

深远海养殖装备产业升级的 驱动模式与广东路径*

王秀婷 杨娟

[摘要] 推进深远海养殖装备产业高质量发展是践行大食物观、建设海洋强国的战略举措。本文从总结国内外深远海养殖装备产业升级的驱动模式出发,结合广东实践,探索分析推动深远海养殖装备产业跃迁的突破路径。研究发现,深远海养殖装备产业升级是技术可能性、市场可行性、政策合理性的动态平衡过程,技术驱动、市场驱动、政策驱动是产业升级的主要模式。广东深远海养殖装备产业发展面临集群式技术创新与数智化水平薄弱、养殖装备投资收益率及市场响应度低迷、法规标准规范体系建设滞后等困境,应聚焦智能化、融合化、规范化,加强核心技术攻关、培育新业态新模式、完善政策支撑体系,打造深远海养殖装备产业高质量发展的“广东样板”,为提升“蓝色粮仓”的综合竞争力与可持续发展能力提供有力支撑。

[关键词] 深远海养殖装备 产业升级模式 广东路径

[中图分类号] F124 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1009-8461(2025)04-029-11

一、引言及文献综述

深远海养殖装备是以大型渔业装备为主体,以机械化、自动化、智能化装备技术为支撑,在深远海进行规模化高效水产养殖的设施,主要分为重力式网箱、桁架类网箱和养殖工船三类,是实现海洋牧场模式创新和业态融合的关键支撑。山东、广东、福建等省份陆续出台相关政策扶持深远海养殖产业发展,深远海养殖装备不断迭代升级,“深蓝1号”“闽投1号”“国信1号”“经海”系列等陆续建造并运营。截至2023年年末,我国已建成重力式网箱2万余口、桁架类网箱

*作者简介:王秀婷,广东省社会科学院经济研究所助理研究员;杨娟,广东省社会科学院经济研究所副研究员。

基金项目:国家社会科学基金2022年度青年项目“数字化转型驱动制造业产业链韧性提升的机制与路径研究”(22CJY008);广东省哲学社会科学规划2022年度青年项目“广东制造业数字化转型提升产业链韧性的机制与路径研究”(GD22YYJ01);广州市哲学社会科学“十四五”规划2022年度羊城青年学人项目“广州强化粤港澳大湾区核心引擎功能研究”(2022GZQN08);广东省哲学社会科学创新工程第二批特别委托项目“产业科技互促双强下广东海洋产业集群高质量发展研究”(GD24WTCXGC01)。

40个、养殖工船4艘（含改造船），建成深远海养殖水体4398万立方米，产量39.3万吨，成为深远海养殖装备最大建造国（李明敏，2023）。深远海养殖装备产业具备技术含量高、资本投入高、附加值高、产业控制力强等特点，是培育海洋领域新质生产力的战略要域，推动深远海养殖装备自主可控与创新对保障产业链安全、增强我国在全球深远海开发技术博弈中的主导权具有重要意义。

近年来，深远海养殖装备产业逐渐引起学术界的重视，相关研究主要集中于深远海养殖装备发展现状、区域实践、政策机制等领域。一是关于产业发展现状的研究。中国在深远海养殖装备方面已取得长足进步，但在技术创新、生产运营、配套服务等方面还存在较大差距。在技术创新方面，现有研究表明深远海养殖装备的智能化、安全性、作业效率和系统完整性有待提高（鲍旭腾等，2022；徐皓等，2023），精准投喂技术智能化水平低、“分级集鱼、分批起捕”能力不足（李大海等，2023）。深远海养殖主体各自为政，难以推动资源共享和风险共担（刘晔等，2019；万晓乐等，2022；付雨芳等，2024）。在生产运营方面，我国深远海养殖装备面临建造运营成本高与投资回收周期长的矛盾（陈建涛等，2024），管理操作难度较大，工业化生产管理方式有待推进（纪毓昭和王志勇，2020）。在配套服务方面，装备设计和配套装备的借用技术多、集成技术少（殷伟等，2023），装备标准缺少系统规划、覆盖范围较窄、标准少而不优（胡方珍等，2021），难以为深远海智能养殖装备技术发展提供有力支撑。二是关于区域探索实践的研究。挪威、日本、美国和加拿大等发达国家自20世纪70年代起率先开展关于深远海养殖装备的设计和建造工作（吴姗姗等，2024）。我国深远海养殖产业起步相对较晚，1998年海南从挪威引进第一套高密度聚乙烯（HDPE）圆形双浮管深水网箱，标志着我国海水养殖产业正式开启从近海向深远海拓展的战略转型。目前，我国深远海养殖装备已在东海区和南海区等多个不同环境海域中投入使用（段仲兵和梁永康，2024），形成了一定规模的产业集群（李大海等，2023）。部分学者以广东、山东、福建、大连等省市为案例，探讨深远海养殖产业的发展现状与趋势，提出针对性的发展建议（李大海等，2023；陈建涛等，2024；邵龙馥，2024；王晓伟等，2023；林洁梅，2024）。三是关于产业发展机制的研究。付雨芳等（2024）基于创新价值链剖析深远海养殖的多主体协同创新机制，即企业在政府支持下，通过多主体协同创新获得创新知识，进而转化为新产品、新流程、新业态，最终实现经济、社会与生态效益。于谨凯和彭雨涛（2024）认为深远海养殖高质量发展的运行机制包括养殖设施装备确权 and 检验的启动机制，从育苗选种到市场销售的实施机制、解决技术、资金和金融服务短缺问题的保障机制，以及对风险因素进行规避的风控机制。

既有研究主要聚焦现实层面，对中国深远海养殖装备产业发展成效及问题进行了详细梳理。从中可以发现，作为新兴产业，中国深远海养殖装备产业仍面临技术复杂度高、投资风险大、政策环境不完善等多重瓶颈，亟须通过技术突破、商业模式革新和制度创新破解成本、风险和生态约束，推动产业从规模化扩张向高质量升级转型。然而，鲜有研究从理论层面对如何推动深远海养殖装备产业高质量发展作出系统分析。基于此，本文从供给、需求、外部环境三要素出发，提出深远海养殖装备产业升级的技术驱动模式、市场驱动模式、政策驱动模式，揭示技术、市场、政策影响深远海养殖装备产业跃迁的内在机制，并以广东为案例，分析深远海养殖装备产业发展的现实困境和突破路径，以为推动深远海养殖装备产业高质量发展提供理论支撑和实践参考。

二、深远海养殖装备的技术特征与发展方向

深远海养殖是指以大型养殖装备为主体，以机械化、自动化、智能化装备技术为支撑，在离大陆岸线10千米以外、低潮位水深不小于20米（重力式网箱水深不小于15米）海域进行的规模化、高效化水产养殖的方式。目前，中国普遍使用的深远海养殖装备主要包括重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船三大类。

（一）重力式网箱：海上鱼类养殖最主要、最成熟的养殖方式

重力式网箱是以挪威高密度聚乙烯（HDPE）框架重力式网箱为基础，根据中国特定海况进行改造创新而生产。重力式网箱主要依靠浮力和重力的作用张紧网衣并保持一定形状和容积（胡金鹏和张旋,2021），具有成本低、部署灵活等显著优势，是中国海上鱼类养殖的主要生产方式。目前，中国使用的重力式网箱主要包括圆形重力式网箱、方形重力式网箱、浮绳式网箱、金属框架网箱、HDPE框架升降式网箱、金属网衣网箱、聚酯石笼网（PET）网衣网箱、超高分子量聚乙烯网箱等类型（薛尊等，2024）。重力式网箱应用的核心矛盾在于低成本与高风险、低效率的权衡：一是HDPE材料多为柔性结构，在超强台风或极端海况下容易出现锚链断裂、网箱变形甚至沉没等问题，使用寿命较短；二是养殖过程机械化程度不高，作业效率低；三是由于离岸相对较近，可养殖品种单一，产业体系不完善；四是多数地区缺乏针对重力式网箱的专项保险，台风损失需养殖户自行承担，风险集中。

随着网箱养殖不断向离岸、深远海发展，重力式网箱应从技术层面加强生态适应性设计，针对不同海域环境开发模块化网箱，降低变形风险；同时注重智能化升级，通过数值仿真技术优化网箱框架和网衣系统，提升设备抗风浪能力，引入自动化投喂系统、远程监控设备等物联网技术，提高作业效率。同时，应聚焦中小型养殖户下沉市场，发挥重力式网箱低成本、快速回收的优势，开发模块化、易部署的轻量化产品，逐步向半开放海域拓展。此外，还应完善保险、专项补贴、海域规划等政策支持，降低重力式网箱向深海拓展的制度性交易成本。

（二）桁架类网箱：深远海规模化和集约化养殖的主要装备

桁架类网箱通常由钢结构桁架、网衣系统、系泊系统和管理平台等组成，主要分为全潜式、半潜式、浮式、座底式、渔旅融合式等类型（鲍旭腾等，2022）。桁架类网箱是新兴深远海养殖模式，与重力式网箱相比，桁架类网箱钢结构特征能够支撑网箱不受水流挤压变形，养殖水体在数万立方米以上，在短期内具有海上生产自持力，可设置在更远、更深的水域，抵御恶劣海况侵袭能力更强。桁架类网箱的产业化应用主要存在如下问题：一是装备技术不够成熟，大部分桁架类网箱布局于周围有海岛、岬角部分遮挡的海域，或离岸海岛周边海域，“深而不远”现象普遍；二是结构设计标准化程度较低，设计理论、规则尚未建立，存在安全性风险；三是相对重力式网箱而言，桁架类网箱的造价较高，回收期较长（徐皓，2024）。

目前我国桁架类网箱市场处于探索阶段，未来需要进一步加强抗风浪结构创新，构建高效智能化系统集成，提高深远海极端环境下的稳定性，降低人力成本并提升养殖效率。在市场层面推广“近岸育苗+深远海养殖”的陆海接力梯次养殖模式，提升单位水体经济效益，探索“国企

主导+民企协同”合作机制，加强高端装备智能化系统等关键技术研发。此外，政府还要做好融资保障和金融服务，鼓励民间资本通过政府和社会资本合作参与深远海网箱建设。

(三) 养殖工船：海洋工程装备与工业化养殖技术融合创新的重要载体

养殖工船是建立在船舶平台上的养殖系统，主要由养殖舱、加工车间、物资仓库、动力系统、航行与管控系统、系泊系统、人员居住等功能构成，自持力在 90 天以上。养殖工船突破了传统养殖模式的地理限制，可在适温的水域边生产、边航行，能够主动躲避台风、赤潮等危害性海况影响，大幅提高鱼类生长效率和系统安全性。中国现有的养殖工船主要分为封闭型大型养殖工船和通海型养殖工船两类。养殖工船能够将海洋工程设施装备与工业化养殖、海洋空间资源开发相结合，具有安全、高效、环保的特点，是中国海水鱼类养殖走向深远海的重要发展方向（黄文超和赵新颖，2024）。但是在实际应用中仍面临一些突出问题：一是建设与运营成本极高，单艘养殖工船造价通常达数亿元，燃料与电力等能耗成本占运营总成本超 40%；二是技术复杂度高，封闭环境易加速病害传播，引发生物安全风险，维修成本高昂且周期长；三是产业化推广面临较多阻碍，苗种批次质量波动，生长差异大、携带病害、性腺提前发育等问题突出，出品率不高；四是政策与产业协同存在瓶颈，主要表现为工船移动特性导致跨省份海域管辖权不明确、针对养殖工船的专项保险缺乏等。

养殖工船正加速向深远海空间资源开发与集约化养殖、智能化养殖系统集成应用、环境友好型生产体系构建，以及全产业链协同创新模式等方向迭代升级，未来养殖工船制造企业应围绕船舶设计与建造、渔业养殖信息化建设和关键核心技术攻关，推动标准化设计，打造模块化的养殖工船，扩大生产规模降低生产成本。在市场层面，通过打造高端品牌矩阵、开发贝藻复合养殖碳汇交易、扩大文旅融合等途径，向上下游产业补链延链强链，增加产品附加值。在政策层面，建立国企民企供应链利益共享机制，激发市场主体投资活力，同时，积极参与养殖工船国际标准制定，争取极地、公海养殖规则话语权。

表1 三类深远海养殖装备特征对比

对比维度	重力式网箱	桁架类网箱	养殖工船
结构设计	“柔性浮筒+锚链”， 依赖重力平衡	刚性桁架支撑，几何稳定性高	“船体/平台+循环水系统”，自持力强
适用海域	水深 15 至 30 米	水深 30 至 100 米，更适合水温相对稳定的南方海域	可移动至适宜水域
抗风浪能力	弱（易受台风破坏）	强（可抵御 12 级以上风浪）	极强（可主动避灾）
技术复杂度	低（传统模式）	中（需自动化配套）	高（集成环境调控、能源系统）
初始成本	低（约 50 万至 100 万元/单元）	高（500 万至 2000 万元/单元）	极高（数亿元级）
典型代表	圆形、方形、浮绳式网箱	“深蓝 1 号”“德海 1 号”“振渔 1 号”“长鲸 1 号”“闽投 1 号”	“国信 1 号”“民德”号

资料来源：作者根据相关资料整理。

综上所述，深远海养殖装备产业处于产业生命周期的培育阶段，产品研发和制造需要融合海洋工程、材料科学、自动化控制等多学科知识，具有显著的高技术含量和高资本投入特征，会面临技术突破、市场培育、政策监管和组织调整等多重挑战。未来深远海养殖装备的发展需要以智能化技术突破为核心，以提高产品附加值和降低生产成本为导向，以完善的政策体系为支撑，提高重力式网箱的结构稳定性与规模化水平，加强桁架类网箱的结构创新与功能集成，推动养殖工船的产业链整合与移动养殖模式升级，形成梯度互补的深远海养殖装备发展格局，推动我国海洋渔业从近海养殖向“蓝色粮仓”转型。

三、深远海养殖装备产业升级的驱动模式

深远海养殖装备产业发展是一个涉及多维度经济要素的系统性过程，从供给、需求、外部环境因素来看，深远海养殖装备产业升级是“技术可能性－市场可行性－政策合理性”的动态平衡过程。其中，技术创新能够催生新动能，推动产业降本增效；高效的市场协作模式能够优化资源配置，推动产业规模化扩张；合理的政策体系能够弥补市场失灵，引导产业规范发展。目前，国内外深远海养殖装备产业升级主要有技术驱动、市场驱动、政策驱动三种模式。

（一）技术驱动模式

技术创新是引领深远海养殖装备产业发展的核心动力，是增强产业链韧性、释放发展潜力的关键支撑。深远海区域风浪大、水深压力高、盐雾腐蚀性强，对养殖设备的稳定性提出更高要求，新材料研发和结构设计创新能够提升装备的抗风浪性和耐久性，增强装备的可靠性和可维护性，降低建造和运维成本。此外，物联网、传感器网络和无人艇等数字技术应用有利于改变现有生产方式，实现环境监测、自动投喂、病害预警等功能，优化投喂策略、预测生物生长周期，提高养殖密度和成活率，提升生产效率，扩大生产可能性边界。挪威、美国、加拿大等发达国家高度重视深水网箱的材料优化与智能化投喂技术创新。其中，挪威的深水网箱养殖场普遍配置了养殖管理软件，呈现高度自动化、智能化特点，例如，创新采用“iFarm”养殖模式，通过鱼脸识别技术，为每条三文鱼定制“身份证”和“病历本”，使水产养殖管理实现从群体化向个体化、精准化方向转型升级。目前，挪威开发的装备技术涵盖整个深水网箱养殖领域，已在全世界相应海域国家申请专利，基本垄断了深远海网箱的设计技术及运营市场，特别是“Ocean Farm 1”“Hex Box”养殖网箱和“Havfarm”养殖网箱等网箱研发推动了全球深远海养殖产业的技术革新进程（任泽众等，2024）。

（二）市场驱动模式

市场驱动是通过改变市场的商业模式、市场定位和营销策略等方式来创造新的市场机会，侧重通过创造性的市场策略获得竞争优势。一方面，深远海养殖装备投资大、运营成本高、投资回收周期长，个体养殖户缺乏足够的资金和抗风险能力，难以实现大规模生产，通过组建产业集团等方式创新运营模式，整合种苗培育、装备制造、加工流通等环节股权，形成全链条利益共同体，不仅能够降低单一环节投资风险，提高资本运行效率，还可以延伸产业链条，提高产品附加

值。例如，山东聚焦网箱苗种选育、养殖、制造及销售等全产业链，整合 50 家企业资源成立网箱协会，打造海洋牧场命运共同体，推动深远海企业抱团发展，使渔民收入大幅提高。另一方面，目前我国深远海养殖平台的建设主体主要是国有企业，科研转化机制不灵活、决策链条冗长等问题突出。国有企业具有资本、技术和政策性优势，民营企业在市场经营和运行机制上更具活力，探索多元化合作方式，促进民营企业深度融入深远海养殖装备产业链供应链，有利于强化资源整合与技术协同，推动深远海养殖装备产业从分散竞争向协同共生转型。目前，各地国企与民企围绕技术互补、资本联合、产业链协同等领域进行了多元化合作探索，形成了一批可复制推广的实践经验。例如，为解决深海养殖装备项目投资大、融资难等问题，“闽投 1 号”首创统一融资、统一建造、统筹租赁新模式，为推广深远海装备养殖平台提供了重要样板。

（三）政策驱动模式

作为新兴产业，深远海养殖装备产业具有技术迭代快、市场不确定性大等特点，政府政策能够发挥市场引导、风险分担、资源整合等作用，打造“战略引导—规则约束—服务支撑—生态约束”的闭环体系，帮助企业突破发展瓶颈，实现可持续增长。深远海养殖装备技术创新具有显著的正外部性，是周期长、投入高、风险高的知识密集型活动，在金融制度、产权制度、技术标准不完善的条件下，企业很难有动力和能力进行技术创新。政府通过施行有针对性的研发补贴、税收优惠、制定行业技术标准等措施，可有效弥补市场机制在资源配置中的不足，激励企业创新积极性。比如，挪威通过发布《海洋渔场——场址勘察、风险分析、设计、选型、生产、安装和运营》《海洋渔场装置安装规范》《锚泊定位》等深远海养殖技术标准，打造完整养殖产业链，实现了深远海养殖各环节自动化与全产业链融合发展。此外，政府对深远海养殖的公共管理和配套服务仍不健全，随着养殖范围向外海延伸、进入专属经济区海域，海域使用确权无法可依、无法办理海域使用证等问题将严重制约深远海养殖装备产业高质量发展（李大海，2023）。政府出台政策明确深远海海域使用权边界，能够从制度层面压缩资源争夺的博弈空间，降低产权模糊导致的交易成本，推动深远海资源利用从“公地悲剧”转向精细化治理。

四、广东深远海养殖装备产业发展基础与现实梗阻

作为在全国最先开展海水网箱养殖、最早实现深水网箱国产化研制及推广应用的省份，广东在探索深远海养殖装备制造方面积累了丰富的实践经验，但也存在技术创新与数智化水平薄弱、投资收益率及市场响应度低迷等问题，深远海养殖装备产业发展在全国具有典型性、代表性。因此，本文以广东为案例，深入探讨其深远海养殖装备产业的发展现状及突破路径。

（一）广东深远海养殖装备产业的发展基础

1. 创新资源集聚，制造实力雄厚

广东聚集了中国科学院广州能源研究所、中国船舶集团有限公司第六〇五研究院、中国水产科学研究院南海水产研究所、南方海洋科学与工程广东省实验室（珠海、湛江）、广船国际、中集海洋科技集团、中国联塑集团、蓝水集团、广东南风王科技有限公司等一大批实力较强的深远

海养殖装备设计研发和制造企业。同时，广东拥有雄厚的高端船舶和海洋工程装备产业基础，海洋科技和涉海基础设施为深远海养殖装备产业发展提供了“硬实力”支撑。截至2024年11月底，广东累计建成重力式网箱5586个，桁架类网箱11个，产业发展从跟跑阶段渐次进入全国领跑。

2. 科技成果丰硕，产业竞争力强劲

2000年广东在全国率先开展深远海网箱的自主研发，并于2002年成功研制出了我国第一个具有自主知识产权的HDPE深海养殖网箱，开启了我国深远海养殖装备的国产化进程。科研机构、企业跨界融合探索不断涌现，全国首台具备升降功能的自升式智能化桁架类网箱“联塑L001”、全球首例悬浮定深高抗台风养殖平台“海塔一号”、全球首台海上风电导管架与网箱结合的风渔融合养殖平台“明渔1号”、国内首创的带自航和动力定位的开放式养殖网箱“九洲1号”“湛江湾1号”相继研发，彰显出强大的市场竞争力。

3. 应用场景丰富，市场前景广阔

广东是最早开展现代化海洋牧场建设的省份之一，截至2024年8月，广东海洋牧场建设在粤东粤西海域全面铺开，已建成国家级海洋牧场示范区16个，为深远海养殖装备提供了广阔的应用空间。除支持省内海洋牧场建设外，广东深远海养殖装备还辐射带动国内外供应，目前，国内和东南亚国家深远海养殖装备60%由广东设计制造，智能型桁架类网箱广泛应用于福建、海南、香港等地。

（二）广东省深远海养殖装备产业面临的发展瓶颈

1. 集群式技术创新与数智化水平薄弱，仍处于经验主导阶段

在主体装备层面，尽管广东在养殖装备的结构材料、设施设备研发等方面取得一定新突破，但技术先进性、稳定性、成熟度与国外先进国家相比仍存在明显差距，适宜广东海域特点的众多养殖装备技术应用还处于初步探索期。在配套设备层面，离心吸鱼泵、高精度投料机、水下机器人、网衣破损巡检机、废料回收器、多功能养殖船等养殖配套装备仍显匮乏，一批关键共性技术仍面临瓶颈，且与主体装备的技术体系衔接融合仍存在壁垒。除硬件短板外，大数据、物联网、人工智能等数字技术赋能作用不深，智慧养殖管理、智能投喂、鱼脸识别、自动化控制等关键系统的集成与协同尚待加强，距离实现智能感知、智能作业和智能管控的目标仍有较大差距。

2. 养殖装备投资收益率及市场响应度低迷，仍处于迟疑观望阶段

从成本角度来看，深远海养殖装备的设施造价、安装及运维成本高昂，导致投资回收周期漫长。而南海海域峡湾稀少、开放性海域多且台风频发等自然条件，对深远海养殖装备的抗风险性提出更高要求，导致维护成本显著增加。从收益角度来看，目前深远海养殖装备的适渔性欠佳，养殖产品往往增产不增收，陷入“鱼贱伤农”的窘境。同时，深海养殖装备与养殖生产工艺融合度不足，风光渔融合、渔旅融合等新模式的盈利链条和机制不清晰，产能管理与运营效益未能充分体现。由于收益和成本的不匹配，养殖装备领域市场主体积极性未能有效激发，市场呈现出“二元结构”怪象：国企和大型民企参与较多，但普通养殖用户对市场化推广望而却步；养殖类企业因缺乏技术设备的积累支撑而踌躇不前，建筑类、装备制造类企业在建造安装方面有较大意愿，但在经营环节却缺乏经验。

3. 法规标准规范体系建设滞后，仍处于无序竞争阶段

深远海养殖装备作为一项涵盖设计、制造、安装与运营的大型系统工程，涉及众多检验认定和标准规范，但目前未能对该领域进行科学有效的规范管理与安全监管。一方面，针对产品规格质量、装备组装要求、养殖运营全链条标准、从业人员管理培训、安全生产及应急预案等，还未形成适应广东省情的体系化、模块化标准和政策法规支撑体系，无法保障深远海养殖战略的高质量推进实施。另一方面，海洋牧场平台的权属确认与颁证工作缺乏明确依据，依旧沿用传统的船舶管理模式，且需通过海事部门及中国船级社（CCS）的入级检验，确权登记及上牌流程繁复冗长，交易成本高昂，深远海养殖装备因此难以获得“合法身份”，进而无法纳入资产记账、购买保险或进行抵押融资贷款，严重制约了行业的规模化发展。

五、广东深远海养殖装备产业升级的突破路径

广东应聚焦智能化、融合化、规范化，加强核心技术攻关、培育新业态新模式、完善政策支撑体系，健全科研开发、总装建造、设备供应、技术服务的现代化海洋牧场深远海养殖装备全产业链，打造深远海养殖装备产业高质量发展的“广东样板”。

（一）加强核心技术攻关，推动深远海养殖装备智能化发展

落实有组织科研模式，推动深远海养殖装备核心技术攻关取得突破性进展，提升全链条养殖装备信息化智能化现代化水平。一是推进现代化海洋牧场创新试验区建设。出台现代化海洋牧场创新试验区建设实施方案，鼓励在创新试验区开展新型重力式网箱和桁架类网箱安全性试验、水下机器人及无人船等装备应用试验，建成和推广一批适宜广东海域特点的新型设施装备。二是形成具有完全知识产权的现代化海洋牧场设施装备体系。充分发挥科研院所、企业、实验室等研发机构力量，重点开展 HDPE 沉降型、碟形沉降型等新型重力式网箱，半潜式、全潜式等桁架类网箱，以及养殖工船等深远海大型养殖装备研发设计，瞄准养殖辅助船、船用投饵系统、网衣清洗装备、鱼脸识别系统等辅助设备关键核心技术开展联合攻关。三是建设智慧型现代化海洋牧场。依托物联网、大数据等数字技术，建立智能化监测综合信息平台，探索建设全域海洋生态数字孪生系统，全流程推进数据描绘、数据研究、数据管理、数据决策、数据创新，实现养殖网箱、作业管理平台及船用设备等设施装备的远程监测和科学管理。四是提升复杂海况下深远海养殖装备的适渔性。部署智能监测与预警系统、智能导航与定位系统，实时分析环境数据并自动响应，通过智能维护与故障诊断，实现预测性维护和远程故障处理，提高养殖作业的安全、高效和可持续性。

（二）培育新业态新模式，推动深远海养殖装备跨界化发展

整合深远海养殖装备全产业链资源，强化全链条全环节融合发展，促进陆海资源配置与要素流通，拓展产业发展空间。一是打造风渔融合、渔旅融合装备模式。推广揭阳“海上风电+深水网箱”、阳江风渔一体化智能装备“明渔一号”、珠海海上渔旅融合装备“九洲浮岛”的示范项目经验，发展具有广东特色的“海洋牧场+海上风电+休闲观光”等多功能融合平台发展项目，

培育集科研试验、产业发展、资源养护、生态旅游于一体的现代化海洋牧场装备综合体。二是积极打造现代化海洋牧场“标准海”示范产业园。借鉴陆上产业园区开发经验,打通深远海养殖在育苗、养殖、加工、冷链物流、市场营销等方面的难点堵点,建设高效、集约的规模化养殖用海空间。三是探索“陆海接力、岸海联动”陆海融合集群式发展新模式。强化陆基产业园区与深远海产业园区有机衔接,加快配套产业链建设,形成陆基工厂化育苗、近岸驯化标苗、近海重力式网箱、远海养殖工船的立体式开发格局。四是鼓励建造并推广“1+N”深远海养殖装备发展模式。以提高深远海养殖装备的规模经济效益为出发点,以养殖对象的市场价值、海域条件、消费习惯等为前提,重点推进“养殖中心平台+重力式网箱”组成的“1+N”发展模式,探索“大渔带小渔”“公司+渔户”等投资经营模式,实现低成本、高智能、低风险、高效率的养殖目标。

(三) 完善政策支撑体系,推动深远海养殖装备规范化发展

构建多层次政策支撑体系,系统性解决深远海养殖装备发展的技术、管理、资金等瓶颈,推动产业向规范化、现代化方向升级。一是积极推动实施海域立体分层设权。在用海用地方面率先突破,明确海域与资源权属分配,大力推进“标准海”供应,实现企业“拿海即开工”,打造全域开发型海洋牧场。二是强化深远海养殖装备的检验登记和确权。完善海域立体分层产权登记的规范体系和标准流程,加强对深远海养殖装备进行所有权不动产登记,建立深远海养殖装备动态台账,及时更新装备的基本信息和经营状况。三是完善深远海养殖装备技术标准体系。加强对国际先进标准的跟踪对标分析,推进海洋工程、船舶制造、养殖技术、智能物联网等多学科多领域交叉融合,建立海上平台和养殖工船建设及检验的技术标准体系。加强养殖平台、自动投饵机、网衣清洗机、起捕与运输系统、环境监测系统等重点领域开展标准研制工作,建立与深远海养殖应用场景相匹配的装备标准体系。四是创新多渠道现代化海洋牧场深远海养殖装备投融资模式。对深远海养殖装备按照实际造价给予一定比例补助,给予混合用海、海域使用金减免和按年分期缴纳等优惠政策,推动养殖设施装备纳入享受政府财政补贴的渔业保险范畴。推动养殖产权抵押贷款融资,发展深远海养殖装备租赁融资、海域使用权抵押增信等多种投融资方式,撬动社会资本流动。

参考文献

- 鲍旭腾、谌志新、崔铭超、黄温赟,2022:《中国深远海养殖装备发展探议及思考》,《渔业现代化》第5期。
- 陈建涛、夏治华、赵振营、马朋、李伟亚、纪翔,2024:《山东深远海养殖产业发展存在问题与对策浅析》,《中国水产》第2期。
- 段仲兵、梁永康,2024:《深远海养殖装备建造难点和发展趋势》,《广东造船》第6期。
- 付雨芳、孙媛媛、陈芳、陈佳玲、顾波军,2024:《深远海养殖多主体协同创新价值链构建机制研究》,《海洋开发与管理》第5期。
- 胡方珍、盛伟群、王体涛,2021:《深远海养殖装备技术现状及标准化工作建议》,《船舶标准化工程师》第5期。
- 胡金鹏、张旋,2021:《极端海况下重力式网箱系泊系统数值模拟》,《大连理工大学学报》第6期。

- 黄文超、赵新颖, 2024 :《养殖工船建设运营经济效益分析》,《中国渔业经济》第 1 期。
- 纪毓昭、王志勇, 2020 :《我国深远海养殖装备发展现状及趋势分析》,《船舶工程》增刊第 2 期。
- 李大海、孙文慧、于会娟、张瑛、韩立民, 2023 :《我国深远海养殖业的现状特点和发展建议》,《中国渔业经济》第 5 期。
- 李大海、于会娟、张瑛、韩立民, 2023 :《集聚开发推动广东深远海养殖高质量发展》,《科技与金融》第 9 期。
- 李明敏, 2023 :《深远海现代化养殖装备的发展与挑战》,《科技与金融》第 9 期。
- 林洁梅, 2024 :《福建省装备型深远海养殖发展现状及建议》,《渔业现代化》第 1 期。
- 刘晔、徐琰斐、缪苗, 2019 :《基于 SWOT 模型的我国深远海养殖业发展》,《海洋开发与管理》第 4 期。
- 任泽众、何静、宗传宏, 2024 :《我国深远海养殖产业发展现状、弱质性分析及高质量发展路径》,《海洋开发与管理》第 5 期。
- 邵龙馥, 2024 :《关于大连市发展深远海养殖装备产业的对策建议》,《辽宁经济》第 1 期。
- 万骁乐、李茜茜、杜元伟, 2022 :《“技术 - 融资” 二元驱动下海洋牧场多主体价值共创机制研究》,《中国软科学》第 4 期。
- 王晓伟、陈曦飞、李苗苗、康建平, 2023 :《构建福建深远海养殖产业服务体系的探讨》,《渔业研究》第 6 期。
- 吴姗姗、郑建丽、曹建军, 2024 :《国内外深远海养殖设施标准对比分析及建议》,《渔业现代化》第 1 期。
- 徐皓、崔铭超、刘晔, 2024 :《中国深远海养殖的技术经济分析》,《船舶工程》第 5 期。
- 徐皓、刘晔、黄文超, 2023 :《深远海设施养殖装备技术进展与展望》,《上海海洋大学学报》第 5 期。
- 薛尊、石建高、张文阳, 2024 :《中国重力式深水网箱研究进展和展望》,《渔业研究》第 4 期。
- 殷伟、韩立民、徐敬俊、郭安慧, 2023 :《我国深远海养殖全产业链培育的关键问题探讨——以黄海冷水团三文鱼养殖为例》,《中国渔业经济》第 4 期。
- 于谨凯、彭雨涛, 2024 :《我国深远海养殖高质量发展的运行机制及案例诠释研究》,《中国海洋大学学报 (社会科学版)》第 4 期。

Research on the Driven Model and Guangdong Path for Upgrading Deep-Sea Aquaculture Equipment Industry

WANG Xiuting YANG Juan

Abstract : Promoting the high-quality development of the deep-sea aquaculture equipment industry represents a strategic initiative in implementing the Great Food Concept and advancing the construction of a maritime power. This article begins by summarizing the driving models behind the industrial upgrading of deep-sea aquaculture equipment both domestically and internationally. And then drawing on Guangdong's practical experiences, it explores and analyzes breakthrough pathways to propel the leapfrog development of the deep-sea aquaculture equipment industry. The study reveals that industrial upgrading in this sector

is a dynamic balancing process involving “technological feasibility–market viability–policy rationality” . Technology–driven, market–driven and policy–driven are the main modes of industrial upgrading. The development of the deep–sea aquaculture equipment industry in Guangdong is confronted with difficulties such as weak cluster–based technological innovation and digitalization level, low investment return rate and market response of aquaculture equipment, and lagging construction of the regulatory standard system. It should focus on intelligentization, integration, and standardization, enhance breakthroughs in core technologies, foster new business models and formats, and refine the policy support system. These measures aim to establish Guangdong as a model for high–quality development in deep–sea aquaculture equipment industry, thereby providing substantial support for enhancing the comprehensive competitiveness and sustainable development capacity of “blue granary” initiative.

Keywords : Deep–Sea Aquaculture Equipment; Industrial Upgrading Model; Guangdong’ Path

【责任编辑：王韵清】