

创新生态开放共享关系演化博弈与动态仿真研究

袁启刚¹,温科^{2,3}

(1.河海大学商学院,江苏南京 211100;

2.山西大学经济管理学院博士后,山西太原 030006; 3.邯郸学院经济管理学院,河北邯郸 056005)

摘要:从单系统和双系统角度分别建立创新生态开放共享关系演化博弈模型,并对其进行动态仿真。研究发现,单系统中,相对于创新资源总量,创新资源价值在开放共享资源比例影响开放共享创新收益过程中的作用更强;双系统中,合作共享关系由“双方共赢”向“零和博弈”转变;“非理性因素”会使开放共享意愿短期形成并消失;相对于“主动控制感”,“被动压迫感”更激发创新主体开放共享的意愿;相对于“违约收益”的促进效应,“违约成本”对于开放共享关系的削弱效应更强;“搜寻成本”越高,开放共享意愿越强;创新生态发展与开放共享意愿间具有非对称“倒三角”结构关系。

关键词:创新生态;开放共享;演化博弈;动态仿真

中图分类号:F273.1

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2022)01-0100-09

2020年8月,习近平总书记在经济社会领域专家座谈会上发表重要讲话指出,“要推动形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局……”而要实现双循环发展格局,必须在创新生态中形成相适应的循环,即实现创新生态的开放共享,促进创新资源、要素的流动以及主体的互动,在大力发展“补短板”式科技创新模式的同时,形成关键技术的自主可控局面,克服经济发展的研发和消费“两头在外”特征。而开放程度不足、共享成本过高以及开放与共享矛盾加深已成为我国国家、区域、产业以及企业层面的创新生态的共性问

题;要解决以上问题,必须要明晰创新生态开放共享的博弈关系。鉴于此,笔者在提出开放式创新、开放式创新生态、共享式创新以及共享式创新生态含义的基础上,从单系统的视角,分析创新生态内部不同创新主体间开放共享的动态博弈关系,从双系统的视角,分析不同创新生态的创新主体间开放共享的动态博弈关系,并研究以上关系对创新收益的影响。笔者从单系统和双系统的视角切入研究,对于全方位进行创新生态开放共享关系的理论研究和整合具有积极意义,也对于国内区域、产业以及企业创新生态不同创新主体间如何有效开展开放共享关系具有

基金项目:河北省高等学校人文社会科学研究项目(青年拔尖人才项目)(BJ2020214);河北省博士后科研项目(B2021001051);河北省社会发展研究课题(20210201014)

作者简介:袁启刚(1979—),男,教授级高级工程师,博士,主要从事产业和区域创新发展研究。E-mail:yuanqg@cec.com.cn

一定的参考和借鉴意义。

一、相关研究综述

现阶段国内外对于创新生态开放共享关系的研究较少,而其理论基础主要体现在开放式创新、开放式创新生态、共享式创新、共享式创新生态等方面。

1. 开放式创新

2003年,Chesbrough首先从充分利用创新资源的视角提出开放式创新是企业应充分利用企业的内部和外部资源进行技术开发和创新活动,并采取内部和外部两种渠道将技术成果进行商业化^[1]。Laursen等进一步提出实现创新资源充分利用的重要前提是知识信息的自由流动,并将“企业外部的创新资源内部化”以及“企业内部的创新资源外部化”分别称之为内向型和外向型开放式创新^[2]。之后,Lichtenthaler提出创新知识信息流动的过程细分为知识的开发、保持和利用等阶段,这实质上是将开放式创新看作是一系列活动的集合体^[3]。在国外研究的基础上,国内学者展开全面分析,如任之光等对开放式创新与创新绩效的关系进行分析^[4];刘志迎等就开放式创新的影响因素和动力源进行研究^[5]。

综上所述可以发现,第一,在研究开放式创新问题时,需要从技术、实践和认知等方面对开放式创新的内涵进行述评和总结;第二,开放式创新的主要作用是降低创新主体的交易成本,缩短创新成果的转化周期,提高创新活动的效率,其与传统式的创新活动即封闭式创新具有本质区别;第三,开放式创新的实质是创新资源能够在组织之间自由流动、优化配置和有效利用,进而提高创新有效性的过程,其中,创新知识资源的流入和流出,可以提高企业的内部创新速度,同时在利用外部创新资源的基础上提升自身的市场份额。

2. 开放式创新生态

West等较早提出开放式创新生态的内涵,即核心创新主体在系统的价值网络中发挥着主导作用,并且其能够对各种内外部资源进行综合和协调,然后通过协同、共享等方式满足其他创新主体对创新资源的需求^[6]。除了协同、共享关系外,Rohrbecket等揭示出竞争关系在开放式创新生态中的作用^[7]。Moskowitz等则进一步提出核心创新主体整合创新资源的目的是为了促进创新资源的合理和自由流动,进而使创新主体在不确定性的环境下持续保持

竞争优势^[8]。吕一博等对开放式创新生态运行的驱动因素进行了探索研究^[9]。之后,解学梅等基于案例分析方法,分别就开放式创新生态的演化机理、价值创造机制展开了讨论,并得出了具有现实意义的结论^[10]。总体来说,国外研究偏重于理论,国内研究通过实践分析进一步弥补了国外研究的空白。

综合以上研究,笔者认为开放式创新生态是指在开放式创新环境中,各个创新主体通过开放式创新活动形成有效的竞合关系,进而促进资本、知识等创新资源流动,最终形成能够使各创新主体共享价值观、合作共赢的创新生态。

3. 共享式创新

国内外对于共享式创新的研究较少,由于“共享”行为必然带有“合作”行为,笔者在借鉴合作式创新研究的基础上,进一步梳理共享式创新的内涵。Fusfeld等对于合作创新的研究较早,他们认为,合作创新是企业为了完成共同的目标投入各自特有资源而形成的契约安排,是一种基于外部环境不确定性以及特定用途资源而形成的共同行为^[11]。这种对于合作创新的研究揭示了契约重要性,强调了影响合作创新的内外部因素,即内部因素是指合作各方本身所拥有的特定资源,外部因素是指外部环境不确定性。笔者认为共享式创新是指拥有共同目标的创新主体面对共同的外部环境而进行创新分工与合作的过程,它是以双方的契约关系为基础,以资源互补为前提,并按照契约内容分担风险、分享收益。

4. 共享式创新生态

国内外有关共享式创新生态的研究较少,与其相关的领域主要体现在创新生态的“共生”问题上,且集中在国内。如张利飞从产业角度较早地揭示了创新生态的“共存共生”特征^[12];李煜华等提出优化共生环境是创新升天系统协同创新发展的重要途径^[13];欧忠辉等指出创新生态由多个共生单元组成,系统发展单元间互惠共生的结果^[14];李晓娣等则从区域角度提出了创新生态的共生特征^[15]。

总体来说,可以发现以上研究一是认为“共生”是创新生态的重要特征;二是“共生”是创新生态的组成部分;三是“共生”是创新生态发展的主要原因。因此,笔者认为共享式创新生态是指基于自然资源禀赋、政策法规、教育文化、社会经济发展等共享环境要素,系统中的创新主体间能够通过共享创新资源形成各种共享创新模式、建立各种共享关系

和构建各种共享创新平台,进而有效地连接创新链、产业链和价值链,提升创新资源利用效率,降低创新资源利用成本,推动创新主体和系统的可持续发展。

基于以上研究综述,可以发现,开放与共享是创新生态运行中密切联系的两个方面,而已有研究一是分别就创新生态“开放”或“共享”的含义或概念进行分析,二是就创新生态“开放”或“共享”与创新行为、创新收益的关系进行探讨,但大都将创新生态的“开放”与“共享”关系分割开来,忽略了两者间的互动机制,也忽略了影响创新生态“开放”与“共享”的影响因素,这不利于深入研究开放式或共享式创新生态与创新行为和收益的关系。因此,研究学术价值与实践意义主要包括以下方面,一是研究创新生态间开放共享与创新收益间的关系;二是通过博弈演化模型和仿真方法分析创新生态开放共享关系建立的条件和影响因素;三是就如何有效地建立开放共享关系提供建议。

二、创新生态开放共享的博弈关系分析

1. 创新生态开放共享的关系本质

创新生态中开放共享关系是一种合作关系,创新主体间基于交易成本、合作收益、自身需求、合作关系中的地位位势等因素,一是决定是否建立开放共享关系;二是在关系建立中开放共享何种创新资源,评估自身需要何种创新资源,自身的创新资源是否符合合作方的需要;三是评估自身的学习能力是否能够有效吸收合作方提供的创新资源;四是合作方是否与自身处于同一创新生态中,不同系统间的创新主体建立开放共享关系的条件是否有所不同。通过以上分析,可以发现创新生态开放共享关系需要创新主体根据客观条件进行评估后决定是否建立,其本质一种演化博弈关系。因此,笔者将从“系统内部不同创新主体之间”以及“不同系统的创新主体之间”两个方面对开放共享的演化博弈关系进行分析。

2. 系统内部不同创新主体之间的开放共享演化博弈关系分析

(1) 建立以下前提条件

条件 1:选取创新生态中的两个主体进行建模分析。

条件 2:各主体可在创新资源的开放共享中得到自身的利益,并对这种利益所包含的价值非常清楚,这种价值是递减并满足线性要求的。

条件 3:为了更好地体现开放共享关系的动态性,在创新资源的开放共享过程中仅考虑可变成本,并且各主体的可变成本相同。

条件 4:各主体根据自身情况决定创新资源的开放共享比例。

(2) 根据条件 1 定义参数

j_1, j_2 分别为创新主体 1 和 2 开放共享的创新资源比例; Q_1, Q_2 分别为创新主体 1 和 2 拥有的创新资源总量; c_{21} 为创新主体 1 从创新主体 2 获得的最大的创新资源价值,其中“价值”是指创新资源对于创新主体需要的满足程度; c_{12} 为创新主体 2 从创新主体 1 获得的最大的创新资源价值; C 为创新主体双方开放共享创新资源所花费的成本; q_i 为创新主体拥有的第 i 种创新资源; a_i 为创新主体的第 i 种创新资源对其需求主体的价值; a_{i1} 为创新主体 2 的 q_i 对于创新主体 1 的价值; a_{i2} 为创新主体 1 的 q_i 对于创新主体 2 的价值; z_1, z_2 分别为创新主体 1 和 2 开放创新资源后获得的收益; c, d 分别为直线方程的截距和斜率。

根据条件 2,可得:

$$a_i = c - dq_i \tag{1}$$

对于创新主体 1:

$$a_{i1} = \frac{Q_2 + 1}{Q_2} c_{21} - \frac{q_i}{Q_2} c_{21} = \frac{Q_2 + 1}{Q_2} c_{21} - j_2 c_{21} \tag{2}$$

同理

$$a_{i2} = \frac{Q_1 + 1}{Q_1} c_{12} - j_1 c_{12} \tag{3}$$

根据条件 3 和条件 4,创新主体 1 和 2 对其创新资源进行开放共享后可得收益分别为

$$z_1 = c_{21} Q_2 j_2 + \frac{c_{21}}{2} j_2 - \frac{c_{21}}{2} Q_2 j_2^2 - Q_1 j_1 C \tag{4}$$

$$z_2 = c_{12} Q_1 j_1 + \frac{c_{12}}{2} j_1 - \frac{c_{12}}{2} Q_1 j_1^2 - Q_2 j_2 C \tag{5}$$

根据以上运算结果可得创新主体 1 和 2 创新资源开放共享后的支付矩阵,如图 1 所示。

		创新主体2	
		共享	不共享
创新主体1	共享	Z_1, Z_2	$-Q_1 j_1 C, Z_2$
	不共享	$Z_1, -Q_2 j_2 C$	$0, 0$

图 1 创新主体间创新资源开放共享演化博弈矩阵

图1中, Z_1 指创新主体1在共享创新资源比例为 j_2 时的收益。

$$Z_1 = c_{21}Q_{2j_2} + \frac{c_{21}j_2}{2} - \frac{c_{21}}{2}Q_{2j_2}^2 \quad (6)$$

$$\text{同理 } Z_2 = c_{12}Q_{1j_1} + \frac{c_{12}j_1}{2} - \frac{c_{12}}{2}Q_{1j_1}^2 \quad (7)$$

由于净收益不能为0,因此 j_1 的取值范围为 $0 \leq j_1 \leq \frac{c_{21}(Q_2+1)}{2Q_1C} \leq 1$, j_2 的取值范围为 $0 \leq j_2 \leq \frac{c_{12}(Q_1+1)}{2Q_2C} \leq 1$ 。综合 j_1 和 j_2 的取值范围可得:

$$\begin{cases} 0 < \frac{c_{21}}{C} \leq \frac{2Q_1}{Q_2+1} \\ 0 < \frac{c_{12}}{C} \leq \frac{2Q_2}{Q_1+1} \end{cases} \quad (8)$$

由以上计算结果可得,创新主体间创新资源的开放共享如果要顺利开展,必须在共享资源量和共享成本之间满足相应的数量关系;只有当创新主体能够从合作方得到的收益大于成本时,才可能会选择合作;当然,也可能由于信息不对称会选择不合作。

3. 不同系统的创新主体之间的开放共享博弈关系分析

(1) 建立前提条件

条件1:根据哈博曼合作—绩效模型, $K_i bs^{1+\varepsilon}$ 表现为创新主体因参与系统间开放共享活动所获得的绩效,选择两个系统的主体进行建模分析,其中 K_i 、 K_j 分别为系统 i 和系统 j 中某个创新主体参与系统间开放共享活动收益的分配比例; b 为主体影响因子,表示创新主体的情绪、价值观以及性格等“非理性因素”; ε 为系统影响因子,其值越大表示创新生态越完善; s 为系统中参与合作的创新主体的个数。

条件2:系统 i 中某个创新主体吸收开放共享活动中资源共享和技术溢出所带来创新知识产生的收益为 $\lambda_i(\alpha+\beta)K_i$,其中, λ_i 为系统 i 中某个创新主体的创新资源吸收能力系数,其值越大表示创新资源吸收能力越强,创新主体越能够有效识别自身需要的创新资源; α 为创新资源共享深度系数,其值越大表示合作双方能够开放共享对方核心创新资源的程度越深; β 为创新资源溢出系数,其值越大表示合作双方能够无偿获得对方创新资源的可能性越大。

条件3: R_s 系统中某个创新主体在参与系统间开放共享活动时由于违约而单独获得的创新收益,

其值越大表示由于违约所获得的收益越大。

条件4: c_0 为违约金赔偿金额,其值越大表示金额越多; C_i 为系统 i 中某个创新主体进行开放共享活动的成本,表示开放共享活动中的各种交易成本,其值越大表示成本越高。

条件5:在系统间进行开放共享活动的参与成员中,系统 i 中某个创新主体选择共享与不共享策略的概率为 p 和 $1-p$,系统 j 中某个创新主体选择共享与不共享策略的概率为 q 和 $1-q$ 。

(2) 计算系统间进行开放共享活动的支付函数

两个系统创新主体之间进行开放共享活动,其收益主要包括主体原有收益、系统间进行开放共享活动的分配收益和由创新资源共享和溢出所增加的收益;两个系统在进行开放共享活动的过程中,由于违约造成一方不共享时,其收益主要包括主体原有收益、由创新资源共享和溢出所增加的收益、合约解除后单独创新收益以及违约金赔偿;两个系统双方不进行开放共享活动时,仅有原来的收益。综上所述,可得出系统间创新主体开放共享活动的博弈支付矩阵,如图2所示。

		系统j创新主体	
		共享	
系统i 创新主体	共享	U_{YY}, U_{YY}	U_{YN}, U_{NY}
	不共享	U_{NY}, U_{YN}	U_{NN}, U_{NN}

图2 双系统主体开放共享演化博弈的收益矩阵

$$\begin{cases} U_{YY} = R_i + K_i bs^{1+\varepsilon} + \lambda_i(\alpha + \beta)K_i - C_i \\ U_{NY} = R_i + \lambda_i(\alpha + \beta)K_i + R_s - c_0 - C_i \\ U_{YN} = R_i + \lambda_i(\alpha + \beta)K_i + c_0 - C_i \\ U_{NN} = R_i \end{cases} \quad (9)$$

式中: U_{YY} 表示系统 i 创新主体和系统 j 创新主体都采取共享策略时各自获得的收益, U_{YN} 和 U_{NY} 分别表示系统 i 创新主体采取共享策略和系统 j 创新主体不采取共享策略时获得的收益, U_{NN} 和 U_{NN} 分别表示系统 i 创新主体不采取共享策略和系统 j 创新主体采取共享策略时获得的收益, U_{NN} 表示系统 i 创新主体和系统 j 创新主体都不采取共享策略时各自获得的收益。

根据式(9),可得系统*i*中某个创新主体采取共享和不共享策略时,其期望收益为 $\mu_{i1}=qU_{YY}+(1-q)U_{NY}$ 和 $\mu_{i2}=qU_{NY}+(1-q)U_{NN}$,从而得共享与不共享策略的平均期望收益为 $\mu_i=p\mu_{i1}+(1-p)\mu_{i2}$ 。同理,系统*j*中某个创新主体采取共享和不共享策略时,其期望收益为 $\mu_{j1}=pU_{YY}+(1-p)U_{NY}$ 和 $\mu_{j2}=pU_{NY}+(1-p)U_{NN}$,从而得共享与不共享策略的平均期望收益为 $\mu_j=q\mu_{j1}+(1-q)\mu_{j2}$ 。因此,可得系统*i*中某个创新主体复制者动态方程:

$$F(p) = \frac{dp}{dt} = p(\mu_{i1} - \bar{\mu}_i) = p(1-p)[q(U_{YY} - U_{NY} - U_{YN} + U_{NN}) + (U_{YN} - U_{NN})] \quad (10)$$

同理,系统*j*中某个创新主体复制者动态方程:

$$F(q) = \frac{dq}{dt} = q(\mu_{j1} - \bar{\mu}_j) = q(1-q)[p(U_{YY} - U_{NY} - U_{YN} + U_{NN}) + (U_{YN} - U_{NN})] \quad (11)$$

令 $\frac{dp}{dt}=0, \frac{dq}{dt}=0$,进而得出当 $p^*=0$ 或1或 $q^*=0$ 或1时是稳定状态。此外,当满足式(12)时也处于稳定状态:

$$\begin{cases} q^* = \frac{\lambda_1(\alpha+\beta)K_1 - K_1bs^{1+\varepsilon} + R_s - C_1}{K_1bs^{1+\varepsilon} - R_s + c_0} \\ p^* = \frac{\lambda_2(\alpha+\beta)K_2 - K_2bs^{1+\varepsilon} + R_s - C_2}{K_2bs^{1+\varepsilon} - R_s + c_0} \end{cases}$$

根据微分方程的稳定性定理和进化稳定策略的性质,仅当 $F(p)=0$ 且 $F'(p)<0$ 时两系统主体进行开放共享活动博弈演化状态才能形成进化稳定策略。

当 $q > \frac{\lambda_1(\alpha+\beta)K_1 - K_1bs^{1+\varepsilon} + R_s - C_1}{K_1bs^{1+\varepsilon} - R_s + c_0}$ 且 $F'(0)>0, F'(1)<0$ 时, $p=1$ 是进化稳定策略;当 $q < \frac{\lambda_1(\alpha+\beta)K_1 - K_1bs^{1+\varepsilon} + R_s - C_1}{K_1bs^{1+\varepsilon} - R_s + c_0}$ 且 $F'(0)<0, F'(1)>0$ 时, $p=0$ 是进化稳定策略;当 $p > \frac{\lambda_2(\alpha+\beta)K_2 - K_2bs^{1+\varepsilon} + R_s - C_2}{K_2bs^{1+\varepsilon} - R_s + c_0}$ 且 $F'(0)>0, F'(1)<0$ 时, $q=1$ 是进化稳定策略;当 $p < \frac{\lambda_2(\alpha+\beta)K_2 - K_2bs^{1+\varepsilon} + R_s - C_2}{K_2bs^{1+\varepsilon} - R_s + c_0}$ 且 $F'(0)<0, F'(1)>0$ 时, $q=0$ 是进化稳定策略。

将两系统主体开放共享活动博弈的复制动态关

系用坐标平面表示,如图3和图4所示。图中, U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 分别表示当 $p>p^*$ 且 $q>q^*$ 、 $p<p^*$ 且 $q<q^*$ 、 $p<p^*$ 且 $q>q^*$ 、 $p>p^*$ 且 $q<q^*$ 时系统*i*中创新主体的收益。

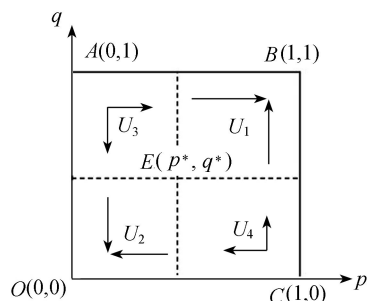


图3 两系统主体进行开放共享活动的路径演化趋势

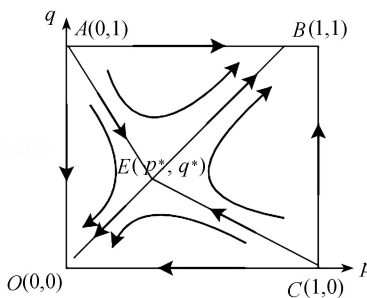


图4 两系统主体进行开放共享活动的策略动态演进

由图3和图4可知,在演进博弈模型中存在5个平衡点,即 $O(0,0)$ 、 $A(0,1)$ 、 $B(1,0)$ 、 $C(1,1)$ 、 $E(p^*, q^*)$,其中E点为鞍点,A和C具有不稳定性,而O和B为进化稳定状态。当系统中的创新主体进行开放共享活动时,两系统主体进行开放共享活动的长期进化最终策略是(共享,共享)和(不共享,不共享),即当 $p>p^*, q>q^*$ 时,系统*i*中的创新主体进行开放共享活动的收益大,系统*j*中的创新主体共享收益要大于违约收益,(共享,共享)成为演化均衡策略,并最终在B点达到稳定状态;当 $p<p^*, q<q^*$ 时,无论系统*j*中的创新主体选择什么策略,系统*i*中的创新主体都会选择不共享策略,此时共享收益要小于违约收益,所以(不共享,不共享)成为演化均衡策略,系统间的开放共享活动陷入“囚徒困境”,最终在O点达到稳定状态。根据演进博弈的对称性,此结论也适用于系统*j*中的创新主体。

三、仿真结果及分析

1. 研究设计

通过2020b版Matlab的Simulink平台,分别就

“系统内部不同创新主体之间开放共享关系的影响因素及其对创新收益的影响”以及“不同系统的创新主体之间开放共享关系的影响因素及其对创新收益的影响”等方面编写仿真代码,并通过设定不同的变量参数值来对仿真结果进行比较。根据研究中博弈模型构建中设立的基本假设进行参数设定,设定参数的取值范围根据模型分析的结果确定。

2. 系统内部创新主体间开放共享关系仿真分析

根据不同创新主体开放共享行为之间的博弈关系,可对模型参数进行不同的设置来对其进行分析;在前文的模型分析中,可以发现模型参数对于各创新主体间开放共享创新资源所获收益的影响机理基本一致,因此,本部分主要围绕创新主体 1 进行讨论。

一方面,在 c_{21} 一定时,观察 Q_2 的变化对创新主体 1 收益的影响。 Q_2 分别取 20、40、60、80 以及 100, $c_{21}=10$, 可得仿真结果如图 5 所示。

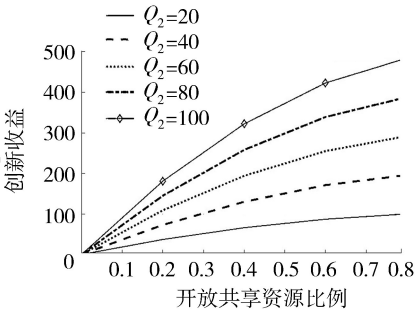


图 5 基于资源总量变化的创新收益变化趋势

图 5 中,随着创新主体 1 分享创新主体 2 开放的资源比例逐步提升,创新主体 1 所获得的创新收益也在逐步凸性增加,创新效益边际增长率在下降,这主要是由于随着共享创新资源比例逐步增多,所花费共享成本在边际增长;随着创新主体 2 创新资源总量不断增加,创新主体 1 在共享同等比例的创新主体 2 开放的创新资源时,所得创新收益也在增加,因此,创新资源共享成本与创新主体开放创新资源总量无相关性,而与开放创新资源比例正相关。

另一方面,在 Q_2 一定时,观察 c_{21} 的变化对创新主体 1 收益的影响。 c_{21} 分别取 10、20、30、40 以及 50, $Q_2=100$, 可得仿真结果如图 6 所示。

图 6 中,创新主体获得的创新资源价值越多,开放共享资源比例与创新收益之间正相关性越强。综合图 5 和图 6 的仿真结果,可以发现,相对于创新资源总量,创新资源价值在开放共享资源比例与创新收益关系中的作用更大。因此,可以得出结论:系统

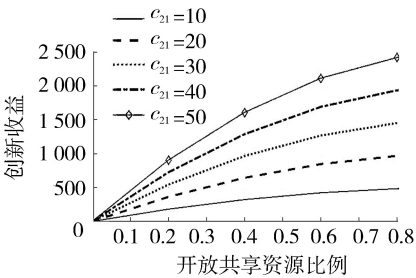


图 6 基于获得创新资源价值变化的创新收益变化趋势

内部不同创新主体之间开放共享中,开放共享资源比例的增加会促进创新收益的提升,但其边际效益在下降;随着创新主体拥有创新资源总量以及从开放共享行为获取创新资源价值的增加,开放共享资源比例增加对创新收益的提升作用逐步增强,但后者的“价值效应”大于前者的“数量效应”。

3. 不同系统的创新主体间的开放共享关系仿真分析

根据上述博弈模型分析结果可知,在不同的创新生态之间,决定创新收益的主要因素,是创新主体采取共享策略与否的概率,而概率是由众多因素所影响,其中包括“创新收益的分配比例”“系统影响因子”“资源吸收能力系数”等方面。因此,“概率-收益”关系研究可以转变为“因素-概率”关系研究。根据前文中博弈模型的分析结论可以得知,不同创新生态的创新主体采取共享或不共享策略时所受影响的机理基本一致,以“系统 j 中的创新主体”为例,来分析“概率 q^* ”的演化过程。为更好体现仿真结果,根据各参数的特征与宋砚秋等^[16-17]的研究结论,对各参数值进行设定: $\lambda_i=0.08, \alpha=0.05, \beta=0.07, K_i=0.2, S=25, b=0.4, \varepsilon=0.6, R_s=20, c_0=12.6, c_i=5$ 。

第一,分析分配收益比例 K_i 和创新主体影响因子 b 对 q^* 的影响。根据上文博弈分析结果,可以发现 K_i 和 b 对 q^* 的影响机制基本一致,可以用来做对比分析(图 7)。

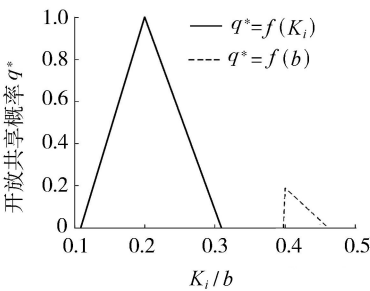


图 7 分配收益比例与创新主体影响因子的影响

图 7 中,由于系统 i 中的创新主体在开放共享行为中获得的创新收益比例不断增高,系统 j 中的创新主体开放共享创新资源的意愿由强变弱;这可能是由于在开放共享的“初期”,两个系统的创新主体都能从开放共享行为中获得收益,但随着双方博弈程度的加深,某一方获得收益的能力开始下降,双方关系逐步接近“零和博弈”,因此,获得收益能力下降的一方开放共享资源的意愿也逐步下降。

创新主体影响因子 b 对开放共享概率具有“跳跃式”的影响趋势;这可能是由于影响因子是创新主体“非理性因素”的综合体现,其对开放共享行为具有“试探”效应,即在开放共享的“初期”阶段,如出现“亏损”“负外部性”或者“搭便车”现象,便快速将资源“收回”,进而结束开放共享活动。

第二,分析 λ 、 α 和 β 对 q^* 的影响。根据上文博弈分析的结果,可以发现 λ 与 α 或 β 对 q^* 对 q^* 的影响机制基本一致,可以用来做对比分析(图 8)。

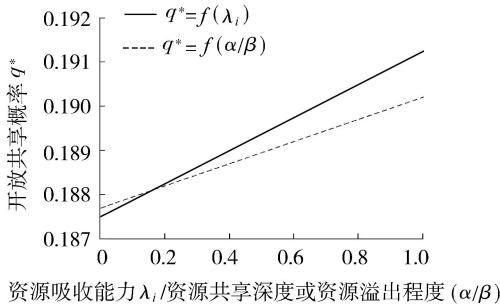


图 8 资源吸收能力、共享深度和溢出程度的影响

图 8 中,①系统 i 中创新主体创新资源吸收能力越强,其对系统 j 中创新主体加速开放共享创新资源的要求越强烈,基于违背对方“要求”而失去创新合作方所可能形成的“专有性成本”的提升,系统 j 中创新主体有可能会“被迫”开放共享创新资源。②双方在共享对方核心资源时,开放共享意愿更强;核心资源能够使创新主体弥补自身创新不足,提升竞争力,加快技术更新周期。③创新资源溢出程度越深,双方从开放共享活动中“搭便车”进而无偿获取对方创新资源的动机越强,双方开放共享意愿越强。④相对于资源共享深度和资源溢出程度,资源吸收能力等要素更能提升创新主体进行开放共享活动的概率。

第三,分析 c_0 和 R_s 对 q^* 的影响。图 9 和图 10 中,违约成本越高,开放共享意愿越低;违约收益越高,开放共享意愿越高;违约收益对于开放共享的促

进效应低于违约赔偿,即“违约成本效应”大于“违约收益效应”。

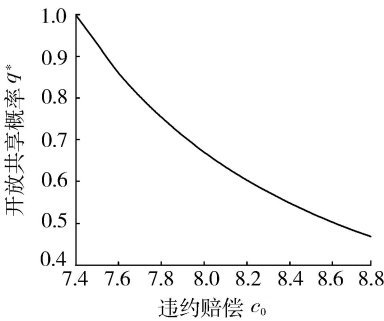


图 9 违约赔偿对开放共享概率影响的演化趋势

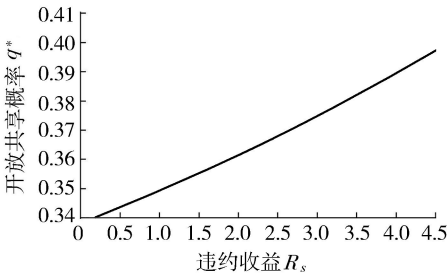


图 10 违约收益对开放共享概率影响的演化趋势

第四,分析 C_i 和 s 对 q^* 的影响。由图 11、图 12 可知,系统 i 中创新主体开放共享成本的提升,会限制其参与开放共享活动,这会进一步加大系统 j 中创新主体的“搜寻成本”,进而限制其开放共享创新资源;而合作创新主体数量的增多,不仅可以减少“搜寻成本”,而且也可以为找到更“合适”的合作伙伴创造空间,这都有利于提升创新主体的开放共享意愿。

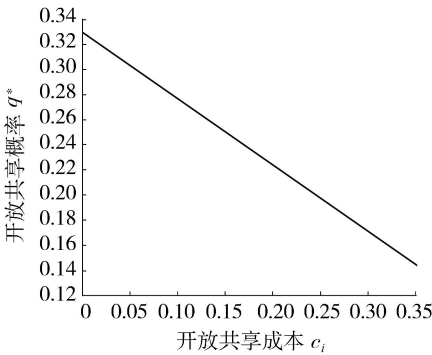


图 11 开放共享成本对开放共享概率影响演化趋势

第五,分析 ε 对 q^* 的影响。由图 13 可知,随着创新生态的不断发展,创新活动的外部环境逐渐完善,创新主体的开放共享活动的环境限制减少,这快速促进了创新主体间开放共享活动的频率和深度,但

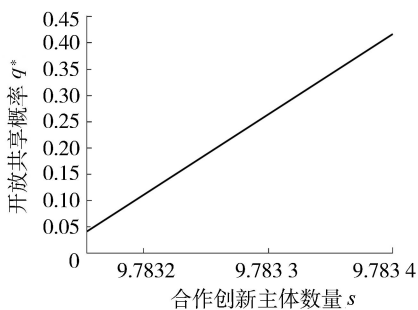


图 12 合作主体数量对开放共享概率影响演化趋势

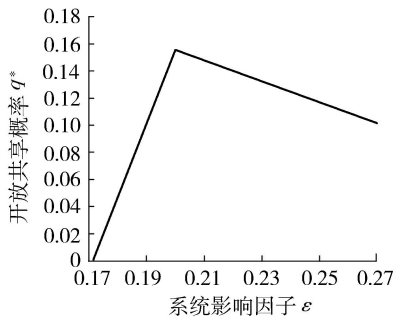


图 13 系统影响因子对开放共享概率影响的演化趋势

随着创新生态发展所带来的“外部性”和“溢出效应”逐步增强,开放共享活动所带来的成本逐步大于效益,因此,创新主体的开放共享意愿开始缓慢下降。

四、结论与讨论

1. 研究结论

本文基于演化博弈视角从“系统内部不同创新主体间”以及“不同系统的创新主体间”两个方面构建了创新生态的开放共享博弈模型,并通过 2020b 版的 Matlab 的 Simulink 平台编写仿真程序,在给定变量参数值的基础上,分析了影响开放共享关系因素的演化趋势。

仿真结果表明:第一,在系统内部的开放共享博弈关系方面,创新主体选择合作方的主要影响因素包括“从合作方获得的创新资源价值”和“合作方的创新资源总量”,两者对开放共享活动收益都具有正向影响,前者的促进效应高于后者。

第二,在不同系统的开放共享博弈关系方面,创新主体选择合作方的主要影响因素更加多元化,其中,创新主体间的合作共享关系会由“双方共赢”向“零和博弈”转变;创新主体的“非理性因素”会造成开放共享意愿“短期形成”并“快速消失”;“被动压迫感”比“主动控制感”更能使创新主体开展开放共享行为;合作双方的“违约成本效应”对于开放共享

关系的削弱作用大于“违约收益效应”对于开放共享关系的促进作用;基于寻找合作方的“搜寻成本”与开放共享意愿的形成成为正比关系,其对于开放共享意愿的形成十分重要;在创新生态发展的过程中,由于交易成本逐步大于合作收益,合作双方的开放共享意愿经历了由“快速上升”到“缓慢递减”的过程。

2. 实践启示

针对前文的仿真结果,可以就如何改善单个或者多个创新生态中创新主体间的开放共享关系提出以下建议:

第一,创新主体应在加速积累创新资源的同时,努力实现创新资源的多元化,提升创新资源对于其他创新主体的价值效用,进而“吸引”其他创新主体与其合作,实现创新资源的价值共享;另外,创新主体在选择创新合作方时,在关注对方资源“数量”的同时,应更加关注资源的“质量”,分析对方的资源是否会为自身创造价值。

第二,在双方就开放共享关系达成共识后,当创新主体发现边际利益递增而合作方边际利益递减或者利益亏损时,应摒弃自利追求的短视行为,及时调整创新合作关系由“竞争合作”向“共生合作”转变,以避免由于合作伙伴丧失而带来“搜寻成本”等交易成本的增加。此外,应尽量避免“非理性因素”在开放共享决策中的干扰作用,减少不必要和无意义的交易成本,发挥“有限理性”作用,客观公正地选择相对最优的合作伙伴,最大限度发挥合作方创新资源在促进自身创新发展中的作用。

第三,加强与合作方在核心创新资源共享方面的交流与合作,有条件地公平地促进合作双方创新资源的流动和溢出,这有利于推动创新主体“主动”地进行开放共享活动;创新主体不断提升自身资源吸收能力,以此作为“逼迫”合作方加深开放共享关系的动力,并在开放共享关系中增强专属性创新资源的控制力度,提升合作方解除开放共享关系的成本,迫使合作方保持开放共享关系。

第四,通过“契约”建立开放共享关系,并尽可能地提升“违约成本”,这有利于限制合作双方破坏开放共享关系的行为。尽可能地提升创新生态的规模,增加系统中创新主体的数量,减少创新主体选择合作的“搜寻成本”;创新主体在减少开放共享成本的同时,尽可能地与合作方建立“共生合作”的关系,协助其减少开放共享成本,避免其因成本提升解

除开放共享关系。在完善创新生态的同时,创新环境在不断开放并且知识流动成本会降低,但也要注意其带来的“创新溢出”以及“负外部性”等效应。创新主体在进行开放共享活动时,需要建立一定的“边界”和“制度”,防止创新资源“无交易条件”和“无交易成本”的流动。

3. 局限与未来研究

尽管本文得到一些有价值的结论和启示,但存在以下局限有待未来进一步研究:首先,本文是在设定前提条件的基础上,提出创新生态开放共享的博弈关系理论模型,模型的建立限制了研究结论的普适性;其次,模型的建立没有深入结合实际调研,研究结论的实际意义有待进一步提升。未来研究可在充分理论分析的基础上,进一步提出相依的研究假设建立模型,并可尝试以制造类企业等为研究对象,通过收集相关数据进行实证分析,以期提升研究结论的实际意义。

参考文献:

[1] CHESBROUGH H. Open innovation, the new imperative for creating and profiting from technology [M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

[2] LAURSEN K, SALTER A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms [J]. Strategic Management Journal, 2006, 27(2):131-150.

[3] LICHTENTHALER U. Open innovation: past research, current debates, and future directions [J]. Academy of Management Perspectives, 2011, 25(1):75-93.

[4] 任之光,高鹏斌. 双向开放式创新及其协同、商业模式和企业创新绩效的关系研究[J]. 管理评论,2020, 32(8):116-130.

[5] 刘志迎,沈磊,韦周雪. 企业开放式创新动力源的实证研究[J]. 科学学研究,2018,36(4):732-743.

[6] WEST J, WOOD D. Creating and evolving an open innovation ecosystem: lessons from Syrabian Ltd [M]. St. Gallen: University of St. Gallen, 2008.

[7] ROHRBECK R, HOLZLE K, GEMUNDEN H. Opening up for competitive advantage-how deutsche telekom creates an open innovation ecosystem [J]. R&D Management, 2009, 39(4):420-430.

[8] MOSKOWITZ H, SAGUY I. Reinventing the role of consumer research in today's open innovation ecosystem [J]. Critical Reviews in Food Science & Nutrition,

2013, 53(7):682-693.

[9] 吕一博,蓝清,韩少杰. 开放式创新生态系统的成长基因——基于 iOS、Android 和 Symbian [J]. 中国工业经济,2015(5):148-160.

[10] 解学梅,王宏伟. 开放式创新生态系统价值共创模式与机制研究[J]. 科学学研究,2020,38(5):912-924.

[11] FUSFELD I, HAKLISCH S. Cooperative R&D for competitors [J]. Harvard Business Review, 1985, 63(6):60-76.

[12] 张利飞. 高科技产业创新生态系统耦合理论综评[J]. 研究与发展管理,2009,21(3):70-75.

[13] 李煜华,武晓锋,胡瑶瑛. 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[J]. 科技进步与对策,2014,31(2):47-50.

[14] 欧忠辉,朱祖平,夏敏,等. 创新生态系统共生演化模型及仿真研究[J]. 科研管理,2017,38(12):49-57.

[15] 李晓娣,张小燕,侯建. 高科技企业技术标准化驱动创新绩效机理:创新生态系统网络特性视角[J]. 管理评论,2020,32(5):96-108.

[16] 宋砚秋,李桂君,张亚宁,等. 创新项目成员绩效与团队产出间动态关系——基于知识共享的系统动力学建模与仿真研究[J]. 软科学,2018,32(5):75-80.

[17] 王瀚,韩毅. 合作信息查寻与检索中知识共享的演化博弈研究[J]. 图书情报工作,2018,62(19):86-92.

(收稿日期:2021-10-08 编辑:张志琴)

