

# 区域创新系统运行的种群生态学机制

沈 能<sup>1, 2</sup>

(1. 福建师范大学经济学院博士后科研流动站, 福建福州 362014;

2. 苏州大学商学院, 江苏苏州 215021)

**摘 要:** 应用生态学原理分析区域创新系统的运行机理, 分析区域创新系统中生态位、生态因子及种群关系, 并分析各生态要素在区域创新系统过程中的因果关系, 并建立区域创新系统及其子系统的 SD 模型, 为区域技术创新活动的生态化管理提供理论指导和实践参考。

**关键词:** 区域创新系统; 生态位; 生态因子, 系统动力学

**中图分类号:** F062.2

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.3772/j.issn.1674-1544.2011.06.011

## Sbiotic Evolution of Regional Innovation system Based on Population Ecology

Shen Neng<sup>1,2</sup>

(1. Postdoctoral Station, School of Economics Fujian Normal University, Fuzhou 350108; 2. School of Business, Soochow University, Suzhou 215021)

**Abstract:** Explaining the complexity of the regional technological innovation with ecological theory innovation has become a cutting-edge topic. This paper uses the principle of ecology to analyze the operation mechanism of the regional innovation system, ecological factors and population and causality in the process of regional innovation system. Finally, the paper establish SD model for regional technology innovation to provide theoretical guidance and practical reference.

**Keywords:** Regional Innovation System, Niche, Ecological factors, System Dynamics

## 1 引言

20 世纪 70 年代以来, 生态学思想逐渐向管理领域渗透融合, 运用生态学思想来分析和阐释创新的复杂性问题的已成为一个前沿的课题和研究方向<sup>[1-2]</sup>。但现在对区域技术创新系统的生态学研究仍属起步阶段, 没有形成系统的区域创新生态理论, 不足的地方表现在: 对区域创新系统中各创新种群的地位、相关关系和互动关系研究不够深入; 现有研究集中在要素之间的单向联系,

缺少系统的、动态的研究, 尤其是缺乏创新资源配置视角的研究; 对影响区域创新生态系统运行的影响因素研究不够。

本文关于区域创新系统运行的生态学分析, 是在对区域技术创新系统理论和生态理论提炼的基础上, 从微观层面探讨影响和制约区域创新系统运行的各种因素, 确定系统中各创新主体的作用和互动机制, 设计区域创新系统运行机理的系统动力学模型, 对区域创新系统运行的内在动因和模式进行系统性的研究, 为区域技术创新活

**作者简介:** 沈能 (1976- ), 男, 苏州大学东吴商学院副教授, 福建师范大学经济学院博士后科研流动站理论经济学博士后, 研究方向: 技术创新。

**基金项目:** 国家自然科学基金“基于群落生态学的高校科技创新系统演化机理、识别与调控研究”(71003023); 福建省社科规划项目“我国公共 R&D 资源空间分布及优化配置研究”(2011B075); 2010 年中国科技资源导刊合作研究项目“基于种群生态理论的区域创新网络共生机制研究”(DK2010-02009)。

**收稿日期:** 2010 年 1 月 5 日。

动的生态化管理提供理论指导和实践参考。

## 2 区域创新系统的生态特征

区域创新生态系统是由创新种群(企业、大学、研究机构、政府组织以及中介机构)组成且相互作用的,为创造、生产、传播和应用知识且形成的一个网络系统。区域创新系统类似于自然生态系统,具有动态的高阶次非线性复杂性特征。系统其边界模糊,各组分之间形成多重反馈环,且系统各要素之间并非简单的线性依赖关系,而是非线性的复杂相互作用关系。由于系统的不确定和复杂性,使得原因和现象、原因和结果在时空上通常是分离的,区域创新系统的运行机制难以直观地认识和判断。

考虑到区域创新系统的复杂性,为了准确地剖析区域创新系统内部的运行机理和演化动因,本文借用系统动力学来揭示区域创新系统的错综复杂的生态关系。系统动力学(SD)被誉为社会经济系统的“战略与政策实验室”,最早由美国麻省理工学院的福瑞斯特(Jay W. Forrester)教授于1956年提出。该方法以仿真技术为手段,以反馈控制理论为基础,处理具有时滞和非线性的复杂系统问题,并对复杂系统问题进行动态的、长期的仿真分析。采用系统动力学方法,首先应认识研究对象的特征,即研究对象应具备的条件。从区域创新生态系统的组成要素来看,其具备了应用SD方法研究的基本条件。主要表现在:(1)系统具有反馈环是SD方法应用的前提,区域创新生态系统运行过程内含反馈环;(2)区域创新生态系统内存在多重反馈环,决定了系统结构的复杂性和抽象性;(3)区域创新生态系统运行过程中,原因和结果在时间和空间上是分离的,而且存在较大的延迟;(4)区域创新生态系统各组分之间具有明显的非线性特征,且作用关系复杂;(5)区域创新生态系统运行具有较强的创新惯性,创新惯例的存在会对外部生态环境的变化产生抵制,且其长期效果和短期效果往往相反;(6)区域创新生态系统运行中的许多现象是一次性的,所以不适宜在实际系统中做试验。

采用系统动力学可以充分考虑区域创新生态系统的上述特征,注重系统动态的演化动因和演

化模式,一方面可以从系统性、整体性的角度映射系统的时空变化,另一方面可以为剖析系统运行的根源提供参考和依据。

## 3 区域创新系统的种群生态要素

### 3.1 生态目标

区域创新生态系统的目的是通过创新单元的创新资源输入,生产知识产品,并实现知识产品的商业化和产业化输出,实现区域创新生态系统的良性循环,最终提高区域的收益水平<sup>[3]</sup>。区域创新生态系统的输出端可以分为两类:一类是有形的“硬知识产品”;另一类是无形的“软知识产品”。

### 3.2 生态位

生态位是指物种在生态系统中的地位和角色。如果某一生物种群的生态位一旦确定,其只能利用特定的资源,在确定的环境条件和特定的时间范围内生活。区域创新生态系统中各创新单元(种群)通过共生界面相互作用促进经济科技的对接,使创新资源得到优化配置,推动区域经济的和谐发展。要发挥创新主体的能动性,独立性是区域创新生态系统创新主体应具备的基本条件。也即是指创新主体能独立地实施创新活动,独立地与其他主体开展创新合作,独立承担创新活动的风险和收益。基于上述认识,区域创新生态系统涉及企业生态位、大学、科研机构生态位、政府机构生态位、中介机构生态位等。

(1)企业。在区域创新生态系统中处于主体地位,一方面从大学、科研机构等获取知识产品,另一方面通过企业的创新组织,对知识产品进行商业化和产业化,最终向消费者提供消费产品,满足消费者对知识产品消费的需求。

(2)政府部门。在区域创新生态系统中,政府处于一个特殊的生态位上,它不是技术创新的直接参与者,而是负责实施创新资源的配置、规范创新主体的竞合行为,提供基础设施保障等。

(3)大学、科研机构。在区域创新生态系统中,大学和科研机构处于创新价值链的上游,它们的主要功能在于基础研究和应用研究,是企业最重要的外部创新知识源。高校是知识的生产

者,是创新的源头。发挥自身学科、人才的综合优势为其他知识价值链的下游提供原始知识。对高等学校提供的原始知识进行加工、提炼和传播。

(4)中介机构。是区域创新生态系统不可或缺的组成部分,是区域创新生态系统活动的延续和补充,它便利了知识的流动和共享。这里的中介机构一般包括金融机构、孵化机构、技术商业平台等。

### 3.3 生态因子

区域创新生态系统中各创新主体相互作用,在多重反馈环中体现出系统的整体性功能,而不是各创新主体功能的简单加总<sup>[4]</sup>。各创新种群作为生态系统的子系统,有其自身的运行特点和目标,会受到不同的外界环境作用。因此,区域创新生态系统的良性运行会受到多方面的影响,涉及经济、科学、技术、社会、文化等诸多因素。往往这些因素相互交织,发挥合力的作用。生态因子是指环境中对生物的生长、发育、生殖、行为和分布有直接或间接影响的环境因素,如光照、温度、湿度、气体、食物及其他生物等。

#### 3.3.1 内部生态因子

第一,企业的创新意识。企业创新意识是区域创新生态系统平稳运行的原动力,是企业把握创新机会、产生创新欲望、引发创新行为的内在心理,创新意识取决于企业家的创新精神、员工的创新水平和能力、创新行为的物质激励以及整个社会的创新文化和氛围等方面。

第二,利益。利益是创新主体共同追求的,创新主体持续创新的驱动力。利益不仅包括物质利益,还包括非物质利益,如成果归属权、专利、奖励、声誉等。不同的创新主体有不同的利益追求。一般来说,企业希望通过参与区域创新生态网络,以较低的成本和较小的风险从外界获取创新知识源,根据市场的创新产品需求,增强其市场开发能力,提高其创新核心竞争力,最终扩大市场占有率,扩大企业知名度,降低生存压力,实现企业的可持续发展目标。大学和科研机构除了获取经济利益外,还希望通过参与创新价值链活动,提高自身的学术地位和影响力,培养出更多的创新型人才,使自己的创新知识资源进

入良性循环状态提供条件。

第三,已有创新生态适宜关系。创新主体之间已有的互动联系是它们再次合作的前提和基础。在区域创新生态系统运行过程中,知识流在不同的主体之间的共享,形成了互惠共享、竞合、寄生等多重网络联系,为新一轮的创新网络构建提供了“催化剂”,为创新资源的更有效配置、降低创新成本、控制创新提供了平台。

#### 3.3.2 外部生态因子

除适宜的生态内部因子外,能实现区域创新生态系统良性运行的还有外部生态因子。这些外部生态因子通过驱动、激发或转化区域创新生态系统内部因素,促进系统的可持续发展。外部生态因子主要包括以下因素。

(1)创新文化。宽容失败、鼓励冒险的创业文化因子是区域创新系统中创新群落形成和演化的催化剂,就像区域创新活动所需的阳光和空气。创业文化因子刺激和推动创新种群各方为了创业和创新而合作,浓厚的创业文化因子使得创新种群的强度和频度加强,从而形成了创新种群相互联系、相互作用的群落环境,而且这种创业文化有强烈的地区根植性。

(2)法制环境。区域创新群落的形成和演化需要完备的法制环境生态因子,这样才使能合作各方的利益得到保障,合作活动才能更加顺利进行。效仿硅谷的国家和地区往往忽略硅谷所依赖的法制环境。事实上,美国完备的法律环境为硅谷的成功奠定了坚实的基础。为打破研究与应用的藩篱,美国出台了有关技术转移与知识产权归属的相关法规,这些法规有利地促进了研究成果的商品化、国防科技成果的商业化及产学研合作。

(3)创新种群的多样性和分散性。区域创新生态系统强调以市场需求为导向,结合不同创新主体的比较优势,形成引领市场潮流的创新组合,最终实现知识的商业化和产业化,最终获得利润,而各创新种群具有不同的知识结构,拥有不同的知识背景,只有多样化的创新群落才能充分发挥各自的比较优势,实现创新的共享和组合,提高区域创新生态系统的稳定性和持续性<sup>[5]</sup>。

#### 4 区域创新系统的种群共生模式

种群共生通常有寄生模型、偏利共生模式和互惠共生模型3种。在寄生模型下,寄生种群离不开寄主种群。寄生种群依靠寄主种群的营养而生存,种群之间的利益是单方面的、非零和博弈,也就是有利于一方生存的同时不利于另一方的进化。就区域创新系统而言,系统中寄生种群吸收合作方的知识和技术,同时因得不到相应的补偿而成为净损失者。该种模式导致区域创新系统无法生产新的能量,合作成功性的概率很低。这种寄生模式不具有可持续性,因此在实践运行中没有普遍采用。

寄生模式向互惠共生模式过渡的阶段即是偏利共生模式。由于在偏利共生模式下,能量的分配有利于共生单元的某一方,对另一方来说,并没有实质性利益。所以,该模式同样难以产生持续共生的动力,区域创新系统不具有持久稳定的特征。目前,我国区域创新系统大都是处于该模式,由于我国市场经济体制还不完善,区域创新系统并非建立市场主体自愿的基础上实现资源共享,风险分担,而是深深地打上了政府干预的烙印。

由于以上两种共生模式存在缺陷,理想上的区域创新系统应是互惠共生模式。在互惠共生模式下,区域创新系统一方面能够产生大量的共生能量,另一方面能量可以在共生单元之间合理流动、配置,而且存在利益的双向流动机制。这种“既利己又利他”的共生模式是区域创新系统演化的必然要求。按照共生单元收益分配是否与贡献对称,互惠共生模式分为对称性互惠共生模式和非对称性互惠共生模式。

由于非对称性互惠共生模式联盟存在着非对称的利益分配机制,导致不同共生种群的能量和利益产生长期的积累性差异、非同步进化,影响共生关系的稳定性。要保持非对称性互惠共生的稳定,取决于两个因素:一是非对称性分配的程度和范围,非对称性程度越低,范围越小,共生稳定性越好。二是共生界面的性质与功能,共生界面的功能越全,性质越稳定,共生种群之间的交流与合作的频率越高、成本越低,对共生单元的

稳定作用越强。个别共生种群的进出一般并不深刻影响共生的稳定性,而共生界面的变化则会深刻影响共生的稳定性。

对称性互惠共生模式是最有效率、最稳定的共生形态,产生的共生能量在所有共生模式中是最大,而且具有对称性的利益分配机制,保持不同共生种群的利益积累相对平衡,是组建区域创新系统的理想模式。对称性互惠共生具有以下特点:一是通过共生种群的合作,产生更多的共生能量,而且使得信息、能量生产效率更高;二是该模式具有自动的对称利益分配机制,使得所有共生种群都能协同进化,获得同等的进化机会,提高生存和繁殖能力;三是共生种群不仅存在双边交流机制,而且存在广泛的多边交流机制,从而可以极大地提高共生能量而降低共生成本。对称性互惠共生关系的形状、功能创新从总体上应该是所有共生行为模式中最高。

#### 5 区域创新系统种群共生的SD模型

从创新价值链的角度看,区域创新活动涉及大学、科研机构的知识资源生产环节,企业的创新产品生产环节,创新系统利益分配环节以及政府和中介机构的创新服务环节。所以,从整体上看,区域创新生态系统可以分解为相对对立的3个子系统,即学研为主的创新知识资源生产子系统,企业为主的创新产品生产子系统,政府及中介机构为主的创新服务支撑子系统。

区域创新生态系统的创新知识生产子系统是在正反馈环中运行和发展的。一方面,学研对权益分配满意程度提高,学研参与区域创新网络的积极性提高,学研创新知识资源增加,区域科技水平提升,政府扶持力度加强,区域创新系统总收益增加,学研方收益增加,学研对权益分配满意程度提高。另一方面,学研方获得的科研资助增加,学研方学术地位提升—学研方从事创新知识生产积极性增加,学研方的创新知识产出增加。从系统动力模型的反馈路径来看,学研方从获得的科研资助资金决定了其进行创新知识生产和学术地位的先决条件。所以,为了实现创新知识生产子系统的良性发展,政府部门、企业以及金融部门应增加对学研方的科研资助投入力度,

提高学研方进行创新知识生产的积极性。

区域创新生态系统的创新产品生产子系统在这样一个正反馈子系统中运行：市场竞争力加大，市场需求增加和政府政策支持力度加强，企业参与区域创新网络的意愿加强，企业向学研方的资金资助力度增加，企业掌握的知识资源储备增加，技术成果转化进程加快，创新产品的产业化程度加快，企业的市场收益提高，区域创新系统的总收益增加，政府的扶持力度增强，企业参与区域创新网络的意愿加强。

区域创新生态系统的创新服务支撑子系统有两条正反馈环：一是政府扶持力度提高，中介创新能力增加，企业创新产品产业化程度提高，企业市场竞争力提升，区域经济实力提升，政府扶持力度提高。二是政府扶持力度提高，学研总收益增加，学研学术水平提高，地方科技发展水平提升，政府扶持力度提高。

区域创新生态系统的动力学模拟如图1所示。

需要强调的是以上3个子系统并非孤立运

行，而是相互协调、相互影响、相互制约的，共同构成一个复杂的、动态的区域创新生态系统。

区域创新生态系统是创新种群与其生存环境中其他因子基于某种共生基质，通过共生界面实现物质、能量和信息的交换，产生并分配共生能量而形成的一种网络。该系统具有一般自然生态系统的共同属性与整体运动规律，即整体性、耗散性、动态性、层次性、复杂性、稳定性和调控性。区域创新生态系统是由知识资源生产子系统、创新产品生产子系统、创新服务支撑子系统共同形成的生态网络。在该系统中，以企业为主的创新产品生产子系统处于核心地位，以学研为主的创新知识生产子系统和以政府、中介机构为主的创新服务支撑子系统是区域创新生态系统运行的推动力。

## 5 结论

区域创新系统具有类似生物群落的特征。企

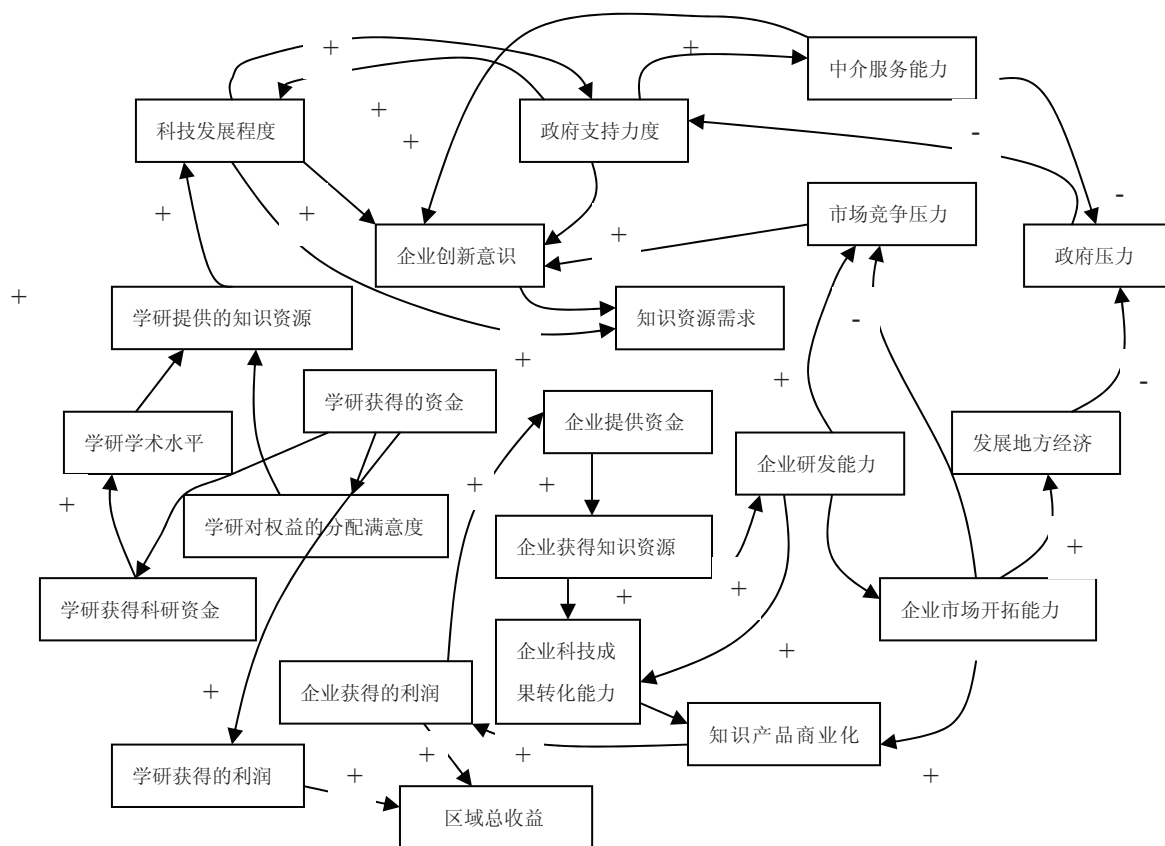


图1 区域创新生态系统的动力学

业、大学和科研机构、政府等协调组织是创新群落的种群,围绕技术的商业化过程,各个种群建立起错综复杂的关系,形成具有一定结构和功能的生态系统。与生物群落的特征不同,区域创新系统中创新群落的核心是技术,种群之间的关系是靠技术和创新联系起来的,所以,创新群落具有鲜明的社会化特征。创新群落种群之间传递的营养和能量不是食物,而是知识。创新群落由直接参与创新的下层结构组织和发挥协调作用的上层建筑组织种群构成。

本文运用群落生态学的观点和方法研究产学研合作创新,把区域创新系统看作一个创新群落,从生态位、生态因子、种群关系等方面展开研究,并以系统和演化的观点研究了区域创新系统的演化机制,在研究方法上应该说是一种突破。由于本人时间和精力有限,本文研究只是抛砖引玉,还有许多问题需要继续研究,如创新群落的边界问题,创新群落的规模问题,技术与群落的共同进化问题,以及群落文化的形成和塑造等问题。这些问题都是笔者今后进一步努力的方向。

## 参考文献

- [1] Ron Adner. Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem[J]. Harvard Business Review, 2006,84(4):98-107.
  - [2] Kayano F, Chihiro W. Japanese and US Perspectives on the National Innovation Ecosystem [J]. Technology in Society, 2008,30(1): 49-63.
  - [3] Fu Yifang, Zhu Bin. Research on the Constantly Innovation Ecosystem of Hi-tech Industrial Clusters[J]. Studies in Science of Science, 2004,22(12):128-134. (in Chinese)  
〔傅羿芳, 朱斌. 高科技产业集群持续创新生态体系研究 [J]. 科学学研究, 2004,22(12):128-134.〕
  - [4] Zhang Yunsheng. The Coupling Strategies of Innovation Ecosystem in Hi-Tech Industry[J]. China Soft Science, 2009(1):134-143. (in Chinese)  
〔张运生. 高科技产业创新生态系统耦合战略研究 [J]. 中国软科学, 2009(1):134-143.〕
  - [5] Miao Hong, Huang Lucheng. A Study on Revaluation of Regional Technological Ecosystem[J]. Science and Technology Progress and Policy, 2008(8):146-149. (in Chinese)  
〔苗红, 黄鲁成. 区域技术创新生态系统健康评价研究 [J]. 科技进步与对策, 2008(8): 146-149.〕
- 
- (上接第58页)
- Information Accessibility[EB/OL].[2011-10-10]. <http://www.cdpmf.org.cn/special/xxwza/index.htm>. (in Chinese)  
〔中国残疾人信息无障碍关键技术支撑体系及示范应用网上专题 [EB/OL].[2011-10-10]. <http://www.cdpmf.org.cn/special/xxwza/index.htm>.〕
- [10] Liu Qiang, Zeng Minzu. The Construction of Sustainable S&T Information Service in China[C]// Proceedings of the 45th Anniversary of S&T Information Conference. Beijing: China Petrochemical Press, 2001:25-32. (in Chinese)  
〔刘强, 曾民族. 构筑可持续发展的科技信息服务业[C]// 庆祝中国科技信息事业创建45周年学术研讨会论文集. 北京: 中国石化出版社, 2001:25-32.〕