

企业进化的博弈和演化经济学分析

陈金波, 陶学禹

(中国矿业大学管理学院, 江苏徐州 221008)

【摘要】在生物进化理论和演化经济学的基础上, 对企业进化的概念、企业进化中的基因进行了定性论述。然后构建了一个基于进化博弈论的企业进化博弈模型, 对企业进化的过程和机制进行了定量模拟分析。最后, 论述了企业进化的必然性。

【关键词】企业进化, 演化经济学, 进化博弈论

【中图分类号】F270, F019, F224.32

【文献标识码】A

【文章编号】1000-7857(2005)07-0044-04

Analysis on Evolution of Firm Based on Evolutionary Game Theory and Evolutionary Theories in Economics

CHEN Jin-bo, TAO Xue-yu

(School of Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, Jiangsu Province, China)

Abstract: On the base of biological evolutionary theory, this article discusses the concept of evolution of the firm, and the genes in the firm's evolution, then make up a model based on the evolutionary game theory and analyses the evolutionary mechanism and process of the firm. At last, this paper points out the inevitability of the firm's evolution.

Key Words: evolution of the firm, evolutionary theories in economics, evolutionary game theory

CLC Numbers: F270, F019, F224.32

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)07-0044-04

1 引言

按照生物进化理论, 生物进化^[1]就是指生物种群多样性和适应性的变化, 或一个群体在长期遗传组成上的变化。这种进化(Evolution)是基于生物与环境相互作用和与其它生物生存相互作用的结果, 是其遗传系统(基因)随时间发生一系列不可逆的改变, 并导致相应表型的改变。在大多数情况下, 这种改变导致生物总体对其生存环境的相对适应。

纵观世界企业发展历史, 从规模微小的手工业作坊发展到跨国经营的巨型现代企业, 无疑也是企业群体在变化的自然环境和社会环境中长期进化的结果。这个过程与生物进化的历史现象之间具有惊人的相似性。现代生物进化理论已经比较成熟和完善, 因此可以借助该理论, 对企业的发展机制进行更加深入的研究。阿尔钦(Alchian A A)^[2]指出, 进化机制会有助于实现企业种群对业已改变的外部市场情况作出反应; 企业不应被看作是传统理论中的“完全的理性决策者”, 而应被视为“适度性制度安排”, 且由市场力量决定其形态。

2 企业进化及其相关概念

2.1 企业进化的概念

参照生物进化的概念, 可以认为企业进化^[3]就是指具有

有限理性(Bounded Rationality)的企业在适应环境的变化中, 为谋求生存和发展所发生的一系列相对稳定的变化过程和获得的结果。企业进化并不仅仅是指企业个体的成长或改变, 更重要的是指一个由多元的拥有共同能力(指具有相同或相似的关键产品、组织知识和技巧)的企业所组成的企业集合, 也就是某个企业物种在组织形式、组织结构、产权制度、企业规模以及种群内企业数量等各个方面所发生的具有稳定性和前进性的一系列变革, 因此企业进化具有多维性^[4]。企业进化还具有层次性^[5]。一般来讲, 一种有效的创新总是首先发生在企业内部的某个部分, 而后才会被整个企业复制, 进而被种群内其它企业学习和模仿, 并由此引起整个企业种群的群体性进化。虽然企业进化的发生是基于企业个体的内部创新以及企业之间的竞争、合作与学习等活动, 但是企业个体的进步只有在种群和群落的层次上实现, 即有效创新以某种方式被固定下来, 企业的阶段性进化才算完成。

2.2 企业进化中的基因

演化经济学认为, 企业的“惯例(Routine)”^[6]在企业进化过程中所起的作用与基因在生物进化中的功能比较类似。惯例就是指企业的固定行为方式, 是企业的组织记忆, 执行着传递技能和信息的功能。企业在生产、管理、营销、投资和研发等方面都有一定的惯例, 这些惯例决定着企业可能有

收稿日期: 2004-12-14

作者简介: 陈金波, 男; 江苏省徐州市解放南路中国矿业大学管理学院, 博士生, 主要研究方向为企业进化与企业生态理论; E-mail:

chenjinbo2008@yahoo.com.cn

陶学禹, 男; 江苏省徐州市解放南路中国矿业大学管理学院, 教授, 主要研究方向为管理理论与管理创新; E-mail:

tanoxuey38@yahoo.com.cn

的行为。每一个企业都有一整套行之有效的惯例,因此生产等企业行为就可以习惯性地“自动”完成。企业惯例具有一定的稳定性,可以被遗传,也会由于环境的改变而发生变更。

3 企业进化的博弈论解释

3.1 进化博弈论及其有限理性假设

进化博弈论 (Evolutionary Game Theory) 源于生物进化论,主要研究生物种群通过变异和增殖的共同作用,拥有增殖成功率较高的性状(形态、行为特征等)的生物个体在种群中比例的变化、稳定及其对生物进化的影响。在生物进化过程中,不同种群在同一个生存环境中竞争同一种生存资源时,竞争的结果是只有那些获得较高适应度(后代成活率)的种群生存下来,那些得到较低适应度的种群在竞争中被淘汰(即优胜劣汰)。由于该理论在生物学研究领域获得了巨大成功,近年来被逐渐引入经济学,它将人类的经济活动和竞争性经济行为同生物的生存竞争及进化现象相类比,研究人类经济行为的策略和行为方式的均衡,以及向均衡状态调整、收敛的过程与性质。

进化博弈论放弃了传统博弈论的完全理性假设,将博弈方视为有限理性的当局者(Bounded Rational Player),它们在相互竞争的同时完成自身的进化。有限理性(Bounded Rationality)这一概念最早是由西蒙(Simon H A)提出的,指人的行为只能是“意欲合理,但只能有限达到”。有限理性意味着博弈方往往不会一开始就找到最优策略,而是在博弈过程中通过学习和试错寻找较好的策略;有限理性也意味着一般至少有部分博弈方不会采用完全理性博弈的均衡策略。均衡是通过不断调整和改进逐渐达到的,而不是一次性选择的结果,而且即使达到了均衡也可能再次偏离。这里的有限理性假设是假定博弈方有一定的统计分析能力和对不同策略收益的事后判断能力,但缺乏完全的事前预测能力。这一点显然是对传统经济理论中企业完全理性假设的反叛。

3.2 进化稳定策略(ESS)和进化稳定均衡(ESE)

在生物进化中,种群中生物性状特征的频数、比例稳定性主要由“进化稳定策略”(Evolutionary Stable Strategy, ESS)来描述。在一个对称的博弈(意味着行与列的博弈参与者可以互换而不影响支付矩阵)中, $u(x|y)$ 表示种群中随机遇到的博弈对手采取策略 y 条件下某博弈方采取策略 x 时的得益。梅纳德·斯密(Maynard Smith)^[7]对 ESS 概念的定义可以表示如下:

1) 如果对于任意 $y \neq x$,都有 $u(x/x) > u(y/x)$,则策略 x 是一个 ESS;

2) 即使第一个条件不成立,如果 $u(x/x) = u(y/x)$ 且 $u(x/y) > u(y/y)$,则策略 x 也是一个 ESS。

第一个条件说明,如果其它博弈方都采取策略 x 时,选择突变策略 y 的参与者在选择策略 x 参与者的博弈中会得到较少的支付,由于任何一个有限理性的参与者都会发现对它来说 x 比其它策略都要更好,因此突变策略不能侵入到选择进化稳定策略的群体中。第二个条件说明,假设初始状态时种群中几乎所有参与者都一致地采用任何其它策略 y 时,进化稳定策略 x 能够击败 y ,从而使得选择 y 策略者在进化过程中从群体中消失,或者放弃原来的策略而采

用 x 策略。由定义可知,满足以上两个条件之一的策略就是进化稳定策略 ESS。

当群体中所有个体都选择进化稳定策略时,群体所处的状态就称为进化稳定状态,此时博弈所达到的均衡称为进化稳定均衡(Evolutionarily Stable Equilibrium, ESE)^[8]。这个均衡能够经受有限理性所引起的错误与偏离的干扰,在受到少量的干扰后仍能恢复。经济中的进化稳定均衡是指有限理性的参与者不可能完全正确地知道自己所处的利害状况,其发现最佳行动的能力也是有限的,主要通过对被认为是最有利战略的不断模仿而逐渐逼近理论最优状态。

3.3 复制动态(Replicator Dynamics)方程

在进化博弈中,假定一个大型种群中有两类博弈方,所有博弈方均采用纯策略, S 表示所有纯策略的集合, $\phi_t(x)$ 表示所有在 t 阶段采用纯策略 $x(x \in S)$ 的博弈方集合,定义状态变量 $\theta_t(x)$ 表示在 t 阶段采用 x 策略的参与人在群体中比例向量,则有:

$$\theta_t(x) = \frac{\phi_t(x)}{\sum_{y \in S} \phi_t(y)} \quad (1)$$

在 t 阶段采用纯策略 x 博弈方的期望得益是:

$$u_t(x) = \phi_t \cdot u(x|y) \quad (2)$$

其中 $u(x|y)$ 表示采用纯策略 x 的博弈方与采用纯策略 y 的博弈方相遇时的得益。于是,群体的平均期望得益为:

$$\bar{u}_t = \sum_{x \in S} \phi_t(x) \cdot u_t(x) \quad (3)$$

根据前面的假设,有限理性的博弈方有一定的统计分析能力和对不同策略得益的事后判断能力,得益较差的博弈方迟早会发现这种差异,并开始学习模仿另一类型博弈方的策略,因此博弈方类型的比例是随时间而变化的,可以表示为时间的函数。这个比例随时间变化的速度取决于博弈方学习模仿的速度。一般情况下,博弈方学习模仿速度取决于两个因素^[9]:一是模仿对象数量的大小(可用相应类型的博弈方在整个群体中的比例表示),因为这关系到观察和模仿的难易程度;二是模仿对象的成功程度(可用模仿对象的策略得益群体超过平均得益的幅度表示),因为这关系到判断差异的难易程度和对模仿激励的大小。因此博弈方策略类型的比例 $\theta_t(x)$ 随时间变动的动态变化率可以用下列复制动态微分方程^[10]表示:

$$\frac{d\theta_t(x)}{dt} = \theta_t(x) \cdot [\bar{u}_t(x) - \bar{u}_t] \quad (4)$$

设 $\frac{d\theta_t(x)}{dt} = F(\theta)$,则仅满足下述第一个条件的点为一般稳定状态,同时满足下述两个条件的点就是上述复制动态的进化稳定均衡(ESE):

$$1) f(\theta) = \frac{d\theta_t(x)}{dt} = 0 \quad (5)$$

$$2) f'(\theta) = \frac{dF(\theta)}{d\theta} < 0 \quad (6)$$

所以,在进化博弈论中,均衡是经过一定时间逐渐达到的。时间概念的引入使得进化博弈论比传统博弈论能够更好地对企业进化的现实情况进行解释。

3.4 企业进化的博弈模型

按照进化博弈论的观点,新的企业惯例不是由什么人

设计的,而是那些适应环境和社会变化的新东西不断被发现,而更为理想的成分被保存下来,即在所谓“适应性进化”(Adaptive Evolution)的过程中产生的。现代企业就是由古典企业经过无数“适应性进化”过程所逐渐进化而成的。由于企业进化与生物进化十分类似,因此可以用进化博弈论来对企业的进化过程进行比较深入的分析。

设在一个企业种群内有数量很多的相似企业个体,不同企业之间进行随机配对反复博弈。该博弈模型的得益矩阵图 1。

		博弈方 2	
		x	y
博弈方 1	x	3, 3	4, 1
	y	1, 4	2, 2

图 1 企业进化博弈模型

其中 x 策略表示采用新惯例, y 策略表示采用旧惯例。两个企业都采用 y 策略时,各自得益均为 2,双方可以和平共处。一个企业采用 x 策略而另一个企业采用 y 策略时,它们的得益分别为 4 和 1,采用新惯例者就对保持旧惯例者产生了威胁。双方都采用 x 策略时,各自得益都为 3,即双方得益都比采用旧惯例时得到了提高,但是不如只有一方采用新惯例的情况下提高得多。这个假设与现实情况是比较相符的。在静态博弈情况下,该博弈只有 1 个纯策略纳什均衡。如果博弈双方具有完全理性,那么可以预期博弈结果是种群内所有企业都同时采用新惯例策略 x 。

在有限理性的情况下,并不是所有企业一开始就能找到最佳策略,通常情况是群体内既有企业采用 x 策略,也有企业采用 y 策略。可以假设在初始状态下,种群中采取 x 策略的企业比例为 θ ,则采取 y 策略的企业比例为 $1-\theta$ 。企业之间进行随机配对博弈时,每个企业都既可能遇到 x 策略类型的对手,也可能遇到 y 策略类型的对手,前者概率是 θ ,后者概率是 $1-\theta$ (对大群体来说,可忽略所考察的博弈方本身对各博弈方比例的影响)。因此,一个企业的得益,一方面取决于自己的策略类型,另一方面也取决于对手的策略类型。

根据(2)式可得所考察的企业采用 x 、 y 策略时的期望得益分别为:

$$U_x = 3\theta + 4(1-\theta) = 4 - \theta$$

$$U_y = \theta + 2(1-\theta) = 2 - \theta$$

根据(3)式,种群内所有企业的平均得益为:

$$\bar{U} = \theta U_x + (1-\theta) U_y = \theta(4-\theta) + (1-\theta)(2-\theta) = 2 + \theta$$

上述结果表明,企业采用两种策略的得益具有明显差异。采用 x 策略的得益明显高于采用 y 策略的得益,也高于平均得益,而采用 y 策略的得益则低于 x 策略的得益和平均得益。根据定义,策略 x 就是该博弈的进化稳定策略 ESS。根据前面的假设,有限理性的企业有一定的统计分析和对不同策略收益的事后判断能力,因此原来采用 y 策略的企业就迟早会发现上述得益差别,认识到改变策略对自己有利,并开始模仿另一种类型的博弈方,改为采用策略 x 。采用 x 策略类型企业的比例 θ 随时间变动的动态变化

率可以用(4)式所示的复制动态微分方程表示:

$$F(\theta) = \frac{d\theta}{dt} = \theta(U_x - \bar{U}) = \theta(4-\theta-2-\theta) = 2\theta(1-\theta) \quad (7)$$

对(7)式积分,可得 θ 随时间增长的逻辑斯蒂方程,其中 θ_0 为 θ 的初始比例:

$$\theta(t) = \frac{1}{1 + (\frac{1}{\theta_0} - 1)e^{-2t}} \quad (8)$$

对(7)式求导可得:

$$f(\theta) = \frac{dF(\theta)}{d\theta} = 2 - 4\theta \quad (9)$$

采用 x 策略类型企业的比例 θ 随时间变动的复制动态微分方程的相位图,以及逻辑斯蒂曲线分别如图 2 和图 3。

$$F(\theta) = \frac{d\theta}{dt} = 2\theta(1-\theta) = 0, \text{ 可得 } \theta_1 = 0, \theta_2 = 1$$

$$\theta_1 = 0 \text{ 时 } f(\theta) = 2 > 0, \theta_2 = 1 \text{ 时 } f(\theta) = -2 < 0$$

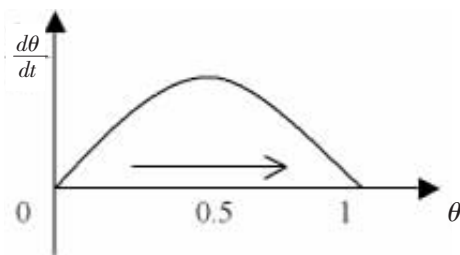


图 2 企业进化的复制动态相位图

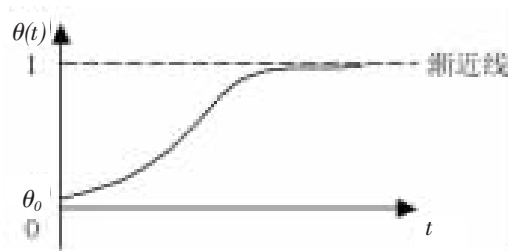


图 3 企业进化的逻辑斯蒂曲线

根据(6)式,只有 $\theta_2=1$ 是该博弈的进化稳定均衡 ESE。 $\theta=0$ 时,即如果初始时刻没有一个企业采用策略 x ,所有企业都不会受到得益降低的威胁,因此都不会有意识地改变既有的惯例,则由(7)、(8)式可知,企业种群会保持在全部个体都采用 y 策略的状态。当 $0 < \theta < 1$ 时,也就是开始出现采用 x 策略的企业时, $F(\theta) > 0$,则采用 x 策略的企业就会逐渐增加,直到 $\theta=1$ 为止,如 3、4 图中箭头与渐近线所示。 $\theta=1$ 时,种群内所有企业都已经采用 x 策略,因此其变化率 $F(\theta) = 0$ 。 $\theta=0$ 不是进化稳定均衡,因为即使企业种群中哪怕只有一个企业采用了新惯例,则其它企业都会进行模仿,最终导致种群内所有的企业都采用新惯例,收敛到 $\theta=1$ 。而 $\theta=1$ 则是一个进化稳定均衡,即使某些不理智的企业采用了 y 策略,它也会很快纠正自己的错误行为,采用 x 策略。

经过以上博弈过程,具有更高效率的新惯例就会在种群中得到复制和传播,整个企业种群就得到了进化。与建立在完全理性假说基础之上、企业之间的竞争均衡可以瞬间达到的传统经济理论和博弈模型相比,上述企业进化的博弈模型引入了有限理性假说和时间因素,这样就可以进一步对企业种群的进化速度及其影响因素进行研究,进而可

以对由于企业进化速度不同所造成的地区或国家之间的企业竞争力之间的差异、经济水平之间的差距提出合理解释。

4 进一步的理论分析与结论

上述进化博弈模型虽然可以对企业种群的阶段性进化作出比较满意的解释,但是模型中策略 x 所代表的具有更高效率的新惯例是如何产生的,或者说当整个企业种群都采用了新惯例策略 x 的时候,是否就一直停留在这种进化稳定状态而停止进化了呢?事实显然不是这样。

与达尔文主义对生物进化的解释一样,演化经济学认为企业进化也是建立在遗传(Inheritance)、变异(Mutation)和选择(Selection)3种机制^[11]的基础上。企业惯例在企业进化过程中起到类似基因的作用,企业的遗传就是指惯例在企业之间的传播。企业惯例具有学习效应的获得性遗传(Heredity)特征,因此是拉马克式而不是达尔文式的遗传。另一方面,企业惯例也会根据环境的变化而发生“基因突变”。在有满意的盈利时,企业对它现有的行为方式感到满意,这时其惯例就不会发生什么变化;但是当市场情况等环境因素发生了变化,企业收益受到降低威胁时,就必须通过搜寻或创新来改变自己的惯例,这样其惯例就会发生“基因变异”。因此,企业惯例并不是新达尔文主义意义上的基因,其变异是有目的的而不是随机的。在这里,环境对企业的“基因变异”起到了一种诱导和强制的作用。

尽管所有的企业都非常希望找到一种可以保证其在激烈的市场竞争中立于长久不败之地的新惯例,但由于不确定因素的影响以及企业自身的有限理性和路径依赖性^[12],实际上企业表现出的是一种极为盲目的寻找和探索。这种探索反映出企业对问题的理解和知识的缓慢积累过程,其对新惯例的搜寻和创新也只能是一个渐进的试错过程。“变异”之后的惯例具有很大的随机性,可能使之获得较高得益,也可能获得较低得益。因此,发生变异的惯例能否生存下去,要取决于环境的选择作用。经过市场的检验,只有当新规则比旧规则可以让企业在市场中获得更高报酬时,新规则才会被企业接纳而固定下来,成为本企业惯例的一部分。如果没有市场的选择作用,采用新、旧惯例的企业可以获得相同的收益,则具有更高效率的新惯例就不会在企业群中得到扩散,企业也就不会向前进化。这里,环境(市场)承担了对企业“基因变异”进行选择的功能。

综上所述,对于企业进化来说,环境所起的作用与在生物进化中的作用不同。

生物遗传物质的改变总体上是由自身变化规律决定的,环境作为选择者,使得适应环境者得以保留,不适应者被淘汰,环境是生物进化的选择者和评判者。而在企业进化过程中,环境不仅仅承担选择和评判的功能,它对企业进化所起的作用首先是引诱和刺激,然后再通过比较、选择、同化等多种角色的作用,使获利企业扩张、亏损企业萎缩,确保效率相对较高的企业继续生存,促进企业不断地向更高效率的方向进化;而进化后的企业又会对环境产生巨大的影响,因此环境是企业进化的诱导者、决定者和承担者。由于环境总是处于不断地变动之中,因此企业惯例也会不断地产生变异。通过不断的学习、创新与环境选择,旧质的惯例就不断向新质的惯例变迁。从这个意义上说,上述企业进化博弈

模型中的 (x, x) 策略并不是严格意义上的进化稳定策略,而是一种局部稳定策略。当环境发生变化,企业种群中出现了比 x 策略所代表的惯例更加有效的新惯例时, x 策略就不再是进化稳定策略,种群也会失去原来的进化稳定状态而向新的局部均衡状态进化。这个过程实际上就是复杂系统演化中的“通过涨落达到有序”^[13]的过程。因此,企业的进化过程就是不断逼近理论最优状态的过程,并不存在一个严格的终点和绝对的进化均衡状态。

针对进化博弈论的上述缺陷,纳尔逊曾经指出^[14]:均衡仍然是进化博弈论的关键性假设,该理论对偏离均衡的研究主要是作为均衡的工具,而演化经济学却对任何稳定态不感兴趣,总是处于不断变化之中的非均衡是其基本理论的假定。虽然进化博弈论存在这样的缺陷,但是它可以对经济系统的进化机制作出比较形象和准确的数理解释,这在一定程度上正好可以弥补演化经济学的不足。因此可以说,两种理论又存在很强的互补关系。两者都是近年来新兴的学派,虽然都是以达尔文进化思想为方法论基础,但是却一直处于各自独立发展的状态。

本文基于上述两种理论,对企业进化的过程和机制进行了比较深入的分析,在促进两大理论体系的融合方面作出了有益的探索。

参考文献(References)

- [1] 杨忠直. 企业生态学引论[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 30~34
- [2] Alchian A A. Uncertainty, Evolution and Economic Theory[J]. *Journal of Political Economy*, 1950, 58: 211~222
- [3] 李朝霞. 企业进化机制研究 [M]. 北京: 北京图书馆出版社, 2001.29
- [4] 邓向荣. 企业组织演化理论评析 [J]. 经济学动态, 2004(8): 108~111
- [5] Baum J A C, Singh J V. Evolutionary Dynamics of Organizations [M]. New York: Oxford University Press, 1994.10~19
- [6] Richard R Nelson, Sidney G Winter. An evolutionary theory of economic change[M]. New York: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982. 3~49
- [7] (英)杰克·赫什莱佛, 约翰·赖利. 不确定性与信息分析[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2000. 394~395
- [8] 张良桥. 进化稳定均衡与纳什均衡——兼谈进化博弈理论的发展[J]. 经济科学, 2001, (3): 103~111
- [9] 谢识予. 经济博弈论 (第2版)[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2002. 233~237
- [10] Taylor P D, L B Jonker. Evolutionarily Stable and Game Dynamics[J]. *Math Bioscience*, 1978, 40: 145~156
- [11] 贾根良. 演化经济学——经济学革命的策源地 [M]. 太原: 山西人民出版社, 2004. 6~8
- [12] Arthur W B. Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events [J]. *Economic Journal*, 1989, 99: 116~131
- [13] 苗东升. 系统科学原理 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990. 468~472
- [14] 贾根良. 演化经济学——经济学革命的策源地 [M]. 太原: 山西人民出版社, 2004. 16

(责任编辑 胡春华)