

现代海洋牧场建设的现状与发展对策

阙华勇¹, 陈勇², 张秀梅³, 章守宇⁴, 张国范¹

(1. 中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071; 2. 大连海洋大学, 大连 116023; 3. 中国海洋大学, 山东青岛 266003; 4. 上海海洋大学, 上海 201306)

摘要: 现代海洋牧场是海洋渔业的一种新的可持续的生产方式, 对我国海洋渔业的转型升级发挥着重要的作用。本文通过系统整理相关文献资料, 结合最新研究进展, 对我国现代海洋牧场的建设现状及存在的问题进行了梳理, 最后针对我国现代海洋牧场建设中存在的问题, 从建设牧场所需的关键技术、保障措施两个方面提出了发展战略。

关键词: 海洋牧场; 现状; 发展对策

中图分类号: S96 **文献标识码:** A

Modern Marine Ranching: Status and Development Strategy

Que Huayong¹, Chen Yong², Zhang Xiumei³, Zhang Shouyu⁴, Zhang Guofan¹

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, Shandong, China; 2. Dalian Ocean University, Dalian 116023, Liaoning, China; 3. Ocean University of China, Qingdao 266003, Shandong, China; 4. Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Modern marine ranching, as a novel fishery production mode, will play an important role in the transformation and up-grade of marine fishery industry in China. This paper presents the status and problems in construction of the modern marine ranching in China through the systematic collation of relevant literature and the combination of the latest research progress, and then puts forward the development strategy from two aspects: the key technology, administration measures.

Key words: marine ranching; status; development strategy

一、前言

我国不仅是人口大国, 也是海洋大国, 海洋渔业是保障我国食物安全的重要组成部分, 海洋生物资源的优质、高效、安全和可持续开发利用是实施国家海洋强国战略的需要, 也是落实生态文明建设和发展海洋经济的重要举措。

近年来, 由于海洋渔业的过度捕捞、粗放式养殖、栖息地破坏和环境污染等原因, 我国一些海域生态环境受损, 渔业资源衰退, 严重影响了我我国沿海和近海海洋渔业及海洋生物产业的可持续发展^[1]。因此, 研究和探索一种新型的海洋渔业生产方式, 在修复海洋生态环境、涵养海洋生物资源的同时, 科学地开展渔业生产, 为我国人民持续提供

收稿日期: 2016-04-29; 修回日期: 2016-05-26

作者简介: 张国范, 中国科学院海洋研究所, 研究员, 研究方向为海水养殖技术; E-mail: gfzhang@qdio.ac.cn

基金项目: 中国工程院重点咨询项目“现代海水养殖新技术、新方式和新空间发展战略研究”(2015-XZ-30)

本刊网址: www.enginsci.cn

优质安全的海洋食品,是我国海洋渔业(“蓝色粮仓”建设)科技工作的当务之急。现代海洋牧场就是这样一种新型的现代海洋渔业生产方式^[2,3]。

海洋牧场是指在特定海域,基于区域海洋生态系统特征,通过生物栖息地养护与优化技术,有机组合增殖与养殖等多种渔业生产要素,形成环境与产业的生态耦合系统;通过科学利用海域空间,提升海域生产力,建立生态化、良种化、工程化、高质化的渔业生产与管理模式,实现陆海统筹、三产贯通的海洋渔业新业态。

科学地规划、建设和管理现代海洋牧场,可以在修复和优化生态环境、养护和增殖生物资源、维护海洋生物多样性的同时,健康、持续、高效地发展海洋渔业和海洋生物产业,保障我国人民的海洋食物供给安全和海洋生态安全,从而给后代留下丰富多彩的海洋世界和发展空间,这对于保障我国海洋生态、海洋环境、海洋资源与渔业的和谐发展具有重要的现实意义^[3,4]。

目前及今后一段时期是我国海洋渔业乃至整个海洋产业转型升级的关键阶段,因此,我国应针对沿海海洋渔业发展及生态文明建设的主要问题,构建现代海洋牧场科技创新链,通过系统的基础研究、共性技术研发及集成应用示范推广,破解传统海洋渔业第一、第二、第三产业发展的科技瓶颈,形成三产融合的现代海洋牧场基础理论体系和全产业链的综合技术体系,从而引领我国海洋渔业及海洋生物产业健康持续发展和支撑“蓝色粮仓”和海洋生态文明的全面建设。

二、我国现代海洋牧场建设的发展历程

我国海洋牧场建设起始于20世纪70年代末,主要以人工鱼礁建设和增殖放流技术为主。当时我国海洋渔业资源量因捕捞过度、栖息地破坏已经出现严重衰退。为此,国家一方面积极发展海水增养殖业来满足日益增长的水产品消费需求,另一方面尝试采取人工鱼礁建设、资源增殖放流技术来修复衰退中的资源。此后,国内海水增养殖业迅猛发展,而人工鱼礁建设、增殖放流技术又被大量应用于我国渔业管理实践中^[5]。进入21世纪后,受韩国和日本海洋牧场建设的启发,以及学术界近30年对海洋农牧化的呼吁,国内行业部门立足于落实《中

国水生生物资源养护行动纲要》要求,以政府行为推进了我国海洋牧场产业的发展^[6]。目前,据不完全统计,我国海洋牧场总建设面积达3770 hm²,从北到南形成了或即将形成如辽西海域海洋牧场、大连獐子岛海洋牧场、秦皇岛海洋牧场、长岛海洋牧场、崆峒岛海洋牧场、海州湾海洋牧场、舟山白沙海洋钓场、洞头海洋牧场、宁德海洋牧场、汕头海洋牧场等20余处海洋牧场,我国海洋牧场的产业基础初具雏形。我国在人工鱼礁投放技术、藻场建设技术和海洋生物标志放流技术等海洋牧场建设的关键技术方面取得了不同程度的进展。

截至目前,我国的海洋牧场试验及建设可被分为两种类型。一种是在原先人工鱼礁建设与增殖放流技术的基础上以政府行为建设起来的,这类海洋牧场一般是基于安排“双转”渔民再就业、发展休闲渔业、修复渔业资源等社会公益型目标建立起来的。近年来,我国南方的惠州海洋牧场结合了贝藻类立体养殖方式,将养殖元素作为我国海洋牧场的特点之一;而我国北方的秦皇岛海洋牧场则把海珍品增殖、藻类增殖、底栖鱼类增殖结合起来,不仅为鲍鱼、海参提供了饵料,其本身也起到了改善水质和充当鱼类饲料的作用。此外,我国北方的海洋牧场一般选择由当地企业承包海域,并结合了海珍品增殖的生产方式,苗种采购、鱼礁运输与投放等费用基本由建设单位自筹解决,所以民间参与积极性较高。总体来讲,无论是我国南方还是北方,以政府行为推动的海洋牧场,其管理主体大都是企业,让企业参与海洋牧场管理经营,发挥海洋牧场的产业价值,并兼顾安排“双转”渔民再就业;另一种是利用民间企业在承包海域实施底播增殖,这种生产方式一般出现在我国海域确权明确的北方,生产种类主要是海参、鲍鱼、扇贝等海珍品。

我国现代人工鱼礁建设的研究始于20世纪70年代末,当时,我国沿海8个省(区)普遍开展了人工鱼礁的试验,几年内就设立了23个人工鱼礁试验点,投放了各种形式的人工鱼礁共计28000多个,投放了近50艘废旧船舶用作鱼礁建设;此外,在浅海区还投石 $1 \times 10^5 \text{ m}^3$ ^[7]。目前,全国海洋牧场建设资金的投入已超过80亿元,其中中央财政投入近7亿元;全国人工鱼礁建设规模达 $2 \times 10^7 \text{ m}^3$,礁区面积超过 $1.1 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[8]。

从20世纪80年代开始,为了恢复天然水域

渔业资源种群数量,我国首先在黄渤海水域开展了中国对虾增殖放流技术的研究,随后在沿海及内陆水域都开展了一定规模的渔业资源增殖放流技术研究,海水增殖品种有中国对虾、长毛对虾、扇贝、梭子蟹、海蜇、海参等^[9]。据统计,我国“十一五”期间,全国累计投入水生生物增殖放流资金约20亿元,放流各类苗种约1 000亿单位^[10];2012年全国共投入增殖放流资金近10亿元^[11]。这对一些鱼贝类资源的恢复起到了重要作用。

标志放流技术是研究、评估增殖放流技术的重要手段。我国海洋生物标志放流技术研究始于20世纪50年代初。60多年来,我国逐步应用了挂牌、剪鳍、入墨、植入式荧光标志、编码金属线等多种标志手段对海洋生物群体迁移路线和增殖放流回捕率等进行了评估。近几年,一些学者也研究了水生动物内部标志方法(如编码金属线、温度标记、荧光染料标记)的室内效果,但其实际应用较少或不理想。随着海洋生物标志放流技术的发展,电子标志手段已经发挥了无可替代的作用^[12]。

目前我国藻场建设技术研究还处于试验性阶段,各地已根据自身海域特点开展了藻场建设,如辽宁省在北黄海进行了海带、裙带菜等海底藻场的建设试验,取得了一定成效;浙江省在2010年利用天然岩礁进行了铜藻等大型海藻场的建设试验,2012年形成了人工藻场修复示范区,区域面积约10 hm²;广东省在2011年进行了藻类种植试验,2012年其试验种植面积达26.67 hm²;秦皇岛移植了马尾藻210万株,并引进和种植了大型海藻——龙须菜苗种500 kg;青岛即墨大管岛海域的人工鱼礁区也进行了大叶藻、海带、鼠尾藻等藻类移植试验;广西北海在2011年移植江蓠、扁藻等藻类达1 000 kg^[13]。但到目前为止,藻场的建设还未形成成熟的技术体系和建设规模。

三、我国海洋牧场建设当前存在的主要问题与原因分析

(一) 产业化水平总体较低

近几年,我国沿海各省市兴建了一批海洋牧场,并充分利用了人工鱼礁和增殖放流叠加的增殖效应,虽然重视建设期的投入,但缺乏通过长期监测对环境影响、生态效益、经济效益进行科学定量的

评价,海洋牧场管理维护不到位,产业发展效果不明显,并未形成有利的产业格局。究其原因,一是管理资金缺乏;二是海洋牧场技术体系尚未建立;三是海洋牧场管理主体难找,在海域尚未确权和产业风险高的地区,企业参与管理维护海洋牧场的积极性不高。这些因素直接导致了我国海洋牧场产业化水平不高,政府和民间投资综合效果欠佳的后果。

(二) 关键产业技术有待系统研发

目前,我国的海洋牧场产业缺乏相对独立的应用基础,海洋牧场技术的研发仍然相对滞后,特别是许多关键技术如海藻(草)场高效建设技术、大规模优质健康苗种繁育及高效增殖放流技术、对象生物学行为的有效控制技术、牧场生物资源高效探测与评估技术、安全高效生产的创新技术及牧场信息化监控管理技术等尚待研发;缺少具有自主知识产权的现代高端技术,创新能力亟待提高。当前我国的海洋牧场产业链相对较短,后续的产业创新能力又不足,突出表现在优质产品的高效开发利用、现代仓储物流、现代营销体系、文化体系建设等方面;同时缺乏有效的协调合作运行机制,无法达到三产融合的目标。这在很大程度上限制了整个现代海洋牧场建设的科学推进。

(三) 技术体系与平台建设亟待建立

由于海洋牧场的建设还比较依赖国内增养殖业、人工鱼礁业、增殖放流业等技术体系,没有形成独立的技术体系,所以产业链上技术储备不足,缺乏一套完整的海洋牧场行业标准;尤其突出的是现有的海洋牧场选址所采用的研究方法、分析手段、评价方法还不完善,选址工作科学依据不足,缺乏有效的评价手段,导致选址决策主观性、随意性、片面性现象较严重;产业技术研发平台建设过多地依靠地方上的研究资金资助,尚未成立国家层面的专门研发机构,缺乏独立的国家级海洋牧场科研管理机构。我国海洋牧场主要是以行业部门的政府行为建设起来的,以非赢利性工程建设形式为主,常具有一次性短期投资的性质。由于建成后的海洋牧场的长期管理维护费用不足,所以难以针对海洋牧场维护效果开展有效科研反馈。我国海洋牧场的建设应当首先在国家层面完善海洋牧场技术体系和研发平台建设,这样才有利于其产业化。

(四) 管理机制有待健全

我国海洋牧场建设在评估与规划环节出现脱节, 缺乏有效规划。目前, 我国海洋牧场的发展呈现南北旺盛, 中部薄弱的局面, 布局不合理, 建设发展不平衡; 海洋牧场的选址依赖人工鱼礁区的现象较为严重, 使得海洋牧场选址的综合性和全面性受到影响, 不利于海洋牧场充分和全面的发展。法律法规尚不健全, 管理不到位。目前海洋牧场项目建设与管理, 仅限于政府资金立项扶持的项目。社会企业自建的人工鱼礁缺乏有效的管理, 致使部分海洋牧场建设管理处于无序状态。目前, 重建设轻管理现象依然存在, 由于缺乏全面的管理制度和成熟的管理经验, 我国很多地区海洋牧场管理均不到位。

四、建设我国现代海洋牧场所需的关键技术

(一) 海洋牧场评估技术

利用声学生物资源探测与评估技术, 建立鱼类资源声学无损探测评估体系, 开展基于海洋牧场物种鉴别的声学评估方法研究, 建立物种探测分类鉴别技术体系; 研究建立基于海底光学摄像系统的水产生物种类及资源量分析评估系统, 利用遥感信息技术进行环境因子与资源变动数据模型研究; 利用渔具渔法生物调查技术, 开展规模化牧场养殖生物生态产出容量和环境承载力评估研究, 开发环境影响小、选择效率高的适宜生物调查的渔具渔法, 为海洋牧场的建设评估提供准确依据。

(二) 海洋牧场生态环境营造技术

完善人工鱼礁建设技术, 系统研发各类人工鱼礁材料、结构及建设技术。在鱼礁材料研制方面, 大力开展绿色环保、亲生物性的鱼礁材料的开发与利用研究, 探索再利用如高炉矿渣等规模工业副产品, 关注高固碳性礁体材料的开发, 建设具有自我生长和自我修复能力的礁体; 重点突破大型人工鱼礁关键技术, 包括其设计、制作、拼装、运输和投放等一系列技术, 为 50 m 及更深海域的人工鱼礁建设储备技术, 打破国外专业公司对大型人工鱼礁关键技术的垄断, 形成具有中国特色和自主知识产权的大型人工鱼礁建设关键技术体系; 开展海上各类人工设施的生态环境资源化利用技术研究, 开发抗风浪能力卓越、适合我国各

类深水海域特点的多功能浮鱼礁, 加强在浮鱼礁结构和强度设计等方面的研发工作, 部署深水多功能浮鱼礁的研发工作, 为我国开发南海等离岸海域提供技术保障。

优化海藻场/海草床的修复与营造技术。对主要的大型藻类/海草进行定位, 发掘其特定环境下的附着生长机制、环境及生物间作用机制, 系统阐明大型海藻场/海草床的生态功能, 研究建立海藻场/海草床的物质能量流动模型, 研究分析海藻场/海草床生物涵养机理。

研发流场营造技术。基于特定生态环境的上升流、背涡流、环流等典型流场的营造方法, 结合人工鱼礁建设等生态工程, 进行人工鱼礁与流场造成关系的研究, 同时开展流场与生物分布、流场与饵料环境等影响机制的研究。

研发底质环境改良与再造技术。基于底栖经济生物生活史, 研究最适合环境特点的底栖生物场改良再造技术, 利用环流生态特点创新性地形成基于水体交换的工程学改良技术, 建立生物、微生物改良技术体系, 形成底质环境改良系列方法。

(三) 基于海洋牧场生态系统平衡的资源动态增殖管理技术

研发放流区域选择技术, 保证放流种类的生存和生长, 并使其能够发挥最大的繁殖潜力, 确保放流幼体的规格, 从而实现最佳的成本/效益的核算。研发放流幼体成活率提高技术、幼体保活运输技术及装备并实现相关工艺与装备的标准化; 研发敌害生物防除技术和可移动式暂养网箱及海上种苗繁育工船等新型高效资源增殖设备; 研发放流效应的评估技术, 准确评估放流幼体在海洋牧场的存活、生长状况和规律。

(四) 基于大数据平台的海洋牧场实时监测与预报预警技术

构建基于物联网技术的水体环境在线监测系统, 实现对水温、盐度、溶氧、叶绿素等海水环境关键因子的立体实时在线监测。研发基于物联网技术的对象生物远程可视化监控与驯化技术和基于标志回捕、无线信号追踪等创新技术方式的鱼贝类行为追踪及分析技术, 开发相关设备仪器; 基于对象生物的行为驯化与控制技术, 建立特定鱼种的声学

驯化行为控制模型,创新牧场对象鱼种的行为控制方法;研发生物及生物群落状态远程可视化观测技术和基于环境参数与生物参数的预报预警技术和专家决策系统,建立生态环境信息数据库,形成针对对象物种生物耐受极限的海洋牧场环境灾害预警机制,建立灾害预警管理平台。

(五) 海洋牧场可持续产出管理技术与产出模式优化

研发海洋牧场区高效、生态环保型采捕技术。开展牧场对象生物的选择性生态型渔具渔法研发工作,开发生态保护型采捕技术,提高对象生物捕捞效率,确保生态环境影响最小化;研发基于海洋牧场生态系统的产量评估技术,建立海洋牧场产出最优化评价方法体系;研发基于海洋牧场生态系统的产出规模控制技术,优化海洋牧场产出模式,保障海洋牧场良性可持续生产;建立从苗种、驯化、育成、采捕到销售的海洋牧场全产业链条的连续数据采集和全过程追溯技术,构建海洋牧场综合管理平台。

五、我国现代海洋牧场的保障措施与政策建议

与有着 30 年历史的现代海水增养殖业相比,现代海洋牧场产业才刚刚起步。海洋牧场产业是一项需要长期开发、长期研究的大型综合性产业,虽然行业部门对海洋牧场的建设热情很高,北方民间企业也愿意进行投资,但是国家在宏观政策和保障措施上仍需要将其作为一项长期的战略性产业进行扶持,并保持宏观政策的连续性。

(一) 将海洋牧场产业列为国家新兴战略产业加以重点扶持

主要措施包括:制定中长期海洋牧场发展规划纲要,规划未来 50 年内我国沿海、近海、外海海洋牧场的发展计划;海洋牧场的筹备和管理委托给国家级研究单位来监督;成立海洋牧场产业技术专家小组,用以指导全国海洋牧场的建设。

(二) 建立和实施海洋牧场的物权化管理

主要措施包括:逐步建立和实施海洋牧场的物权化管理,使从业者共同参与海洋牧场管理,为

海洋牧场的建设、维护建立制度保障,实现海洋牧场的企业化运营,多途径吸引企业运营海洋牧场,改变目前海洋牧场建设主要由政府投资的局面;在跨界作业频繁、海域确权尚不明确的东海、南海等相关海域,采取各种形式的政府补贴和优惠措施,如减免税收、允许发展养殖业和休闲渔业等措施,鼓励企业参与海洋牧场建设后的管理维护。

(三) 设置专项研究经费对产业链关键技术实施科技攻关

主要措施包括:根据产业链发展需要,设置专项研究课题,委托有资质的科研单位协同当地科研部门进行科技攻关,及时将产业链技术转化为科研成果或专利,确立我国在该领域的知识产权。

1. 将柴油补贴转化为海洋牧场建设专项资金

建立健全海洋牧场建设投入机制,建立多渠道、多种类的海洋牧场建设资金投入机制,完善建设产出效益回馈机制,并给予投资者一定的政策倾斜;逐步减少柴油补贴,降低资源捕捞压力,可将其转化为海洋牧场建设专项资金,并以项目形式下发,同时建立完善的建设考核机制。

2. 建立全国海洋牧场建设的工程技术中心、标准委员会等机构实现政策层面的引导与规范

以现有技术平台为依托,全力打造全国海洋牧场研究平台——国家海洋牧场工程技术研究中心,为现代海洋牧场技术研发提供技术及人员保障,同时依托中国水产学会海洋牧场研究分会成立海洋牧场标准化委员会,逐步完善现代海洋牧场建设的标准化体系,促进海洋牧场的标准化建设。

3. 围绕海洋牧场建设的产业链关键技术开展研发与示范

针对增殖放流苗种的成活率、人工鱼礁建设的科学性、海域环境的实时在线监测与预警预报等海洋牧场关键技术开展系统研发,在典型海洋牧场进行产业链技术的集成与示范,构建针对不同类型海洋牧场的产业技术体系。

参考文献

- [1] 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, et al. Significance and feasibility of the construction of marine ranching in China Seas [J]. J Dalian

- Fish Univ. 2003; 18 (2): 141-144.
- [2] 王亚民, 郭冬青. 我国海洋牧场的设计与建设[J]. 中国水产, 2011 (4): 25-27.
Wang Y M, Guo D Q. Design and construction of marine ranching in China [J]. Chin Fish. 2011; (4): 25-27.
- [3] 潘澎. 海洋牧场——承载中国渔业转型新希望[J]. 中国水产, 2016 (1): 47-49.
Pan P. Marine ranching—carrying the new hope for the transformation of Chinese fishery [J]. Chin Fish. 2016; (1): 47-49.
- [4] 陈力群, 张朝晖, 王宗灵. 海洋渔业资源可持续利用的一种模式——海洋牧场[J]. 海岸工程, 2006, 25(4): 71-76.
Chen L Q, Zhang C H, Wang Z L. A mode for marine fishery resources sustainable utilization—marine ranching [J]. Coastal Engin. 2006; 25(4):71-76.
- [5] 杨金龙, 吴晓郁, 石国峰, 等. 海洋牧场技术的研究现状和发展趋势[J]. 中国渔业经济, 2004, 5: 48-50.
Yang J L, Wu X Y, Shi G F, et al. Overview of marine ranching technology [J]. Chin Fish Econ. 2004; 5: 48-50.
- [6] 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, 3(30): 30-36.
You G Y, Du H, Guan Y. The construction of Shandong Peninsula blue barn: based on the development experience of the Japanese marine ranching [J]. Chin Fish Econ. 2012; 3(30): 30-36.
- [7] 杨吝, 刘同渝, 黄汝堪. 中国人工鱼礁的理论与实践[M]. 广州: 广东科技出版社, 2005.
Yang L, Liu T Y, Huang R K. Theory and practice of artificial reefs in China [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 2005.
- [8] 常理. 建设海洋牧场 保障蓝色粮仓[N/OL]. 经济日报, [2016-05-26]. http://paper.ce.cn/jjrb/html/2016-05/26/content_301975.htm
- Chang L. Build Marine Ranching and Guarantee Blue Granary [N/OL]. Economic Daily, [2016-05-26]. http://paper.ce.cn/jjrb/html/2016-05/26/content_301975.htm
- [9] 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; (3): 9-11.
Yin Z Q, Zhang S Y. Reflections on artificial stock enhancement of fishery in China [J]. Chin Fish. 2008; (3): 9-11.
- [10] 李彦. “十一五”渔业发展全面上新台阶——“十一五”渔业成就综述[J]. 中国水产, 2011(3): 11-19.
Li Y. Fishery development in the period of the 11th Five-Year Plan—a review of the fishery achievements [J]. Chin Fish. 2011; (3): 11-19.
- [11] 《中国水产》编辑部. 2012年全国渔业工作亮点回顾(二)[J]. 中国水产, 2013 (2): 12-26.
Editorial Department of China Fisheries. Highlights of the national fisheries work in 2012 (two) [J]. Chin Fish. 2013; (2): 12-26.
- [12] 吕红健. 许氏平鲈和褐牙鲆标志技术与标志放流追踪评价[D]. 中国海洋大学博士学位论文, 2013.
Lv H J. Experimental studies of making techniques and market-recapture for juvenile black rockfish (*Sebastes schlegelii*) and Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [D]. Qingdao: Ocean University of China (Doctoral dissertation); 2013.
- [13] 毕远新. 枸杞岛铜藻时空分布格局及成因分析[D]. 上海: 上海海洋大学博士学位论文, 2013.
Bi Y X. Spatial and temporal distribution patterns of *Sargassum horneri* and its relationship with environmental factors around Gouqi Island [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University (Doctoral dissertation), 2013.