

蓝色海洋生物资源开发战略研究

“中国海洋工程与科技发展战略研究”海洋生物资源课题组

摘要: 为了提升海洋生物资源的开发能力,推进海洋强国的建设,中国工程院于2011年启动了“中国海洋生物资源工程与科技发展战略研究”重大咨询课题研究。课题从海水养殖、资源养护、远洋渔业、质量安全与加工流通、海洋药物与生物制品五个重要领域开展咨询调查研究,系统分析研究了发展现状、趋势和战略需求,提出了多层面地开发利用海洋生物资源的“养护、拓展、高技术”三大发展战略和推进蓝色海洋生物产业“可持续、安全、现代工程化”发展的三大战略目标及其任务,建议国家优先启动“蓝色海洋食物开发工程”和“蓝色海洋药物与生物制品关键技术开发工程”两个重点研发专项。

关键词: 蓝色海洋; 生物资源开发; 发展战略; 研发专项

中图分类号: P745 **文献标识码:** A

Study on Development Strategy for Blue Marine Living Resources

Task Force for the Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology Living Marine Resource Research Group

Abstract: To improve China's development capacity of living marine resources and promote the construction of its maritime power, the Chinese Academy of Engineering launched a major consultation project in 2011, which is called "Strategic Study on the Development of China Living Marine Resources Engineering and Technology". By consultation and investigation in five key areas including mariculture, maritime resources conservation, deep sea fishery, seafood quality safety processing and logistics, marine medicine and bio-product, this study systematically analyzes the current state and strategic demands of these areas. It also advances three development strategies namely conservation, expansion and high-technology, for multi-dimensional developing and utilizing living marine resources. Three strategic objectives and tasks for advancing blue marine bio-industry were proposed, including sustainability, safety and modern engineering. The study recommended that the China should prioritize initiating two key research and development programs: the Blue Marine Food Development Project and the Key Technology Development Project for Blue Marine Medicine and Bio-product.

Key words: blue marine; living marine resource development; development strategy; special research and development program

一、前言

海洋生物资源是一种可持续利用的再生性资

源,包括了群体资源、遗传资源和产物资源,它为人类提供了大量的优质蛋白,是重要的食物来源。

20世纪80年代引入市场经济以来,我国渔业的生

收稿日期:2015-12-24; 修回日期:2016-01-17

基金项目:中国工程院重大咨询项目“中国海洋工程与科技发展战略研究”(2011-ZD-16)

本文由《中国海洋工程与科技发展战略》丛书《海洋生物资源卷·综合报告》改写,联系人:全龄

本刊网址:www.enginsci.cn

产力得到了有效的释放,从1990年起,我国水产品总量就跃居世界首位,不仅为解决吃鱼难、农民增产增收、改善国民膳食结构做出了重要贡献,同时对推进海洋经济的快速发展也发挥了重要的作用。21世纪以来,随着全球进入到全面开发利用海洋的时代,各国对海洋资源的开发和争夺异常激烈,到2030年前后我国人口达到15亿峰值时,水产品需求比现在将要增加 2×10^7 t以上。目标逐渐明朗,如何开发和利用海洋生物的资源潜力,实现蓝色海洋生物产业的可持续发展,保障我国食物安全和海洋经济的发展,便成为一个受到特别关注的问题。

2011年7月,中国工程院在《中国海洋工程与科技发展战略研究》重大咨询项目之下,启动了海洋生物资源的发展战略研究课题,经过10位院士和近50位专家的辛勤努力,项目形成了海洋生物资源工程与科技发展战略咨询报告,向国家提交了多项重要的对策建议,为推进蓝色海洋生物资源开发和海洋强国建设发挥了积极的作用^[1]。

二、我国海洋生物资源工程与科技发展现状与问题

(一) 发展现状

1. 海水养殖

近十年来海水养殖生物遗传育种技术发展较快,杂交和选育的新品种已达50多个,初步形成了海水养殖育种技术体系。但是,与产业规模比较,新品种还是太少,良种覆盖率较低,新品种培育周期过长,难以满足产业发展的需求。

生态工程技术成为热点,多营养层次的综合养殖(IMTA)的产业规模和多样性得到较好的发展,成为实现环境友好型海水养殖和生态系统水平管理的有效途径。由于浅海养殖容量已近饱和,各种节能环保新技术得到了应用,基于工程化理念和技术的健康养殖体系成为现阶段的发展重点。

发展并完善了水产病害基于抗体的免疫学检测方法和分子生物学方法,使水产病害诊断和流行病学监控技术的研究保持与国际同步的水平。开发低成本高效疫苗和免疫抗菌、抗病毒功能产品,对重大流行性疾病进行免疫防治,已成为水产动物疾病防控研究与开发的重点方向。

在原料预处理、饲料配方的营养平衡、添加剂

开发等方面研究取得良好的进展,有效地提高了廉价饲料原料的生物利用率,饲料工业技术装备的水平也得到了快速提高。

以鲆鲽类为代表的海水鱼类全循环水养殖系统成为陆基养殖的一个突破口,工程和装备技术日臻完善,成为工厂化养殖与环境协调健康发展的一种有效途径。

深海网箱养殖有所发展,但抵御强台风等自然灾害侵袭的能力还很弱,迈向30 m以深海域还要继续加强技术创新和集成。

2. 近海生物资源养护和管理

资源监测技术手段已基本具备,渔业监管体系尚待健全,在投入和系统性方面与国际先进水平尚有一定的差距。对渔船船位监控没有统一的要求,渔捞日志填写与报告、渔获转卸监控、科学观察员派驻等仍是监管体系的薄弱环节。负责任捕捞技术尚处于研究评估阶段,未形成规模化示范应用。

根据2007—2012年《中国渔业生态环境状况公报》,增殖放流规模持续扩大,放流种苗数量从2006年的38.8亿尾(粒)增加至2011年的150.8亿尾(粒),放流种类亦不断呈多样化的趋势。但在放流苗种质量、水域容量、放流效果评价等基础研究方面仍然滞后^[2]。

海洋牧场从概念向实践发展,沿海主要省市都开展了大规模的人工鱼礁建设,取得了一些重要的数据和经验。但有关礁体与生物之间的关系、礁体适宜规格与投放布局等研究较少,海洋牧场构建综合技术研究尚属起步阶段。

3. 远洋渔业资源的开发

经过30年的发展,过洋性和大洋性远洋渔业的作业渔场遍布38个国家的专属经济区和三大洋及南极公海水域,2014年远洋渔船规模达到2460艘,捕捞产量为 2.027×10^6 t。大洋公海作业渔船主要依赖国外进口的二手船,存在渔船老化、设备陈旧、技术落后、捕捞效率低等问题。南极磷虾渔业刚刚起步,捕捞渔船均为经简单改造的南太平洋竹筴鱼拖网加工船,捕捞产量和加工技术与先进国家(挪威和日本等)有较大差距。

在国家重大科研专项支持下,深水拖网双甲板渔船、大型金枪鱼围网渔船、鱿鱼钓船等远洋渔船型开发取得了技术突破,初步具备了大型远洋渔船的建造能力。大型加工拖网渔船建造及附属装备

的研制，尚在研发过程中。

4. 海洋食品质量与安全加工流通

海洋食品质量安全研究已经有了显著的加强，主要体现在海洋食品的风险分析、安全检测、监测与预警、代谢规律、质量控制、全程可追溯等方面的技术和能力的提高。

法律法规不断完善，风险监管技术体系初步建成。国家颁布了一系列有关食品安全的法律法规，行业和地方政府结合实际陆续出台了有关的实施条例或办法，依托项目开展了水产品质量安全可追溯体系构建推广示范试点工作，对产品的质量可追溯技术、理论与实践进行了积极的探索。

5. 海洋药物与生物制品

海洋药物研发方兴未艾，与发达国家的差距逐渐在缩小，但研究与开发的基础较为薄弱，技术与品种积累相对较少，产业仍处于孕育期。

海洋生物制品成为开发热点，新产业发展迅猛。以各种海洋动植物、海洋微生物等为原料，研制开发海洋酶制剂、农用生物制剂、功能材料和海洋动物疫苗等海洋生物制品已成为我国海洋生物产业资源开发的热点。

(二) 主要问题

与环境友好和可持续发展的要求相比，主要可

以归纳成“两个落后，四个不够”。包括：起步晚，前期科研和资金投入少，基础和工程研究落后；创新成果少，系统性差，关键技术装备落后；盲目扩大规模，资源调查与评估不够；过度开发利用，生态和资源保护不够；产业存在隐患，可持续发展能力不够；政府管理重叠，国家整体规划布局不够。与世界先进水平相比，除近海滩涂养殖技术处在世界前列之外，海洋生物资源开发利用的工程技术水平仍存在较大的差距，特别是开发工程装备上的差距明显（见图1）。

三、世界海洋生物资源工程和科技发展特点与趋势

(一) 海水养殖注重生物技术、生态技术及其工程化应用

(1) 美国、英国、日本、澳大利亚等主要发达国家，均将海洋经济生物的遗传育种研究列为重点发展的方向，全基因组选择技术和分子设计育种技术已逐渐成为新热点，重心已转向基因工程育种。

(2) 倡导基于生态系统的新型养殖方法，大力推动养殖生态工程技术的应用，实现生物技术与生态工程相结合。强调养殖新模式和设施渔业中新材料与新技术的运用，提高设施智能化程度和运行精

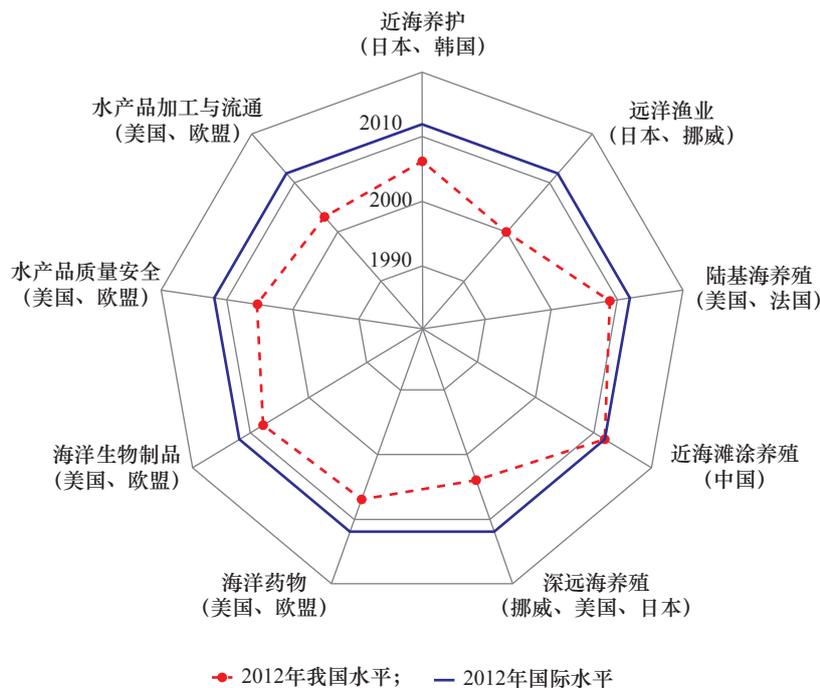


图1 我国海洋生物资源工程技术发展与国际先进水平比较

准度,有效控制养殖自身污染和养殖活动对海域环境的不良影响。

(3) 病原研究进入分子水平,注重养殖生物抗病能力的提高,免疫调节成为病害控制发展的方向。普遍采用疫苗、有益微生物菌剂、免疫增强剂等安全有效的生物制剂来控制养殖动物病害,注重生态防治与养殖模式的结合,抗病苗种的培育是病害防控工程的一个发展趋势。

(4) 以营养需求为先导的饲料制备技术取得突破,全价环保型饲料在产业中得到广泛应用。挪威引领了世界鱼类营养研究的前沿方向,发展趋势是追求营养调控的精准化,对养殖动物的繁殖、生长、营养需要、健康、行为、对环境的适应能力,养殖产品的质量、安全甚至养殖环境的持续利用等实现精准的调控。

(5) 高密度封闭循环水养殖已被欧洲、北美、日本和以色列等列为一个新型的、发展迅速的、技术复杂的行业。通过集成水处理技术与生物工程技术等前沿技术,海水养殖最高年产量可达 $100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 以上,养殖品种已从鱼类扩展到虾、贝、藻、软体动物的苗种孵化和育成养殖。

(6) 大型化、智能化、低碳化和生态化是深海网箱养殖工程的发展方向。充分开发利用洁净、绿色、可再生能源,减少排放,增强养殖环境生态的调控功能,提高社会的接受能力,成为新的关注点。

(二) 不断加强海洋生物资源的监管和养护

(1) 世界发达国家历来重视对近海渔业资源的监测与管理,普遍采用从投入至产出的全程监管。实施常规性科学调查,监测与监管趋向立体化和常态化,采用载有科学探鱼仪的锚系观测系统,对监测鱼种的洄游与资源变动进行常年监测。渔业生产过程的海(渔政船、科学观察员)、陆(渔船监控系统雷达)、空(飞机、卫星)综合监控技术以及渔捞统计实时报送与数据采集技术已经继续成为新的发展趋势。

(2) 发达国家更加重视负责任捕捞技术与与管理,欧盟建立负责任及可持续的捕捞渔业,美国则以确保海洋生态系统和谐促进渔业生物资源的持续利用,开发并应用负责任捕捞和生态保护技术。

(3) 将放流增殖作为基于生态系统的渔业管理措施之一,如美国沿岸每年放流的鱼苗超过 20 亿尾,

放流生物 20 多种,日本增殖放流物种近 30 个种类,底播增殖最多的是杂色蛤,年放苗 200 多亿粒。对未来更加关注增殖放流的科学机制,增殖放流的生态容量,增殖放流的生态安全,增殖放流的体系化建设^[1]。

(4) 海洋牧场建设已经成为世界发达国家发展渔业、保护资源的主攻方向之一,发展趋势为:更加注重海洋牧场生境营造与栖息地的保护、增殖放流与渔业资源管理体系构建等综合技术的发展;建造大型人工鱼礁,向 40 m 以深海域发展;发展海洋牧场现代化管理的控制与监测技术;开发碳汇扩增技术,发挥海洋牧场的碳汇功能。

(三) 更加关注远洋渔业资源的开发和保护

(1) 世界发达国家历来把发展远洋渔业,特别是大洋性渔业,作为扩大海洋权益、获取更多海外生物资源的重要举措。发展趋势为:捕捞业基础研究不断深入,技术革命进程加快;以多项信息技术为基础发展生产与管理辅助决策系统,实现精准捕捞;保护和可持续发展技术体系越来越受到重视;综合利用是产品高值化的主要方向。

(2) 以南极磷虾资源开发利用为核心的极地渔业将成为新热点。但南极海洋生物资源养护科学委员会于近年提出了南极磷虾资源“综合评估计划”和南极磷虾渔业反馈式管理,养护、管理措施将越来越严格,要求捕捞国承担更多的科学研究责任与义务。

(3) 远洋渔船及装备向大型化和专业化方向发展。挪威建造的世界最大的拖网加工船“南极海”号用于南极磷虾的捕捞与加工,该船长 133.8 m, 9 432 总吨,为长时间海上生产提供了便利。发达国家相当注重海洋渔业资源的保护,优先发展选择性捕捞,淘汰具有掠夺性捕捞的渔具、渔法。

(四) 更加注重海洋食品的质量安全,加工流通向全球化发展

在全球经济一体化快速发展的国际背景下,海洋食品产业如同全球食品产业一样,整体正在向多领域、深层次、低能耗、全利用、高效益、可持续的方向发展。世界各国政府对食品安全高度的重视,把实现食品安全列为政府经济发展的核心政策目标之一,海洋食品流通工程向智能化发展,重视对绿色物流进行管理和控制,尤其是要控制物流活动的

污染发生源。发展趋势主要有以下几方面。

(1) 加强科学有效的风险评估技术、检测技术以及预警预报技术的研发和应用,把物理标识追溯列为对海洋食品的强制性要求,物种来源及其原产地追溯成为今后的发展重点。各国还将加强对国际食品法典标准和发达国家食品安全标准的追踪研究,还要完善海洋食品质量安全的法律。

(2) “全鱼利用”概念渐成共识。主要发展方向是:以低能耗的生物加工与机械化加工方式代替传统的手工加工方式。海洋食品供应将以方便、营养、健康、能充分保持其鲜度和美味的预处理小包装食品为主,精准化的处理与保鲜技术、加工副产品的规模化处理与高效利用技术将进入一个快速发展的通道。与海洋渔业产业体系配套的海上加工、海洋功能食品加工、副产物精深加工将实现海洋食物资源的高效利用。

(3) 海洋食品流通体系趋向社会化与全球化。开发新的“无国界物流”运输和装卸机械,大力改进运输方式,实现高度的物流集成化和便利化,发展专门从事物流服务活动的“第三方物流”企业。

(五) 海洋药物与生物制品研发成绩显著,并进入一个新的发展阶段

由于海洋生物的次生代谢产物复杂、独特的化学结构及其特异、高效的生物活性,其资源已成为寻找和发现创新药物和新型生物制品的重要源泉。1998—2008年,有592个具有抗肿瘤和细胞毒活性、666个具有其他多种医疗活性的化合物正在进行成药性评价和/或临床前研究。海洋生物制品研发的热点主要集中在海洋生物酶、功能材料、绿色农用制剂以及保健食品、日用化学品等方面,已形成新兴朝阳产业^[4]。发展趋势主要有以下几方面。

(1) 天然产物资源的利用逐步从近浅海向深远海发展。瞄准深远海生物耐压、嗜温、抗还原环境的特性,探索发现全新结构的活性化合物和特殊功能的海洋生物基因。

(2) 陆地药物开发的各种高新技术,迅速向海洋产物资源的药用和生物制品开发利用转移,孕育着新的战略性产业的形成。

(3) 以企业为主导的海洋药物和生物制品研发体系成为主流。西班牙、美国等国家已出现专门从事海洋药物研究开发的制药公司,一些国际知名的

医药企业或生物技术公司也纷纷投身于海洋药物的研发和生产,成绩瞩目。

四、促进海洋生物资源开发的国家战略需求

(一) 多层面开发海洋食物产品,保障国家的食物安全

食物安全问题始终是国家关心的头等大事。随着我国工业化和城镇化建设的快速推进,以及到2030年前后我国人口达到峰值时,水产品需求要增加 2×10^7 t以上,海洋食物需求和供给形势将更加严峻。在我国,人们习惯于将传统上的主食统称为“粮食”,主要是指淀粉作物类和豆类两大类作物。但在国际上,与中文对应的“粮食”这个名词并不存在,国际组织及世界各国政府高度关注的是“Food”即“食物”。其来源可以是植物、动物或者自然界的其他生物,不只包含常说的“粮食”,还涵盖肉、禽、蛋、奶和水产品等“粮食”以外的主要内容。美国环境经济学家布朗曾在1994年提出“谁来养活中国”的惊世疑问,但在2008年他又指出水产养殖是当代中国对世界(食物安全)的两大贡献之一,认为世界还没有充分意识到这件事情的伟大意义,因为它是世界上最有效率的食物生产技术。另外,国际在学术用词上也发生了微妙的变化,如过去多用“海洋生物资源”,而现在则更多用“海洋食物资源”^[5]。因此,需要多层面地开发利用海洋食物产品,即通过“合理开发利用群体资源,发展海洋渔业;深层次挖掘遗传资源,发展海水养殖业(未来食物增加的重要来源);发现产物资源,发展海洋生物新产业”,为保障国家食物安全做出更大的贡献。

(二) 加强蓝色生物产业的发展,推动海洋经济的增长

随着蓝色经济和生物经济的兴起,以开发利用海洋生态系统及其生物资源为主体的经济活动已赋予海洋生物产业新的内涵,可视为蓝色生物产业。海洋渔业是蓝色生物产业的基础,涵盖了养殖业、捕捞业、海产品加工与流通业储运等传统产业,其领域和链条还拓展到设施渔业、增殖渔业、休闲渔业等新兴产业,具有规模化、集约化、设施化、智能化等特点。而海洋药物和制品是具有良好的发展前景的朝阳产业,是蓝色生物产业的新生部

分。2012年我国海洋生物产业占海洋产业生产总值的18.6% (其中海洋渔业17.8%, 海洋生物医药业0.8%), 仅次于滨海旅游业和海洋交通运输业, 三者合计占总产值的75.8%。蓝色生物产业是我国海洋经济的新增长点并形成海洋战略性新兴产业的重要组成部分。

随着蓝色生物产业的发展, 其经济模式已经发生了深刻的转变。其特点是企业规模大, 科技含量高, 市场机制健全, 抗风险能力提高, 负责任地开发利用资源。同时, 还不失时机地解决了一些新的社会问题, 如大量以沿海捕捞为生计的渔民失海、上岸, 需要重新就业, 而海水养殖业、水产加工业、休闲渔业以及深远海生物资源开发吸纳了大量失业的渔民, 促进了区域经济的发展, 维护了沿海地区的社会稳定, 蓝色生物产业的发展必将进一步促进海洋经济的增长。

(三) 强化海洋生物技术的发展, 培育壮大新兴产业

随着海洋生物组学、生物有机化学和合成生物学、免疫学和病害学、内分泌和发育与生殖生物学以及环境和进化生物学等海洋前沿生物技术的长足发展, 不仅催生了海洋药物和生物制品等新生的海洋生物产业, 同时在现代水产养殖、海洋食品安全、海洋生物资源养护和环境修复、生物材料和生物炼制以及生物膜和防腐蚀等领域进行广泛的应用, 推动了海洋传统生物产业和其他新兴生物产业的发展空间。海洋新生物产业的上游是海洋生物技术, 强化海洋生物技术的发展, 对于培育和壮大海洋新生物产业有着重大的战略意义。

我国海洋新生物产业已经初具规模, 受到政府、企业、科研机构等多方面的重视, 产业发展的良好环境已初步形成。目前, 全国海洋生物医药产业继续保持增长的态势, 2012年实现增加值172亿元, 比2011年增长13.8%, 可以预计未来10~20年海洋新生物产业化进程将大大加快, 海洋新生物产业将迎来快速发展的黄金时代。到2030年, 海洋新生物产业将成为国家海洋战略性新兴产业的第一大支柱性产业, 成为国民经济和社会发展中主导战略性新兴产业形成的重要贡献者, 成为保障当代人民健康、提高生活质量的主导产业之一, 在国际生物产业发展中具有竞争的主动权。

(四) 重视海洋生物资源的养护, 保障海洋的生态安全

海洋也是一个相对脆弱的自然生态系统, 其资源并非取之不尽、用之不竭, 需要养护才能保持较好的状态。近年来我国海洋富营养化严重, 赤潮、绿潮和水母灾害不断, 亚健康和不健康水域的面积逐年增加。加之大量海洋与海岸工程构筑在河口、海湾、滩涂和浅海, 多种工程的生态影响相互叠加, 致使海洋生态灾害集中呈现, 海洋生态安全前景堪忧。相比陆地生态系统而言, 海洋与江、河、湖泊等水生生态系统的破坏性往往是长期、甚至永久的, 生态系统及其资源的恢复十分困难。

为此, 必须重视海洋生物资源的养护, 治理受损的生态环境, 恢复海洋渔业资源的数量和质量, 使其能够满足人类对优质蛋白的需求。但是, 目前近海资源养护工程和科技发展的现状与渔业资源的恢复及生态环境的修复还有很大的差距, 诸多关键技术环节亟待实现转变和突破。必须进一步推进海洋生物资源养护领域的工程建设和高新科技的研发, 通过实施海洋生物资源养护工程, 实现全海域海洋生物资源的有效保护和科学利用, 为保障海洋生态安全, 建设生态文明做出积极的贡献。

(五) “渔权即主权”, 坚决维护国家的权益

近年来发生的岛屿之争, 反映出我国在一些敏感海域的海权不断受到侵扰和蚕食, 凸显出新的历史时期维护国家主权和海洋权益的重要性和紧迫性。渔业因其特有的移动性、广布性、群众性, 对维护国家海洋权益具有不可替代的重要作用, 应该放到所涉及的国际关系大局中考虑。此外, 全球海洋生物资源已成为各国竞相争夺的战略资源, 渔业也是国家拓展外交、参与国际资源配置与管理、处理国际关系的重要领域。

渔权即主权, 存在即权益。渔权是海权的一项重要内容和主要表现形式。世界各国对海洋权益的争夺, 很多情况下表现为因海洋渔业利益的冲突而对渔场、捕鱼权的争夺。这种冲突和争夺始终伴随并促进着国际海洋法的发展, 导致了一些重要的海洋法概念的形成和确立。1994年《联合国海洋法公约》生效后, 专属经济区制度的确立, 使得公海渔权成为海权争端的热点和焦点问题, 对远洋生物资

源管理拥有一定的话语权和参与权已成为国家综合实力的体现,特别是将开发公海和远洋生物资源作为国家发展战略,例如目前对丰富的南极磷虾资源的开发,针对包括海洋生物资源在内的争夺日益激烈。世界各国一方面加强本国海洋生物资源的养护和管理,另一方面积极研发新技术、配备新装备,利用高新技术加大对远洋海域生物资源的开发和利用。在此过程中,科技实力相对较弱的国家往往无法对其领海内的海洋生物资源进行良好的保护。因此,增强对远洋生物资源的掌控能力,维护与他国公约重叠海域内的海洋生物权益,不仅需要加强海洋监管、巡航、执法力度,而且迫切需要加快海洋生物资源开发工程建设与科技进步,突破专业化渔船捕捞装备、助渔仪器、船载水产品加工设备等关键技术的限制,增强海洋生物资源开发的综合实力,为维护国家应有的海洋生物资源权益提供支持。

五、蓝色海洋生物资源开发工程与科技发展的战略和任务

(一) 发展战略

1. 战略定位

围绕中国共产党第十八次全国代表大会提出的建设海洋强国:提高海洋资源开发能力、发展海洋经济、保护海洋生态环境和坚决维护国家海洋权益的宏伟战略目标和重大需求,坚持创新驱动的发展,突破海洋生物资源的高效开发和可持续利用的核心关键技术,推动海洋生物产业工程化的发展,实现海洋生物资源的可持续开发利用。

2. 发展思路

实施“养护、拓展、高技术”三大发展战略,多层次地开发利用海洋生物的群体、遗传和产物三大资源,推动海洋生物资源的开发工程与科技的发展。养护战略:养护和合理利用近海生物资源及其环境,推动资源增殖和生态养护工程的建设,提高伏季休渔管理的质量;拓展战略:积极发展环境友好型水产养殖业,开发利用远洋渔业资源,探索极地深海生物新资源,提高海洋食品的质量和水平;高技术战略:发展海洋生物的高技术,促进养护和拓展战略的技术升级,深化海洋生物资源开发利用的层次。

3. 产业目标

通过15~20年海洋生物资源工程与科技创新的发展,实现海洋生物产业“可持续发展、安全发展、现代工程化”三大战略的发展目标。可持续发展:推行绿色、碳汇渔业发展新理念,实行生态系统水平的管理,实现海洋生物资源及其产业的可持续发展;安全发展:遵循海洋生物资源可持续开发的原则,实现资源安全、生态安全、质量安全、生产安全;现代工程化:加快海洋生物资源开发利用的机械化、自动化、信息化发展的步伐,实现海洋生物产业的标准化、规模化的现代发展。通过培育和发展海洋生物资源战略性新兴产业,大力发展海洋生物资源开发工程与科技,提升产业核心竞争力。

4. 发展路线

通过两个开发工程(蓝色海洋食物开发工程、海洋药物与生物制品关键技术开发工程)和三个产业化(海洋生物产品安全供给产业化、现代化食品加工和物流装备的产业化及海洋药物和生物制品的研制和产业化),到2030年,我国海洋生物资源开发工程的创新有较大进展,将建设成为世界中等海洋生物资源开发利用的强国。

(二) 重点任务

1. 战略任务

(1) 建设环境友好型水产养殖业。发展多营养层次的新生产模式,实施养殖容量规划管理,加快海水养殖工程装备机械化、信息化、智能化的发展。

(2) 建设资源养护型近海捕捞业。进一步加强近海渔业的监管,积极开展近海生物资源的养护活动,科学规划资源的增殖放流,实施生态系统水平的渔业管理。

(3) 建设第二远洋渔业。重点发展现代极地渔业,提高资源的调查和开发能力,加快渔船、装备和助渔仪器的升级和更新,培育高附加值的新生物产业链。

(4) 建设质量安全加工流通业。创新全产业链质量安全保障体系,发展海洋水产品加工副产物的综合利用、海洋功能食品的制造,建成具有国际先进水平的海洋食品加工流通体系。

(5) 建设高技术密集型海洋新生物产业。开发一批具有资源特色和自主知识产权、有国际竞争力的海洋创新新药,形成并壮大新型海洋生物制

品产业。

2. 优先研发专项

蓝色海洋食物开发工程专项。以保证食品安全为主要目标开发海洋生物资源，研发海洋食物生产和海洋食品加工与质量安全新模式，突破一批核心的关键技术，提升工程技术及装备的水平，形成海洋生物资源可持续产出和循环利用的全产业链，加强加大海洋生物产业的发展。

研发重点如下所示。

(1) 环境友好型海水养殖发展工程

研发良种选育、病害防治、营养饲料、装备工程化和智能化等新技术、新方法，大力发展环境友好和高效健康的现代化海水综合养殖模式，发展陆基全封闭循环水多类型养殖装置和新工艺，研发深远海大型养殖基站、装备与生态工程技术，拓展养殖的新方式和新空间，保证我国海洋生物产业的基本产出。

(2) 近海生物资源养护工程

加强增殖放流技术的规范、标准、品质与效果评价和生态容量的研究，筛选重要经济种和生态关键种，实施生态性放流，研发渔业资源监测的新技术、新方法和生态友好型捕捞工程技术，建立科学规范的增殖渔业管理体系。构建海洋牧场生态建设综合技术体系，建设海洋牧场产业化示范区，扩大蓝色碳汇扩增区，增强生物资源的恢复。

(3) 极地大洋渔业资源开发工程

以南极磷虾为主要对象，研发极地渔业渔船和综合调查船的船型与系统装备，开发先进捕捞与加工装备、技术和助渔仪器设备，实施南极磷虾资源分布规律及渔场形成机制调查，研发高附加值南极磷虾功能制品及医药用产品。加强远洋渔场渔情预报信息服务系统研究，巩固和提高我国在中东印度洋、东南太平洋、南亚和东南亚海域等海域的渔业规模。

(4) 海洋食品加工与质量安全保障工程

开发海洋食品工程化加工关键技术、装备与新产品，初步建立以消费模式带动海洋食品加工方式的转变，海洋水产品资源加工转化率达到 70% 以上，加工增值率达到 2 倍以上。建立完善的产地环境及产品监测、监管及预警体系，实现生产、流通、消费领域的海洋食品可追溯管理全覆盖。建立海洋食品生产、收购、加工、包装、储存、运输、装卸、

配送、分销和消费为一体的信息网络共享平台，海洋食品冷链流通率提高到 45% 以上。

3. 优先关键技术开发工程专项

海洋药物与生物制品关键技术开发工程专项。以发展海洋战略新兴生物产业为主要目标，研发海洋生物资源开发核心关键技术，有效提升我国海洋药物创新和海洋医药产业的国际竞争力，在海洋生物酶、海洋生物功能材料、新型生物农药及生物肥料等方面有所突破，形成新的海洋生物新兴产业。

研发重点如下所示。

(1) 海洋药物关键技术开发工程

重点研究有关候选海洋药物的特点（作用靶点、作用强度等）、药代动力学性质（在动物体内的吸收、分布、起效、排泄等）、安全性（肝肾毒性、体内残留等），构建国际认可的临床前研究技术策略体系与评价数据，建立和完善海洋药物研发技术平台。海洋药物的临床研究需重点考证新药的临床疗效和应用的安全性，考察与其他药物合用的临床疗效。海洋药物完成 20 种左右海洋候选药物的临床前研究，其中 10 种以上获得临床研究批文，初步建成我国海洋药物产业化体系。

(2) 海洋生物制品关键技术开发工程

海洋生物酶制剂研发与产业化。研究酶制剂产业化制备过程工程技术、规模化酶高效分离工艺工程技术和酶制剂生产下游产品的工艺关键技术，构建集成技术平台。解决海洋微生物酶制剂稳定性与实用性的共性关键技术，突破海洋生物酶催化和转化产品的关键技术。研究重要海洋生物酶在轻化工、医药、饲料等工业领域中的应用技术及其催化和转化产品的工艺技术，完成 20 种以上的海洋生物酶中试工艺研究，全面实现我国海洋生物酶的产业化。

海洋绿色农用生物制剂研发与产业化。开发减毒活疫苗、亚单位疫苗和脱氧核糖核酸(DNA)疫苗，建立新型的浸泡或口服给药系统，研发 5 种以上系列海水养殖疫苗产品并进入产业化，完成 10 种以上抗生素替代的饲用海洋生物制剂研发并实现产业化。研究海洋农药和生物肥料规模化生产优化与控制核心技术、产业化工艺放大关键技术。突破海洋农药及生物肥料有效成分和标准物质分离纯化及活性检测技术，建立质量控制体系。实现 5 种以上海洋植物抗病、抗旱、抗寒制剂及 10 种以上海洋生物肥料的研发并实现产业化。

参考文献

- [1] 唐启升. 中国海洋工程与科技发展战略研究: 海洋生物资源卷 [M]. 北京: 海洋出版社, 2014.
Tang Q S. Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology: Living Marine Resource Research Volume [M]. Beijing: China Ocean Press, 2014.
- [2] 中华人民共和国农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴2012 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
The People's Republic of China Ministry of Agriculture, Fisheries Bureau. Chinese Fisheries Statistical Yearbook—2012 [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2012.
- [3] 赵兴武. 大力发展增殖放流, 努力建设现代渔业[J]. 中国水产, 2008 (4): 3-4.
Zhao X W. Rapid development of increase release and building modern fisheries [J]. China Fisheries, 2008 (4): 3-4.
- [4] 张书军, 焦炳华. 世界海洋药物现状与发展趋势 [J]. 中国海洋药物杂志, 2012, 31(2): 58-60.
Zhang S J, Jiao B H. World present situation and developing trend of marine drugs [J]. Chinese Journal of Marine Drugs, 2012, 31(2): 58-60.
- [5] Garcia S M, Rosenberg A A. Food security and marine capture fisheries: characteristics, trends, drivers and future perspectives [J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 2010, 365(1554): 2869-2872.