

海水养殖创新生态系统的演化机理*

——基于核心企业视角的单案例研究

张莹¹ 韩立民^{1,2} 徐杰¹

摘要：本文基于对山东省莱州明波水产有限公司技术创新发展历程的调查，采用单案例研究方法探索了海水养殖创新生态系统的演化动力与内在机理。研究发现：第一，核心企业在海水养殖创新生态系统的演化过程中发挥着至关重要的作用；第二，海水养殖创新生态系统的演化经历了学研主导型“点对点”合作创新、市场驱动型多领域合作创新与企业主导型平台化合作创新三个阶段，核心企业在系统中的主导能力不断增强，要素整合效率不断提升，创新领域由单一品种创新逐渐发展为全链条、跨产业的多元化创新；第三，在利益驱动力、政策引导力、市场拉动力和技术支持力的共同作用下，产业链与创新链的协同演化推动了海水养殖创新生态系统的持续性演化和升级。基于此，本文认为，海水养殖创新生态系统演化的本质是核心企业推动下的创新主体与要素协同进化的过程，依托龙头企业构建海水养殖创新生态系统是促进中国海水养殖业创新发展的现实途径。

关键词：核心企业 海水养殖 创新生态系统 演化 案例研究

中图分类号：S9-9 C936 **文献标识码：**A

一、引言

海洋是人类获取高端食物和优质蛋白的“蓝色粮仓”，海水养殖业在改善居民膳食结构、保障粮食安全等方面发挥着重要作用（韩立民，2018）。科技创新是海水养殖业提质增效的第一驱动力和可持续发展的重要保障（Joffre et al., 2017）。中国是海水养殖大国，海水养殖面积和产量均位居世界首位，海水养殖科技发展迅速，多项技术达到世界先进水平。但与种植业和畜牧业相比，水产育种基础研究薄弱，标准化育种的种业模式尚未形成，苗种生产方式和设施设备落后，研究力量分散，良种对产业增长的贡献率低，亟待更有力的科技支撑（贾敬敦等，2014）。

长期以来，高校和科研院所是中国海水养殖技术创新的主导力量，在海水养殖业基础理论探索、

*本文研究得到国家社会科学基金一般项目“粮食安全视阈下我国‘蓝色基本农田’制度构建研究”（编号：19BJY155）的资助。笔者衷心感谢审稿人提出的建设性修改意见，同时也感谢莱州明波水产有限公司给予的支持和帮助，当然，文责自负。本文通讯作者：韩立民。

应用技术研究、技术开发与应用以及人才培养等方面发挥着关键作用（刘晓等，2015），企业则主要承担着海水养殖产品的市场化任务。然而，以高校和科研院所为主导的基础研究和以企业为中心的产品市场化之间存在障碍，致使海水养殖科技成果与生产实际脱节，转化效率低下（张强建等，2018）。近年来，随着部分海水养殖龙头企业的崛起，养殖企业作为海水养殖生产的投入主体、利益主体和风险承担主体，在海水养殖技术创新中发挥着愈发重要的作用（杨宁生，2006），成为海水养殖技术创新知识应用和产业化开发的重要行为主体。海水养殖龙头企业以自身技术创新需求为导向，通过联合政府、高校、科研院所、企业同行以及中介机构等，整合利用外部异质性创新资源，最终形成了以自身为中心的开放式创新生态系统，并将研发成果直接应用到生产经营当中，产生经济效益。2017年，农业部印发的《“十三五”渔业科技发展规划》提道，要建设现代渔业强国，必须贯彻科技创新驱动战略，要鼓励和引导企业增加研发投入，创建科技创新型企业^①。党的十九大报告明确指出，要建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系^②。提升企业在海水养殖科技创新中的主体地位，推进形成以企业为核心、产学研深度融合的海水养殖创新生态系统，是中国渔业领域深化科技体制改革的必然选择，也是中国海水养殖业创新发展的重要依托。

创新生态系统是一种从仿生学的视角研究和解释企业创新理论（王钦、赵剑波，2013）。学界关于创新生态系统的讨论由来已久，但对海水养殖这一特殊情境下创新生态系统的研究鲜有涉及。近年来，随着创新生态系统理论研究在农业和林业领域的拓展（例如 Rametsteiner and Weiss, 2006; Klerkx et al., 2010），水产养殖业的创新生态系统开始受到关注（例如 Joffre et al., 2017）。但现有对海水养殖技术创新问题的研究多从宏观或中观角度入手，从理论层面探讨海水养殖技术创新所面临的问题以及对策，而缺乏对海水养殖技术创新微观过程的关注。水产养殖业技术创新具有复杂性特征（Bush and Marschke, 2014），涉及异质性创新主体（例如科研机构、渔户、企业、监管机构、标准制定者等）之间的合作互动，并受到政治和经济环境的重要影响（Karen et al., 2015; Jespersen et al., 2014），从最初的创新概念形成到新技术的开发再到新产品的产业化要经历漫长的过程。在此过程中，不同创新主体之间的联结互动以及内外部生产要素的相互作用共同推动海水养殖创新生态系统的发展和演化。

在海水养殖创新生态系统构建的过程中，通常存在一个或多个发挥领导作用的核心企业。核心企业一般具有较强的创新能力，能够有效协调海水养殖创新生态系统的多元化创新主体，并聚合异质性创新资源，共同服务于海水养殖技术创新活动，对整个系统的运行具有关键性作用（蒋石梅等，2015）。本文基于核心企业视角，跟踪典型海水养殖龙头企业的技术创新历程，梳理海水养殖创新生态系统的演化路径。在此基础上，本文聚焦于核心企业协同异质性创新主体，统筹内外部创新要素并构建海水养殖创新生态系统的动态过程，尝试解构海水养殖创新生态系统的演化动力与核心机理。

^①资料来源：《农业部关于印发<“十三五”渔业科技发展规划>的通知》，http://www.moa.gov.cn/gk/ghjh_1/201701/t20170123_5462599.htm?djmhlfknglnglno。

^②资料来源：《习近平：决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》，http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm。

二、理论回顾与分析框架

（一）海水养殖业创新的分类与特征

海水养殖是指依托一定的技术手段和装备设施，以海洋生物的自然生长规律为基础，在自然或半自然的海水水域，采取人工饵料投喂或利用海洋天然饵料等措施促进海洋生物的生长和繁殖，从而产出海洋水产品的产业（秦宏等，2018）。按照创新的对象，可以将海水养殖创新分为技术创新（例如养殖品种、模式、饲料、疫苗）和非技术创新（例如管理制度、组织结构、市场标准等）（Klinger and Naylor, 2012; Lebel et al., 2010）。按照创新的内容，海水养殖业创新贯穿于育种、养殖、疾病控制、人工增殖、饲料加工、养殖管理以及水产品加工等海水养殖供应链的各个环节（Frank, 2019; Kumar and Engle, 2016）。

海水养殖业是广义农业的重要组成部分，二者都是经济再生产过程与自然再生产过程的统一体（潘开宇，2011；朱道华，2001）。但是，海水养殖业在生产环境、技术条件、产品特征等方面存在着特殊性，致使海水养殖业的创新活动既有农业创新的一般属性，又具有鲜明的行业特点。与一般性的农业创新类似，海水养殖创新过程不仅受到生产对象本身的生物规律影响，也与所处的环境状态密切相关（Karen et al., 2015），具有创新风险高、创新周期长、创新过程复杂、创新收入不稳定等特征。相对于以种植业为代表的一般性农业创新，海水养殖创新过程的特殊性集中体现在三个方面。一是创新风险性更高。海水养殖生产环境复杂，受气候和海况条件的影响巨大，环境控制难度大，面临着很高的自然风险。同时，受养殖生物自身规律的影响，海水养殖技术创新的周期比较长，从创新机会会发掘到创新产品产出的过程涉及消费市场的诸多不确定性，因此面临着很大的市场风险。二是知识基础多元化。海水养殖创新涉及生物、信息、装备、生态、经济、社会等异质性知识来源，具有对多元创新知识来源的强依赖性。三是创新成果保护困难。由于养殖生物的自我繁殖属性和生产空间的开放性，海水养殖创新成果容易被窃取和模仿，致使海水养殖创新活动极容易出现外部性问题。

近年来，已有众多学者开始关注海水养殖创新的相关问题，涉及海水养殖创新的技术、生物、物理、政治和制度等多个层面，但现有对海水养殖创新的研究视角仍比较分散（Joffre et al., 2017）。也有部分学者从技术创新联盟的视角研究了海水养殖业产学研合作创新相关问题（刘晓等，2015；杨亮，2014），但现有研究主要关注海水养殖技术创新联盟运行的现状与问题，对创新的动态过程与内在机理仍缺乏深入剖析。

（二）海水养殖创新生态系统的内涵与特征

对海水养殖企业而言，海水养殖创新的高风险性和外部性问题导致海水养殖技术创新收益不确定；海水养殖创新知识需求的多元性也使得单一企业受限于自身资源要素短板，导致创新难度大，创新动力不足。高校和科研院所虽然占据较多的知识资源，在基础研究方面具有突出优势，但由于科研成果评级激励体系不完善，科研成果转化困难。因此，鼓励海水养殖企业通过建立各类研究开发机构和合作创新平台，增强海水养殖企业的技术集成和产业化能力，吸引多元化主体与创新资源为海水养殖创新服务（杨宁生，2006），建立以企业为核心的海水养殖创新生态系统，有利于实现海水养殖创新资

源的优化整合，提升海水养殖技术创新效率，促进海水养殖业创新发展。

1977年，Hannan and Freeman (1977) 在其所著的《组织生态学》中首次将生态视角引入组织研究中，强调将企业种群与其所处的外部市场环境相结合进行整体性研究。2004年，“创新生态系统（innovation ecosystem）”的概念首次出现在美国总统科技顾问委员会的一份报告中，该报告提出，为保持国家的技术创新领导地位需要建立“创新生态系统”^①。Iansiti and Levien (2004) 运用生态位的概念对创新生态系统进行了解释，提出创新生态系统是由占据不同生态位的企业构成。学者们对创新生态系统的概念进行了大量的讨论，但尚未形成统一的结论。创新生态系统与自然生态系统类似，但不仅仅是物种间的竞争与合作的关系 (Moore, 1996)，还是技术与经济发展所必需的各种机构、人员与其所处的自然、社会和经济环境相互作用的动态系统。创新生态系统将创新研究范式由原有关注资源配置和要素结构的静态性结构分析转变为强调创新主体、创新要素之间相互作用机制的动态分析。创新生态系统的本质是拥有异质性资源的利益相关主体为实现共同的价值目标而进行创新要素整合和知识流动的复杂交互过程 (陈劲, 2017)。

结合海水养殖业的产业特性，本文将海水养殖创新生态系统界定为：在特定的时间和空间范围内，政府、企业、高校、科研院所、金融机构以及相关中介机构等多元主体为实现各自利益诉求和特定的创新目标，在海水养殖技术创新从创意产生、技术研发到市场化的全过程中与其他创新主体进行多种合作，通过多种联结形式实现异质性创新要素聚合，共同服务于海水养殖技术创新活动的各种集合。海水养殖创新生态系统主要有以下三个方面的特征。一是系统开放性。一般性的创新生态系统普遍强调企业内部性创新资源的关键性作用 (Kim et al., 2010; Zahra and Nambisan, 2012)，而海水养殖技术创新过程复杂，涉及知识范畴广，单一企业难以承担海水养殖技术创新的全部任务，主要依靠跨越组织边界的要素资源来支撑自身技术创新的需求，因此具有显著的开放性特征。二是主体异质性。海水养殖创新生态系统是企业组织边界延伸的结果，通过与异质性创新主体的联结，实现创新资源的交叉互补，消除海水养殖知识资源与市场化之间的壁垒，其本质在于占据不同资源的异质性创新主体之间的联结与互动。三是共生演化性。海水养殖创新不仅仅是主体间的竞争与合作关系，海水养殖创新也是一个过程，创新主体与创新要素在不断发展变化的过程中与外界环境协同互动，共同推动创新生态系统的变化与演化，本质上具有“共生演化”的属性。

（三）海水养殖创新生态系统的动态演化

一般来讲，创新生态系统包含创新主体、创新要素和创新环境等 (Gomes et al., 2016)。海水养殖创新生态系统演化的过程是在创新环境的推动下，海水养殖创新主体协同和创新要素流动的过程。首先，创新主体协同是构建海水养殖创新生态系统的前提。自然生态系统中占据优势地位的物种会对周边环境产生影响，吸引其他生物个体在周围集聚，从而形成具有一定竞合关系的自然生态群落 (陈衍泰等, 2018)。与自然生态系统类似，海水养殖创新生态系统中由占据创新优势地位的主体为核心，吸引和集聚其他创新主体和创新要素，从而形成创新生态系统的基础群落。在海水养殖创新生态系统

^①资料来源：National Innovation Initiative Summit and Report, <https://www.compete.org/reports/all/202>。

中，创新主体主要包括海水养殖核心创新主体（企业、高校、科研院所）、辅助创新主体（政府、金融机构、科研中介机构）以及成果应用反馈主体（市场、用户）等。其次，创新要素流动是海水养殖创新生态系统形成和发展的基础。单一主体在开展海水养殖创新活动时，因自身要素资源限制而面临的创新瓶颈是单一主体与其他主体开展合作的内在动力。单一主体通过吸纳其他主体的创新要素，实现创新要素的跨组织边界流动，以提升海水养殖技术创新效率。海水养殖创新生态系统的创新要素主要包括知识、资金、技术、专家、产品、政策等，不同要素基于主体间建立的信任关系、正式和非正式的沟通、宏观政策引导以及地理接近性等原因实现聚合。创新主体间所建立的信任关系是实现资源聚合和流动的核心和基础，沟通是影响要素流动效率的关键，地理接近性为创新要素的集聚提供了便利，宏观政策引导是推动要素资源集聚的支撑（崔锐，2021）。最后，创新环境支撑是海水养殖创新生态系统演化的重要条件。创新环境是与系统内部创新活动相联系的各种条件的总和，为海水养殖创新生态系统演化提供了外部条件。不同创新环境条件的相互作用及其与创新主体、创新要素间的复杂互动共同推动了海水养殖创新活动的进行。其中，创新环境主要包括政策环境、市场环境、文化环境、技术环境、行业环境、创新服务环境等。

海水养殖创新生态系统演化动力主要分为内部驱动力和外部驱动力两个方面。内部驱动力主要来源于企业、高校、科研院所等创新主体的利益导向，主要包括创新主体为实现海水养殖创新目标而产生的资源互补需求、风险分散需求、成本分担需求以及创新利益驱动。外部驱动力主要来源于创新主体以外的环境和要素等的引导和推动，主要包括市场拉动、政策引导、行业技术水平推动等。海水养殖创新生态系统的构建过程是在内外驱动力的共同作用下，异质性创新主体基于各自的价值主张，通过一定的利益联结方式形成战略协同，共同整合和利用互补性创新要素，以支撑海水养殖技术创新行动，实现创新目标。在此基础上，创新结果不断反馈至外部环境，带动外部环境发生变化，并催生新的创新动因。海水养殖创新生态系统逐渐产生新的创新目标并进一步扩充创新主体，聚合新的创新要素，从而获得新的创新成果产出，形成循环往复、不断迭代演化的动态过程。通过多元主体协同与要素流动，最终实现创新成果的不断输出和海水养殖创新生态系统的优化升级。

基于此，本文按照“动因—行为—结果”这一普适性研究逻辑，基于核心企业视角识别不同阶段海水养殖创新的动因、采取的行动以及产生的结果，研究海水养殖创新生态系统的演化过程，从中探索其内在机理。海水养殖创新生态系统演化的分析框架如图1所示。

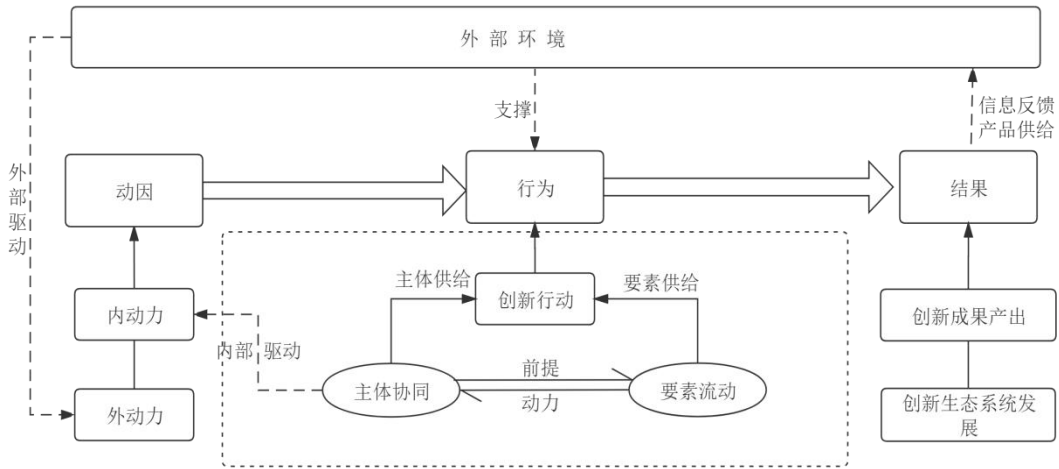


图1 海水养殖创新生态系统演化的分析框架

三、研究方法与数据采集过程

(一) 研究方法与案例选择

本文采用单案例研究方法，通过对海水养殖创新生态系统典型案例演化过程的分析，从原始资料中提炼相关概念并分析其中的关系，剖析海水养殖创新生态系统的演化动力、演化过程与核心机理。

遵循典型性原则，本文选取山东省莱州明波水产有限公司（以下简称“明波”）为案例企业，主要原因有三。一是明波是中国海洋渔业领域知名的以名优海水产品苗种研发为核心业务的高新技术企业。明波通过有效协同内外部创新主体，整合创新资源，构建了以企业为核心的创新生态系统，其成功经验对于中国海水养殖业创新发展具有重要借鉴意义。二是明波从创立初期主要依赖技术引进与合作开发获得先进技术，逐渐发展成为具有创新资源协调能力和自主创新能力的海水养殖龙头企业，实现了海水养殖创新由“研学主导”向“企业主导”的创新模式转型，符合中国“构建以企业为主体的创新体系”的战略导向。三是明波成立于2000年，至今已有21年的发展历史，生产经营与技术创新模式相对成熟，以海水养殖技术创新为纽带所形成的创新生态系统经历了复杂的演化过程，可以为本研究提供丰富的素材。

(二) 数据来源

参照 Yin（2003）的案例研究路径，本文通过搜集不同来源资料实现资料间的“三角验证”。本研究的相关数据主要来源于三个方面。一是访谈调查。2018—2020年期间，笔者先后多次实地走访明波，并于2020年7月21日—8月22日连续一个月在明波调查，重点对明波的技术创新相关问题进行深入访谈，以半开放式访谈为主，最终得到约9.25万字的访谈资料。二是新闻报道、学术论文等二手资料。为筛选与研究主题相关的有效案例信息，笔者在互联网以“明波”为关键词进行检索，搜索相关新闻报道；同时，在中国知网、万方、维普等文献数据库以“明波”“封闭式循环水”和“斑石鲷”等为主题词检索学术论文，并剔除其中与研究主题关联程度较低的部分。笔者通过上述检索最终得到约16万字的资料。三是企业内部资料。笔者搜集到的企业内部资料包括企业官网信息、公司规章制

度、产学研合作协议等，共计得到 1.32 万字的资料。

（三）数据处理

本文参照案例研究的一般流程进行数据分析。首先，由课题组三位不同的研究者对搜集到的资料进行系统研读，并保证三者互不干扰。三位研究者分别分析、归纳和提炼出关键性问题和典型事件，由此划分企业技术创新发展的不同阶段，并经过讨论后达成一致意见。其次，借助 Nvivo 11.0 质性分析软件，三位研究者分别对资料进行编码，提出各自编码结论并进行讨论，获得一致性结果，并与研究主题进行对比和验证。最后，基于一致性结论，三位研究者再对意见相异的部分进行进一步讨论，形成最终的研究结论。

四、海水养殖创新生态系统的动态演化分析

在海水养殖技术创新过程中，明波与政府、高校、科研院所、其他企业、金融机构以及相关中介机构等多元主体相互作用并聚集创新资源，进行海水养殖技术的协同创新，逐渐形成了具有一定结构功能的创新生态系统，并以企业为核心纽带逐步推动了海水养殖创新生态系统的持续升级。结合明波的案例资料，本文将海水养殖创新生态系统的动态演化过程划分为系统萌芽、系统拓展和系统成熟三个阶段，剖析海水养殖创新生态系统的演化过程。

（一）系统萌芽阶段：学研主导型“点对点”合作创新

首先，学研主体是海水养殖创新生态系统初始阶段的主导力量。学研主体以自身知识优势为基础与企业主体合作进行创新成果的转化，使企业以最小风险切入海水养殖创新活动。由于海水养殖业的弱质性及其创新活动的复杂性和强技术依赖性，在创新初期，海水养殖企业往往难以掌握充足的技术支撑和要素资源，主要通过转移、利用、改进现有技术成果等方式，以学研主体为主导进行合作创新，与一般性创新生态系统以内部资源整合和研发能力培育为主的演化路径形成了显著差异（Siggelkow, 2011；项国鹏，2020）。明波创立初期，恰逢中国水产科学研究院黄海水产研究所（以下简称“黄海所”）的专家引入大菱鲂良种并攻克人工繁育技术，处于新品种推广与产业化开发阶段。明波敏锐地抓住了这一机遇，在缺乏企业内部专业技术团队的情况下，与黄海所专家团队合作完成大菱鲂工厂化育种。2002 年，明波再次与黄海所专家合作攻关，在世界上首次突破半滑舌鲷人工繁育技术，成功培育了 280 万尾半滑舌鲷仔鱼。面对企业的初创压力，明波成功利用鲆鲽类新品种养殖技术溢出红利，通过与科研院所合作进行大菱鲂、半滑舌鲷等鲆鲽类新品种开发，在企业相对弱小的情况下成功开启海水养殖创新活动。

其次，围绕特定创新目标的小规模定向要素整合是海水养殖创新生态系统萌芽阶段的主要特征，技术要素在此阶段占据主导地位。海水养殖产业创新往往以某类关键性技术突破为基本前提（刘晓等，2015），尤其是以水产遗传育种为代表的种业科技创新，是海水养殖业健康发展的先决条件（桂建芳等，2016）。新技术逐渐由高校、科研院所等知识创造主体向企业推广和扩散，在企业形成以创新技术产品为核心的小规模要素聚集，实现既定成果的有效转化。明波副总经理李文升在访谈中提道：“我们当时确定了要做鱼的时候，直接聘请了黄海所专家做顾问，也同时邀请了跟他一个团队的专家，当

时都是院所专家亲自来明波做实验，我们提供配套。”在企业初创阶段，明波与科研院所的技术创新合作主要基于科研院所专家对大菱鲆和半滑舌鳎人工繁育技术的突破。在专家协助和政府政策扶持下，明波顺利完成了大菱鲆和半滑舌鳎工厂化育苗。在技术要素的推动下，要素资源主要围绕新品种开发需求进行小规模定向式整合。

系统萌芽阶段的海水养殖创新生态系统由学研主体主导，企业主体和各类创新要素共同构成，形成了规模最小，但结构与功能相对完备的渐进性小生境，能够有效降低海水养殖业创新风险，成为海水养殖企业主体在创新能力相对弱小的情况下，实现创新目标的最优路径。通过渐进性小生境的创新起步，可以为后续创新生态系统的进一步演进提供技术能力积累、要素资源聚合、主体资源协同等必要条件（王宏起等，2016）。但学研主体主导下的海水养殖技术创新活动过分依赖于专家的知识资源与技术方向，而专家在进行创新方向选择时重视科研成果产出而忽视合作企业的盈利诉求，容易造成企业的经营风险。例如，从2003年开始，明波陆续与科研院所合作进行了塞内加尔鳎、漠斑牙鲆、条斑星鲽、圆斑星鲽等新品种的开发，但部分创新品种的市场认可度不高，造成企业产值低下，影响了企业的经营效益。

（二）系统拓展阶段：市场驱动型多领域合作创新

海水养殖创新生态系统拓展阶段的创新主导力量逐渐由学研主体向企业主体过渡。核心企业能力的提升能够吸引更多的相关创新主体加入，企业根据市场需求确定海水养殖创新战略导向和具体创新手段，削弱了学研主体在海水养殖创新协作中的主导权，企业主体在系统中的地位逐渐上升。明波总经理李波在访谈中谈道：“公司逐渐拥有了自己成熟的技术研发团队，在此后4~5年^①的时间里陆续完成了多个新品种开发，繁育技术上上了一个新台阶，循环水养成模式也稳定成型并成为公司未来发展的技术支撑。”明波在与高校、科研院所合作的过程中，内部研发团队逐渐壮大，核心创新力量逐渐形成，开始进行以市场需求为导向的创新方向选择。在此基础上，明波以鲆鲽类和石斑类新品种研发和养殖模式突破为核心，通过联合申报课题项目、设立横向课题并在技术合作中通过署名排序让渡等形式吸引更多的外部优质创新资源，陆续与黄海所、中国科学院海洋研究所（以下简称“中科院海洋所”）、中国海洋大学等开展创新合作，以项目合作为纽带，获取不同创新主体的优势资源，逐步形成了以企业为核心、产学研协同合作的创新主体结构。

海水养殖创新生态系统拓展阶段主要强调创新要素配置与市场需求相对接，逐渐转变为市场引致需求主导下的要素规模化整合与协同化利用。伴随着核心能力的成长，企业对市场信息的洞察能力和对行业趋势的判断能力不断提升。基于对市场需求的充分研究，企业进行新品种的横向拓展与纵深挖掘，开发系列化创新产品，在此基础上围绕新品种开发需求推进养殖方式的变革与养殖空间的转移。在这一过程中不断催生新的技术需求（如养殖方式变革、储存加工技术开发、生产空间拓展等），使要素围绕创新目标聚集和流动。明波总经理李波指出：“因为有一部分专家他只管他的研发是否能成

^①2007年开始，受“多宝鱼事件”（或称“大菱鲆事件”）的影响，北方鲆鲽类产业开始出现滑坡，明波在此期间对经营方向重新进行了定位。此处提到的4~5年是指2010—2011年期间。

功，他没有成本的概念，所以不能只听专家的。不是说不能听专家的，是不能只听专家的，我们必须关注市场。”因此，自2007年起，明波组建了专业市场调研团队，开始以市场需求决定技术攻关方向。2008—2009年，明波通过市场调研关注到南方市场对石斑鱼的认可程度很高，但其养殖方式以传统池塘养殖为主，工艺比较落后，苗种供应不稳定。为此，一方面，明波与黄海所专家合作开展石斑鱼人工繁育技术研究，并陆续突破赤点石斑鱼、云纹石斑鱼、七带石斑鱼等多个养殖品种的繁育技术。另一方面，明波开始围绕新品种养殖需求来布局工厂化养殖技术攻关任务，独立完成“工厂化海水高密度循环水养殖系统研究与开发”项目，成为明波鱼种繁育和养殖的关键性支撑。同时，明波也开始推进鱼类深加工技术研究，逐步建立起从亲鱼选育、育苗、养成、加工到销售的产业链条。

在海水养殖创新生态系统拓展阶段，企业主体在创新活动中的主导地位和作用不断增强。海水养殖创新生态系统依然采取开放式创新的基本模式，但与前期渐进式小生境相比，系统对外部创新资源的吸引和整合能力增强，围绕新品种开发的相关领域吸纳了更多的合作创新主体，使系统的创新效率和稳定性显著跃升。创新领域的多元化是海水养殖创新生态系统拓展的重要标志。创新重点由单一领域向多领域扩散，使系统的市场适应性逐步提升，系统稳定性增强。明波聚焦市场需求，将产学研合作逐步由产品层面逐渐上升到产业层面，进一步扩大合作对象的范围。一是开始推进石斑鱼养殖品种的创新；二是逐步推进产业链由育苗向养成、加工和销售多领域延伸；三是着力探索养殖方式的优化升级。自此，企业对资源的协调能力大幅提高，在创新生态系统中的地位逐步上升，海水养殖创新生态系统进入拓展阶段。

（三）系统成熟阶段：企业主导型平台化合作创新

在海水养殖创新生态系统成熟阶段，企业在系统中的生态位不断进化，成为系统的主导力量。核心企业的角色由应用技术研发者和生产者逐渐向投资、服务、教育等多种角色转变，并通过协同各类创新主体和内外创新要素资源统领海水养殖创新实践，不断推动海水养殖创新生态系统的协同升级。2014年，在经过对水产市场需求的充分考察后，明波与黄海所、中科院海洋所合作，在国内首次突破斑石鲷生殖调控及苗种生产技术，成功培育出批量斑石鲷苗种，填补了中国斑石鲷苗种繁育的空白。为更好地适应和引领斑石鲷市场，汲取前期新品种推广经验，明波严格依据市场需求控制苗种产量。同时，明波牵头成立了斑石鲷养殖专业合作社、工厂化养殖装备技术服务公司，开始为其他养殖企业提供工厂化养殖的设计和建造服务。明波在促进斑石鲷新品种养殖技术推广、实现市场价值的同时，在实践中进一步促进原有技术的提升和完善，也更大程度地提升了企业的行业影响力。此外，明波的核心管理人员和技术人员也开始以“兼职导师”或“技术顾问”的身份到高校、科研院所和企业教学，实现了知识资源的外部输出。

开放式创新平台成为聚合创新要素、对接创新资源供给与需求主体的关键载体。海水养殖企业围绕自身优势构建和参与各类产学研合作创新平台，可以使海水养殖技术创新活动得到新型载体支撑。一方面，海水养殖新品种被市场广泛认可存在较大难度，而开放式创新平台可以为海水养殖新品种和新技术推广提供载体，通过平台内企业、高校与科研院所的合作，联合推动新品种的宣传推广，增加新品种的影响力。这也是海水养殖创新生态系统的特殊功能之一。如2014年，明波在国内首次开发

云龙石斑鱼，通过创新平台联合黄海所、福建省水产研究所、中山大学以及福建某企业共同署名申报新品种审定，共同完成新品种的宣传推广，打通新品种的市场化环节。另一方面，随着核心企业的实力增强和规模扩大，跨行业或多品种经营成为一种需要和可能。构建和参与各类开放式创新平台，有助于核心企业及时了解行业最新科技进展与市场信息，最大限度地整合创新资源与要素，实现与需求市场的有效对接。明波研发部员工王清滨指出：“公司与合作院校建立了良好的产学研合作平台，通过这个平台可以与院所专家取得联系，我们根据具体的技术攻关需求精准匹配专家资源。根据我们具体遇见的问题，我们可以通过平台获取所需的资源，联系专家也好，申请其他方面的支持也好，都可以从平台上获得。”自2014年开始，明波的创新重点不再局限于产业链纵向拓展，而是利用创新平台的知识资源，开展全产业链条、跨产业融合的多元化创新。一是与中国海洋大学合作突破了莱州湾红蛤蚶人工繁育技术，将产业链进一步向加工渔业延伸。二是成立工厂化养殖技术服务公司，开始针对其他养殖企业提供工厂化养殖的设计和建造服务。三是在莱州湾海域建设完成两处海洋牧场和大型智能化生态大围网，并开始进军第三产业，与专业旅游管理专家和旅游公司探索生态围网的旅游资源开发。

在海水养殖创新生态系统成熟阶段，以海水养殖核心企业为主导，政府、高校、科研院所、中介机构、金融机构等多创新主体协同互动的复杂创新生态系统已经完全形成，核心企业创新能力不断提升并成为海水养殖技术创新的主导力量，不断发掘新的市场需求，并聚合内外部资源共同推动新技术研发和市场化推广。然而，区别于一般的技术创新体系（吴绍波、顾新，2014），成熟阶段的海水养殖创新生态系统更加强调海水养殖技术创新与市场需求的有机对接，并非企业根据市场需求而做出的机械化反应，而是在对现有市场状况的审慎判断、对未来市场的合理预期以及在综合考虑研发能力的适配性的基础上，同步推进现有优势技术的升级与未来预期新品种的储备。明波副总经理毛东亮表示：“优质的品种是养殖场迫切需求的。我们并没有刻意要求在规定时间内推出新产品，但我们一直在做新品种的储备，等到这个品种有一定的市场基础和有了市场接受度后，才会进行市场推广，这样会比较轻松。”明波利用创新平台的推介作用，得以更广泛地联系到知名专家为企业创新服务，帮助企业解决产业化过程中的技术需求，继续推进斑石鲷、半滑舌鲷、鲷鱼、大竹荚鱼、花尾鹰鲷等品种的繁育技术研发与应用。同时，根据对未来市场的判断，同步推进其他石斑类新品种的技术储备，并开始进军莱州红蛤蚶繁育技术研发，以更好地应对市场环境变化。在这一过程中，技术创新领域由产业链延伸向产业融合拓展，跨行业的创新主体开始涌入，创新系统与创新环境的协调程度显著提高，多利益相关主体的互动联合以及与外部环境的共同演化最终催生出复杂的海水养殖创新生态系统。

五、海水养殖创新生态系统的演化机理探讨

（一）海水养殖创新生态系统的演化动力

海水养殖创新生态系统的演化受到内外部双重动力的驱动。其中，内部驱动力主要是源自创新主体的利益驱动，而外部驱动力主要来源于技术、市场与政府政策等相关要素的支持与推动。

1. 利益驱动力。基于经济学分析，海水养殖创新主体进行自主创新还是合作创新是交易费用问题

(柳卸林, 2014)。在海水养殖创新生态系统的萌芽阶段, 科研院所掌握着大量的科技成果, 但在科技成果转化方面存在着明显短板, 或缺少转化载体, 或转化渠道不畅。初创期的海水养殖企业规模一般较小, 受资金、人员、技术等限制, 难以承担重要的创新活动。同时, 由于海水养殖技术创新的高风险性和长周期性, 初创企业难以承受海水养殖巨大的创新风险, 更倾向于将有限资源投向简单易行、投资小且回报快的“成熟技术”(雷霖霖, 2006)。因此, 企业通过与其他创新主体联合, 形成利益共同体, 以科研院所领先技术为主导, 围绕核心产品开发共同进行资源投入并共同承担风险。这是降低海水养殖创新交易费用的现实选择, 由此进行的产学研合作催生了小生境状态下的海水养殖创新生态系统。

在与外部创新主体合作的过程中, 企业的资源整合与协调能力逐渐提升, 企业开始以市场信息为基础自主确定技术攻关方向。因此, 企业开始将常规人工繁育、养殖设施改进等一部分适应企业能力的创新活动从产学研合作中剥离出来进行自主创新, 将部分创新活动内化为企业内部交易以降低交易费用。而需要高、精、尖仪器的基因测序和遗传育种等基础研究工作仍由具有资源优势的高校和科研院所承担, 从而初步形成了企业主导的海水养殖创新生态系统。随着企业规模的扩大、产业链的延伸以及生产空间的拓展, 企业对技术创新的种类、规模和效率等提出了更高的要求。因此, 必须通过建立各种创新平台实现创新资源的灵活配置, 依托创新平台实现更大规模、更深层次的合作, 在维持企业组织规模的状态下最大限度地降低创新成本。以技术创新平台运作模式提升企业创新的能级和效率, 拓展技术合作空间, 灵敏应对市场需求变化, 从而有效降低企业规模扩展和应对市场变化所带来的机会成本和组织费用, 由此形成了基于创新平台的海水养殖创新生态系统。

2. 技术支撑力。科学技术的重大创新是推动海水养殖业快速发展的基本前提, 而品种创新是引领全产业链条跨越式发展的“芯片”。由于海水养殖育种研究的高技术门槛和外部性特征, 高校和科研院所一直是中国海水养殖种业创新基础研究的“排头兵”。自 20 世纪 50 年代以来, 中国海水养殖业经历的“藻、虾、贝、鱼、参”五次蓝色浪潮, 均以高校和科研院所的新品种养殖技术突破为前提, 推动实现了中国海洋渔业由“捕捞”为主向“养殖”为主的转换。明波在发展初期与科研院所进行的大菱鲆工厂化人工繁育技术合作创新正是享受到了以鱼类养殖为代表的第四次海水养殖浪潮所产生的技术红利。海水鱼类养殖核心技术的突破促进了海水鱼市场的发展, 在科研院所核心技术主导下, 与企业联合推动新技术的应用获得了巨大成功。

但随着企业技术升级和生产规模扩大, 技术能力转化的产品生产能力逐渐满足甚至超过现有的市场需求, 原有技术的利润空间被压缩。因此, 企业开始将关注点转向市场需求的变化, 以市场需求牵引企业创新方向, 并依据创新目标的技术需求重新匹配技术合作对象。在这一过程中, 外部技术资源不断涌入, 企业通过“干中学”将外部知识内部化, 逐渐形成了企业核心创新能力, 企业的核心技术能力逐渐形成。随着企业核心能力的加强和海水养殖创新生态系统能级的不断提升, 海水养殖龙头企业由外部海水养殖技术的得利者向创新技术的供给者转变。此时, 明波一方面继续维持核心技术的保密性, 为防止海水养殖技术的外部性风险, 企业开始通过签订保密协议等方式进一步约束合作主体的行为。另一方面, 在各级政府的支持下, 明波开始将部分应用型创新技术向其他企业推广, 围绕固定

养殖品种或养殖技术形成“龙头企业+一般养殖企业+养殖户”的产业格局，推动了创新生态系统结构和功能的进一步升级。

3.市场拉动力。市场是资源配置的基础，也是企业创新活动安排的主要依据。市场需求是海水养殖技术创新的出发点和落脚点，也是海水养殖创新生态系统演化的主要推动力。在 market 需求的牵引下，海水养殖企业不断捕获市场机会，以市场需求为导向确定创新的方向和目标，并围绕既定的市场需求目标选择合作创新对象，生产出能够迎合市场需求的创新产品。

由于海水养殖产业的特殊性，相对于种植业，海水养殖业的生产环节更多、技术复杂性更强，尤其是海水养殖种苗创新环节涉及亲鱼的培育、人工促熟、产卵、孵化、选育、饵料蓄喂、环境调控等一系列过程。因此，一个新品种的研发往往需要数年时间才能完成。而名贵鱼类等具有较高经济价值的海水养殖产品由于价位较高，消费者群体主要集中于中高收入人群，市场规模扩大缓慢。当某一种名贵鱼类品种的养殖技术大规模普及后，当产量过大而超过市场容量时，便会引发价格迅速下降，致使海水养殖技术创新面临着巨大的市场风险。为最大限度减少市场风险给企业经营带来的不确定性，一方面，海水养殖企业根据现有市场需求，通过技术引进或技术合作改进等方式，与其他主体合作进行适应现有市场需求的技术创新，以此不断推出符合消费者需求的水产品，以应对市场变化；另一方面，海水养殖企业基于对潜在市场需求的判断，通过与外部创新主体建立起长期的技术创新战略合作关系，不断进行技术储备，以适应市场需求的变动。由此，市场需求多变性导致了企业在合作伙伴选择上的多样性和层次性。在短期创新和长期创新需求的共同作用下，海水养殖创新生态系统不断向更高层次演化。

4.政策引导力。海水养殖业发展关系到国计民生，是国民经济的基础性产业。但海水养殖技术创新研发周期长、资金投入大、技术不确定性强。因此，长久以来，政府在引导和支持海水养殖业技术创新方面发挥着至关重要的作用。一方面，政府根据对海水养殖业的宏观判断，在关键性产业技术体系研究方面予以专门的立项支持，以此引导产业技术创新的重点方向。如明波与科研院所联合申请的大菱鲆、半滑舌鳎等鲆鲽类重要主养品种的技术攻关项目，有效支撑了明波的名贵海水鱼类创新研究工作，推动了大菱鲆、半滑舌鳎的产业化发展。另一方面，政府通过制定一系列政策、法规等，对海水养殖业技术创新进行支持。如政府对明波提供的原良种补贴和贷款优惠政策等，均有效推动了海水养殖技术创新的进行。

由于海水养殖企业的实力和不同阶段的创新需求的变化，企业在其发展的不同阶段对政策的敏感程度也存在着显著差异，呈现明显的阶段性特征。一般地，在初创阶段和成长阶段的海水养殖企业主体对市场环境的变化非常敏感，利率、税率和交易成本等因素的细微变化都会对企业行为产生较大的刺激作用。例如，在明波的海水养殖创新生态系统构建初期，政府的贷款利率优惠政策、原良种补贴等财税激励政策有效推动了企业的创新投入行为；同时，当地政府在海水养殖用地、用海方面所给予的优惠政策也为明波的发展和科技创新提供了基础支撑。随着企业规模的扩大和资金实力的增强，企业对政府的财税激励政策的敏感性逐渐降低，同时海水养殖创新生态系统的创新能力也在不断提升。此时，政府通过设立技术攻关项目、制定人才计划、支持建设技术创新平台等方式对海水养殖技术创

新的支持有效推动了企业与高校、科研院所等创新主体的联合攻关，使海水养殖创新生态系统规模和创新水平得以快速提升。

（二）海水养殖创新生态系统演化的核心机理

种业科技创新是海水养殖业发展的关键要素。种业在海水养殖产业链中占据引领性地位（桂建芳等，2016），中国海水养殖业的每一次飞跃都与新品种的发现、引入及其苗种人工繁育技术的突破有关。海水养殖创新生态系统演化的核心机理实质上是基于品种创新的产业链与创新链深度融合。海水养殖产业链与创新链融合发展共同塑造了海水养殖创新生态系统的演化过程。

1.在海水养殖创新生态系统的萌芽阶段，海水养殖创新链拓展带动了产业链的构建。由于海水养殖技术创新的复杂性和高风险性，海水养殖新品种的发现、引入以及繁育技术的突破一般始于高校或科研院所，掌握新品种繁育技术的高校和科研院所基于自身的成果应用和技术转化需求，通过与海水养殖企业的合作，实现海水养殖创新链由基础研究向应用研究和开发研究的延伸，并以创新成果在企业的产业化落地带动了产业链的构建，实现了以海水养殖新品种为基础的创新链与产业链的初次对接。

2.在海水养殖创新生态系统的拓展阶段，海水养殖产业链延伸拉动了创新链的拓展。海水养殖企业以前期落地转化的新品种为基础，迅速扩大生产规模，并根据市场反馈信息继续开展其他养殖新品种的技术攻关，围绕新品种拓展和延伸产业链条。在产业链拓展过程中产生新的技术需求，及时反馈给高校和科研院所等知识生产主体。针对企业技术需求，高校、科研院所等知识生产主体帮助企业克服技术短板，并在合作过程中将新技术源源不断地引入企业，形成新的产业链条。同时，企业的创新目标逐渐细化，并开始针对企业创新需求与高校、科研院所进行联合攻关，企业逐渐开始承担一部分基础研究任务，从而使得产业链与创新链进一步融合。

3.在海水养殖创新生态系统的成熟阶段，海水养殖产业链与创新链深度融合并互动升级。随着创新环境的不断变化，海水养殖技术创新合作关系逐渐由产业链中少数企业与科研院所的参与演变为产业技术创新战略联盟，由单一养殖品种创新扩展至多种类养殖品种创新，从而形成全面的产业合作创新链条。至此，海水养殖企业不再局限于小范围的技术创新，而是着眼于带动整个海水养殖产业的发展，基于市场需求变动而不断发现新的技术需求，开发新品种及其相关养殖、加工、储运技术。在这一过程中，海水养殖创新生态系统逐步实现了创新链拓展与产业链延伸，并在不断的互动反馈中实现产业链与创新链的深度融合。基于企业对合作创新效率的需求，核心企业通过建立和参与各种合作创新平台，使不同创新主体能够在同一创新平台上互动合作。参与协同创新的高校和科研院所不断针对企业的技术需求提供对口的技术信息和创新发现，形成了产业链与创新链深度融合的技术创新模式，并吸引更多的创新主体参与到海水养殖企业的技术创新过程中。在这一过程中，核心企业在海水养殖技术创新中的主导地位逐步增强，海水养殖创新生态系统的主体逐渐增多、结构渐趋完整、功能日臻完善、效率不断提升，由此实现了海水养殖创新生态系统的持续演化。

（三）海水养殖创新生态系统的演化路径与特征

在系统萌芽阶段，海水养殖创新生态系统的演化主要依赖于创新链推动产业链发展。由于萌芽阶段核心企业内部创新能力不足，一般由学研主体主导技术创新的方向，并以学研主体前期积累的技术

要素为基础，与海水养殖企业合作推动技术成果转化落地，围绕拟定的创新目标聚合创新资源，创新重点多聚焦于单一养殖品种的人工繁育和规模化养殖技术。

在系统拓展阶段，海水养殖创新生态系统的演化主要依赖于产业链拉动创新链升级。随着核心企业资源整合能力的不断提升，内部技术团队逐渐成熟，海水养殖技术创新活动的主导力量由学研主体向企业主体转移，市场需求取代技术要素成为要素流动的核心。核心企业开始将市场需求作为创新决策的首要影响因素，制定创新战略、匹配创新主体、整合创新要素，创新重点由单一的品种创新向多元养殖品种、养殖方式、养殖产品加工技术创新扩展，创新领域逐渐延伸至整个海水养殖产业链条。

在系统成熟阶段，海水养殖创新生态系统的演化主要依赖于产业链与创新链的深度融合。核心企业技术创新能力进一步提升并完全取代学研主体成为创新生态系统的主导。核心企业开始通过牵头构建和参与各类创新平台，打破原有的行业合作界限和资源容量，实现了平台式要素整合。在此基础上，海水养殖创新生态系统的创新资源范围大幅度扩展，创新效率得到有效提升，创新领域逐渐发展为全产业布局、跨产业融合的多元化创新。

海水养殖创新生态系统的演化是系统由低级到高级、由不完善到完善以及创新能力由弱到强的动态过程。海水养殖创新生态系统的演化与核心企业的资源整合和协调能力密切相关。核心企业具有构建以自身为核心的创新生态系统的能力，在促进自身发展的同时维持整个创新生态系统的运行（蒋石梅等，2015）。核心企业围绕着特定的创新目标，整合并共享系统内外部创新要素，在创新的各个环节与占据不同资源的异质性创新主体进行多领域动态合作。在这一过程中，核心企业在海水养殖技术创新中的主导能力不断增强，海水养殖创新生态系统的主体逐渐增多、结构渐趋完整、功能日臻完善、效率逐渐提升，海水养殖产业链与创新链的融合程度不断增强，创新领域持续拓展，逐步实现海水养殖创新生态系统向更高层级演化。海水养殖创新生态系统的演化路径与特征如图2所示。

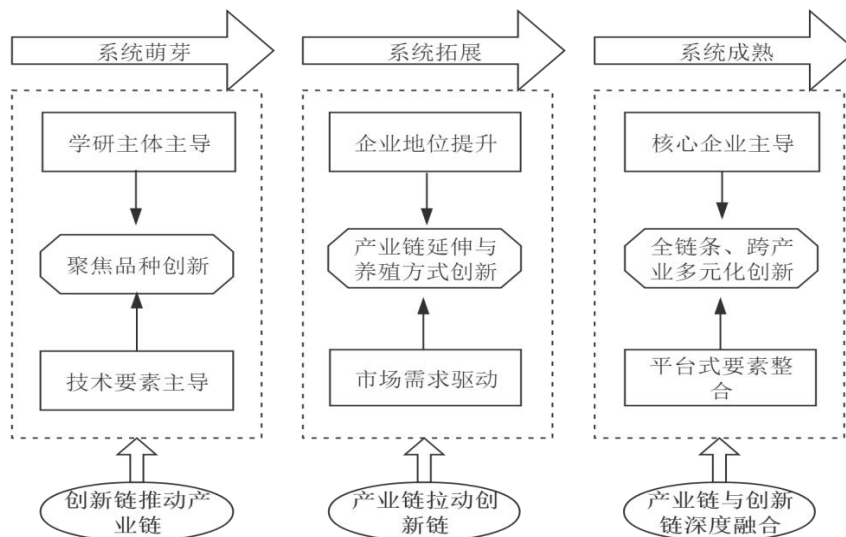


图2 海水养殖创新生态系统的演化路径与特征

六、结论与启示

（一）研究结论

本文基于核心企业视角，以明波在技术创新过程中所构建的以企业为核心的海水养殖创新生态系统为案例，对海水养殖创新生态系统的演化过程进行了深入剖析，本文得出以下结论。

第一，依托于海水养殖龙头企业打造海水养殖创新生态系统，是实现中国海水养殖业创新发展的现实路径。一方面，在海水养殖创新生态系统演化的过程中，龙头企业根据不同阶段的发展需求，协调和整合异质性创新要素，并协同多元创新主体通过产学研合作、组建产学研技术创新战略联盟、搭建产学研合作创新平台等形式共同实施技术创新行动，形成创新合力，有效推动了海水养殖技术的创新突破和产业化应用。另一方面，龙头企业基于自身利益诉求和政府的政策引导进行创新决策，并在对海水养殖技术进行创新和升级的基础上，不断推进海水养殖技术由产品创新、产业链创新向产业融合发展。养殖技术空间由近岸近海向深海远洋拓展，产业层次不断提升，产业空间布局逐步优化。因此，可以将构建以企业为核心的海水养殖创新生态系统作为海水养殖业转型升级的重要抓手。

第二，海水养殖创新生态系统的演化经历了学研主导型“点对点”合作创新、市场驱动型多领域合作创新以及企业主导型平台化合作创新三个阶段。海水养殖创新生态系统演化的萌芽阶段即嵌入了产学研合作关系，开始围绕特定养殖品种进行产学研合作创新，在此基础上逐渐形成企业内部的创新能力，这是由海水养殖技术创新的复杂性、高风险性和多元知识依赖性所决定的。海水养殖企业与高校、科研院所基于自身优势资源和发展需求，跨越组织边界进行合作创新。在海水养殖创新生态系统演化的过程中，核心企业在海水养殖技术创新中的主导能力不断增强，要素整合效率不断提升，海水养殖创新领域由单一养殖品种创新逐渐发展为全链条、跨产业的多元化创新。最终，海水养殖创新生态系统的结构和功能逐渐完善，创新效率不断提升。

第三，海水养殖创新生态系统的演化是利益驱动力、技术支持力、市场拉动力和政策引导力等多种驱动力综合作用的结果，各驱动力在海水养殖创新生态系统的不同阶段发挥着不同的作用。而海水养殖创新生态系统演化本质上是在不同驱动力的作用下，基于品种创新的海水养殖产业链与创新链相互融合的过程。在此过程中，高校、科研院所等不同主体为实现各自利益寻求合作，逐渐实现产业链与创新链的“对接—反馈—融合”，形成了既相互合作又彼此竞争的竞合关系，最终通过主体间的竞争合作推动创新要素的流动和聚集，推进海水养殖创新生态系统不断向高层级演化。

（二）实践启示

在地方政府层面，充分发挥各级政府在海水养殖创新生态系统建设中的政策引导和支持作用，为海水养殖业技术创新的持续推进营造良好的政策环境。一是加大对原良种选育、循环水健康养殖等海水养殖关键性技术的科研投入，完善项目带动机制，引导和支持海水养殖创新主体联合申报海水养殖产业技术创新项目，制定相应的财税优惠政策和补贴措施扶持新技术的研究与推广。二是继续完善和严格执行政府在养殖用地、苗种养殖生产许可等方面的相关管理政策，完善海水养殖科研成果产权保护制度，规范和激励海水养殖创新主体的创新行为。三是扶植建立以龙头企业为依托的海水养殖技术

创新平台或公共服务平台，引导创新资源向企业集聚，促进企业创新主体地位的提升。

在高校和科研院所层面，基础研究是海水养殖创新的基础和源泉，高校和科研院所应继续发挥在海水养殖基础研究方面的核心优势。一是进一步提升基础研究能力，加强对制约中国海水养殖可持续发展的前沿性、关键性技术的基础性研究，积极追踪、消化和吸收国外海水养殖先进技术，为海水养殖业技术创新提供源头支撑。二是转型科研模式，加强与海水养殖企业合作，注重布局与企业需求和产业发展需求相结合的应用导向性基础研究，为海水养殖技术创新提供基础性支撑。

在海水养殖企业层面，核心企业应当充分发挥创新主体作用，保障和推动海水养殖创新生态系统的健康运行。一是努力提升企业对海水养殖创新生态系统的主导能力，强化企业识别、选择、跟踪、吸收创新要素和先进技术的能力，实现对企业内外部创新资源的有效整合和利用。二是不断完善创新合作伙伴选择机制、分工协调机制和利益分配机制。根据具体的创新需求选择资源高度关联互补、文化兼容一致的合作伙伴，并根据不同合作伙伴的资源禀赋进行合理的分工协调，通过科学的创新收益分配机制激励不同主体的参与行动。三是加强企业产学研合作创新平台建设，注重企业创新社会网络建设，有效整合高校、科研院所、政府、创新中介以及金融机构等多元创新主体的资源创新，不断优化和完善主体间合作机制，努力提高协同创新效率。

参考文献

- 1.陈劲, 2017: 《企业创新生态系统论》, 北京: 科学出版社。
- 2.陈衍泰、夏敏、李欠强、朱传果, 2018: 《创新生态系统研究: 定性评价、中国情境与理论方向》, 《研究与发展管理》第4期。
- 3.崔锐, 2021: 《乡村振兴战略背景下我国农业科技协同创新的动力机制与现实路径》, 《农业经济》第2期。
- 4.桂建芳、包振民、张晓娟, 2016: 《水产遗传育种与水产种业发展战略研究》, 《中国工程科学》第3期。
- 5.韩立民, 2018: 《我国海洋事业发展中的“蓝色粮仓”战略研究》, 北京: 经济科学出版社。
- 6.贾敬敦、蒋丹平、杨红生、陈兆波(主编), 2014: 《现代海洋农业发展科技创新战略研究》, 北京: 中国农业科学技术出版社。
- 7.蒋石梅、吕平、陈劲, 2015, 《企业创新生态系统研究综述——基于核心企业的视角》, 《技术经济》第7期。
- 8.雷霖霖, 2006: 《我国海水鱼类养殖大产业架构与前景展望》, 《海洋水产研究》第2期。
- 9.刘晓、于庆东、王庆金, 2015: 《海水养殖业技术创新联盟知识流动研究——基于知识网络视角》, 北京: 中国社会科学出版社。
- 10.柳卸林, 2014: 《技术创新经济学(第2版)》, 北京: 清华大学出版社。
- 11.潘开宇, 2011: 《渔业企业经营管理》, 北京: 化学工业出版社。
- 12.秦宏、张莹、卢云云, 2018: 《基于SBM模型的中国海水养殖生态经济效率测度》, 《农业技术经济》第9期。
- 13.王钦、赵剑波, 2013: 《步入“创新生态系统”时代》, 《中国社会科学报》7月3日。
- 14.王宏起、汪英华、武建龙、刘家洋, 2016: 《新能源汽车创新生态系统演进机理——基于比亚迪新能源汽车的案例研究》, 《中国软科学》第4期。

- 15.吴绍波、顾新, 2014: 《战略性新兴产业创新生态系统协同创新的治理模式选择研究》, 《研究与发展管理》第1期。
- 16.项国鹏, 2020, 《创新生态系统视角的企业核心技术突破机制——以华为基带芯片技术为例》, 《技术经济与管理研究》第10期。
- 17.杨亮, 2014: 《区域产业生态化技术创新联盟实现机制研究》, 中国海洋大学硕士学位论文。
- 18.杨宁生, 2006: 《科技创新与渔业发展》, 《中国渔业经济》第3期。
- 19.张强建、周玮、李建伟、桑田成, 2018: 《协同创新视角下渔业科技成果转化问题及对策研究》, 《中国水产》第1期。
- 20.朱道华, 2001: 《农业经济学(第四版)》, 北京: 中国农业出版社。
- 21.Bush, S. R., and M. J. Marschke, 2014, "Making Social Sense of Aquaculture Transitions", *Ecology and Society*, 19(3):50-62.
- 22.Frank, A., 2019, "Innovations Throughout the Supply Chain", *Aquaculture Economics and Management*, 23(3):234-236.
- 23.Gomes, L. A. D. V., A. L. F. Facin, M. S. Salerno, and R. K. Lkenami, 2016, "Unpacking the Innovation Ecosystem Construct: Evolution, Gaps and Trends", *Technological Forecasting and Social Change*, 136:30-48.
- 24.Hannan, M. T., and J. Freeman, 1977, "The Population Ecology of Organizations", *American Journal of Sociology*, 82(5):929-964.
- 25.Iansiti, M., and R. Levien, 2004, *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Boston: Harvard Business School Press.
- 26.Jespersen, K. S., I. Kelling, S. Ponte, and F. Kruijssen, 2014, "What Shapes Food Value Chains? Lessons from Aquaculture in Asia", *Food Policy*, 49(49-1):228-240.
- 27.Joffre, O. M., L. Klerkx, M. Dickson, and M. Verdegem, 2017, "How is Innovation in Aquaculture Conceptualized and Managed? A Systematic Literature Review and Reflection Framework to Inform Analysis and Action", *Aquaculture*, 470:129-148.
- 28.Karen, A., T. P. Potts, S. Freeman, D. Israel, J. Johansen, M. Kletou, M. Meland, D. Pecorino, C. Rebours, M. Shorten, and D. L. Angel, 2015, "The Implications of Aquaculture Policy and Regulation for the Development of Integrated Multi-Trophic Aquaculture in Europe", *Aquaculture*, 443:16-23.
- 29.Kim, H., J. N. Lee, and J. Han, 2010, "The Role of IT in Business Ecosystems", *Communications of the ACM*, 53(5):151-156.
- 30.Klerkx, L., N. Aarts, and C. Leeuwis, 2010, "Adaptive Management in Agricultural Innovation Systems: The Interactions between Innovation Networks and their Environment", *Agricultural Systems*, 103(6):390-400.
- 31.Klinger, D., and R. Naylor, 2012, "Searching for Solutions in Aquaculture: Charting a Sustainable Course", *Annual Review of Environment & Resources*, 37(1):247-276.
- 32.Kumar, G., and C. R. Engle, 2016, "Technological Advances that Led to Growth of Shrimp, Salmon, and Tilapia Industries", *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24(2):136-152.
- 33.Lebel, L., R. Mungkung, S. H. Gheewala, and P. Lebel, 2010, "Innovation Cycles, Niches and Sustainability in the Shrimp

Aquaculture Industry in Thailand”, *Environmental Science & Policy*, 13(4):291-302.

34. Moore, J. F., 1996, “*The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystem*”, New York: Harper Business.

35. Rametsteiner, E., and G. Weiss, 2006, “Innovation and Innovation Policy in Forestry: Linking Innovation Process with Systems Models”, *Forest Policy and Economics*, 8(7):691-703.

36. Siggelkow, N., 2011, “Firms as Systems of Interdependent Choices”, *Journal of Management Studies*, 48(5):1126-1140.

37. Yin, R. K., 2003, “*Applications of Case Study Research(3ed.)*”, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

38. Zahra, S. A., and S. Nambisan, 2012, “Entrepreneurship and Strategic Thinking in Business Ecosystems”, *Business Horizons*, 55(3):219-229.

(作者单位: ¹ 中国海洋大学管理学院;

² 中国海洋大学海洋发展研究院)

(责任编辑: 黄 易)

Evolution Mechanism of Mariculture Innovation Ecosystem: A Single Case Study from the Perspective of Core Enterprise

ZHANG Ying HAN Limin XU Jie

Abstract: Based on the investigation of the development process of technological innovation in Shandong Laizhou Mingbo Aquatic Products Co., Ltd., this article uses a single case study method to explore the evolution dynamics and internal mechanism of mariculture innovation ecosystem. The results show that, firstly, leading enterprises play a crucial role in the evolution of mariculture innovation ecosystem. Secondly, the evolution of mariculture innovation ecosystem has gone through three stages, namely, a stage of the “point-to-point” cooperative innovation led by learning and research, a stage of market-driven multi-field cooperative innovation, and a stage of enterprise-led platform cooperative innovation. The leading ability of core enterprises in the system has been continuously enhanced, the efficiency of factor integration has been continuously improved, and the innovation field has gradually developed from the single variety innovation to the whole chain innovation and diversified innovation across industries. Thirdly, under the joint action of interest driving force, policy guiding force, market pulling force and technical support force, the collaborative evolution of industry chain and innovation chain promotes the sustainable evolution and upgrading of mariculture innovation ecosystem. Based on this, the study holds that the essence of the evolution of mariculture innovation ecosystem is a process of co-evolution of innovation subject and elements driven by core enterprises, and the construction of mariculture innovation ecosystem relying on leading enterprises is a practical way to promote the innovation and development of China’s mariculture industry.

Keywords: Core Enterprise; Mariculture; Innovation Ecosystem; Evolution; Case Study