文章编号：1000-0615(2026)01-019308-12　　水产学报, 2026, 50(1): 019308

JOURNAL OF FISHERIES OF CHINA
DOI: 10.11964/jfc.20240814655

Science Press

汪振华, 余锦涛, 章守宇, 等. 舟山北部岛礁海域海洋牧场目标种筛选策略初探 [J]. 水产学报, 2026, 50(1): 019308.
Wang Z H, Yu J T, Zhang S Y, *et al*. Preliminary exploration on target species selection strategy for marine ranching in northern Zhoushan archipelago waters [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2026, 50(1): 019308 (in Chinese).

舟山北部岛礁海域海洋牧场目标种筛选策略初探

汪振华[1,2]，余锦涛[1]，章守宇[1,2*]，林　军[1,2]，王　凯[1,2]

(1. 上海海洋大学海洋科学与生态环境学院，上海　201306；
2. 上海海洋大学，海洋牧场工程技术研究中心，上海　201306)

摘要：【目的】通过构建全面合理的目标种体系，实现东海区海洋牧场建设实践体系的优化，并提升管理工作的针对性。【方法】以舟山北部岛礁海域的海洋牧场为例，采用层次分析法（AHP）对该海域海洋牧场目标种进行了全面筛选。构建了涵盖生态系统状况、种群调节功能、资源利用范式、经济贡献强度和社会影响能力 5 个方面的准则层，以及能流贡献度、生态位宽度等 15 个具体指标共同组成的层次结构模型，在此基础上通过专家打分法确定准则层和指标层的分项权重，并基于资源量和经济价值初筛出研究海域代表性渔业资源种类。【结果】共筛选出 39 种海洋牧场核心目标种，包括褐菖鲉和中国花鲈等为代表的鱼类、三疣梭子蟹和日本蟳等为代表的蟹类、曼氏无针乌贼和真蛸等为代表的头足类，以及厚壳贻贝和脉红螺等为代表的贝类。基于此细化了核心目标种的利用策略，明确了以海钓为主、采摘和网捕为辅的采捕体系，得到了褐菖鲉和星康吉鳗等为代表的海钓目标种，脉红螺和日本侧花海葵为代表的采捕目标种，银鲳和三疣梭子蟹等为代表的网捕目标种。【结论】舟山北部岛礁海域海洋牧场目标种筛选体系的构建厘清了该海域海洋牧场资源产出的具体对象和优先级，指明了东海区岛礁海域海洋牧场发展的破局策略，对东海区海洋牧场发展和渔业管理具有积极的实践指导意义。

关键词：海洋牧场；目标种；层次分析法 (AHP)；采捕策略；渔业管理；舟山海域

中图分类号：S 932.2　　**文献标志码：**A

“蓝色粮仓”是建立多元食物供给体系、实现优质蛋白高效供给的重要举措，而海洋牧场则是化解其中资源产出和生态环境保护矛盾的“金钥匙”，是兼具生态修复和资源养护功能的现代化渔业所依赖的最大人工生态系统[1]。维持该系统的动态平衡，离不开各营养级上关键物种所支撑的核心生态过程，而其中的能流主导或功能调控者往往集中在各种动物资源上，因此厘清关键物种——目标种的组成结构及其资源时空格局是海洋牧场建设过程中需优先明确的工作之一。我国绝大多数海洋牧场都有明确的目标种，黄、渤海区往往集中在少数高经济价值的优势种上[2]，东海区则主要将增殖放流品种作为目标种，淡化海域的天然目标种，而南海区往往针对特定的生物群系，

收稿日期：2024-08-19　　**修回日期：**2025-02-24
资助项目：国家重点研发计划 (2019YFD0901303，2023YFD2401903)
第一作者：汪振华，从事海洋牧场和海洋生态系统研究，E-mail：zh_wang@shou.edu.cn
通信作者：章守宇，从事近海栖息地生态修复、海洋牧场建设和渔业资源增殖养护研究，E-mail：syzhang@shou.edu.cn

从系统功能和生物多样性的角度实现牧场的增殖和养护目标[3]。该差异主要与各区域海洋牧场的功能定位相关，但对东海区而言，以增殖放流种为核心目标种依然存在一定的局限性，因为多数放流种对海洋牧场的生活史需求并不高，抑或现有海洋牧场的功能无法满足多数种类主要生活史阶段的需求。因此，全面筛选并构建符合实际的东海区海洋牧场目标种体系颇为必要。

早期关于海洋牧场目标种的研究，主要基于具体的渔业实践而展开，如日本围绕多种对象鱼类而构建的栽培渔业[4]。我国北方围绕仿刺参(*Apostichopus japonicus*)、皱纹盘鲍 (*Haliotis discus hannai*) 和虾夷扇贝 (*Mizuhopecten yessoensis*) 增殖型海洋牧场实践，东海区围绕增殖放流种的人工鱼礁和海洋牧场建设实践[5]。后来随着生态模型的发展，逐渐采用各种模型进行目标种的筛选、优化和承载力评估[6]，而近年来逐渐重视基于关键功能群的目标种体系的科学化构建[3]。即便如此，目前围绕东海区海洋牧场目标种的体系化研究依然缺失，这并不利于该区域海洋牧场事业的科学化和持续化发展。

东海区营养盐来源丰富，初级生产力高，是近年来唯一保持捕捞量稳中有升的海域，捕捞量占全国四大海域的 40% 以上[7]，其近岸海域未来可打造成我国最大的“蓝色粮仓”。已经公布的前 9 批 189 个国家级海洋牧场中，东海区的数量仅为 17 个，占比不到 10%，且多为养护型海洋牧场，这与其资源禀赋极不相称[8]。为了维系东海生态系统的高效健康发展，该区域海洋牧场在承担资源养护功能的基础上，应更多地发挥灵活可控的资源产出功能，以助力近海渔业的转型发展，落实国家“蓝色粮仓”战略任务。从陆海统筹的战略角度看，发展大农业、践行大食物观的有效举措必然包含海洋牧场的规模化和高质量发展，以逐渐取代近外海各种破坏性极强的传统捕捞渔业，走耕海牧渔之路，而养护型海洋牧场不足以承载渔业结构调整和转型发展的劳动力需求，因此必须进行东海区海洋牧场属性的优化调整和功能的扩展提升[9]。而其中重要的环节之一是筛选和构建东海区海洋牧场目标种体系。目前，东海区海洋牧场目标种体系不明晰且过度依赖增殖放流、可利用资源及其利用方式不甚具体，对应的管理办法基本缺失[10]。在这样的背景下，本研究首次尝试基于层次分析法，构建东海北部岛礁型海洋牧场的目标种体系及对应资源利用方式，在东海海洋牧场发展进入瓶颈期的当下，通过基于生态系统的目标种筛选，明确了岛礁海域优先养护和利用的资源对象，为该区域海洋牧场功能的优化和拓展提供思路。

1　材料与方法

1.1　研究区域与数据来源

本研究选择舟山北部岛礁海域作为目标区域。该区域岛屿密布，营养物质丰富，是水生生物繁殖、索饵和避敌的重要栖息地，也是众多经济鱼类的关键洄游通道。但在人类活动的高强度干扰下 (如海岸带工程建设、海水养殖、过度捕捞等)，该区域海洋生态环境退化明显，渔业资源严重衰退[11]。

本研究渔业资源的基础数据 (图 1) 涵盖舟山群岛各海域和多种生境类型。基于 2016—2017 年对舟山海域北部本底调查数据，结合有关渔业资源方面的文献资料 (表 1)，按照以下原则进行目标种的初步筛选：①现存资源量高或资源潜力大，通常为海域常见种和优势种，目标种在海洋牧场中维系较高种群资源量的能力是保障渔业产出的基础；②具有较高的渔业产出价值，具体表现在渔业的生产和销售及药用保健等附加价值方面。

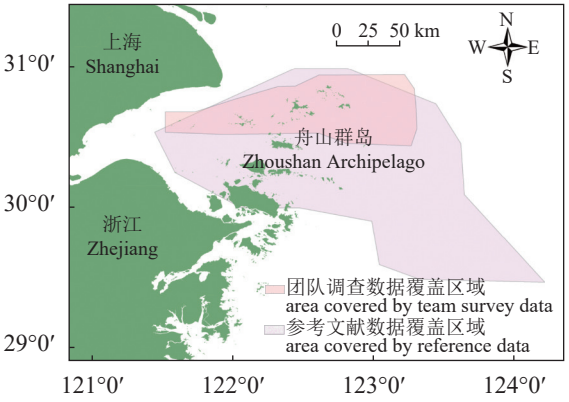

图 1　舟山海域渔业资源基础数据来源分布

Fig. 1　Distribution of basic fishery resource data sources in Zhoushan archipelago waters

1.2　海洋牧场目标种筛选体系构建

本研究采用层次分析法 (AHP) 进行海洋牧场目标种的筛选。作为一种定性和定量相结合、系统化、层次化的分析方法，AHP 可以将诸多模糊

的、随机的因素层次化和量化，并将这些要素在不同的指标层中进行比较，从而综合得到目标种的优劣排序[20]。

筛选指标和层次模型的构建　依据舟山岛礁海域的特征及渔业资源的现状，结合团队在海洋牧场领域近二十年的研究积累，在综合考虑食物网结构、种群特性、生态系统平衡等多个维度的基础上构建了海洋牧场科学采捕目标种的筛选指标体系，进而建立了层次模型 (图 2)。层次模型结构划分为目标层、准则层 (R_i) 和指标层 (R_{ij}) 3 个层次，15 项指标归并为准则层中 5 个不同的方面；其中，在生态系统状况 (B1) 层面，着重强调了目标种在生态系统中的能量流动贡献度，以及它们自身的生态位宽度和营养地位[21]；种群调节功能 (B2) 则聚焦于目标种的生活史特征、种群抗干扰能力以及人工增殖放流的调节效应[22-24]。资源利用范式 (B3) 关注的是目标种在海洋牧场中的可利用周期、利用方式，以及与海洋牧场的融合程度[25]。经济贡献强度 (B4) 衡量的是目标种在渔业中直接和间接的经济价值[26]。社会影响能力 (B5) 评估的是目标种在文化旅游、科学教育及宣传推广等方面的价值[27]。

筛选指标标准的确定　层次模型中各项指标分为 5 个梯度，分别赋值 10、8、6、4 和 2，指标所对应的赋值标准详见表 2。

指标权重计算与目标种综合评价　首先

表 1　舟山海域渔业资源基础数据来源

Tab. 1　Basic data source for the fishery resource in the Zhoushan archipelago waters

调查时间 survey time	调查区域 survey area	采样方式 sampling method	站点数 number of sites	数据来源 data sources
2016—2017	嵊泗马鞍列岛及外海区域 Shengsi Ma'an Archipelago and its eastern waters	底拖网	19	[12]
2015—2016	舟山群岛　Zhoushan Islands	底拖网	18	[13]
2009	舟山北部海域　northern waters of Zhoushan	刺网、笼壶	24	[14]
2018	舟山东部海域　eastern waters of Zhoushan	底拖网	16	[15]
2006—2007	舟山群岛及外海域　Zhoushan Islands and offshore waters	拖虾网	37	[16]
2021—2022	枸杞岛贻贝养殖生境　mussel farming habitat in Gouqi Island	采摘	18	[17]
2018	嵊泗马鞍列岛　Shengsi Ma'an Archipelago	拖网	12	[18]
2016—2017	嵊泗县县辖海域　restricted area of Shengsi County	拖网、刺网、张网	33	[19]

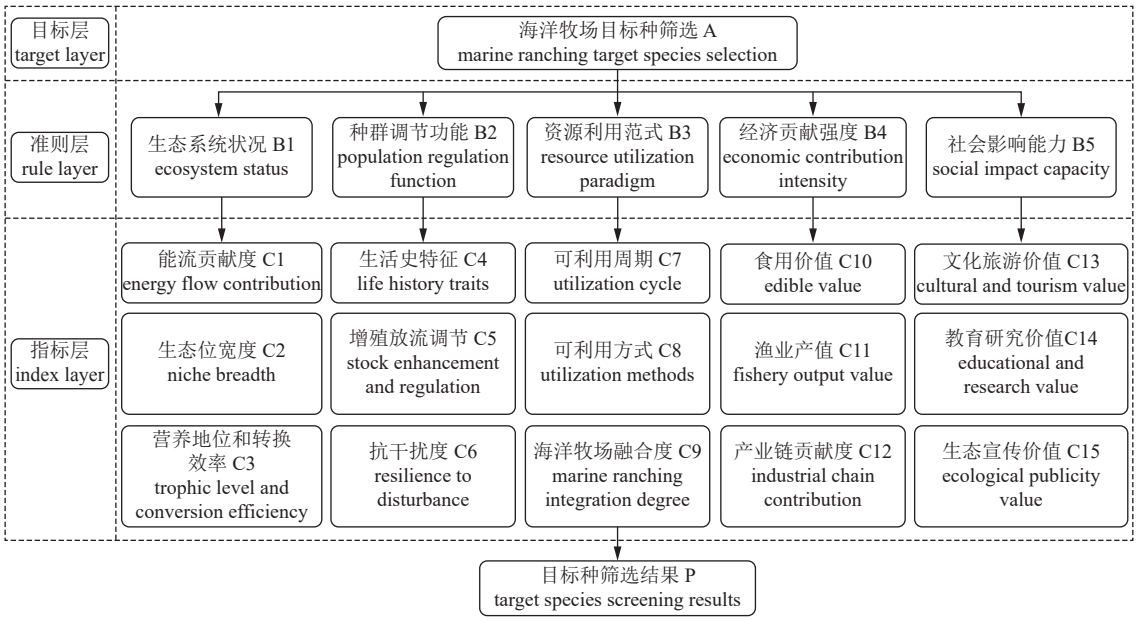

图 2　海洋牧场目标种筛选层次结构模型

Fig. 2　The hierarchical model of target species screening for marine ranching

表 2　指标的赋值标准

Tab. 2　The standard for assigning values to an index

指标 index	分值　value				
	10	8	6	4	2
能流贡献度C1 energy flow contribution	单位水体内(面积或体积)为绝对优势种	单位水体内(面积或体积)为次优势种	单位水体内(面积或体积)为常见种	单位水体内(面积或体积)为少见种	单位水体内(面积或体积)为偶见种
生态位宽度C2 niche breadth	目标种为广食性，能适应多变的环境，竞争力强	目标种为广食性，能适应不同的环境，竞争力适中	目标种为狭食性，环境适应能力一般，竞争力一般	目标种为狭食性，对环境有特定要求，竞争力适中	目标种食性单一，对生态条件要求非常严格，竞争力弱
营养地位和转换效率C3 trophic level and conversion efficiency	平均营养级在4.0~5.0，营养转换效率高	平均营养级在3.5~4.0，营养转换效率较高	平均营养级在2.0~3.5，营养转换效率高	平均营养级在4.0~5.0，但营养转换效率低	平均营养级在3.5~4.0，但营养转换效率低
生活史特征C4 life history traits	目标种体型大，生长速率高，性成熟早	目标种体型中等，生长速率高，性成熟早	目标种体型大，生长速率低，性成熟较早	目标种体型中等，生长速率低，性成熟较晚	目标种体型小，生长速率低，性成熟晚
增殖放流调节C5 stock enhancement and regulation	目标种增殖放流技术非常成熟、放流效果显著、生态风险小	目标种增殖放流技术成熟、放流效果较显著、生态风险小	目标种增殖放流技术成熟，放流效果不可控，生态风险较小	目标种有能进行增殖放流的潜力，尚未实现放流，生态风险小	目标种不能进行增殖放流调节，不具放流价值
抗干扰度C6 resilience to disturbance	种群受干扰后恢复到原来状况的能力极强	种群受干扰后恢复到原来状况的能力强	种群受干扰后恢复到原来状况的能力较强	种群受干扰后恢复到原来状况的能力一般	种群受干扰后几乎不能恢复到原来状况
可利用周期C7 utilization cycle	目标种1年内的可利用时间超过10个月	目标种1年内的可利用时间为7~9个月	目标种1年内的可利用时间为4~6个月	目标种1年内的可利用时间2~4个月	目标种1年内的可利用时间小于1个月
可利用方式C8 utilization methods	目标种易于钓捕、网捕或采摘，体验感和满足感强烈	目标种较易于钓捕、网捕或采摘，体验感和满足感强烈	目标种较易于钓捕、网捕或采摘，体验感和满足感适中	目标种难以钓捕、网捕或采摘，体验感和满足感差	目标种不能钓捕、网捕或采摘，缺乏体验感和满足感
海洋牧场融合度C9 marine ranching integration degree	目标种与海钓、网捕或采摘型海洋牧场融合度极高	目标种与海钓、网捕或采摘型海洋牧场融合度高	目标种与海钓、网捕或采摘型海洋牧场融合度较高	目标种有与海钓、网捕或采摘型海洋牧场融合度一般	目标种有与海钓、网捕或采摘型海洋牧场融合度差
食用价值C10 edible value	食用价值高，市场受欢迎度高	食用价值一般，市场受欢迎度高	食用价值一般，市场受欢迎度一般	食用价值低，市场受欢迎度低	几乎没有食用价值，且缺乏市场认可度
渔业产值C11 fishery output value	目标种渔获产品总价值高，CPUE高	目标种渔获产品总价值高，CPUE较高	目标种渔获产品总价值普通，CPUE一般	目标种渔获产品总价值低，CPUE低	目标种目前尚无产业价值
产业链贡献度C12 industrial chain contribution	目标种渔获比例高，水产品在加工销售端的占比大，产业链成熟	目标种渔获比例高，水产品在加工销售端的占比较大，产业链较成熟	目标种渔获比例较高，水产品在加工销售端的占比较大，产业链基本成形	目标种渔获比例较低，水产品在加工销售端的占比较低，产业链不完整	目标种渔获比例低，水产品在加工销售端的占比低，产业链未形成
文化旅游价值C13 cultural and tourism value	目标种的地方文化赋值高，可支持的休闲旅游价值大	目标种的地方文化赋值较高，可支持的休闲旅游价值较大	目标种具有一定的地方文化特色，有一定的休闲旅游潜力	目标种的文化支撑性低，支撑休闲旅游的价值不高	目标种缺少文化支撑性，缺少休闲旅游的价值
教育研究价值C14 educational and research value	科研价值高，在人才培养上有积极影响力	科研价值较高，在人才培养上有较高影响力	科研价值一般，在人才培养上有一定影响力	科研价值较低，在人才培养上的影响力低	科研价值很低，在人才培养上影响力很有限
生态宣传价值C15 ecological publicity value	目标种是生态宣传、科普活动的典型代表种	目标种是生态宣传、科普活动常见代表种	目标种是生态宣传、科普活动一般代表种	目标种在生态宣传和科普活动中代表性低	目标种极少出现在生态宣传和科普活动中

计算层次结构模型中各项指标的权重值；采用 9 标度法，并运用“两两比较法”分别在准则层和指标层上对该层要素构成判断矩阵，通过专家打分的形式获得层次结构中各要素两两比较的值，邀请国内海洋牧场一线工作者、尤其熟悉东海区海洋牧场现状的专家对判断矩阵进行打分。将各个专家的调查问卷结果进行几何平均，结果转换为判断矩阵，采用和积法计算各指标的权重值。“两两比较法”标度和定义见表 3，两两因素之间进行的比较用 a_{ij} 表示第 i 个因素相对于第 j 个因素的比较结果，则有 $a_{ij}=1/a_{ji}$。

其次，计算各项指标权重后需引入一致性检验，公式：

$$\mathrm{CI}=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1},\ \mathrm{CR}=\mathrm{CI}/\mathrm{RI} \tag{1}$$

式中，RI 为 n 阶矩阵的随机指标，其中 1 和 2 阶对应的值皆为 0，3~9 阶所对应的随机指标值分别为 0.58、0.9、1.12、1.24、1.32、1.41 和 1.45。一

表 3　两两比较法的标度与定义说明

Tab. 3　Scale and definition explanation of pairwise comparison method

标度a_{ij} scale	定义 definition
1	因素i与因素j同等重要
3	因素i比因素j稍重要
5	因素i比因素j较重要
7	因素i比因素j非常重要
9	因素i比因素j绝对重要
2，4，6，8，	因素i与因素j的重要性比较值介于上述两个相邻等级之间
倒数1，1/2，1/3…	因素j与因素i比较得到判断值为a_{ij}的互反数

致性比率 CR≥0.1 时，判断矩阵一致性太差；CR≤0.1 时，判断矩阵基本一致，说明专家打分的结果是可靠的。

最后对海洋牧场目标种进行综合评价；按照层次模型中 15 个指标依次进行打分，计算目标种 W 值；$7.0 \leqslant W < 10$ 定为海洋牧场核心目标种，$7.0 \leqslant W < 7.0$ 定为海洋牧场潜在目标种。在综合评价中，目标种生物学特征、生态位、营养级以及种群调节等数据，均源自 Fishbase 数据库 (http://www.fishbase.se/)；关于群落地位、生活史特征、资源利用以及增殖放流等方面的信息，则参考了东海区渔业资源相关的文献资料[28-30]，计算公式如下：

$$W = \sum_{i=1}^{15} w_i s_i \tag{2}$$

式中，W 为目标种总分值，W_i 表示第 i 个指标权重值，S_i 表示目标种在第 i 个指标的赋值打分。

为进一步明确核心目标种的利用策略，依据指标 (海洋牧场融合度 C9) 评分划分为高优先级利用对象 (10 分)、中优先级利用对象 (8 分) 和低优先级利用对象 (6 分)，并以利用方式分为以下 3 种类型目标种：海钓目标种，即利用各种钓具实现捕捞的目标种，其作业条件具有广泛的适应性；采摘目标种，即通过徒手捡拾和挖掘等形式实现采摘的目标种；网捕目标种，即依赖于围网、刺网、拖网及笼壶类网具实现捕捞的目标种。

2　结果

2.1　层次模型指标权重和一致性检验结果

基于 8 份有效的专家打分表，得到了准则层 (B) 对目标层 (A) 的判断矩阵 (表 4)，方案层 (C) 对准则层 (B) 的 5 个判断矩阵 (表 5)；表 5 为准则层几何平均后的两两要素标度值，表 5 为指标层几何平均后的两两要素标度值。

上述 6 个判断矩阵一致性检验结果分别为 A(0.098 1)、B1(0.043 3)、B2(0.092 4)、B3(0.038 0)、B4(0.010 8) 和 B5(0.036 0)，其一致性比率 CR 值均小于 0.1，说明专家打分的结果可靠。

由判断矩阵计算出各项指标的权重值 (表 6)；准则层权重值排序依次为“生态系统状况 B1(0.406)”、

表 4　准则层 (B) 对目标层 (A) 的判断矩阵

Tab. 4　Judgment matrix of rule layer to target layer

A	B1	B2	B3	B4	B5
B1	1.000 0	2.257 7	4.305 7	2.763 5	5.491 4
B2	0.442 9	1.000 0	3.633 4	2.879 4	4.305 7
B3	0.232 3	0.275 2	1.000 0	2.567 8	3.789 5
B4	0.361 9	0.347 3	0.389 4	1.000 0	4.404 9
B5	0.182 1	0.232 3	0.263 9	0.227 0	1.000 0

注：表4和表5内数值基于表3两两要素比较法赋值的几何算数平均值。

Notes: The numbers in the Tab. 4 and Tab. 5 represent the geometric mean of the scale values by pairwise comparison of elements in Tab. 3.

表 5　指标层 (C) 对准则层 (B) 各评价准则的判断矩阵

Tab. 5　Judgment matrix of index layer to rule layer

B1	C1	C2	C3	B2	C4	C5	C6	B3	C7	C8	C9
C1	1.000 0	1.968 0	2.879 4	C4	1.000 0	4.176 7	2.879 4	C7	1.000 0	3.453 8	4.305 7
C2	0.508 1	1.000 0	2.760 8	C5	0.239 4	1.000 0	1.732 1	C8	0.289 5	1.000 0	2.257 7
C3	0.347 3	0.362 2	1.000 0	C6	0.347 3	0.577 4	1.000 0	C9	0.232 3	0.442 9	1.000 0
B4	C10	C11	C12	B5	C13	C14	C15				
C10	1.000 0	1.715 5	2.817 3	C13	1.000 0	4.683 5	2.773 4				
C11	0.582 9	1.000 0	2.257 7	C14	0.213 5	1.000 0	1.055 7				
C12	0.354 9	0.442 9	1.000 0	C15	0.360 6	0.947 2	1.000 0				

表 6　目标种筛选的准则层和指标层权重

Tab. 6　Target species selection weight value for rule layer and index layer

准则层权重 rule layer weight value	指标层权重 index layer weight value
B1 (0.406)	C1(0.211)
	C2(0.134)
	C3(0.060)
B2 (0.271)	C4(0.168)
	C5(0.057)
	C6(0.045)
B3 (0.149)	C7(0.096)
	C8(0.034)
	C9(0.019)
B4 (0.125)	C10(0.063)
	C11(0.041)
	C12(0.020)
B5 (0.049)	C13(0.031)
	C14(0.008)
	C15(0.009)

注：表内数值是根据表4和表5判断矩阵计算而来的各要素百分比权重；其中，指标层权重总和为1，各准则层要素权重为对应指标层要素权重之和。

Notes: The values in the table represent the percentage weights of each element calculated from the judgment matrices in Tab. 4 and Tab. 5; among them, the sum of the weights of the rule layer is 1, and the weight of each rule layer element is the sum of the weights of the corresponding index layer elements.

“种群功能调节 B2(0.271)”、“资源利用范式 B3(0.149)”、“经济贡献强度 B4(0.125)”和“社会影响能力 B5(0.049)”，指标层权重值排序前 5 为“能流贡献度 C1(0.211)”、“生活史特征 C4(0.168)”、“生态位宽度 C2(0.134)”、“可利用周期 C7(0.096)”和“食用价值 C10(0.063)”。

2.2　海洋牧场核心目标种

以资源量和渔业价值为主要评判原则，初步筛选出目标种 113 种，包括鱼类 70 种、甲壳类 10 种、头足类 10 种、贝类 16 种和棘皮类等 7 种。通过公式 2 对上述物种综合评价后，最终筛选出 W 值大于 7 分的舟山北部岛礁海域海洋牧场核心目标种共 39 种，包括鱼类 22 种和大型无脊椎动物 17 种 (表 7)。

核心目标种涵盖了鱼类、蟹类、头足类及贝类等多种生物类群，其中资源量高、体型较大的目标种有中国花鲈、灰海鳗、星康吉鳗、日本带鱼、三疣梭子蟹、真蛸和脉红螺等；可形成高产的有日本鲭、龙头鱼、小黄鱼、鳀、银鲳、中国花鲈、褐菖鲉、灰海鳗，星康吉鳗、日本带鱼、三疣梭子蟹、日本蟳和脉红螺等；有一定产量且经济价值高的有黄姑鱼、鮸、大黄鱼、大泷六线鱼、真鲷、黑棘鲷和牙鲆等 (表 7)。

2.3　基于不同类型海洋牧场的目标种组成

适宜作为海钓型海洋牧场的目标种共 17 种：其中高优先级目标种为褐菖鲉、中国花鲈、大泷六线鱼、星康吉鳗、黄姑鱼和大黄鱼；中优先级目标种为真鲷、鲻、斑头六线鱼、蓝点马鲛、灰海鳗、日本带鱼和鮸；低优先级目标种为黑棘鲷、牙鲆、日本鲭和皮氏叫姑鱼。网捕型海洋牧场的目标种共 16 种：其中高优先级目标种为星康吉鳗、龙头鱼、银鲳、三疣梭子蟹、日本蟳和真蛸；次优先级目标种为灰海鳗、长蛸、小黄鱼、曼氏无针乌贼和斑头六线鱼；低优先级目标种为牙鲆、黄鲛鳚、口虾蛄、细点圆趾蟹和鳀。

采摘型海洋牧场目标种共有 10 种：高优先级目标种有脉红螺、黄口荔枝螺和厚壳贻贝；次优先级目标种有角蝾螺、紫海胆、日本侧花海葵和长牡蛎；低优先级目标种有细角螺、红巨藤壶和条纹隔贻贝。

目标种回捕利用方式总体呈现以海钓品种为主、采摘和网捕品种为辅的资源格局。如中国花鲈、鮸、黄姑鱼、星康吉鳗和褐菖鲉为典型的海钓品种；星康吉鳗、龙头鱼、银鲳和小黄鱼等为典型的网捕品种；而日本侧花海葵、厚壳贻贝、长牡蛎和黄口荔枝螺则是海洋休闲采摘的优良品种。

3　讨论

3.1　舟山北部岛礁海域海洋牧场核心目标种的筛选结果适宜性

对 113 种舟山北部岛礁海域典型经济渔业资源种类的精细化筛选，共得到海洋牧场核心目标种 39 种，依此构建了基于物种类别和资源利用方式的目标种数据集，初步形成了研究海域海洋牧场目标种组成体系。东海区海洋牧场的建设侧重资源养护，其核心在于营造一个协同稳定、适宜多种海洋生物栖息的生态环境[31]；尽管海洋牧场建设取得了积极效果，但缺乏对目标种的明确认

表 7　舟山北部岛礁海域海洋牧场核心目标种

Tab. 7　Core target species of marine ranching in northern Zhoushan archipelago waters

类别 type	科 family	种 species	得分 score
鱼类 fish	海鳗科　Muraenesocidae	灰海鳗　*Muraenesox cinereus*	9.12
	康吉鳗科　Congridae	星康吉鳗　*Conger myriaster*	8.57
	鳀科　Engraulidae	鳀　*Engraulis japonicus*	8.24
	狗母鱼科　Synodontidae	龙头鱼　*Harpadon nehereus*	8.53
	鲛鳚科　Lophiidae	黄鲛鳚　*Lophius litulon*	7.72
	鲻科　Mugilidae	鲻　*Mugil cephalus*	8.71
	鲉科　Scorpaenidae	褐菖鲉　*Sebastiscus marmoratus*	9.46
	六线鱼科　Hexagrammidae	大泷六线鱼　*Hexagrammos otakii*	9.04
		班头六线鱼　*Agrammus agrammus*	8.62
	花鲈科　Lateolabracidae	中国花鲈　*Lateolabrax maculatus*	9.10
	鲷科　Sparidae	黑棘鲷　*Acanthopagrus schlegelii*	7.79
		真鲷　*Pagrus major*	7.36
	石首鱼科　Sciaenidae	小黄鱼　*Larimichthys polyactis*	7.94
		大黄鱼　*Larimichthys crocea*	7.77
		鮸　*Miichthys miiuy*	8.36
		黄姑鱼　*Nibea albiflora*	8.48
		皮氏叫姑鱼　*Johnius belangerii*	7.11
	带鱼科　Trichiuridae	日本带鱼　*Trichiurus japonicus*	8.32
	鲭科　Scombrida	蓝点马鲛　*Scomberomorus niphonius*	7.71
		日本鲭　*Scomber japonicus*	7.56
	鲳科　Stromateidae	银鲳　*Pampus argenteus*	7.65
	牙鲆科　Paralichthyidae	牙鲆　*Paralichthys olivaceus*	7.70
甲壳类 crustaceans	梭子蟹科　Portunidae	三疣梭子蟹　*Portunus trituberculatus*	8.20
		日本蟳　*Charybdis japonica*	7.67
		细点圆趾蟹　*Ovalipes punctatus*	7.31
	虾蛄科　Squillidae	口虾姑　*Oratosquilla oratoria*	7.59
	藤壶科　Balanidae	红巨藤壶　*Megabalanus rosa*	7.24
头足类 cephalopoda	乌贼科　Sepiidae	曼氏无针乌贼　*Sepiella maindroni*	7.84
	蛸科　Octopodidae	真蛸　*Octopus vulgaris*	7.97
		长蛸　*Octopus variabilis*	7.17
贝螺类 shellfish	骨螺科　Muricidae	脉红螺　*Rapana venosa*	7.76
		黄口荔枝螺　*Reishia luteostoma*	7.73
	盔螺科　Melongenidae	细角螺　*Hemifusus termatamus*	7.43
	蝾螺科　Turbinidae	角蝾螺　*Torbo cornutus*	7.65
	牡蛎科　Ostreidae	长牡蛎　*Crassostrea gigas*	7.19
	贻贝科　Mytilidae	厚壳贻贝　*Mytilus unguiculatus*	7.25
		条纹隔贻贝　*Mytilisepta virgata*	7.17
其他类 others	海葵科　Actiniidae	日本侧花海葵　*Anthopleura japonica*	7.35
	长海胆科　Echinometridae	紫海胆　*Heliocidaris crassispina*	7.04

知和有效管理，出现了海洋牧场的发展低质化和不可持续的问题。为了应对该挑战，本研究基于生态系统结构与功能理论，从渔业资源的生态地位、生活史特征、利用方式和周期以及渔业贡献等方面综合构建出目标种筛选的层次结构模型，可弥补该海域耕海牧渔事业发展的不足，为舟山北部海域岛礁型海洋牧场的发展提供积极参考。

从筛选结果来看，海洋牧场目标种在种类、生态类型及回捕方式上均呈现出多样化的特点，既符合生态捕捞和休闲渔业的发展趋势和内在要求，又利于维护海洋牧场生态系统的稳定性[32]。从目标种生态类型上看，鱼类、蟹类、头足类及贝类等多种生物类群充分契合了休闲型海洋牧场多元化产出的需求；同时，这些目标种在渔具渔法选择上符合生态采捕的原则，为海钓、海上采摘、潜水采摘、网箱采捕等多种娱乐和生产场景提供了重要保障。从目标种对人工生境的依赖性看，核心目标种中有 24 种在马鞍列岛人工鱼礁区养护效果较好；其中，龙头鱼、三疣梭子蟹、鲅、口虾蛄、大黄鱼、日本蟳、皮氏叫姑鱼、小黄鱼、银鲳、鳀、褐菖鲉、长蛸成为礁区典型的优势种类，细角螺、脉红螺、紫海胆等目标种更喜好人工鱼礁生境[33-35]。综上，本研究目标种筛选结果可为舟山北部岛礁海域未来的海洋牧场建设提供改革思路及明确的养护对象。

舟山海域过去对渔业资源高强度利用导致经济鱼类的产卵亲体数量显著下降，近海渔业资源面临枯竭[36]。明确该区域海洋牧场目标种组成与利用结构，可有效提升增殖放流、生境营造、产卵保育、高效回捕和生态养殖等多个方面的渔业管理针对性和生态效应效益，进而优化海洋牧场的建设与运营过程。此外，*W* 值位于 6.0~7.0 区间的目标种被视为海洋牧场未来的潜在优选对象；随着海洋牧场向岛礁外侧及深远海发展，部分潜在目标种可与核心目标种之间相互替代，如条石鲷 (*Oplegnathus fasciatus*)、斑鲆 (*Girella punctata*)、赤点石斑鱼 (*Epinephelus akaara*) 等鱼类有望成为外侧岛礁海域海洋牧场最为适宜的目标种，而青甘金枪鱼 (*Thunnus tonggol*) 和蓝点马鲛等可成为东海深远海海洋牧场的重要目标种。

3.2　基于不同采捕策略的目标种组成特征

本研究构建了以褐菖鲉、中国花鲈和星康吉鳗等为代表的高优先级海钓目标种；以龙头鱼、银鲳和日本蟳等为代表的高优先级网捕目标种；以及厚壳贻贝、脉红螺和日本侧花海葵等为代表的高优先级采捕目标种的海洋牧场资源利用格局。

海钓目标种筛选结果符合舟山北部岛礁海域的海钓生产实际。王凯等[37]指出褐菖鲉是常年栖息于近岸岩礁生境的优势种类，属于优良的海钓对象，具有较高的经济价值。另外，黑棘鲷、真鲷、星康吉鳗、中国花鲈、大黄鱼等海钓目标种，不仅体型大、经济价值高，也是传统商业的海钓对象。高炜程等[38]研究表明，筏式贻贝养殖海域聚集多种鱼类，中层的中国花鲈、表层的鲻、近底层的黄姑鱼和底层恋礁鱼类褐菖鲉是该生态系统下的优势种，是海洋牧场最适宜的目标种，这与本研究筛选结果一致。海钓型海洋牧场的融合发展可使岛礁海域的资源禀赋得到充分发挥，是地区渔业高质量发展的有效途径之一。

网捕目标种类型多样，可有效保留传统作业模式的小规模存续。笼壶类网具可以根据目标种特有的栖息、摄食或生殖习性，诱其入内达到捕捞的目的，适合空间异质性较大的海洋牧场海域作业，其中星康吉鳗、牙鲆、真蛸、长蛸、曼氏无针乌贼和三疣梭子蟹等目标种是其主要捕捞对象；刺网和围网类能够捕捞中上层鱼类，银鲳、龙头鱼、鳀和小黄鱼等目标种资源量高、世代更新迅速，尤其具有集群性，是主要的捕捞对象。

本研究筛选的采摘目标种包括日本侧花海葵和红巨藤壶等种类，与增养殖设施存在较高的融合度，其自身便是天然岩礁和筏式养殖设施上的重要附生生物。融合了人工鱼礁、筏式藻场和养殖设施的大型休闲型海洋牧场，可将脉红螺、细角螺、角蝾螺、长牡蛎、厚壳贻贝和紫海胆等目标种作为其增殖对象，其中多数目标种已经在吊养和笼养中取得较好的效果[39-41]。此外，海上养殖设施 (如藻-贝筏式养殖) 不仅吸引了更多天然鱼类，还是日本侧花海葵、红巨藤壶和黄口荔枝螺等采摘目标种的重要拓展生境[42]，因此，围绕这些采摘目标种进行海洋牧场设计必然有积极的发展空间。

4　结论

通过基于层次分析法的舟山北部岛礁海域海洋牧场目标种的初步筛选，明确了研究海域 39 种核心目标种及各类别目标种在不同利用策略下的

优先级，形成了研究海域目标种集成的完整认知。本研究构建的目标种筛选体系可操作性强、指标清晰、权重明确，可作为其他岛礁海域海洋牧场目标种筛选的方法论参考。在河口、港湾和滩涂区域设置海洋牧场亦可参照本研究中的方法，但种类组成会出现较大差异。尽管如此，在海况条件相对恶劣、资源结构波动剧烈及产业规划尚未成形的当下，东海区海洋牧场的发展之路依然困难重重，而其目标种必然会随着时代的变迁发生部分变更。未来在进一步完善目标种构建体系的基础上，有必要精细化制定目标种可捕规格、可捕量、采捕时限、采捕空间规划等科学回捕和高效管理措施，并逐步建立起智能化和持续化的监测体系。

（作者声明本文无利益冲突）

参考文献 (References)：

[1] 袁华荣, 章守宇, 林军, 等. 海洋牧场人工鱼礁生境营造的生态学理论框架探索 [J]. 水产学报, 2025, 49(1): 019501.
Yuan H R, Zhang S Y, Lin J, *et al*. Exploration of ecological theoretical framework for the creation of artificial reef habitat in marine ranching[J]. Journal of fisheries of china, 2025, 49(1): 019501 (in Chinese).

[2] Yin Z Q. Estimating ecological carrying capacity and management of enhancement species in Tangshan marine ecosystem (Bohai Sea, China) based on ecosystem model [R/OL]. (2019) [2024-08-19]. https://orkustofnun.is/gogn/unu-ftp-2019/UNU-FTP-2019-07.pdf.

[3] 索安宁, 李汉英, 岳维忠, 等. 渔业资源养护型海洋牧场效果模糊综合评估——以珠江口庙湾海洋牧场为例 [J]. 水产学报, 2025, 49(11): 119312.
Suo A N, Li H Y, Yue W Z, *et al*. Fuzzy comprehensive evaluation of marine ranching for fishery resources conservation: a case in Miaowan marine ranching in estuary of Pearl River[J]. Journal of Fisheries of China, 2025, 49(11): 119312 (in Chinese).

[4] Kitada S. Lessons from Japan marine stock enhancement and sea ranching programmes over 100 years[J]. Reviews in Aquaculture, 2020, 12(3): 1944-1969.

[5] 伍家祺, 王利伟, 陈柳云. 海洋牧场建设类型比较及发展对策研究——以广东、辽宁、山东为例 [J]. 河北渔业, 2024(2): 42-46.
Wu J Q, Wang L W, Chen L Y. Comparison of construction types and development countermeasures of marine pasture — —take Guangdong, Liaoning and Shandong as examples[J]. Hebei Fisheries, 2024(2): 42-46 (in Chinese).

[6] Garlock T M, Camp E V, Lorenzen K. Using fisheries modeling to assess candidate species for marine fisheries enhancement[J]. Fisheries Research, 2017, 186: 460-467.

[7] 农业农村部渔业渔政管理局, 全国水产技术推广总站, 中国水产学会. 2023 中国渔业统计年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2023.
Ministryof Agricuture and Rural Affairs of the People's Republic of China, National Fisheries Technology Extension Center, China Society of Fisheries. 2023 China fishery statistical yearbook[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2023 (in Chinese).

[8] 张锋, 李苗, 陈圣灿, 等. 国家级海洋牧场示范区创建成效明显 [J]. 中国水产, 2022(9): 27-29.
Zhang F, Li M, Chen S C, *et al*. The establishment of national-level marine ranch demonstration zones has achieved significant results[J]. China Fisheries, 2022(9): 27-29 (in Chinese).

[9] 董艺翀, 于霄. 海洋保护地休闲渔业发展路径研究——以马鞍列岛为例 [J]. 自然保护地, 2022, 2(1): 53-62.
Dong Y C, Yu X. The development path of recreational fisheries in marine protected areas: a case study of Ma'an Archipelago[J]. Natural Protected Areas, 2022, 2(1): 53-62 (in Chinese).

[10] Zhou X J, Zhao X, Zhang S Y, *et al*. Marine ranching construction and management in East China Sea: programs for sustainable fishery and aquaculture[J]. Water, 2019, 11(6): 1237.

[11] 朱梦华, 钱卫国. 舟山渔场渔业资源衰退原因及修复对策 [J]. 农村经济与科技, 2022, 33(9): 79-82.
Zhu M H, Qian W G. Causes of fishery resource decline and restoration strategies in the Zhoushan fishery[J]. Rural Economy and Science-Technology, 2022, 33(9): 79-82 (in Chinese).

[12] 韩旭东. 马鞍列岛及其东部海域渔业资源群落格局及其与环境因子之间的关系 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2018.
Han X D. The fish community structure and its relationship with environmental factors in the Ma'an Archipelago and its eastern waters[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2018 (in Chinese).

[13] 于南京. 舟山群岛近岸海域鱼类群落结构及生物多样性的年际变化 [D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2021.
Yu N J. The structure and structure of fish communities in the coastal waters of Zhoushan Islands inter-annual changes in biodiversity[D]. Zhoushan: Zhejiang Ocean University, 2021 (in Chinese).

[14] 汪振华. 多元生境中的鱼类群落格局——以马鞍列岛为例

[D]. 上海: 上海海洋大学, 2011.
Wang Z H. Fish community patterns in meta-habitat: a case study from Ma'an Archipelago[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2011 (in Chinese).

[15] 牛威震, 韩磊, 俞存根, 等. 舟山群岛东侧海域蟹类群落结构及其与环境因子的关系 [J]. 海洋学报, 2022, 44(2): 29-38.
Niu W Z, Han L, Yu C G, *et al*. Crab community structure and its relationship with environmental factors in the eastern sea area of Zhoushan Islands[J]. Haiyang Xuebao, 2022, 44(2): 29-38 (in Chinese).

[16] 覃涛, 俞存根, 陈全震, 等. 舟山渔场及邻近海域头足类(Cephalopod)种类组成和数量分布 [J]. 海洋与湖沼, 2011, 42(1): 124-130.
Qin T, Yu C G, Chen Q Z, *et al*. Species composition and quantitative distribution study on cephalopod in the Zhoushan fishing ground and adjacent waters[J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2011, 42(1): 124-130 (in Chinese).

[17] 钟佳明. 贻贝养殖生境特征及其对褐菖鲉幼鱼生长的影响 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2019.
Zhong J M. The characteristics of mussel farming habitat and its effect on the growth of juvenile *Sebastiscus marmoratus*[D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2019 (in Chinese).

[18] 张子硕, 许永久, 张秀梅, 等. 嵊泗马鞍列岛邻近海域鱼类和甲壳类群落结构的季节变化 [J]. 水产学报, 2025, 49(5): 80-93.
Zhang Z S, Xu Y J, Zhang X M, *et al*. Seasonal changes of community structure of fish and crustaceans in the adjacent waters of Shengsi Ma'an Islands[J]. Journal of Fisheries of China, 2025, 49(5): 80-93 (in Chinese).

[19] 林军, 等. 嵊泗县辖海域渔业资源调查评估报告 (2016-2017 年)[R]. 上海: 上海海洋大学, 2017.
Lin J, *et al*. Investigation and assessment report on fishery resources in the waters under the jurisdiction of Shengsi County (2016-2017)[R]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2017 (in Chinese).

[20] 许强, 章守宇. 基于层次分析法的舟山市海洋牧场选址评价 [J]. 上海海洋大学学报, 2013, 22(1): 128-133.
Xu Q, Zhang S Y. Site selection evaluation of marine ranching in Zhoushan area based on AHP method[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2013, 22(1): 128-133 (in Chinese).

[21] 张涛, 奉杰, 宋浩. 海洋牧场生物资源养护原理与技术 [J]. 科技促进发展, 2020, 16(2): 206-212.
Zhang T, Feng J, Song H. Principles and technology of biological resources maintenance in marine ranching[J]. Science & Technology for Development, 2020, 16(2): 206-212 (in Chinese).

[22] 张秀梅, 纪棋严, 胡成业, 等. 海洋牧场生态系统稳定性及其对干扰的响应——研究现状、问题及建议 [J]. 水产学报, 2023, 47(11): 107-121.
Zhang X M, Ji Q Y, Hu C Y, *et al*. Ecosystem stability of marine ranching and its response to disturbance: research status, issues, and suggestions[J]. Journal of Fisheries of China, 2023, 47(11): 107-121 (in Chinese).

[23] 丁德文, 索安宁. 现代海洋牧场建设的人工生态系统理论思考 [J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(9): 1335-1346.
Ding D W, Suo A N. Theoretical thinking of artificial ecosystem for modern marine ranching[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(9): 1335-1346 (in Chinese).

[24] Kitada S. Economic, ecological and genetic impacts of marine stock enhancement and sea ranching: a systematic review[J]. Fish and Fisheries, 2018, 19(3): 511-532.

[25] 刘伟峰, 刘大海, 管松, 等. 海洋牧场生态效益的内涵与提升路径 [J]. 中国环境管理, 2021, 13(2): 33-38,54.
Liu W F, Liu D H, Guan S, *et al*. Connotation and improving approach of the ecological benefits of marine ranching[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2021, 13(2): 33-38,54 (in Chinese).

[26] Seo J N, Kim D H, Kang S K. Estimating the economic value of recreational fishing in the Jeonnam marine ranching area[J]. The Journal of Fisheries Business Administration, 2012, 43(2): 41-49.

[27] 张震. 基于海洋牧场建设的休闲渔业开发研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2015.
Zhang Z. Research on the development of recreational fishery based on the construction of marine ranching[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2015 (in Chinese).

[28] 宋海堂, 俞存根, 薛利建. 东海经济虾蟹类渔业生物学 [M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
Song H T, Yu C G, Xue L J. The East China Sea commercial shrimp and crab fishery biology[M]. Beijing: China Ocean Press, 2012 (in Chinese).

[29] 张秋华, 程家骅, 徐汉祥, 等. 东海区渔业资源及其可持续利用 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2007.
Zhang Q H, Cheng J H, Xu H X, *et al*. The East China Sea fishery resources and their sustainable utilization[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2007 (in Chinese).

[30] 邵帅. 渔业增殖放流风险评估框架体系的构建与应用 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2015.
Shao S. Construction and application of the risk assessment framework for stock enhancement[D]. Shanghai: Shanghai

Ocean University, 2015 (in Chinese).

[31] 方光杰, 周永东, 梁君, 等. 岛礁型海洋牧场聚鱼增殖模式综述 [J]. 浙江海洋大学学报 (自然科学版), 2023, 42(2): 165-172.
Fang G J, Zhou Y D, Liang J, *et al*. Review of fishery aggregation model in island marine ranching[J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2023, 42(2): 165-172 (in Chinese).

[32] 陈治, 王海山, 叶乐, 等. 武莲港人工鱼礁的资源养护效果 [J]. 海南热带海洋学院学报, 2022, 29(5): 45-53.
Chen Z, Wang H S, Ye L, *et al*. Conservation effect of artificial reef resource in Wulian port[J]. Journal of Hainan Tropical Ocean University, 2022, 29(5): 45-53 (in Chinese).

[33] 张亚洲, 蒋日进, 梁君. 嵊泗马鞍列岛海域国家级海洋牧场渔业资源增殖养护效果评析 [J]. 浙江海洋大学学报 (自然科学版), 2022, 41(5): 466-472.
Zhang Y Z, Jiang R J, Liang J. The evaluation on conservation effect of fishery resources in marine ranching of Ma'an Archipelago Area, Zhejiang Shengsi[J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2022, 41(5): 466-472 (in Chinese).

[34] 刘舜斌, 汪振华, 林良伟, 等. 嵊泗人工鱼礁建设初期效果评价 [J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(3): 297-302.
Liu S B, Wang Z H, Lin L W, *et al*. Preliminary evaluation on effects of artificial reef project in Shengsi[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2007, 16(3): 297-302 (in Chinese).

[35] 赵静, 章守宇, 汪振华, 等. 嵊泗人工鱼礁海域鱼类和大型无脊椎动物群落结构特征 [J]. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1045-1056.
Zhao J, Zhang S Y, Wang Z H, *et al*. Analysis on community structure and diversity of fish and macroinvertebrate in Shengsi artificial reef area[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(5): 1045-1056 (in Chinese).

[36] 施辰阳, 白炜炜, 陈李庆, 等. 舟山海洋渔业资源现状分析及其可持续发展对策探讨 [J]. 环境科学导刊, 2017, 36(6): 11-16.
Shi C Y, Bai W W, Chen L Q, *et al*. Analysis and discussion of the present situation of marine fishery resources and the sustainable development countermeasures in Zhoushan[J]. Environmental Science Survey, 2017, 36(6): 11-16 (in Chinese).

[37] 王凯, 章守宇, 汪振华, 等. 马鞍列岛海洋特别保护区斑头六线鱼的摄食习性 [J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(2): 251-257.
Wang K, Zhang S Y, Wang Z H, *et al*. Dietary composition and feeding strategy of *Agrammus agrammus* off the Ma'an Archipelago special marine reserves[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2014, 23(2): 251-257 (in Chinese).

[38] 高炜程, 汪振华, 章守宇, 等. 枸杞岛筏式贻贝养殖海域鱼类群聚特征 [J]. 水产学报, 2024, 48(1): 019305.
Gao W C, Wang Z H, Zhang S Y, *et al*. Characteristics of fish assemblage in a mussel farming area in Gouqi Island waters[J]. Journal of Fisheries of China, 2024, 48(1): 019305 (in Chinese).

[39] Tan Y M, Lou S Y. Research and development of a large-scale modern recreational fishery marine ranch System☆[J]. Ocean Engineering, 2021, 233: 108610.

[40] 王为刚. 紫海胆海上筏式养殖试验 [J]. 渔业研究, 2023, 45(2): 127-132.
Wang W G. A raft culture experiment of *Anthocidaris crassispina* at sea[J]. Journal of Fisheries Research, 2023, 45(2): 127-132 (in Chinese).

[41] 严志洪, 杨清山. 角螺螺浅海筏式吊笼养殖试验 [J]. 水产养殖, 2017, 38(2): 13-14.
Yan Z H, Yang Q S. *Torbo cornutus* cultivation experiment using shallow sea rafting cages[J]. Journal of Aquaculture, 2017, 38(2): 13-14 (in Chinese).

[42] Theuerkauf S J, Barrett L T, Alleway H K, *et al*. Habitat value of bivalve shellfish and seaweed aquaculture for fish and invertebrates: pathways, synthesis and next steps[J]. Reviews in Aquaculture, 2022, 14(1): 54-72.

Preliminary exploration on target species selection strategy for marine ranching in northern Zhoushan archipelago waters

WANG Zhenhua [1,2], YU Jintao [1], ZHANG Shouyu [1,2*], LIN Jun [1,2], WANG Kai [1,2]

(1. *College of Oceanography and Ecological Science*, *Shanghai Ocean University*, *Shanghai* 201306, *China*;
2. *Engineering Technology Research Center of Marine Ranching*, *Shanghai Ocean University*, *Shanghai* 201306, *China*)

Abstract: Currently, the East China Sea region is implementing the national "Blue Granary" strategic mission. A key component of this mission is the scaling up and high-quality development of marine ranching, aiming to gradually replace highly destructive traditional fishing practices in nearshore and offshore areas. However, a solely conservation-oriented model of marine ranching is insufficient, as it fails to accommodate the labor absorption and industrial restructuring required for the broader transformation of the fisheries sector. Therefore, it is necessary to optimize and adjust the attributes of marine ranching in the East China Sea region and expand and enhance its functions. One of the key steps in this process is the selection and construction of a target species system for marine ranching in the East China Sea region. To optimize the theoretical framework for marine ranching construction in the East China Sea region and enhance the targeted management efforts, this study takes the marine ranching in the northern Zhoushan archipelago waters as an example and employs the Analytic Hierarchy Process (AHP) to comprehensively screen target species for marine ranching in this area. A hierarchical structure model was constructed, encompassing five rule layers: ecosystem status, population regulation function, resource utilization paradigm, economic contribution intensity, and social impact capability, along with 15 specific indices such as energy flow contribution and ecological niche width. Based on this model, the weights of the rule layers and index layers were determined through expert scoring. Representative fishery resource species in the study area were preliminarily screened based on resource abundance and economic value. A total of 39 core target species for marine ranching were identified, including fish such as *S. marmoratus* and *L. maculatus*, crabs like *P. trituberculatus* and *C. japonica*, cephalopods represented by *S. maindroni* and *O. vulgaris*, and shellfish including *M. unguiculatus* and *R. venosa*. Based on this, utilization strategies for core target species were refined, establishing a harvesting system centered on sea angling supplemented by gathering and net fishing. This identified sea angling target species like *S. marmoratus* and *C. myriaster*, gathering target species like *R. venosa* and *A. japonica*, and net fishing target species like *P. argenteus* and *P. trituberculatus*. The establishment of a target species selection system for marine ranching in the northern archipelago waters of Zhoushan clarifies the specific objects and priority levels for marine ranch resource production in this area. It identifies breakthrough strategies for developing marine ranches in the archipelago waters of the East China Sea, providing practical guidance for the development of marine ranches and fisheries management in the region.

Key words: marine ranching; target species; analytic hierarchy process (AHP); harvesting strategies; fishery management; Zhoushan archipelago waters

Corresponding author: ZHANG Shouyu. E-mail: syzhang@shou.edu.cn

Funding projects: National Key Research and Development Program of China (2019YFD0901303, 2023YFD2401903)