

共生视角下战略性新兴产业创新生态系统协同创新策略分析

李煜华,武晓锋,胡瑶瑛

(哈尔滨理工大学 高新技术产业发展研究中心,黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:战略性新兴产业创新生态系统以创新为主要驱动力,协同创新是战略性新兴产业创新生态系统提高创新效率的重要途径。在对战略性新兴产业创新生态系统主体关系和系统运行方式进行分析的基础上,运用 Logistic 方程构建创新生态系统内企业和科研院所协同创新模型,分析其协同创新稳定性及条件。在此基础上,提出优化共生单元、选取共生模式、培育共生环境及建立协同创新共生界面是实现创新生态系统稳定协同创新的重要途径,并提出了相应的协同创新策略。

关键词:协同创新;战略性新兴产业;共生模式;创新生态系统

DOI:10.6049/kjbydc.2013030764

中图分类号:F264.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2014)02-0047-04

0 引言

21 世纪,全球新兴产业将进入到一个前所未有的创新密集时期。以“面向客户需求、协作 R&D、知识产权许可、技术标准合作、战略联盟”为核心的基于构件/模块的知识异化、共存共生、协同进化的创新生态系统,可带动产业核心能力提升与区域产业创新,并已在发达国家得到了快速发展^[1]。当前我国战略性新兴产业处于发展初期,产业内企业、高校、科研机构等创新力量自成体系,创新分散。同时,由于战略性新兴产业技术创新的先导性、复杂性和风险性等特点,客观上要求在战略性新兴产业内建立创新生态系统,通过系统成员共享创新资源、分担创新成本、协同合作创新,降低创新风险,推进技术标准形成,实现产业核心竞争力的提升,以创新生态系统的力量促进产业技术创新和演进^[2-3]。但企业、高校和科研机构之间的自愿协同创新尚未成型,需在创新生态系统的协同创新机制上取得突破性进展^[4]。因此,探讨建立战略性新兴产业创新生态系统的协同创新机制具有重要意义。

有关创新生态系统的研究已取得了一定成果。陈

斯琴和顾力刚^[5]认为,企业技术创新生态系统是在一定时期和一定空间内,由企业技术创新复合组织与企业技术创新复合环境,通过创新物质、能量和信息流动而相互作用、相互依存形成的整体系统;Adomavicius 等^[6]分析了技术在技术生态系统进化中的作用,认为技术的进化与发展依赖于技术进步的整个生态环境;RonAnder^[7]认为,创新已不是单个企业可以完成的任务,需通过与一系列合作伙伴互补性协作,才能真正为顾客创造有价值的产品和服务,而这种互补性组织就是一个创新生态系统。创新生态系统作为一种协同整合机制,将系统中各企业的创新成果整合成一套协调一致、面向客户的解决方案。这些研究对创新生态系统的协同创新进行了有意义的探索,主要集中于创新生态系统的内涵、作用和特定创新系统的形成与演化方面。但同时应该看到,对于战略性新兴产业创新生态系统而言,产业内部创新主体的关系对其系统协同创新具有重要影响。因此,本文在借鉴这些研究成果的基础上,从战略性新兴产业创新生态系统内创新主体间共生视角出发,对创新主体的协同创新进行分析研究。

收稿日期:2013-05-24

基金项目:国家自然科学基金项目(71373061);国家社会科学基金项目(13BJY074);教育部人文社会科学研究一般项目(10YJC630133);黑龙江省哲学社会科学重大决策咨询项目(11G004);黑龙江省哲学社会科学规划项目(12C029);黑龙江省研究生创新科研项目(YJSCX2012-090HLJ);黑龙江省教育厅人文社会科学研究项目(12522041);哈尔滨理工大学青年拔尖创新人才培养计划资助项目(2011C2);黑龙江省高等学校哲学社会科学创新团队建设计划资助项目(GXPSSIT2013-06HLJ)

作者简介:李煜华(1970—),男,陕西扶风人,哈尔滨理工大学教授,硕士生导师,研究方向为技术创新管理;武晓锋(1987—),男,山西晋中人,哈尔滨理工大学硕士研究生,研究方向为技术创新管理;胡瑶瑛(1973—),女,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨理工大学讲师,研究方向为技术创新管理。

1 基于共生理论的创新生态系统

共生理论(Symbiosis Theory)由袁纯清^[8]直接将生物学的共生概念及相关理论向社会科学领域拓展而来,提出共生不仅是一种生物现象,也是一种社会现象。共生是指共生单元之间在一定共生环境中按某种共生模式形成的关系。共生要素包括共生单元、共生模式和共生环境。其中,共生单元是指构成共生体或共生关系的基本能量生产和交换单位;共生模式也可称为共生关系,是指共生单元相互作用的方式或相结合的形式;共生单元以外所有因素的总和构成共生环境。共生三要素相互作用的媒介称为共生界面,它是共生单元之间物质、信息和能量传导的媒介、通道或载体,是共生关系形成和发展的基础^[9]。基于共生理论,在战略性新兴产业创新生态系统中,共生单元主要由企业、政府、科研院所及中介机构等组成,系统内部主体间的共生模式,也就是产业创新生态系统的创新组织形式及由此而形成的系统成员关系,如研发联合体、技术创新联盟、技术标准联盟等。而创新系统主体以外的上下游支撑性、配套性的要素组成系统创新共生环境,三者之间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。

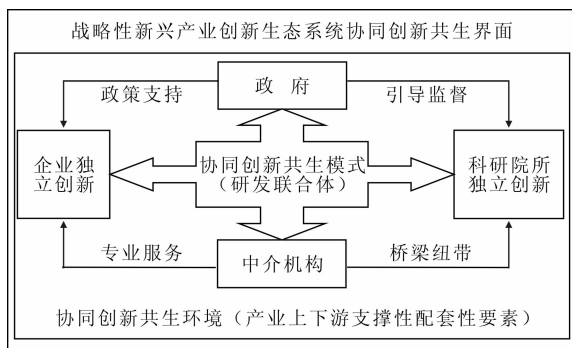


图 1 基于共生理论的战略新兴产业创新生态系统

战略性新兴产业创新生态系统的创新,需要创新生态系统内部的企业、高校及科研院所、政府机构和中介机构间实现创新资源的有效流动与配置,而在此过程中,创新生态系统内部创新主体需经历一个长期反复的演化过程。企业是生态系统内各种创新资源的主要拥有者和创新利益的主要享有者,而创新生态系统内的高校和科研机构拥有人才、信息、科研成果等大量异质性创新资源,科研院所与企业间的互动可有效提高企业自身创新能力,从根本上促进创新生态系统整体创新能力与水平的提高。由于战略性新兴产业在我国尚处于发展初期,需要政府发挥政策引导与协调监督作用,营造有利于协同创新的宽松环境;中介服务机构可为创新生态系统创新提供信息、管理、投资等方面的专业服务,提高科技创新效率。战略性新兴产业创新生态系统内的企业、高校及科研院所、政府机构和中介

机构在创新过程中相互联系、相互影响,共同推进创新生态系统创新的发展。

2 基于 Logistic 方程的企业与科研院所协同创新稳定性

Logistic 模型是生物学中用于描述不同物种共生现象的模型,它描述了一种种群增长规律,即其增长速度在最初是加快的,当增长到某一定值时,速度开始减慢,直到最后减为零,停止增长。同时,它也可以刻画两个种群之间或多个种群之间的相互作用关系^[10]。由于战略性新兴产业创新生态系统内企业与科研院所之间的合作创新是一种互惠共生、协同发展的关系,因此可用 Logistic 模型构建共生系统模型。模型假设如下:

(1) 设“1”表示企业,“2”表示科研院所。在战略性新兴产业发展的一定时间和空间内,产业创新生态系统内的创新要素包括技术、信息、人才、资本和市场规模等,在各种创新要素有效组合下,系统创新水平存在一个最大限度值,令 M_1 和 M_2 分别为企业与科研院所独立创新下的最高创新生产率。

(2) 设定企业和科研院所独立创新时,创新水平发展变化服从 Logistic Growth 规律。

(3) 设 y 表示 t 时刻的创新生产率, y 随 t 变化而变化。令产业创新生态系统内企业和科研院所的创新水平分别为 $y_1(t)$ 和 $y_2(t)$,均为连续可微函数。设 g_1 和 g_2 分别为企业和科研院所创新生产率的固有增长率。由 Logistic Growth 规律可知,当系统内创新水平发展到一定程度后,创新生产增长率随创新水平的继续提升而逐渐减少,且 $g(y)$ 为 y 的线性函数, $g(y) = g - sy (g, s > 0)$ ^[11]。

(4) 设 c_1 为产业创新生态系统内企业对科研院所的创新贡献率,同理, c_2 为科研院所对企业的创新贡献率,从而 c 可以代表企业和科研院所协同创新的共生度,且 $c_1 > 0, c_2 > 0$ 。

当 $g = M$ 时,增长率为 0,即 $g(M) = 0$,从而得出 $s = \frac{g}{y}$,于是

$$g(y) = g(1 - y/M) \tag{1}$$

$$\begin{cases} d_y/d_t = gy(1 - y/M) \\ y(0) = y_0 \end{cases} \tag{2}$$

则:

$$y(t) = M/1 + (M/y_0 - 1)e^{-gt} \tag{3}$$

式(3)就是 Logistic Growth 模型, d_y/d_t 随 y 的上升先增加后减少,在 $y = M/2$ 处达到最大值, $1 - y/k$ 为 Logistic 系数,当 t 趋于无穷时,Logistic 系数为 0,当 y 趋于 M 时,Logistic 系数对创新生产率的变化起着一种制动作用,使创新生产增长率趋于最高水平。从而最大值是协同创新过程中的一个均衡稳定点。

基于以上假设和分析,企业在独立创新时,创新产出水平的增长规律为:

$$d_{y_1}/d_t = g_1 y_1 (1 - y_1/M_1) \quad (4)$$

科研院所独立创新时, 创新产出水平的增长规律为:

$$d_{y_2}/d_t = g_2 y_2 (1 - y_2/M_2) \quad (5)$$

其中, y_1/M_1 和 y_2/M_2 分别表示企业和科研院所独立创新时各自能够达到的最大值比例。当战略性新兴产业内企业与科研院所开展协同创新时, 双方可以交流信息、共享资源, 而且可以联合进行新产品研制开发, 这样的协同创新有利于提高各自创新生产率。协同创新对双方的技术创新生产率都有促进作用, 此时, 各自创新生产率增长方程分别为

$$\begin{cases} d_{y_1} \\ d_t = g_1 y_1 \left(1 - \frac{y_1}{M_1} + c_1 \frac{y_2}{M_2}\right) \\ d_{y_2} \\ d_t = g_2 y_2 \left(1 - \frac{y_2}{M_2} + c_2 \frac{y_1}{M_1}\right) \end{cases} \quad (6)$$

当创新生态系统中的企业和科研院所形成稳定的协同关系时, 创新处于稳定状态, 即

$$\begin{cases} f(y_1, y_2) = d_{y_1} \\ d_t = g_1 y_1 \left(1 - \frac{y_1}{M_1} + c_1 \frac{y_2}{M_2}\right) = 0 \\ g(y_1, y_2) = d_{y_2} \\ d_t = g_2 y_2 \left(1 - \frac{y_2}{M_2} + c_2 \frac{y_1}{M_1}\right) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

解方程求得该模型的 4 个平衡点: $p_1(0, 0)$ 、 $p_2(M_1, 0)$ 、 $p_3(0, M_2)$ 、 $p_4\left(\frac{1+c_1}{1-c_1c_2} \cdot M_1, \frac{1+c_2}{1-c_1c_2} \cdot M_2\right)$

将式(6)的方程在平衡点 $p(y_1^0, y_2^0)$ 处进行泰勒级数展开, 略去二次及二次以上各项可得:

$$\begin{cases} d_{y_1} \\ d_t = g_1 y_1 \left(1 - \frac{2y_1}{M_1} + c_1 \frac{y_2}{M_2}\right) (y_1 - y_1^0) + g_1 c_1 y_1 / M_2 (y_2 - y_2^0) \\ d_{y_2} \\ d_t = g_2 y_2 \left(1 - \frac{2y_2}{M_2} + c_2 \frac{y_1}{M_1}\right) (y_2 - y_2^0) + g_2 c_2 y_2 / M_1 (y_1 - y_1^0) \end{cases} \quad (8)$$

式(8)的系数矩阵为

$$A = \begin{bmatrix} g_1 \left(1 - \frac{2y_1}{M_1} + c_1 \frac{y_2}{M_2}\right) & g_1 c_1 y_1 / M_2 \\ g_2 c_2 y_2 / M_1 & g_2 \left(1 - \frac{2y_2}{M_2} + c_2 \frac{y_1}{M_1}\right) \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$p = -(a_{11} + a_{22}) p_i, i = 1, 2, 3, 4 \quad q = \det A | p_i, i = 1, 2, 3, 4$$

将平衡点 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 代入矩阵, 根据微分方程的稳定性理论, 企业与科研院所协同创新稳定性分析如表 1。

$p_1(0, 0)$ 表示, 在企业与科研院所的合作创新过程中, 双方最终都退出了创新生态系统, 这是企业与科研院所合作创新的一种极端情况, 从创新产出分析这个

平衡点没有意义, 从数学意义上讲, 这个平衡点是不稳定的。

表 1 企业与科研院所协同创新稳定性

平衡点	p	q	稳定状态与条件
p_1	$-(g_1 + g_2)$	$g_1 \cdot g_2$	不稳定
p_2	$g_1 - g_2(1 + c_2)$	$-g_1 \cdot g_2(1 + c_2)$	不稳定
p_3	$g_2 - g_1(1 + c_1)$	$-g_1 \cdot g_2(1 + c_1)$	不稳定
p_4	$\frac{g_1(1 + c_1) + g_2(1 + c_2)}{1 - c_1c_2}$	$\frac{g_1g_2(1 + c_1)(1 + c_2)}{1 - c_1c_2}$	稳定, $c_1c_2 < 1$

$p_2(M_1, 0)$ 和 $p_3(0, M_2)$ 表示, 在企业与科研院所创新过程中, 双方有一方退出了协同创新生态系统, 这与前提条件相悖, 因此不作分析。

在 $c_1c_2 < 1$ 的情况下, p_4 是稳定平衡点, 协同创新的企业和科研院所的创新生产率分别为 $\frac{(1 + c_1)M_1}{1 - c_1}c_2$

$> M_1$, $\frac{(1 + c_2)M_2}{1 - c_1}c_2 > M_2$, 即当创新生态系统内企业和科研院所的协同创新方式处于稳定状态时, 双方的创新生产率都高于独立创新时的生产率, 企业和科研院所分别趋向于各自的非零极限值。共生条件要求共生单元之间存在着一种最大临界规模, 任何一种共生关系在均衡条件下, 相应的时空结构往往存在一定共生维度。当企业和科研院所创新发展到一定水平后, 创新空间越来越小, 从而彼此之间相互促进的作用相对减小, 但由于技术水平的提高、资源信息共享平台的优化, 使得企业与科研院所处于理想的协同共生状态, 稳定性最好。在共生理论视角下, 基于共生单元、共生模式和共生环境的协同优化, 形成协同的共生界面, 物质、信息和能量的生产与交换都达到最高效率状态。由于开放度大、共享程度高, 协同创新水平发展到一定程度的企业和科研院所所在创新上有自己的核心能力, 同时最大限度地利用产业内资源持续创新, 从而形成良性循环。

3 协同创新共生策略分析

战略性新兴产业中企业与科研院所能否实现协同创新, 在很大程度上取决于由系统内共生单元、共生模式和共生环境的协同优化与由这些关键要素组成的共生界面所影响的协同效率。基于此, 提出相应的战略性新兴产业创新生态系统协同创新策略。

(1) 优化系统内共生单元生态位。在战略性新兴产业创新生态系统中, 科研院所所在系统中占据基础地位, 它的作用主要体现在基础研究和应用研究上, 是企业最重要的外部创新知识源; 企业是创新生态系统的核心主体, 主要进行产品开发、工艺开发和市场开发, 不断推进技术创新, 带动产业新型技术市场化, 由此系统内的企业与科研院所互惠互利、优势互补、互相促进; 政府则从体制和制度上保障企业和科研院所的最优生态位, 为促进产学研合作营造一个良好生态环境; 在中介体系的建设上, 要以市场机制为主, 按市场化独

立运作,建立自律性运行机制,使中介机构成为风险及利益的主体,为企业和科研院所的协同创新提供支撑。

(2)采取适宜协同创新共生模式。开放式创新正在成为战略性新兴产业创新生态系统的创新主导模式。开放式创新是各种创新要素互动、整合和协同的动态过程,要求实现创新要素在不同企业和研究机构之间共享。企业与科研院所可采取技术转让、共建科研基地或成立战略性新兴产业技术创新联盟等方式,以具有法律约束力的契约为保障,形成联合开发、优势互补、利益共享、风险共担的合作机制。联盟成员单位围绕产业技术创新链进行分工合作,有效衔接,实现优势互补和强强联合,同时联盟内部建立信用机制和合作创新机制,强化市场在资源配置中的基础性作用,保障创新要素在联盟单位之间的合理流动,使创新生态系统成员形成共同投入、成果共享、风险共担的长期稳定合作关系。

(3)培育有利于协同创新的共生环境。完善创新中介服务,建设社会化、网络化、专业化的创新服务体系,密切技术、资本、产业等创新要素间的联系,降低创新成本,提高创新效率。建立统一、开放、竞争、有序的现代技术市场体系,大力发展技术评估、技术咨询、技术服务、技术转移、专利代理、科技信息等知识密集型科技服务机构,促进企业之间、企业与高等学校、科研机构之间的信息传递、知识流动和技术转移。建立战略性新兴产业科技平台,以共享为核心,集聚、整合产业创新生态系统内的创新信息和资源,进一步增加产业创新过程中创新主体间或为创新主体服务的机构间协同行为的频率和效率。

(4)统一协同创新共生界面。建立战略性新兴产业园区,培育新兴产业集群是强化创新生态系统功能的根本途径。集群有自我强化功能,一旦占据优势就不会轻易消失。加快特色产业基地建设,大力建设产业链条长、资源循环利用、基础配套完备、集成创新能力强的战略性新兴产业基地,强化专业分工、降低创新成本、优化要素配置,形成战略性新兴产业发展的集聚效应,以集群自组织效应带动创新生态系统协同创新的良性发展。

4 结语

本文从创新生态系统成员关系角度,分析战略性

新兴产业创新生态系统的协同创新策略,运用共生理论,构建了战略性新兴产业创新生态系统协同创新概念模型,运用 Logistic 方程构建了战略性新兴产业创新生态系统企业和科研院所协同创新模型,对其协同创新条件进行了分析。基于此,结合共生理论,提出了战略性新兴产业创新生态系统协同创新的相应策略。但本文只讨论了产业创新生态系统中企业与科研院所的合作创新,希望在以后的研究中引入政府和中介机构,探讨政策环境下和创新服务机构支持下战略性新兴产业创新生态系统的协同创新策略,进一步探讨创新生态系统环境对协同创新的影响。

参考文献:

- [1] 张利飞. 高科技产业创新生态系统耦合理论综述[J]. 研究与发展管理, 2009, 21(3): 70-71.
- [2] 申俊喜. 创新产学研合作视角下我国战略性新兴产业发展对策研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2012, 33(2): 37-43.
- [3] 李华军, 张光宇, 刘贻新. 基于战略生态位管理理论的战略性新兴产业创新系统研究[J]. 科技进步与对策, 2012, 29(3): 61-64.
- [4] 张力. 产学研协同创新的战略意义和政策走向[J]. 教育研究, 2011(7):18-21.
- [5] 陈斯琴, 顾力刚. 企业技术创新生态系统分析[J]. 科技管理研究, 2008(7):453-455.
- [6] ADOMAVICIUS G, BOCKSTEDT J C, GUPTA A, et al. Technology roles and paths of influence in an ecosystem model of technology evolution [J]. Information Technology and Management, 2007, 8(2): 185-202.
- [7] RON ADNER. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem [J]. Harvard Business Review, 2006, 84(4): 84-107.
- [8] 袁纯清. 共生理论—兼论小型经济[M]. 北京: 经济科学出版社, 1998: 26.
- [9] 尹碧涛. 基于共生理论的合作创新环境研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- [10] 薛伟贤, 张娟. 高技术企业技术联盟互惠共生的合作伙伴选择研究[J]. 研究与发展管理, 2010, 22(1): 82-89.
- [11] 李煜华, 高杨. 基于 Logistic 函数的互补关系创新产品的扩散叠加模型研究[J]. 管理学报, 2011, 8(6): 925-928.

(责任编辑:李用辉)