基于创新生态系统的海洋生物医药产业发展对策

白福臣，吴春萌

（广东海洋大学 管理学院 湛江 524088）

摘要：创新生态系统的形成是经济新常态下海洋生物医药产业等战略性新兴产业突破发展“瓶颈”、实现新旧动能转换和产业转型升级的关键。文章通过构建具有持续创新能力的海洋生物医药产业创新生态系统理论模型，分析海洋生物医药产业发展现状及存在的问题，提出海洋生物医药产业创新生态系统应注重增加动力、技术创新、健全机制、培育载体及系统建设等方面的应用建构。

关键词：海洋生物医药；创新生态系统；战略性新兴产业；理论框架；运行模式

中图分类号：F204；F205；P74 **文献标志码**：A **文章编号**：1005－9857(2020)03－0062－06

Developing Strategy of Marine Biological Medicineindustry Based on Innovation Ecosystem

BAI Fuchen，WU Chunmeng

（College of Management，Guangdong Ocean University，Zhanjiang 524088，China）

Abstract：The formation of innovative ecosystem is the key to break through the bottleneck of development，realize the transformation of new and old kinetic energy and industrial transformation and upgrading of strategic emerging industries such as marine biomedical industry under the new normal economy. By constructing a theoretical model of innovative ecosystem of marine biomedical industry with sustained innovation ability，this paper analyzed the current situation and existing problems of marine biomedical industry，and put forward that innovative ecosystem of marine biomedical industry should focus on the application construction of power increasing，technological innovation，mechanism improvement，carrier cultivation and system construction.

Key words：Marine biomedicine，Innovative ecosystem，Strategic emerging industries，Theoretical framework，Operation mode

收稿日期：2019-10-01；**修订日期**：2020-03-30

基金项目：2017 广东省教育厅创新强校工程重大项目“广东海洋生物医药产业集聚度测度、机理与效应研究”（2017WZDXM013）；湛江市科技计划项目“湛江市海洋生物医药产业竞争力与影响因素研究”(2016A01028).

作者简介：吴春萌，助理讲师，硕士，研究方向为海洋产业经济

通信作者：白福臣，教授，博士，研究方向为产业经济、海洋经济、资源经济与可持续发展等

0　引言

战略性新兴产业是以重大技术突破和发展需求为基础，处于成长初期，对未来经济发展起带动和引领作用的产业[1]。海洋生物医药产业是近年来发展快且潜力大的海洋战略性新兴产业门类。据海洋经济统计公报显示，2018 年海洋生物医药业实现增加值 413 亿元，比上年增长 9.6%，是增长较快的海洋战略性新兴产业。《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》强调，应着重发展海洋创新药物，推动试剂原料和中间体产业化，形成具有较强国际竞争力的生物经济集群。

作为提高国际竞争力，推动产业结构升级的战略助力，创新生态系统研究受到学术界关注。美国竞争力委员会在 2004 年《创新美国：在挑战和变化世界中保持繁荣》的报告中提出“创新框架”，认为决定美国在 21 世纪成功的最重要因素是创新，未来必须为了创新而优化整个社会，形成创新生态系统[2]。由此，创新模式从传统线性创新 1.0、耦合交互创新 2.0 迈向创新生态系统 3.0，创新的范围、组织等均发生了变化[3]。构建创新生态系统，可以利用产业链资源、空间载体等要素，形成难以模仿和超越并有自我修复能力的系统内外创新循环发展优势，是推动海洋生物医药产业价值螺旋式上升，实现价值增值的重要途径[4-5]。

海洋生物医药产业属于战略性新兴产业范畴，持续创新能力很重要[6]。目前相关研究的着重点在于海洋生物技术开发、海洋生物药源采集、知识产权政策和产业发展要素等方面。不少学者指出中国海洋生物医药产业的发展中，存在研发链条缺失、产业关系不紧密、产业升级乏力、创新成果产业化能力不足、创新平台和技术人才缺乏等问题[7-8]，但通过构建创新生态系统去解决这些问题的研究寥寥无几。鉴于此，本研究尝试分析海洋生物医药产业的发展短板，构建海洋生物医药产业创新生态系统的模型，提出海洋生物医药产业创新生态系统良好运作的对策。期冀通过对海洋生物医药产业的创新生态系统研究，助力于经济新常态下海洋科技创新战略发展。

1　理论基础

1.1　从战略管理到创新管理

产业经济的发展模式是创新生态系统理论研究的扩展层面。基于战略管理理论的研究给与了创新生态系统在产业和资源要素整合中提高企业竞争优势的视角：Porter 在整合产业经济与企业管理理论的基础上提出产业竞争优势理论[9-10]，创新生态系统中企业与外部组织间可通过总成本领先、差异化、专业化等策略获取竞争优势，走向国际化竞争的动力来自需求、市场竞争或市场推力；资源基础观强调外部及内生资源异质性对于企业竞争优势的影响，测度提升竞争优势的特殊资源；此外动态能力理论认为组织应具备利用技术手段、配置和调整资源结构来获得竞争优势并适应环境变化的动态能力，建立开拓性学习，通过企业实体之间的合作与创新来塑造创新生态系统。

创新管理理论强调跨组织的功能递进及互补。因此开放式创新理论聚焦内部研发过程中对于创意与知识的联系与应用是需要创新生态系统的构建中需要考虑的因素，同时要求企业与员工、顾客、供应商、全球资源提供者、知识工作者、竞争对手等利益相关者之间建立紧密联系，强调创新投入、产生及商业化过程中边界的渗透与模糊化的商业战略，构建创新要素共享的网络体系。以平台理论为基础的研究概念涉及创新生态系统模块间的互动与沟通，认为焦点企业提供平台的核心功能，其他成员是辅助功能，通过划分机制形成独立又相互依存及功能互补的模块，从而形成架构创新。

1.2　从创新管理到共生理论

基于共生理论的创新生态系统研究地理环境、法律法规、经济政策和产业经济发展水平等环境因子对产业发展的作用。国内外对共生理论的研究起源于生物学，德国生物学家 Anton de Bary 于 1879 年提出的。国内以袁纯清[11]为代表的学者对共生理论又进行了系统的研究，提出共生也是一种社会现象，共生单元在共生模式的联结下为实现创新生态系统的可持续创新而形成共生关系。资源属性及环境与生态系统的共生关系决定系统的竞争优势。在战略性新兴产业创新生态系统中，共生

单元由政府、企业、科研院所及中介机构等组成，创新组织形式及由此形成的关系即系统内部主体间的共生模式，如研发联合体、技术创新联盟等。创新系统主体外的上下游配套支撑性的要素组成创新共生环境。共生单元、共生模式及共生环境相互作用产生创新生态系统共生界面，如研究院、科技产业园等。

1.3 创新生态理论：一个战略理论

战略管理理论中的产业竞争力理论、资源基础观、动态能力理论和关系视角理论，创新管理理论中的开放式创新和平台理论以及共生理论等为创新生态系统研究提供了理论基础和架构思路[12]。其理论框架如图 1 所示。

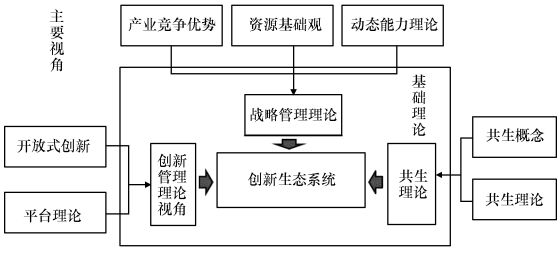

图 1 创新生态系统研究基础理论框架

2 海洋生物医药产业的创新生态系统构建要素

2.1 海洋生物医药产业的产业环境

海洋生物医药产业是在医药品或保健品开发生产及制造过程中，利用生物技术从海洋生物中提取有效成分为原料的产业。战略性新兴产业研究报告指出，全球生物产业进入加速发展时期，生物技术及信息技术的交叉融合成为创新热点。

(1)从海洋生物医药的产业政策及市场需求情况来看，20 世纪 70 年代以来，世界海洋生物医药研究进入全面发展阶段。政府政策在产业发展初期发挥引导性作用，在《促进生物产业加快发展的若干政策》激励下，海洋生物医药业处于增长态势。目前有 2 000 余种海洋生物次生代谢产物被发现，已知药用海洋生物约 1 000 余种，其中重要生物活性并申请专利的新化合物约 300 余种，自主研发的海洋药物有甘糖酯、多烯康等，二级衍生或仿制的海洋药物 30 余种[8]。在治疗心脑血管、癌症、艾滋病等疾病方面表现出巨大的经济市场需求及潜力。

(2)从海洋生物医药的产业系统运作情况来看，海洋生物医药产业链上游是药品研发阶段；中游环节包括药物开发及药品生产，药物开发过程从获得优良化合物开始至药物申请(NDA)的成功，核心技术包括海洋生物药物制剂技术及海洋微生物发酵制药技术，最重要环节包括临床前实验及临床试验；下游环节主要是药品销售。核心企业主要包括药物发现公司、技术平台公司、合约组织、跨国、大型或小型制药企业等。技术创新、集群发展、商业模式创新、绿色低碳、国际合作等关键因素保障产业的良好发展。由于人们对海洋认知的局限及海洋环境的特珠性，海洋生物制药技术处于初始发展阶段。因此海洋生物医药产业需依托强大的空间载体促进其发展。

(3)从海洋生物医药的产业空间载体来看，海洋生物医药产业空间载体是完善其产业链的重要基础。中国科学院上海药物所、中国海洋大学、自然资源部各海洋研究所和中国科学院南海海洋研究所等科研院所把海洋生物医药研究开发列入重点研究领域。大、中型生物制药企业目前也注重与高等院校等科研基地合作，推动产学研集群的形成。科技孵化器是促进科技成果转化、服务于科技型中小企业、培养高新技术企业和企业家的科技创业服务载体，促进科研成功实现商品化和成果化，为企业提供研发、中试生产、经营的场地和办公方面的共享设施，是区域创新体系的重要组成部分。产业战略联盟是以提升产业技术创新能力为目标，形成联合开发、优势互补的技术创新合作组织。

(4)从海洋生物医药的产业发展影响因素来看，产业规模、地理环境、法律制度、社会文化、创新人才及基础设备等创新资源对海洋生物医药产业的发展影响较大[13]。海洋生物医药产业不同于一般的产品，其研发是一个长期的复杂工程，具有高技术、高投入、高风险、高回报、产业化周期长、行业进入壁垒高、溢出效应、信息不对称、对环境依赖性高等特性。产业规模影响着产业链的可整合资源，在技术、政府规制、专利权、市场结构、资本等方面都存在壁垒，尤其是专利权壁垒；生物医药制品研

发过程知识产权制度的实施、技术标准、法律规定、市场壁垒等使外部成本增加；高技术特性确定了海洋生物医药产业需要适合创新的社会环境；医药产业结合生理学、药学、化学等多学科，海洋生物药品的发现需要海洋高新开发技术，信息的高度不对称，对创新人才要求高等产业特性影响海洋生物医药产业创新的发展。

2.2　海洋生物医药产业发展短板

作为新兴产业，现行海洋生物医药产业的创新生态系统各子系统及创新主体相对成熟产业来说是不成熟、不完善的。创新生态系统的诸多要素对产业的支撑力度不够。主要体现在如下几个方面。

(1)研究开发方面，我国海洋生物医药产业科研机构数及从业科技人才严重不足，自主知识产权的原创新药较少，大部分都属于仿制药，拥有发明专利总数少有突破。

(2)创新人才培养方面，根据《中国海洋统计年鉴》数据，从 2012 年开始，R&D 人员、经费内部支出及课题项目，海洋生物学博士点及硕士点均有逐步下降的趋势，创新人才的不足导致海洋生物医药产业整体的活跃度不足的现实。

(3)技术创新方面，海洋生物医药主导技术范式需要经历较长的时期才能确立，新药投入市场需经历药物发现、研发、制造、销售阶段，周期通常需要 10～15 年[7]。重点技术的突破对产业的发展和培育的驱动作用并未凸显。

(4)海洋生物医药产业科研经费方面，海洋生物医药行业的经费收入主要包括经常费、科技活动借贷款及基本建设中政府投入，但近几年海洋生物医药行业经费收入占经费收入总额的比例较低，反映出海洋生物医药产业科研经费来源不足及产品研发资源较少的现状。

(5)产业规模方面，海洋生物医药产业核心企业尚未形成，市场上较少大型垂直一体化的海洋生物制药公司，国内小型制药公司制造能力与营销网络难以进入跨国层次，此外新产品的商业模式尚不明确，产业链各个环节发展不同步对产业发展产生“瓶颈”制约。

(6)制度环境方面。标准与监管体系不完善，统一的国际、国内标准及政府有关部门针对新海洋生物医药产业的市场准入政策、扶持政策与监管政策、服务于海洋生物医药产业的机构、生产性服务机构、中介机构及售后机构等正在发展之中。

2.3　海洋生物医药产业创新生态系统运行模式

创新要素循环是创新生态系统难以破坏及自我修复的保障。根据创新生态系统核心理论及海洋生物医药产业特性，海洋生物医药产业创新生态系统是在政府政策引导及区域经济带动下，由海洋生物医药核心企业与产业链上下游企业、政府、知识工作者、服务机构利益相关者等相关创新主体，在产业创新生态系统影响因子作用下，依托海洋生物医药空间载体所组成的相互影响、相互促进并持续创新的有机系统，其运行结构如图 2 所示。

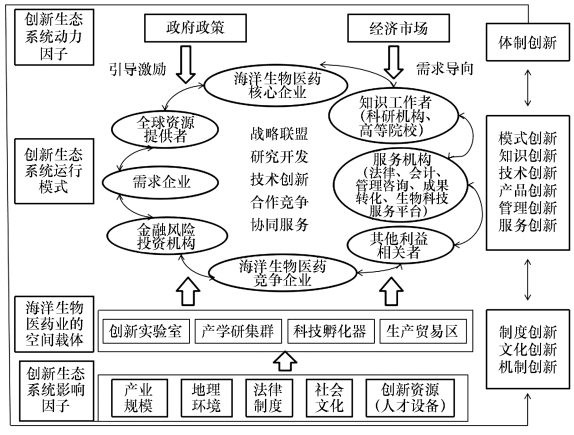

图 2　海洋生物医药产业创新生态系统

海洋生物医药产业创新生态系统的动力因子包括政府政策及经济市场的竞争与需求。政府立足于国际技术发展趋势，从国家层面出发，依据产业科技基础，通过战略定位、需求导向引导和激励海洋生物医药产业发展，形成政策配套体系。创新主体可以根据经济市场情况确定及调整创新行为。政府政策及经济市场构成了产业创新生态系统的主要动力。

海洋生物医药产业创新生态系统的运行通过核心企业从事开发和应用型创新活动，与上游全球资源提供者及下游需求企业形成主体产业链，将创新知识及成果产业化，实现创新的经济价值[14]。包括科研机构及高等院校在内的知识工作者主导基

础研究及人才培养，为创新活动提供创新思想及科技人才。服务机构是通过为创新主体提供信息咨询、资金、管理、会计、人力资源、监督等服务，协调创新主体的关系，促进创新成果生产及转化。各运行主体通过战略联盟，研究开发，合作竞争，知识共享，技术创新及协同服务等共生模式促进海洋生物医药产业的发展。

海洋生物医药产业创新生态系统的空间载体包括创新实验室、产学研集群、科技企业孵化器、生产贸易区及产业战略联盟等，进行技术转移，促进科技成果转化，实现创新资源的衔接，协同创新，使产业整体竞争力有效提升。

创新生态系统影响因子是对产业创新生态系统的运行主体有直接或间接影响的各种因素。产业规模通过市场需求、市场竞争和市场秩序等方面影响创新活动；海洋的水体环境是海洋药物先期筛选的化合物来源地，地理环境在一定程度上影响区域海洋生物医药产业的发展；法律及制度因素包括战略谋划、公共服务、投融资支撑、研发制度、管理体制等支持政策，是影响海洋生物医药产业发展速度及发展规模的重要因素；宽容并容许失败的社会环境更能激发创新行为，促进高科技的发展；创新资源尤其是创新人才是产业创新生态系统持续运行的有力保证。

3 促进海洋生物医药产业创新生态系统发展的政策建议

海洋生物医药产业创新生态系统的创新驱动优势体现在：创新主体所进行的体制创新和管理创新弥补我国海洋生物医药产业研究开发的人才、专利的欠缺；知识创新和技术创新解决关键技术的突破；机制创新和模式创新为产业的发展增加科研经费的来源；产品创新和服务创新扩大产业规模；制度创新和文化创新为海洋生物医药产业的发展提供有利于创新活动开展的社会环境。以此平衡各部分的发展，修复系统短板，使海洋生物医药产业生态系统具有持续创新能力。除此之外，海洋生物医药产业创新生态系统协调发展是创新优势发挥的基础，应形成促进海洋生物医药产业创新生态系统结构运作的良好机制，以解决现存海洋生物医药产业现存的发展问题 。

(1)增加产业创新生态系统动力因素。加强顶层设计，通过竞争性的公平方式分配政府资金，激发创新链中的研究主体的积极性，扶持重点放在核心产品，通过价格补贴、消费税减免、消费贷款贴息等方式加大对终端用户的政策支持。改革国家医药和质量管理的评估与审批体系，加强投融资体系及公共服务平台构建，提高海洋生物医药制品的宣传力度，降低用户购置成本以刺激市场需求。形成有利于创新的制度环境并以经济市场需求为导向的有机生态系统。

(2)实现根本性技术创新。技术创新是推动海洋生物医药产业创新生态系统发展的制高点。要加大对海洋生物医药产业核心技术的基础科学研究及应用型研究，利用海洋特有生物资源，开发自主知识产权的海洋创新药物和新型海洋生物制品。通过高质量及高内涵筛选技术和新靶点的发现，开发具有资源特色和自主知识产权、靶点明确、结构新颖、作用机制清晰、安全有效，且与已有上市药物相比有较强竞争力的海洋新药。利用现代生物技术，形成并壮大工业、医药、生物技术用酶，医用功能材料等新型海洋生物医药产业。

(3)建立及健全创新生态系统运行的机制。海洋生物医药产业创新生态系统的运行需要合理的运行机制作为保障。其运行机制包括风险识别与防范机制、聚集机制、传导与扩散机制、利益分配机制、协同共生机制、环境匹配机制等。同时，鉴于海洋生物医药产业的高风险特性，需健全市场准入和退出机制，完善企业破产制度，促进创新联盟、技术中介等新型创新组织的发展。

(4)注重海洋生物医药产业空间载体的培育。促进产、学、研合作从松散、短期、单项技术合作转向在技术研发、知识生成、产业示范与商业化中的稳固合作关系。推进创新实验室、科技孵化器及各项技术平台的专业化市场化运行，创新专利经营模式，落实专业转化实施，促进海洋生物医药产业从研究开发到产业化的有机链接，促进创新成果产业化。

(5)完善产业创新生态系统影响因素的建设。

海洋生物医药产业创新生态系统目前处于发展的初期，由于产业发展成本高，不稳定，规模小，产业发展建设应附着于整个产业创新生态系统的系统化能力建设。重视基础设施的完善及创新人才、智库的引进及培养，完善投融资体系，营造有利于创新的法律、社会及人文环境。

参考文献

[1] 刘堃.中国海洋战略性新兴产业培育机制研究[D].青岛：中国海洋大学，2013.

[2] Council on Competitiveness.Innovate America：thriving in a world of challenge and change[R].National Innovation Initiative Interim Report，2004.

[3] 曾国屏，苟尤钊，刘磊.从“创新系统”到“创新生态系统”[J].科学学研究，2013，31(1)：4－12.

[4] 李其玮，顾新，赵长轶.产业创新生态系统知识优势的内涵、来源与形成[J].科学管理研究，2016，34(5)：53－56.

[5] 李其玮，顾新，赵长轶.创新生态系统研究综述：一个层次分析框架[J].科学管理研究，2016，34(1)：14－17.

[6] 李晓华，刘峰.产业生态系统与战略性新兴产业发展[J].中国工业经济，2013(3)：20－32.

[7] 孟菲.基于全球价值链的中国海洋生物医药产业发展研究[D].青岛：中国海洋大学，2015.

[8] 罗兴婷. 我国海洋生物医药产业创新系统构建及运行机制研究[D].湛江：广东海洋大学，2018.

[9] POTER M E.Competitive Strategy[M].New York：Free Press，1980.

[10] POTER M E.Competitive Advantage[M].New York：Free Press，1985.

[11] 袁纯清.共生理论—兼论小型经济[M].北京：经济科学出版社，1998：96.

[12] 梅亮，陈劲，刘洋.创新生态系统：源起、知识演进和理论框架[J].科学学研究，2014，32(12)：1771－1780.

[13] 刘辉军，白福臣，周墨.基于 PEST－SWOT 分析的我国海洋生物医药产业发展对策研究[J].广东海洋大学学报，2017，37(5)：24－29.

[14] 张笑楠.战略性新兴产业创新生态系统构建与运行机制研究[J].技术与创新管理，2016，37(6)：595－618.