

合作研发中机会主义行为的演化博弈分析

易余胤¹, 肖条军², 盛昭瀚²

(1. 暨南大学管理学院, 广州 510632; 2. 南京大学工程管理学院, 南京 210093)

摘要: 合作研发的企业分为两种类型:互惠主义者和机会主义者,并运用演化博弈理论对企业间合作研发过程中的机会主义行为进行演化分析. 分析表明:若企业能够彼此识别,则机会主义行为将灭绝;若企业不能彼此识别,机会主义行为将泛滥市场. 同时还研究了监督机制对防范机会主义行为的有效性.

关键词: 合作研发; 机会主义行为; 演化博弈

中图分类号: O225; F273

文献标识码: A

文章编号: 1007 - 9807(2005)04 - 0080 - 08

0 引言

近年来,对合作创新的研究已经成为国内外学者的热门研究方向,然而,许多文献^[1~5]都主要集中在两个方面:1)企业进行合作创新的内在原因;2)合作创新对参与企业以及社会的影响,却忽略了对合作研发能否顺利进行的研究.事实上,机会主义行为存在于合作研发当中,如合作的一方在保护自己的知识不泄露给对方的同时,努力学习对方的知识并在学习到对方的知识后终止合作.机会主义的存在,不得不促使参与者各方加强对自己核心知识的保护,以至于关系松散化^[6].因此,如何杜绝合作研发中的机会主义行为,保证合作研发的顺利进行,对于企业的发展至关重要.

关于经济活动中存在的机会主义行为的研究已开始引起学术界的兴趣^[7~11].文献[7]用演化博弈理论研究了在长期交往和短期交往两种情况下机会主义行为和互惠主义行为的演化.文献[8]研究了一个具不同信任度和不同互惠程度的重复囚徒困境博弈,并试图说明具有不同特性的人合作时会表现出不同的信任度和互惠程度.文献[9]研究了具完全理性的个体在各种不同条件下的互

惠主义行为的演化稳定性.文献[10]提供了一个不完全信息下的重复信任博弈的实验研究,通过引入学习机制研究博弈均衡时机会主义行为与互惠主义行为的存在性.文献[11]研究了当机会主义保险客户提出欺骗性的请求时保险市场的均衡.

本文运用演化博弈理论研究了企业间合作研发过程中的机会主义行为.将合作研发的企业分为两种类型:互惠主义者和机会主义者,并分别在企业能够彼此识别和不能彼此识别两种情形下研究了企业间合作研发过程中的机会主义行为的演化.还研究了监督机制对防范机会主义行为的有效性.

1 模型的基本假设

假设市场上有许多企业,它们都不具备独自创新能力,以技术共享为主彼此合作研发.按企业在合作研发时表现出来的机会主义行为程度把企业分为两类:互惠主义者和机会主义者(私有信息),并且每个企业为机会主义者的概率为 r (共同知识).假设机会主义者和互惠主义者都可能表现出两种行为方式:坚持合作和半途背叛.并且互

收稿日期: 2003 - 05 - 06; 修订日期: 2005 - 06 - 22.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70301014); 经济转型与发展创新基地资助项目.

作者简介: 易余胤(1976 -), 男, 江西于都人, 博士, 讲师.

互惠主义者在对方采取坚持合作策略时具有坚持合作的偏好,而机会主义者在对方采取坚持合作策略时具有中途背叛的偏好。假设若互惠主义者采取坚持合作策略,则它自始至终都表现为互助互利,共同分享研发成果;若互惠主义者选择中途背叛策略,则它在合作过程中仍表现为互助互利,共同分享研发成果,但是在学习到对方的知识后或及时察觉到对方的机会主义行为时自己也背叛。若机会主义者选择坚持合作策略,那么它表现的也是一个互惠主义者;若机会主义者选择中途背叛策略,则在合作过程中,机会主义者会在保护自己的知识不泄露给对方的同时,努力学习对方的知识并在学习到对方的知识后终止合作。

假设两个企业(互惠主义者或机会主义者)都选择坚持合作策略时创新成功的概率为 x_1 , 创新成功所获得的收益为 R_1 , 所花费的成本为 C_1 。在学习到对方的知识后采取中途背叛策略的企业独自创新成功的概率为 v_1 , 所花费的成本为 C_2 。这里 $v_1 < x_1$, $C_2 > C_1$ 。

因此,若这两个企业都为互惠主义者,则中途背叛的互惠主义者独自创新成功的概率为 v_1 , 所花费的成本为 C_2 , 采取坚持合作策略的互惠主义者创新成功的概率也为 v_1 (因为互惠主义者共享知识, 双方学到的知识是一样的), 所花费的成本为 C_3 。然而, 中途背叛的互惠主义者创新成功获得的收益 R_2 应大于坚持合作的互惠主义者创新成功获得的收益 R_3 (因为背叛企业相对于合作企业有先行优势), 这里 $R_2 > R_1 > R_3$, $C_3 > C_2 > C_1$; 若双方在学习到对方的知识后都中途背叛, 则它们独自创新成功的概率为 v_1 , 成本为 C_2 , 创新成功所获得的收益为 R_1 。

若这两个企业分别为互惠主义者和机会主义者, 并且机会主义者中途背叛而互惠主义者坚持合作, 则选择坚持合作策略的互惠主义者不仅不能学习到对方的知识, 还被对方剥削, 假设其遭受的损失为 C_4 。而中途背叛的机会主义者剥削了互惠主义者的成果, 其创新成功可获得的收益假设为 $R_4 > R_2$ (独享了创新的利润), 独自创新成功的概率为 v_1 , 成本为 C_2 。若互惠主义者中途背叛而机会主义者坚持合作, 则与两个互惠主义者博弈的情形一样 (因为此时机会主义者表现得也是一个互惠主义者), 此时互惠主义者和机会主义者独

自创新成功的概率都为 v_1 (因为双方学到的知识是一样的), 并且互惠主义者创新成功获得的收益 R_2 大于机会主义者创新成功获得的收益 R_3 (先行优势), 互惠主义者所花费的成本为 C_2 , 机会主义者花费的成本为 C_3 。若两个企业都选择中途背叛策略 (这里互惠主义者背叛可理解为它及时察觉到对方的机会主义行为), 则由于机会主义者只能学习到互惠主义者的很少一部分知识, 因此可假设机会主义者独自创新成功的概率为 $v_2 < v_1$, 若它创新成功, 则可获得收益 R_4 , 成本为 C_2 , 互惠主义者遭受的损失为 $C_5 < C_4$ 。

若这两个企业都是机会主义者, 且一个机会主义者选择坚持合作策略 (表现为一个互惠主义者) 而另一个选择中途背叛策略, 则选择坚持合作策略的机会主义者由于不能学习到对方的知识, 不能独自创新, 假设其遭受的损失为 C_4 。而中途背叛的机会主义者剥削了对方的成果, 假设其创新成功可获得收益 R_4 (独享创新的利润), 独自创新成功的概率为 v_1 , 成本为 C_2 。若两个机会主义者都选择中途背叛策略, 则两个企业都不能从对方学到知识, 不能独自创新, 假设其遭受的损失为 C_6 , 这里 $C_6 < C_5$ 。

根据上述假设, 可以得到两个互惠主义者之间、互惠主义者和机会主义者之间以及两个机会主义者之间的博弈支付矩阵分别如下:

由于互惠主义者偏好合作, 因此, 可以假设两个互惠主义者相互博弈所得到的期望收益满足如下关系

$$x_1 R - C_1 > v_1 R_2 - C_2 > v_1 R_1 - C_2 > v_1 R_3 - C_3$$

则博弈有两个可能的纯策略纳什均衡: (坚持合作, 坚持合作), (中途背叛, 中途背叛)。为了解决多个均衡的选择问题, 本文假设个体能够相互协调以致达成帕累托占优均衡。因此, 根据这个假设, 双方博弈的纳什均衡应该为 (坚持合作, 坚持合作)。

表1 两个互惠主义者之间的博弈支付矩阵

Table 1 Payoff matrix, two reciprocators

互惠主义者	互惠主义者	
	坚持合作	中途背叛
坚持合作	$(x_1 R_1 - C_1, x_1 R_1 - C_1)$	$(v_1 R_3 - C_3, v_1 R_2 - C_2)$
中途背叛	$(v_1 R_2 - C_2, v_1 R_3 - C_3)$	$(v_1 R_1 - C_2, v_1 R_1 - C_2)$

表 2 互惠主义者与机会主义者之间的博弈支付矩阵

Table 2 Payoff matrix, one reciprocator and one opportunist

互惠主义者	机会主义者	
	坚持合作	中途背叛
坚持合作	$(x_1 R_1 - C_1, x_1 R_1 - C_1)$	$(-C_4, v_1 R_4 - C_2)$
中途背叛	$(v_1 R_2 - C_2, v_1 R_3 - C_3)$	$(-C_5, v_2 R_4 - C_2)$

表 3 两个机会主义者之间的博弈支付矩阵

Table 3 Payoff matrix, two opportunists

机会主义者	机会主义者	
	坚持合作	中途背叛
坚持合作	$(x_1 R_1 - C_1, x_1 R_1 - C_1)$	$(-C_4, v_1 R_4 - C_2)$
中途背叛	$(v_1 R_4 - C_2, -C_4)$	$(-C_6, -C_6)$

根据互惠主义者和机会主义者的偏好,假设互惠主义者和机会主义者博弈所得到的期望收益满足如下的关系

$$v_1 R_4 - C_2 > x_1 R_1 - C_1 > v_1 R_2 - C_2,$$

$$v_1 R_3 - C_3, v_2 R_4 - C_2 < x_1 R_1 - C_1$$

则博弈有一个纯策略纳什均衡:(中途背叛,中途背叛).

根据机会主义者的偏好,假设两个机会主义者博弈所得到的期望收益满足如下关系

$$x_1 R_1 - C_1 < v_1 R_4 - C_2$$

则博弈有一个纯策略纳什均衡:(中途背叛,中途背叛).

根据上述假设,很容易得到如下结论:对于互惠主义者,它与另一个互惠主义者或机会主义者博弈的纳什均衡分别为(坚持合作,坚持合作)、(中途背叛,中途背叛);对于机会主义者来说,它与互惠主义者或另一个机会主义者博弈的纳什均衡分别为(中途背叛,中途背叛)、(中途背叛,中途背叛).

2 企业能彼此识别情形下机会主义行为的演化稳定均衡

假设企业可以彼此识别对方的类型.那么,对于互惠主义者来说,如果它与另一个互惠主义者博弈,它知道互惠主义者在对方采取坚持合作策略时偏好坚持合作策略,那么它也将选择坚持合作策略.这样,它得到收益 $x_1 R_1 - C_1$;如果它与机

会主义者博弈,它知道机会主义者在对方采取坚持合作策略时偏好中途背叛,那么它的最优策略也是中途背叛,则它得到收益 $-C_5$.因此,互惠主义者可得到期望收益 $E_r = (1 - r)(x_1 R_1 - C_1) - rC_5$.同样,对于机会主义者来说,若它与互惠主义者博弈,由于互惠主义者知道机会主义者偏好中途背叛,那么互惠主义者的最优策略也为中途背叛,这时机会主义者得到的收益为 $v_2 R_4 - C_2$;若它与另一个机会主义者博弈,那么中途背叛策略为双方的最优策略,此时机会主义者得到收益 $-C_6$.因此,机会主义者可得到期望收益 $E_o = (1 - r)(v_2 R_4 - C_2) - rC_6$.于是,市场中的企业个体所得到的平均期望收益为 $E = (1 - r)E_r + rE_o$.

根据复制者动态方程^[12],可得每个企业为机会主义者的概率的变化率为

$$\dot{r} = r(E_o - E) \tag{1}$$

上式表明,若机会主义者所得的收益比市场平均收益高,则机会主义行为发生的概率增加,反之则减少.把机会主义者的期望收益 E_o 以及市场平均期望收益 E 代入式(1),可得

$$\dot{r} = r(1 - r)(\lambda_1 r + \lambda_2) \tag{2}$$

其中

$$\lambda_1 = [(C_5 - C_6) + (x_1 R_1 - C_1) - (v_2 R_4 - C_2)] > 0,$$

$$\lambda_2 = [(v_2 R_4 - C_2) - (x_1 R_1 - C_1)] < 0$$

因为 $\lambda_1 > -\lambda_2 > 0$,所以,系统(2)有三个均衡 $0, 1, -\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$.

据微分方程定性理论^[13],可得定理 1.

定理 1 若

1) $r < -\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$,则系统(2)将演化稳定于均衡点 0;

2) 均衡 $-\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ 是系统(2)的不稳定均衡;

3) $r > -\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$,则系统(2)将演化稳定于均衡点 1.

证明 显然,当 $r < -\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ 时, $\dot{r} < 0$,即 r 单调递减趋于 0;当 $r > -\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ 时, $\dot{r} > 0$,即 r 单调递增趋

于 1; 当 $r = -\frac{2}{1}$ 时, $\dot{r} = 0$, 即 r 恒为常数 $-\frac{2}{1}$, 然而, 很明显可以看出, 在 $-\frac{2}{1}$ 处的微小扰动都将使系统的轨线或收敛于 0 或收敛于 1. 因此, $-\frac{2}{1}$ 是不稳定均衡. 证毕.

从定理 1 可知, 当企业能够彼此识别时, 市场中的机会主义行为的演化依赖于市场的当前状态, 当市场当前状态满足一定条件时, 机会主义行为将灭绝.

3 企业不能彼此识别情形下机会主义行为的演化稳定均衡

假设企业不能彼此识别, 它们只知道市场中的企业为机会主义者的概率为 r . 对于互惠主义者来说, 它与另一个互惠主义者博弈的概率为 $1 - r$, 与机会主义者博弈的概率为 r . 而根据它的偏好, 它与另一个互惠主义者博弈的最优策略为坚持合作策略, 与机会主义者博弈的最优策略为中途背叛策略. 因此, 在它不能识别对方类型的情形下, 假设它采取如下策略: 以概率 r 采取中途背叛策略, 以概率 $1 - r$ 采取坚持合作策略. 对于机会主义者来说, 不管它与谁博弈, 它的最优策略都为中途背叛, 因此, 假设机会主义者在不能识别对方类型的情形下只采取中途背叛策略.

当互惠主义者与另一个互惠主义者博弈时, 它们以概率 r^2 得到收益 $x_1 R_1 - C_1$, 以概率 $r(1 - r)$ 分别得到收益 $v_1 R_2 - C_2$ 和 $v_1 R_3 - C_3$, 以概率 $(1 - r)^2$ 得到收益 $v_1 R_1 - C_2$; 当互惠主义者与机会主义者博弈时, 互惠主义者以概率 $1 - r$ 遭受损失 C_4 , 以概率 r 遭受损失 C_5 . 因此, 互惠主义者可得到期望收益

$$(1 - r) [(1 - r)^2 (x_1 R_1 - C_1) + r(1 - r) \cdot (v_1 R_3 - C_3) + r(1 - r) (v_1 R_2 - C_2) + r^2 (v_1 R_1 - C_2)] + r[-(1 - r) C_4 - r C_5]$$

当机会主义者与互惠主义者博弈时, 若互惠主义者选择坚持合作策略, 则它将剥削互惠主义者的成果, 即它以概率 $1 - r$ 得到收益 $v_1 R_4 - C_2$, 以概率 r 得到收益 $v_2 R_4 - C_2$. 若与它博弈的也是一个机会主义者时, 则遭受损失 C_6 , 因此, 机会主

义者得到期望收益

$$(1 - r) [(1 - r) (v_1 R_4 - C_2) + r(v_2 R_4 - C_2)] - r C_6.$$

那么, 根据上面的描述, 可得每个企业为机会主义者的概率变化率的复制者方程为

$$\dot{r} = r(1 - r) ({}_3 r^3 + {}_4 r^2 + {}_5 r + {}_6) \quad (3)$$

其中

$$\begin{aligned} {}_3 &= (x_1 R_1 - C_1) (v_1 R_2 - C_2) - (v_1 R_3 - C_3) + (v_1 R_1 - C_2) > 0, \\ {}_4 &= (v_1 R_4 - C_2) - (v_2 R_4 - C_2) - 3(x_1 R_1 - C_1) + 2(v_1 R_3 - C_3) + 2(v_1 R_2 - C_2) - (v_1 R_1 - C_2) - C_4 + C_5 \\ {}_5 &= -2(v_1 R_4 - C_2) + (v_2 R_4 - C_2) + 3(x_1 R_1 - C_1) - (v_1 R_3 - C_3) - (v_1 R_2 - C_2) + C_4 - C_6 \\ {}_6 &= (v_1 R_4 - C_2) - (x_1 R_1 - C_1) > 0 \end{aligned}$$

根据初等代数理论^[14], 有定理 2.

定理 2 实系数的一元三次方程 ${}_3 r^3 +$

${}_4 r^2 + {}_6 = 0$ 的三个根可分别表示为 $-\frac{{}_4}{3} + (\frac{{}_4^2}{3} + \frac{{}_6^3}{27})^{1/3}$, $-\frac{{}_4}{3} + (\frac{{}_4^2}{3} + \frac{{}_6^3}{27})^{1/3}$, $-\frac{{}_4}{3} + (\frac{{}_4^2}{3} + \frac{{}_6^3}{27})^{1/3}$. 其中

满足条件

$$\begin{aligned} {}_3 &= -\frac{{}_4}{2} + \sqrt{\frac{{}_4^2}{4} + \frac{{}_6^3}{27}}, \quad {}_3 = -\frac{{}_4}{2} - \sqrt{\frac{{}_4^2}{4} + \frac{{}_6^3}{27}}, \\ &= -\frac{{}_4}{3}. \text{ 若 } \frac{{}_4^2}{4} + \frac{{}_6^3}{27} > 0, \text{ 那么方程有一个实根, 两个共轭虚根; 若 } \frac{{}_4^2}{4} + \frac{{}_6^3}{27} < 0, \text{ 那么方程有三个实根.} \end{aligned}$$

其中

$$p = \frac{3 \cdot {}_3 \cdot {}_5 - {}_4^2}{3 \cdot {}_3^2}, \quad q = \frac{2 \cdot {}_4^2 - 9 \cdot {}_3 \cdot {}_4 \cdot {}_5 + 27 \cdot {}_3 \cdot {}_6}{27 \cdot {}_3^3}, \\ = \frac{-1 + i\sqrt{3}}{2}$$

显然, 若 $\frac{{}_4^2}{4} + \frac{{}_6^3}{27} > 0$, 则系统(3)中的三次多项式可分解为 ${}_3 \left(r + \frac{{}_4}{3} - (\frac{{}_4^2}{3} + \frac{{}_6^3}{27})^{1/3} \right)$ 与一个恒大于零的一元二次多项式 f 之积. 因为 ${}_3 > 0$, ${}_6 > 0$, 故上述一元三次方程唯一的实根为负. 若 $\frac{{}_4^2}{4} + \frac{{}_6^3}{27} < 0$, 则此一元三次多项式可分解为 ${}_3 \cdot \left(r + \frac{{}_4}{3} - (\frac{{}_4^2}{3} + \frac{{}_6^3}{27})^{1/3} \right) \cdot \left(r + \frac{{}_4}{3} - (\frac{{}_4^2}{3} + \frac{{}_6^3}{27})^{1/3} \right)$ 以及

$\left(r + \frac{4}{3} - (\quad^2 + \quad) \right)$ 之积. 因为 $\quad_3 > 0, \quad_6 > 0,$

故三个实根中两个为正, 一个为负或三个都为负.

据微分方程定性理论^[13], 可得下面的定理 3.

定理 3 若 $\quad_3 > 0, \quad_6 > 0$ 且

1) $\frac{4}{4} + \frac{p^3}{27} > 0, -\frac{4}{3} + (\quad + \quad) < 0, f > 0$ 则系

统(3)演化稳定于均衡点 1;

2) $\frac{4}{4} + \frac{p^3}{27} = 0$, 若三个实根都为负, 则系统(3)

演化稳定于均衡点 1;

3) $\frac{4}{4} + \frac{p^3}{27} < 0$, 如果有两个实根为正, 设为 $a,$

b , 若 $a > 1, b > 1$, 则系统(3)演化稳定于均衡点

1; 若 $b > 1 > a$, 则系统(3)演化稳定于均衡点 a ;

若 $0 < a < b < 1$, 则当 $r < b$ 时, 系统(3)演化稳定

于均衡点 a , 当 $r > b$ 时, 系统(3)演化稳定于均衡

点 1.

证明与定理 1 类似, 易证. 这里略去.

上述定理说明, 企业不能彼此识别时, 机会主义行为肯定将存活于市场, 并且, 在满足一定的条件下, 机会主义行为还将泛滥整个市场, 此时, 任何企业之间都不可能合作研发.

4 企业相互监督情形下机会主义行为的演化稳定均衡

假设企业虽不能识别对方的类型, 但花一定的成本 C_7 相互监督. 事实上, 只有互惠主义者害怕对方背叛而遭受重大损失才会花成本去监督对方, 对机会主义者来说, 它的偏好就是中途背叛, 因此它不会花这一成本. 由于互惠主义者偏好合作, 假设互惠主义者先选择合作策略, 然后监督对方, 若一旦发现对方有中途背叛的行为时, 互惠主义者也中途背叛. 那么, 对于互惠主义者来说, 若它与另一个互惠主义者博弈, 则双方在彼此监督下都能够坚持合作, 可获得的收益为 $x_1 R_1 - C_1 - C_7$. 若它与机会主义者博弈, 则互惠主义者在监督到机会主义者的背叛行为后也将采取中途背叛策略, 此时, 互惠主义者损失 $-C_5 - C_7$. 因此, 互惠主义者得到的期望收益为 $(1 - r) [x_1 R_1 - C_1] - rC_5 - C_7$. 对机会主义者来说, 若它与互惠

主义者博弈, 由于互惠主义者监督到机会主义者的行为后将选择中途背叛策略, 则机会主义者将获得收益 $v_2 R_4 - C_2$. 若它与另一个机会主义者博弈, 则损失 $-C_6$. 因此, 机会主义者得到的期望收益为 $(1 - r) [v_2 R_4 - C_2] - rC_6$.

根据上面的描述, 可得每个企业为机会主义者的概率变化率的复制者动态方程为

$$\dot{r} = r(1 - r) (\quad_1 r + \quad_7) \tag{4}$$

其中: $\quad_7 = [(v_2 R_4 - C_2) - (x_1 R_1 - C_1)] + C_7$.

显然, $\quad_1 > -\quad_7$. 若 $\quad_7 < 0$, 则系统(4)有三个

均衡点, 分别为 $0, 1, -\frac{\quad_7}{\quad_1}$. 若 $\quad_7 > 0$, 则系统(4)仅

有两个均衡点 $0, 1$.

据微分方程定性理论^[13], 可得定理 4.

定理 4 若

1) $\quad_7 > 0$, 则系统(4)将演化稳定于 1;

2) $\quad_7 < 0, r < -\frac{\quad_7}{\quad_1}$, 则系统(4)将演化稳定于均衡点 0;

3) $\quad_7 < 0$, 则 $-\frac{\quad_7}{\quad_1}$ 是系统(4)的不稳定均衡点;

4) $\quad_7 < 0, r > -\frac{\quad_7}{\quad_1}$, 则系统(4)将演化稳定于均衡点 1.

证明与定理 1 类似, 易证. 这里略去.

定理 4 说明, 若企业采取监督措施, 则市场中的机会主义行为的演化依赖于监督成本和市场的当前状态, 当监督成本和当前状态满足一定条件时, 机会主义行为将灭绝.

5 数值模拟与分析

前面几节对企业合作研发中的机会主义行为做了理论上的探讨, 为了更好的说明这一问题, 本节用数值模拟的方法对前面的模型作进一步探讨, 并做出更深入的分析. 本节前两个图分别对企业可以彼此识别以及不能彼此识别情形下机会主义行为的演化进行模拟分析, 后两个图为企业采取监督措施时机会主义行为的演化模拟图.

例 1 假设系统(2)中参数 $x_1 R_1 - C_1 = 6,$ $v_2 R_4 - C_2 = 0, C_5 = 1.5, C_6 = 1$. 从这些参数可算得 $\quad_1 = 6.5, \quad_2 = -6$. 从而可作出系统(2)的数值模拟图 1 如下. 其中, 横坐标为时间 t , 纵坐标为

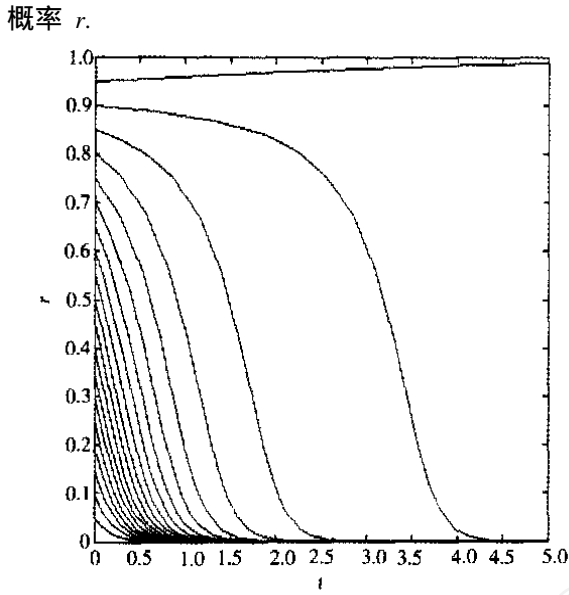


图 1 企业彼此识别时机会主义行为的演化

Fig. 1 The evolution of opportunistic behavior when firm can identify each other

从图 1 可以看到,系统(2)的演化决定于系统的当前状态:当 $r < 0.923$ 时,系统(2)演化稳定于均衡点 0,当 $r > 0.923$ 时,系统(2)演化稳定于均衡点 1.这说明企业在能够彼此识别的情形下,只要当前市场的机会主义行为发生的概率小于 92.3%,则机会主义行为将会灭绝.若当前市场机会主义行为发生的概率超过 92.3%,则机会主义行为将不可避免地充斥整个市场,当然,这种情形发生的可能性微乎其微.因此,可近似地认为,在企业能够彼此识别的情形下,机会主义行为将不能存活于市场.然而,市场中存在大量的信息不对称因素,企业要彼此识别存在众多的困难.因此,例 1 的情形只是期望的一种理想状况.若企业不能或很难识别对方的类型,那么市场可能进化到完全不同的状态.

例 2 假设系统(3)中参数 $x_1 R_1 - C_1 = 6$, $v_1 R_4 - C_2 = 10$, $v_2 R_4 - C_2 = 0$, $C_4 = 3$, $C_5 = 1.5$, $C_6 = 1$, $v_1 R_2 - C_2 = 5$, $v_1 R_3 - C_3 = -1$, $v_1 R_1 - C_2 = 4$.从这些参数可算得 $\beta_3 = 6$, $\beta_4 = -4.5$, $\beta_5 = -5$, $\beta_6 = 4$.经简单计算可知符合定理 3 中的(1).系统(3)的数值模拟如图 2 所示.其中,横坐标为时间 t ,纵坐标为概率 r .

图 2 表明,系统(3)收敛于均衡点 1.这说明,在例 2 情形下,当企业不能识别彼此的类型时,机

会主义行为将泛滥市场,市场中的企业都为机会主义者.显然,这是一种极端不良的市场状态,应当坚决杜绝这种市场状态的出现.防范这种市场状态出现可以采取多种有效的措施,比如在企业间建立监督机制,互相监督;有关部门采取惩罚措施,对机会主义行为予以严惩等等.本文考虑的是企业彼此监督的情形,下面的例子告诉我们,监督机制在某些情形下确实对防范机会主义行为颇为有效.

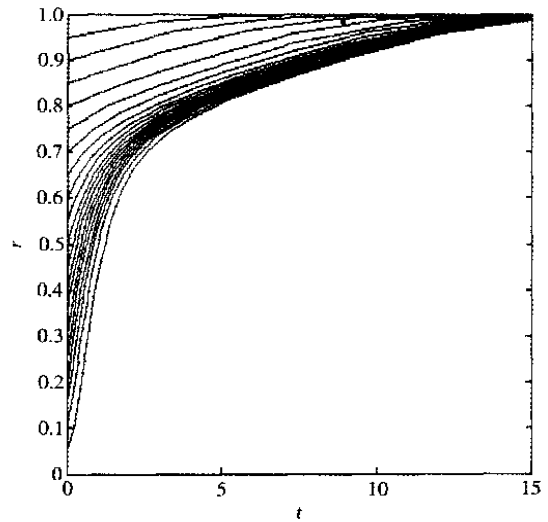


图 2 企业不能彼此识别时机会主义行为的演化

Fig. 2 The evolution of opportunistic behavior when firm can't identify each other

例 3 假设系统(4)中的参数 $x_1 R_1 - C_1 = 6$, $v_2 R_4 - C_2 = 0$, $C_7 = 1$, $C_5 = 1.5$, $C_6 = 1$.可算得 $\beta_1 = 6.5$, $\beta_7 = -5$.作出系统(4)的数值模拟图 3 如下.其中,横坐标为时间 t ,纵坐标为概率 r .

图 3 表明,当系统的当前状态 $r < 0.769$ 时,系统(4)演化稳定于均衡点 0,当 $r > 0.769$ 时,系统(4)演化稳定于均衡点 1.这说明当企业用较少的成本($C_7 = 1$)就能监督对方的行为时,只要当前市场机会主义行为发生的概率小于 76.9%,那么机会主义行为将最终灭绝.这个例子说明,当监督成本较低时,监督机制对于杜绝机会主义行为非常有效(当然,在机会主义行为不至太泛滥(发生的概率小于 76.9%)时监督机制就应当建立).显然,若监督成本增加,机会主义行为泛滥市场的可能性就增加,若监督成本 $C_7 > 6$,则机会主义行为将充斥整个市场(见图 4).由于此时监督成本

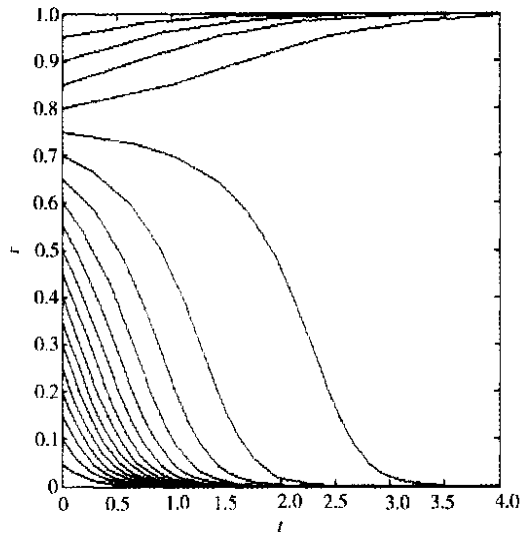


图3 互惠主义者采取监督措施且监督成本 $C_7 = 1$ 时机会主义行为的演化

Fig.3 The evolution of opportunistic behavior when the reciprocator monitors the opportunist and the monitoring cost $C_7 = 1$

超过了合作研发所得的收益,因此,企业都不愿监督对方,造成机会主义行为泛滥市场.在这种情形下,为保证合作研发的顺利进行,政府应当实行补贴政策,支持并鼓励企业采取监督措施,并大力加强对机会主义行为的严惩度,从而有效地防止并杜绝机会主义行为的发生.

6 结束语

本文运用演化博弈理论研究企业间合作创新中的机会主义行为.研究发现,当企业不能彼此识别类型时,机会主义行为将存活甚至泛滥于市场,

而当企业能够彼此识别时,机会主义行为将灭绝.还研究了监督机制对防止机会主义行为的有效性,研究表明,当企业的监督成本较低时,只要当前市场的机会主义行为发生的概率不至过高,则监督机制对于杜绝机会主义行为非常有效.当企业的监督成本增加时(小于合作创新的收益),市场中机会主义行为泛滥的可能性增加.当企业的监督成本超过了企业合作创新的收益时,机会主义行为将泛滥整个市场.在这种情形下,政府部门应适当地对企业的监督进行补贴,并对机会主义行为予以严惩,以防止并杜绝机会主义行为的发生,保障合作研发的顺利进行.

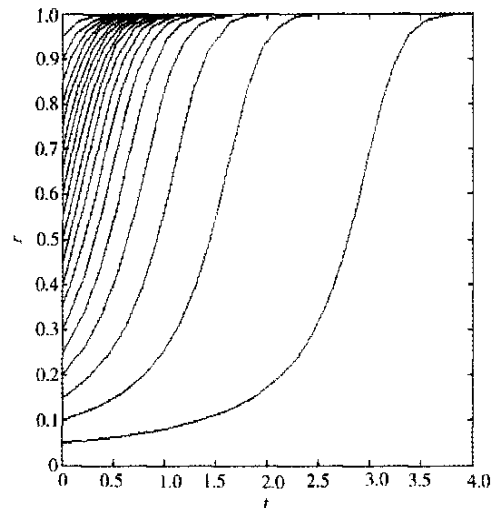


图4 互惠主义者采取监督措施且监督成本过大时机会主义行为的演化

Fig.4 The evolution of opportunistic behavior when the reciprocator monitors the opportunist and the monitoring cost is too high

参考文献:

[1]Beatb J, Poyage J A, Ulph D. Organization design and information sharing in a research joint venture with spillovers[J]. Bulletin of Economic Research, 1998, 50: 47—59.

[2]Petit ML, Tolwinski B. R&D cooperation or competition[J]. European Economic Review, 1998, 43: 185—208.

[3]罗 炜,唐元虎. 合作创新的经济学分析[J]. 预测, 2001, 20(2): 8—11.
Luo Wei, Tang Yuan-hu. An Economic Analysis on Cooperative Innovation[J]. Forecast, 2001, 20(2): 8—11. (in Chinese)

[4]龚艳萍,周育生. 基于 R&D 溢出的企业合作研发行为分析[J]. 系统工程, 2002, 20(5): 59—64.
Gong Yarping, Zhou Yr sheng. Research on R&D investment based on R&D spillovers[J]. Systems Engineering, 2002, 20(5): 59—64. (in Chinese)

[5]罗 炜,唐元虎. 大学 - 企业合作创新的博弈分析[J]. 系统工程, 2002, 20(1): 28—31.

- Luo Wei, Tang Yuan-hu. A game analysis on university-industry cooperative innovation[J]. 2002, 20(1): 28—31. (in Chinese)
- [6]肖条军, 盛昭瀚, 陶向京. 企业集团技术创新中非技术因素的影响与对策[J]. 科研管理, 2000, (3): 11—17.
- Xiao Tiao-jun, Sheng Zhao-han, Tao Xiang-jing. Resolutions and effects of non-technological factors on the technological innovations of industrial groups[J]. Science Research Management, 2000, (3): 11—17. (in Chinese)
- [7]Rajiv Sethi, Somanathan E. Understanding reciprocity[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2003, 50: 1—27.
- [8]Ananish Chaudhuri, Barry Sopher, Paul Strand. Cooperation in social dilemmas, trust and reciprocity[J]. Journal of Economic Psychology, 2002, 23: 231—249.
- [9]Guttman J M. On the evolutionary stability of preferences for reciprocity[J]. European Journal of Political Economy, 2000, 16: 31—50.
- [10]Anderhub V, Engelmann D, Guth W. An experimental study of the repeated trust game with incomplete information[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2002, 48: 197—216.
- [11]Pierre Picard. Auditing claims in the insurance market with fraud: The credibility issue[J]. Journal of Public Economics, 1996, 63: 27—56.
- [12]Cressman R. The Stability Concept of Evolutionary Game Theory: A Dynamic Approach[M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. 14—17.
- [13]张芷芬. 微分方程定性理论[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 49—59.
- Zhang Zhi-fen. Differential Equation Quality Theory[M]. Beijing: Science Press, 1985. 49—59. (in Chinese)
- [14]刘培娜, 杨大淳. 一元代数方程[M]. 北京: 科学出版社, 1985. 65—73.
- Liu Pei-na, Yang Da-chun. Algebra Equation of One Variable[M]. Beijing: Science Press, 1985. 65—73. (in Chinese)

Evolutionary game analysis on opportunistic behavior in cooperative R&D market

YI Yu-yin¹, XIAO Tiao-jun², SHENG Zhao-han²

1. School of Management, Jinan University, Guangzhou 510632, China;
2. School of Management Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China

Abstract: This paper studies the evolution of opportunistic behavior in a cooperative R&D market consisting of two types of enterprises: opportunists and reciprocators. The results show that if the enterprises can identify each other, the opportunistic behavior will be extinct. If the enterprise cannot identify each other, the opportunist will prevail. And the validity of monitor mechanism guarding against opportunistic behavior is also studied.

Key words: cooperative R&D; opportunistic behavior; evolutionary game