

文章编号: 1000-0615(2016)-1133-08

DOI: 10.11964/jfc.20160510386

· 综述 ·

## 我国海洋牧场建设回顾与展望

杨红生

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

**摘要:** 海洋牧场是基于海洋生态学原理和现代海洋工程技术, 充分利用自然生产力, 在特定海域科学培育和管理渔业资源而形成的人工渔场。海洋牧场的特点包括以增加渔业资源量为目的、具有明确的边界和权属、苗种主要来源于人工育苗或驯化、通过放流或移植进入自然海域、主要以天然饵料为食和对资源实施科学管理等。早在1965年, 我国学者曾呈奎先生就原创性地提出在海洋中通过人工控制种植或养殖海洋生物, 建设“牧场”的理念。上世纪八十年代以来, 我国海洋牧场经历了从增殖放流、人工鱼礁建设到系统化的海洋牧场发展过程, 在取得巨大成就的同时, 也面临着海洋牧场的涵义应用过于宽泛、缺乏统筹规划和科学论证、忽视海洋牧场生态作用以及忽视项目评估和系统管理等问题。展望未来, 我国的海洋牧场建设应在“生态优先、陆海统筹、三产贯通、四化同步、创新跨越”的发展理念指导下, 加强海洋牧场建设的宏观引导、推动海洋牧场体系化建设、实施海洋牧场企业化运营, 在获得经济效益的同时, 实现产业繁荣和保持健康生态系统的和谐统一。

**关键词:** 海洋牧场; 增殖放流; 人工鱼礁; 海洋农牧化

**中图分类号:** S 937.3

**文献标志码:** A

海洋是人类获取优质蛋白的“蓝色粮仓”。近40年来, 我国以海水养殖为重点的海洋渔业迅猛发展, 掀起了海藻、海洋虾类、海洋贝类、海洋鱼类、海珍品养殖的五次产业浪潮, 养殖总产量自1990年以来一直稳居世界首位。与此同时, 局部水域环境恶化、产品品质下滑、养殖病害严重的问题日趋严重, 传统模式的海水养殖业已难以适应我国经济社会健康发展和海洋生态环境现状的要求。继传统捕捞业、养殖业之后, 我国海洋渔业面临新一轮的产业升级, 而海洋牧场则是重要发展方向之一。

### 1 海洋牧场理念溯源

传统上认为, 海洋牧场理念源于二十世纪七十年代的美国和日本。美国1968年提出海洋牧

场计划, 1972年实施, 1974年建成加利福尼亚巨藻海洋牧场。1971年日本水产厅海洋审议会文件中指出“海洋牧场将会成为未来渔业的基本技术体系, 这一系统可以从海洋生物资源中持续生产食物”。1973年, 在冲绳国际海洋博览会上, 日本着重强调了海洋牧场是“在人为管理下维护和利用海洋资源”的一种全新的生产形式。在日本提出海洋牧场的同一时期甚至更早, 我国学者已对海洋牧场的理念和理论作出了原创性的贡献。曾呈奎等<sup>[1]</sup>于1965年提出“必须大力研究重要种类的生物学特性和它们在人工控制条件下的生长、发育、繁殖, 以解决人工养殖的一系列问题, 培育新的优良品种, 使海洋成为种养殖藻类和贝类的‘农场’, 养鱼、虾的‘牧场’, 达到‘耕海’目的”。1978年, 曾呈奎<sup>[2-3]</sup>在中国水产

收稿日期: 2016-05-01 修回日期: 2016-05-27

资助项目: 中国科学院战略性先导科技专项(XDA11020700); 国家科技支撑计划(2011BAD13B02); 国家海洋公益性行业科研专项(2013418043)

通信作者: 杨红生, E-mail: hshyang@qdio.ac.cn

学会恢复大会和科学讨论会、山东省水产学会恢复暨学术交流大会上分别作了《我国海洋专属经济区实现水产生产农牧化》和《我国海洋专属经济区实现水产生产“农牧化”问题》的报告,并将海洋农牧化(farming and ranching of the sea)定义为“通过人为的干涉改造海洋环境,以创造经济生物生长发育所需要的良好环境条件,同时,也对生物本身进行必要的改造,以提高它们的质量和产量”<sup>[4]</sup>,同时,提出将远洋捕捞和海洋农牧化视为我国提高海洋水产的主要途径,提出力争在二十世纪内实现专属经济区的水产生产农牧化,把我国海域改造成为高产稳产的海洋农牧场<sup>[4]</sup>。

海洋农牧化包括“农业化”和“牧业化”两个方面<sup>[5-7]</sup>。其中,“农业化”即“耕海”,是在沿海的滩涂、沼泽、港湾以及二、三十米等深线以浅的海域,人工栽培、种植藻类和耐盐经济植物,使用笼具、网箱、围网等在有限空间内进行海洋动物人工养殖。“牧业化”则是把人工培养的幼苗培养到一定规格、具有一定的抵抗病害和逃避敌害能力的阶段,然后释放到自然海域让其自由地索饵、生长、发育,最后作为自然资源的一部分进行合理地捕捞<sup>[5,8]</sup>。海洋牧业既不同于海洋捕捞业,也不同于海洋养殖业,而是两者的结合。海洋牧业利用自然生物资源及水域生产潜力,通过人工繁殖生产种苗降低自然环境下早期幼苗的死亡率,保证了种群资源的有效补充,最后再进行捕捞等一系列生产过程,是海洋生物资源开发利用管理的新系统<sup>[9]</sup>。此外,二十世纪七十年代末至八十年代初,毛汉礼<sup>[10]</sup>、黄文洋<sup>[11]</sup>、王树渤<sup>[12]</sup>、冯顺楼<sup>[13]</sup>、徐绍斌<sup>[14]</sup>、陆忠康<sup>[15]</sup>等也相继提出了与海洋农牧化相似的理念,并进一步从遗传技术、水环境等角度对实现海洋农牧化提出了自己的见解。

由此可见,至迟在二十世纪六十年代中期,我国学者已经提出在海洋中通过人工控制种植或养殖海洋生物的理念及海洋中“牧场”的概念,这与二十世纪七十年代日本“海洋牧场”概念的核心思想是基本一致的。受十年“文革”因素影响,这一理念的完善和具体化直到1978-1988年间才得以实现。

## 2 海洋牧场的概念与内涵

到目前为止,学术界尚未对海洋牧场作出

统一的定义,反映出对海洋牧场的认识还在不断深化和完善。日本学者市村武美认为广义的“海洋牧场”包括了养殖式和增殖式两种生产方式,将各种类型的养殖也视为海洋牧场的类型。刘卓等<sup>[16]</sup>则认为海洋牧场是指在广阔的水域中,控制鱼类的行动,从苗种投放到采捕收获进行全程管理的渔业系统,人工鱼礁、大型增殖场和栽培渔业都是海洋牧场技术的主要部分。韩国《养殖渔业育成法》将海洋牧场定义为“在一定的海域综合设置水产资源养护的设施,人工繁殖和采捕水产资源的场所”<sup>[17]</sup>。二十世纪九十年代以后,我国学者在海洋牧业的基础上吸收了日本等国学者的思想,更为明确地定义了海洋牧场。陈永茂等<sup>[18]</sup>认为海洋牧场是指为增加海洋渔业资源,而采用增殖放流和移殖放流的方法将人工培育和人工驯化的生物种苗放流入海,通过海洋内的天然饵料为食物,并营造适于鱼类生存的生态环境(如投放人工鱼礁、建设涌生流构造物),利用声学 and 光学等生物自身的生物学特征对鱼群进行控制,通过对环境的检测和科学的管理,以达到增加海洋渔业资源和改善海洋渔业结构的一种系统工程和渔业增殖模式。张国胜等<sup>[19]</sup>认为海洋牧场是指在一定的海域内,建设适应海洋渔业生态的人工生息场所,通过采用人工培育、增殖和放流的方法,将生物种苗人工驯化后放流入海,利用海洋自然的微生物饵料和微量投饵养育,并且运用先进的鱼群控制技术和环境检测技术对其进行科学的管理,从而达到增加海洋渔业资源,进行高效率捕捞活动的目的。

综合国内外学者的观点,海洋牧场主要包括以下6个要素:①以增加渔业资源量为目的,表明海洋牧场建设是追求效益的经济活动,资源量变化反映海洋牧场建设成效,强调监测评估的重要性;②明确的边界和权属,该要素是投资建设海洋牧场、进行管理并获得收益的法律基础,如果边界和权属不明,就会陷入“公地的悲剧”,投资、管理和收益都无法保证;③苗种主要来源于人工育苗或驯化,区别于完全采捕野生渔业资源的海洋捕捞业;④通过放流或移植进入自然海域,区别于在人工设施形成的有限空间内进行生产的海水养殖业;⑤饵料以天然饵料为主,区别于完全依赖人工投饵的海

水养殖业；⑥对资源实施科学管理，区别于单纯增殖放流、投放人工鱼礁等较初级的资源增殖活动。由此衍生出海洋牧场的6大核心工作：绩效评估、动物行为管理、繁育驯化、生境修复、饵料增殖和系统管理(图1)。

综上所述，海洋牧场定义：基于海洋生态学原理和现代海洋工程技术，充分利用自然生产力，在特定海域科学培育和管理渔业资源而

形成的人工渔场。

现代的海洋牧场不等同于增殖放流和人工鱼礁建设。增殖放流是海洋牧场建设的一个环节，是将人工孵育的海洋动物苗种投入海面而后捕捞的一种生产方式。人工鱼礁是为入海生物提供栖息地，是海洋牧场建设过程中采用的一种技术手段。真正的海洋牧场建设更包括了苗种繁育、初级生产力提升、生境修复、全过

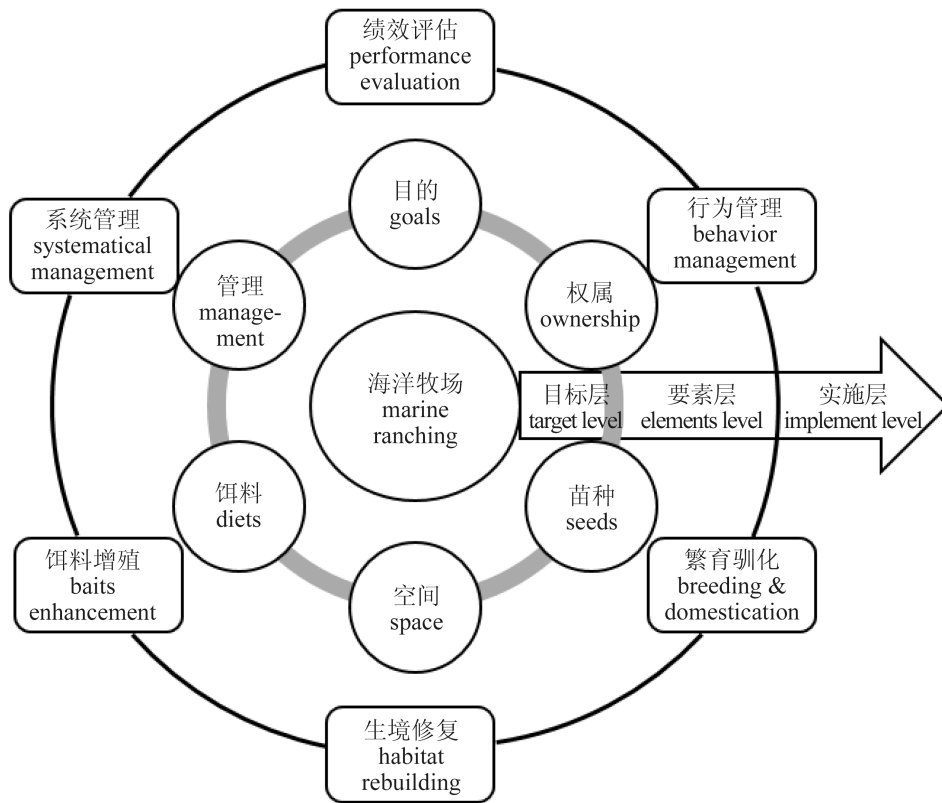


图1 海洋牧场的六要素

Fig. 1 Six elements of the marine ranching

程管理等一系列关键环节。

### 3 海洋牧场的发展历程

海洋牧场是海洋牧业生产实践的产物，其形态和内涵由简单到系统、由初级到成熟不断演化。从世界范围看，海洋牧业可追溯到十九世纪六十到八十年代鲑科鱼类的增殖放流。二十世纪五十年代，美国和日本出现的人工鱼礁标志着海洋牧业向资源养护的转变。八十年代，注重全过程、精细化管理的海洋牧场成为海洋牧业的更高级形态。以日本大分县为代表

的海洋牧场将增殖放流、鱼礁建设、驯化技术等融入其中，形成了完善的渔业管理体系，揭开了海洋牧业“工业革命”的序幕。我国的海洋牧业在文革后恢复并兴起，增殖放流、人工鱼礁多种产业形态同步发展，国内外海洋牧场理念和经验交融互鉴，在短时间内走过了其他国家几十年的发展道路。

我国在二十世纪七十年代中后期开展对虾增殖放流<sup>[20]</sup>，规模化增殖放流工作则始于二十世纪八十年代末<sup>[21]</sup>。2006年国务院发布《中国水生生物资源养护行动纲要》后，全国沿海各省市更是纷纷行动起来，积极开展海洋生物资

源增殖放流活动和人工鱼礁建设<sup>[21]</sup>。增殖放流方面,先后进行了海蜆(*Rhopilema esculentum*)、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)、金乌贼(*Sepia esculenta*)、曼氏无针乌贼(*Sepiella maindroni*)、梭鱼(*Chelon haematocheilus*)、真鲷(*Pagrosomus major*)、黑鲷(*Acanthopagrus schlegelii*)、大黄鱼(*Larimichthys crocea*)、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)、黄盖鲽(*Pseudopleuronectes yokohamae*)、六线鱼(*Hexagrammos otakii*)、许氏鲆(*Sebastods schlegelii*)、虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)、魁蚶(*Scapharca broughtonii*)、仿刺参(*Apostichopus japonicus*)和皱纹盘鲍(*Haliotis discus hannai*)等种类的增殖放流。据不完全统计,截至2016年,中国向海洋投放各种鱼、虾、蟹、贝等经济水生生物种苗早已超过1200亿尾(粒),投入资金超过30亿元<sup>[22]</sup>。我国的人工鱼礁建设始于1979年,广西钦州地区(现属防城港市)26座试验性小型单体人工鱼礁的投放<sup>[23-24]</sup>。1983年起人工鱼礁建设受到中央的重视,农业部组织全国水产专家指导各地人工鱼礁试验<sup>[25]</sup>,共投放了2.87万件人工鱼礁,总计8.9万空方<sup>[26]</sup>。进入二十一世纪以来,广东、浙江、江苏、山东和辽宁等省掀起了新一轮人工鱼礁建设热潮,呈现出政府提供政策和资金支持、企业实施建设的特点。以山东省为例,2005—2009年间,增殖放流和人工渔礁建设并进,增殖放流20余种海洋生物,投放苗种约95.5亿单位,投放礁体226.6万空方。资源回捕量共18万t,总产值49.2亿元,直接投入与产出比为1:17,渔民人均增收10 929元<sup>[27]</sup>。据不完全统计,2008年以来,全国人工鱼礁建设规模超过3000万空方,礁区面积超过500 km<sup>2</sup>,投入资金达到20~30多亿元<sup>[22]</sup>。

在增殖放流和人工鱼礁建设的基础上,涵盖育种、育苗、养殖、增殖、回捕全过程,重视生境修复和资源养护的海洋牧业形态,即真正意义上的海洋牧场在我国出现。例如,二十世纪八十年代,辽宁省大连市的獐子岛开始虾夷扇贝的育苗和底播,从九十年代起,獐子岛海洋牧场开展工作营造海藻场,设置人工鱼礁、人工藻礁,修复与优化海珍品等增养殖生物的栖息场所,对确权海域进行功能区划,布设了潜标、浮标,建成了水文数据实时观测平台,到目前已开发超过2 000 km<sup>2</sup>的海域。近年来,山东省烟台市的莱州湾海洋牧场建设迅

速,海域覆盖面积达10 672万m<sup>2</sup>,系统建立了渔业资源养护技术,实现资源量倍增,有效修复渔业水域环境,产品通过有机食品认证,集成构建了“物联网+生态牧场”生产体系,实现了牧场管理信息化。2015年5月,农业部组织开展国家级海洋牧场示范区创建活动,推进以海洋牧场建设为主要形式的区域性渔业资源养护、生态环境保护和渔业综合开发。同年12月,天津大神堂海域,河北山海关海域、祥云湾海域、新开口海域,辽宁丹东海域、盘山县海域、大连獐子岛海域、海洋岛海域,山东芙蓉岛西部海域、荣成北部海域、牟平北部海域、爱莲湾海域、青岛石雀滩海域、崂山湾海域,江苏海州湾海域,浙江中街山列岛海域、马鞍列岛海域、宁波渔山列岛海域,广东万山海域和龟龄岛东海域等被列为首批国家级海洋牧场示范区。

与此同时,良种选育和苗种培育技术、海藻场生境构建技术、增养殖设施与工程装备技术、精深加工与高值化技术等海洋牧场建设的关键技术逐渐成熟。例如,传统筏式养殖近年来呈现出深水化、生态化和机械化的特点,养殖品种由单一向混养发展,有单纯追求经济效益向经济生态并重发展,如皱纹盘鲍与光棘球海胆越冬期的筏式混养可减少苔藓虫的附着<sup>[28]</sup>,鲍和仿刺参混养可利用并清除生物沉积物,有利于修复和优化浅海养殖系统<sup>[29]</sup>。离岸深水大型海洋牧场平台成为离岸型海洋牧场的发展方向与趋势。以老旧大型船舶为平台为载体的大型海上养殖工船正在兴起,有望成为远海渔业生产的补给、流通基地<sup>[30]</sup>。新技术与新工艺在海洋牧场工程设施中逐渐得以应用,信息化、自动化、抗老化、抗腐蚀技术等大大提高了海洋牧场养殖设施的性能和管理水平。

#### 4 海洋牧场建设的几点思考

在我国推动海洋牧场建设既是海洋牧业产业发展的必然趋势,也与我国经济社会和生态环境现状密切相关。我国近海渔业资源日渐枯竭,海水养殖盲目追求高产量和管理滞后导致病害频发,滥用渔药的现象时有发生。对绿色、安全、优质水产品的需求为海洋牧场发展提供了新的机遇。当前,我国经济增长进入新常态和供给侧结构性改革要求海洋水产业向绿

色低碳、安全优质的方向发展，而海洋牧场是发展方向之一。

#### 4.1 存在问题

我国海洋牧场理念的提出至今已50余年，海洋牧场建设在取得显著进展的同时也出现了一些问题。主要表现在4个方面：

**海洋牧场的涵义应用过于宽泛** 在我国实践中，投放人工鱼礁、增殖放流、网箱养殖等经常被等同于海洋牧场建设，传统渔场和海洋牧场的概念混淆。这导致我国“海洋牧场”建设遍地开花，但整个产业的技术水平却很低。人工鱼礁基本上以石块礁、小型构件礁、废旧渔船为主，增殖放流大都一投了之，没有生物控制技术和必要的监测与效果评价。财政补助资金没有用于建设真正意义的海洋牧场，现代海洋牧场技术难以有效推广应用。

**缺乏统筹规划和科学论证** 由于缺乏全国性规划和国家或行业标准，各地海洋牧场建设同质化严重，地区间缺乏协调，没有使经济和生态效益最大化。由于缺乏相关标准和科学论证，牧场设计未能基于生态系统结构与功能。鱼礁选型不科学，部分海洋牧场出现礁体漂移和沉陷、掩埋现象，增殖放流对象单一，没有合理搭配，放流规格和数量的选择具有一定盲目性，缺少经济和生态效益评估和对生态系统的影响研究<sup>[27-28]</sup>。

**忽视海洋牧场生态作用** 海洋牧场建设往往仅被视为获取海洋水产品的途径，经营者对产量和经济效益的片面追求导致海洋牧场在提供生态廊道、庇护野生种群、调节流场和物质运输等方面的生态作用被忽视。除少数海洋牧场建设兼顾了红树林、海草床、海藻场等自然生境的修复，其他绝大多数牧场未能重视对所处海域生态系统功能的保护与恢复，因此也难以抵御环境与生态灾害。如何让海洋牧场有效促进受损生境和生物群落的恢复还有待深入研究。

**忽视项目评估和系统管理** 我国海洋牧场建设往往把放流苗种的数量、鱼礁建设规模和投入的资金量作为主要评价指标，这就造成了仅重视建设期投入、项目的可行性分析不足、环境影响评价不完善、完成后综合评价缺失等种种问题。牧场运营缺乏系统管理，天然饵料

增殖与幼体庇护技术匮乏，缺少种苗投放与产品采捕规范，牧场资源环境综合监测评估技术严重滞后。

#### 4.2 发展理念

现代海洋牧场建设必须坚持“生态优先、陆海统筹、三产贯通、四化同步、创新跨越”的原则，集成应用环境监测、安全保障、生境修复、资源养护、综合管理等技术，实现海洋环境的保护与生物资源的安全、高效和持续利用。

**坚持“生态优先”** 在现有捕捞和养殖业面临诸多问题的背景下，海洋牧场作为一种新的产业形态，其发展有赖于健康的海洋生态系统。因此必须重视生境修复和资源恢复，根据生态容量确定合理的建设规模，这是海洋牧场可持续发展的前提。

**坚持“陆海统筹”** 海洋牧场在空间上覆盖陆域和海域，陆域是苗种繁育、产品加工、牧场运行管理的基地，海域是开展人工鱼礁建设、增殖放流、生境修复、采捕收获的生产空间。因此，陆地和海上生产空间需进行合理统筹规划，海域应根据水深和离岸距离合理布局各类增殖模式和增殖对象，陆域应基于高效运行和方便管理的原则对各生产单元科学布局。

**坚持“三产贯通”** 海洋牧场不仅包括水产品生产的产业链，还涉及到礁体和装备制造、产品精深加工和储运、休闲渔业等产业。未来应打通一、二、三产业，使海洋牧场成为经济社会系统和生态系统的一部分，特别是将休闲渔业和生态旅游等产业有机融入海洋牧场建设中，充分发挥其对上下游产业和周边区域产业的拉动作用。

**坚持“四化同步”** 工程化、机械化、自动化、信息化是现代海洋农牧业的发展方向。海洋牧场要加强食品安全追溯技术、物联网和人工智能技术、牧场管理信息化、生物驯化、自动化采收等技术和装备的研发和应用，综合提升海洋牧场的整体技术水平。

**坚持“创新跨越”** 现代海洋牧场建设还有许多科学和技术问题亟待突破，这需要凝聚多学科的知识和技术。近期应在海洋牧场健康和承载力评估、海草床、海藻场修复技术、种群重建技术、牧场生物控制技术和管理技术等方面取得突破。

### 4.3 发展对策

加强海洋牧场建设的宏观引导 在国家层面上,编制我国管辖海域海洋牧场建设的中长期规划,出台海洋牧场建设和运行管理的国家和行业标准,明确我国海洋牧场的定义、范畴和类型,将财政资金投向真正意义上的海洋牧场。在沿海省市层面,根据海域自然条件、海洋功能区属性、环境质量做好海洋牧场选址和区划,推动海洋牧场海域确权,形成政府扶持、企业主导、渔民受益的海洋牧场建设模式,加强海洋牧场绩效评估和统计报告。

推动海洋牧场体系化建设 统筹安排增殖放流和人工鱼礁建设工作,提高增殖放流苗种的成活率和人工鱼礁建设的针对性和科学性。逐步实现底播种类以海珍品为主转变为海珍品、鱼类、藻类多营养层次相结合,提高单位海域的经济与生态效益。我国近岸水体污染和富营养化日趋严重,海洋工程建设等造成了海底荒漠化,渔业资源生物生存环境恶化,因此海洋牧场建设应将近海生态系统重建纳入工作重点,注重生境修复、天然饵料增殖、海草床及海藻场的恢复。加强海洋牧场资源环境的实时在线监测和生态灾害的预警预报。公益性海洋牧场实行配额管理,严格限定产出的商品规格、收获量和收获方式等。

实施海洋牧场企业化运营 改变目前海洋牧场建设主要由政府投资的局面,通过财税政策、特许经营等途径吸引企业运营海洋牧场,财政资金由直接投入海洋牧场建设,转向栖息地保护、基础科学研究和监测评估等方面。推动构建企业、科研院所、渔民参与的行业协会,形成产业联盟,实现产学研结合,企业和渔民共同获益,实现海洋牧场、休闲渔业、滨海旅游等多元融合发展。

#### 参考文献:

- [1] 曾呈奎,毛汉礼.海洋学的发展、现状和展望[J].科学通报,1965,10(10):876-883.
- Tseng C K, Mao H L. Development, current situation and Prospect of Oceanographic[J]. Science Bulletin, 1965, 10(10): 876-883.
- [2] 曾呈奎.为高速度实现我国水产事业现代化而奋斗中国水产学会恢复大会和科学讨论会在天津市举行[J].水产科技情报,1978(8):1.
- Tseng C K. Fight for high speed to realize the modernization of China's aquaculture business[J]. Fisheries Science and Technology Information, 1978(8): 1.
- [3] 曾呈奎.祖国各地[J].水产科技情报,1979(2):24-25.
- Tseng C K. Across the country[J]. Fisheries Science and Technology Information, 1979(2): 24-25.
- [4] 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.
- Tseng C K. Some problems on fisheries and animal husbandry production in China's exclusive economic area[J]. Natural Resources, 1979(1): 58-64.
- [5] 曾呈奎.我国海洋生物学在新时期的主要任务[J].海洋科学,1980,4(1):1-5.
- Tseng C K. The main task of China's marine biology in the new era[J]. Marine Sciences, 1980, 4(1): 1-5.
- [6] 陈君,张忍顺.我国海洋农牧化发展研究[J].地理学与国土研究,2000,16(1):24-28.
- Chen J, Zhang R S. On the development of oceanic ranching in China[J]. Geography and Territorial Research, 2000, 16(1): 24-28.
- [7] 曾呈奎.海洋农牧化大有可为[J].科技进步与对策,1985(2):9-10.
- Tseng C K. Marine farming have a brilliant future[J]. Science Technology Progress and Policy, 1985(2): 9-10.
- [8] 徐恭昭.海洋农牧化的进展与问题[J].现代渔业信息,1998,13(1):3-10.
- Xu G Z. Progress and problems of farming and ranching of the sea[J]. Modern Fisheries Information, 1998(1): 3-10.
- [9] 曾呈奎,徐恭昭.海洋牧业的理论与实践[J].海洋科学,1981,5(1):1-6.
- Tseng C K, Xu G Z. The theory and practice of marine animal husbandry[J]. Marine Sciences, 1981, 5(1): 1-6.
- [10] 毛汉礼.海洋科学近二十年来的进展[J].海洋科学,1979,3(1):1-9.
- Mao H L. Advances of marine science in recent twenty years[J]. Marine Science, 1979, 3(1): 1-9.
- [11] 黄文洋.栽培渔业的理论和实践[J].福建水产科技,1979(1):6-21.
- Huang W F. Theory and practice of fishery cultivation[J]. Fujian Fishery Science and Technology, 1979(1): 6-21.
- [12] 王树渤.海洋生物学的成就与展望[J].辽宁师院学报(自然科学版),1979(3):57-60.
- Wang S B. Achievements and prospects of marine biology[J]. Journal of Liaoning Normal University (Natural science edition), 1979(3): 57-60.

- [13] 刘星泽. 渔业要走农牧化的道路——渔捞专家谈开发海洋渔业生产[J]. 瞭望周刊, 1984(43): 25.  
Liu X Z. Fishery should go to the road of farming—fishing experts talking about the development of marine fishery production[J]. Outlook Weekly, 1984(43): 25
- [14] 徐绍斌. 海洋牧场及其开发展望[J]. 河北渔业, 1987(2): 14-20.  
Xu S B. Marine ranching and development prospect of Marine ranching[J]. Hebei Fisheries, 1987(2): 14-20.
- [15] 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): 6-9.  
Lu Z K. Status, Problems and counter measure for exploitation and research of marine ranching in China[J]. Modern Fisheries Information, 1995, 10(9): 6-9.
- [16] 刘卓, 杨纪明. 日本海洋牧场(Marine Ranching)研究现状及进展[J]. 现代渔业信息, 1995, 10(5): 14-18.  
Liu Z Y, Yang JM. The status and progress of marine ranching research in japan[J]. Modern Fisheries Information, 1995, 10(5): 14-18.
- [17] 杨宝瑞, 陈勇. 韩国海洋牧场建设与研究[M]. 海洋出版社, 2014.  
Yang B R, Chen Y. Marine ranching build and research in the South Korean[M]. Ocean Press, 2014
- [18] 陈永茂, 李晓娟, 傅恩波. 中国未来的渔业模式——建设海洋牧场[J]. 资源开发与市场, 2000, 16(2): 78-79.  
Chen Y M, Li X J, Fu E B. The future pattern of fishery in China—constructing oceanic ranch[J]. Resource Development and Market. 2000, 16(2): 78-79.
- [19] 张国胜, 陈勇, 张沛东等. 中国海域建设海洋牧场的意义及可行性[J]. 大连水产学院学报, 2003, 18(2): 141-144.  
Zhang G S, Chen Y, Zhang P D, TT *et al*. Significance and feasibility of establishing marine ranching in Chinese sea area[J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2003, 18(2): 141-144
- [20] 尹增强, 章守宇. 对我国渔业资源增殖放流问题的思考[J]. 中国水产, 2008, 388(3): 9-11.  
Yin Z Q, Zhang S Y. Thinking about China's fishery resources enhancement and releasing[J]. Chinese Fisheries, 2008, 388(3): 9-11.
- [21] 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.
- [22] 中国水产学会. 海洋渔业资源保护与人工鱼礁国际论坛[C]. 北京: 中国水产学会, 2016.  
China Society of Fisheries. International forum on marine fishery resources conservation and artificial reef[J]. Beijing: China Society of Fisheries, 2016.
- [23] 朱孔文. 海州湾海洋牧场-人工鱼礁建设[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.  
Zhu K W. Haizhou Bay marine ranch - artificial reef construction[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2011, 1.
- [24] 广西的人工鱼礁[J]. 中国水产, 1983(8): 7.  
Guangxi artificial reef[J]. China Fisheries, 1983(8): 7.
- [25] 第二次全国人工鱼礁会议在广州召开[J]. 中国水产, 1984(7): 21-22.  
Second national artificial reef meeting in Guangzhou[J]. Chinese Fisheries, 1984(7): 21-22.
- [26] 司英杰. 人工鱼礁的法律规制[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012.  
Si Y J. Legal regulation of artificial reef[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2012
- [27] 游桂云, 杜鹤, 管燕. 山东半岛蓝色粮仓建设研究——基于日本海洋牧场的发展经验[J]. 中国渔业经济, 2012, 30(3): 30-36.  
You G Y, Du H, Guan Y. The construction of Shandong Peninsula blue granary: based on the development experience of Japanese sea ranching[J]. Chinese Fishery Economy, 2012, 30(3): 30-36.
- [28] 孔泳滔, 王琦, 程振明等. 皱纹盘鲍与光棘球海胆越冬期筏式混养的初步研究[J]. 水产科学, 1999, 2(18): 12-14  
Kong Y T, Wang Q, Cheng Z M *et al*. A preliminary study on ocean-based polycultivation of abalone(*Haliotis discus hannai*) and sea urchin(*Strongylocentrotus nudus*) in overwinter period[J]. Fishery Science, 1999, 2(18): 12-14.
- [29] 杨淑岭, 刘刚, 丁增明等. 浅海筏式刺参与鲍鱼混养技术[J]. 现代农业科技, 2009(4): 226-229.  
Yang S L, Liu G, Ding Z M *et al*. Polyculture technology of abalone and sea cucumber by Shallow sea raft[J]. Modern Agricultural Science and Technology. 2009(4): 226-229.
- [30] 徐皓, 江涛. 我国离岸养殖工程发展策略[J]. 渔业现代化, 2012, 39(4): 1-7.  
Xu H, Jiang T. Development strategy of offshore aquaculture engineering in China[J]. Fishery Modernization, 2012, 39(4): 1-7.

## Construction of marine ranching in China: reviews and prospects

YANG Hongsheng

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

**Abstract:** Marine Ranching is the artificial fishing site where fishery resources are scientifically bred and managed by fully using natural productivity of certain sea areas, based on principles of marine ecology and modern marine engineering techniques. It is characterized with the goal of enhancing stockment, definite boundary and ownership and resources managed in a scientific way. Besides, seedlings are artificially bred or domesticated, released or transplanted into open sea, and mainly fed with natural live feed. As early as 1965, Mr. Tseng Chengkui (Zeng Chengkui), a Chinese marine scientist, originally put forwards the idea of building artificial ranch in the ocean by planting and cultivating marine creatures. Since 1980s, the Chinese marine ranch construction has experienced three industrial forms including artificial reefs, stock enhancement and systematical ocean ranching. In spite of the great achievement, it is still facing problems including too broad application of its definition, lack of overall planning and feasibility studies, neglecting its ecological role as well as project evaluation and system management. In future, the development of marine ranching in China should recognize the importance of ecosystem, balance industrial arrangement both on the land and in the sea, comprehensively consider the primary, secondary and tertiary industry, realize four modernizations and encourage innovation for leaping development to realize both economic and ecological benefits.

**Key words:** marine ranching; stock enhancement; artificial reef; farming and ranching of the sea

**Corresponding author:** YANG Hongsheng. E-mail: hshyang@qdio.ac.cn

**Funding projects:** Marine Ecological Security and Environmental Protection (XDA11020700); Key Technology of Shallow Sea Aquaculture Facilities and Ecological Efficient Aquaculture (2011BAD13B02); Integration and Demonstration of Ecological Engineering and Effect Assessment of Damaged Habitat Restoration in Typical Bays (2013418043)