DOI:10.3969/j.issn.1007-9580.2020.03.001

中国海洋渔业转型与深蓝渔业战略性新兴产业

徐 皓[1,5,6],陈家勇[2],方 辉[3,5],庄志猛[4],刘 晃[1,5,6],刘永新[3,5],徐琰斐[1,5,6]

(1 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所,上海 200092;
2 农业农村部渔业渔政管理局,北京 100125;
3 中国水产科学研究院,北京 100141;
4 中国水产科学研究院黄海水产科学研究所,山东青岛 266071;
5 青岛海洋科学与技术试点国家实验室,山东 青岛 266237;
6 农业农村部渔业装备与工程技术重点实验室,上海 200092)

摘要:中国的渔业发展为保障粮食安全、增加优质动物蛋白供应发挥了重要作用。由于近海渔业资源衰退、水域环境恶化、生产方式粗放、产业结构不合理等影响因素,海洋渔业发展空间受到了限制,拓展渔业发展空间,向深远海域发展的需求与日俱增。该文从中国渔业转型的发展要求、发展现状和制约因素出发,重点分析了深远海养殖的发展潜力,提出了深蓝渔业"养捕加一体化"的概念。阐明了深蓝渔业由深远海工业化养殖、海洋生物战略性种群资源利用、水产品高值化加工与冷链物流系统、种质资源开发和渔业船联网等要素构成,具体阐述了其发展方式,旨在为推进中国深蓝渔业发展提供参考。

关键词:海洋渔业;深蓝渔业;深远海养殖;蛋白供给

中图分类号:S951 **文献标志码**:A **文章编号**:1007-9580(2020)03-001-09

中国的国家粮食安全战略及其生产体系,正在面临生态环境和自然资源愈加紧迫的约束,只有通过产业结构调整,突破瓶颈性制约,谋求新的发展路径,才能实现习近平总书记提出的"把中国人的饭碗牢牢端在自己手中"的国家粮食安全战略观。渔业是国家粮食安全战略的重要组成部分,实施产业转型是发展现代渔业的重要战略举措,需要开拓新空间,探索新途径。向深海大洋索要空间,发展以养为主的海洋渔业新型生产方式,是渔业发展突破生态环境和自然资源约束性挑战、培育新动能的重要战略方向。深蓝渔业以深远海工业化养殖为构建主体,以海洋生物战略性种群资源利用为发展支撑,以物产高值化加工与冷链物流系统构建为生产保障,脱胎于传统海洋渔业,构建以鱼类为主的水产动物蛋白生产体系,将形成可持续的现代海洋渔业。

1 中国渔业转型发展要求

1.1 水产品保障供给基本要求

动物蛋白是人类生存与健康的基础性食物源,水产品是重要的组成部分。中国渔业主要水产动物中鱼类、虾蟹类、贝类产量总计6 030多万t,占中国动物蛋白总产量的32%,已成为最大的动物蛋白生产行业。基于《中国统计年鉴(2019)》和《中国居民膳食指南》的研究表明,按照中国居民食物多样性平衡"膳食宝塔"水产品日摄入量40~75 g计,水产品年人均需要量为27~50.5 kg(平均值38.8 kg);中国城镇居民水产品年人均消费为29.6 kg、农村居民为14.8 kg。据预测,到2025和2035年,中国水产品供应总量将增加2 466万t和5 593万t。如果使5.64亿农村居民达到年人均消费27 kg的最低水平,使8.13亿城镇居民达到年人均消费38.8 kg的中值

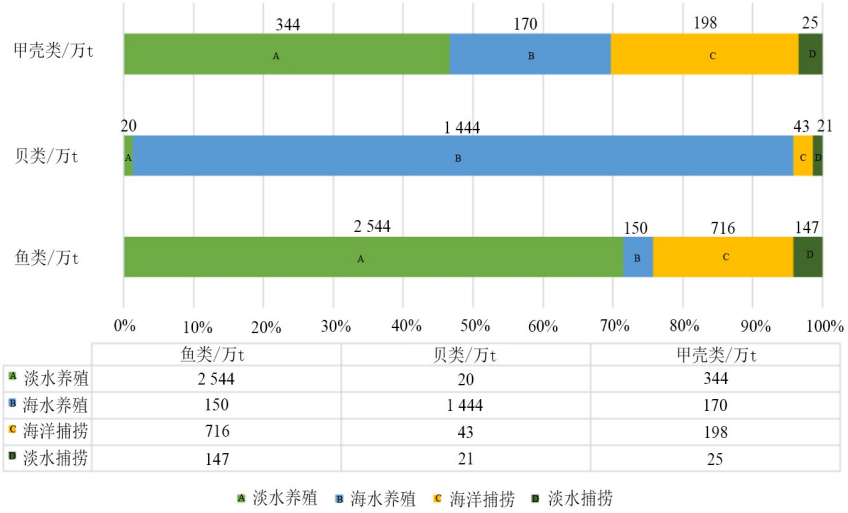
收稿日期:2020-04-19
基金项目:山东省支持青岛海洋科学与技术试点国家实验室重大科技专项"深蓝渔业产业与科技创新战略研究(2018SDKJ0301)"
作者简介:徐皓(1962—),男,研究员,研究方向:渔业装备与工程技术。E-mail:xuhao@fmiri.ac.cn

水平,就需要在现有基础上增加 1 420 多万 t 产量,才能达到全面建设小康社会、满足人民美好生活需要的基本要求。就世界而言,20 世纪 60 年代以后,全球食用水产动物消费量年均增长率超过了人口增长率,高于全部陆生动物肉类增长率,约占全球人口动物蛋白消费量的 17%,提供了人均动物蛋白摄入量的近 20%;2015 年全球食用水产动物年人均消费量为 20.2 kg。FAO 预测,到 2030 年全球水产品的产量将增加 36.7%,中国将增加 31.1%[1]。

1.2 面临的制约性问题与空间拓展

1.2.1 产业构成及特点

中国渔业主要有水产养殖业、捕捞业、加工业、增殖业和休闲渔业共 5 大产业形态,水产品的产量主要来自养殖和捕捞。图 1 所示为中国水产养殖与捕捞产业主要构成[2]。



	鱼类/万t	贝类/万t	甲壳类/万t
A 淡水养殖	2 544	20	344
B 海水养殖	150	1 444	170
C 海洋捕捞	716	43	198
D 淡水捕捞	147	21	25

注:数据来源《中国渔业统计年鉴(2019)》

图 1 中国水产养殖与捕捞产业主要构成

Fig. 1 Main components of aquaculture and fishing industry in China

中国水产养殖与捕捞产业结构的特点主要表现为:一是水产养殖是中国水产品供给保障的主要生产方式。2018 年,水产养殖总产量 4 991 万 t,占渔业生产总产量的 77%。中国是率先实现水产品“以养为主”的国家,也是 2014 年以后世界水产养殖业对人类水产品消费贡献超过野生水产品捕捞的主要贡献者[3]。二是鱼类是中国渔业生产的主要种类,淡水养殖和海洋捕捞是主要生产方式。中国鱼类产品总量达 3 557 万 t,占水产品总量的 55%,是水产动物蛋白供给的主体,其主要生产方式为淡水养殖(2 544 万 t,占比 71.5%)和海洋捕捞(716 万 t,占比 20.0%)。三是甲壳类(虾、蟹)、贝类、头足类是水产动物产品的重要补充。中国虾、蟹、贝、头足类生产总量为 2 322 万 t,占水产品总量的 36%,主要生产品种为海水养殖贝类(1 437 万 t,占比 62%)和海淡水养殖虾蟹类(514 万 t,占比 22%)。

1.2.2 从保障供给看发展空间

“稳数量、提质量、转方式,持之以恒推进渔业高质量发展”是面向现代渔业发展的主题[4]。从保障供给的角度,中国渔业转型发展压力主要有:一是受生态文明建设要求影响,国家实施海洋渔业资源总量管理制度和海洋渔船“双控”制度等措施,捕捞渔业难有增长空间,总产量相对稳定。二是淡水养殖面临的环境保护“红线”要求愈见强烈,养殖排放成为焦点[5],生存空间受到挤压。在生态保护、流域禁捕的大趋势下,由湖泊水库河沟养殖的 530 多万 t 产量(以鱼类为主,占总产量 18%)必将大幅减少。三是生产资源制约性矛盾愈见显著,水产养殖需要占用的水资源,许可性管理和资源费足额缴纳的要求愈加严格[6]。饲料营养资源包括谷物和野生水产动物,同样受到自然资源的限制,劳动力成本已成为影响生产效益的重要因素。四是海水水产品养殖还有潜力,但产业结构必须调整。海水池塘受海岸带生态和环境保护的限制,发展空间受到限制。鱼类养殖以池塘、内湾网箱和深水网箱为主,占总量的

7%,若能突破设施安全保障的产业瓶颈,向更深、更开放的海域拓展,发展潜力将十分巨大。

因此,渔业实现保障供给目标的出路在养殖,养殖发展的空间在海水养殖,海水养殖的转型发展方向在于拓展海洋新空间,发展现代海工装备与高效养殖生产技术融合的深远海养殖,以工业化、集约化、规模化、工程化和产业链融合等开展海水生产系统构建与运营。

2　中国海水养殖产业转型与深远海养殖

2.1　海水养殖产业现状

2018 年,中国海水养殖产量 2 031 万 t,占养殖总产量的 40%,分布在沿海各省,其结构性特点主要表现为[2]:一是养殖主产区呈北高、南低态势,贝藻类养殖是生产主体。黄渤海、东海和南海沿海海水养殖产量占比分别为 46.7%、29.5%、23.8%,贝类在其中的占比分别为 79%、67%、60%,藻类是其次的养殖种类。牡蛎、蛤、扇贝是主要的贝类产品,分别占总产量的 35%、28%、13%,在各海区均有分布,以北方海区为主。二是鱼类养殖量占比很小,南方高于北方。鱼类产品在海水养殖总产量中只占 7.3%,在黄渤海、东海、南海沿海的分布为 28 万 t、44 万 t、78 万 t,在区域内养殖量占比为 3%、7.3%、16%,南方高于北方。大黄鱼、鲈鱼、石斑鱼、鲆鱼是主要的养殖品种,分别占养殖鱼类总产量的 13%、11%、10%、7%,其中,大黄鱼的主产区在东海区,石斑鱼在南海区、鲆鱼在黄渤海区,鲈鱼在各海区均有生产。三是养殖品种与方式具有区域性特点。黄渤海区以贝藻类的底播、吊笼和筏式养殖为主,南海区以鱼类网箱养殖为特色,东海区介于二者之间。池塘养殖在沿海都有分布,以鲈鱼、虾蟹类养殖为主。工厂化养殖在黄渤海区较多,以鲆鲽鱼养殖为主。东海区适合于大黄鱼网箱养殖,大黄鱼为东海区最大的养殖品种。南海区水温年变化较小,适养品种较多,有较好的发展网箱养殖的条件。

2.2　制约性问题

2.2.1　沿海养殖开发强度大,产出效率低

中国是世界沿海国家海水养殖开发强度最大的国家。对沿海网箱和筏式养殖强度的研究表明[7],全球共有 93 个开展海水养殖的国家,2004—2008 年,每公里海岸线平均产量 15 t,而中国最大,为 519 t,是世界平均值的 34 倍多。但与此同时,适养品种少、规模小,与开发强度不匹配。网箱养殖鱼类受水温和养殖设施安全性限制,尤其是北方海域,海水年变化温差较大,适养品种少,生长效率低。大黄鱼是少数适养品种之一,但其 19.8 万 t 的规模与 550 多万 t 的中国淡水草鱼养殖规模和 130 多万 t 的挪威大西洋鲑养殖规模[8]相比,依然小了许多。

2.2.2　产业结构不合理,产品质量不高

海水养殖产业结构还不尽合理,品种结构上,贝类虽然产量高,但对蛋白供给的贡献不如鱼类。以贝类养殖产量最高的牡蛎为例,牡蛎壳一般占重超过 60%,牡蛎肉占重 30%~40%,其中水分约占 80%,蛋白质占 8%~12%[9],因此牡蛎蛋白含量约为总重的 3%。而多数鱼类的蛋白质含量可达 18%~20%,超过贝类 6 倍以上。产业结构上,第二产业占比较少,基本维持在 20%上下,加工市场开发推广不足,与需求的对接不畅,制约水产品消费的持续增长。产品结构上,普通大路货的数量有所过剩,而高品质的名特优品种发展滞后,质量安全事件时有发生,与人民日益增长的消费需求不相适应。

2.2.3　养殖方式粗放,环境成本高

贝藻类筏式、吊笼和底播养殖方式基本分布在沿岸-10 m 等深线的水域之内,养殖设施没有标准和建设规范,其养殖过程虽有吸收水体营养物质和固碳作用,但养殖生物的排泄、死亡以及破损漂浮物对周边环境与水域生态海水造成一定的负面影响;贝类养殖中有 37%为底播养殖,其收获作业方式严重破坏海底生态;鱼类养殖网箱大量地设置在内湾水域,网箱标准化程度低,大都没有配置减排设施;深水网箱只发展到湾口-20 m 等深线水域,抵御台风灾害的能力不强,一旦造成损坏,损失极大;投喂方式粗放,造成营养物肆意排放,既污染水域,又易造成病害,影响品质与安全。

因此,“调结构、转方式”是海水养殖实现转型发展的根本出路。“调结构”的重点在于提高鱼类产量比重,以实现优质水产动物蛋白的保障供给;“转方式”的关键在于拓展深远海水域,发

展工业化鱼类养殖生产方式。

3 深远海养殖产业发展定位

3.1 深远海养殖水域

受陆源性海流、营养盐和光照等的影响，-200 m以浅水域是内稳性较强的水域生态系统，对生物种群而言，具有相当的环境容纳量[10-11]。“远海”的概念是基于运行管理的范畴，指向远离陆地的海洋纵深。对水产养殖而言，“深”的价值在于更好的水质条件、更大的环境容纳量，“远”的概念在于相对陆上生产基地和消费市场的管理与保障难度。适合发展深远海养殖的水域，“深”相对就远，“远”则未必深，如远海岛礁周边水域。深远海养殖与沿岸近海养殖的根本区别在于养殖系统对海洋环境的暴露性[11]，指的是设置在暴露于海洋环境的开阔水域，包括国家专属经济区和公海，对水域生态没有显著性影响，而沿岸近海养殖是有限暴露于海洋环境、对水域生态有明显影响。FAO关于离岸养殖（Offshore Aquaculture）推荐的定义是[6]：设置于暴露在风浪作用的开放海域，有设施设备保障，有补给船舶支持的海上养殖生产系统。养殖水域为水深25~100 m、距陆上基地码头25 nm（海里）、水流10~100 cm/s，适合开展鱼类网箱和贝类筏式养殖的水域。根据中国沿海海域水文特点和海水养殖基本情况，深远海养殖水域是指离大陆岸线3 km以上，处于开放海域；水深大于25 m，具有大洋性浪、流特征。

3.2 深远海养殖发展潜力

中国海洋资源丰富，拥有1.8万km大陆海岸线，200 nm以内管辖水域300万km^2，符合深远海养殖发展定位的水域大约占1/3的陆上国土面积，几乎未被有效的利用。按照中国水产养殖绿色发展要求，海水养殖业要优化生产布局，积极拓展深海绿色养殖，鼓励建设深远海大型渔场[5]。基于全球海洋空间，以离岸3~200 nm范围，水深25~100 m，水流10~100 cm/s，距陆上基地码头25 nm内经济距离为条件，以军曹鱼（*Cobia*）为热带水域代表性养殖品种（水温22~32 ℃），大西洋鲑（*Atlantic salmon*）（水温2.5~19 ℃）、紫贻贝（*Blue mussel*）（水温2.5~19 ℃）为温带水域代表性养殖品种，全球各国专属经济区中有1.64亿km^2海域可开展水产养殖，其中又有0.12%，约19万km^2的水域全部符合上述条件[6]。另一项关于全球海洋养殖生物生产潜力研究[12]，利用生理学和生长理论，结合环境数据，排除低氧水域、200 m以深水域和海洋保护区、石油开采区和船舶航行密集区等其他用途的水域，对全球海洋进行网格化分析，得出全球有1 140万km^2水域适合开展鱼类养殖，150万km^2水域适合开展双壳贝类养殖，年鱼类养殖的潜力为150亿t，仅仅需要用全球海洋3.6亿km^2面积的0.015%的水面，就能生产出相当于全球捕捞渔业的水产品产量。两种研究方法都证明了深远海养殖的发展潜力巨大。

因此，未来全球人口增长及粮食安全、竞争性土地资源紧缺、清洁水资源稀缺等因素，需要陆基和沿岸水域的水产养殖系统向更深更远的海域发展。以工业化的理念和方式，建立新型生产模式，拓展深远海海水养殖新空间，是未来渔业实现水产品保障供给、实施生产方式转变的必然选择。深远海养殖将成为现代渔业主要产业，必须以水产品海上工业化养殖为主体，协同支撑水产动物饲养的海洋动物蛋白资源开发、保障海上养殖生产的水产品物流加工等组成三产融合的一体化产业链。因此，深蓝渔业“养捕加一体化”的概念得以提出[13]。

4 深蓝渔业构建要素与发展方式

4.1 深蓝渔业的产业构成

深蓝渔业以深远海工业化养殖为构建主体，是基于现代渔业“以养为主”发展规律的基本判断，对应海洋水域资源，按照海上工业化养殖发展要求，构建以鱼产品为主的大型养殖平台及其工业化生产体系；深蓝渔业以海洋生物战略性种群资源利用为发展支撑，是基于海洋低营养级、非直接食用生物种群储量巨大的现状，聚焦中上层低值、大宗蛋白质生物资源，开展科学探查与评估，发展生态高效生产方式，为养殖业提供蛋白质资源；深蓝渔业以物产高值化加工与冷链物流系统为发展保障，构建海上高值化加工、冷链物流和活体运输生产体系，实现深蓝渔业生产物资的有效供给和产物的加工与流通。种质资源开发和渔业

船联网是深蓝渔业产业化发展的重要支持。“深蓝种业”以海洋生物遗传资源及性状开发和适合于深远海养殖的品种选育为主,为主体产业发展提供经济性状稳定的优良品种;“智慧渔联网”是深蓝渔业“物联网+”的实现形式,通过发展覆盖全产业链的信息化体系,实现深蓝渔业的智能生产与智慧管理。

深蓝渔业以“养捕加”协同发展为核心内涵,建立“以养殖为主体、捕捞为支撑、加工为保障”陆海统筹的新型渔业发展方式,所构建的“养捕加一体化、海岛陆相衔接”深远海工业化养殖模式,是未来海洋渔业替代性生产方式;所建立的中层低值渔业资源“精准探查、高效聚捕、精深加工”捕捞生产模式,是捕捞渔业转型升级方向。在“深蓝种业”和“智慧渔联网”的支持下,深蓝渔业作为一种新型的现代渔业生产方式,具有巨大的成长潜力和战略价值,可以成为国家农业与海洋经济发展的战略性新兴产业。

4.2　深蓝渔业的发展方式

4.2.1　深远海工业化养殖

对应中国沿海-25 m 等深线以外专属经济区水域的海域水文与海况特点,以定置式网箱养殖平台和游弋式大型养殖工船为主要生产方式,在海域养殖规划和生产许可前提下,确定养殖品种与生产方式。在水深 25~30 m 水域,发展以高密度聚乙烯(HDPE)重力式网箱为主要形式的深远海养殖渔场,开展以渔民合作社为主体的产业化经营。针对水流特点,成片规划、成组布置 HDPE 网箱设施,配备具有投喂、起捕、活鱼运输等功能的辅助作业船,配套生产辅助码头。构建标准化生产体系与数字化环境监测系统,控制养殖产量,使渔场成为海上集约化养殖产业的基本业态;在水深 30~60 m 水域,发展以大型钢结构半潜式网箱为主要形式的深远海养殖生产平台,实施以企业为主体的商业化生产。重点发展具备饲料储存、自动投喂、管控作业、环境监测以及人员值守等生产作业功能的大型平台,实施规模化养殖与高效作业;配备专业化生产物资与活鱼产品运输船,配套陆基转运加工基地与远程集控中心。构建质量安全控制体系与作业规程,使养殖平台成为海上生态化养殖的主体生产系统;在 60 m 以深的专属经济区海域,发展以大型养殖工船为主要形式的海上封闭式养殖工厂,实施以企业为主体的工业化生产。对应养殖品种适宜生长水温,选择合适的锚泊海域与航行路径,重点发展具备中高密度、智能化船载舱养系统及饲料仓储投喂、活鱼转运、物资扒载、船载加工、自主航行等功能的大型养殖工船。配备生产物资运输船、活鱼运输船和冷藏运输船,配套陆基转运、加工、配送生产基地,构建全程质量控制体系与标准化作业规程,使养殖工船成为全程高效管控、全年无季节差生产的远海工业化生产系统。

在生产方式上,针对适合于中国海域条件和市场需要的养殖品种,组合不同方式,形成深蓝渔业工业化养殖的主要模式:一是“渔场+网箱平台”分阶段养殖模式。针对区域性适宜生长的养殖品种,如南海军曹鱼、石斑鱼,东海大黄鱼等,第一阶段利用“渔场”水体相对小的网箱,进行 1~2 龄鱼的养殖,以方便管控,形成小规格商品鱼的生产规模;第二阶段转运至水域更深处的大型网箱平台,利用更好的养殖环境,进行 3~4 龄鱼的生态化养殖,生产高品质的深远海养殖鱼类产品。二是“工船+渔场+网箱平台”接力型养殖模式。利用工船水温适宜、小水体管控的特点,开展苗种繁育与大规格鱼种养殖,与网箱养殖渔场和大型网箱平台形成阶段式接力养殖。针对温带水域水温变化大的特点,提前或延后在南方水域开展前阶段或后阶段养殖,形成南北接力模式。三是“养捕加一体化”深远海综合生产模式。利用工船平台获取-200~-300 m 水层 14~16 ℃低温水,开展暖水性、温水性鱼类多品种养殖;以工船平台为母船,为远海捕捞渔船提供物资补给、渔获物加工、冷藏运输、船员服务等生产支持,形成驻扎远海、远洋“养捕加一体化”的深蓝渔业航母船队。

4.2.2　海洋生物战略性种群资源利用

与淡水养殖品种相比,现有的海水鱼养殖品种需要更多的动物蛋白。海洋生物战略性种群资源作为可再生食物资源,是为人类提供优质蛋白的潜在资源以及为水产养殖提供高品质饲料的重要来源。发展深远海工业化养殖产业,必须形成相应的饲料加工生产体系,保障饲料用蛋白质的稳定供给。海洋低营养级低值生物资源的储量丰富,还有人类目前探明最大的可再生生物蛋白库

资源南极磷虾,是尚未开发的动物蛋白饲料资源库,可以作为饲料营养原料,支持动物养殖业的持续发展。

以南极磷虾为例,广泛分布于南大洋水域,主要集聚于-200 m以深水层,资源储藏量(6.5~10)亿t,总可捕量达1亿t,被认为是迄今为止地球上发现的资源量最大的单一生物资源,也是蛋白质含量最高的生物之一,FAO48区的最大可捕量约为561万t,资源潜力巨大[14-16]。2010—2016年,世界南极磷虾捕捞产量在(16~29)万t,中国的平均产量近3万t,到2016年共有6艘大型拖网加工船投入作业,产量达到6.5万t的最高值[17]。南极磷虾的生产作业需要专业化的技术与装备,先进的拖网加工船配备了连续式捕捞、泵吸、蒸煮和烘干等作业生产线以及高效的整虾冻结设备,还需要构建海上运输和陆上配套基地。小型鱼类在世界渔获物总量占有相当比重,其中有2 000万t以上的低值鱼类主要用于生产鱼粉或作为饵料鱼,渔获量相对稳定[1]。中层鱼类分布在海洋陆坡区200~1 000 m水层,摄食浮游生物,资源量为(100~150)亿t[18-19],占世界海洋鱼类生物量的95%[20],是储量巨大的蛋白质资源。属于中层鱼类的灯笼鱼,体长4~5 cm,体质量2~6 g,生命周期在1年左右,资源量在(1~6)亿t[21]。中国南海中层鱼资源量密度在0.08~0.36 g/m^{3}之间,平均资源量密度为0.15 g/m^3,南海中层鱼资源量达到(0.73~1.72)亿t,灯笼鱼和钻光鱼占总生物量的70%以上[22]。灯笼鱼捕捞,采用拖网作业,被用于鱼粉和鱼油加工,但由于灯笼鱼体内腊脂比例较高,目前加工效果有限,发展受到限制。

与目前世界海洋捕捞渔业近亿吨产量并且90%以上的物种都已充分甚至过度开发相比,海洋低营养级大宗生物资源的储量是巨大的。尽管这些资源直接食用的价值不高、当前发展还存在着制约性的问题,但对深蓝渔业未来大规模的水产养殖生产而言,其支撑作用是极其重要的。深蓝渔业"海洋生物战略性种群资源利用"的关键在于:如何有效地掌握这些资源的种群特征、变化规律与可持续的捕捞量;如何生态、高效地捕获、加工这些资源,使之成为人类开展鱼类及其他动物饲养的蛋白质资源。

4.2.3 深蓝渔业物产高值化加工与冷链物流系统

深蓝渔业以深远海工业化养殖与战略性种群资源利用为基本产业,生产系统将逐步远离大陆、覆盖全球海洋。随着生产模式的成熟、生产规模的提升,需要构建以大陆为基点的物流与加工系统,以保障生产物资的及时供给以及养殖与捕捞产品的适时加工和运输,需要构建覆盖全生产领域的海上高值化加工、冷链物流和活体运输生产体系。海上物流通道输送的物资,对海上养殖系统而言,主要是与养殖量相当的饲料供应;对捕捞渔船和其他作业船舶而言,主要是燃油供给、人员以及淡水和其他生活物资,其输送能力须与生产能力相匹配,输送方式可以为常规的运输船舶,如散货船、运油船等。产品输送具有品质保障和鲜活的特性,需要配备专业化冷藏运输船和活鱼运输船。两种相结合的运输装备会使海上物流运输具有更高的效率。海上加工系统是为提高产品品质与利用价值,基于船舶平台所构建的生产系统,主要有基于大型养殖工船的水产品分割、冰鲜和冷冻加工系统,如大型多功能养殖工船的船载加工系统;基于捕捞渔船的渔获物冷冻与鱼粉加工系统,如南极磷虾捕捞船的船载加工系统等。当生产规模发展到相当程度,还需要配置专业化的海上加工船,如鱼粉加工船、水产品综合加工船等。

5 作为战略性新兴产业的深蓝渔业

战略性新兴产业是以重大技术突破和重大发展需求为基础,是引导未来经济社会发展的重要力量,已成为世界主要国家抢占新一轮经济和科技发展制高点的重大战略[23]。"战略性"和"新兴性"是战略性新兴产业构成的核心内涵,前者体现在对经济发展方式的"引擎"作用,对国民经济结构调整的引领作用,对未来就业增长、经济增长和内外均衡指标企稳的带动作用;后者表现为以重大科技突破为发展前提,密集应用大量前沿技术,产业发展的技术路径和市场前景都具有高度的不确定性,具有高收益与高风险并存的新兴产业特征[24]。

5.1 深蓝渔业的战略价值

5.1.1 保障优质蛋白供给,支撑国家粮食安全

深蓝渔业可以推动中国动物类产品生产方

式,由传统资源消耗的劳动力密集型,向新资源开拓的资本和技术密集型转变。传统渔业正在面临资源环境的制约和高质量绿色发展的要求,已有的生产方式难以为继。深蓝渔业集鱼类工业化养殖、海洋生物探测、海洋工程装备与信息化智能化管控等前沿技术之大成,依靠企业与金融资本支持,正在形成渔业的新型工业化生产方式,尤其在面临重大疫情、贸易战等特殊时期,水产养殖对水产品稳产保供至关重要,而深蓝渔业工业化的生产方式将对稳产保供发挥重要作用,成为社会食物安全和人民健康消费的重要保障。

5.1.2　落实海洋强国战略,促进蓝色经济发展

深蓝渔业可以为国家海洋强国建设、海洋经济发展新兴的产业支柱。中国海洋渔业产业增加值占主要海洋产业 14.3%[25],为第一、二产业中最大,对应的海水产品为 3 301 万 t。深蓝渔业如果承担起目前内陆渔业、近海捕捞渔业转型减产和 2035 年水产品增产(5 000~6 000)万 t 的生产能力,海洋产业中渔业的产量将增加 150%~180%,再加上同步形成的物流加工业,海洋渔业经济的增长潜力巨大。深蓝渔业生产方式所需要的渔业生产船舶、平台、装备以及人员物质的运输、信息化系统的建设等,还将对海洋工程、船舶、运输产业经济的发展产生相当大的拉动作用。

5.1.3　实现渔业升级转型,提供先进生产关系

深蓝渔业将成为渔业高质量发展、渔民转型就业的现代产业,实现两种资源、两个市场的统筹发展。深蓝渔业基于海洋环境承载力和海洋资源可持续生产力,利用深远海水域新空间和优质水资源,构建优质水产品绿色、高效、标准化生产方式,是渔业高质量发展的重要途径。深蓝渔业的工业化生产体系,可以为广大传统渔民职业转型、社会劳动力就业提供先进的生产关系。深蓝渔业"养捕加一体化"的生产方式是中国远洋渔业的新型生产方式,可以通过贯彻国家"一带一路"的倡议,实现国内、国际两个市场的协同开发。

5.2　深蓝渔业的新兴性

深蓝渔业的产业体系建立在现代前沿技术集群应用的基础上,对自然规律的把握和高新技术的应用是推动生产力发展的重要因素和力量。围绕海洋生物遗传资源高效利用的种质资源开发生物技术、集约化绿色养殖技术、养殖智能管控技术、新型船舶海工平台装备技术,以及围绕海洋生物种群资源持续利用的精准探测技术、生态捕捞技术、精深加工技术等,都是世界渔业科技发展的前沿性技术,大型深远海养殖工船、中层鱼类高效聚捕等生产系统更是多技术融合的集成创新,这些技术在世界海洋科技的发展中具有前沿性、引领性和颠覆性。

深蓝渔业发展路径是基于人类美好生活需求、社会可持续发展要求和渔业转型实际的系统性谋划,其方向是构建全新的海洋农业产业。深蓝渔业生产方式改变了人类文明数千年来形成了向海洋索取野生动物资源的捕捞渔业和依靠大陆资源环境生产水产品的养殖渔业,是人口增长、生活需求、可持续发展、科技进步以及社会工业化进程和渔业生产方式转变等多重要求下的产业新构想,一旦形成现代产业效应,将开启人类耕耘海洋,发展新型海洋农业的新纪元,将海洋水产农牧化活动,从近岸、浅海,推向深海、大洋。

6　展望

深蓝渔业产业经济规模有一个从小到大、逐步适应、不断成熟的进程,发展过程需要扶持。目前中国深蓝渔业还处于雏形发展阶段,其终端产品优质鱼产品的市场价值还需与传统养殖方式进行竞争,新生产业需要在与传统产业竞争替代的过程中逐步成长,逐渐成熟。在此过程中,经济可行的技术实现方式、投资规模和生产品种是现实的选择,产业政策的引导和扶持必不可少。可以看到,目前一些竞争劣势只是阶段性的,当传统养殖方式的环境排放和水资源占用成为必须负担的生产成本,当物联网技术将深远海养殖产品的品质与安全价值体现在产品品牌上,当规模化、标准化的深远海养殖产品获得市场定价权的时候,深蓝渔业将快速发展壮大。 □

参考文献

[1] 世界粮农组织. 2018 年世界渔业和水产养殖状况—实现可持续发展目标[R]. 罗马:联合国粮食及农业组织,2018.

[2] 农业农村部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴(2019)[M]. 北京:中国农业出版社,2019.

[3] 世界粮农组织. 2016 年世界渔业和水产养殖状况:为全面实现粮食和营养安全做贡献[R]. 罗马:联合国粮食及农业组织,2016.

[4] 农业农村部新闻办公室,渔业渔政局渔业改革创新高质量发展推进会在京召开[EB/OL]. [2020-01-15]. http://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202001/t20200115_6336126.htm.

[5] 农业农村部等 10 部委. 关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见(农渔发〔2019〕1 号)[Z]. 2019.

[6] 国务院公报. 取水许可和水资源费征收管理条例[EB/OL]. [2017-03-01]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5219162.htm.

[7] KAPETSKY J M, AGUILAR-MANJARREZ J, JENNESS J. A global assessment of offshore mariculture potential from a spatial perspective[M]. Rome: FAO,2013.

[8] Ucn 国际海产资讯. GSMC:2019 年大西洋鲑产量增长缓慢,市场仍供不应求[EB/OL]. [2019-01-22]. http://www.shuichan.cc/news_view-378169.html.

[9] 李苹苹. 五种经济贝类的营养成分及蛋白质质量分析[J]. 食品研究与开发,2014. 35(15): 99-101.

[10]潘迎捷,水产辞典[M]. 上海:上海辞书出版社,2007.

[11]张利民,近岸水域生态学[M]. 北京:海洋出版社,1989.

[12]REBECCA R G,HALLEY E F,DIETMAR G,et al. Mapping the global potential for marine aquaculture[J]. Nature Ecology & Evolution,2017(1):1317 - 1324.

[13]刘晃,徐皓,徐琰斐. 深蓝渔业的内涵与特征[J]. 渔业现代化,2018,45(5):1-6.

[14]黄洪亮. 南极周边海域磷虾等生物资源考察与评估[M]. 北京:海洋出版社,2016.

[15]中国工程院. 中国海洋工程与科技发展战略[M]. 北京:高等教育出版社,2013.

[16]刘永新,李梦龙,方辉,等. 南极磷虾的资源概况与生态系统功能[J]. 水产学杂志,2019:32(1):55-59.

[17]潘云鹤,唐启升. 海洋强国建设重点工程发展战略[M]. 北京:海洋出版社,2017.

[18] GJOSAETER J, KAWAGUCHI K. A review of the world resources of mesopelagic fish [R]. Rome: FAO Fisheries Technical Paper,1980(193): 1-151.

[19] IRIGOIEN, X, KLEVJER, TA, ROSTAD, et al. Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean[J]. Nature Communications,2014(5):1-10.

[20]袁梦,陈作志,张俊,等. 南海北部陆坡海域中层渔业生物群落结构特征[J]. 南方水产科学,2018(1):85-91.

[21]李励年,朱文钊,缪圣赐. 灯笼鱼资源的开发与利用[J]. 渔业信息与战略,2012,27(3):240-244.

[22]张俊,江艳娥,陈作志,等. 南海中南部中层鱼资源声学积分值及时空分布初探[J]. 中国水产科学, 2017, 24(1): 120-135.

[23]国务院办公厅. 国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定(国发〔2010〕32 号)[EB/OL]. (2010-10-18). http://www.gov.cn/zwgk/2010-10/18/content_1724848.htm.

[24]杨震宇,史占中. 战略性新兴产业的发展绩效与路径研究[M]. 上海:上海交通大学出版社,2017.

[25] 国家海洋局. 2018 年中国海洋经济统计公报[EB/OL]. [2019-04-11]. http://gi.mnr.gov.cn/201904/t20190411_2404774.html.

Chinese marine fishery transformation and strategic emerging industry of deep ocean fishery

XU Hao[1,5,6], CHEN Jiayong[2], FANG Hui[3,5], ZHUANG Zhimeng[4],
LIU Huang[1,5,6], LIU Yongxin[3,5], XU Yanfei[1,5,6]

(1 *Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai* 200092, *China*;
2 *Bureau of Fisheries, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing* 100125, *China*;
3 *Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing* 100141, *China*;
4 *Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao* 266071, *Shandong*, *China*;
5 *Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology* (*Qingdao*), *Qingdao* 266237, *Shandong*, *China*;
6 *Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering Technology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shanghai* 200092, *China*)

Abstract: Fishery development in China has played an important role in ensuring food security and increasing the supply of high-quality animal protein. However, affected by the declining of inshore fishery resources, deterioration of water environment, extensive production mode and improper industrial structure, the marine fishery development space has been compressed, and the demand to expand the fishery development space to the far sea is increasing day by day. This paper, based on the development requirements, development status and constraints of China's fishery transformation, analyzes the development potential of deep sea aquaculture, puts forward the concept of deep ocean fishery of "integration of aquaculture, fishing and processing", clarifies the fact that the deep ocean fishery consists of offshore industrialized mariculture, strategic population resource utilization of marine biology, high-value processing and cold chain logistics system for aquatic products, germplasm resource development and fishing vessel network system, and expounds the development way, aiming to provide reference for promoting the development of deep ocean fishery in China.

Key words: marine fishery; deep ocean fishery; deep sea aquaculture; protein supply