

# 科研机构与企业合作创新动态演化分析

李微微<sup>1</sup>, 温明振<sup>2</sup>, 李艳华<sup>1</sup>

(1.中国民航大学 经济与管理学院,天津 300300;2.辽宁大学 管理学院,辽宁 沈阳 110136)

**摘 要:**企业与科研机构合作创新是创新系统中的一个研究方向,以往用演化博弈模型对其进行研究,忽略了科研机构的行为选择。除了考虑企业的行为选择,还考虑了科研机构对自身科研成果的两种行为(隐瞒与不隐瞒),在此前提下进行演化博弈模型的构建,用matlab/simulink进行模拟仿真,得到3种不同情况下的演化稳定策略,并加以分析。

**关键词:**演化博弈论;演化稳定性;合作创新;动态演化;科研机构与企业

中图分类号:G322.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2008)12-0022-03

企业与科研机构合作创新存在多种方式,合作方式可以归纳为两大类:技术交易和商业化协作。所谓技术交易是指企业向高校购买技术成果,并通过自己的开发能力和对市场的把握将其商业化。商业化协作是指高校投入其技术成果,企业投入资源和市场能力,双方协作共同开发,将新产品推向市场。同时由于科研成果的类型不同,分为高价值科研成果和低价值科研成果。在这里,高价值的科研成果是指拥有同等市场价值且其开发前景确定性很高、风险较小的科研成果;低价值的科研成果的定义则正好相反。同时,假设科研机构没有足够的力量将技术成果商业化,即科研机构不会进行独立创新活动;企业也没有足够的科研能力单独进行科研开发,必须与科研机构合作创新。

王立平、张先锋<sup>[1]</sup>对不完全信息下不能识别高价值和低价值科研成果的企业和科研机构进行演化博弈分析。叶小青、徐渝<sup>[2]</sup>提出了由于信息不对称产生的逆向选择,并在理论上提出了防范机制。在他们的研究中,科研机构只是被动接受者,没有行为选择。实际上科研机构对自己的科研成果会作出隐瞒、不隐瞒两种行为选择。因此,本文对科研机构隐瞒与不隐瞒科研成果的行为作演化博弈分析。

## 1 经济问题中的演化博弈论<sup>[3]</sup>

一般的演化博弈模型的建立主要基于两个方面:选择(Selection)和突变(Mutation)。选择是指能够获得较高支付的策略在以后将被更多的参与者采用;突变是指部分个体以随机的方式选择不同于群体的策略(可能是能够获得高

支付的策略,也可能是获得较低支付的策略)。新的突变其实也是一种选择,但只有好的策略才能生存下来;选择是一种不断试错的过程,也是一种学习与模仿的过程,这个过程是不断适应和改进的。不具备这两个方面的模型不能称为演化博弈模型。因此,演化博弈模型可以假设企业有许多不同的行为规则,而采用某些行为规则的企业比那些不采用这些行为规则的企业获益更大;随着时间的推移,采用这些行为规则的企业生存下来了,而不采用这些行为规则的企业被淘汰了。这样的模型既有选择过程又有突变过程,便成为一个演化博弈模型。

总之,演化博弈模型有如下几个特征:①以参与群体为研究对象,分析动态的演化过程,解释群体为何达到以及如何达到目前的这一状态;②群体的演化既有选择过程也有突变过程;③经群体选择下来的行为具有一定的惯性。

## 2 模型的假设与构建

假设高价值科研成果存在于区域的概率为  $g_0$ , 那低价值的概率为  $1-g_0$ ;企业以概率  $h_0$  进行技术交易,以概率  $1-h_0$  进行商业化协作;并且在博弈开始时,区域内有  $s_0$  的科研机构对自身成果的性质进行隐瞒,有  $1-s_0$  的科研机构对自身技术成果的性质不隐瞒。

在不了解科研成果类型的条件下,对于企业来说,如果获得高价值的科研成果,则其市场开发的总收益为  $V_1R$ ,其中  $R$  为开发收益,  $V_1$  为开发成功的概率;如果获得低价值的科研成果,则其市场开发的总收益为  $V_2R$ ,其中

收稿日期:2007-06-24

基金项目:中国民航大学科研启动基金项目(07QD10S)

作者简介:李微微(1979~),女,天津人,博士,中国民航大学经济与管理学院讲师,研究方向为技术创新、产业经济学;温明振(1966~),男,辽宁沈阳人,辽宁大学管理学院副教授,研究方向为区域经济学、市场营销;李艳华(1969~),女,河南汝南人,中国民航大学经济与管理学院副教授,天津大学管理学院博士研究生,研究方向为产业技术创新、民航经济与管理。

$R$  为开发收益,  $V_2$  为开发成功的概率, 当然  $V_2 < V_1$ 。对于科研机构来说, 它们熟悉其科研成果的市场价值的高低。当技术成果是高价值的科研成果时, 企业更愿意采用技术交易的方式与科研机构进行合作创新, 由此可以获得更大的开发收益。当技术成果是低价值成果时, 企业要想成功必须冒更大的开发风险, 因此企业更愿意采用商业化协作的方式与科研机构进行合作创新, 由此与科研机构共同分摊开发失败的市场风险, 可以获得一定比例的开发收益。假设当科研机构对自身成果进行隐瞒时, 技术交易时形成均衡市场价格为 (博弈双方讨价还价的结果)  $P_1$ , 科研机构的收益分配比例为  $r_1$ , 企业为  $1-r_1$ , 科研机构隐瞒成本为  $C$ 。当科研机构对自身成果不进行隐瞒时, 高价值成果在技术交易时形成的均衡市场价格为  $P_2$ , 科研机构的收益分配比例为  $r_2$ , 企业为  $1-r_2$ ; 低价值成果在技术交易时形成的均衡市场价格为  $P_3$ , 科研机构的收益分配比例为  $r_3$ , 企业为  $1-r_3$ 。易知,  $P_3 < P_1 < P_2, r_3 < r_1 < r_2$ 。同时假设科研机构没有足够的力量将技术成果商业化, 即科研机构不会进行独立创新活动; 企业也没有足够的科研能力单独进行科研开发, 必须与科研机构合作创新。

我们把创新企业个体选择的各种可能情形的收益归纳为表 1。

表 1 科研机构与企业联合创新的演化博弈模型

		企业	
		技术交易 ( $h_0$ )	商业化协作 ( $1-h_0$ )
科研机构	隐瞒	高价值成果 ( $g_0$ )	( $P_1-C, V_1R-P_1$ )
	( $s_0$ )	低价值成果 ( $1-g_0$ )	( $P_1-C, V_2R-P_1$ )
	不隐瞒	高价值成果 ( $g_0$ )	( $P_2, V_1R-P_2$ )
	( $1-s_0$ )	低价值成果 ( $1-g_0$ )	( $P_3, V_2R-P_3$ )

设  $M、N$  为科研机构的隐瞒、不隐瞒行为,  $A、B$  为企业的技术交易、商业化协作行为。

对企业技术交易和商业化协作的预期期望支付为:

$$E(A) = s_0g_0(V_1R - P_1) + s_0(1-g_0)(V_2R - P_1) + (1-s_0)g_0(V_1R - P_2)$$

$$E(B) = s_0g_0[V_1R(1-r_1)] + s_0(1-g_0)[(V_2R(1-r_1))] + (1-s_0)(1-g_0)V_2R(1-r_3)$$

对科研机构隐瞒和不隐瞒的预期期望支付为:

$$E(M) = h_0[g_0(P_1 - C) + (1-g_0)(P_1 - C)] + (1-h_0)[g_0(V_1Rr_1 - C) + (1-g_0)(V_2Rr_1 - C)]$$

$$E(N) = g_0P_2 + (1-g_0)V_2Rr_3$$

根据复制者动态方程, 得到:

$$\begin{aligned} \dot{h} &= h(1-h)[E(A) - E(B)] \\ &= h(1-h)\{[(V_1Rr_1 - V_2Rr_1 - V_1R - V_2R + P_2 + V_2Rr_3)g_0 \\ &\quad + (V_2Rr_1 - P_1 + V_2R - V_2Rr_3)]s_0 \\ &\quad + (V_1R - P_2 + V_2R - V_2Rr_3)g_0 - V_2R(1-r_3)\} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \dot{s} &= s(1-s)[E(M) - E(N)] \\ &= s(1-s)\{[(V_2Rr_1 - V_1Rr_1)g_0 + (P_1 - V_2Rr_1)]h_0 + (V_1Rr_1 - V_2Rr_1 - P_2 + V_2Rr_3)g_0 + (V_2Rr_1 - V_2Rr_3) - C\} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\Delta_1 = (V_1Rr_1 - V_2Rr_1 - V_1R - V_2R + P_2 + V_2Rr_3)g_0 + V_2Rr_1 - P_1 + V_2R - V_2Rr_3$$

$$\Delta_2 = (V_1R - P_2 + V_2R - V_2Rr_3)g_0 - V_2R(1-r_3)$$

$$\Delta_3 = (V_2Rr_1 - V_1Rr_1)g_0 + P_1 - V_2Rr_1$$

$$\Delta_4 = (V_1Rr_1 - V_2Rr_1 - P_2 + V_2Rr_3)g_0 + V_2Rr_1 - V_2Rr_3 - C$$

根据微分方程的稳定性原理<sup>[4]</sup>, 对任意点 ( $h, s$ ) 来说, 我们可以得到以下结论:

- ① 当  $\Delta_1 + \Delta_2 > 0, \Delta_3 + \Delta_4 > 0$  时, 系统演化于均衡点 (1, 1);
- ② 当  $\Delta_1 + \Delta_2 > 0, \Delta_3 + \Delta_4 < 0$  时, 系统演化于均衡点 (1, 0);
- ③ 当  $\Delta_1 + \Delta_2 < 0, \Delta_3 + \Delta_4 > 0$  时, 系统演化于均衡点 (0, 1);
- ④ 当  $\Delta_1 + \Delta_2 < 0, \Delta_3 + \Delta_4 < 0$  时, 系统演化于均衡点 (0, 0)。

### 3 数值模拟与分析

由于模型的参数比较多, 形式比较复杂。采用数值模拟的方法, 对模型作进一步分析。

设  $V_1=0.8, V_2=0.4, r_1=0.7, r_3=0.2, P_1=4, P_2=7, R=10, C=1$ 。

(1) 当  $g_0=0.8$  时, 即高价值成果在区域中所占比例比较高的时候, 计算及描绘系统的演化过程。

由于这是一个微分方程, 因此用 matlab/simulink 进行模拟计算。Simulink 为用户提供了用模块组合的方法, 快速准确地创建动态系统的计算机模型的平台, 它支持连续、离散或两者混合的线性和非线性系统, 也支持具有多种采样速率的多速率系统。特别对于复杂的非线性系统, 它的效果更为明显。

simulink 模块框图是动态系统的图形显示, 由一组成为模块的图标组成, 模块之间采用连线联结。每个模块代表了动态系统的某个单元, 并且产生一定的输出。模块之间的连线表明了模块的输入端口与输出端口之间的信号联结。模块的类型决定了模块输入与输出、状态和时间之间的关系<sup>[5]</sup>。

根据方程 (1)、(2), 构造科研机构与企业演化博弈的模拟模型, 即结构框图。

其中:

- pluse generator——输入源模块, 即决策变量;
- input gain——增益模块, 即投入增益系数;
- Constant——常数模块;
- Product——乘数模块;
- Sum——求和模块, 符号列表为“++”;
- Integrator——积分模块 (其中,  $s$  为拉普拉斯算子);
- Derivative——微分模块;
- Out scope——输出值的成长轨迹示波图;
- Speed scope——输出值的发展速度示波图。

图 1 是方程 (1)、(2) 的模拟曲线图。

由图 2 可以清楚地看出, 企业与科研机构的演化博弈均衡点为 (1, 0), 即当区域内高价值的成果所占比例比较高的时候, 科研机构和企业行为将趋近于 (不隐瞒, 技术交易), 这是由于科研机构研发出高价值的科研成果时, 倾

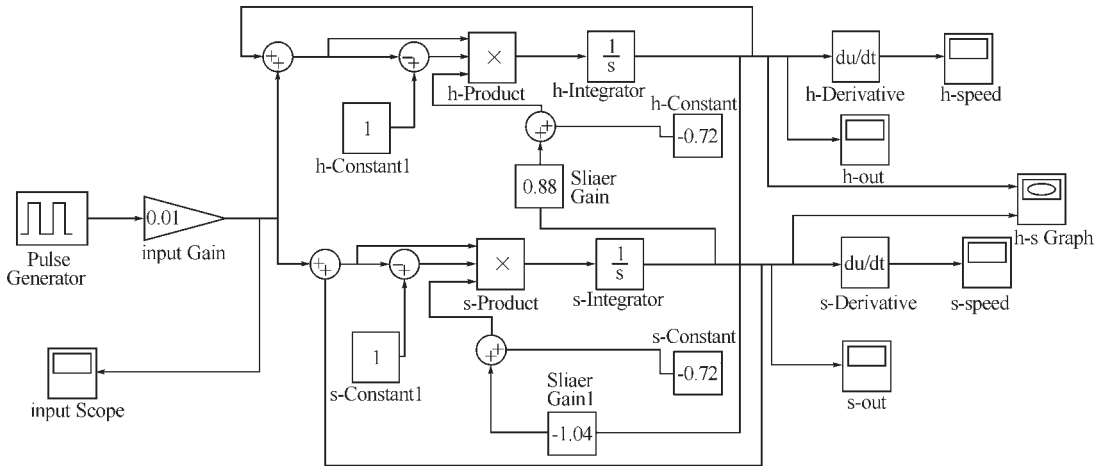


图1 科研机构与企业演化博弈模拟模型结构框架

向于公开技术成果的价值，这样它才能获得较高的回报；如果隐瞒的话，企业将用一个平均价格购买成果，或者给予科研机构不高的分配比例。而对于企业来说，当区域内高价值的成果比例比较高的时候，企业更愿意购买科研机构的科研成果，独享其收益。这样整个区域内，企业与科研机构的合作呈现一种坦诚互惠的氛围，有利于科研机构与企业的下一次合作。

可能。当  $r_1$  由 0.7 变成 0.5,  $V_2$  由 0.4 变成 0.2,  $P_1$  由 4 变成 3, 即  $V_1=0.8, V_2=0.2, r_1=0.5, r_2=0.2, P_1=3, P_2=7, R=10, C=1$  时, 企业与科研机构的演化博弈均衡点为 (0, 0), 科研机构和企业的演化行为趋近于 (不隐瞒, 商业化协作)。这是两个完全不同的结果, 这与低价值成果的企业开发成功比例以及隐瞒时的利益分配有关。

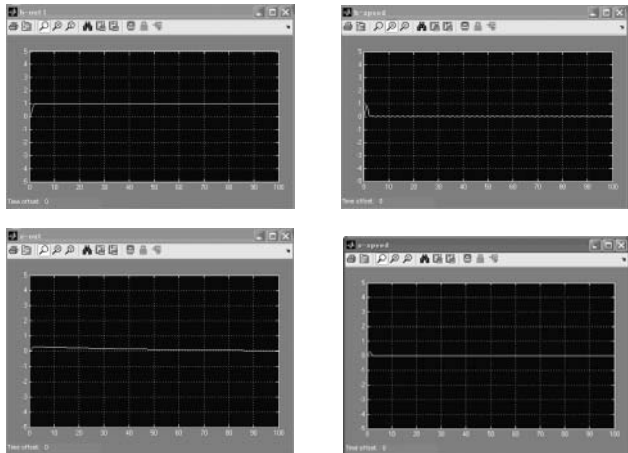


图2 科研机构与企业演化博弈的模拟

### 4 小结

本文在前人研究的基础上, 把科研机构的选择也加以考虑, 构建了演化博弈模型, 在不同条件下研究了企业和科研机构在合作创新时的行为演化。当区域内高价值成果所占比例较高时, 系统将演化稳定于科研机构公开成果、企业采用技术交易的方式进行合作创新; 当低价值成果所占比例比较高的时候, 系统将演化稳定于科研机构隐瞒成果、企业采用商业化协作的方式进行合作创新。这两种情况的演化结果与系统的其它参数关系不大。当高低价值成果在区域内所占比重一样时, 系统会演化稳定于不同的均衡点, 博弈双方的 4 种行为都有可能出现, 这与系统的其它参数有较大的关系。不同的开发成功概率, 不同情况下的利益分配都会导致不同演化结果。

(2) 当  $g_0=0.2$  时, 根据 simulink 数值模拟得到, 企业与科研机构的演化博弈均衡点为 (0, 1), 即当区域内低价值的成果所占比例比较高的时候, 科研机构和企业行为将趋近于 (隐瞒, 商业化协作)。当科研机构研发出低价值的科研成果时, 倾向于不公开技术成果的价值, 这样它可能得到相对于科研成果较高的回报。而对于企业来说, 当区域内低价值的成果比例比较高的时候, 企业出于保险起见, 更愿意采用商业化协作来获得利益, 这样承担的风险也会小一点; 同时, 当企业发现科研机构隐瞒自身的成果时, 会怀疑其成果的价值性, 也会采用商业化协作来分担风险。

### 参考文献:

(3) 当  $g_0=0.5$  时, 根据 simulink 数值模拟得到, 企业与科研机构的演化博弈均衡点为 (1, 1), 即当区域内高低价值的产品所占比例相同时, 科研机构和企业行为将趋近于 (隐瞒, 技术交易)。与 (1)、(2) 不同的是, 这不是唯一的

- [1] 王立平, 张先锋, 刘志迎. 企业-科研机构合作创新的演化博弈分析[J]. 合肥工业大学学报(自然版), 2005(12): 1565-1569.
- [2] 叶小青, 徐渝, 畅晓菊. 企业-高校技术交易中的逆向选择及防范机制设计[J]. 科学学研究, 2003(12): 136-139.
- [3] 易余胤, 刘汉民. 经济研究中的演化博弈理论[J]. 商业经济与管理, 2005(8): 8-13.
- [4] 乔根·W·威布尔, 著. 王永钦, 译. 演化博弈论[M]. 上海: 上海人民出版社, 2006.
- [5] 薛定宇, 陈阳泉. 基于 MATLAB/Simulink 的系统仿真技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [6] 谢识予. 经济博弈论[M]. 上海: 上海复旦大学出版社.
- [7] 盛昭瀚, 蒋德鹏. 演化经济学[M]. 上海: 上海三联书店, 2002.

(责任编辑: 万贤贤)