

区域创新系统多创新极共生演化动力模型^①

胡 浩, 李子彪, 胡宝民
(河北工业大学管理学院, 天津 300401)

摘要: 区域创新系统已逐渐成为学术界和政策制定者关注的热点. 本文界定区域内创新活动密集、创新规模较大、创新能力具有代表性、对区域有明显支撑和带动作用的产业创新子系统为区域中的创新极. 将区域创新系统视为多创新极共生演化系统, 建立基于多创新极共生的区域创新系统概念模型. 进而对区域创新系统中创新极间共生演化模式进行分析, 建立多创新极共生演化动力模型, 并进行了模拟, 发现区域创新系统间的区别在于区域内创新极的数量、强弱及创新极间的共生关系. 区域创新系统演化的结果受区域内创新极间的共生关系影响. 本文的理论贡献在于认为区域创新系统由区域产业创新子系统组成, 并在中观层面给出一种区域创新系统演化模型的新描述.

关键词: 创新极; 区域创新系统; 生态学分析; 共生演化; 共生系数

中图分类号: F224.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2011)10-0085-10

0 引 言

自20世纪90年代区域创新系统理论引入我国以来, 就一直受到我国社会各界的关注, 已逐渐成为学术界和政策制定者关注的热点. 界定区域创新系统内涵与本质可以使我们更有效的提出科学的政策来指导实践. 在现有的文献中, 对“什么是区域创新系统”的描述出现了如下观点: (1) 要素组成论, 认为区域创新系统是一种客观存在的, 由企业、高校、政府、中介机构等要素组成的创新体系, 如Cooke^[1]、邵云飞^[2]等文献; (2) 复杂系统论, 认为区域创新系统是一个具有开放边界的复杂系统, 如Sheri M. Markose^[3]、刘曙光^[4]等文献; (3) 唯制度论, 认为区域创新系统是依靠科技创新发展区域的一套区域制度安排, 是为使技术更好地促进经济增长的关系、组织、制度安排, 是使科技进步长入经济增长的制度和框架安排,

如Jorge Niosi^[5]、OECD^[6]文献; (4) 创新网络论, 认为区域创新系统内主体要素之间的相互作用关系构成一种创新网络, 区域创新系统的关键在于创新网络, 如Chiffolleau, Y^[7]文献; (5) 技术扩散论, 认为区域创新系统是围绕技术发展和应用而组织起来的技术扩散系统, 如Temela^[8]、Kavita Mehra(2001)^[9]等文献; (6) 资源配置论, 认为区域创新系统是国家创新系统的区域层次, 是区域内优化资源配置的方法论, 如顾新^[10]、丁焕峰^[11]的文献且每种观点均有发展成一个被广泛使用的政策制定理论依据的可能.

但是对于区域创新系统本质的研究尚不深入, 仍处于探讨阶段. 许多研究“抽象”掉的实际因素过多, 使对区域创新系统的刻画处于“静态、平面结构”状态, 不能从本质上为区域创新的测度、建设提供针对性指导. 已有的研究成果距离区域创新系统成为一个能被广泛使用的理论分析框

① 收稿日期: 2010-11-01; 修订日期: 2011-05-01.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70773035); 河北省科技计划资金资助项目(10447231D; 10457203D-1); 唐山市科技计划资金资助项目(07140201B-6).

作者简介: 胡 浩(1970—), 男, 天津人, 博士生. Email: huhao@taea.gov.cn

架,为区域创新政策的制定提供理论基础的目标尚有一段距离(David Doloreux, Saeed Parto)^[12]. 究其原因,一是由于研究的时间尚短;二是很多研究无意中将区域创新系统作为一个独立的系统,孤立研究,脱离了它赖以生存的区域经济现实;三是很多研究从静态角度对创新系统截面表现进行研究,忽视了创新系统的动态特性和演化过程.

因此,本文将区域创新系统与区域经济发展联系起来,认为(1)不同的区域具有不同的区域经济,不同的区域经济具有不同的区域创新系统,区域创新系统与区域环境是相互依存、相互作用的一一对应关系.区域创新系统是由区域多个产业创新子系统组成,区域技术创新活动的内容、规模及绩效等与区域的产业结构密切相关;(2)区域内的产业须具备一定条件才能形成产业创新子系统.经过对多个区域创新系统演化过程的观察发现,系统的发展是由系统内达到一定规模,满足一定条件的产业创新子系统带动和引领的,像区域的“极”.因此将区域内的创新型产业定义为创新极,在区域经济发展中发挥着引领作用,具有时空特性、技术多样性、创新持续性、知识和技术溢出效应、演化不确定性等;(3)区域内产业创新子系统之间相互关系及效率决定区域创新

系统的能力和效率.将区域创新系统视为多创新极共生演化系统.诸多创新极共生发展,带动整个区域创新系统发展演化,促进整个区域创新能力的提升.在此基础上,本尝试利用生态学方法对区域创新系统中创新极间共生演化模式进行分析,并建立多创新极共生演化动力模型,以期提出对“什么是区域创新系统”的新刻画.

1 多创新极共生演化的区域创新系统网络

在区域创新系统中使用生态学理论与方法是交叉学科方法的具体应用(黄鲁成)^[13],显示了超凡的活力和趋势(Adner Ron; 黄鲁成,刘友金;等)^[14-16].

1.1 多创新极共生的生态学分析

区域创新系统作为一个由人参与并起决定性作用的“人-科技-经济-环境”复杂系统,它与环境自然有关系,它们相互影响,相互制约,区域创新系统的创新活动离不开环境的资源和条件,而区域创新活动又会影响区域的经济、科技、生态环境;同时区域创新系统与生态系统具有类似的特征.其相似性可以由表1来说明

表1 区域创新系统与生态系统的对比

Table1 The Contrast of regional innovation system and ecosystem

生态(系统)学	定义	区域创新系统	定义
物种	有机物(生物)	创新组织	创新主体与要素
种群	同种有机体的集合	创新极	产业创新子系统
群落	不同生物种群的集合	多创新极共生体	有技术联系的多创新极耦合共生
适应	随自然环境变化而变	应变	对创新环境的变化做出响应
互利共生	物种间的双向利益交流机制	互利共生	创新极互动共生,共同受益
景观	区域物种所在环境	区域创新环境	创新极的环境、资源、条件
共生成长	物种共生关系的形成	共生成长	创新极间共生关系形成过程
种群生态学	以种群行为为研究对象	创新极研究	以创新极演化规律为研究对象
群落生态学	以不同种群间行为为研究对象	创新极间关系研究	以创新极间的关系、演化为对象
生态系统	种群共存及种群与环境相互作用的系统	区域创新系统	创新极共生及创新极与环境相互作用的系统

1.2 多创新极共生的区域创新系统模型

借鉴生态学的理论与方法,本文将区域创新系统划分为创新主体,创新极,多创新极共生体,区域创新系统四个层次.

1) 创新主体

区域创新系统中的创新主体包括分布在各个创新极中的创新企业、若干配套外包小企业、相关业务合作企业、竞争企业等,还包括为创新极提供

支撑和知识服务的各种中介机构单位、高校、科研院所与组织等主体。这些主体是区域创新系统中的微观主体,作为独立的个体参与区域创新活动,共同构成了区域创新系统的各层组成,相当于生态学中的生物物种。两个创新主体的合作与交流与生物物种的交流规律类似,都遵从一定的目标约束和方式。

2) 创新极

产业创新子系统具有技术创新相似性和技术同质性,当创新活动达到一定规模后便形成创新极,在区域创新系统发展中有创新的导向和支撑作用,构成了区域创新系统的主要创新和增长点。创新极的成长相对于生态学中的种群(由同类物种构成)。

3) 多创新极共生体

如同生态群落一样,区域创新系统中也存在群落,只不过是创新极构成的是创新群落。区域创新系统中的创新群落是多创新极耦合形成的共生体,它们通常是一些产业技术相关联、产品相互供应或采购能够互相合作并双赢的产业创新网络,这些创新极处于价值链的相邻或相近环节,容易形成相互合作的共生体。共生体是多个主体相互作用构成的具有相对稳定性的复杂网络,具有成长和发展的特点,遵循沿着特定路径演化的规律。这个网络是主体耦合和互动双重作用的结果,发展的过程产生新的能量,从而增强各创新极的竞争力。这是一个多样性的主体网络,网络内由多个产业的企业和支持机构组成,且嵌入到区域的基础环境,与环境发展、进化息息相关,在复杂的网络中,各主体采用灵活的学习方式,互相学习,共同发展。在这个共生体发展的过程中,形成共生体产生的能量要远远高于没有形成共生体所产生的能量。

4) 区域创新系统

区域创新系统则是由多个共生体组成的更高层次的网络,涵盖了上述的三层网络,从层次结构上看如图 1 所示。在这个网络中,各个结点可以独立完成某一创新过程,结点之间的联系遵从一定的规律。创新极结构网络中的主体具有相同的技

术特征或产品特征,因而联系最紧密,共生体内创新极之间的联系次之,区域创新系统中的共生体之间的联系最松散。

从整体上看,基于多创新极共生的区域创新系统结构可表示为图 1

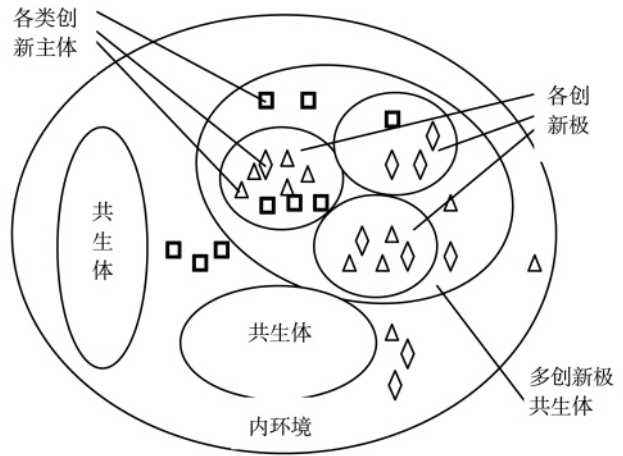


图 1 区域创新系统结构示意图

Fig. 1 The structure of innovation system

上图中,各类创新主体围绕着特定的产业创新技术形成不通的创新极。而存在产业价值链相邻环节的产业创新极又相互协同合作,形成更高级的共生体。区域创新系统内部结构是由多个共生体组成。从创新角度讲,共生体之间有的联系,有的则因产业技术相差甚大则不联系,比如农业产业共生体与冶金等产业组成共生体之间基本无联系。各共生体加上区域的各种环境构成了区域创新系统的整体,它们的发展宏观上表现为区域创新系统的演化。

5) 多创新极共生模式

创新极之间的共生模式指创新极相互作用的方式或合作形式,既反映了创新极之间的物质信息交流关系,也反映创新极之间的能量互换关系。按照不同的划分标准,创新极的共生模式有多种分法

第一 按照创新极共生的内涵

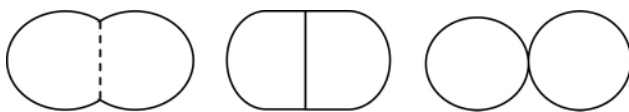
按照创新极的内涵可将创新极的共生模式分协同共生模式、竞争共生模式和独立共存模式。在协同共生模式中,创新极之间的边界模糊,二者充分合作,形成一个共生体。在竞争共生模式中,两

个创新极在接触面上形成一个竞争妥协的分界线.在独立共存模式中,两个创新极几乎没有创新联系,各自发展,“相安无事,和平共处”.

第二 按照共生行为的能量与利益关系

按照共生行为的能量与利益关系特性,创新极共生模式可分为互利共生模式、寄生模式、偏利共生模式(也叫共栖模式).互利共生模式是两个创新极结合在一起所形成的共生体对双方都有利.互利共生关系产生的新能量在共生单元之间分配,存在着双向效益和知识的交流机制.根据新能量在共生单元之间的分配均匀与否,又可进一步分为对称性互利共生和非对称性互利共生.互利共生模式是区域创新系统中较常见的一种共生模式,也是我们倡导的一种模式.寄生模式是两个创新极之间合作,并不产生新的能量,寄生者只是能量的接受者,而寄主是能量的付出者的一种模式.寄生关系中两个共生单元只存在单项的效益交流机制,仅有利于寄生者进化而不利于寄主的进化,或者寄生者给寄主传递废物或污染等危害.这类模式在区域创新系统中并不多见,常表现为一些投机主体的行为.偏利共生模式中,一个创新极因共生关系增加了新能量,提高了创新收益,而另一个并没有受到损害或者不利的影

响.这种模式产生双向交流机制,但对一方有利而对另一方即无利又无害.



协同共生模式 竞争共生模式 独立共存模式

图2 创新极基本的共生模式

Fig.2 Innovation pole's symbiosis model

2 研究方法

本文即借助生态学理论中种群动力学理论分析区域创新系统中多创新共生演化动力模型.

2.1 研究假设

在研究多创新极共生演化模型前首先确定假设条件

1) 本文以区域内的主导产业为背景,假设一

个主导产业已构成一个创新极,区域创新系统是多个创新极组合而成.
2) 以创新极的规模变化表示创新极的成长过程,规模越来越大表示创新极成长良好,进一步认为创新极规模越大对区域内创新资源的占有率越大;创新极规模越来越小,表示创新极趋于消亡,其对区域内创新资源的占有率就越来越小.创新资源占有率为零则表示创新极消亡.

3) 创新资源是创新极的市场资源、自然资源及其他消耗的资源总称,创新资源的总量限制着创新极的规模.进一步认为不同的创新极共同消耗同样的创新资源.

4) 创新极的成长过程均服从逻辑斯蒂成长过程,其增长率受到其创新主体密度的影响.技术创新主体密度增加,则创新极增长率就下降,且这种影响作用是瞬时发生的,没有时滞.

5) 创新极内创新主体的变化与个体的年龄无关,即最早出现与最晚出现的个体对创新极的成长过程影响是一样的.

6) 当创新极成长的技术创新边际收益等于技术创新边际成本时创新极停止增长,达到最大规模K.

2.2 多创新极共生的演化动力模型

1) 单个创新极的动力模式

创新极产生、发展的过程实际上就是区域内产业的创新主体数量的不断增加,个体不断增强,创新水平不断提高的过程.可以近似把创新极比作同一产业技术创新主体的有机集合,这样可借助生态种群增长模型建立创新极发展模型.

Logistic 方程广泛应用于动植物生长发育或繁殖过程等研究^[17]. Logistic 方程的微分形式在结构上引入了自然资源和环境所允许的最大人口数 N_m ,并在方程中增加了修正值 $(1 - N(t) / N_m)$,即种群尚未利用的,或种群可利用的最大容纳量空间中还“剩余的”、可供种群继续增长用的空间.因此 Logistic 方程可表示为

$$\begin{cases} \frac{dN(t)}{dt} = r(1 - \frac{N(t)}{N_m})N(t) \\ N(t_0) = N_0 \end{cases} \quad (1)$$

黄鲁成(2007)证明了技术创新种群内的数

量变化规律符合式(1),同理根据上述假设及生物种群的 Logistic 模型,本文可以确定创新极的数量变化动力模型为

$$\frac{dx}{dt} = r(1 - \frac{x}{x_m})x = f(x, r), x(0) = x_0 \quad (2)$$

式中 $x(t)$ 是时刻 t 时创新极个体数量;

R 是创新极内个体数量增长率,其值为出生率减去死亡率;

$(1 - x/x_m)$ 代表区域创新系统内剩余的创新资源占总创新资源的比例;

对 $(1 - x/x_m)$ 可作如下分析,如果创新极个体数量 x 趋于零,则 $(1 - x/x_m)$ 项就趋于 1,表示几乎全部的创新资源未利用,创新极处于最好的生长状态;如果 x 趋于 x_m ,则 $(1 - x/x_m)$ 趋于零,则表示创新资源几乎全部利用,创新极增长速度将趋于零;随着创新极的发展,创新资源剩余量 $(1 - x/x_m)$ 越来越小,创新极的生长速度也越来越慢.

式(2)的含时解为(林振山 2006)

$$x(t) = \frac{x_m}{1 + (\frac{x_m}{x_0} - 1)e^{-rt}} \quad (3)$$

假设初始数 $x(0) = x_0$, πx_m , 则当

$$t \rightarrow \infty; x(\infty) \rightarrow x_m; t \rightarrow -\infty; x(\infty) \rightarrow 0$$

2) 两创新极共生演化动力模型

多个创新极之间的相互作用时,关键问题仍是两两之间的共生问题,因此 Logistic 方程同样适用.假设各创新极不论大小在争夺资源方面有的相互竞争,有些相互合作,结成共生体共同发展,有的创新极之间相互独立发展,无创新联系.

设有甲乙两个创新极,当他们唯一单独存在于区域创新系统时,创新极的发展演变均遵从 Logistic 规律.记 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 分别是两个创新极的规模数量, r_1 、 r_2 分别是他们的固有增长率, N_1 (即 x_m)、 N_2 分别是环境对他们单独生存的最大容量.那么对于创新极甲,有

$$dx_1/dt = r_1 x_1 (1 - x_1/N_1) \quad (3)$$

其中,因子 $(1 - x_1/N_1)$ 表示由于创新极甲对有限资源的消耗而产生的对其本身规模增长的阻滞作用, x_1/N_1 为甲消耗的创新资源百分比量(设资源

总量为 1).

当两个创新极在同一区域中生存时,如前文所讲,甲乙存在可能共生关系有三种:相互协同共生、相互独立共存、相互竞争共生.如果两个创新极相互协同共生,则由于一个的存在另一个会发展的更好;如果两个创新极独立共存则认为两个创新极在成长的过程中无创新联系,其创新资源也不冲突,两个创新极各自发展;如果两个创新极竞争共生则其中一个创新极消耗有限创新资源对另一个创新极的增长产生了影响,导致另一个创新极的增长速度降低.

因此,鉴于上述关系,对于创新极甲 $(x_1(t))$ 所以应该在因子 $(1 - x_1/N_1)$ 中引入创新极的共生系数 b ,共生系数 b 的大小表示共生效应大小.显然,创新极甲 $(x_1(t))$ 的共生效应与创新极乙的数量(相对于 N_2 而言)成正比,与 N_2 成反比.所以在这种共生条件下,创新极甲的演化动力学方程为

$$\frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 (1 - \frac{x_1}{N_1} - b_1 \frac{x_2}{N_2}) = f_1(x_1, x_2) \quad (4)$$

这里比例系数 b_1 表示创新极乙对创新极甲的共生系数,式中 $b_1 \frac{x_2}{N_2}$ 为单位数量乙(相对 N_2 而言)针对创新极甲的创新资源量的消耗量百分比.如果两者为协同共生关系,则 b_1 为负值,其绝对值大小表示共生的强弱(本文通过增加甲的创新资源量,进而促进甲的增长规模和速度来体现乙对甲的创新协同作用);如果两者为竞争共生关系,则 b_1 取值为正,取值大小表示两者竞争的程度,即乙的存在对甲创新资源的消耗强度;如果两个创新极独立共存,则 b_1 取 0 值,此时两个创新极互不影响,均服从单个创新极的演化动力模式.

类似地,创新极甲的存在也必然影响了创新极乙的规模增长,创新极乙的演化动力学方程为

$$\frac{dx_2}{dt} = r_2 x_2 (1 - \frac{x_2}{N_2} - b_2 \frac{x_1}{N_1}) = f_2(x_1, x_2) \quad (5)$$

比例系数 b_2 表示创新极甲对创新极乙的共生系数,式中 $b_2 \frac{x_1}{N_1}$ 为单位数量甲(相对 N_1 而言)针对创新极乙的创新资源的消耗量百分比. b_2 也

存在 b_1 的三种情况, 此处略.

通过引进共生效应项, 并用 b_1, b_2 描述创新极间相互作用的相对强弱机制中, 建立了创新极之间的相互共生动力模型, 式(4)、(5).

因此从上面的两创新极增长动力模型可得出以下结论

第一 $b_1 > 0$ 表示创新极乙与创新极甲竞争同种创新资源, 乙的存在消耗甲的创新资源; $b_1 > 1$ 表示在消耗供养甲的资源中, 乙的消耗多于甲; $b_1 < 0$ 表示创新极乙与创新极甲协同共生, 乙的存在可以通过创造更多的甲需要的资源而促进甲的生长; $b_1 < -1$ 表示单位数量的创新极乙创造甲需要的创新资源速度快于甲消耗的创新资源速度.

第二, 同理 $b_2 > 0$ 表示创新极甲与创新极乙竞争同种创新资源, 甲的存在消耗乙的创新资源; $b_2 > 1$ 表示在消耗供养乙的资源中, 甲的消耗多于乙; $b_2 < 0$ 表示创新极甲与创新极乙协同共生, 甲的存在可以通过创造更多的乙需要的资源而促进乙的生长; $b_2 < -1$ 表示单位数量的创新极甲创造乙需要的创新资源速度快于乙消耗的创新资源速度.

第三, 如果 b_1, b_2 同为负数就是我们追求的互利共生模式; 如果二者同为负数但大小不同则说明二者的互利程度不均, 或者在利益分配上不对等; 如果两个共生系数为负且相等, 则为典型的互利共生模式.

第四, 如果 b_1, b_2 为正数则是平等竞争模式, 如果两个系数为正数且相等则为典型的平等模式.

第五, 如果 b_1, b_2 正负符号不同, 两个创新极共生, 一个收益(共生系数为负值的), 一个受损害(共生系数为正数的), 这时为寄生共生模式.

第六, 如果 b_1, b_2 中有一个为零, 一个为负数, 则为偏利共生模式, 二者的共生关系对一个有新能量生成(系数为负数的), 对另一个无任何影响(系数为0的).

第七, 如果 b_1, b_2 均为零, 则二者属于典型的独立共存模式, 二者存在互不影响, 各自发展.

因此, 两创新极共生演化的关键在于共生系数的取值.

3) 多创新极共生演化动力模型

更具一般性, 将上述结论应用到存在多个创新极的区域创新系统中, 上述结论仍然成立. 因此, 当区域内存在 n 个创新极时, 任意第 i 个创新极有如下演化动力模型:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = r_1 x_1 \left(1 - \frac{x_1}{N_1} - \sum_{j=2}^n b_{1j} \frac{x_j}{N_j} \right) & \text{当 } i = 1 \\ \frac{dx_i}{dt} = r_i x_i \left(1 - \frac{x_i}{N_i} - \sum_{j=1}^{i-1} b_{ij} \frac{x_j}{N_j} - \sum_{j=i+1}^n b_{ij} \frac{x_j}{N_j} \right) & \text{当 } n \geq i \geq 2 \end{cases} \quad (6)$$

式中参数 N_i 为第 i 个创新极的最大潜在数量规模, x_i 是第 i 个创新极的现在规模; N_j 是其他 $n - 1$ 个创新极中第 j 个创新极的最大潜在数量规模, x_j 是其他 $n - 1$ 个创新极中第 j 个创新极的现在规模.

多个创新极组成的区域创新系统整体上变现为 n 个创新极演化动力的方程组, 在区域创新系统中, 任意一个创新极都遵从式(6) 与其他创新极共生, 不同区域创新系统的区别就是: 创新极的个数与大小不同; 创新极间的共生系数 b_{ij} 不同.

3 共生演化动力模型仿真 —— 以两创新极共生为例

在缺乏大量实证的时间序列数据时, 数值模拟相对来说就成为最有效的实证方法. 区域创新系统演化动力模型需要的时间段基本是 103 级及以上的, 因为需要通过较多的迭代次数发现其宏观表征规律. 而区域经济的统计数据基本是以年为统计单位, 所以从时间轴上看区域创新系统的演化最好的方法就是数值模拟方法.

1) 两创新极共生关系模拟

一般说来 b_1, b_2 之间没有确定关系, 为方便起见, 以下仅讨论 b_1, b_2 相互独立的情形.

以两个创新极共生为例, 对式(4) 和式(5) 进行模拟, 探讨两两创新极演化之间的规律. 设

x_1 、 x_2 分别为区域内的两个创新极甲和乙, 设两个创新极的 N 均为 1 200. 分别迭代 1 000 次和 800 次进行观察, 得到图 3—图 10.

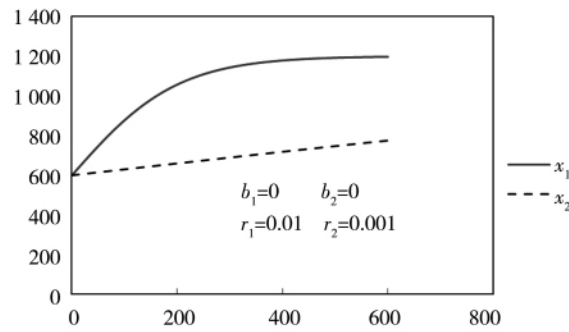
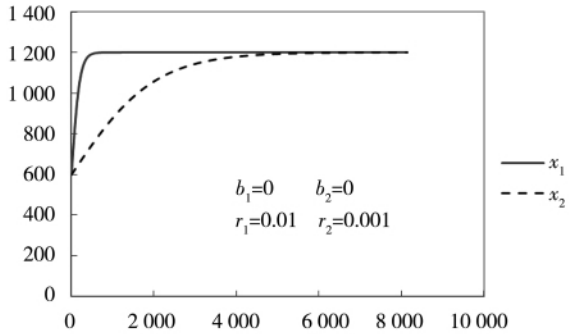


图 3 相互独立共存演化模式

Fig. 3 Independence evolution model

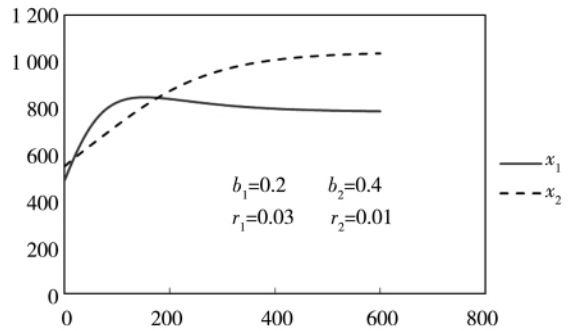
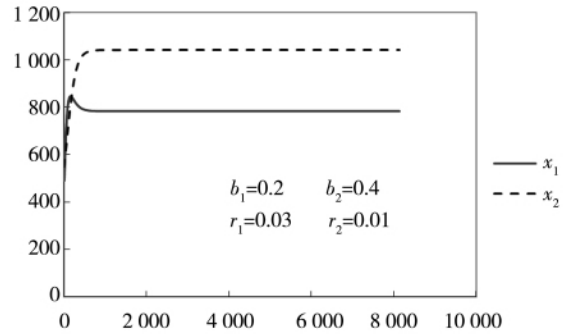


图 5 竞争共生演化模式

Fig. 5 Competition evolution model

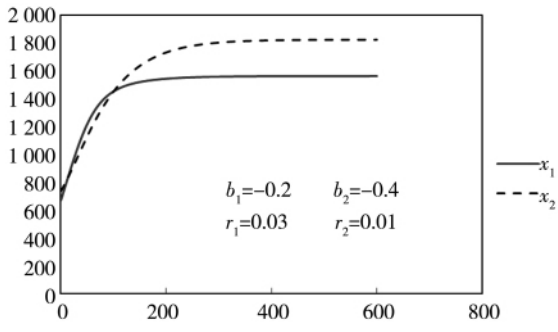
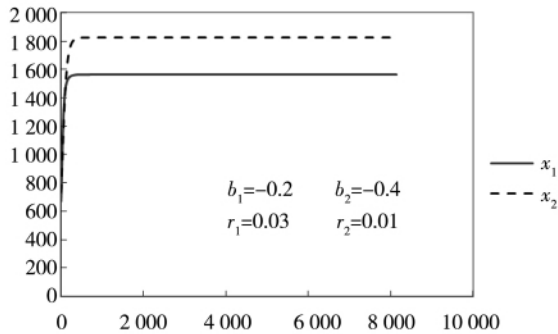


图 4 协同共生演化模式

Fig. 4 Cooperation evolution model

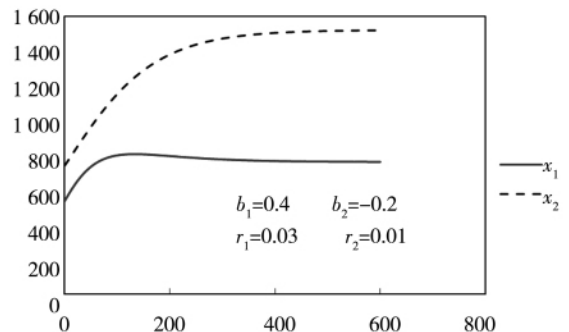
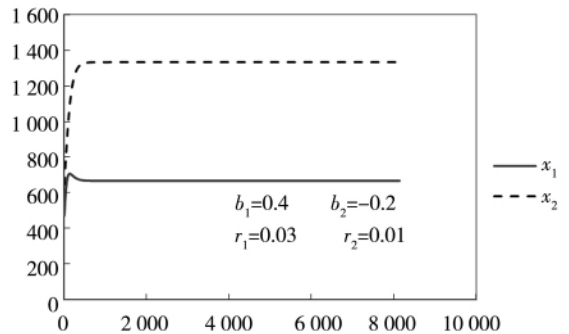


图 6 寄生共生演化模式

Fig. 6 Autoeciousness evolution model

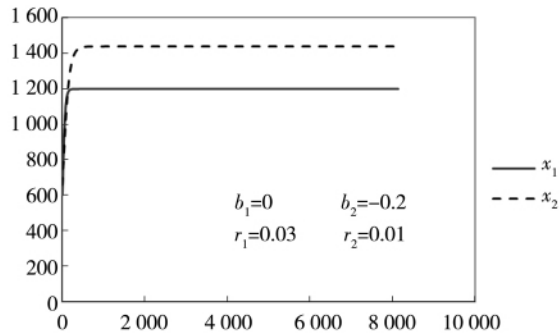


图7 偏利共生演化模式

Fig. 7 Partial benefit symbiosis evolution model

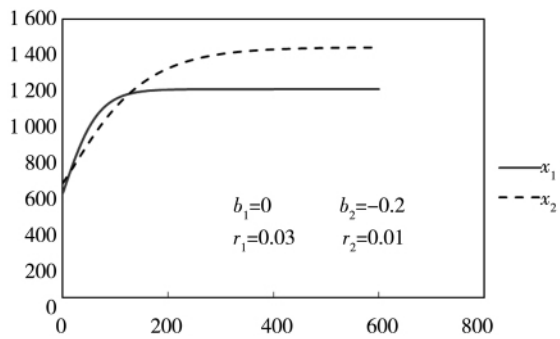


图8 偏害共生演化模式

Fig. 8 Partial harm symbiosis evolution model

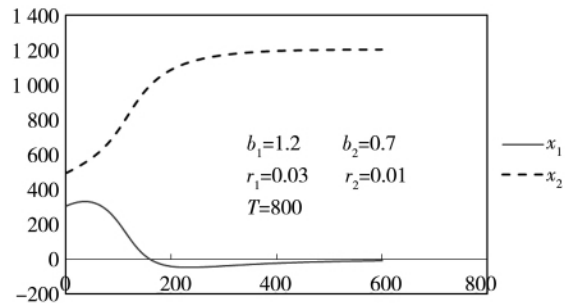


图9 恶性竞争共生演化模式

Fig. 9 Overcompetition evolution model

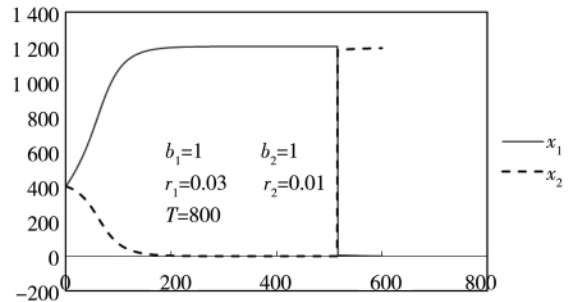


图10 相等势力恶性竞争共生演化模式

Fig. 10 Equation overcompetition evolution model

通过上述分析有以下结论

第一 $b_1 = b_2 = 0$ 时,系统为独立共存模式,由图3可知,系统内的创新发展相互不影响,经过一定时间各自发展自己的数量上限,发展速度只是随自身增长率不同而不同.

第二 $b_1 < 0, b_2 < 0$ 时,系统相互作用协同共生,每个创新极都会从对方受益,因此各自的总数量上限分别增大,增加的数量与 b 值有关, b 值绝对值越大最后数量上限越高,而与初始值无关;分别向各自更高的数量上限进化,最终各自趋于不同上限.

第三 $0 < b_1 < 1, 0 < b_2 < 1$ 时,系统向D演化.因为在竞争甲的资源中乙较弱,而在竞争乙的资源中甲较弱,于是可以达到一个双方共存的稳定的平衡状态D.在D状态,两个创新极的数量上限都有降低,降低量与 b 值有关, b 值越大说明创新极消耗对方的资源越多,因此对方的上限数量就越低.

第四 $b_1 > 0, b_2 < 0$ (或 $b_2 > 0, b_1 < 0$) 时:系统属寄生模式,如图6所示,被寄生一方由于资源受到他人消耗,而上限数量降低,寄生一方则获得收益,增加了上限数量,最后两个创新极发展到平

衡态.

第五 $b_1 = 0$ $b_2 < 0$ (或 $b_2 > 0$) [或 $b_2 = 0$, $b_1 < 0$ (或 $b_1 > 0$)] 时: 分属偏利共生模式或偏害共生模式. 偏利共生一方(共生系数为 0) 的增长数量上限没有变化, 另一方则因为共生受益增加. 相对于偏利共生, 偏害共生是一方(共生系数为 0) 无变化, 另一方因共生受害而较少资源和数量上限, 这种情况在现实中不太容易发生, 只存在理论可能.

第六 $b_1 > 1$ $b_2 > 1$ 时: 称为恶性竞争模式, 在这种情况下如果两个共生系数不相等, 则系数大的创新极因为被另一个创新极多消耗资源而最终先灭绝, 另一个得以生存发展(图 9). 特别地, 当 $b_1 = b_2 = 1$ 时, 因为两个创新极分别消耗大量的对方创新资源, 且理论上消耗对方资源量相等, 而致使系统发展不稳定, 系统将远离平衡态, 到一定程度后, 某一创新极将较强, 另一会灭绝, 但是那一创新极加强或灭绝具有随机性, 要视其它情况而定(如图 10).

综上分析可推理得到, 区域创新系统是一个多创新极共生演化的复杂系统, 区域创新系统间的区别在于区域内创新极的数量、强弱及创新极间的共生关系. 区域创新系统演化的结果取决于区域内创新极间的共生关系, 即共生系数 b , 不同的共生关系会导致不同的系统演化结果, 系统的演化取决于各创新极间不同的共生关系. 当区域创新系统中存在多个创新极时, 各创新极之间的共生演化规律仍遵循上述结论.

2) 唐山区域创新系统实例

以唐山区域创新系统为例, 整个唐山地区的区域创新网络是由钢铁、能源、水泥、机械、化工、陶瓷、纺织、造纸、食品、电子等 10 大支柱产业创

新网络相互交织, 耦合而成, 各产业相当于创新极, 共同组成了唐山区域创新网络结构, 支撑着唐山区域经济的发展. 唐山区域创新系统绩效表现为区域内的各创新极的耦合与共生, 其发展取决于创新极的共生关系.

在实际中, 共生系数 b 表示两个产业间在知识层面、技术层面、业务层面的合作和交流, 即通过两个产业的各种层面的相互作用, 两个产业都实现了变化, 而产业的这种变化影响和决定了区域创新系统的发展.

因此在实践中建立健全区域创新系统时, 我们应该厘清区域内各主导产业发展情况、主导产业之间的共生关系, 并制定政策调整各产业间的关系, 培育主要产业间的互利共生关系, 这样既有利于区域创新系统建设, 又有利于现代产业体系的建立.

4 结束语

本文将区域创新系统与区域经济联系起来, 将区域内具有一定规模的产业作为区域内的创新极, 从生态学角度将区域创新系统视为多创新极共生演化系统. 从中观层面入手, 将区域创新系统微观主体创新活动与区域宏观表征相联系, 即克服了静态研究的缺陷, 又从微 - 中 - 宏观上提出了区域创新系统演化机理. 本文认为不同区域创新系统的本质区别, 除了各创新极的强弱外就是共生系数的不同, 而共生系数表示创新极间的共生关系, 所以系统的演化取决于各创新极间不同的共生关系, 创新极间共生系数不同, 区域创新系统演化发展结果不同. 这为区域创新系统演化发展的理论研究提供了有益的思路.

参 考 文 献:

- [1]Cooke P, Uranga M G, Xtxebarria G. Regional innovation system: Institutional and organizational dimensions [J]. Research Policy, 1997, 26: 475 - 491.
- [2]邵云飞, 谭劲松. 区域技术创新能力形成机理探析 [J]. 管理科学学报, 2006, (6): 5 - 15.
Shao Yunfei, Tan Jinsong. The formation mechanism of regional technological innovation ability [J]. Journal of Managment Scieuces in China, 2006, (6): 5 - 15. (in Chinese)
- [3]Sheri M. Markose. Novelty in complex adaptive systems (CAS) dynamics: A computational theory of actor innovation [J]. Physica A, 2004, 344: 41 - 49.
- [4]刘曙光. 区域创新发展模式探析 [J]. 沿海经贸, 2002, (12): 14 - 15.

- Liu Shuguang. Prob of regional innovation development model[J]. *Coastal Economic and Trade*, 2002, (12): 14-15. (in Chinese)
- [5] Jorge Niosi. National systems of innovations are “x-efficient” (and x-effective) Why some are slow learners[J]. *Research Policy*, 2002, (31): 291-302.
- [6] OECD. *Managing Innovation System*, OECD, Paris, 1999.
- [7] Chiffolleau, Y. Learning about innovation through networks: The development of environment-friendly viticulture[J]. *Technovation*, 2005, (25): 1193-1204.
- [8] Temela T, Janssen W, Karimov F. Systems analysis by graph theoretical techniques: Assessment of the agricultural innovation system of Azerbaijan[J]. *Agricultural Systems*. 2003, (77): 91-116.
- [9] Kavita Mehra. Indian system of innovation in biotechnology: A case study of cardamom[J]. *Technovation*, 2001, 21: 15-23.
- [10] 顾新. 区域创新系统内涵与特征[J]. *同济大学学报(社会科学版)*, 2001, (12): 32-37.
Gu Xin. Regional innovation system connotation and characteristics[J]. *Journal of Tongji University (Social Sciences)*, 2001, (12): 32-37. (in Chinese)
- [11] 丁焕峰. 论区域创新系统[J]. *科研管理*, 2001, (11): 1-8.
Ding Huanfeng. The discussion to regional innovation system[J]. *Scientific Research Management*, 2001, 11: 1-8. (in Chinese)
- [12] David Doloreux, Saeed Parto. Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues[J]. *Technology in Society*, 2005, (27): 133-153.
- [13] 黄鲁成. 基于生态学的技术创新行为研究[M]. 北京: 科学出版社, 2007, 1.
Huang Lucheng. *The technology innovation behavior based on ecology* [M]. Beijing: Science Press, 2007, 1. (in Chinese)
- [14] Adner Ron. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem[J]. *Harvard Business Review*, 2006, 84(4): 98-104.
- [15] 刘发金, 罗发友. 企业技术创新集群行为的行为生态学研究——一个分析框架的提出与构思[J]. *中国软科学*, 2004, (1): 68-71.
Liu Youjin, Luo Fayou. The behavioral ecology research of Enterprise technology innovation cluster behavior: A proposed analysis framework[J]. *China Soft Science*, 2004, (1): 68-71. (in Chinese)
- [16] 黄鲁成. 区域技术创新系统研究: 生态学的思考[J]. *科学学研究*, 2003, 21(2): 215-219.
Huang Lucheng. Regional technology innovation system research: Ecology thinking[J]. *Studies in Science of Science*, 2003, 21(2): 215-219. (in Chinese)
- [17] 林振山. 种群动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2006, 8.
Lin Zhenshan. *Species Group Dynamics* [M]. Beijing: Science Press, 2006, 8. (in Chinese)

The innovation poles symbiosis evolution model of regional innovation system

HU Hao, LI Zi-biao, HU Bao-min

Hebei University of Technology, Tianjin, 300401, China

Abstract: In this article, an innovation pole, which is represented in innovation scale and drives the development of regional economy, is defined as a regional industrial innovation subsystem producing dense innovative activities. We regard the regional innovation system as a symbiosis evolution system of the multi-innovation poles. Then, in the framework of ecology theory, this article analyses the symbiosis evolution model of multi-innovation poles and sets up the dynamic model of the multi-innovation poles symbiosis evolution system. Finally, we draw the conclusion through the simulation study that: different values of the symbiosis coefficient are the only difference between regional innovation systems besides the strength or weakness of innovation poles.

Keywords: innovation pole; regional innovation system; ecological methodology; symbiosis evolution; symbiosis coefficient