



我国区域创新生态系统共生及其进化研究

——基于共生度模型、融合速度特征进化动量模型的实证分析

李晓娣 张小燕

(哈尔滨工程大学 经济管理学院, 哈尔滨 150001)

摘要:建设区域创新生态系统并发挥共生效应是区域创新发展的首选战略。在区域创新生态系统共生理论分析基础上,采用共生度模型实证测度2007—2015年我国30个省市区域创新生态系统共生水平,并建立融合进化速度状态和进化速度趋势的共生进化动量模型,进而测度区域创新生态系统共生进化动量与态势。结果表明:(1)我国区域创新生态系统共生水平整体呈趋好发展态势,地区间差异明显,但随时间推移呈收敛趋势;(2)我国目前尚不存在一体化共生式区域创新生态系统,大部分省份处于连续共生和间歇共生模式阶段;(3)我国区域创新生态系统共生进化呈现“逆马太效应”现象,东部地区共生水平较高,但其进化呈疲软甚至下降态势,而中西部地区共生水平较低,但呈快速上升的进化态势。

关键词:区域创新生态系统;共生;共生度模型;融合速度特征的进化动量模型;共生模式

中图分类号:F062.2;F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2019)04-0048-17

0 引言

经济新常态以来,从创新驱动发展战略、“4+3”区域发展战略大布局到“十九大”区域协调发展战略的提出,区域创新已成为我国摆脱中等收入陷阱,落实创新型国家战略,实现协调发展、联动增长的关键力量(冯之浚等, 2015)。区域创新活动中的“生命体”创新主体(群落)、“非生命体”创新资源、平台和环境之间相互作用、互动协调,进而形成类似于自然生态系统的区域创新生态系统(黄鲁成, 2003; Moore, 2006)。在创新生态系统中,要素间的互动共生是系统生态化、有机式发展的前提,也是系统健康与良性进化的关键特征,能有效促进科技与经济、创新与商业的紧密结合,实现区域创新价值创造与增值(梅亮等, 2014)。因

此,实现创新生态系统共生式发展、发挥共生效应并提高共生水平,成为优化区域创新生态、推动区域创新发展的重要途径和首选战略(柳卸林等, 2018)。那么,当前我国区域创新生态系统共生发展态势如何?所处共生模式阶段如何?其共生进化态势又如何?对于这些问题的种种思考,有利于区域层面有针对性地制定切实可行创新生态系统优化方案,对于区域创新生态系统有机化、共生式发展,进而促进区域创新发展具有重要意义。

1 文献综述

自美国科技顾问委员会首次提出“创新生态系统”概念以来,创新生态系统研究最初聚焦于国家层面“以技术发展与创新为目标的诸多参与者形成的动态经济关系”(Jackson, 2011),随后基于研

收稿日期:2018-07-09

基金项目:国家社会科学基金重大项目(17ZDA119);中央高校基本科研业务费专项基金项目(3072019CFW0910);黑龙江省哲学社会科学研究规划项目(17GLD170)

第一作者简介:李晓娣(1975—),女,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨工程大学经济管理学院,教授,博导,管理学博士,研究方向:科技管理与创新管理、国际经济技术合作。

通信作者:张小燕,18045105916@163.com

究层次和战略视角的不同逐渐延伸至微观企业层面、中观产业层面和区域层面。随着经济全球化脚步的不断加快,美国硅谷、印度班加罗尔等全球性区域创新中心的崛起,全球的竞争态势不再拘泥于国与国的竞争,而更多表现为区域战略层面的竞争。同时,企业和产业的创新活动需要落实到一定的空间范围内,“创新生态系统首先是一个成功的创新区域,其次才是成功的企业创新平台和新的产业”(Andersen, 2011),在自然生态系统的隐喻下强调一定地理空间范围内达成“生命体”创新组织与“非生命体”环境间相互作用、群居共生状态(王仁文, 2014),区域创新生态系统研究得到了学界的持续关注。学者黄鲁成(2003)率先界定了区域创新生态系统内涵,将其视为“一定时空范围内技术创新复合组织与技术创新环境间,通过物质、能量和信息流动相互联系、相互依赖的复杂系统”。Estrin(2009)认为由研究群落、开发群落和应用群落构成并在与不同支持性结构的互动中获取养分,实现动态平衡是区域创新生态系统的关键特征。Butler和Gibson(2013)将区域创新生态系统视为由跨组织、制度、经济和技术等要素联结而成,且经信息、资金、知识等流动实现动态平衡的有机系统。在此基础上,学者们从动态视角揭示区域创新生态系统互动、共生与演化,李晓娣、张小燕(2018)从主体间协同共生机制、主体与环境间的适应性协调机制两方面概括区域创新生态系统的生态化共生机制;刘启雷等(2018)运用Logistic模型仿真分析了区域创新生态系统内外资研发子系统与自主创新子系统共生演化过程;王仁文(2014)分析了区域创新生态系统不同创新主体间的动态互动过程,揭示了区域创新生态系统的生物进化特征:遗传、变异与选择。进而有学者开始关注区域创新生态系统的状态测度,周青等(2008)从创新群体、创新资源、经济环境、技术环境四方面构建指标体系,并采用传统生态位评估

模型测度我国部分省份的区域技术创新生态系统适宜度及进化动量;刘洪久等(2013)采用生态位评估模型,从创新群落、创新资源和创新环境三方面测度2010年苏州创新生态系统适宜度和进化动量;陈向东、刘志春(2014)从态、势、流三维度观测我国科技园区创新生态系统发展状况。

基于更多文献分析发现,从生态学视角揭示区域创新生态系统共生互动特征是当前研究的主流方向,但是目前区域创新生态系统共生互动的研究中仅关注了主体间及部分组分间的共生互动问题,尚未从全要素共生协调视角分析区域创新生态系统共生水平和状态,这往往难以全面反映区域创新生态系统发展质量;对于我国区域创新生态系统所处共生模式阶段的研究亦鲜有所见,导致对创新生态认识不足,对系统优化的实践指导意义不强;以进化动量为基础的区域创新生态系统共生进化状态和趋势亦未得到研究,且现有模型存在着难以反映进化速度、进化趋势及状态等缺点。

基于以上不足,本文建立了共生度模型和融合进化速度状态、进化速度趋势的共生进化动量模型,对我国区域创新生态系统共生水平及共生进化状况进行实证研究,以期深入、全面探究我国区域创新生态系统的发展质量,明确其共生发展模式、阶段和趋势,为我国区域创新生态系统优化以及区域创新政策实施提供理论及实践指导。首先,定义并解析区域创新生态系统共生内涵和理论模型;其次,建立共生度模型和融合进化速度状态和进化速度趋势的共生进化动量模型;再次,实证测度和分析我国30个省份区域创新生态系统共生度、共生模式阶段及共生进化动量;最后,根据实证结果提出我国区域创新生态系统优化的实践启示。

2 区域创新生态系统共生理论分析

2.1 区域创新生态系统共生内涵

区域创新生态系统是从生态学视角来分析区域创新活动和创新过程,更加关注系统内创新主

体间以及主体与环境等要素间的相互作用、相互依存的共生互动关系。而共生理论是生态学理论的重要组成部分,用以揭示不同物种(种群)间相互作用而形成的共同生存、协同进化的群居现象(Douglas, 2015)。随着生态学理论在社会科学领域的应用, Li(2009)分析了创新系统的共生体理论,认为区域创新系统是一个由共生单元、共生环境和共生模式构成的共生体。温兴琦等(2016)分析了共生与创新体系的关系,提出了共生创新系统的概念,认为共生单元、共生基质、共生界面和共生环境是其基本要素集。欧忠辉等(2017)从共生视角关注创新生态系统中的共生单元、共生环境和共生界面的作用。Erazo等(2015)关注了由共生关系所构成的共生网络的存在性和必要性。事实上,区域创新生态系统作为一个系统,是由“相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的有机整体,并且这个整体具有特定功能”(Bar-Yam, 1997),不是各个要素或部分的机械组合,其价值增值功能的发挥依赖于各子系统及要素的互动与共生效应(Bertalanffy, 1950)。从特定系统视角来看,区域创新生态系统是一个以共生为本质、以价值共创与增值为目的的创新系统,具有创新系统

共生体特质,其共生要素主要包括共生单元、共生基质、共生环境、共生平台和共生环境。因此,共生视角下的区域创新生态系统可被视为在一定时空范围内共生单元间通过共生基质在共生平台内相互作用、相互依存形成共生网络,并受共生环境影响的复杂动态系统,是共生体的形式之一,其理论模型如图1所示。

创新生态共生体中,共生单元是构成创新生态共生体的基本单位,共生基质是指共生体中蕴含的创新人力、物力、财力等资源,共生平台(界面)是共生单元进行物质、信息、能量等传导的载体(丛海彬, 2015),共生网络是共生单元间互动形成的关系资本,共生环境是指影响创新生态共生体发展的内外部社会环境、人文环境、经济环境等。其中,共生单元是形成共生体的基本条件,共生基质是共生的必要条件,共生界面是共生关系形成和发展的基础,共生网络是共生关系的实质,共生环境是重要的外部条件,而各共生要素间相互协调、匹配与互动,推动创新生态共生体的健康、持续运行及共生效应的实现。

2.2 区域创新生态系统共生要素的指标选取

科学选取和确定各共生要素指标是准确测度

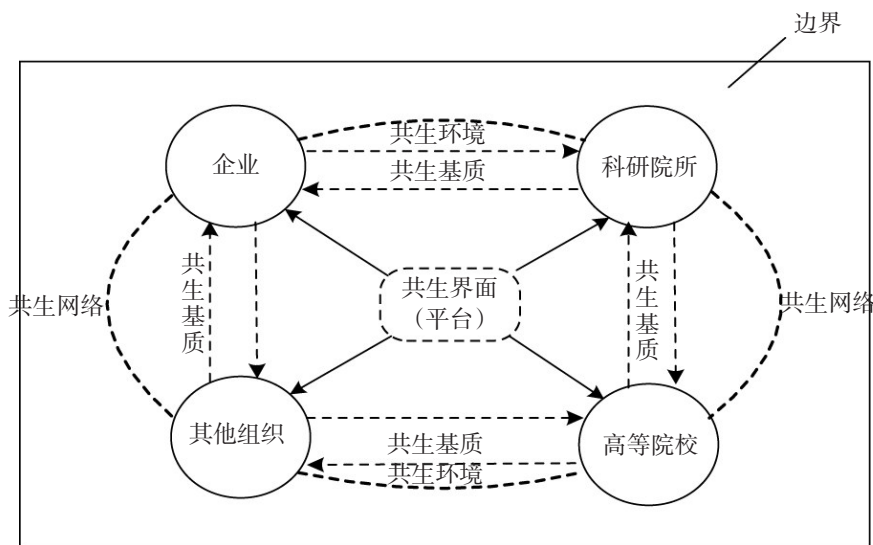


图1 共生视角下区域创新生态系统理论模型

区域创新生态系统共生态势的关键,本文在分析区域创新生态系统内涵基础上,结合各共生要素的内涵、属性和构成,参考国内外学者相关研究,并遵循指标选取科学性、可靠性、代表性、可获得性等原则,进行指标的选取,具体而言:

(1) 共生单元。共生单元是构成区域创新生态系统共生体的“生物”成分。根据相关研究成果,本文从直接参与创新活动的企业、高校和研究机构三方面来测度,考虑到数据可得性,企业指标选取大中型工业企业数,研究机构指标选取科研机构数量,高校指标选取高等院校专任教师数量。

(2) 共生基质。考虑到共生基质表征的是区域创新生态系统资源状况,本文用地区研发人员全时当量测度人力资源,用地区研发经费内部支出额测度财力资源,用全社会固定资产投资额测度物力资源,进而形成共生基质的测度指标。

(3) 共生平台。共生平台的功能主要是为区域创新活动提供界面和载体,根据区域创新生态系统共生体中创新平台的内涵和功能,并参考浙江省科技厅对创新平台的相关界定,本文从创新平台数量和质量2个方面选取指标,创新平台数量选取国家级科技孵化器个数(为4类平台数量之和);创新平台质量选取高新技术产业开发区平均产值、特色产业基地平均产值、生产力促进中心服务平均收入3个指标。

(4) 共生网络。共生网络是创新生态系统共生单元间互动关系、链接的总和,实质为生态系统共生单元间以价值共创为目的的合作创新行为所形成的关系资本。基于指标选取代表性、合理性等原则,采用“高校、科研院所经费来自企业数量”测度企业、高校和科研院所间的网络链接情况(白俊红、蒋伏心, 2015);采用同省异单位合作论文数衡量不同创新单元间的网络链接状况;采用技术市场交易量衡量不同单元间的弱联系;采用互联网接入端口数宏观上衡量不同个体、种群以及群落间参

与互联互通的数量特征(于明洁等, 2013)。

(5) 共生环境。基于指标选取合理性、科学性和代表性原则,本文在采用狭义共生环境的基础上,从经济环境、人文环境、市场环境以及对外包容性等方面进行测度。其中,经济环境选取地区人均GDP,人文环境选取人口平均受教育年限和公共图书馆藏书量2个指标,市场环境选取社会消费品零售额、居民消费水平2个指标,对外包容性选取国外技术引进额、实际利用外商直接投资额2个指标。

最终确定并形成各共生要素的评价指标,如表1所示。

3 研究方法数据来源

3.1 区域创新生态系统共生度测度模型

对于区域创新生态系统共生测度模型的选取,本文主要利用王俭等(2012)提出的复合生态系统共生度评估模型来测度我国区域创新生态系统共生水平。具体而言,主要通过区域创新生态系统五大共生要素子系统间共生水平评估来实现,即先计算出各共生要素子系统的共生水平,进而通过集成计算出区域创新生态系统共生水平。其测度过程如下:

首先,设各共生要素间共生水平序参量为 $X = \{x_{ij} | (i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n)\}$, 式中 x_{ij} 表示子系统 i 共生水平的第 j 个序参量, $\beta_{ij} \leq x_{ij} \leq \alpha_{ij}$, 在均为正向影响因素的情况下,子系统序参量有序度为:

$$d_{ij}(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - \beta_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}} \quad (1)$$

其次,利用几何加权法对子系统序参量有序度进行集成,可得到区域创新生态系统共生要素子系统的共生水平,其公式为:

$$dsm_i(x_i) = \prod_{j=1}^k d_{ij}(x_{ij})^{\lambda_{ij}}, \lambda_{ij} \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} = 1 \quad (2)$$

式中: $dsm_i(x_i)$ 表示子系统 i 的共生水平, λ_{ij} 为权

重。权重的确定采用相关系数法,其步骤包括:

假设指标体系共有 n 个指标,则其相关系数矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, a_{ii} = 1 (i = 1, 2, \cdots, n),$$

$$C_i = \sum_{j=1}^n |a_{ij}| - 1, i = 1, 2, \cdots, n \quad (3)$$

则 C_i 表示第 i 个指标对其他 $(n-1)$ 个指标的总影响,将 C_i 归一化处理便可求得各指标的权重:

$$\lambda = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i}, i = 1, 2, \cdots, n \quad (4)$$

最后,区域创新生态系统共生水平取决于五大共生要素子系统的共生水平,各子系统间协调、匹配程度越高,则系统共生水平越高,创新生态越和谐、健康,反之创新生态则面临倒退甚至崩溃。因此,对各子系统共生水平进行几何加权集成(仍采用相关系数法求得权重),可得到区域创新生态系

统共生水平:

$$DSM = \prod_{i=1}^n dsm_i(x_i)^{w_i}, w_i \geq 0, \sum_{j=0}^n w_i = 1 \quad (5)$$

式中: DSM 为区域创新生态系统共生度, DSM 越大,则区域创新生态系统共生状态和协调程度越好,反之则越差。

3.2 融合进化速度状态和进化速度趋势的区域创新生态系统共生进化动量模型

区域创新生态系统共生度是由同时期各要素共生水平横向集成而得到,其结果仅能展示不同时期静态的共生状况及演变规律。进化动量是生态学中用于测度评估对象现实位置距离最优标准的提升程度或空间,利用进化动量可以进一步测度区域创新生态系统共生的进化程度和空间,但是,传统进化动量模型主要测度的是评估对象的进化总量(周青、陈畴镛, 2008;陈伟、杨早立、李金秋, 2016),尚未考虑进化的速度特征,且无法给出不同时期内与某段时期共生进化的内在质量。事实

表1 区域创新生态系统评价指标

一级指标	二级指标	指标解释	单位	编码
共生单元(X1)	大中型工业企业数	衡量创新生态系统企业群落的规模	个	x11
	科研机构数量	衡量创新生态系统科研机构群落的规模	个	x12
	高等院校专任教师量	衡量创新生态系统高校群落的规模	人	x13
共生基质(X2)	地区研发人员全时当量	衡量创新生态系统人力资源的拥有量	人年	x21
	地区研发经费内部支出	衡量创新生态系统财力资源的拥有量	万元	x22
	全社会固定资产投资额	衡量创新生态系统物力资源的拥有量	亿元	x23
共生平台(X3)	国家级科技孵化器数量	衡量各地区共生平台的数量情况	个	x31
	高新技术产业开发区平均产值	衡量共生平台中高新区的发展质量	千元	x32
	特色产业基地平均产值	衡量共生平台中特色产业基地的发展质量	千元	x33
	国家级生产力促进中心服务平均收入	衡量共生平台中国国家级生产力促进中心的发展质量	千元	x34
共生网络(X4)	高校、科研院所经费来自企业的额度	衡量企、校、院所合作与联系情况,反映其网络链接情况	万元	x41
	区域内作者同省异单位合作论文数	衡量不同单位合作创新情况,反映其网络链接情况	篇	x42
	区域内技术市场交易量	衡量不同共生单元间技术联系情况,侧面反映其弱联系	万元	x43
	地区互联网宽带接入端口	衡量不同个体、种群以及群落间互联互通的数量特征	万户	x44
共生环境(X5)	地区人均GDP	衡量地区整体经济环境	元	x51
	人口平均受教育年限	衡量地区的人口素质环境	年	x52
	地区公共图书馆藏书量	衡量地区的社会文化环境	万册	x53
	社会消费品零售额	衡量地区的市场容量	亿元	x54
	居民消费水平	衡量地区的市场消费环境	元	x55
	地区国外技术引进额	衡量地区在贸易领域对外环境的包容性和开放性	万美元	x56
	实际利用外商直接投资额	衡量地区在投资领域对外环境的包容性和开放性	万美元	x57

上,由于创新生态系统共生度的基数不同,相同的进化总量下所反映的质量和效率等都不同。因此,为了更直观、全面地剖析我国区域创新生态系统共生进化的真实“质量”和趋势,本文在传统共生进化动量的基础上,克服其难以反映进化质量这一弊端,并关注进化速度的趋势,建立融合进化速度状态和进化速度趋势的进化动量模型,测度我国区域创新生态系统共生的进化与演变状况,揭示系统共生进化的内在质量和潜力。该模型的具体步骤如下:

设有 p 个待评价区域 $Q=(Q_1, Q_2, \dots, Q_p)$, 其在 $h+1$ 个时期 $t=(t_1, t_2, \dots, t_{h+1})$ 内的共生度值所形成的时序信息矩阵为:

$$S=[s_{ik}]_{p \times (h+1)} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1(h+1)} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2(h+1)} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \cdots & s_{p(h+1)} \end{bmatrix}$$

同时,令区域 Q_i 在 $[t_k, t_{k+1}]$ 时间区间内系统共生度的进化速度为 V_{ik} , 从而可得到系统共生的进化速度信息矩阵为:

$$V=[v_{ik}]_{p \times h} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1h} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2h} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ v_{p1} & v_{p2} & \cdots & v_{ph} \end{bmatrix}$$

$$v_{ik} = \frac{s_{i, k+1} - s_{ik}}{t_{k+1} - t_k} \quad (6)$$

式中:当 $v_{ik} > 0$ 时,区域 Q_i 的系统共生进化呈增长状态;当 $v_{ik} < 0$ 时,区域 Q_i 的系统共生进化呈递减状态;当 $v_{ik} = 0$ 时,区域 Q_i 的系统共生进化呈稳定状态。

假设某时段,区域创新生态系统共生进化呈匀速状态,则 $t_k V_{ik} V_{i, k+1} t_{k+1}$ 与时间轴 t 轴所形成的面积称为 Q_i 在 $[t_k, t_{k+1}]$ 区间内系统共生度的进化速度状态值,其计算公式为:

$$Q_i^V(t_k, t_{k+1}) = \int_{t_k}^{t_{k+1}} \left[V_{ik} + (t - t_k) \times \frac{V_{i, k+1} - V_{ik}}{t_{k+1} - t_k} \right] dt \quad (7)$$

式(7)表明了 Q_i 在 $[t_k, t_{k+1}]$ 区间内进化速度的

正负状态及其相应的变化轨迹。

根据式(6)得到 Q_i 分别在第 k 和 $k+1$ 时刻系统共生进化的速度值 V_{ik} 和 $V_{i, k+1}$, 为此可设:

$$\mu_{ik} = \begin{cases} 0, & t_{k+1} = 1 \\ \frac{V_{i, k+1} - V_{ik}}{t_{k+1} - t_k}, & t_{k+1} > 1 \end{cases} \quad (8)$$

由公式可以看出, μ_{ik} 为 Q_i 系统共生的进化速度在 $[t_k, t_{k+1}]$ 区间的线性增长率,进而可设 λ 是关于 μ_{ik} 的函数,进而建立区域创新生态系统共生进化速度趋势模型:

$$\lambda(\mu_{ik}) = \frac{\delta}{1 + e^{-\mu_{ik}}} \quad (9)$$

式中: $\lambda(\mu_{ik})$ 为单调递增函数,其值随着 μ_{ik} 的变化而变化。当 $\mu_{ik} \rightarrow +\infty$, 则 $\lambda(\mu_{ik}) \rightarrow \delta$; 当 $\mu_{ik} \rightarrow -\infty$, 则 $\lambda(\mu_{ik}) \rightarrow 0$ 。由此可见, $\lambda(\mu_{ik})$ 具有一个拐点,在拐点之前, $\lambda(\mu_{ik})$ 的增速处于加速状态;在拐点之后, $\lambda(\mu_{ik})$ 的增速处于递减状态。为此,可根据 $\lambda(\mu_{ik})$ 函数对 Q_i 做出速度激励或惩罚的修正。式中参数 δ 可根据特值法求解,设当 $\mu_{ik} = 0$ 时, $\lambda(\mu_{ik}) = 1$, 可得出 $\delta = 2$ 。

基于式(7)~式(9),根据系统共生进化速度趋势对进化速度状态进行修正(惩罚或激励):当(1) $\mu_{ik} = 0$ 时, $\lambda(\mu_{ik}) = 1$, 对 $Q_i^V(t_k, t_{k+1})$ 乘以 1, 表明对无进化速度趋势的状态不做修正;(2) $\mu_{ik} > 0$ 时, $\lambda(\mu_{ik}) > 1$, 对 $Q_i^V(t_k, t_{k+1})$ 乘以大于 1 的系数,表明对增长型进化速度趋势的速度状态进行激励;(3) 当 $\mu_{ik} < 0$ 时, $\lambda(\mu_{ik}) < 1$, 对 $Q_i^V(t_k, t_{k+1})$ 乘以小于 1 的系数,表明对递减型进化速度趋势的速度状态做出惩罚。

进而可得到 Q_i 在 $[t_k, t_{k+1}]$ 时间区间内融合进化速度状态和进化速度趋势的综合进化动量公式:

$$Y_{iV} = Q_i^V(t_k, t_{k+1}) \times \lambda(\mu_{ik}) \quad (10)$$

式中: $Q_i^V(t_k, t_{k+1})$ 和 $\lambda(\mu_{ik})$ 2 种进化速度特征共同驱动和决定了 Q_i 在 $[t_k, t_{k+1}]$ 时间区间创新生态系统共生的进化状况。进一步通过加权平均可得到

Q_i 在 $[t_i, t_h]$ 跨时间区间内的整体进化动量:

$$Y_i = \frac{1}{h-1} \sum_{k=1}^{h-1} Q_i^V(t_k, t_{k+1}) \times \lambda(\mu_{ik}) \quad (11)$$

式中: $Y_i > 0$ 时,说明 Q_i 在 $[t_i, t_h]$ 期间创新生态系统共生进化整体处于良性上升趋势;当 $Y_i < 0$ 时,说明其共生进化整体处于良恶性下降趋势;当 $Y_i = 0$ 时,说明其共生进化处于平稳趋势。另外,区域创新生态系统共生进化动量值越大,表明其共生进化的整体状况越好。

3.3 数据来源

考虑到指标体系中部分关键指标在 2007 年发生调整,统计口径与以往不一致,而 2016 年的部分

指标尚未公布,故以 2007—2015 年为研究时段,研究数据来源于《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《中国火炬年鉴》、《中国科技论文统计与分析:年度研究报告》、《中国区域创新能力评价报告》以及各省市统计局、科技局等网站,由于西藏部分数据多年连续缺失,为保证研究在时间跨度上的连续性,故将其做剔除处理,因此选取了全国 30 个省市的统计数据为样本展开研究。

4 实证分析

4.1 区域创新生态系统共生度测度与分析

由式(1)~式(5)计算可得到 2007—2015 年我国 30 个省市区域创新生态系统共生度值,如表 2

表 2 2007—2015 年我国区域创新生态系统共生度值

区域	年份								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
北京	0.8379	0.8003	0.8148	0.7984	0.7920	0.7820	0.7833	0.7787	0.7734
天津	0.0000	0.6659	0.6674	0.6716	0.6742	0.6982	0.7052	0.7066	0.7062
河北	0.6963	0.7004	0.6944	0.6971	0.6939	0.6904	0.6881	0.6958	0.6911
山西	0.0000	0.0000	0.0000	0.6237	0.6139	0.6210	0.6250	0.6212	0.6053
内蒙古	0.5608	0.5610	0.5636	0.5887	0.5948	0.5912	0.5893	0.5798	0.5806
辽宁	0.7532	0.7487	0.7539	0.7578	0.7521	0.7503	0.7542	0.7517	0.7278
吉林	0.6533	0.6429	0.6595	0.6590	0.6530	0.6470	0.6428	0.6375	0.6265
黑龙江	0.6919	0.6903	0.6812	0.6836	0.6679	0.6690	0.6628	0.6483	0.6610
上海	0.8092	0.7888	0.7948	0.7847	0.7709	0.7637	0.7681	0.7577	0.7596
江苏	0.8970	0.8922	0.9045	0.9131	0.9126	0.9140	0.9158	0.9058	0.9116
浙江	0.8215	0.8092	0.8088	0.8100	0.7988	0.7954	0.8045	0.7886	0.8037
安徽	0.6703	0.6752	0.6847	0.6936	0.6960	0.7057	0.7097	0.7075	0.7183
福建	0.6989	0.6912	0.6925	0.6962	0.6933	0.6991	0.7042	0.6994	0.7085
江西	0.6043	0.6014	0.6239	0.6276	0.6285	0.6260	0.6259	0.6310	0.6463
山东	0.8307	0.8254	0.8327	0.8329	0.8266	0.8228	0.8324	0.8325	0.8393
河南	0.7075	0.7128	0.7222	0.7247	0.7235	0.7210	0.7267	0.7272	0.7342
湖北	0.7404	0.7366	0.7471	0.7462	0.7508	0.7506	0.7551	0.7536	0.7597
湖南	0.6857	0.6854	0.6858	0.6951	0.6941	0.7028	0.7117	0.6990	0.7276
广东	0.8909	0.8822	0.8881	0.8861	0.8814	0.8810	0.8868	0.8824	0.8941
广西	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5885	0.5930	0.5878	0.5921
海南	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
重庆	0.0000	0.6127	0.6241	0.6268	0.6385	0.6470	0.6482	0.6534	0.6497
四川	0.7090	0.7056	0.7208	0.7201	0.7158	0.7109	0.7115	0.7019	0.7172
贵州	0.4970	0.5018	0.4989	0.5022	0.5124	0.5154	0.5075	0.5260	0.5408
云南	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
陕西	0.6944	0.6858	0.7032	0.7011	0.6965	0.6981	0.7013	0.7033	0.6953
甘肃	0.0000	0.5422	0.5442	0.5357	0.5386	0.5324	0.5246	0.5189	0.5277
青海	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
宁夏	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4041	0.4053	0.4177	0.4125	0.4213
新疆	0.0000	0.0000	0.5141	0.5462	0.5351	0.5493	0.5417	0.5395	0.5350

所示。此外,为了更全面把握和分析我国区域创新生态系统的整体发展状况,进一步计算了地区均值和变异系数,如图2所示。

由表2可以看出,考察期内江苏省区域创新生态系统共生水平遥遥领先,历年共生度均位列第一,且呈上升趋势。广东、山东、浙江、上海、北京处于明显的高值区,历年共生度均位于0.75以上,但尚未出现上升趋势甚至个别省份呈下降态势;而青海、云南、海南、宁夏、新疆、广西等地区发展滞后,甚至出现了共生度为0的状况,即区域创新生态系统尚未达成共生状态,共生效应尚未实现。进一步通过区域板块分析发现,东部地区大部分省份均处于高水平,历年最低值仍达到0.658,而西部地区的大部分省份处于低水平状态,历年最高值仍低于0.48,这与我国经济社会发展的空间特征具有一致性,这主要是因为:区域创新生态系统共生发展需要各共生要素间的密切配合,相对而言,东部地区由于长期的优势地理位置,经济水平较发达,开放式创新格局发展迅猛,创新创业更具活力,各项共生要素发展均处于全国前列,因此区域创新生态系统发展更加健康、适宜,共生效应得到一定凸显,而广大中西部地区,尤其是西部地区,经济发展落后一定程度上引致对创新资源较低的吸引力、创新创业活力不足、以本地为依托的

共生单元间创新协作、价值共创成效不佳等问题,导致个别共生要素的滞后发展,甚至共生要素的整体滞后,阻碍了区域创新生态系统的共生式发展。进一步从地区间整体发展趋势来看(见图2),东部地区整体水平极为平稳,中部地区和西部地区呈现上升趋势,进而全国整体水平在2007—2015年间呈缓慢上升态势。

进一步从空间异质性视角来看,我国区域创新生态系统共生态势存在明显空间差异,但差异随时间推移逐步缩小。由表2可知,2007—2015年我国区域创新生态系统共生度值呈现出由东部沿海向中、西部内陆地区递减的空间分布格局,区域创新生态系统共生度较高的省份大多集中在东部沿海地区,中部次之,西部地区的创新生态系统共生度普遍较低。进一步分析地区间差异可知,2007年我国东部地区共生度均值为0.658,分别为中部地区的1.11倍、西部地区的2.94倍,2011年东部地区共生度均值为0.709,分别为中部地区的1.04倍、西部地区的1.68倍,而2015年东部地区共生度均值为中部地区的1.03倍、西部地区的1.49倍,东部地区与中、西部的差异均逐渐变小。进一步由变异系数可知(见图2),2007年我国区域创新生态系统共生发展的变异系数为0.728,逐渐降至2011年的0.430,2015年降至0.374,这说明我国区域创新

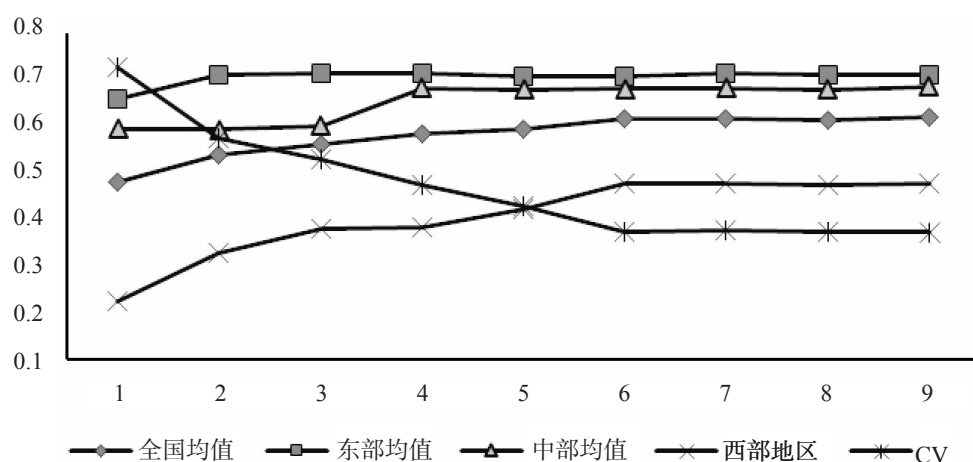


图2 区域创新生态系统共生度均值、变异系数

生态系统共生发展的地区间差异呈缩小趋势。

4.2 基于共生度的我国区域创新生态系统共生模式与阶段分析

区域创新生态系统共生存在一定的模式,这种模式本质为区域创新生态系统各共生要素间的相互作用共存共生的方式和作用强度,该共生模式在要素间互动匹配程度上,可分为点共生模式、间歇共生模式、连续共生模式、一体化共生模式(袁纯清,1998),如图3所示。其中,点共生模式只是在某一特定时刻点,由共生要素间的单次互动而实现,具有不稳定性、随机性和离散性,此时创新生态系统集聚效应很弱。间歇共生模式下,共生要素间的匹配与互动不是随机的,而是经常性的,且表现为共生要素间在某一封闭时间区间内发生连续性多方面的相互作用。与间歇共生模式下的区域创新生态系统相比,连续共生模式下区域创新生态系统具有更高的稳定性和连续性。一体化共生模式下共生要素间实现了全方位的协调、匹配与互动,共生关系稳定、长久且具有必然性,是区域创新生态系统最高程度的共生创新模式,也是区域创新生态系统共生的理想模式。

基于共生度对区域创新生态系统所处共生模式阶段的考量,在共生理论的相关研究中得到了广泛应用(叶斌、陈丽玉,2016),这为衡量事物间共生模式所处阶段提供了有益借鉴。因此,为更好分析各省级区域创新生态系统所处共生模式阶段,本文对计算所得的2007—2015年我国区域创新生态系统共生度取均值,进而采用系统聚类法进行聚类和分类。在具体操作中,采用系统聚类分析法(Hierarchical Methods),根据各省级区域创新生态系统共生度的相似性进行逐步合并,将共生度具有较高相似性的省份集聚呈一类。为了方便计算,本文选取的计算距离为欧式距离,距离越近的2个省份,其共生度越具相似性。区域创新生态系统共生模式的聚类结果如表3所示。

由于没有一个省份的共生度达到1,因此本文认为我国目前还不存在一体化共生的区域创新生态系统。青海、云南和海南的区域创新生态系统共生度为0,表明这些区域创新生态系统尚处于非共生状态,通过进一步分析发现,共生平台是制约这些地区创新生态系统共生发展的关键问题,青海、云南和海南的共生平台发展滞后,其中,国家

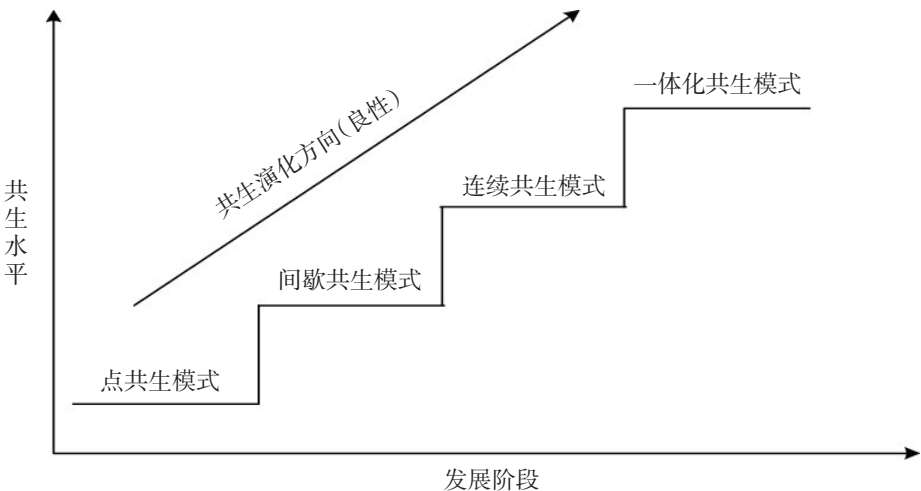


图3 区域创新生态系统共生模式阶段

表3 区域创新生态系统共生聚类分析结果

非共生	点共生	间歇共生	连续共生	一体化共生
海南、云南、青海	宁夏、广西	天津、山西、内蒙古、江西、重庆、贵州、甘肃、新疆、吉林	北京、河北、辽宁、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东、河南、湖北、湖南、广东、四川、陕西	无

级特色产业基地、生产力促进中心以及其他区域创新中心等类型的共生平台在考察期内尚未建立,而区域创新生态系统的健康发展需要全要素的协同共生和配合,共生平台的缺失和滞后,严重制约了创新生态系统共生效应的发挥,进而表现为共生度为零的现状。宁夏、广西的区域创新生态系统共生度较低,位于0.2~0.3之间,这些区域创新生态系统中共生要素间的互动很少,匹配度较低,创新协作与互动具有不稳定性 and 随机性,本文称之为点共生创新生态系统,进一步分析发现,这些地区分别在2011年和2012年实现了共生平台质的飞跃,先后设立了宁夏国家级高新技术产业开发区和河池国家级有色金属新材料特色产业基地,但限于各共生要素发展的低水平,使得创新生态系统的共生水平仍较低。天津、山西、内蒙古、江西、重庆、贵州、甘肃、新疆、吉林等省份的共生度有所提高,主要位于0.40~0.64之间,这些区域创新生态系统中共生要素间的互动尽管会经常实现互动和协调,但是这种匹配性不稳定,在时间上具有不连续性和间歇性,本文称这类区域创新生态系统为间歇共生式创新生态系统。北京、河北、辽宁、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东、河南、湖北、湖南、广东、四川、陕西等省份的区域创新生态系统共生度较高,均处于0.69以上,这些区域创新生态系统各共生要素间实现了长期交互,彼此间匹配性较好,形成了相对稳定的协调机制,消除了互动协同的随机性,减少了共生能量在传导过程中的损失,本文称之为连续共生式区域创新生态系统。

4.3 区域创新生态系统共生进化动量分析

为进一步分析我国区域创新生态系统共生的进化趋势以及进化动量,从动态视角揭示我国区域创新生态系统共生发展与进化状况,本文利用共生进化动量模型计算其共生进化动量。首先,通过公式(6)~公式(7)计算出我国区域创新生态

系统共生的进化速度状态(见表4),可以发现,我国30个省市区域创新生态系统共生进化速度状态有正值和负值,当进化速度状态为正值时,表明区域创新生态系统共生水平在不断提高,创新生态整体朝优良的方向发展;当进化速度状态为负值时,表明区域创新生态系统共生水平在不断下降,创新生态整体出现衰退现象。其次,根据公式(8)~公式(9)计算出我国区域创新生态系统共生的进化速度趋势(见表5),当变化速度趋势大于1时,表示区域创新生态系统共生进化速度呈上升趋势;当变化速度趋势小于1时,表示区域创新生态系统共生进化速度呈下降趋势。最后,通过对我国区域创新生态系统共生进化速度状态和趋势进行测算后,由公式(10)~公式(11)计算出2007—2015年区域创新生态系统共生进化动量值,如表6所示。

根据表6可知,北京、河北、辽宁、吉林、黑龙江、上海、浙江等省市区域创新生态系统共生进化动量为负值,表明考察期内这些省市创新生态系统共生进化整体呈恶化下降趋势;海南、云南和青海的进化动量为0,这主要是因为这些区域历年创新生态系统共生度均为0,处于极其平稳的态势;其他省份的共生进化动量为正值,表明这些区域创新生态系统共生进化整体呈良性发展趋势,但不同地区亦存在较大差异,相比较而言,山西、广西、新疆、宁夏、天津、重庆、甘肃等省份进化动量值较高,表明这类地区创新生态系统共生发展不仅处于良性进化态势,且良性进化的势头更强;而江苏、福建、山东、广东、内蒙古、四川、贵州等地区的进化动量值较低,说明这类地区创新生态系统共生发展处于良性进化态势,但进化的势头呈现疲软态势。从地区间总体状况来看,东部地区的共生进化态势较差,大部分地区处于恶化态势,少部分地区呈良性发展,但发展势头疲软,相对而言,中西部地区,尤其是西部地区的进化动量值整

体较高,且大部分地区的良性进化势头较强。

通过将2007—2015年我国区域创新生态系统共生度值进行平均,进一步将共生度值与共生进化动量进行比较,生成如图4所示的象限图。其中,纵坐标为区域创新生态系统共生度值,横坐标为共生进化动量,2条虚线为均值线。从图4可以看出,浙江、北京、上海、辽宁、河北、黑龙江、吉林等省份位于第二象限,且均处于均值之上,表明这些区域共生水平较高,但其进化动量为负,即共生进化呈恶化下降趋势,表现为明显的“恶化区”;海南、云南、青海3个省份位于原点,其共生度为0,

且进化动量仍为0,表明这些地区的创新生态系统尚未实现共生,且并未呈现变化迹象,处于明显的“非共生区”;甘肃、新疆、宁夏、重庆、广西、山西等省份位于第一象限,其共生度处于均值以下,共生水平相对较低,但共生进化动量为正且处于均值以上,说明这些地区共生水平较低但良性进化势头较强,属于明显的“潜力区”;天津、安徽、河南、湖南、江西、内蒙古、广东、江苏、山东位于第一象限,共生水平为正且处于平均水平之上,其共生进化动量亦为正,特别是天津,进化动量不仅为正且高于均值,说明这些地区的区域创新生态系统共生水平较

表4 进化速度状态值

区域	年份						
	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015
北京	-0.0115	-0.0009	-0.0114	-0.0082	-0.0043	-0.0016	-0.0050
天津	0.3337	0.0029	0.0034	0.0133	0.0155	0.0042	0.0005
河北	-0.0010	-0.0017	-0.0002	-0.0033	-0.0029	0.0027	0.0015
山西	0.0000	0.3119	0.3069	-0.0013	0.0056	0.0001	-0.0098
内蒙古	0.0014	0.0138	0.0156	0.0013	-0.0028	-0.0057	-0.0043
辽宁	0.0003	0.0046	-0.0009	-0.0037	0.0010	0.0007	-0.0132
吉林	0.0031	0.0081	-0.0033	-0.0060	-0.0051	-0.0048	-0.0082
黑龙江	-0.0054	-0.0033	-0.0066	-0.0073	-0.0026	-0.0104	-0.0009
上海	-0.0072	-0.0020	-0.0120	-0.0105	-0.0014	-0.0030	-0.0042
江苏	0.0038	0.0105	0.0040	0.0004	0.0016	-0.0041	-0.0021
浙江	-0.0063	0.0004	-0.0050	-0.0073	0.0029	-0.0034	-0.0004
安徽	0.0072	0.0092	0.0056	0.0061	0.0068	0.0009	0.0043
福建	-0.0032	0.0025	0.0004	0.0015	0.0055	0.0001	0.0021
江西	0.0098	0.0131	0.0023	-0.0008	-0.0013	0.0025	0.0102
山东	0.0010	0.0038	-0.0031	-0.0051	0.0029	0.0048	0.0034
河南	0.0074	0.0059	0.0007	-0.0018	0.0016	0.0031	0.0037
湖北	0.0034	0.0048	0.0018	0.0022	0.0022	0.0015	0.0023
湖南	0.0000	0.0049	0.0042	0.0039	0.0088	-0.0019	0.0079
广东	-0.0014	0.0020	-0.0033	-0.0026	0.0027	0.0007	0.0036
广西	0.0000	0.0000	0.0000	0.2943	0.2965	-0.0004	-0.0005
海南	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
重庆	0.3120	0.0071	0.0072	0.0101	0.0048	0.0032	0.0008
四川	0.0059	0.0073	-0.0025	-0.0046	-0.0021	-0.0045	0.0028
贵州	0.0010	0.0002	0.0067	0.0066	-0.0024	0.0053	0.0166
云南	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
陕西	0.0044	0.0076	-0.0034	-0.0015	0.0024	0.0026	-0.0030
甘肃	0.2721	-0.0033	-0.0028	-0.0016	-0.0070	-0.0068	0.0015
青海	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
宁夏	0.0000	0.0000	0.2020	0.2026	0.0068	0.0036	0.0018
新疆	0.2571	0.2731	0.0105	0.0015	0.0033	-0.0049	-0.0033

表5 进化速度趋势值

区域	年份						
	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015
北京	1.0261	0.9845	1.0050	0.9982	1.0057	0.9970	0.9997
天津	0.6795	1.0014	0.9991	1.0107	0.9915	0.9972	0.9991
河北	0.9949	1.0044	0.9971	0.9998	1.0006	1.0050	0.9938
山西	1.0000	1.3021	0.6934	1.0085	0.9984	0.9962	0.9939
内蒙古	1.0012	1.0112	0.9906	0.9951	1.0008	0.9962	1.0052
辽宁	1.0049	0.9994	0.9952	1.0020	1.0028	0.9968	0.9893
吉林	1.0135	0.9915	0.9972	1.0001	1.0008	0.9995	0.9971
黑龙江	0.9963	1.0058	0.9909	1.0084	0.9963	0.9959	1.0136
上海	1.0133	0.9919	0.9981	1.0033	1.0058	0.9926	1.0062
江苏	1.0086	0.9981	0.9954	1.0010	1.0002	0.9941	1.0079
浙江	1.0059	1.0008	0.9938	1.0038	1.0063	0.9874	1.0155
安徽	1.0023	0.9997	0.9968	1.0037	0.9971	0.9969	1.0065
福建	1.0045	1.0012	0.9967	1.0043	0.9997	0.9950	1.0070
江西	1.0127	0.9906	0.9986	0.9983	1.0012	1.0027	1.0050
山东	1.0063	0.9964	0.9967	1.0013	1.0067	0.9952	1.0034
河南	1.0020	0.9965	0.9982	0.9993	1.0041	0.9974	1.0032
湖北	1.0071	0.9943	1.0027	0.9976	1.0024	0.9969	1.0038
湖南	1.0004	1.0044	0.9949	1.0048	1.0001	0.9892	1.0206
广东	1.0073	0.9961	0.9986	1.0022	1.0031	0.9949	1.0080
广西	1.0000	1.0000	1.0000	1.2861	0.7160	0.9951	1.0047
海南	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
重庆	0.7081	0.9957	1.0045	0.9984	0.9964	1.0020	0.9955
四川	1.0093	0.9920	0.9982	0.9997	1.0027	0.9949	1.0124
贵州	0.9961	1.0031	1.0035	0.9964	0.9945	1.0132	0.9982
云南	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
陕西	1.0130	0.9902	0.9988	1.0030	1.0009	0.9993	0.9950
甘肃	0.7363	0.9947	1.0058	0.9954	0.9992	1.0011	1.0072
青海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
宁夏	1.0000	1.0000	1.1993	0.8013	1.0056	0.9912	1.0070
新疆	1.2516	0.7635	0.9785	1.0126	0.9892	1.0026	0.9989

高且良性进化势头较强,属于明显的“绩优区”。

从三大地区间差异来看,东部经济发达地区的区域创新生态系统共生水平整体较高,但其共生进化动量较低,大部分地区进化动量为负值,共生进化态势趋缓甚至呈现恶性下降趋势;与之相反的是,中西部地区的区域创新生态系统共生水平整体相对较低,但其共生进化动量普遍偏高,大部分地区进化动量为正,且部分西部地区处于均值以上,共生进化趋势普遍处于良性上升态势,且上升势头较强,这表明我国区域创新生态系统共生

发展呈“逆马太效应”现象,即共生水平较高地区的良性上升势头较缓甚至下降,而共生水平较低地区的良性上升势头强劲。这也进一步从侧面印证了我国地区间创新生态系统共生发展差距的收敛性现象,说明地区间不平衡呈动态缓解趋势。出现上述情况的原因在于:从东部地区来看,东部地区占据着地理优势,经济发展水平较高,拥有着充裕的人力、物力和财力资源,对资源的吸引能力更强,同时也是创新创业的集聚地,共生单元数量众多且多样化,以科技园区、科技企业孵化器、特

表6 进化动量值

区域	进化动量	省份	进化动量	省份	进化动量
北京	-0.0061	浙江	-0.0027	海南	0.0000
天津	0.0613	安徽	0.0058	重庆	0.0562
河北	-0.0007	福建	0.0013	四川	0.0003
山西	0.1012	江西	0.0051	贵州	0.0049
内蒙古	0.0028	山东	0.0011	云南	0.0000
辽宁	-0.0016	河南	0.0029	陕西	0.0013
吉林	-0.0023	湖北	0.0026	甘肃	0.0413
黑龙江	-0.0052	湖南	0.0040	青海	0.0000
上海	-0.0057	广东	0.0002	宁夏	0.0654
江苏	0.0020	广西	0.0967	新疆	0.0868

色产业基地等为核心的共生平台建设相对较完善,产学研合作密切、科技成果转化机制和专业化服务体系相对完善,创新合作的市场、政策以及文化环境等条件相对优越,使得这些地区在共生单元、共生基质、共生平台、共生网络和共生环境等方面保持在较高位势,共生要素间的高位势保证了区域创新生态系统较高的共生水平,而相对趋于“饱和”的高基数产生了低增长。从中西部地区来看,中西部地区由于落后的经济基础条件、贫乏的资源,对人才的吸引力较差,科技发展相对滞后,促进创新创业的环境基础薄弱,政产学研用为一体的创新网络发展滞后,致使其区域创新生态系统发展相对滞后,个别共生要素的滞后发展以及共生要素的整体低水平,均导致创新生态系统较低的共生水平,共生效应难以发挥。近年来,随

着创新驱动发展战略、“4+3”区域协调发展大布局以及区域协调发展战略的实施,我国对中西部地区实施了适当的政策引导,通过区域间联合开发技术、科技成果转化、联合培养人才等引导共生基质的流入和集聚,在产业转移力度加大情况下通过承接东部发达地区产业转移,为本区域对外联系、协同创新、产业结构优化以及经济结构调整产生了明显推动作用,进而有效促进了本地区创新生态系统的共生发展,使其出现了显著增长态势,进而表现为较强的良性上升势头。

5 结论与启示

本文在分析区域创新生态系统共生内涵及系统结构解析基础上,运用共生度模型并建立融合进化速度状态和进化速度趋势的共生进化动量模型对2007—2015年我国区域创新生态系统共生度、共生模式及共生进化状况进行实证测度,研究结果表明:(1)2007—2015年间我国区域创新生态系统共生态势趋好,东部地区平稳,中西部地区呈上升趋势,且东部和中部地区远高于西部地区,地区间差异明显但随时间推移呈缩小趋势,这说明我国区域创新生态系统共生水平的地区不均衡性突出,缩小地区间创新生态的制度条件差异,仍是当前实现区域协调发展的重要路径。(2)我国目前还不存在一体化共生式区域创新生态系统,

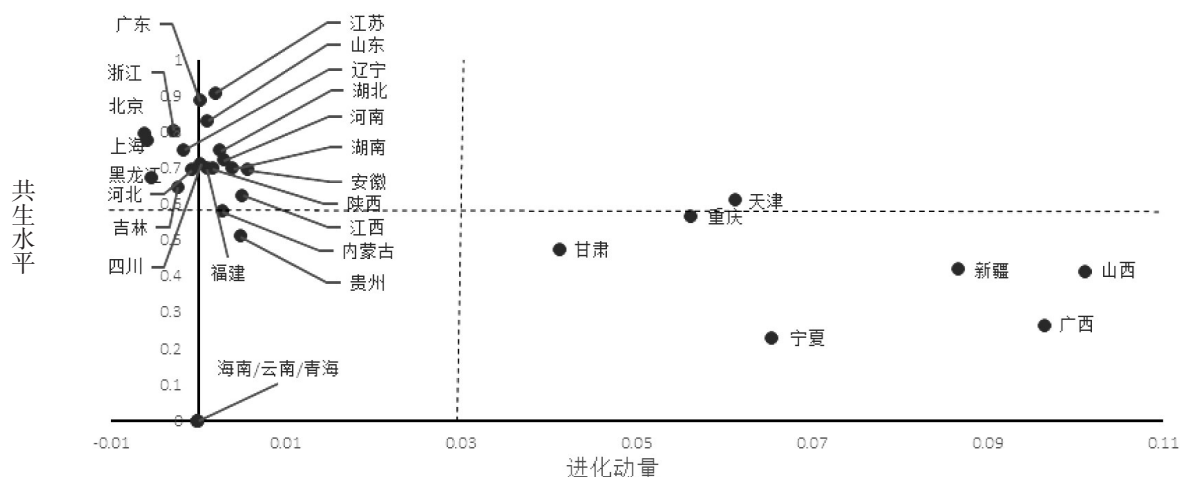


图4 进化动量与共生水平联合对比图

以北京、上海、江苏、浙江为首的省份,共生要素发展质量较好且互动匹配度高,属于连续共生式区域创新生态系统;天津、山西、内蒙古、重庆等省份次之,属于间歇共生式区域创新生态系统;宁夏、广西的区域创新生态系统共生度低,共生要素质量较低且互动匹配较弱,属于点共生式区域创新生态系统;青海、云南和海南由于共生平台的缺失,其共生度值为零,尚处于非共生阶段。这说明我国区域创新生态系统共生模式整体上还有较大的优化空间,进一步提高区域创新生态系统共生水平,使其向一体化互惠共生模式进化,是当前创新生态建设的核心方面。(3) 我国区域创新生态系统共生进化态势,具有明显的“绩优区”、“潜力区”、“恶化区”和“非共生区”,整体而言,共生进化态势呈“逆马太效应”现象,其中,东部经济发达地区创新生态系统共生水平整体较高,但进化动量值较低,共生进化态势趋缓甚至呈恶性下降趋势;中西部地区创新生态系统共生水平普遍较低,但其共生进化动量普遍较高,共生进化趋势普遍处于良性上升态势,且上升势头明显。这说明当前我国区域创新生态系统共生发展中共生“状态”与进化“速度”两难全的态势明显,其中,东部地区共生水平较高,但进化“速度”上升受限,陷入瓶颈;中西部地区进化“速度”较高,但共生水平仍处于较低状态,如何在“扬长”的同时又能成功“避短”,实现共生“状态”与进化“速度”协同推进,是区域创新生态系统共生式发展的亟待破解的关键问题。根据研究结果,本文提出如下政策启示。

(1) 兼顾区域创新生态系统各共生要素发展步伐,促进共生要素间协调发展,防止“短板效应”和系统“失衡”。本文的实证分析发现,高共生水平的区域创新生态系统中各共生要素均处于高水平状态,而相反,较低共生水平的创新生态系统中存在着个别甚至全部共生要素的滞后发展,出现了“短板效应”。因此,在进入结构调整的新常态

背景下,不仅要关注共生单元、共生环境和共生基质等常规性监测指标的良性发展与增长,还要增进共生单元间协作创新与交互而引发的共生关系的良性发展和共生网络建设,促进创新生态系统共生模式向一体化共生阶段迈进。具体而言,进一步推进大众创业万众创新,优化创新创业生态环境,发挥大企业、科研院所和高等院校的领军作用,催生更多新生力量,为优质共生单元发展提供更多政策倾斜和完善的服务保障;进一步加大研发经费投入力度,推动人才事业发展,构筑人才高地,在人才引进培养、人才事业平台和人才服务机制等方面实现良好改观;打造具有更强吸引力的创新平台,发挥科技孵化器等的平台支撑作用,使其成为创新策源地、引领区和重要增长极;通过引导产学研合作、技术创新战略联盟等手段提高研发创新合作的广度和深度,实现研发、生产、成果商业化等各环节的有效串接,促进以官、政、产、学、研、用、介为一体的共生共存创新网络的完善;提高大众创新创业意识,激发区域创新活力,有序推进科技服务示范区等建设,打造优良的区域创新软环境。

(2) 关注地区创新生态发展异质特点,实施针对性区域创新政策,通过空间联动促进地区间创新生态协调发展。根据实证结果表明,由于我国中西部地区自身经济基础条件薄弱,创新基础设施落后,对各项创新要素的吸引力较弱,导致区域内创新要素素质较低,区域创新能力较差且在长期累积效应下,区域创新生态系统共生水平较低,地区间差距依旧较大。作为区域创新发展的重要制度条件,区域创新生态系统在地区间协调发展是缓解地区创新发展差距和经济社会差距的重要手段,因此,需要改善地区间不平衡格局,实现创新生态协调发展。具体而言,实施引导政策,利用创新生态系统开放特性,实施专项科技行动计划引导共生基质向落后地区流动和集聚,通过区域间联合开发、共同成果转化、联合培养人才等

加强以科技创新与应用为主旨的地区间联系;通过进一步改革创新资源配置方式、创新资源管理体制以及市场体系等,消除创新要素配置的地区、组织与制度壁垒,促进创新要素均等性配置及地区间创新生态系统协调发展;因地制宜,甄选具有地区比较优势的创新领域,推出具有地区特色的宏观支持政策,鉴于中西部地区长期以来创新生态系统发展滞后且对先进技术的研发和吸收能力有限,应选择合适技术,发展与其要素禀赋和产业结构相适应的技术领域,引导完整化的生态系统创新链条形成,进而促进以价值增值和价值创造为终极目标的动态、适宜创新生态的发展。

(3) 兼顾区域创新生态系统共生“状态”与进化“速度”。本文的实证分析结果表明我国区域创新生态系统共生“状态”与其共生进化“速度”存在较大差异,呈现“逆马太效应”现象,就东部地区共生发展态势而言,其区域创新生态系统共生水平较高但上升能力较弱,出现了天花板现象,共生进化受限,这反映了东部地区创新生态系统建设中出现的普遍性问题,即如何在创新要素相对富足与集聚的基础上实现要素间的匹配与协同;就中西部地区而言,由于创新要素的相对匮乏,随着创新创业背景下各地区支持创新政策的实施,其在创新要素投入和对外部要素吸引力等方面均有好

转,导致创新生态系统共生水平较低但进化上升能力较强,这反映了中西部地区在创新生态系统建设中仍处于创新要素相对匮乏阶段,进一步增强优势创新资源的投入和集聚仍是现阶段中西部地区创新生态建设中的重要环节。因此,根据我国区域创新生态系统共生进化态势,在创新生态建设中一方面要加强各要素的直接投入,并利用空间联动和产业转移等契机促进创新要素的流入和集聚,另一方面应促进创新要素间匹配与协调,具体而言,应实现创新单元间以技术创新为核心的链式合作与协调;以产业发展为路径形成上下游创新单元间完整的产业链条,并以企业为主体围绕上下游产业链建设重点实验室、工程中心、企业技术中心等科技研发机构,推动研发机构链条式发展,实现创新链与产业链的依存共生;根据技术创新不同阶段旁侧需求异质性形成完善服务链,并围绕技术创新的研发、转化、产业化各个环节,系统推进科技中介、工业设计、检验检测等科技服务机构建设,促进创新链与服务链依存共生;以资金、人才等要素使用效用最大化为目标,围绕技术创新各环节合理布局资源,形成资源支持链条,促进创新链与资金链、人才链等的依存共生,进而以完善创新生态系统链条为途径,促进创新要素间以支持创新为目的协调匹配。

参考文献

- 白俊红,蒋伏心. 2015. 协同创新、空间关联与区域创新绩效[J]. 经济研究,50(7):174-187.
- 陈伟,杨早立,李金秋. 2016. 区域知识产权管理系统协同及其演变的实证研究[J]. 科学学与科学技术管理,37(2):30-41.
- 陈向东,刘志春. 2015. 基于创新生态系统观点的我国科技园区发展观测[J]. 中国软科学,(11):151-161.
- 丛海彬,邹德玲,蒋天颖. 2015. 浙江省区域创新平台空间分布特征及其影响因素[J]. 经济地理,35(1):112-118.
- 冯之浚,刘燕华,方新,等. 2015. 创新是发展的根本动力[J]. 科研管理,36(11):1-10.
- 黄鲁成. 2003a. 区域技术创新生态系统的稳定机制[J]. 研究与发展管理,15(4):48-52 + 58.
- 黄鲁成. 2003b. 区域技术创新系统研究:生态学的思考[J]. 科学学研究,21(2):215-219.
- 李晓娣,张小燕. 2018. 区域创新生态系统对区域创新绩效的影响机制研究[J]. 预测,37(5):22-28 + 55.
- 刘洪久,胡彦蓉,马卫民. 2013. 区域创新生态系统适宜度与经济发展的关系研究[J]. 中国管理科学,21(S2):764-770.
- 刘启雷,郭鹏,张鹏,等. 2018. 在华外资研发与区域自主创新的生态共演研究[J]. 科学学研究,36(6):1058-1069.

- 柳卸林,丁雪辰,高雨辰. 2018. 从创新生态系统看中国如何建成世界科技强国[J]. 科学学与科学技术管理,39(3):3-15.
- 梅亮,陈劲,刘洋. 2014. 创新生态系统:源起、知识演进和理论框架[J]. 科学学研究,32(12):1771-1780.
- 欧忠辉,朱祖平,夏敏,等. 2017. 创新生态系统共生演化模型及仿真研究[J]. 科研管理,38(12):49-57.
- 王俭,韩婧男,胡成,等. 2012. 城市复合生态系统共生模型及应用研究[J]. 中国人口·资源与环境,22(S2):291-296.
- 王仁文. 2014. 基于绿色经济的区域创新生态系统研究[D]. 合肥:中国科学技术大学.
- 温兴琦,黄起海,BROWN David. 2016. 共生创新系统:结构层次、运行机理与政策启示[J]. 科学学与科学技术管理,37(3):79-85.
- 叶斌,陈丽玉. 2016. 基于网络DEA的区域创新网络共生效率评价[J]. 中国软科学,(7):100-108.
- 于明洁,郭鹏,张果. 2013. 区域创新网络结构对区域创新效率的影响研究[J]. 科学学与科学技术管理,34(8):56-63.
- 袁纯清. 1998. 共生理论:兼并小型经济[M]. 北京:经济科学出版社.
- 周青,陈畴镛. 2008. 中国区域技术创新生态系统适宜度的实证研究[J]. 科学学研究,26(S1):242-246 + 223.
- Andersen J B. 2011. What are innovation ecosystems and how to build and use them[J]. Innovation Management,1(2):50-57.
- Bar-Yam Y. 1997. Dynamics of Complex Systems[M]. Boulder: Westview Press.
- Bertalanffy V L. 1950. The theory of open systems in physics and biology[J]. Science,111(2872):23-29.
- Butler J, Gibson D. 2013. Research universities in the framework of regional innovation ecosystem: The case of Austin, Texas[J]. Foresight and STI Governance,7(2):42-57.
- Douglas A E. 2015. The symbiotic habit[J]. Bioscience,61(4):326-327.
- Erazo M A, Rong R, Liu J. 2015. Symbiotic network simulation and emulation[J]. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation,26(1):2.
- Estrin J. 2009. Closing the Innovation Gap: Reigniting the Spark of Creativity in A Global Economy[M]. New York: McGraw Hill.
- Jackson D J. 2011. What is an innovation ecosystem? [EB/OL]. http://www.ercassoc.org/docs/innovation__ecosystem.pdf.
- Li Y R. 2009. The technological roadmap of Cisco's business ecosystem[J]. Technovation,29(5):379-386.
- Moore J F. 2006. Business ecosystems and the view from the firm[J]. Antitrust Bulletin,51(1):31-75.

Research on Regional Innovation Ecosystem Symbiosis and Its Evolution in China: An Empirical Analysis based on the Symbiotic Degree Model and Evolution Momentum Model which Fuses Speed Characteristic

LI Xiaodi, ZHANG Xiaoyan

(School of Economics and Management, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: Building the innovation ecosystem and giving play to its symbiotic effects is the preferred strategy for promoting the development of regional innovation. Based on the analysis of symbiosis of regional innovation ecosystem, the symbiotic degree model is used to measure the symbiotic level of 30 provinces' regional innovation ecosystem from 2007 to 2015, and a symbiotic evolution momentum model which fuses the evolution speed state and evolution speed tendency is established to measure the symbiotic evolution momentum of regional innovation ecosystem. The results show that: (1) The symbiotic level of regional innovation ecosystem in China has been developing towards a good trend, and there are obvious differences among regions, but the differences have been converging over time; (2) At present there is no integrated symbiotic regional innovation ecosystems, most of them are continuous symbiosis and intermittent symbiosis; (3) The symbiotic evolution of regional innovation ecosystem in China has 'anti-Matthew effect', the symbiotic level in eastern region is high, but its evolution is weak or even declining, while the symbiotic level in the central and western regions is low, but it is in a rapid rising trend.

Key words: regional innovation ecosystem; symbiosis; symbiotic degree model; evolution momentum model with speed characteristics; symbiotic mode