理效果不佳。由政府投资建设的海洋牧场属于公共财产, 易导致“公地悲剧”。从管理层面, 应打破目前广东省海洋牧场管理状态, 按照“政府引导、行业联动、社会承担”的管理方式, 积极引导地方团体(如

村委会、协会、企业等)承担起海洋牧场后期的管理维护,充分调动市场资源、资本和相关主体的积极性。积极引导渔民以合适方式参与到海洋牧场的建设和管护中,并充分保障当地渔民的权益。通过制定优惠政策等方式,积极引入有实力、有担当的企业投入到海洋牧场的建设、开发和管护中。

### 6.3 突破海域权属问题

海洋牧场的建设规模大、投资高,应在政府主导下引进更多人员和资金的投入,以加快海洋牧场的建设。若要积极引入社会团体承担海洋牧场的投资、运营和管理,亟需明确海域与资源权属分配的问题,明确海洋牧场海域产权并保障权益;建立产权清晰的管理制度,可实行“谁投资、谁受益、谁管理”的方式;同时必须建立有利于环境保护的产权管理体制,使生产者 and 环境保护者的利益一体化。

### 6.4 建立广东海洋牧场建设技术标准体系

目前广东海洋牧场的建设还比较依赖人工鱼礁、增殖放流等技术体系,没有形成独立的技术体系,技术储备不足,缺乏一套完整的海洋牧场行业标准。广东建设现代化海洋牧场仍有许多科技问题亟待突破,这需要凝聚多学科专业知识和技术制定统一的技术标准和操作规范,确保广东沿海各地海洋牧场建设科学、规范、有序开展。在开展海洋牧场建设标准分类研究的基础上,对分歧较小、相对成熟的技术手段抓紧制定标准或规范,对基础薄弱但严重制约海洋牧场效果发挥的环节,可以先行制定技术指南,加强技术引导。

### 6.5 加强广东海洋牧场建设的基础和关键共性技术研究

整合广东科研院所、高校、相关企业等科研力量,集中优势、统一认识,攻克广东海洋牧场建设和产业发展亟需解决的技术难题,提升广东海洋牧场创新能力,形成广东海洋牧场综合开发建设的技术模式、产业化示范区和研究基地,有效支撑广东海洋牧场发展。

### 6.6 因地制宜建立广东海洋牧场产业化模式

广东优良海湾约 200 个,滩涂面积 2 042.7 km<sup>2</sup>,风能、海洋能等资源丰富,具有较大的开发潜力<sup>[78]</sup>。结合广东沿海自然资源禀赋、产业基础、经济基础,围绕海洋牧场建设资源养护的主线,推进以海洋牧场区域性综合开发,试点建设海洋

牧场观测平台,支持建设一批公益性和经营性相结合、休闲渔业和生态旅游相结合、水上平台和水生生物可监测、鱼贝藻养殖立体化的海洋牧场示范区。加快补齐海洋牧场发展短板,构建以企业为主体的海洋牧场建设管护和产业开发长效机制,推动建立以企业为主体的投融资机制,激发企业投资建设海洋牧场、带动渔民转产增收的积极性,打造完善“海洋牧场+深水网箱、海洋牧场+海上风电、海洋牧场+休闲渔业”多产业融合发展模式<sup>[79]</sup>,推进特色化、品牌化、差异化发展,形成权属清晰、责任明确、管理规范、保障有力、运转高效、公平惠益兼具广东特色的现代化海洋牧场高质量发展模式。

#### 参考文献 (References):

- [1] 同春芬,夏飞. 供给侧改革背景下我国海洋渔业面临的问题及对策[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2017(5):26-29. DOI: 10.16497/j.cnki.1672-335x.2017.05.004.  
TONG C F, XIA F. Problem and solutions in China's marine fishery against the background of the supply-side reform [J]. *Journal of Ocean University of China (Social Sciences)*, 2017(5):26-29. DOI: 10.16497/j.cnki.1672-335x.2017.05.004.
- [2] 章守宇,周曦杰,王凯,林军,赵静,赵旭,郭禹,刘书荣,程晓鹏. 蓝色增长背景下的海洋生物生态城市化设想与海洋牧场建设关键技术研究综述[J]. 水产学报, 2019, 23(1):81-96. DOI: 10.11964/jfc.20180211193.  
ZHANG S Y, ZHOU X J, WANG K, LIN J, ZHAO J, ZHAO X, GUO Y, LIU S R, CHENG X P. Review of marine livestock ecological urbanization hypothesis and marine ranching construction key-technology against blue growth background [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2019, 23(1):81-96. DOI: 10.11964/jfc.20180211193.
- [3] 杨红生. 我国海洋牧场建设回顾与展望[J]. 水产学报, 2016, 40(7):1133-1140. DOI: 10.11964/jfc.20160510386.  
YANG H S. Construction of marine ranching in China: reviews and prospects [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2016, 40(7):1133-1140. DOI: 10.11964/jfc.20160510386.
- [4] 张宛玉. 日本渔业发展历程对中国休闲渔业的启示 [J]. 农村经济与科技, 2020, 31(13):79-81. DOI: 10.3969/j.issn.1007-7103.2020.13.033.  
ZHANG W Y. Enlightenment of Japanese fishery development to Chinese recreational fishery [J]. *Rural Economy and Science-Technology*, 2020, 31(13):79-81. DOI: 10.3969/j.issn.1007-7103.2020.13.033.
- [5] 中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产标准化技术委员会. 海洋牧场分类 (SC T 9111-2017) [S]. 北京: 中国农业出版社, 2017.  
Fishery and Fishery Administration Bureau of the Ministry of

- Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, National Aquatic Product Standardization Technical Committee. Classification of marine ranching (SC T 9111-2017) [S]. Beijing: China Standards Press, 2017.
- [6] 王栋梁, 余景, 陈丕茂. 海洋牧场建设技术研究进展[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(6):7-11. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.06.003.  
WANG D L, YU J, CHEN P M. Progress of technologies in marine ranching construction [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(6):7-11. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.06.003.
- [7] 宋昱瑾, 田涛, 杨军, 刘敏, 吴忠鑫, 高东奎, 尹增强, 李晓钰. 海洋牧场背景下的休闲渔业旅游发展模式研究[J]. 海洋开发与管理, 2022, 39(1):110-116. DOI: 10.20016/j.cnki.hykyfjgl.2022.01.002.  
SONG Y J, TIAN T, YANG J, LIU M, WU Z X, GAO D K, YIN Z Q, LI XY. Study on the development model of recreational tourism under the background of marine ranching [J]. *Ocean Development and Management*, 2022, 39(1):110-116. DOI: 10.20016/j.cnki.hykyfjgl.2022.01.002.
- [8] 王宁, 田涛, 尹增强, 杨军, 吴忠鑫, 刘敏, 高东奎, 李晓钰. 景观视角下的海洋牧场多产业融合发展模式浅析[J]. 海洋开发与管理, 2021, 38(12):26-31. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9857.2021.12.004.  
WANG N, TIAN T, YIN Z Q, YANG J, WU Z X, LIU M, GAO D K, LI XY. The multi industry integration development mode of marine ranch from the perspective of landscape [J]. *Ocean Development and Management*, 2021, 38(12):26-31. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9857.2021.12.004.
- [9] 陈勇. 中国现代化海洋牧场研究与建设[J]. 大连海洋大学学报, 2020, 35(2):147-154. DOI: 10.16535/j.cnki.dlhyxb.2019-260.  
CHEN Y. Research and construction of modern marine ranching in China: a review [J]. *Journal of Dalian Ocean University*, 2020, 35(2):147-154. DOI: 10.16535/j.cnki.dlhyxb.2019-260.
- [10] 杨红生. 中国科学院“水域生态牧场”构建研究动态[J]. 科技促进发展, 2020, 16(2):130-131.  
YANG H S. Research trends on construction of “water ecological marine ranching” of the Chinese Academy of Sciences [J]. *Science & Technology for Development*, 2020, 16(2):130-131.
- [11] 贾文娟, 张孝薇, 闫晨阳, 李红志. 海洋牧场生态环境在线监测物联网技术研究[J]. 海洋科学, 2022, 46(1):83-89. DOI: 10.11759/hyxx20201110002.  
JIA W J, ZHANG X W, YAN C Y, LI H Z. Internet of things technology for online monitoring of marine ranch ecological environments [J]. *Marine Sciences*, 2022, 46(1):83-89. DOI: 10.11759/hyxx20201110002.
- [12] 王伟亭, 冯巍巍, 朱智林, 金维维. 基于激光偏振技术的海洋牧场水下成像技术研究[J]. 光子·激光, 2021, 32(6):581-586. DOI: 10.16136/j.joel.2021.06.0422.  
WANG W T, FENG W W, ZHU Z L, JIN W W. Research on underwater imaging technology of ocean ranch based on laser polarization technology [J]. *Journal of Optoelectronics · Laser*, 2021, 32(6):581-586. DOI: 10.16136/j.joel.2021.06.0422.
- [13] 王旭, 李雪艳, 岳峻, 贾世祥, 战超, 王庆. 遮板型开孔式正方体人工鱼礁流场特性数值研究[J]. 水资源与水工程学报, 2021, 32(5):158-165. DOI: 10.11705/j.issn.1672-643X.2021.05.21.  
WANG X, LI X Y, YUE J, JIA S X, ZHAN C, WANG Q. Numerical study on flow field characteristics of a novice open-aperture square artificial reef with shutter [J]. *Journal of Water Resources and Water Engineering*, 2021, 32(5):158-165. DOI: 10.11705/j.issn.1672-643X.2021.05.21.
- [14] 中华人民共和国国务院. 国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知[EB/OL]. (2006-02-14). [http://www.gov.cn/zwgk/2006-02/27/content\\_212335.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2006-02/27/content_212335.htm).  
The State Council of the People's Republic of China. Circular of the state council on the issuance of China's action outline for the conservation of aquatic biological resources [EB/OL]. (2006-02-14). [http://www.gov.cn/zwgk/2006-02/27/content\\_212335.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2006-02/27/content_212335.htm).
- [15] 史登福, 许友伟, 孙铭帅, 黄梓荣, 陈作志, 张魁. 广东海洋渔业资源可捕量评估[J]. 海洋渔业, 2021, 43(5):521-531. DOI: 10.13233/j.cnki.mar.fish.2021.05.002.  
SHI D F, XU Y W, SUN M S, HUANG Z R, CHEN Z Z, ZHANG K. Assessment of allowable catches of fishery resources in Guangdong waters [J]. *Marine Fisheries*, 2021, 43(5):521-531. DOI: 10.13233/j.cnki.mar.fish.2021.05.002.
- [16] 陈丕茂, 舒黎明, 袁华荣, 冯雪, 佟飞, 陈权, 陈钰祥, 于杰, 陈国宝, 余景, 曾雷, 黎小国. 国内外海洋牧场发展历程与定义分类概述[J]. 水产学报, 2019, 43 (9): 1851-1869. DOI: 10.11964/jfc.20190711887.  
CHEN P M, SHU L M, YUAN H R, FENG X, TONG F, CHEN Q, CHEN Y X, YU J, CHEN G B, YU J, ZENG L, LI X G. Review on development, definition and classification of marine ranching in domestic and overseas [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2019, 43 (9): 1851-1869. DOI: 10.11964/jfc.20190711887.
- [17] 刘同渝. 国内外人工鱼礁建设状况[J]. 渔业现代化, 2003(2): 36-37. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9580.2003.02.020  
LIU T Y. Construction of artificial reefs at home and abroad [J]. *Fishery Modernization*, 2003(2): 36-37. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9580.2003.02.020
- [18] 杨咨, 刘同渝, 黄汝堪. 中国人工鱼礁的理论与实践[M]. 广州: 广东科技出版社, 2005: 1-177.  
YANG L, LIU T Y, HUANG R K. Theory and practice of artificial reef in China [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 2005: 1-177.
- [19] 杨林林. 全球: 人工繁殖鲑鱼威胁野生鲑鱼生存[J]. 渔业信息与战略, 2012, 27(3): 249-250. DOI: 10.13233/j.cnki.fishis.2012.03.038.  
YANG L L. Worldwide Hatchery salmon threaten wild salmon survival [J]. *Fishery Information & Strategy*, 2012, 27(3): 249-250. DOI: 10.13233/j.cnki.fishis.2012.03.038.
- [20] 刘永峰. 日本鲑鳟的孵化技术[J]. 水产科学, 1986(1): 25-28. DOI: 10.16378/j.cnki.1003-1111.1986.01.009.  
LIU Y F. Hatching techniques of Japanese salmon trout

- [J]. *Fisheries Science*, 1986(1): 25–28. DOI: 10.16378/j.cnki.1003-1111.1986.01.009.
- [21] LEBER K M, KITADA S, BLANKENSHIP H L, SVÅSAND T. Stock enhancement and sea ranching: developments, pitfalls and opportunities, second edition [M]. Blackwell Pub Professional, 2004: 1–244.
- [22] 唐启升. 渔业资源增殖、海洋牧场、增殖渔业及其发展定位 [J]. 中国水产, 2019(5): 28–29.  
TANG Q S. Fishery resources multiplication, marine ranching, multiplication fishery and its development orientation [J]. *China Fisheries*, 2019(5): 28–29.
- [23] 陈心, 冯全英, 邓中日. 人工鱼礁建设现状及发展对策研究 [J]. 海南大学学报 (自然科学版), 2006, 24(1): 83–89. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1729.2006.01.015.  
CHEN X, FENG Q Y, DENG Z R. A studying on present situation of man-made reef constructions and its development countermeasures [J]. *Natural Science Journal of Hainan University*, 2006, 24(1): 83–89. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1729.2006.01.015.
- [24] 王篮仪, 黄叶余. 海洋牧场的监测研究 [J]. 科技创新与应用, 2019(6): 71–72. DOI: 10.3969/j.issn.2095-2945.2019.06.027  
WANG L Y, HUANG Y Y. Research on the monitoring of marine ranching [J]. *Technology Innovation and Application*, 2019(6): 71–72. DOI: 10.3969/j.issn.2095-2945.2019.06.027
- [25] 王凤霞, 张珊. 海洋牧场概论 [M]. 北京: 科学出版社, 2018.  
WANG F X, ZHANG S. An introduction to marine ranching [M]. Beijing: Science Press, 2018.
- [26] 冯雪, 范江涛, 孙晓, 洪浩漳, 陈丕茂. 珠海外伶仃人工鱼礁对鱼类资源养护效果初步评估 [J]. 南方农业学报. 2021, 52(12): 3228–3236. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2021.12.005.  
FENG X, FAN J T, SUN X, HONG J Z, CHEN P M. The stock enhancement effect evaluation of artificial reef in Wailingding, Zhuhai [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2021, 52(12): 3228–3236. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2021.12.005.
- [27] 周燕侠, 余开. 建设海洋牧场 推动海洋渔业持续发展 [J]. 科学养鱼, 2012(12): 13–16.  
ZHOU Y X, YU K. The construction of marine ranching promotes the sustainable development of marine fishery [J]. *Scientific Fish Farming*, 2012(12): 13–16.
- [28] 刘卓, 杨纪明. 日本海洋牧场 (Marine Ranching) 研究现状及其进展 [J]. 现代渔业信息, 1995, 10(5): 14–18.  
LIU Z, YANG J M. The status and progress of marine ranching research in Japan [J]. *Modern Fisheries Information*, 1995, 10(5): 14–18.
- [29] THORPE J E. Salmon ranching [M]. London: Academic Press, 1980: 441.
- [30] 陆忠康. 我国海洋牧场 (Marine Ranching) 开发研究的现状、面临的问题及其对策 [J]. 现代渔业信息, 1995, 10(9): 6–12.  
LU Z K. Status, problems and countermeasures for exploitation and research of marine ranching in China [J]. *Modern Fisheries Information*, 1995, 10(9): 6–12.
- [31] 于培民, 张秀梅. 日本美国人工鱼礁建设对我国的启示 [J]. 渔业现代化, 2006(2): 6–7, 20. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9580.2006.02.002.  
YU P M, ZHANG X M. Enlightenment of artificial reef construction in Japan and America to China [J]. *Fishery Modernization*, 2006(2): 6–7, 20. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9580.2006.02.002.
- [32] 刘惠飞. 日本人工鱼礁建设的现状 [J]. 现代渔业信息, 2001, 16(12): 15–17. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8340.2001.12.005.  
LIU H F. The status of construction of artificial reef in Japan [J]. *Modern Fisheries Information*, 2001, 16(12): 15–17. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8340.2001.12.005.
- [33] 梁君, 毕远新, 周珊珊, 丰美萍. 刍议海洋牧场的概念和英文表达 [J]. 中国渔业经济, 2017, 35(2): 12–17. DOI: 10.3969/j.issn.1009-590X.2017.02.002.  
LIANG J, BI Y X, ZHOU S S, FENG M P. Primary study on the definition and english expression of marine ranching [J]. *Chinese Fisheries Economics*, 2017, 35(2): 12–17. DOI: 10.3969/j.issn.1009-590X.2017.02.002.
- [34] FAO inland water resources and aquaculture service, fishery resources division. Marine ranching: global perspectives with emphasis on the Japanese experience [R]. Rome: FAO Fisheries Circular, 1999.
- [35] LAIKRE L, SCHWARTZ M K, WAPLES R S, RYMAN N, TGW Group. Compromising genetic diversity in the wild: unmonitored large-scale release of plant and animals [J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 2010, 25: 520–529. DOI: 10.1016/j.tree.2010.06.013
- [36] 李苗, 罗刚. 韩国海洋牧场建设经验与借鉴 [J]. 中国水产, 2020(3): 26–28.  
LI M, LUO G. Experience and reference of Korea's marine ranching construction [J]. *China Fisheries*, 2020(3): 26–28.
- [37] 孙琛, 梁鸽峰. 欧盟的渔业共同政策及渔业补贴 [J]. 世界农业, 2016(6): 78–85. DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2016.06.014.  
SUN C, LIANG G F. Common fisheries policy and fishery subsidies of the European [J]. *World Agriculture*, 2016(6): 78–85. DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2016.06.014.
- [38] 牛艺博, 董利苹, 王金平, 曲建升. 国际海洋牧场技术发展态势及其启示 [J]. 世界科技研究与发展, 2020, 42(2): 160–171. DOI: 10.16507/j.issn.1006-6055.2020.04.005.  
NIU Y B, DONG L P, WANG J P, QU J S. Patent situation analysis on marine ranching technology using bibliometrics methods and its enlightenment [J]. *World Sci-Tech R & D*, 2020, 42(2): 160–171. DOI: 10.16507/j.issn.1006-6055.2020.04.005.
- [38] NAGAMATSU T, SHIMA N, テッオ ナガマツ, ナオフミ シマ. Experimental study on artificial upwelling device combined V-shaped structure with flexible underwater curtain [J]. *Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University*, 2008(55): 27–35.
- [40] NAKAYAMA A, YAGI H, FUJII Y, SANO T, TAKEDA M, OKANO T. Evaluation of effect of artificial upwelling producing structure on lower-trophic production using simulation [J]. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2 (Coastal Engineering)*, 2010, 66(1): 1131–1135. DOI: 10.2208/kaigan.66.1131.

- [41] 李永祺, 张鑫鑫. 对海洋生态学和生物海洋学的浅析[J]. 海洋与湖沼, 2021, 52(5): 1067–1074. DOI:10.11693/hyhz20210400081.  
LI Y Q, ZHANG X X. Cognition on marine ecology and biological oceanography [J]. *Oceanologia Et Limnologia Sinica*, 2021, 52(5): 1067–1074. DOI: 10.11693/hyhz20210400081.
- [42] 朱树屏. 朱树屏文集[M]. 下卷. 北京: 海洋出版社, 2007:1097–1098.  
ZHU S P. Zhu Shuping anthology [M]. Volume II. Beijing: Ocean Press, 2007: 1097–1098
- [43] 杨红生, 章守宇, 张秀梅, 陈丕茂, 田涛, 张涛. 中国现代化海洋牧场建设的战略思考[J]. 水产学报, 2019, 43 (4): 1255–1262. DOI: 10.11964/jfc.20190211670.  
YANG H S, ZHANG S Y, ZHANG X M, CHEN P M, TIAN T, ZHANG T. Strategic thinking on the construction of modern marine ranching in China [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2019, 43 (4): 1255–1262. DOI: 10.11964/jfc.20190211670.
- [44] 曾呈奎. 关于我国专属经济海区水产生产农牧化的一些问题[J]. 自然资源, 1979(1):58–64.  
ZENG C K. Some problems about agriculture and herding of aquatic production in exclusive economic sea area of our country [J]. *Resources Science*, 1979(1):58–64.
- [45] 周永东. 浙江沿海渔业资源放流增殖的回顾与展望[J]. 海洋渔业, 2004(2): 131–139. DOI: 10.3969/j.issn.1004–2490.2004.02.011.  
ZHOU Y D. The retrospection and prospect of releasing and enhancement of fishery resources in Zhejiang coastal waters [J]. *Marine Fisheries*, 2021, 52(5): 1067–1074. DOI: 10.3969/j.issn.1004–2490.2004.02.011.
- [46] 费鸿年, 张诗全. 水产资源学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990, 182–194.  
FEI H N, ZHANG S Q. Aquatic resource science [M]. Beijing: China Science and Technology Press, 1990:182–194
- [47] 李忠义, 林群, 李娇, 单秀娟. 中国海洋牧场研究现状与进展[J]. 水产学报, 2019, 43 (9): 1870–1880. DOI: 10.11964/jfc.20190311699.  
LI Z Y, LIN Q, LI J, SHAN X J. Present situation and future development of marine ranching construction in China [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2019, 43(9): 1870–1880. DOI: 10.11964/jfc.20190311699.
- [48] 冯顺楼. 开创海洋渔业新局面的一个重要措施—从我国海洋渔业潜在危机看“人工鱼礁”建设的必要性[J]. 福建水产, 1983(4): 20–23.  
FENG S L. An important measure to create a new situation of marine fishery—the necessity of constructing “artificial reef” from the perspective of the potential crisis of marine fishery in China [J]. *Journal of Fujian Fisheries*, 1983(4): 20–23.
- [49] 杨咨, 刘同渝, 黄汝堪. 人工鱼礁的起源和历史[J]. 现代渔业信息, 2005, 20(15):5–8. DOI: 10.3969/j.issn.1004–8340.2005.12.002.  
YANG L, LIU T Y, HUANG R K. Origin and history of artificial reef [J]. *Modern Fishery Information*, 2005, 20(15): 5–8. DOI:10.3969/j.issn.1004–8340.2005.12.002.
- [50] 杨咨. 我国人工鱼礁的发展和建设[J]. 水产科技, 1991(2): 1–5.  
YANG L. Development and suggestion of artificial reef in China [J]. *Fisheries Science & Technology*, 1991(2): 1–5.
- [51] 杨宝矿, 王飞, 黄玉君. TR人工鱼礁建设技术的初步研究[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(3):74–77. DOI: 10.3969/j.issn.1007–7103.2017.03.033.  
YANG B K, WANG F, HUANG Y J. Preliminary study on construction technology of TR artificial reef [J]. *Rural Economy and Science-Technology*, 2017, 28(3):74–77. DOI: 10.3969/j.issn.1007–7103.2017.03.033.
- [52] 陈坤, 张秀梅, 刘锡胤, 黄华, 徐惠章, 史文凯, 张金浩, 刘燕英. 中国海洋牧场发展史概述及发展方向初探[J]. 渔业信息与战略, 2020, 35(1):12–21. DOI: 10.13233/j.cnki.fishis.2020.01.003.  
CHEN K, ZHANG X M, LIU X Y, HUANG H, XU H Z, SHI W K, ZHANG J H, LIU Y Y. Status and development trends of marine ranching in China [J]. *Fishery Information & Strategy*, 2020, 35(1):12–21. DOI: 10.13233/j.cnki.fishis.2020.01.003.
- [53] 农业部渔业渔政管理局, 中国水产科学研究院. 中国海洋牧场发展战略研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 30–50.  
Fishery and Fishery Administration Bureau of the Ministry of Agriculture, Chinese Academy of Fishery Sciences. Research on the development strategy of marine ranching in China [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2017: 1–71
- [54] 程家骅, 姜亚洲. 海洋生物资源增殖放流回顾与展望[J]. 中国水产科学, 2010, 17(3): 610–617.  
CHENG J H, JIANG Y Z. Marine stock enhancement: review and prospect [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2010, 17(3): 610–617.
- [55] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 40946–2021. 海洋牧场建设技术指南[S]. 北京: 中国质检出版社, 2021.  
State Administration of Market Regulation, National Standardization Administration Committee. GB/T 40946–2021. Technical guidelines for marine ranching construction [S]. Beijing: China Quality Inspection Press, 2021.
- [56] 钟蕊, 刘春杉, 陈鑫祥. 广东省大陆海岸线分形特征及空间分异[J]. 广东海洋大学学报, 2021, 41(4):70–76. DOI: 10.3969/j.issn.1673–9159.2021.04.008.  
ZHONG R, LIU C S, CHEN X X. Fractal characteristics and spatial heterogeneity of continental coastline in Guangdong Province [J]. *Journal of Guangdong Ocean University*, 2021, 41(4):70–76. DOI: 10.3969/j.issn.1673–9159.2021.04.008.
- [57] 李豹德. 我国沿海人工鱼礁建设的现状、问题及前景[J]. 海洋渔业, 1989(1): 24–28.  
LI B D. The present situation, problems and prospects of artificial reef construction in China’s coastal areas [J]. *Marine Fisheries*, 1989(1): 24–28.
- [58] 张伟. 大亚湾人工鱼礁礁体材料与环境因子对礁区生物附着效果研究[D]. 湛江, 广东海洋大学, 2009: 1–4.  
ZHANG W. Study on effects of attaching organisms of artificial reef

- materials and environmental factors in Daya Bay [D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2009: 1-4.
- [59] 冯顺楼. 我国人工鱼礁的经济效益和前景预测的研究[J]. 现代渔业信息, 1988(11): 1-3.  
FENG S L. Research on economic benefit and prospect forecast of artificial reef in China [J]. *Modern Fishery Information*, 1988(11): 1-3.
- [60] 杨渡远. 广东沿海对虾增殖效益初探[J]. 海洋渔业. 1991(2): 69-71.  
YANG D Y. A preliminary study on the proliferation benefit of penaeus prawn off Guangdong coast [J]. *Marine Fisheries*, 1991(2): 69-71.
- [61] 陈应华, 李辉权, 洪洁漳, 王华接. 广东省人工鱼礁建设概况[J]. 海洋与渔业, 2007(7): 3-4.  
CHEN Y H, LI H Q, HONG J Z, WANG H J. General situation of artificial reef construction in Guangdong Province [J]. *Ocean and Fishery*, 2007(7): 3-4.
- [62] 陈勇, 田涛, 刘永虎, 尹增强, 邢彬彬, 杨军, 陈放, 吴忠鑫, 高东奎, 程前, 刘敏. 我国海洋牧场发展现状、问题及对策(下)[J]. 科学养鱼, 2022(4): 24-25. DOI:10.14184/j.cnki.issn1004-843x.2022.04.006.  
CHEN Y, TIAN T, LIU Y H, YIN Z Q, XING B B, YANG J, CHEN F, WU Z X, GAO D K, CHENG Q, LIU M. Development status, problem and countermeasure for marine pasture in China (End) [J]. *Scientific Fish Farming*, 2022(4): 24-25. DOI: 10.14184/j.cnki.issn1004-843x.2022.04.006
- [63] 杜元伟, 单玉坤. 我国海洋牧场生态安全监管政策设计[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2021(4): 11-21. DOI: 10.16497/j.cnki.1672-335X.202104002.  
DU Y W, SHAN Y K. The designing of supervisory policy on ecological security of marine ranching in China [J]. *Journal of Ocean University of China (Social Sciences)*, 2021(4): 11-21. DOI: 10.16497/j.cnki.1672-335X.202104002.
- [64] TANAKA T, OTA Y. Reviving the seto inland sea, Japan: applying the principles of satoumi for marine ranching project in Okayama// Proceedings of the 15th French-Japanese Oceanography Symposium [C]. Tokyo: Springer, 2015: 291-294.
- [65] 刘一霖, 林国尧, 宋长伟, 刘欣. 山东省海洋牧场建设对海南省的启示[J]. 中国渔业经济, 2019, 37(4): 62-66. DOI: 10.3969/j.issn.1009-590X.2019.04.010.  
LIU Y L, LIN G Y, SONG C W, LIU X. Inspiration of marine ranching construction in Shandong Province to Hainan Province [J]. *Chinese Fisheries Economics*, 2019, 37(4): 62-66. DOI: 10.3969/j.issn.1009-590X.2019.04.010.
- [66] 王英杰. 山东长岛: 实施特色海洋产品政策性农业保险[J]. 中国政, 财 2021(16): 73-74. DOI: 10.3969/j.issn.1007-578X.2021.16.026.  
WANG Y J. Shandong Changdao: implementing policy oriented agricultural insurance for characteristic marine products [J]. *China State Finance*, 2021(16): 73-74. DOI: 10.3969/j.issn.1007-578X.2021.16.026.
- [67] 翟方国, 顾艳镇, 李培良, 孙利元, 李欣, 陈栋, 李琳, 刘子洲, 姜庆岩, 刘兴传, 刘鹏霞, 陈耀祖. 山东省海洋牧场观测网的建设与发展[J]. 海洋科学, 2020, 44(12): 93-106. DOI: 10.11759/hyxx20200623002.  
ZHAI F G, GU Y Z, LI P L, SUN L Y, LI X, CHEN D, LI L, LIU Z Z, JIANG Q Y, LIU X C, LIU P X, CHEN Y Z. Construction and development of marine ranch observation network in Shandong province [J]. *Marine Sciences*, 2020, 44(12): 93-106. DOI: 10.11759/hyxx20200623002.
- [68] 丁金强, 王熙杰, 孙利元, 赵振营, 纪云龙, 刘建影. 山东省海洋牧场建设探索与实践[J]. 中国水产, 2020(1): 40-43.  
DING J Q, WANG X J, SUN L Y, ZHAO Z Y, JI Y L, LIU J Y. Exploration and practice of marine ranching construction in Shandong Province [J]. *China Fisheries*, 2020(1): 40-43.
- [69] 张朋朋, 胡蕾, 王小丹, 唐荣慧, 刘楠, 吴治国, 张一, 雷雁翔. 长岛北四岛海洋牧场海域环境适宜性分析[J]. 山东国土资源, 2022, 38(5): 54-62.  
ZHANG P P, HU L, WANG X D, TANG R H, LIU N, WU Z G, ZHANG Y, LEI Y X. Suitability analysis on marine environment of marine ranching area of Beisidao Changdao islands [J]. *Shandong Land and Resources*, 2022, 38(5): 54-62.
- [70] 朱明远, 张学雷, 汤庭耀, FERREIRA J G, 方建光, 王兴章. 应用生态模型研究近海贝类养殖的可持续发展[J]. 海洋科学进展, 2002, 20(4): 34-42. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6647.2002.04.006.  
ZHU M Y, ZHANG X L, TANG T Y, FERREIRA J G, FANG J G, WANG X Z. Application of ecological model in studying the sustainable development of coastal shellfish culture [J]. *Advances in Marine Science*, 2002, 20(4): 34-42. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6647.2002.04.006.
- [71] 孙远远, 史德杰, 于美波, 孙成峰, 王磊, 丰爱秀. 日照海洋牧场夏、秋季浮游植物群落结构[J]. 水产养殖, 2021, 42(12): 5-11. DOI: 10.3969/j.issn.1004-2091.2021.12.002.  
SUN Y Y, SHI D J, YU M B, SUN C F, WANG L, FENG A X. Community structure of phytoplankton in Rizhao sea farming [J]. *Journal of Aquaculture*, 2021, 42(12): 5-11. DOI: 10.3969/j.issn.1004-2091.2021.12.002.
- [72] 赵振营, 孙利元, 丁金强, 纪云龙, 刘建影, 顾华艳. 山东海洋牧场平台发展现状及未来发展重点浅析[J]. 中国水产, 2020(9): 49-52.  
ZHAN Z Y, SUN L Y, DING J Q, JI Y L, LIU J Y, GU H Y. Development status and future development focus of Shandong marine ranching platform [J]. *China Fisheries*, 2020(9): 49-52.
- [73] 翟方国, 李培良, 顾艳镇, 李欣, 陈栋, 李琳, 孙利元, 刘子洲, 姜庆岩, 吴文凡. 海底有缆在线观测系统研究与应用综述[J]. 海洋科学, 2020, 44(8): 14-28. DOI: 10.11759/hyxx20200331003.  
ZHAI F G, LI P L, GU Y Z, LI X, CHEN D, LI L, SUN L Y, LIU Z Z, JIANG Q Y, WU W F. Review of the research and application of the submarine ca-ble online observation system [J]. *Marine Sciences*, 2020, 44(8): 14-28. DOI: 10.11759/hyxx20200331003.
- [74] 孔维府, 张启宇, 郭菲, 刘岩, 傅泽田. 装备型海洋牧场水产品加工现状[J]. 农业工程, 2022, 12(1): 65-69. DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2022.01.011.

- KONG W F, ZHANG Q Y, GUO F, LIU Y, FU Z T. Current situation of aquatic products processing in equipment marine ranching [J]. *Agricultural Engineering*, 2022, 12(1): 65–69. DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2022.01.011.
- [75] 王波. 关于加快山东荣成农业三产互促共融 推动休闲农业与乡村旅游的探讨 [J]. 中国农业文摘——农业工程, 2022, 34(2): 45–47. DOI: 10.19518/j.cnki.cn11-2531/s.2022.0032.
- WANG B. Discussion on accelerating the integration of three agricultural industries in Rongcheng, Shandong Province and promoting leisure agriculture and rural tourism [J]. *Agricultural Science and Engineering in China*, 2022, 34(2): 45–47. DOI: 10.19518/j.cnki.cn11-2531/s.2022.0032.
- [76] 杨红生, 邢丽丽, 张立斌. 现代渔业创新发展亟待链条设计与原创驱动 [J]. 中国科学院院刊, 2016, 31(12):1339–1346. DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.2016.12.008.
- YANG H S, XING L L, ZHANG L B. Promoting systematic design and innovation-driven development for modern fishery [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(12):1339–1346. DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.2016.12.008.
- [77] 杜元伟, 姜靓 王一凡. 海洋牧场生态管理研究的现状与展望 [J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2020(3):32–41. DOI: 10.16497/j.cnki.1672-335X.202003004.
- DU Y W, JIANG L, WANG Y F. The present situation and prospect of ecological management for marine ranching [J]. *Journal of Ocean University of China (Social Sciences)*, 2020(3):32–41. DOI: 10.16497/j.cnki.1672-335X.202003004.
- [78] 薛碧颖, 陈斌, 邹亮. 我国海洋无碳能源调查与开发利用主要进展 [J]. 中国地质调查. 2021, 8(4): 32–41. DOI: 10.19388/j.zgdzdc.2021.04.06.
- XUE B Y, CHEN B, ZOU L. Main progress in investigation, development and utilization of marine carbon-free energy in China [J]. *Journal Geological Survey of China*, 2021, 8(4): 32–41. DOI: 10.19388/j.zgdzdc.2021.04.06.
- [79] 莫爵亭, 宋国炜, 宋焱. 广东阳江“海上风电+海洋牧场”生态发展可行性初探 [J]. 南方能源建设, 2020, 7(2): 122–126. DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2020.02.018.
- MO J T, SONG G W, SONG L. Preliminary discussion on the ecological development feasibility of “offshore wind power+ocean ranch” in Yangjiang, Guangdong [J]. *Southern Energy Construction*, 2020, 7(2): 122–126. DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2020.02.018.

(责任编辑 崔建勋)