回声模型视角下的蓝色经济系统自适应机制研究

张玉洁，张伟，郑莉，周怡圃，杨娜

（国家海洋信息中心 天津 300171）

摘要：为了深入研究海洋经济的发展问题，结合可持续发展理念，引入蓝色经济系统的概念并对其内涵进行了阐述。在此基础之上，论证了蓝色经济系统具备复杂适应系统的基本特征，应用复杂适应系统理论中的 Echo 模型，构建了蓝色经济系统的运行模式并分析了其自适应机制，得出了“蓝色经济系统及其子系统可以通过创新机制、学习机制、协调机制及进化机制来实现自适应行为”的结论，为蓝色经济系统的运行构建了理论基础。

关键词：蓝色经济；可持续发展；Echo 模型

中图分类号：F205 **文献标志码**：A **文章编号**：1005－9857(2015)02－0080－05

纵观世界的发展，海洋经济在众多沿海国家和地区已经成为区域经济发展的强劲动力[1]。我国近年来也逐步重视海洋经济的发展，在十八大报告中也提出了以海洋经济发展为基础的海洋强国战略。随着环境问题的日益突出，以海洋经济为主体、承载着可持续发展理念的蓝色经济的概念受到了广泛的关注和深入的研究。第二届亚太经合组织蓝色经济论坛的成功举办，使得这一理论融合了国内外的先进经验，将成为沿海地区经济发展的基本理念[2]。

目前对于蓝色经济的研究尚处于空白，鲜有从系统论角度研究蓝色经济的文献，理论体系欠完善。本研究将站在系统的角度研究蓝色经济，引入复杂适应系统（CAS）的基本理论，以 Echo 模型为基础构建蓝色经济系统中主体的行为模式并分析其自适应机制，以期完善蓝色经济的理论体系，拓展蓝色经济的研究思路，促进蓝色经济的健康发展。

1 CAS 框架下的蓝色经济系统内涵及特征

1.1 蓝色经济系统的内涵

随着蓝色经济的发展，可持续发展理论被引入其中，即具有经济、社会、资源、环境可持续性的、发展前景良好的海洋经济[3]。本研究所涉及的蓝色经济系统是一个以海洋经济子系统发展为支撑，以社会子系统发展为基础，以资源环境可持续利用为发展原则，融入当代海洋文化，综合利用科学技术、创新平台、物流工具、人才体系等有利条件，努力联动陆海资源，最终实现经济效益、社会效益、空间规模最大化的动态运行的复杂经济系统。如图 1 所示，即为蓝色经济系统的运行结构。

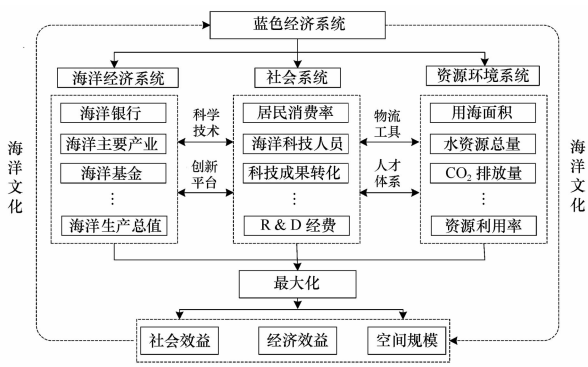

图 1 蓝色经济系统的运行结构

1.2 蓝色经济系统的 CAS 特征

复杂适应系统用来描述具有较高级别自组织能力的对象，它可以通过内部的图式集对外界的刺激行为产生应对措施，从而使刺激行为产生不确定性的结果，其根本特征是具有自主行为能力[4]。这一理论最初由 John Holland 教授提出，并总结出复杂适应系统的 4 个基本特征，即聚集、非线性、多样性和流。现实系统中的金融市场、动物群体、城市系统等具有不同组织形式的联合体都属于复杂适应系统。通过调查研究，蓝色经济系统具备复杂适应系统的基本特征（图 2）。

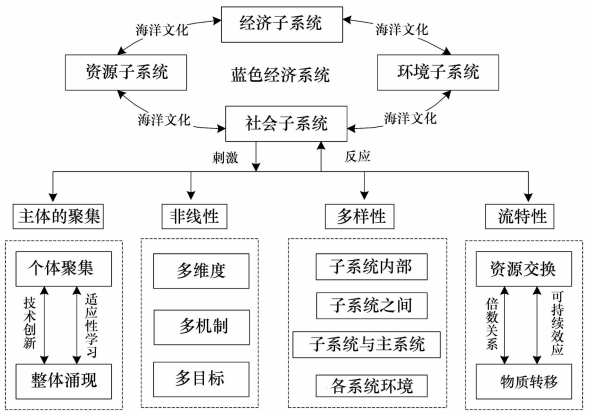

图 2　蓝色经济系统的 CAS 特征

1.2.1　蓝色经济系统中主体的聚集

海洋特殊的地理区位和交通情况决定了海洋经济系统发展的空间在临海区域、交通便利的地区，这为聚集效应的产生创造了有利条件。在我国，海洋经济系统主要集中在 11 个沿海的省、市、自治区，海洋工业产业的聚集加强了技术间的沟通创新；海洋科研机构的聚集通过适应性学习机制，加速知识的流通速度，催化新知识的产生[5]。同时，个体的适应性聚集促进整体的涌现现象，带动海洋旅游等新兴产业的发展，从而形成具有地域特征的独特海洋文化。

1.2.2　蓝色经济系统的非线性特性

Holland 教授认为，复杂适应系统中主体的非线性关系是其多维度复杂结构产生的原因，而主体的自适应机制是非线性关系产生的根本因素。蓝色经济系统中的社会系统、经济系统、资源环境系统本身是蓝色经济系统中的二级复杂系统，这些二级系统内部、二级系统之间、二级系统与主系统以及与外部环境之间的相互作用具有随机性及创新性，因此是非线性的关系[6]。同时，蓝色经济系统中的子系统都是具有自适应机制的复杂系统，使得其内部的信息、行动、反馈等具有不可预见性。因此，蓝色经济系统中的主体系统之间是多维度、多机制、多目标的非线性关系。

1.2.3　蓝色经济系统中主体的多样性

就复杂适应系统而言，多样性是复杂性产生的根源。具体到蓝色经济系统，其多样性主要表现在 4 个方面：① 子系统内部的多样性。在社会、经济、资源环境等子系统中，系统主体具有不同的资源，从事不同的工作。② 子系统间合作方式的多样性。各子系统之间的关系是促进与制约并存：资源环境子系统为社会子系统与经济子系统提供活动空间及资源保障，同时经济子系统的发展对于保护环境、社会维稳、资源优化等方面也具有促进作用。③ 子系统与主系统合作方式的多样性。主系统与子系统之间可以从经济、资源、技术、信息、能源、文化等多方面进行多层次的交流合作。④ 各系统环境的多样性。蓝色经济系统所处的政策环境、文化氛围、技术环境、国内外形势等都处于不断变化的过程中，其发展趋势具有不确定性，这也是多样性的具体表现[7]。

1.2.4　蓝色经济系统中主体的流特性

复杂适应系统的非均衡使得内部存在着大量的信息、技术等资源的流动。在蓝色经济系统中，信息流、资金流、能源流等构成了经济子系统；项目流、技术流、人才流等构成了社会子系统；资源流、产业链等构成了资源环境子系统；子系统内部、子系统之间的资源交换，物资转移等形成了复杂的流动关系。蓝色经济系统中的流特性表现为两大特征：一是倍数关系，这一关系使得正面标志得到不断加强，从而强有力地推动系统的发展，如社会系统中的技术流与经济系统中的资金流相互作用，会极大推动区域海洋产业的发展；二是可持续效应，蓝色经济系统本身具有可持续发展的特性，如海洋旅游产业可以在保护资源的前提下带动周边产业的发展，并且这种发展具有良性循环及持续发展的可能[8]。

2　基于 Echo 模型的蓝色经济系统的主体行为模式

2.1　Echo 模型的基本理论

Echo 模型是 Holland 教授以微观模型为基础，建立在环境、主体、行为模式等要素的基础上，以资源和位置为组成单位的系统宏观模型[9]。主体 Agent 由储存资源的仓库和储存行为的行动模块两个部分组成，并以搜索匹配其他主体资源并交换利用为主要功能。在主体进行资源交换的过程中，其搜索匹配主要由进攻标志(aggression ID)和防御标志(recovery ID)组成，通过对比标志的匹配程度来决定交互的行为方式，Echo 模型的主体模型如图 3 所示。

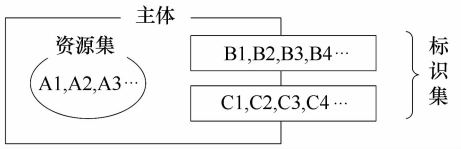

图 3 Echo 模型的主体模型

2.2 蓝色经济系统的 Echo 模型

蓝色经济系统是以资源、环境、资金为节点，以信息、科技、人才、文化等为纽带组成的动态系统，其中主体以互补程度为选择的主要依据。基于 Echo 模型的蓝色经济系统主体的行为模式如图 4 所示。

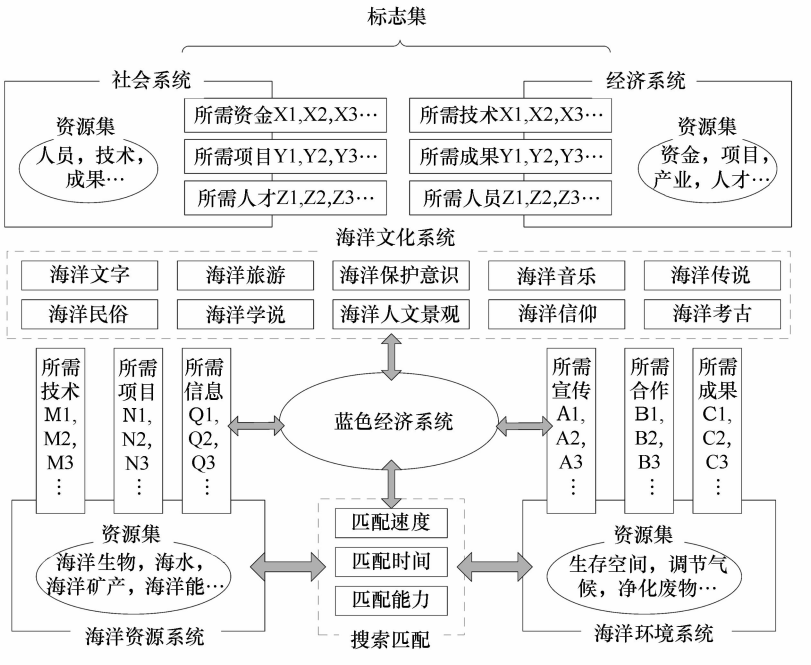

图 4 基于 Echo 模型的蓝色经济系统主体的行为模式

2.2.1 蓝色经济系统的匹配因素

根据 Echo 模型理论，系统主体进行搜索匹配的过程是由主体能力及环境共同决定的，而主体能力存在差异且系统环境也不断更新，导致这种交互作用的强度也有所不同。这一差异在蓝色经济系统中表现为不同产业，不同沿海地区、不同项目以及不同主体应用技术的能力不同。为了准确衡量匹配的程度，引入匹配速度、匹配时间和匹配能力 3 个维度来描述匹配过程[10]。在蓝色经济系统中，由于信息传递的途径以及地区发展水平存在差异，使得社会系统中的技术应用到资源环境系统中的开发项目的效率不同，这就是匹配速度要素；经济系统中的资金资源与环境系统中的空间资源具有时效性，不同时间节点的匹配会产生不同的结果，这就是匹配时间要素；海洋文化系统中的不同要素与社会系统中具有差异性的人员及空间匹配时，结合程度及结合成功率不同，这就是匹配能力要素。

2.2.2 蓝色经济系统的标志区

蓝色经济系统是一个存在次级复杂适应系统的动态系统，其内部不间断地进行着进攻——防御过程。这一过程的效率及程度由相互作用主体的需求标志及资源集决定：当一方主体的资源集与另一方主体的需求标志完全匹配时，进行深度合作；否则进行部分合作或不合作。如在蓝色经济系统中，当社会子系统出现新技术新人才并恰好可以应用到资源环境子系统的开发保护，且经济子系统具有足够的资源完成匹配过程时，二者可以进行紧密合作。

3 基于 Echo 模型的蓝色经济系统的自适应机制

蓝色经济系统是以社会子系统、经济子系统、资源环境子系统为主要部分，以海洋文化系统为联动部分，受自然、政策等外部条件影响的

复杂适应系统。除了具备复杂适应系统的一般特性外，还具有层次复杂、结构多样、多维评价标准等特征[11]。依据 Echo 模型的基本理论，深入研究蓝色经济系统的自适应行为，得出系统可以通过创新机制、学习机制、协调机制以及进化机制完成对环境的适应性行为。基于 Echo 模型的蓝色经济系统的自适应机制如图 5 所示。

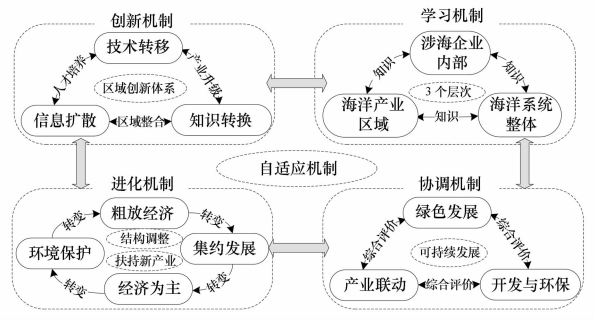

图 5　基于 Echo 模型的蓝色经济系统的自适应机制

3.1　蓝色经济系统的创新机制

Echo 模型中主体通过标志集与资源集的匹配完成信息的转移转换，并与内部的资源集整合实现提炼创新的过程。由于系统内部的交流、共享行为使得知识有逐步形成共同意识的趋势，反映到蓝色经济系统就是通过信息扩散、知识转换、技术转移等手段形成海洋文化。蓝色经济系统的创新机制的核心是形成区域创新体系，其根本推动力是科技创新，结合人才培养、产业升级、区域整合实现系统的可持续发展。

3.2　蓝色经济系统的学习机制

CAS 理论认为，系统主体为了适应环境的改变，可以通过主动性的学习调整自身行为，这种改变也促进了系统的发展。就蓝色经济系统而言，其学习的过程分为 3 个层次：海洋企业内部的学习，海洋产业区域的学习以及海洋系统整体的学习，3 个层次中的知识传递没有层次以及顺序的限制[12]。海洋企业内部的知识创新通过信息共享、技术互动、知识扩散等影响到区域海洋产业的发展，区域海洋产业利用系统的涨落，可以提升海洋系统整体的活力；反之亦然。

3.3　蓝色经济系统的协调机制

蓝色经济系统是由多子系统构成的复合型复杂系统，其内部的主体具有多维的运行方式与利益目标，而系统整体目标的实现需要多个系统的有效协作。作为蓝色经济系统的子系统，经济子系统的以效益最大化为目标，社会子系统以和谐与稳定为目标，资源环境子系统以保护与永续利用为目标，为了优化系统的运行从而达到最大效率，就需要构建合理的协调机制来均衡多方的利益关系。可以将 Echo 模型中的选择性交互作用机制、交叉复制机制、条件变换机制等应用到蓝色经济系统中，表现为海洋区域产业联动、开发与保护并重、低碳绿色发展等，综合的评价指标可以使资源在系统中协调分配，优化系统的运行。

3.4　蓝色经济系统的进化机制

根据复杂适应系统理论，系统发生涌现需要具备非线性、不平衡、引力等特征，为了削弱系统的不平衡性产生的各种行为是系统进化的动力。蓝色经济系统内部的资源、信息、技术等的非平衡是促进系统产生涌现现象的动力。从最初的片面追求经济效益的粗放型经济到现在综合评估社会、经济、环境的综合效益的环保发展，以及大力倡导的调整海洋经济发展结构、扶持海洋服务业、海洋战略性新兴产业等措施，都是蓝色经济系统在适应环境变化过程中产生的涌现、进化的现象。

4　结束语

以海洋经济为主体，承载了可持续发展理念的蓝色经济，已成为我国建设海洋强国战略的重要组成部分。将复杂适应系统理论引入蓝色经济系统中，并将其分为社会子系统、经济子系统、资源环境子系统以及海洋文化子系统，从而更清晰地观察其内部的运行结构。应用 Echo 模型，对系统的匹配因素及标志区进行了分解，得出了蓝色经济系统可以通过创新机制、学习机制、进化机制及协调机制完成对环境的自适应行为。将 CAS 理论引入到对蓝色经济系统的研究，开拓了海洋经济的研究思路，也为系统论在这一领域的进一步应用奠定了基础。

参考文献

[1] ZHANG Zhong-lin, WANG Li-quan. Design and research on the two-joint mating system of underwater vehicle[J]. China Ocean Eng,2008,27(1):111－120.

[2] 隋映辉. 中国经济定调蓝色崛起[J]. 商周刊,2010,10(11):49.

[3] 杨瑾,李震. 浅议我国蓝色经济研究兴起的背景及发展规划[J]. 海洋开发与管理,2013,30(1):73－76.

[4] 孙瑞杰,李双键. 中国海洋经济发展水平和趋势研究[J]. 海洋开发与管理,2013,30(1):63－68.

[5] 孙吉亭. 蓝色经济研究[M]. 北京:海洋出版社,2009:12－15.

[6] 约翰·H·霍兰. 隐秩序:适应性造就复杂性[M]. 周晓牧,等,译. 上海:上海科技教育出版社,2000.

[7] KORNAI J. The socialist system: the political economy of communism[M]. New Jersey : Princeton University Press, 1992: 69－78.

[8] 董志强. 以科技资源配置与开发助推烟台蓝色经济区建设[J]. 环渤海经济瞭望,2013(1):19－23.

[9] 蒋以山,谢维杰,高正,等. 发展海洋化工业 振兴蓝色经济[J]. 海洋开发与管理,2013,30(1)::77－79.

[10] 白世贞,郑小京. 供应链管理复杂系统三层:回声模型的研究[J]. 价值工程,2010(17):8－10.

[11] 杨瑾. 我国海洋化工业现状及金融危机下的发展对策[J]. 海洋开发与管理,2010,27(11):78－79.

[12] WILDBERGER A M. Complex adaptive systems concepts and power industry application[J]. Control Systems Magazine,1997,17(6):77－88.