

现代渔业创新发展 亟待链条设计与原创驱动*



杨红生¹ 邢丽丽^{1,2} 张立斌¹

1 中国科学院海洋研究所 中国科学院海洋生态与环境科学重点实验室 青岛 266071

2 中国科学院大学 北京 100049

摘要 现代渔业是对传统渔业在国民经济发展中作用的重新定位，与农、林、牧业共同构成陆海统筹的国家粮食安全保障体系，发展现代渔业对实现新空间和新资源拓展，确保国家粮食安全的实施具有重大意义。文章从近海环境、渔业资源以及捕捞、养殖、加工等方面分析了我国渔业发展现状，阐述了通过贯穿产业链、问题链、创新链、任务链和价值链的全链条设计，实现现代渔业转型升级、创新兴业的发展理念；从重大科学问题、重大技术瓶颈和四大创新工程等方面，阐释了通过原创驱动实现现代渔业跨越发展的途径；提出了现代渔业的发展思路和发展建议，以期为我国现代渔业科技创新与产业发展提供参考。

关键词 现代渔业，链条设计，原创驱动，技术先导，工程示范

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2016.12.008

渔业是我国大农业和国民经济的重要组成部分。我国拥有 1.8 平方公里大陆海岸线、300 多万平方公里管辖海域，内陆水域总面积约 17.33 万平方公里，是世界渔业大国。2015 年，我国渔业从业人员达 2 016.96 万人，水产总产量达 6 699.65 万吨，全社会渔业经济总产值 22 019.94 亿元^[1]，长期雄踞世界第一^[2]。相对陆地农牧产品，渔业产品生产过程资源消耗少，环境污染轻，且富含蛋白质及人体所必需的 9 种氨基酸，是人类获取蛋白质的重要途径，随着国民生活水平的提高和食物消费结构的变化，渔业产品在国民食物供给体系中的重要性 and 健康价值将会持续提升^[3]。

近 20 多年来，我国渔业实现了以苗种人工繁育和规模化养殖为代表的第一次飞跃和以良种化、生态化、工程化、高值化为代表的第二次飞跃^[4]。目前，面对近海渔业资源严重衰退、过度捕捞导致生态系统失衡、食品安全水平呈下降趋势等问题，现代渔业建设亟待实现以机械化、自动化、信息化和智能化为代表的第三次飞跃^[5]。我国现代渔业建设覆盖

*资助项目：中科院战略性先导科技专项（XDA11020 700），国家科技支撑计划（2011BAD13B02），国家海洋公益性行业科研专项（2013418043）

修改稿收到日期：2016 年 11 月 23 日

渤海、黄海、东海、南海和内陆主要淡水流域，与农、林、牧业共同构成陆海统筹的国家粮食安全保障体系，对实现新空间和新资源拓展，确保国家粮食安全的实施具有重大意义。与传统农业相比，现代渔业具有空间多样性、环境多样性、种类多样性和需求多样性的特点。发展现代渔业，必须运用全链条设计，贯穿产业链、问题链、创新链、任务链和价值链，通过原创驱动、技术先导、工程示范等途径，使渔业真正成为沿海和内陆水域发展经济、富民兴邦的重要战略基点，成为催生生物制品、工程装备、休闲渔业等新业态的重要引擎。

1 现代渔业发展现状分析

渔业在我国拥有悠久的历史，近40年来，我国渔业科技实现了快速发展，与国际先进水平相比差距明显缩小，总体上已达到世界先进水平，在新种质创制、养殖模式等研究方面已达到国际领先水平。建成了一批以青岛海洋科学与技术国家实验室为代表的国际先进的科技创新和应用示范平台，培养了一批具有国际视野的创新团队，突破了藻、虾、贝、鱼、参等人工养殖技术，生态修复得以高度重视，近海捕捞实现了零增长，远洋捕捞作业渔场遍及40个国家和三大洋公海及南极海域，水产品加工实现了规模化生产，建立了“基础研究—一种质种苗—养殖模式—资源管理—精深加工”的全链条现代渔业发展模式，率先实施海洋农牧化，掀起了我国海水养殖的“五次产业浪潮”。在我国渔业不断进步发展的同时，环境、资源及其持续利用方面也存在着诸多问题^[6]。

1.1 近海环境不断恶化，渔业资源严重衰退

大规模围填海、过度捕捞、大量废水和污水的排放、近海油气的规模化开发与密集运输是破坏近海环境的主要原因。近40年来，全国大规模围填海使滨海湿地累计损失约2.19万平方公里，相当于全国沿海湿地总面积的50%。主要河流（长江、珠江、黄河、闽江、钱塘江等）入海污染物总量总体呈波动式上升趋势，2014年比2002年增加124.7%，2014年我国近海海域一半以上受

到污染，而海湾是污染最严重的海域^[7-9]。

高强度人类活动导致渔业资源严重衰退，产卵场和洄游通道遭到严重破坏，生物多样性降低，食物网结构简单化。我国管辖海域的渔业资源可捕捞量大约是800万—900万吨，而实际年捕捞量为1300万吨左右。捕捞对象也由20世纪60年代大型底层和近底层种类转变为以鳀鱼、黄鲫、鲐鲷类等小型中上层鱼类为主，经济价值大幅度降低^[10-12]。

1.2 过度捕捞导致生态系统失衡，经济生物资源呈现低龄化和小型化

渔业过度捕捞是指渔业捕捞力度超出合理水平，导致鱼类种群退化、渔获物质量下降、捕捞成本提高和渔民贫困等后果^[13]。过度捕捞导致生态系统结构和功能失衡主要表现在：由于捕捞船只急剧增加以及渔业捕捞的不规范，使得经济生物生长周期遭到破坏，许多物种无法形成渔汛，进而造成海洋食物链顶层生物遭到破坏，食物网脆弱动荡，最终破坏渔业生态系统平衡^[14]。

过度捕捞造成经济生物呈现低龄化、低值化和小型化。我国海域的重要经济鱼类资源近几十年来已出现衰退现象，如大黄鱼、小黄鱼、带鱼以及其他经济鱼类资源出现全面衰退，其中，大、小黄鱼已被列为“易危”物种^[15]，鲐鱼、梭鱼、鲈鱼等传统捕捞对象也相继受到破坏。与此同时，主要经济鱼类的幼鱼比例增大，且呈现出性成熟提前、个体变小的趋势^[16]。

1.3 养殖种类结构基本合理，养殖活动对近海生态系统产生影响

我国水产养殖种类结构具有显著的高多样性特点，丰富度和均匀度均高于世界其他主要水产国家^[17]。淡水养殖种类为135个，海水养殖种类为166个。淡水养殖与海水养殖均具有种类繁多且优势突出的特点。这对物种多样性和遗传多样性保护、养殖生态系统稳定性持续及其生物量高效产出具有重要意义^[18-20]。我国水产养殖营养级低且较稳定，以营养级2级为主（占70%）。由于养殖生物生态转换效率与营养级呈负相关关系，即营养级

若低生态转换效率则高,我国水产养殖生态系统将有更多的生物量产出^[20-24]。

尽管海水养殖引起的化学需氧量占入海总量的0.71%,总氮污染占入海总量的0.67%,总磷污染占入海总量的1.4%,入海输入量很少,但规模化养殖直接占用了渔业生物的产卵场和栖息地,进而影响渔业资源的再生能力,加剧了近海生态系统的脆弱性^[25-28]。据2015年《中国海洋环境状况公报》显示,我国增养殖海域环境状况逐年改善,管辖海域共发现赤潮35次,累计面积约2809平方公里,是近5年来赤潮发现次数和累计面积最少的一年。而实施监测的河口、海湾、滩涂湿地、珊瑚礁、红树林和海草床等海洋生态系统健康状况不容乐观,处于健康、亚健康和不健康状态的海洋生态系统分别占14%、76%和10%^[29]。

1.4 渔业装备机械化水平低,养殖和捕捞技术亟需创新

我国在渔业设施、养殖工程、捕捞装备、自动控制、数字化等高新技术取得了一定进展。但养殖整体装备和关键技术仍较为落后,主要表现在:信息化、数字化、自动化、智能化等高新技术在海水养殖中的应用率较低,捕捞装备多为进口,核心竞争力不强,渔业设施的机械化水平差距明显^[30,31]。

湖泊、池塘养殖技术规范和技术标准有待建立和完善,滩涂养殖人工调控技术缺乏,浅海底播养殖生物存活率低和采捕难度大,离岸深水养殖技术尚处于起步阶段,生态多元化增养殖新模式与新技术亟待建立,远洋渔船总体装备及捕捞技术水平不高,养殖和捕捞技术急需研发和创新^[32-34]。

1.5 水产品质量安全水平堪忧,精深加工与高值利用技术亟待创新

水产品质量安全对于我国渔业健康发展、国家食品安全具有重要影响,然而,我国的水产品质量在过去几年里却一直饱受诟病。非法使用违禁或淘汰药物、养殖过程用药不规范、局部渔业水域污染严重、标准化生产及检测滞后等问题致使我国水产养殖业蒙受巨大经济损

失,严重制约渔业自身的发展^[35,36]。

水产品加工与流通装备自主研发与制造能力初步形成。在水产品保鲜保活、前处理加工、初加工、精深加工与副产物综合利用等领域进行了一系列相关装备技术的研究与开发。但水产品精深加工的生产装备自动化程度差、能耗和物耗偏高,特别是对提高加工品质和附加值有重要作用的加工酶工程、高压重组、冷杀菌和膜分离等高新技术与国外先进水平相比还有较大差距^[37-39]。

2 链条设计引领转型升级

当前建设现代渔业与转变渔业发展方式具有高度的内在统一性,加快推进现代渔业,即加快推进渔业发展方式转变^[40]。链条设计旨在针对现代渔业建设现状,通过贯穿产业链、问题链、创新链、任务链和价值链的全链条设计,转变渔业发展方式,实现由单一物种到全产业链、由全产业链到全产业链体系的转变,最终实现现代渔业转型升级兴业。

(1) **产业链**。传统渔业产业主要由捕捞业、养殖业和加工业组成,其发展处于极度分散、无序状态。致使渔业资源的统筹利用、经济布局等发展迟滞。现代渔业建设将整合现有产业,形成高效运作的产业链,催生生物制品、工程装备、休闲渔业等新业态,推动经济发展,实现强国富民。

(2) **问题链**。我国渔业产业尚存在水产生物种业工程体系不能支撑产业发展需求、养殖模式粗放且结构布局不合理、设施设备的机械化和信息化程度不高、远洋高效捕捞技术亟待突破、渔业环境监测和综合管理技术水平不足、生境修复和资源养护工程化水平不高、水产品精深加工和高值化水平低等问题。针对制约产业健康发展的主要问题,推动现代渔业理论与技术创新,实现现代渔业产业的工程化示范。

(3) **创新链**。针对问题链中的现状,应在健康养殖、友好捕捞与绿色加工等方面实现创新,提升现代渔业基础理论原始创新能力、良种创制和养殖新对象研发

能力、渔业机械化和信息化装备能力、健康养殖的精准管理能力、渔业环境管理和资源养护能力、远洋渔业捕捞和新资源开发能力、水产资源高值化和清洁化加工能力以及企业自主创新能力和国际竞争能力。

(4) 任务链。围绕亟待解决的理论基础创新,为种质创制、病害控制、模式优化、资源养护提供理论和数据支撑。围绕亟待解决的产前、产中、产后等重大共性关键技术,着力打造一批新品种、新技术、新装备、新模式和新制品,形成全产业链技术体系,为产业转型升级和区域性示范提供技术与装备支撑,在现代渔业主产区构建陆海统筹、生态安全、品质优良的区域性蓝色粮仓。

(5) 价值链。制定技术规范和技术标准,实现一二三产业融会贯通,互相促进,拓展发展空间,提升产业竞争力;持续提供高效海洋动植物蛋白,提升水产品精深加工和综合利用水平,促进国民膳食营养结构的调整优化;改善国民生活环境,发展休闲渔业,拓展旅游空间,丰富人民的精神文化生活。

3 原创驱动实现跨越突破

原创驱动即在链条设计基础上,聚焦重大科学问题和重大技术瓶颈,强化技术先导,突出区域示范,实施四大创新工程,从而引领和支撑我国现代渔业产业持续健康发展,实现我国渔业从世界第一大国向第一强国的转变。

(1) 重大科学问题。我国在遗传分子机制、病害控制、模式构建等方面基础理论相对薄弱,严重制约了相关产业的发展和效益的提升,必须聚焦养殖生物组学基础、疫病发生机理、生境修复原理等重大科学问题,实现新认知和原理突破,为现代渔业建设提供理论支撑。

(2) 重大技术瓶颈。我国在重大关键设施设备、信息化、资源环境管理等方面的技术基础十分薄弱,必须聚焦良种创制、牧场建设、资源数字化探测、清洁生产与质量控制等重大技术瓶颈,实现新品种、新设施、新技术、新模式与新制品的突破,为现代渔业建设提供技

术与装备支撑。

(3) 四大创新工程。一是“种业工程”,在产前链条中,突出种业产业需求,创制产业急需的优良种质,推进产业跨越发展的现代产业理念,进一步阐明育种理论和技术,构建适于水生生物的遗传多态性高等特点的分子育种技术平台。二是“升级工程”,应对近海资源和环境的刚性约束,在产中产后链条中,体现保护淡水、精准陆基、优化滩涂、养护近海、绿色加工的发展思路,着力打造一批新品种、新技术、新装备、新模式和新制品,形成全产业链技术体系。三是“拓展工程”,维护我国在南海、大洋乃至极地的权益,参加国际资源分配,实现拓展深水、发展远洋和南极的战略思想。在“渔权即主权,存在即权益”的国际背景下,发展远离陆地的以海水养殖为代表的离岸深水增养殖业,促进海洋生物资源的合理利用与开发,保持渔业的健康发展,宣示海洋主权,对公海渔业资源分配和管理拥有话语权。四是“示范工程”,集成示范成果,突出产业特点和区域特色。在内陆区域实施“两江一河”流域渔业综合养殖和“三北”地区盐碱水域“绿洲渔业”工程集成示范,强化水资源的保护与综合利用;在渤海区重点构建陆海统筹的生态牧场,实现生境修复、资源增殖和休闲渔业的协调发展;在黄海区实施海珍品增殖和滩涂高效开发,形成渔农融合等新的产业生产模式;在东海区实施重要渔业资源的增养殖,突出产品的绿色加工与高值化利用;在南海区聚焦集约化养殖设施和技术系统集成与应用,开展珍珠、藻胶等热带生物资源的综合利用。强化成果的集成创新和成果转移转化,形成三产融合、链条完整的产业集群,建成区域性蓝色粮仓。

4 发展思路与途径

4.1 发展思路

现代渔业建设是涉及多学科的综合性和系统性工程,具有独特的自然属性、经济属性、空间属性、资源属性和生态属性^[41]。现代渔业建设必须坚持“生态优先,陆海统筹,三产融合,四化同步”的发展思路,实

现环境保护与渔业资源的安全、高效和持续利用。必须夯实水产养殖遗传、免疫、生态修复等基础理论原始创新能力,提升种质创制、疫病防控、营养饲料、工程装备、精准管理、资源养护、新资源开发、高值化和清洁化加工等能力;重点突破品种选育、智能装备、疫病防控、资源养护与牧场构建、友好捕捞、绿色加工等共性关键技术;构建现代渔业科技创新发展战略智库,培育和集聚现代渔业创新、创业核心团队;创建现代渔业科技研究与示范平台,着力打造一批新品种、新装备、新技术、新模式和新制品,形成三产融合、链条完整的产业集群,建成区域性蓝色粮仓。

4.2 发展建议

现代渔业建设是一个长期的系统工程,涉及重大认知创新、关键装备和技术突破、区域性和典型示范。而经济新常态和“海上丝绸之路”建设对现代渔业提出了新要求,必须在养殖海域承载力评估与生产力布局优化、海水养殖与生物资源综合利用、近海海域生境修复与资源养护、海水养殖综合管理与支撑保障等方面实现新突破。

(1) **开展海域生产力与承载力评估。**调查典型增养殖海域生物生产力分布和变化特征,综合调查我国增养殖海域生物生产力水平与发展趋势,绘制近海增养殖海域生物生产力分布特征图。调查我国典型海域增养殖设施装备、生产模式及其效益,构建我国近海增养殖生产数据信息库,系统评估我国近海海域的养殖承载力,为我国近海增养殖模式和区域布局优化提供基础数据。

(2) **优化产业结构和科学合理布局。**优化和调整产业结构,减少对环境资源的过度开发与利用,结合海水养殖生产模式和效益,系统规划陆基养殖、浅海增养殖、海洋牧场建设等的区域布局、养殖种类、生产方式和生产规模。根据渤海、黄海、东海、南海等不同海域的环境特点陆海统筹布局增养殖生产活动,实现近海增养殖产业健康发展和环境保护并举。

(3) **推进水生生物养殖良种工程。**开展全基因组

选择育种、分子设计育种等育种技术创新;集成家系选育、群体选育、分子标记辅助选育、细胞工程及全基因组选择等育种技术,创制高产、优质、抗病的水产养殖新品种。研发养殖新对象野生群体驯化和人工繁育技术,优化苗种保育的生态调控技术,形成高效、稳定、健康的苗种培育技术体系。

(4) **提升病害免疫防治与生态防控能力。**发展病原现场快速检测新技术,研究病原流行特征、阻断途径与控制措施,开发病害风险分析和监测预警技术。研制安全高效疫苗、抗病生物制品和安全高效药物,开发免疫防治和生态防控新技术,构建疫病综合防控技术体系。

(5) **加强陆基高效精准养殖。**研发智能化和信息化的工厂化养殖系统装备,开发新能源利用设施与技术,建立节能型工厂化循环水养殖技术;研制全价配合饲料和功能性添加剂,研发智能化水质调控与饲料投喂控制技术,构建全程管控高效设施装备,构建数字化的工厂和池塘养殖与精准管理系统。

(6) **发展离岸深水设施养殖。**开发适合离岸深水海域的大型深水网箱养殖设施及智能化配套设施,研发专业化、多功能工程作业平台,集成精准化监测、智能化控制与机械化作业的成套装备;评估与筛选离岸深水适宜养殖种类,突破养殖种类苗种扩繁与健康养殖技术,构建海陆接力养殖与工程化开发新模式。

(7) **强化生态养殖和海洋牧场建设。**研发浅海增养殖新设施,建立基于养殖承载力的浅海生态综合养殖新模式;研发近海生物资源养护新设施和重要渔业资源健康苗种扩繁与标志放流技术,开发渔业资源放流管理决策和效果评价技术。以构建全海湾或离岸岛礁等大型生态牧场为目标,研究海洋牧场生境适宜性评价、增养殖动物驯化和控制技术,开发海洋牧场建设关键工程化设施,研发牧场实时监测和采捕设施与技术,突破海洋牧场生态安全和环境保障技术^[42]。

(8) **促进生物资源的综合利用。**研发水产品保质工艺及过敏原、腐败菌等控制技术,开发加工、储运、保

鲜的新型节能装备和技术,研发生态保活运输、冷链品质保持、监控和追溯技术。开发加工高效节能节水、活性物质与大宗产品联产开发综合利用技术,开发加工废弃物的综合利用技术。开展水产品风险指数、风险排序及获益-风险平衡研究,建立关键有害物质风险预警和全生产过程的质量安全防控技术体系。

(9) 实施生境修复与资源养护计划。在全面摸清我国近海海域环境和资源现状的基础上,实施生境修复工程,研发生境修复与资源养护新设施与新技术,建立资源与环境修复评价技术体系;强化渔业活动管理和执法力度,实现我国海洋渔业环境与资源的持续利用。

(10) 建立基于生态系统的综合管理。制定涵盖环境影响评估、饲料优化投喂策略、渔药使用规范、水产动物运输管控、养殖废水管理及资源化利用等在內的养殖管理体系;制定流域管理措施,如流域环境战略评估、界定环境承载力和维护生物多样性;建立健全水产养殖与环境常态的、系统的、长期的调查、监测体系,为基于生态系统的水产养殖管理提供数据支撑;强化科技在决策中的重要作用,实现以科技支持决策的精细化管理。

参考文献

- 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴2016. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Dept. The state of world fisheries and aquaculture, 2016. Food & Agriculture Org, 2016.
- 韩立民, 李大海. “蓝色粮仓”: 国家粮食安全的战略保障. 农业经济问题, 2015, (1): 24-29.
- 杨红生. 试论我国“蓝色农业”的第二次飞跃. 世界科技研究与发展, 1999, 21(4): 77-80.
- 沈春蕾. 黄金海湾里的海洋牧场. 中国科学报, 2016-07-04.
- 张新民, 简康, 郭芳芳. 中国现代渔业发展趋势分析. 渔业经济研究, 2008, (5): 3-7.
- 霍云龙. 我国近海主要环境问题研究. 厦门: 国家海洋局第三海洋研究所, 2011.
- 李晶, 陈伟琪. 近海环境资源价值及评估方法探讨. 海洋环境科学, 2006, 25(S1): 79-82.
- 陆昱江. 我国近海环境污染责任保险研究. 南宁: 广西大学, 2015.
- 官文江, 田思泉, 朱江峰, 等. 渔业资源评估模型的研究现状与展望. 中国水产科学, 2013, 20(5): 1112-1120.
- 姜亚洲, 林楠, 杨林林, 等. 渔业资源增殖放流的生态风险及其防控措施. 中国水产科学, 2014, 21(2): 413-422.
- 唐议, 邹伟红. 中国渔业资源养护与管理的法律制度评析. 资源科学, 2010, 32(1): 28-34.
- 李家才, 陈工. 海洋渔业过度捕捞与私人可转让配额. 生态经济, 2009, (4): 52-54.
- 高强, 高乐华. 我国海洋渔业生态失衡机制与修复研究. 中国渔业经济, 2011, 29(1): 150-157.
- 钱梦梦. 过度捕捞成海洋之痛. 生态系统面临崩溃压力. 新京报. 2010-3-28. <http://news.sohu.com/20100328/n271144738.shtml>.
- 王夕源. 海洋生态渔业: 我国伏季休渔制度的优化方向. 中国渔业经济, 2012, 30(2): 16-22.
- FAO. Fishery and Aquaculture Statistics. 1950-2013.
- 孙军, 刘东艳. 多样性指数在海洋浮游植物研究中的应用. 海洋学报(中文版), 2004, 26(1): 62-75.
- 唐启升, 丁晓明, 刘世禄, 等. 我国水产养殖业绿色、可持续发展战略与任务. 中国渔业经济, 2014, 32(1): 6-14.
- 唐启升, 韩冬, 毛玉泽, 等. 中国水产养殖种类组成、不投饵率和营养级. 中国水产科学, 2016, 23(4): 729-758.
- Tang Q, Guo X, Sun Y, et al. Ecological conversion efficiency and its influencers in twelve species of fish in the Yellow Sea Ecosystem. Journal of Marine Systems, 2007, 67(3): 282-291.
- Yang J M. A tentative analysis of the trophic levels of North Sea fish. Mar Ecol Prog Ser, 1982, 7: 247-252.
- Pauly D, Palomares M, Froese R, et al. Fishing down Canadian

- aquatic food webs. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 2001, 58(1): 51-62.
- 24 刘学勤. 湖泊底栖动物食物组成与食物网研究. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 2006.
 - 25 戴本林, 华祖林, 穆飞虎, 等. 近海生态系统健康状况评价的研究进展. 应用生态学报, 2013, 24(4): 1169-1176.
 - 26 唐启升, 苏纪兰. 海洋生态系统动力学研究与海洋生物资源可持续利用. 地球科学进展, 2001, 16(1): 5-11.
 - 27 唐启升, 苏纪兰, 张经. 我国近海生态系统食物产出的关键过程及其可持续机理. 地球科学进展, 2005, 20(12): 1280-1287.
 - 28 舒廷飞, 罗琳, 温琰茂. 海水养殖对近岸生态环境的影响. 海洋环境科学, 2002, 21(2): 74-79.
 - 29 国家海洋局. 2014年中国海洋环境状况公报. 2015.
 - 30 谷坚, 徐皓, 王刚. 水产养殖装备与工程研究进展 (2009). 河北渔业, 2011, (1): 40-45.
 - 31 黄一心, 徐皓, 刘晃. 我国渔业装备科技发展研究. 渔业现代化, 2015, 42(4): 68-74.
 - 32 邢丽荣, 林连升. 渔业技术效率研究进展. 贵州农业科学, 2013, 41(4): 112-116.
 - 33 祝景怀. 渔业养殖技术探索与实践. 中国农业信息, 2015, (5): 88.
 - 34 王大海. 海水养殖业发展规模经济及规模效率研究. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
 - 35 刘欢, 王国聘. 我国水产品质量安全问题及对策. 山西农业科学, 2013, 41(11): 1239-1242.
 - 36 潘煜辰, 郑翌, 施敬文, 等. 我国水产品质量安全管理现状与发展建议. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(7): 2272-2279.
 - 37 居占杰, 秦琳翔. 中国水产品加工业现状及发展趋势研究. 世界农业, 2013, (5): 138-142.
 - 38 李晶. 水产品下脚料高值化利用技术研究现状. 安徽农业科学, 2012, 40(22): 11435-11437.
 - 39 李青娇. 利用分子生物学技术对几种水产加工品原料的鉴定研究. 南京: 南京农业大学, 2013.
 - 40 李健华. 关于加快推进现代渔业建设的思考. 中国渔业经济, 2010, 28(2): 5-12.
 - 41 秦宏. “蓝色粮仓”建设相关研究综述. 海洋科学, 2015, 39(1): 131-136.
 - 42 杨红生. 我国海洋牧场建设回顾与展望. 水产学报, 2016, 40(7): 1133-1140.

Promoting Systematic Design and Innovation-driven Development for Modern Fishery

Yang Hongsheng¹ Xing Lili^{1,2} Zhang Libin¹

(1 Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract Modern fishery is the redefinition of the role of traditional fishery in the development of national economy, constructing national food safety guarantee system based on the coordination of land and sea with farming, forestry, and animal husbandry. The development of modern fishery is of great significance to expand new spaces and resources, and to ensure the national food safety. This paper presents the analysis on the developmental situation of fishery in China from the aspects of coastal environment, fishery resources, fishing, aquaculture, and aquatic product processing, and so on. It is also described for the development concept of realizing the modern fishery industrial transformation and upgrading through the systematic design of industry chain, problem chain, innovation chain, task chain, and value chain. From the aspects

of important scientific issues, significant technical bottleneck, and the four innovation engineerings, the innovation-driven way is explained to realize the leaping development of modern fisheries. The thoughts and suggestions are put forward for the development of modern fisheries, aiming to provide references for China's modern fishery science and technology innovation and industrial development.

Keywords modern fishery, promoting systematic design, innovation-driven, technique as forerunner, project demonstration

杨红生 中科院海洋所副所长，博士、研究员、博士生导师，中国海洋湖沼学会副理事长兼秘书长，棘皮动物分会理事长。2009年入选“新世纪百千万人才工程”国家级人选和“山东省有突出贡献的中青年专家”，2015年入选“泰山学者”特聘专家。长期从事养殖生态与养殖设施、生境修复与资源养护、刺参生物学与遗传育种等研究。

E-mail: hshyang@qdio.ac.cn

Yang Hongsheng Received B.Sc. degree from Huazhong Agricultural University of Aquaculture, Wuhan, Hubei; M.Sc. degree from Huazhong Agricultural University of Hydrobiology; and Ph.D. degree from Ocean University of China of Aquaculture, Qingdao, Shandong, in 1996. He is currently the professor, doctoral supervisor, and deputy director of Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, and the vice president and secretary general of Chinese Society for Oceanology and Limnology, and the president of Echinoderm Branch. He was awarded “New Century Millions of Talents Project” National Candidate in 2010, “Outstanding Contribution Expert of Shandong” in 2010, and “Distinguished Expert of Taishan Scholar” in 2015. He has been focusing on the research in aquacultural ecology and facility, habitat restoration and resource conservation, biology and selective breeding of sea cucumber, etc. E-mail: hshyang@qdio.ac.cn