

演化博弈与演化经济学：互补性与差异性

黄凯南^①

摘要：演化博弈和演化经济学是当前两种比较流行的经济学理论，但是，它们之间的关系一直比较模糊，甚至常常被曲解，经济学家也很少深入阐释这两种理论的关系。通过深入研究这两种理论的基本分析结构及其发展，本文尝试考察两种理论存在的互补性和差异性，揭示演化博弈在经济演化分析中的作用与局限，进而理清演化经济学的发展方向。

关键词：演化博弈 演化经济学 理论比较

一、引言

演化经济学拥有悠久的学术传统，较早可以追溯到以弗格森、休谟、孟德维尔和斯密等为首的苏格兰道德哲学中（Hodgson, 2004）。随后，在德国历史学派和马克思主义经济学中，演化思想也被广泛运用于分析社会经济结构变迁（Hodgson, 2006）。在达尔文主义的进一步推动下，演化经济学的发展速度更加迅猛。尤其是在 20 世纪初期至二战之间，演化思想在经济学中广泛传播，成为当时主流的经济语言范式。其间涌现出诸如老制度学派、奥地利学派和熊彼特主义等流行的演化经济学说^②。但是，在二战以后，经济学发生了革命性的范式转变，新古典的均衡理论以其严格的数理逻辑体系迅速成为经济学的主流范式。普遍认为，缺乏一致的分析范式和严格的数理模型是演化经济学衰败的重要原因。

随着理论体系的进一步深化和完善，新古典体系不断拓展其理论的解释领域，将原先许多主要由演化经济学考察的经济现象也纳入其理论分析框架中。例如，新古典的产业组织理论尝试解释“技术创新、企业规模和市场结构的关系”（多纳德·海和德里克·莫里斯，2001）；新制度经济学尝试解释制度变迁问题（诺斯等，1994）；新增长理论通过建立内生增长模型，尝试解释技术进步和经济增长的关系（巴罗和萨拉伊马丁，2000）。而这些原先都属于演化经济学的传统研究领域。此外，新古典经济学还论述了其理论与演化经济学在经济行为预测上的一致性，认为新古典的理性最大化行为能够从自然选择过程中推导出来，演化模型得出的结果与新古典模型是相同的，两者是可兼容的，并且宣称是新古典演化主义^③（Alchian, 1950; Friedman, 1953; Becker, 1976）。这些理论发展在一定程度上巩固了新古典经济学的主流地位，也缩小了演化经济学的发展空间。

但是，新古典经济学对上述领域的解释还是存在明显的不足。产业组织理论主要研究市场结构对企业各种行为和绩效的影响，并没有真正关注技术创新所引致的产业组织演变和经济结构变革，这种静态的均衡分析远离了熊彼特的演化思想（安东内利，2006）。新制度经济学则将制度变迁视为从一种均衡向另一种均衡的瞬时移动，并不考察制度失衡后个体间的互动和协调过程。新增长理论也将经济增长视为移动均衡（moving equilibrium）的过程，它假设企业知道所有可供选择的技术机会集合及其自身生产函数所处的位置，技术进步是源自企业有意识和明确的R&D投资决策，经济增长并不涉及任何知识增长过程（纳尔逊，2004）。同样地，并不是所有的演化模型都能得出与新古典模型相同的结果，演化模型必须满足以下四个主要条件才能确保所有生存者的行为是利润最大化：多样性（variety）、行为

^① 黄凯南，男，经济学博士，山东大学经济研究院（中心），邮编 250100，电子信箱：kennen@126.com

^② 这是一种不严格的表述。这些学派在本体论和方法论上存在很大的差异。例如，凡勃伦（1898）在《为什么经济学不是一门演化科学？》中明确将“达尔文主义”的方法论运用到社会经济演化分析中，并首次提出了“演化经济学”这个术语；相反，熊彼特（1912）则明确反对将生物学的“达尔文主义”运用到经济学中，为了避免这种生物学的类比，他运用“发展”一词来取代“演化”。熊彼特提倡经济发展理论，而非经济演化理论。此外，熊彼特本身并不承认存在熊彼特主义的学派。而奥地利学派也是一个十分庞杂的体系，几乎没有形成一个统一的研究范式（Sandye Gloria-Palermo, 2005）。

^③ Alchian（1950）著名的“赛车手”的例子证明了新古典经济学与演化经济学在企业 and 产业行为预测上的相似性。Friedman（1953）强调，自然选择（或市场选择）将导致“只有理性最大者才能生存”，因此，可以假设个体“好象”（as if）是理性最大化者。Becker（1976）认为，无论个体是否是理性最大化者，在自然选择的作用下，需求曲线总是向下倾斜。

连续性 (behavioral continuity)、利润引起的增长 (profit-induced growth) 和有限的路径依赖 (limited path dependence)^① (Nelson & Winter, 2002)。一旦不满足上述条件 (例如, 缺少多样性和强的路径依赖), 企业的行为就可能锁定在不是利润最大化的行为集合中。

可见, 在许多领域中, 新古典经济学并不能完全取代演化经济学的解释。而且, 随着行为经济学和实验经济学的兴起, 新古典的理性选择范式受到越来越多的质疑, “有限理性”的概念得到了更多经济学家的重视 (Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1986, 1991; Simon, 1986; 1991; Vernon Smith, 2003)。从上个世纪 80 年代起, 以 Nelson 和 Winter (1982) 为代表的新熊彼特主义掀起了演化经济学复兴的浪潮。在过去的 20 年里, 演化经济学发展速度更加迅猛。通过对 Econlit 数据库中经济学文献的统计, Silva 和 Teixeira (2006) 发现, 在过去 50 年有关演化的经济学文献中, 90% 的文章是 1990 年以后发表。因此, 经济学中有关演化主题的研究日益增多。一些经济学家甚至认为, 经济学的研究范式出现了演化转向, 演化经济学可能再次成为主流经济学 (Hodgson, 2007a)。与此同时, 新古典经济学的分析方法也在发生变化, 从原先一般均衡理论的均衡分析转向博弈论的纳什均衡分析 (Schotter, 1981; Sugden, 1986; Rizvi, 1994; Binmore, 2001), 进而又拓展为演化博弈的趋向均衡分析 (Friedman, 1991, 1998; Fudenberg & Levine, 1998; Kaniovski & Young, 1995; Foster & Young, 1998; Weibull, 2002; Young, 1998, 2007a)。

其中, 演化博弈的发展和现代演化经济学的复兴几乎处于相同时期 (例如, Maynard Smith, 1982; Nelson & Winter, 1982)。一些学者将演化博弈视为新古典经济学和演化经济学的交流和结合, 认为演化博弈能够调和均衡理论和演化理论的范式冲突, 也体现了主流经济学对演化经济学的吸收和接纳 (Schmidt, 2004)。有些学者甚至认为, 演化博弈的发展可能促使演化经济学成为主流 (Friedman, 1999)。Witt (2007) 在一项有关演化经济学现状和未来的问卷调查中发现, 许多经济学家都认为, 演化博弈是演化经济学未来最有发展前景的理论之一。

但是, 从理论发展脉络上看, 演化博弈和现代演化经济学却是独立发展起来的, 而且各自的分析方法也存在明显的差异 (Weibull, 2002; Witt, 2006, 2007)。当然, 独立发展并不意味着毫无联系。但现代经济学却很少深入研究这两种理论的关联。这可能是因为大多数博弈论者并不熟悉演化理论, 反之, 演化论者也不熟悉博弈论。很多学者仅仅凭借学术直觉, 要么认为演化博弈是传统博弈论的拓展, 属于新古典体系, 它与演化经济学本身并没有联系, 要么认为演化博弈能够为演化经济学提供合适的数理模型, 是演化经济学的重要进展, 甚至能够促使演化经济学再次成为主流。就演化博弈对于演化经济学的作用而言, 前者判断过于悲观, 后者判断则过于乐观。

那么, 演化博弈和演化经济学之间到底是什么关系? 它们之间具有什么样的关联? 演化博弈是否能够推动演化经济学的发展, 并且成为演化经济学今后重点研究的领域之一? 或者它更像是新古典经济学的一种乔装, 与先前的新古典演化主义一样, 尽管其模型中包含演化过程, 实质却是为了证明进而重复新古典经济学的结论? 显然, 正确理解演化博弈在演化经济学中的作用和地位, 对于理清演化经济学未来的发展方向是十分必要和重要的。

本文准备探讨这个主题, 通过详细考察演化博弈和演化经济学的基本分析结构及其发展, 揭示演化博弈在经济演化分析中的作用和局限, 探讨两种理论的互补性和差异性, 进而理清两种理论的关系。

^① 多样性条件是指模型中必须存在足够多的差异化行为, 这样才能保证利润最大化的行为也在其中, 从而保证自然选择过程有机会选择出利润最大化的行为; 行为连续性条件是指, 行动者的行为在演化过程中具有连续性, 一旦行为在 t 时刻具有较高报酬, 在 $t+1$ 时刻就不会轻易改变这种行为, 而是会延续这种行为; 利润引起的增长是指, 成功的行动者将获得利润并且得到扩张, 反之, 失败的行动者将损失利润并且收缩, 甚至被淘汰; 有限的路径依赖条件是指不能存在较强的路径依赖, 从而在未到达演化均衡时就已经将新古典的利润最大化行为排除了。

二、演化博弈的基本分析结构及其发展

普遍认为，演化博弈理论的形成和发展大致经历三个阶段：首先，当博弈论在经济学中广泛运用时，生物学家从中得到启示，尝试运用博弈论中策略互动思想，建构各种生物竞争演化模型，包括动物竞争、性别分配以及植物的成长和发展等（Lewontin, 1961; Hamilton, 1967）。这个阶段实际上是博弈论在生物学中的运用；接着，生物学家根据生物演化的自身规律，对传统博弈论进行改造，包括将传统博弈论中支付函数转化为生物适应度函数（fitness function）、引入突变机制将传统的纳什均衡精炼为演化稳定均衡（evolutionarily stable equilibrium）（Maynard Smith & Price, 1973）以及引入选择机制建构复制者动态（replicator dynamics）模型（Taylor & Jonker, 1978; Maynard Smith, 1982）。这个阶段是演化博弈正式形成阶段；随后，鉴于演化博弈对传统博弈的拓展（例如，放松理性假设、精炼纳什均衡以及考察动态调整过程），经济学家又反过来借鉴生物学家的思想，将演化博弈运用到经济学中，这又进一步推动演化博弈的发展，包括从演化稳定均衡发展到随机稳定均衡（stochastically stable equilibrium），从确定性的复制者动态模型发展为随机的个体学习动态模型等（Foster & Young, 1990; Weibull, 1995, 2002; Kaniovski & Young, 1995; Fudenberg & Levine, 1998; Friedman, 1991, 1999; Sumaila & Apaloo, 2002; Schmidt, 2004; Young, 1998, 2007a）。

实际上，演化博弈的思想较早还可以追溯到约翰·纳什对均衡概念的阐释。纳什在其博士论文中指出，均衡概念存在两种解释方式：一种是理性主义的解释，另一种就是“大规模行动的解释”（mass action interpretation）（Nash, 1950, pp.21-22）。前一种是经典博弈论的解释方式，后一种实际上是演化博弈的解释方式。纳什认为均衡的实现并不一定要假设参与者对博弈结构拥有全部知识，以及个体拥有复杂的推理能力，只要假设参与者在决策时都能够从具有相对优势的各种纯策略中积累相关经验信息（例如，学习收益高的策略），经过一段时间的策略调整，也能达到均衡状态。纳什还详细阐述了“大规模行动”的基本分析结构：首先，假设每个博弈参与者都采取一个纯策略，将采用相同纯策略的个体视为同一群体，所有群体组成一个更大的种群；然后，假设每个参与博弈的个体都是从整个大种群中随机挑选出的；接着，假设收益较高的策略在群体中的频率将增加，反之，收益较低的将减少；最后，在这些假设的基础上，能够求出一个纯策略频率分布均衡（有时也可以将之视为混合策略均衡）。因此，尽管纳什没有明确提出“演化博弈”的术语，其“大规模行动”的思想实际上涵盖了演化博弈的实质内涵。

可见，演化博弈的思想早就存在于纳什的博弈理论中。博弈论似乎可以被视为由经典博弈和演化博弈组成，演化博弈是对经典博弈论的重要补充。在这意义上，演化博弈的兴起可以被认为是纳什博弈论中另一个重要却被忽视的主题（即大规模行动）的回应和发展。因此，在一些学者看来，演化博弈是博弈论的另一种思考视角，它属于博弈论的研究范畴（Schmidt, 2004）。事实上，演化博弈的发展主要也是由众多优秀的博弈论学者推动的（例如，Weibull, 1995; Fudenberg & Levine, 1998; Young, 1998）。

但是，纳什也不是最早提出演化博弈思想的学者。尽管很难考证纳什的“大规模行动”是否受到生物学家的影响，但却可以在更早的许多生态模型和生物种群模型中清晰地发现演化博弈思想。例如，Logistic 增长模型（Pearl, 1924）、Lokta 和 Volterra 的捕食与被捕食（predator-prey）模型（Volterra, 1926, Lotka, 1932）以及在此基础上发展的各种捕食与被捕食互动模型等（Leslie, 1945）。Vincent 和 Brown（2005）指出，只要建立各种演化策略与适应度和种群增长率的关系，上述这些种群动态模型都可以被转化为演化博弈模型。他们进一步指出，演化博弈的核心思想早就存在于达尔文的自然选择理论中，可以将其称为达尔文主义博弈（Darwinian game）。因此，演化博弈在学理上并不一定要依赖博弈论，它甚至更依赖生物演化理论。从这角度上讲，演化博弈中的“演化”或许比“博弈”更加重要。

因此，演化博弈的兴起既受到博弈论的影响，也受到生物演化的影响。它不应该仅仅属于博弈论的研究范畴，还应该属于演化理论的研究范畴。下文通过详细考察演化博弈的基本分析结构及其发展，能够更加清晰地理解演化博弈的内涵。

（一）演化博弈的基本分析结构

1. 博弈框架

与经典博弈一样，演化博弈首先必须存在一个博弈框架。这个博弈框架主要指博弈的结构和规则。博弈结构包括博弈的物理结构和知识结构。前者指博弈中的参与者集合、策略集合和支付集合等，后者指参与者对物理结构的认知。博弈规则主要指博弈的次序和步骤等（Schmidt, 2006）。演化博弈总是在特定的博弈结构和规则下进行的。而特定的技术和制度条件决定了特定的博弈结构和规则。这也意味着演化博弈是在特定技术和制度条件下进行。

但是，与经典博弈不同的是，演化博弈认为参与者并不拥有博弈结构和规则的全部知识，相反，参与者的知识是相当有限的。而且，参与者通常是通过某种传递机制而非理性选择获得策略。尽管博弈的次数可能是无穷的，但是，在每次博弈中，参与者通常都是从大群体中随机选择出来，参与者之间缺乏了解，再次博弈的概率也较低。因此，参与者不会像重复博弈那样尝试通过声誉机制来影响对方未来的行动（Friedman, 1998）。根据个体间如何配对和信息如何披露，Fudenberg 和 Levine (1998) 将演化博弈模型分为三种：一是单对模型（single pair model），指在每期博弈中，只有一对参与者进行博弈，它们从大群体中随机选择而出，在博弈结束后，这对参与者的行动将被披露给群体中的所有个体；二是加总统计模型（aggregate statistic model），指在每期博弈中，所有的个体都随机匹配参与博弈，在博弈结束后，群体的加总信息被揭露给所有个体；三是随机匹配模型（random matching model），指在每期博弈中，所有的个体都随机匹配参与博弈，在博弈结束后，参与者的行动只披露给与其匹配的另一个参与者。他们指出，如果群体足够大，在上述模型中，参与者的行动都不会影响其对手未来的行动。

2. 适应度函数（fitness function）

演化博弈必须将经典博弈中的支付函数转化为适应度函数。适应度是生物演化理论的核心概念，它用来描述基因的繁殖能力（Sober, 2001）。在演化博弈模型中，某种策略的适应度可以被简单理解为采用该策略人数在每期博弈后的增长率。适应度函数则可以被视为策略与适应度的映射关系。在生物演化领域，适应度函数的定义是比较精确和确定的。它通常是一种特定的目标函数，用来量化遗传算法中解的最优性，以此确定染色体的优劣排序，保证最优或较优的染色体能够产生较好的下一代染色体（Maynard Smith, 1998）。但是，在社会经济演化领域中，适应度函数的定义则相对模糊和不确定。某种策略的适应度不仅仅取决于它在博弈中获取的支付，还可能取决于特定社会文化背景下人们对该策略的各种主观道德评价，以及个体对该策略的学习能力和个体间的社会互动模式。因此，即使某种策略具有很高的物质报酬，如果群体对该策略具有消极的文化偏见、许多个体不具备学习该策略的能力以及个体间的社会互动模式不利于该策略的扩散等，这种策略的适应度也可能不高。

因此，在复杂的经济演化过程中，支付函数不能简单地等同于适应度函数，它必须经过特定的改造才能够转化为适应度函数（例如，Brenner, 1998, 2006）。但是，为了简化分析，许多演化博弈模型都直接将个体的博弈支付等同于适应度。由于参与者是随机挑选的，某个纯策略的适应度取决于该策略的期望收益，后者又依赖于策略的频率分布。因此，适应度函数是频率依赖（frequency dependence）。此外，适应度函数有时还依赖于群体规模（人数）。

3. 演化过程：选择机制和变异机制

演化博弈有别于传统博弈的重要特征之一是，它着重考察了群体规模和策略频率的演化过程。演化博弈的演化过程主要包含两个机制，变异机制和选择机制（Weibull, 1995）。类

似于传统达尔文主义^①，演化博弈也不深入考察遗传机制，通常简单假定遗传是通过无性生殖传递的，后代拥有与祖先相同的策略。由于将适应度视为个体生产后代数量，复制过程（或遗传过程）实际上与选择过程是同一个过程。这种复制与选择相互重合的过程也充分体现在复制者动态模型中（Taylor & Jonker, 1978）。而且，尽管演化博弈也强调变异机制的重要性，但是，它的变异机制是相当有限的，主要指在既定策略空间中个体策略的随机变动，并不包含新策略的产生。普遍认为，在演化博弈中，变异机制主要是为了检验演化均衡的稳定性（Maynard Smith, 1982; Kaniovski & Young, 1995）。

因此，演化博弈对演化过程的建模主要依赖于选择机制。复制者动态是一种典型的基于选择机制的确定性和非线性的演化博弈模型。在此模型的基础上加入个体的策略随机变动行为，就构成了一个包含选择机制和变异机制的综合演化博弈模型，通常也被称为复制者—变异者模型（Nowak, 2006）。

复制者动态存在两种类型：离散模型和连续模型。前者用差分方程建模，后者用微分方程建模。

$$x_i(t+1) = x_i[1 + f_i(s, x)] \quad (1) \quad \dot{x}_i = x_i f_i(s, x) \quad (2)$$

其中， x_i 表示 t 时刻采用策略 i 的个体数目， f_i 是其适应度函数， $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，

$s = (1, 2, \dots, n)$ 表示策略集合。因此群体的总数是 $N = \sum_{i=1}^n x_i$ 。策略 i 的人数 t 时刻在群体中

的比重是 $p_i = \frac{x_i}{N}$ ， $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ 。将 $x_i = p_i N$ 分别带入方程（1）和（2）可得：

$$p_i(t+1) = p_i \frac{1 + f_i(s, p, N)}{1 + \bar{f}} \quad (3) \quad \dot{p}_i = p_i [f_i(s, p, N) - \bar{f}] \quad (4)$$

其中， $\bar{f} = \sum_{i=1}^n p_i f_i$ 表示 t 时刻群体的平均适应度。方程（3）和方程（4）分别表示离散的和连续的复制者动态方程。

为了简化分析，这里只考察对称博弈^②，并且将策略的期望收益等同于适应度。如果博弈的支付矩阵为 A ， $(Ap)_i$ 表示策略 i 的期望收益，也是策略 i 的适应度。同样地， $p^T Ap$ 表示平均收益，也是平均适应度。则方程（3）和（4）可以被分别改写为：

$$p_i(t+1) = p_i \frac{1 + (Ap)_i}{1 + p^T Ap} \quad (5) \quad \dot{p}_i = p_i [(Ap)_i - p^T Ap] \quad (6)$$

尽管离散模型比连续模型更加真实，但是，它却比连续模型更加难以计算和求解。为了简化分析，演化博弈通常采用连续的复制者动态。连续的复制者动态具有如下一些特征：一是，博弈支付函数的正仿射变换（positive affine transformation）不影响复制者动态的方程结

^① 传统达尔文主义认为，一个完整的演化过程应该包含“变异”、“选择”和“遗传”三个机制。但是，鉴于当时的科学水平，达尔文对于“变异”和“遗传”两种机制的研究十分有限，他更加重视自然选择（Wilkins, 1998）。随着新达尔文主义和现代演化综合的发展，生物学家对于变异机制和遗传机制才有了更加深入的了解（Henig, 2000）。

^② 复制者动态可以很容易地扩展为非对称博弈（见，Cressman, 2003）。

构^① (Weibull, 1995); 二是, 在长期中, 所有的被占优策略都将消失, 但弱占优策略则不一定都消失 (Samuelson, 1993); 三是, 在复制者动态中, 如果群体策略分布 p 是稳定的, 那么混合策略 (p, p) 是纳什均衡; 四是, 如果某一个纯策略是非理性的, 在复制动态的任何内部路径中, 该策略的频率将收敛于零 (Samuelson & Zhang, 1992)。

通过引入突变机制, 就可以分别得到离散型和连续型的复制者—变异者模型:

$$p_i(t+1) = \sum_{j \neq i}^n [w(i|j)p_j - w(j|i)p_i] + p_i \frac{1 + (Ap)_i}{1 + p^T Ap} \quad (7)$$

$$\dot{p}_i = \sum_{j \neq i}^n [w(i|j)p_j - w(j|i)p_i] + p_i [(Ap)_i - p^T Ap] \quad (8)$$

其中, $w(i|j)$ 表示 j 策略突变成 i 策略的概率, $w(j|i)$ 表示 i 策略转变成 j 策略的概率,

$\sum_{j \neq i}^n [w(i|j)p_j - w(j|i)p_i]$ 表示突变机制对 i 策略综合影响。

复制者—变异者方程是一个具有一般性的演化模型, 在一定条件下, 它等同于其它类型的演化模型 (Page & Nowak, 2002)。如果假定策略的适应度不受策略的频率分布的影响 (即适应度是不变的), 那么, 复制者—变异者方程就等同于准种方程^② (quasispecies equation)。复制者—变异者方程也等同于引入变异机制后的Price 方程^③。此外, n 种策略的连续复制者动态方程等同于 $n-1$ 物种的Lotka-Volterra方程^④ (Hofbauer & Sigmund, 1998)。

4. 演化稳定均衡

除了考察演化过程, 演化博弈也重视对均衡的分析, 而且, 通常情况下, 考察演化过程的目的是为了求出均衡解。在离散和连续的复制者动态模型中, 均衡分别可以通过 $p_i(t+1) = p_i(t)$ 和 $\dot{p}_i = 0$ 两个方程求得。但是, 由于复制者动态是非线性的, 很难求出唯一的解。因此, 演化博弈就从对均衡的求解转向对均衡稳定性的分析。通过引入突变机制, 演化博弈的均衡概念是一种演化稳定均衡。其中, 演化稳定策略 (Evolutionarily stable strategy) 是演化博弈中最为基础的均衡概念 (Maynard Smith & Price 1973; Maynard Smith

^①例如, 支付矩阵从原先的 A 变为 $\bar{A} = \lambda A + \beta$, 则复制者动态将从方程 (6) 变为

$\dot{p}_i = \lambda p_i [(Ap)_i - p^T Ap]$ 。如果某一个常数加入支付矩阵 A 的某一列, 则复制者动态前后不变。

^② 准种是指由一种母序列和来自该序列的大量相关突变体所组成的基因组, 准种方程用来描述一个群体在固定适应度调教下的适应过程。

^③ Price方程通常被描述为 $\dot{E}(p) = Cov(f, p) + E(\dot{p})$ 。其中, p 指策略 i 的数值, $E(p)$ 指群体策略的平均值, $Cov(f, p)$ 指适应度函数 f 和 p 的协方差。如果再加入一个变异机制 $E(f\Delta_m p)$, 则Price方程可以被改写为 $\dot{E}(p) = Cov(f, p) + E(\dot{p}) + E(f\Delta_m p)$ 。 $Cov(f, p)$ 用来描述选择机制, $E(\dot{p})$ 用来描述环境变化引起的策略价值变化, $E(f\Delta_m p)$ 表示策略间的相互突变。如果策略价值本身不发生的变化 ($E(\dot{p})$ 等于零), 则拓展后的Price方程等同于复制者—变异者方程。

^④ 在生物学中, Lotka-Volterra方程用来描述 n 种不同物种之间的竞争。其基本方程是 $\dot{y}_i = y_i f_i(y)$, y_i 是 i 种群的人数, f_i 是适应度函数, $y = \sum_{i=1}^{n-1} y_i$ 。只要将 $p_i = y_i / (1 + y)$, $i = 1, \dots, n-1$, $p_n = 1 / (1 + y)$, 上述的复制者动态方程就等同于Lotka-Volterra方程。

1982)。其核心思想是，如果一个现存策略是演化稳定均衡策略，那么，必须存在一个正的入侵障碍，使得当变异策略的频率低于这个障碍时，现存的策略能够比变异策略获得更高的收益。

因此，演化稳定策略 x 的充分必要条件是：存在正的入侵障碍 $\bar{\varepsilon}_y \in (0,1)$ ，对于所有变异策略 y 的频率 $\varepsilon \in (0, \bar{\varepsilon}_y)$ ， $u(x, \varepsilon y + (1-\varepsilon)x) > u(y, \varepsilon y + (1-\varepsilon)x)$ 。它等价于：

$$u(y, x) \leq u(x, x) \text{ 和 } u(y, x) = u(x, x) \Rightarrow u(y, y) < u(x, y) \forall y \neq x。$$

演化稳定策略具有以下一些特征：一是，演化稳定策略不依赖演化过程，它与纳什均衡一样都是静态的概念，并不探讨均衡是如何获得，在某些情况下可以从博弈的支付矩阵中直接判断出演化稳定策略；二是，演化稳定策略一定是纳什均衡，而后者则不一定是前者，因此，演化稳定策略是纳什均衡的一种精炼；三是，演化稳定策略中的博弈是两人的对称博弈，策略是离散型的纯策略，群体是无限大，而且博弈中的支付直接等同于策略的适应度。

（二）演化博弈的发展

1. 演化动态的发展

复制者动态能够较好地描述生物演化中的选择过程，但是，它却很难直接运用到社会经济演化中（Sumaila & Apaloo, 2002）。在社会经济演化中，个体并不像基因那样毫无意识和缺乏能动性，反之，个体具有一定的认知能力，能够有意识地做出选择。个体的策略学习过程是策略演化的重要动力机制。因此，许多学者尝试进一步拓展演化动态模型，将个体学习过程引入演化博弈中（Kandori, Mailath & Rob, 1993; Fudenberg & Levine, 1998; Young, 1998; Brenner, 2006）。

按照个体意识（或者理性）的强弱，可以将个体的学习模型归纳为三类：一是无意识的学习（non-conscious learning），包括强化学习（Borgers & Sarin, 1997）和参数化的自动学习模型（parameterised learning automaton）（Arthur, 1991）；二是模仿学习（learning by imitation）（Brenner, 1998）；三是强意识的信念学习（belief-based learning），包括虚拟行动（fictitious play）（Fudenberg & Levine, 1998）、随机学习动态（Kandori, Mailath & Rob, 1993; Kaniovski & Young, 1995）、随机信念学习（Stochastic belief learning）（Brenner, 2004）、贝叶斯理性学习（Jordan, 1995）和经历加权吸引模型等（Camerer & Ho, 1999）。Weibull（2002）认为，某些强化学习模型和模仿学习模型等同于复制者动态模型。一些学者认为，复制者动态模型可以被视为一种较为幼稚的基于惯例的模仿学习模型^①（Brenner, 1998）。

基于 Kandori、Mailath 和 Rob（1993）以及 Kaniovski 和 Young（1995）的研究，这里介绍一种演化博弈中常见的随机学习动态。这种动态在虚拟行动的基础上引入不完全信息的随机干扰，是一种更为一般性的最优反应动态（best reply dynamics）。

假设 $\begin{pmatrix} \alpha_{11}, \beta_{11} & \alpha_{12}, \beta_{12} \\ \alpha_{21}, \beta_{21} & \alpha_{22}, \beta_{22} \end{pmatrix}$ 是两人博弈的支付矩阵； a_1^t 和 a_2^t 分别表示 t 时刻横向参与者

采用策略 1 和 2 的数量， $a^t = a_1^t + a_2^t$ ， b_1^t 和 b_2^t 分别表示 t 时刻纵向参与者采用策略 1 和 2 的数量， $b^t = b_1^t + b_2^t$ ；假设参与者对上述策略数量分布拥有不完全信息，在 $t+1$ 时刻，参与者主要通过选择一些样本来获取策略数量分布的信息；为了简化分析，假设所有参与者选

^① 例如，如果将博弈视为同质的（或对称的），复制者动态可以被视为是一种见更好就变（switch for better）的学习模式（Brenner, 1999）。

择的样本数都为 s ；假设在 $t+1$ 时刻，一个新的横向参与者和一个新的纵向参与者进行博弈，横向参与者从纵向参与者过去的行动中选择样本，随机变量 B_1^t 和 B_2^t 分别表示采取策略 1 和策略 2 的样本数量。那么，横向参与者是否采用策略 1 或 2 则取决于 $\alpha_{11}B_1^t + \alpha_{12}B_2^t - \alpha_{21}B_1^t - \alpha_{22}B_2^t$ 是否大于零，如果大于零则选择策略 1，反之策略 2。同时，纵向参与者也从横向参与者过去的行动中选择样本，随机变量 A_1^t 和 A_2^t 分别表示采取策略 1 和策略 2 的样本数量，纵向参与者是否采用策略 1 或 2 则取决于 $\beta_{11}A_1^t + \beta_{21}A_2^t - \beta_{12}A_1^t - \beta_{22}A_2^t$ 是否大于零，如果大于零则选择策略 1，反之策略 2。因此，策略数量分布的变化可以通过以下随机过程来描述：

$$(a_1^{t+1}, a_2^{t+1}, b_1^{t+1}, b_2^{t+1}) = (a_1^t, a_2^t, b_1^t, b_2^t) + \bar{I}^t(a_1^t, a_2^t, b_1^t, b_2^t) \quad t \geq 1 \quad (9)$$

其中， $\bar{I}^t(\cdot, \cdot, \cdot, \cdot)$ 是随机向量，其数值可能是 $(1,0,0,1)$ 、 $(0,1,1,0)$ 、 $(0,1,0,1)$ 和 $(1,0,0,1)$ 。

假设 $X^t = a_1^t / a^t$ ， $Y^t = b_1^t / b^t$ ，存在两个伯努利随机变量： $\xi^t(y) = 0$ 或 1 ， $\psi^t(x) = 0$ 或 1 。那么，横向参与者和纵向参与者采用策略 1 的频率分布动态分别表述如下：

$$\begin{aligned} X^{t+1} &= X^t + (1/a^{t+1})[\xi^t(Y^t) - X^t] \\ Y^{t+1} &= Y^t + (1/b^{t+1})[\psi^t(X^t) - Y^t] \end{aligned} \quad (10)$$

方程 (10) 是一个随机学习动态的一般表述形式。

为了简化分析，这里只考虑 $\alpha_{11} - \alpha_{21} - \alpha_{12} + \alpha_{22} > 0$ 和 $\beta_{11} - \beta_{21} - \beta_{12} + \beta_{22} > 0$ ，即博弈存在三个均衡点的情况，其中，有一个混合策略均衡 (β, α) ， β 和 α 分别表示横向参与者和纵向参与者使用策略 1 的概率，

$$\beta = \frac{\beta_{22} - \beta_{21}}{\beta_{11} - \beta_{21} - \beta_{12} + \beta_{22}},$$

$$\alpha = \frac{\alpha_{22} - \alpha_{12}}{\alpha_{11} - \alpha_{21} - \alpha_{12} + \alpha_{22}}, \quad P\{\xi^t(Y^t) = 1\} = P\{B_1^t > \alpha s\}, \quad P\{\psi^t(X^t) = 1\} = P\{B_1^t > \beta s\}.$$

其中， $P\{B_1^t > \alpha s\} = \sum_{i > \alpha s}^s H(i; b^t, s, b_1^t)$ ， $H(i; b^t, s, b_1^t)$ 是超几何分布 (hypergeometric

$$\text{distribution}), \quad H(i; b^t, s, b_1^t) = \frac{\binom{b_1^t}{i} \binom{b^t - b_1^t}{s - i}}{\binom{b^t}{s}}. \quad \sum_{i > \alpha s}^s H(i; b^t, s, b_1^t) = f_\alpha^s(Y^t) + \delta_\alpha^s(b^t, Y^t),$$

其中， $f_\alpha^s(y) = \sum_{i > \alpha s}^s \binom{s}{i} y^i (1-y)^{s-i}$ ， $\sup_{y \in [0,1]} |\delta_\alpha^s(b^t, y)| \leq c_{\alpha, s} / b^t$ 。

因此， $P\{\xi^t(y)=1\}=f_\alpha^s(y)+\delta_\alpha^s(b^t,y)$ ， $P\{\psi^t(x)=1\}=f_{1-\beta}^s(1-x)+\delta_\beta^s(a^t,x)$ 。

假定 $\Xi^t(y)=\xi^t(y)-E\xi^t(y)$ ， $\Psi^t(y)=\psi^t(y)-E\psi^t(y)$ ，其中， E 表示数学期望值。

则方程（10）可以被改写为：

$$\begin{aligned} X^{t+1} &= X^t + (1/a^{t+1})\{f_\alpha^s(Y^t) + \delta_\alpha^s(b^t, Y^t) - X^t\} + \Xi^t(Y^t) \\ Y^{t+1} &= Y^t + (1/b^{t+1})\{f_\beta^s(X^t) + \delta_\beta^s(a^t, X^t) - Y^t\} + \Psi^t(X^t) \end{aligned} \quad (11)$$

2. 演化稳定均衡的发展

早期演化稳定策略（ESS）的一个主要局限是，它只考虑一次性或者孤立的、小规模突变对策略稳定性的影响，并不考虑连续的随机突变对策略稳定性的影响。Foster 和 Young（1990）指出，一旦考虑到连续的随机影响，即使是很小的突变，经过较长的时期也能累积成质的变化，从而促使系统远离传统的演化稳定策略。在这意义上，演化稳定策略仅仅是一个局部的稳定均衡，在随机环境中，它不能构成判断演化稳定的充分条件。Foster 和 Young（1990）提出了随机稳定均衡（Stochastically Stable Equilibrium）来代替演化稳定均衡。一个严格的随机稳定均衡 p^* 的定义是：当 $\sigma \rightarrow 0$ ， $\forall \varepsilon > 0$ ， $N_\varepsilon(p^*) = \{p : |p - p^*| < \varepsilon\}$ ，

则 $\lim_{\sigma \rightarrow 0} \int_{N_\varepsilon(p^*)} f_\sigma(p) dp > 0$ 。其中， σ 指噪音（随机因素）， $N_\varepsilon(p^*)$ 表示所有邻近 p^* 的

$p(t)$ 集合， $f_\sigma(\cdot)$ 指当 $t \rightarrow \infty$ 时 $p(t)$ 的极限密度函数。通俗地讲，如果一个策略频率分布

状态 p^* 是随机稳定的，那么在长期中当随机因素逐渐趋近消失时，策略频率分布在 p^* 临近

的概率必须为正，亦即系统几乎确定会处于 p^* 的邻近区域。因此，随机演化稳定均衡是对

演化稳定均衡的提炼，并不是所有的演化稳定策略都是随机稳定的。

传统演化稳定策略的另一个局限是，它只研究单群体和离散策略的对称博弈。许多学者尝试突破这种局限性，研究基于多群体的不对称博弈或多维度的连续策略空间的演化稳定均衡（Lee, 2007）。因此，在不同的博弈框架中（例如，对称或不对称博弈、连续或离散策略空间等），可能存在不同的演化稳定概念。例如，Eshel（1996）指出，在过去种群动态的文献中，至少存在 18 中不同的演化稳定概念。其中，局部 m 稳定策略（local m -stable strategy）（Christiansen, 1991）和局部优先策略（local superior strategy）（Weibull, 1995）是两个比较流行的稳定概念。与传统的演化稳定策略不同的是，它们都基于连续的策略空间，而且突

变不是指群体中的一部分参与者转变策略，而是指群体中的所有参与者从某一策略 x^* 转变

到邻近该策略的 x 。 x^* 是局部 m 稳定策略的条件是：在所有邻近策略 $x \neq x^*$ 中，当 $\lambda > 0$

时， $u((1-\lambda)x + \lambda x^*, x) > u(x, x)$ ，当 $\lambda < 0$ 时， $u((1-\lambda)x + \lambda x^*, x) < u(x, x)$ 。 x^* 是局

部优先策略的条件是：在所有邻近策略 $x \neq x^*$ 中， $u(x^*, x) > u(x, x)$ 。通常又将包含严格

纳什均衡策略的局部 m 稳定策略称为连续稳定策略（continuously stable strategy），将包含严

格纳什均衡策略的局部优先策略称为演化稳定临近入侵者策略（evolutionarily stable neighborhood invader strategy）（Lee, 2007）。

三、演化经济学的基本分析结构及其发展

演化经济学是一个极其庞杂的理论体系，它广泛吸收了生物演化理论、复杂系统理论、自组织理论和人工智能等学科的研究成果，涵盖了诸如老制度学派、熊彼特主义、奥地利学派、新熊彼特主义、创新经济学和桑塔非学派等各种经济学流派（Hodgson, 1999; Dopfer & Potts, 2004）。各种演化经济学流派在本体论和方法论上都存在显著差异，很难找到公认的理论范式。范式的多样性也意味着演化经济学自身还处于“范式竞争”的发展阶段，尚未进入范式统一的成熟阶段。各种范式的差异主要集中在两个层面上：一是在本体论层面上是否坚持生物演化和经济演化属于同一本体领域。同一本体论者通常坚持本体连续性假设（ontological continuity hypothesis），认为生物演化过程与经济演化过程具有密切的关联，前者先于后者并且影响后者的演化^①（Vromen, 2004）。不同本体论者认为，经济演化系统和生物演化系统是两个毫无关联的领域；二是在方法论层面上是否运用达尔文主义“变异、遗传和选择”的演化原则来解释经济演化过程（Witt, 2007）。

因此，根据上述不同的本体论和方法论，大致可以归纳出四种主要研究范式：一是坚持同一本体论和运用达尔文主义演化原则。早期的凡勃伦（Veblen, 1898）和近期以 Dawkins（1983）和 Hodgson（1999, 2002）为代表的“普遍达尔文主义”（Universal Darwinism）都采用这种研究范式。这种观点认为，达尔文主义的演化原则具有普适性，能够为一切开放系统的演化提供一种抽象和一般化的解释框架（Hodgson & Knudsen, 2006, 2008）；二是坚持同一本体论但不采用达尔文主义的演化原则。这种研究范式通常注意到生物系统与经济系统的相互关联，但是，并不运用“变异、遗传和选择”来论述演化过程，而是采用自组织理论和复杂系统理论（例如，协同论）来论述演化过程。许多强调基因和文化协调演化的社会群体选择理论通常采用这类研究范式（例如，哈耶克, 1987; Henrich, 2003; Bowles & Gintis, 2004）；三是反对同一本体论但采用达尔文主义演化原则。以 Nelson 和 Winter（1982）为代表的“新熊彼特主义”采用这种研究范式；四是反对同一本体论也不采用达尔文主义演化原则。熊彼特首先采用这种范式，他强调经济发展的思想独立于生物演化思想，经济学必须建构自身的内生发展理论（Schumpeter, 1932）。

在这四种范式中，凡勃伦和熊彼特是两种典型的对立范式。例如，凡勃伦采用生物学隐喻，熊彼特则反对任何的生物学隐喻；凡勃伦强调制度的重要性，而熊彼特强调技术的重要性。其它两种范式可以被视为凡勃伦和熊彼特的混合。实际上，现代演化经济学的发展也主要表现为这两种范式的相互调和、交流和借鉴。例如，当前流行的新熊彼特主义是熊彼特范式和凡勃伦范式结合的典范；同样地，技术和制度共同演化理论更是将凡勃伦的制度演化观和熊彼特的技术演化观紧密结合起来。

因此，范式间的调和与综合已经成为现代演化经济学发展的重要趋势。那么，是否存在一个具有一般性的基本分析结构，能够作为所有流行范式交流的平台，进而是一致遵循的演化原则？下文将详细阐释这种基本分析结构，并简要介绍当前演化经济学的主要发展。

（一）基本分析结构：“创新机制”、“扩散机制”、“选择机制”及其互动

如果抛开许多经济学家对生物隐喻的拒绝，达尔文主义似乎能够成为演化经济学的一般分析结构（Hodgson & Knudsen, 2008）。许多经济学家拒绝生物隐喻的主要原因是，演化思想早在达尔文之前就已经存在于哲学和经济学中^②，而且经济演化系统和生物演化系统存在本质的区别，前者存在有意识的认知主体，后者只是由遗传物质储存信息进行（例如，何梦笔, 2004）。因此，在他们看来，经济演化理论无需借助生物学隐喻。但是，正如Hodgson（2002, 2007b）一再强调，生物学隐喻并不是生物学还原主义或生物学帝国主义，它不是要将经济演化现象还原为生物演化现象，而且，达尔文主义的“变异、选择和遗传”也只是

^① 例如，由生物演化形成的某些个体先天偏好和行为规范影响经济演化过程。

^② 早期的苏格兰哲学传统以及斯密和马尔萨斯等经济学家都论述了经济演化的思想。

一个抽象的演化原则，并不描述具体的演化过程，它必须将自组织和复杂系统理论等内嵌于其中才能准确解释经济系统的演化。因此，达尔文主义对经济演化理论还是具有一定的启示意义。

这里提供一种新的描述方式，它既遵循达尔文主义的基本原则，又充分体现社会经济演化的主要特征，能够避免生物学隐喻或类比引起的争议，使得各种演化流派都能够接受。新的描述方式是将达尔文主义的“变异、选择和遗传”转述为“创新、选择和扩散”，其中，“创新机制”对应于“变异机制”，“扩散机制”对应于“遗传机制”。相应地，一个简单的演化分析可以建立在“创新机制”、“选择机制”和“扩散机制”上。但是，如果想深入揭示演化过程的复杂性，仅仅凭借机械的三段论是远远不够的，还必须加上三种机制的互动关系，考察三者的内生关系，构成一种相互反馈的环状解释。三种机制及其互动构成了演化经济学较为完整而又抽象的分析结构。它可能发生在社会经济系统中的各个层面（例如，个体、企业、产业和国家等）。一旦考虑到各层级间演化机制的相互嵌套和互为因果，这种分析框架也具有复制系统理论的特征。因此，这种分析结构涵盖了各种演化经济学流派的一般分析方法。

1. 创新机制与选择机制的互动

创新机制是指创新产生的机制，主要研究创新的行为主体、行为特征以及影响创新产生的各种激励和约束机制（包括个体认知、技术、制度和社会文化结构等）。创新是社会经济演化的源动力。如果没有创新，就无所谓演化。但是，在熊彼特之前，主流社会科学都忽视对创新机制的研究。当时普遍流行的观点是，创新是一种不确定的行为，无法对其进行研究，因而大多数学者都将创新视为一种随机的现象（Fagerberg, 2004）。熊彼特（Schumpeter, 1934）最早从三个角度研究创新的特征：其一，所有创新过程都存在根本的不确定性；其二，创新者必须能够迅速行动，在其它行动者完成模仿之前获得创新利润；其三，在社会的各个层面里存在大量抵制创新的惯性。第一个特征是创新的本质特征，即创新是一种充满不确定性的过程。第二个特征是创新的动力机制，即创新者必须能够获得一定时期的垄断利润以补偿其承担的风险。熊彼特通过研究市场结构和创新的关系来解释这种动力机制，他认为，垄断的市场结构是创新活动得以实施的先决条件（Schumpeter, 1942）。相反，Nelson 和 Winter（1982）则认为，市场结构不是创新的先决条件，它内生于创新竞争过程，市场结构和创新之间应该是双向的关系。第三个特征是创新的约束机制。这种机制内嵌于各种技术、制度和社会文化结构中，包含各种较为稳定和保守的个体习惯、社会认知、消费习惯、生产惯例、市场制度、政治体制和各种文化传统等，它们会形成抵制创新的系统性偏见。例如，凡勃伦（1898）重视对个体习惯的研究，并认为个体习惯和社会制度对技术创新具有消极的抵制作用。从第一和第二个特征看，创新活动是一种不确定性的迅速决策行为。这意味着创新主体的行为规则不可能是传统新古典的理性规则。熊彼特早期认为，创新主要是基于企业家的判断力和领导力，是企业家在提出各种解决问题的新方案的同时与各种惯性持续斗争的过程，是一种创造性的破坏过程，也是一种持续打破传统均衡的过程。熊彼特（1942）后来认为，创新不再是企业家的个体活动，它通常出现在大企业的 R&D 团队中，而且呈现出一种惯例化的行为。这意味着创新主体从个体转向组织，创新是一种集体合作创新。但是，熊彼特没有详细论述组织创新的具体行为模式。

Nelson 和 Winter（1982）继承了熊彼特后期的观点，并结合组织行为学，将创新活动视为一种组织的学习惯例，即一种搜寻新技术的惯例，这种学习过程体现在企业的 R&D 活动中。他们区分了两种创新体系：基于科学的体系（Science-based regime）和积累技术体系（cumulative technology regime）^①。随后，许多学者认为，创新不仅仅是从 R&D 活动到新产

^①前者指创新来自产业外的重大科学发现，通常是一种范式革命的激进创新。在这种体系下，原先具有优势的大企业可能由于路径依赖和技术锁定等不能快速掌握这种新范式，小企业反而拥有创新优势。后者指创

品生产的线性过程，而应该被视为涉及各种要素互动的复杂系统。Lundvall（1992）将创新系统定义为，各种要素和关系在生产、利用和扩散新的经济有用性知识过程中的互动体系。Freeman和Soete（1997）认为，创新是技术可能性和市场机会相互匹配的过程，涉及到多个层面的互动和各种类型的学习过程。相应地，创新主体也从企业组织转变为更大的涉及各种要素互动的系统，例如，Nelson（1993）的国家创新体系、Braczyk（1997）的区域创新体系和Tuomi（2002）的创新网络体系。

创新机制是多样性的生成机制，为经济演化提供燃料，而选择机制则是多样性减弱的机制，它通过某种标准来判断各种演化单元的适应性，选择适应性高的演化单元，淘汰适应性低的演化单元。如果不存在选择机制，社会经济系统将丧失判断优劣的能力，会陷入一种发散、无序和低效的状态中。因此，良好的选择机制是人类社会进步的重要筛选机制。可以不严格地归纳出三种主要选择机制：市场选择机制、社会文化选择机制和政治选择机制。市场选择机制是指各种协调企业间市场竞争的准则和规则，它以盈利能力作为选择的标准（例如，Nelson & Winter, 1982; Hanusch & Pyka, 2005）。社会文化选择机制是指各种协调个体社会交往的惯例、习俗、道德规范和意识形态等社会文化制度，其选择标准通常基于特定的道德价值（例如，Henrich, 2003; Gintis, 2003）。政治选择机制是指各种协调政党竞争的宪政规则，以及由此产生的各种正式和非正式的法律法规，其选择标准通常是基于政治利益（例如，Besley, 2005）。近年来复兴的多层级选择理论表明，选择机制作用在诸如个体、组织、企业、产业、区域和国家等多个层级中（哈耶克，1987; Wilson & Sober, 1994, 1998）。因此，一旦考虑到三种选择机制在各种层级中的互动，选择机制就是一种层级嵌套的复杂系统。

在传统的研究逻辑中，创新机制和选择机制之间不存在互动关系，而是一种先后的时序关系，即创新机制首先促使经济系统产生各种新奇，然后选择机制再对各种新奇进行优胜劣汰的筛选（Nelson & Winter, 1982; Hodgson & Knudsen, 2008）。显然，这种关系过于机械和简单。在社会经济的复杂演化过程，创新机制和选择机制都是复杂的系统，两者之间可能存在多个层次的互动关系。选择机制不仅仅是在创新发生后才起作用，它还会影响创新的产生。选择机制对创新机制的影响可能体现在以下几个方面：其一，对于积累型或渐进型的创新而言，有效的市场选择机制能够促使高效率的创新企业获得更多的资源，这有利于企业的进一步技术积累和创新。反之，无效的市场选择会导致资源无法流向最具创新能力的企业中，进而降低企业的创新水平；其二，许多社会文化选择机制本身就塑造了创新主体的认知、偏好和各种内在约束，这会对创新产生系统性的影响（例如，Hayek, 1952; Lane, 2005）。在鼓励创新的社会文化中，个体的平均创新意愿会比较高，通常能够从创新活动中获得正的心理效用和社会效用。反之，在反对创新的社会文化中，个体通常从创新活动中获得负的心理效用和社会效用，平均创新意愿也较低；其三，通过国家产业战略、法律法规、教育、科学投入、公共服务、金融体制、财税体制、贸易政策、知识产权保护、政府采购和管制等，政治选择机制不仅影响某个具体企业和产业的创新水平，还会影响整个国家的创新水平（Nelson, 1992; Murmann, 2003）；其四，一旦这三种选择机制相互兼容并且相互作用，形成较为稳定的选择系统，这可能导致技术和制度的共同锁定，创新也可能锁定在特定的路径上（Foxon, 2007）。

同样地，创新机制也能够影响选择机制。例如，技术范式的创新可能会产生全新的产业和市场，从而促进新的市场选择机制的生成和发展。积累性的创新在初期可能会减弱市场选择力量，但随后可能会进一步完善市场选择机制；如果某些创新不被社会文化支持，但却在市场选择下保留下来，这种创新就可能引起个体间社会交往的不确定性，推动各种交往惯例、习俗和规范等演变，从而推动社会文化选择机制的演变（Lane, 2005; 黄凯南, 2006a）。如果某些创新既受到社会文化选择又受到市场选择机制的支持，这种创新就会强化原有的社会

新来自产业内部，是一种渐进积累的创新，大企业依旧保持其原先的创新优势。

文化选择,同时还可能进一步促进两种选择机制的耦合;如果某些创新不受政治选择机制的支持,但是,却受到市场选择机制和社会文化选择机制强有力的支持,创新也可能被保留下来,并且促进政治选择机制的变革。如果某些创新受到市场选择、社会文化选择和政治选择的支持,这会强化三种选择机制的耦合,进而形成较为稳定的选择系统(黄凯南,2006b)。

2. 创新机制与扩散机制的互动

扩散机制描述了创新是如何被复制和采用的过程。Rogers(2003)指出,扩散是指创新通过特定的渠道在一段时间后被社会成员知道、接受和采用的过程。相应地,有关创新扩散的研究集中在新知识和新技术为什么能够被传播、如何被传播以及传播的速度等问题上。因此,扩散过程是新知识和新技术的传播过程,从接受者角度上讲,也是一种学习过程,它发生在人类社会的各个层面。因此,扩散机制本质上也是一种多层次的学习机制。如果缺乏扩散机制,新技术的运用就会被限定在极少数的创新企业里,经济系统不存在任何的知识外部效应、正反馈效应和网络效应,这势必大大减缓社会经济的发展速度。存在三种典型的创新扩散模型:一是传染病模型(contagion model),即个体一旦与其它采用某项创新的个体接触就会采用这项创新;二是社会阈值模型(Social threshold model),即个体只有等到群体中采用某项创新的个体达到一定的数量或比重(阈值)时才会采用这项创新;三是社会学习模型(social learning model),即只有从创新使用者身上获得足够的信息以证明采取某项创新是有利的,个体才会采取这种创新(Young,2007b)。扩散机制具有路径依赖和报酬递增的特征。大量研究表明新技术的扩散呈现显著的路径依赖,包括市场初始条件、各种影响技术推广的制度和管制以及消费者的预期等(David,1985,Kemp,2000)。Arthur(1989)认为,扩散过程通常具有报酬递增,某些技术的采用具有正反馈效应和频率依赖,这容易导致流行技术的锁定。在很多情况下,这种被锁定的技术并不是最优的。Arthur(1994)还进一步研究了四种类型的报酬递增:规模经济、学习效应、适应性预期(adaptive expectation)和网络经济。

影响扩散机制的因素还包括:一是互动的网络结构。Watts和Strogatz(1998)研究了三种网络结构对知识扩散的影响,即有规则、随机、和小世界等网络结构^①。其中,在有规则的网络结构中,个体间互动的集聚程度较高,但是系统的知识扩散速度较低。在随机网络结构中,个体间互动的集聚程度较低,但是系统的知识扩散速度较高。而小世界网络结构是一种最为理想的互动模式,既具有较高的集聚程度也具有较高的知识扩散速度;二是互动主体间的异质程度(包括偏好、认知、信念、知识存量、学习能力和吸收能力等的差异)。新技术从创新者扩散到模仿者通常会存在一定的时滞,而主体间的异质程度是影响时滞长短的重要因素。通常情况下,主体间的异质程度越大,新技术的扩散速度越慢(Rogers,2003;Young,2007b);三是技术和制度。通讯技术在知识扩散中的重要性是不言而喻的。不同的制度或组织结构会形成不同的信息结构,这会影响到信息的编码和抽象程度,从而影响到知识的扩散速度(布瓦索,2000;青木昌彦,2001)。

同样地,在社会经济演化中,创新机制和扩散机制之间也存在互动。扩散机制对创新机制的影响有几个方面:其一,某些扩散过程能够引致新的创新,即创新内生于扩散机制中。在创新扩散过程中,模仿者可能会在原有创新技术上再次创新,而这种创新的扩散也可能会再次引致创新,从而形成创新竞争;其二,创新扩散的互动网络结构也会对创新产生影响。一般而言,有规则的网络结构具有强创新能力和弱扩散能力,随机网络结构具有弱创新能力和强扩散能力,小世界的网络结构具有强创新能力和强扩散能力(Watts & Strogatz,1998);其三,由于创新的扩散过程具有路径依赖和报酬递增,某项创新可能被锁定,这种锁定会抑

^① 有规则的网络结构是指,网络上的节点固定地与其相邻的几个节点建立联结;随机的网络结构是指,网络上的节点之间的联结是完全随机的;小世界的网络结构介于有规则和随机之间,是指网络上的节点以较低的概率随机联结。

制新的创新。此外，创新机制也会对扩散机制产生影响。某些技术或制度创新可能会引起个体间互动模式和信息结构的变化，从而改变原有的扩散机制。

3. 扩散机制与选择机制的互动

在许多情况下，扩散机制和选择机制的区分是比较模糊的。例如，市场既是一种选择机制，也是一种扩散机制。创新的扩散过程有时也被视为一种选择过程，反之，创新的选择过程有时也被视为一种扩散过程。许多演化理论并不分开讨论这两种机制，通常是将它们等同起来，或者只偏重于一种机制。例如，熊彼特（1934）似乎认为扩散过程包含着选择过程，所以他只重视扩散机制，而拒绝讨论选择机制，主要研究创新的产生和扩散。相比之下，Nelson 和 Winter（1982）更加重视选择机制，主要研究创新的产生和选择。实际上，这两种理论偏向是建立在特定的隐含预设上的。前者预设“被扩散的创新一定是被选择出来的创新”，后者则预设“被选择出来的创新一定会被扩散”。

但是，这两种预设都是有问题的。首先，被扩散的创新通常是被选择出来的创新，但也不能排除许多被扩散的创新实际上不是被选择出来的。例如，Sober（1984）区分了“对……的选择”（select for）和“……的选择”（select of），前者是指选择的对象，后者是指选择的结果，某些被扩散的创新可能不是被选择的对象，而是被选择对象的副产品（弗罗门，2003，pp.126—127）。在选择机制失效或者尚未形成时，某些创新也可能未经选择机制筛选就迅速流行和扩散起来，而这种流行和扩散可能要过一段时间才会被选择机制优胜劣汰。同样地，许多被选择出来的创新不一定会被扩散。社会经济系统存在许多抑制高新技术扩散的壁垒。例如，发达国家通常会限制本国核心技术的输出，各种知识产权保护体系在保护创新者利益的同时也严重抑制了新技术的扩散，模仿者自身的较低的吸收能力也会抑制新技术的扩散。

因此，尽管两种机制可能具有某些相似之处，但是，它们还是存在本质的差别。良好的选择机制必须具有明确的选择标准，并且包含确保这种标准被严格执行的制度体系，它是一种筛选机制，用来识别各种创新的优劣。但是，好的创新并不一定能够被广泛采用。扩散机制则是研究创新如何被广泛采用的机制。在许多演化过程中，这两种机制也是相互作用，并交织一起。例如，随着创新的扩散，市场结构可能从垄断趋向于竞争，市场选择机制也会随之发生变化；同样地，选择机制的变化会影响个体对创新价值的判断，进而影响创新的扩散。

（二）演化经济学的发展：个体认知、技术和制度的共同演化

上述三种机制都受到个体认知、技术和制度的共同作用。演化主体在每一种机制中既有能动性，受到社会结构的作用。创新的产生和扩散体现了人类丰富的认知能力或学习能力，彰显了人类的能动性。但是，无论是创新过程还是扩散过程，都受到社会惯性、文化制度、路径依赖、互动模式和信息结构等社会结构的约束。正如哈耶克（1967）一再强调，行动结构秩序的演化是内嵌于各种规则系统中的。选择机制通常被视为演化主体重要的结构约束，但是，如上所述，创新机制和扩散机制都与选择机制发生互动，演化主体在选择机制中也具有能动性，即能够通过创新和模仿推动选择机制的演变。因此，所有的社会经济演化过程都是在主体能动性与社会结构的互动下展开的。这种演化观类似于 Anthony Giddens（1984）的结构化理论（the theory of structuration）。但是，一旦考虑到上述三种演化机制的互动，人类能动性与社会结构的关系将更加丰富和复杂。例如，构成这三种演化机制的制度体系各自可能相互嵌套，形成互补的制度结构，而这种制度结构也可能与技术结构互动形成复杂的社会结构。因此，一个哈耶克意义的完全扩散秩序必须具备确保这三种演化机制良好匹配的技术和制度体系。同样地，只有当三种机制相互嵌套并且导致较差的社会创新能力、选择能力和扩散能力等时，社会经济系统才会陷入完全的停滞秩序。在这意义上，完全的扩散秩序和完全的停滞秩序都是两种极端和特殊的演化状态，前者过分彰显主体能动性，后者则完全陷入社会结构约束中。通常情况下，社会经济系统的演化处于这两种状态之间。

演化经济学的一个重要发展是越来越重视个体认知、技术和制度的共同演化。这方面研

究的主要思路大致可以概况为：其一，个体认知或偏好是内嵌于各种制度结构中的，所谓的个体理性是既定制度结构下的认知理性（见 Arthur & North, 1993; Hodgson, 2007c; 黄凯南等, 2008）；其二，技术创新也是内嵌于各种制度结构中的，技术创新的速度和特征受到支撑它的制度结构的影响，同样地，制度创新也是强烈地以新技术的经济体系中是否和怎样被接受为条件，（Nelson & Sampat, 2001; Nelson & Winter, 2002; Murmann, 2003）；其三，如果个体通过认知能力能够促使技术创新和制度创新，而后两者也会进一步改变个体的认知或偏好，促使三者的共同演化，从而导致产业结构的变迁和经济增长（Nelson, 2003; Perez, 2008; Lipsey, 2008）。如果技术和制度进入共同锁定，个体的认知也可能被锁定，从而导致经济发展锁定在特定的路径中（Foxon, 2007）；其四，个体认知、技术和制度的共同演化过程是一个复杂的内生过程，在此过程中，个体偏好、技术和制度的演化都可以得到内生解释（Witt, 2006）。

四、两种理论的互补性和差异性

（一）两种理论的互补性

如上所述，演化博弈的发展受到博弈理论和演化理论的共同影响。它不仅仅属于博弈理论的研究范畴，也与演化经济学有关。通过深入研究两种理论的基本分析结构及其发展，可以发现演化博弈与演化经济学之间存在一定的互补性。而正是这种互补性引起演化经济学对演化博弈的关注，并广泛运用演化博弈模型来解释某些经济现象的演化，甚至将演化博弈视为演化经济学形式化发展的重要趋势。两种理论的互补性主要体现在以下几个方面。

演化博弈与演化经济学都包含三个演化机制，即创新机制、选择机制和扩散机制。在演化博弈中，突变机制对应于创新机制，突变通常被视为个体试错行为或者系统的随机干扰等，因此，这是一种相对简单和幼稚的创新机制。传统演化博弈中的复制者动态模型通常将扩散过程等同于选择过程。如上所述，这种简化也出现在演化经济学理论中。随着演化博弈的发展，尤其是各种个体学习模型的发展和运用，演化博弈更加重视扩散过程。演化博弈中的许多学习模型很好地描述了策略的扩散过程，进而也分析了某些制度或习俗的形成过程。演化博弈能够为描述个体策略演变及其群体中策略频数分布的演变提供合适的形式化模型。这些模型有助于演化经济学深入分析扩散过程中演化主体间的策略互动和演变，为演化经济学的扩散过程提供微观基础。毫无疑问，演化博弈在一定程度上提高了演化经济学理论的模式化水平，许多演化经济学的选择模型和扩散模型都是建立在演化博弈基础上。从这个角度上讲，演化博弈也应该属于演化经济学阵营，它主要侧重于研究选择过程和扩散过程。

许多学者认为，如果将偏好、技术和制度等视为策略，演化博弈就能够解释偏好、技术和制度等的演化，如果进一步将其从个体选择扩展到群体选择，它就能够解释偏好与制度的共同演化（例如，Gintis, 2000; Bowles & Choi & Hopfensitz, 2003）。这也是桑塔菲学派坚持运用演化博弈论来解释利他偏好的演化以及基因与文化共同演化的重要原因（Bowles & Gintis, 2004; Gintis, 2003）。Gintis (2007) 甚至认为，只要允许利他偏好的存在，博弈论就能够成为社会科学基本的研究范式。这种观点认为，演化博弈是演化经济学合适的研究范式。

演化博弈和演化经济学都遵循相同的个体理性假设，即有限理性。演化博弈通过放松新古典的理性假设，尝试论证新古典理性是否受到演化过程的支持，即那些使用被占优策略的个体是否会在长期演化中消亡以及那些使用反复剔除被占优策略的个体是否受到演化过程的支持。这实际上也是考察理性的演化。演化博弈从演化过程来考察理性的生成，这也从数理逻辑上局部论证了演化经济学中的演化理性观（例如，哈耶克, 1969; Vernon Smith, 2003）。

演化博弈与演化经济学都采用“种群思维”（population thinking）的方法论。“种群思维”是演化经济学的基本方法论，它强调种群中的个体异质性。演化博弈（尤其是在非对称博弈中）描述了不同类型的个体间的互动，它也强调演化主体的异质性。

演化博弈与演化经济学都强调时间和路径依赖的重要性。无论是离散型还是连续型的演化博弈模型，群体的状态变量和个体的策略变量都是基于特定时间，而且，时间会对策略演变产生重大的影响。同样地，个体类型或者策略频率的初始分布等也会影响某些演化博弈的结果，不同的路径可能产生不同的演化稳定均衡解。演化过程对特定路径的依赖也体现了历史的重要性，这能够大量减少博弈的多重均衡解。这种对时间、历史和路径依赖等的强调与演化经济学是互补的，它们也是演化理论的重要特征。

演化博弈与演化经济学都认为演化过程具有频数依赖特征。在许多演化模型中，策略的适应度取决于群体中策略的频率分布，某种策略的成功与否取决于它所处的演化背景。演化博弈模型对演化趋势的预测也必须依赖于特定的演化背景。这种频数依赖或者背景依赖也是演化经济学的重要特征。

从均衡存在性的角度上讲，演化博弈模型比经典博弈模型更加开放。尽管经典博弈证明所有的博弈都存在纳什均衡，但是，演化博弈却不认为所有的博弈都一定存在演化稳定均衡，相反，大量的博弈并不存在演化稳定均衡解。无解表明演化是一个无终止的过程，是一个开放的系统。这与演化经济学强调的“无知”具有一定的互补性。此外，演化博弈描述了流行策略或规则是如何从个体间的互动自发生成的，这种思想似乎接近于哈耶克的自发秩序理论。

（二）两种理论的差异性

尽管演化博弈和演化经济学存在上述互补和相似的特征，但是，两者之间还是存在很大的差异性。许多经济学家也是因为这些差异性才拒绝将演化博弈归入演化经济学阵营。而这些差异性也体现了演化博弈在经济演化分析中的局限性。两种理论的差异性主要体现在以下几个方面。

创新是演化经济学最为核心的概念，创新机制也是演化经济学最为核心的动力机制，但是，演化博弈本质上却不涉及任何的创新。其所谓的策略突变是在既定策略空间中进行的，即从某种已知的策略以随机概率转向另一种已知的策略，这过程并不产生任何的新的策略。突变机制的主要目的不是为了研究经济演化的动力，而是为了研究某种演化均衡的稳定性标准。因此，演化博弈的创新或突变机制服务于演化稳定均衡分析，这与演化经济学截然不同，后者强调创新是打破均衡的重要力量。因此，演化博弈是一种不包含创新理论，其所谓的演化只是涉及到选择过程和扩散过程。对于许多演化理论而言，不研究创新理论就不能被视为演化经济学。

演化博弈不涉及到上述三种演化机制的互动和演化。在演化博弈中，突变机制、选择机制和扩散机制三者之间不存在任何互动，而且它们都是外生给定不变的。演化博弈模型通常将突变视为一种外生既定的随机干扰项，它是独立于选择过程和扩散过程，也不会随着经济演化而变化。同样地，扩散过程中的个体学习规则也是既定不变的，学习过程也不会引致的新的突变类型。

演化博弈是以既定的技术和制度为前提。如前所述，演化博弈首先必须存在一个博弈的框架，这个博弈框架包括博弈规则和博弈结构，后两者又预设了某种技术和制度前提。例如，特定的技术和制度决定了博弈具体的策略集合和支付集合。因此，每个演化博弈模型都是基于特定的博弈框架，也是基于既定的技术和制度。即便将某些技术和制度视为策略，演化博弈还是必须预设决定这些策略收益和如何进行互动的技术和制度。因此，演化博弈考察在既定技术和制度条件下某种流行技术或规则的生成过程，它本身无法阐释这些既定技术和制度的演化。或者说，演化博弈无法阐释博弈的演化，而后者才是演化经济学最为关心的主题。博弈的演化涉及到各种博弈规则、博弈结构和个体学习规则的形成和变化，这才能够内生地解释各种技术、制度和个体认知的演变。可见，演化博弈中的“演化”是不彻底的，它始终无法挣脱既定的博弈框架，这导致演化博弈只能做短期的预测，因为从长期看博弈框架会发

生演变。这也意味着许多基于长期或无限时间的演化博弈模型是没有经验意义的。

演化博弈实际上假定偏好和学习规则是既定不变的。即便将偏好视为策略，由于博弈框架中策略支付集合是既定的，策略的排序也是既定的，因此，对策略的偏好实际上是既定的。演化博弈也假定个体的学习规则是既定不变的。尽管演化博弈能够很好地描述参与者通过学习过程而获得博弈的共同知识，但是，在此过程中，参与者的认知能力和偏好始终不变，这意味着参与者在演化博弈的学习过程中仅仅获取各种外在的信息（例如，参与者的支付和策略概率分布等），而这些信息并不会改变参与者内在的认知模式。因此，演化博弈对个体假设是比较机械的，它没有充分体现个体的能动性。而个体偏好以及各种行为规则的变化却是演化经济学的重点。

演化博弈更加侧重于均衡分析。尽管演化博弈并不要求一定会存在演化稳定均衡解，但是，毫无疑问，演化博弈考察演化过程的重要目的是为了寻找精炼的均衡解，从而在一定程度上解决经典博弈的多重均衡难题。无论是演化稳定策略、随机稳定策略、局部 m 稳定策略还是局部优先策略等都是对纳什均衡的精炼。通过发展这些精炼的均衡概念，演化博弈尝试减少经典博弈中的多重均衡，最好是能够求出唯一的精炼均衡解。博弈解就从原先的不确定性（即多重解）变为确定性（即唯一解）。因此，从均衡的存在性角度上讲，演化博弈模型可能比经典博弈模型更加开放，但是，从解的确定性角度上讲，前者甚至比后者还封闭。毫无疑问，这种均衡分析和确定性的预测严重背离了演化经济学“非均衡”和“不确定性”的原则。此外，尽管演化博弈是从个体间互动的视角来描述流行策略和规则的自发生成，但是，由于它不包含创新，而且是基于既定技术、制度和偏好等，演化博弈与哈耶克自发扩散秩序理论还是存在本质的差别。

（三）演化博弈是演化经济学未来发展的重要领域吗？

尽管演化博弈和演化经济学是独立发展起来，但是，两者之间并不是没有联系，相反，它们之间存在许多的互补性。演化博弈能够描述个体策略及其群体策略频率分布的演变。如果将偏好、技术和制度等视为策略，演化博弈便能够研究这些策略的演变。从这个角度上讲，演化博弈属于演化经济学的研究领域，而且也能够在一定程度上提高演化经济学的形式化水平。但是，两者还是存在很大的差异，演化博弈在经济演化分析中还存在很大的局限性。这种局限性最为突出地表现为，由于缺乏真正的创新机制，演化博弈无法解释自身博弈框架中预设的技术、制度和个体认知的演化。因此，演化博弈是在既定演化背景（例如，既定的博弈框架）下解释某些现象的演变，但是，其理论框架不存在任何与演化背景相互反馈或互动的机制，演化背景始终孤立在其解释范畴之外，成为其理论的外生假设。这种理论方法太过机械，它完全背离了凡勃伦倡导的因果解释方法论^①。而且，如前所述，技术、制度和个体认知的演化及其共同演化是现代演化经济学的重要发展趋势。从这个角度上讲，演化博弈所描述的演化过程是相当机械的，它本质上不属于演化经济学，也不可能成为演化经济学未来发展的重点领域。

那么，演化博弈是否能够取得突破性的进展从而克服以上的局限？如果可以，这意味着演化博弈必须能够内生性地解释其博弈框架的演化。那么，演化博弈可能必须做出如下一些重大的改进：首先，引入真正的创新机制从而能够内生地产生新的策略。例如，通过现存策略的互动产生新的策略；第二，必须引入参与者搜寻新的技术和制度，改变现有的博弈规则和博弈结构，从而改变现有的策略集合和支付集合等；第三，参与者在演化过程中必须能够改变其偏好和学习规则。显然，这些改进远远超出现有演化博弈的理论水平。它们当中的某种改进或许能够成为演化博弈今后的发展方向，但是，想要完全建立一个能够解释博弈框架生成和演变的数学模型似乎超越了人类现有的智力。即便能够成功建立，这种模型也不再是演化博弈模型。

^① 即所有的现象都必须被解释为相互关联的因果过程（interlinked causal process）（Hodgson, 2002）

因此，演化经济学既不能完全抛弃演化博弈，对其研究成果不屑一顾，也不能完全信赖演化博弈，夸大演化博弈在社会经济演化分析中的作用，甚至丢失演化经济学自身的理论传统。演化经济学在虚心接纳演化博弈理论的同时，还必须清醒地认识到演化博弈的局限性。演化经济学家也不能过多地将精力投入到流行的演化博弈研究中。一个较好的研究路径是：演化经济学将演化博弈视为其理论的辅助工具，依旧秉承自身的理论传统，继续推动演化经济学的理论发展，深入解释个体认知、技术、制度和经济发展之间复杂的演化关系，为人类社会的发展做出自身独特的智力贡献。

五、结论

通过深入研究演化博弈和演化经济学的基本分析结构及其发展，本文认为，演化博弈不仅仅属于经典博弈论的拓展，它与演化经济学还存在一定的关联，这些关联具体体现在两种理论的互补性上；同时，演化博弈与演化经济学还存在许多本质的差异，它在经济演化分析中还存在很大的局限，它能够为演化经济学分析既定演化背景或博弈框架下某些技术和规则的选择和扩散提供微观策略模型，但是，它却不能阐释这些既定演化背景或博弈框架的演化。这意味着演化博弈只能成为演化经济学的辅助工具，它无法成为演化经济学的基本分析范式，也不是演化经济学未来发展的重点领域。

经济学日益严重的数学化趋势使得有些学者将演化经济学的形式化发展寄托在演化博弈上，他们甚至乐观地认为，演化博弈能够促使演化经济学再次成为主流的经济学。上述分析否定了这种可能性。演化经济学的发展必须坚持自身的理论传统，积极吸收包括演化博弈论、生物学、社会学、文化人类学、脑神经科学、人工智能、认知心理学和行为经济学等跨学科的研究成果，不断丰富和深化自身的本体论和方法论，进而形成较为成熟的分析范式。

参考文献

- 安东内利，2006：《创新经济学：新技术与结构变迁》，中译本，高等教育出版社
- 巴罗和萨拉伊马丁，2002：《经济增长》，中译本，中国社会科学出版社
- 布瓦索，2003：《信息空间——认识组织、制度和文化的框架》，中译本，上海译文出版社
- 多纳德·海和德里克·莫里斯，2001：《产业经济学与组织》，中译本，经济科学出版社
- 弗罗门，2003：《经济演化》，中译本，经济科学出版社
- 哈耶克，1967：《关于行为规则系统之进化问题的若干评注》，载《哈耶克文集》，中译本（2001），首都经济贸易出版社
- 哈耶克，1969：《建构理性主义的谬误》，载《哈耶克文集》，中译本（2001），首都经济贸易出版社
- 哈耶克，1987：《致命的自负》，中译本（2000），中国社会科学出版社
- 何梦笔，2004：《演化经济学的本体论基础》，载《演化经济学：纲领与范围》，中译本，高等教育出版社
- 黄凯南，2006a：《个体能动性、社会结构约束与经济演化过程》，《新政治经济学评论》，第一期
- 黄凯南，2006b：《秩序停滞与扩展》，《制度经济学研究》，第十二辑
- 黄凯南和程臻宇，2008，《认知理性与个体主义方法论的发展》，《经济研究》，第七期
- 诺斯等，1994：《财产权利与制度变迁——产权学派与新制度学派译文集》，中译本，上海人民出版社
- 纳尔逊，2004：《经济增长的演化观》，选自《演化经济学：纲领与范围》，中译本，高等教育出版社
- 青木昌彦，2001：《比较制度分析》，中译本，上海远东出版社
- Alchian, Armen A, 1950, *Uncertainty, Evolution, and Economic Theory*, Liberty Press
- Arthur & North, 1993, "Shared Mental Models: Ideologies and Institution", Working papers for the Center for the Study of Political Economy Washington University (St.Louis)
- Arthur, W.B, 1989, "Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events", *The Economic Journal*, 99, pp.116-131

- Arthur, W.B. 1991, "Designing Economic Agents that Act like Human Agents: A Behavioral Approach to Bounded Rationality", *The American Economic Review*, 81, pp.353-359
- Arthur, W.B. 1994, *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, University of Michigan Press
- Becker, Gary S. 1976, *The Economic Approach to Human Behavior*, University of Chicago Press
- Binmore, Ken. 2001, "Evolutionary Social Theory: Reply to Robert Sugden", *The Economic Journal*, Vol. 111, No. 469, pp. 244-248
- Borgers, T. & Sarin, R. 1997: "Learning through Reinforcement and Replicator Dynamics", *Journal of Economic Theory*, 77, pp.1-16
- Bowles, Samuel & Gintis, Herbert, 2004, "The Evolution of Strong Reciprocity: Cooperation in Heterogeneous Populations", *Theoretical Population Biology*, Vol.65, pp.17-28
- Braczyk, H.J. 1998, *Regional Innovation Systems*, London: UCL Press
- Brenner, Thomas, 1998, "Can evolutionary algorithms describe learning processes", *Journal of Evolutionary Economics*, 8, pp.271-283
- Brenner, Thomas, 2004, "Stochastic Belief Learning and the Emergence of Cooperation", mimeo, Max Planck Institute, Jena
- Brenner, Thomas, 2006, "Agent Learning Representation - Advice in Modeling Economic Learning", *Handbook of Computational Economics*, Vol. 2, pp 895-947
- Christiansen, F. 1991, "On conditions for evolutionary stability for a continuously varying character," *American Naturalist*, 138, pp.37-50
- Camerer, C.F. & Ho, T. 1999, "Experience-weighted Attraction Learning in Normal Form Games," *Econometrica*, 67, pp.827-874
- Dawkins, R. 1983, *Universal Darwinism*. Cambridge University Press
- David, P. 1985, "Clio and the economics of QWERTY", *American Economic Review*, 75, pp.332-337
- Dopfer, K & Potts, J. 2004, "Evolutionary Realism: A New Ontology for Economics", *Journal of Economic Methodology*, Vol. 11, pp.195-212.
- Eshel, 1996, "On the changing concept of evolutionary population stability as a reflection of a changing point of view in the quantitative theory of evolution," *Journal of Mathematical Biology*, 34, pp.485-510
- Fagerberg, Jan, 2004, "Innovation: A Guide to the Literature", in Fagerberg, Jan, David C. Mowery and Richard R. Nelson: *The Oxford Handbook of Innovations*, Oxford University Press
- Foster, D & Young, P.H. 1990, "Stochastic Evolutionary Game Dynamics", *Theoretical Population Biology*, 38, pp.219-232
- Foxon, T.J. 2007, "Technological lock-in and the role of innovation", Chapter 22 in 'Handbook of Sustainable Development', G. Atkinson, S. Dietz and E. Neumayer (eds.), Edward Elgar
- Freeman, C & Soete, L. 1997, *The Economics of Industrial Innovation*, London: Printer
- Friedman, Milton, 1953, *Essays in Positive Economics*, University of Chicago Press
- Friedman, D. 1991, "Evolutionary Games in Economics", *Econometrica*, Vol. 59, No. 3, pp. 637-666
- Friedman, D. 1998, "On Economic Applications of Evolutionary Game Theory", *Journal of Evolutionary Economics*, 8, pp.15-43
- Friedman, D. 1999, "Evolutionary Economics Goes Mainstream: A Review of the Theory of Learning in Games", *Journal of Evolutionary Economics*, 8, pp.423-432
- Fudenberg, D & Levine, D.K. 1998, *The theory of learning in games*, The MIT Press
- Gintis, Herbert, 2000, "Strong Reciprocity and Human Sociality", *Journal of Theoretical Biology*, Vol.206, pp.169-179
- Gintis, Herbert, 2003, "The genetic side of gene-culture co-evolution: internalization of norms and prosocial

- emotions”, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1. pp.73-81
- Gintis, Herbert, 2007, “A framework for the unification of the behavioral sciences”, *Behavioral and Brain Sciences*, Vol.30, pp.1-61
- Giddens, Anthony, 1984, *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*, Cambridge: Polity
- Hayek, Friedrich A, 1952, *The sensory order: An inquiry into the foundations of theoretical psychology*, Chicago: University of Chicago Press
- Hamilton, W. D, 1967, “Extraordinary sex ratio”, *Science*, 156, pp.477 - 488
- Hanusch, H & Pyka, 2005, “Principles of Neo-Schumpeterian Economics”, Working paper on Economics Department, University of Augsburg
- Henrich, Joseph, 2003, “Cultural group selection, coevolutionary processes and large-scale cooperation”, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1, pp.1-31
- Hodgson, G. M, 1999, *Evolution and Institutions: On Evolutionary Economics and the Evolution of Economics*, Edward Elgar
- Hodgson, G. M, 2004, *The Evolution of Institutional Economics: Agency, Structure and Darwinism in American Institutionalism*, Routledge, London
- Hodgson, G. M, 2006, *Economics in the shadows of Darwin and Marx: Essays on institutional and Evolutionary Themes*, Edward Elgar, Cheltenham
- Hodgson, G.M, 2002, “Darwinism in economics: from analogy to ontology”, *Journal of Evolutionary Economics*, No12, pp: 259–281
- Hodgson, G.M, & Knudsen, T, 2006, “Why We Need a Generalized Darwinism, and Why Generalized Darwinism is not Enough”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 61, No. 1, pp.1-19.
- Hodgson, G. M, 2007a, “Evolutionary and Institutional Economics as the New Mainstream?”, *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 4(1), pp.7-25
- Hodgson, G. M, 2007b, “Taxonomizing the Relationship Between Biology and Economics: A Very Long Engagement”, *Journal of Bioeconomics*, 9(2), pp. 169-175
- Hodgson, G.M, 2007c, “Meanings of Methodological Individualism”, *Journal of Economic Methodology*, 14(2), pp. 211-26
- Hodgson, G.M, & Knudsen, T, 2008, “In Search of General Evolutionary Principles: Why Darwinism is Too Important to be Left to the Biologists”, *Journal of Bioeconomics*, 10(1), pp. 51-69
- Hofbauer, J & Sigmund, K, 1998, *Evolutionary games and population dynamics*, Cambridge University Press.
- Jordan, J. S, 1995, “Bayesian Learning in Repeated Games”, *Games and Economic Behavior*, 9, pp.8-20
- Kaniovski, Y.M& Young, H.P, 1995, “Learning Dynamics in Games with Stochastic perturbations”, *Games and Economic Behavior* 11, pp.330-363
- Kahneman, Daniel & Tversky, Amos, 1979, “Prospect Theory: An Analysis of Decision under risk”, *Econometrica*, 47, 263-291
- Kandori, M. G & Mailath & Rob, R, 1993, “Learning, mutation, and long-run equilibria in games,” *Econometrica*, 61, pp. 29-56
- Kemp, R, 2000, ‘Technology and environmental Policy – innovation effects of past policies and suggestions for improvement’, Paper for OECD Workshop on Innovation and Environment
- Lane, D.A, 2005, “Ontological uncertainty and innovation”, *Journal of Evolutionary Economics*, 15, pp.3-50
- Leslie, P.H, 1945, “On the use of matrices in certain population mathematics”, *Bometrika*, 33, pp. 183-212
- Lewontin, R .C, 1961, “Evolution and the theory of games”, *Journal of Theoretical Biology*, 1, pp382 - 403
- Lee, W, 2007, “Evolutionary Stabilities in Games with Continuous Strategy Spaces: Characterizations with Examples”, Working papers on the Department of Economics University of Massachusetts

- Lipsey, R.G, 2008, "Economic Growth Related to Mutually Interdependent Institutions and Technology", Working paper on the 10th International Workshop on Institutional Economics in University of Hertfordshire, England, 17-18 June
- Lotka, A.J, 1932, *Elements of Physical Biology*, Williams and Wilkins
- Lundvall, B.A, 1992, *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Printer
- Maynard Smith, J, 1982, *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge university press
- Maynard Smith J & G.R. Price, 1973, "The logic of animal conflict", *Nature*, 246, pp.15-18
- Maynard Smith, J, 1998, *Evolutionary Genetics*, Oxford University Press
- Murmann, J.P, 2003, *Knowledge and Competitive Advantage: The Co-evolution of Firms, Technology, and National Institutions*, Cambridge, Cambridge University Press
- Nash, J.F, 1950, *Non-cooperative games*, Princeton University Press, 2002
- Nelson, R.R & Winter, S.G, 1982, *An evolutionary theory of economic change*, Belknap Press
- Nelson, R.R, 1993, *National Systems of Innovation: A Comparative Study*, Oxford University Press
- Nelson, R.R & Winter, S.G, 2002, "Evolutionary Theorizing in Economics", *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 16, No.2, pp23-46
- Nelson, R.R & Sampat, B, 2001, "Making Sense of Institutions as a Factor Shaping Economic Performance", *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol44, No1, pp.3-54
- Nelson, R.R, 2003, "On the uneven evolution of human know-how", *Research Policy*, 32, pp. 909–922
- Nowak, M, 2006, *Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life*, Belknap Press
- Page, K.M & Nowak, M.A, 2002, "Unifying Evolutionary Dynamics", *Journal of theoretical biology*, 219, pp.93-98
- Pearl, R, 1924, *Studies in Human biology*, Williams and Wilkins
- Perez, G, 2008, "Technological Revolutions Paradigm Shifts and Institutional Change", Working paper on the 10th International Workshop on Institutional Economics in University of Hertfordshire, England, 17-18 June
- Rizvi, S. A. T, 1994, "The Microfoundations Project in General Equilibrium Theory", *Cambridge Journal of Economics*, Vol.18, No4, pp.357 - 377
- Rogers, E, 2003, *Diffusion of Innovations*, Fifth Edition, New York: The Free Press
- Samuelson, L & Zhang, J, 1992, "Evolutionary stability in asymmetric games", *Journal of Economic Theory*, 59, pp.363-391
- Samuelson, L, 1993, *Does evolution eliminate dominated strategies?* *Frontiers of Game theory*, MIT Press
- Schumpeter, J.A, 1934, *Theory of Economic Development*, English translation of Schumpeter (1912), Harvard University Press
- Schumpeter, J.A, 1942, *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper
- Schmidt, Christian, 2004, "Are evolutionary games another way of thinking about game theory? Some historical considerations", *Journal of Evolutionary Economics*, 14, pp. 249 - 262
- Schmidt, Christian, 2006, "Game theory and players beliefs on the play", *Knowledge, Beliefs and Economics*, 2, pp.107-134
- Schotter, A. R, 1981, *The Economic Theory of Social Institutions*, Cambridge University Press
- Simon, Herbert A, 1986, "Rationality in Psychology and Economics", *The Journal of Business*, Vol.59, No.4, pp.209-224
- Simon, Herbert A, 1991, "Bounded Rationality and Organizational Learning", *Organization Science*, Vol.2, No.1, pp.125-134
- Smith, Vernon L, 2003, "Constructivist and Ecological Rationality in Economics", *The American Economic*

Review, Vol. 93, No. 3, pp. 465-508

Silva, S.T. & Teixeira, A.A.C, 2006, "On the Divergence of Evolutionary Research Paths in the Past Fifty Years: A Comprehensive Bibliometric Account", *Papers on Economics and Evolution*, #0624, Jena: Max Planck Institute of Economics.

Sober, E, 2001, *The Two Faces of Fitness*, Cambridge University Press

Sugden, R, 1986, *The Economics of Rights, Co-operation and Welfare*, Basil Blackwell, Oxford.

Sumaila, U.R & Apaloo, J, 2002, "A selected survey of traditional and evolutionary game theory", CMI Working Papers

Taylor, P & Jonker, L, 1978, "Evolutionary stable strategies and game dynamics", *Mathematical Biosciences*, 40, pp.145-156

Tversky, Amos & Kahneman, Daniel, 1986, "Rational Choice and the Framing of Decisions", *Journal of Business*, Vol.59, No.4, pp.251-278.

Weblen, T, 1898, "Why Is Economics Not an Evolutionary Science?" *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 12, pp. 373-397.

Vincent, T.L & Brown, J.S, 2005, *Evolutionary Game Theory, Natural Selection, and Darwinian Dynamics*, Cambridge University Press

Vromen, J, 2004, "Conjectural Revisionary Economic Ontology: Outline of an Ambitious Research Agenda for Evolutionary Economics", *Journal of Economic Methodology*, Vol. 11, pp.213-274

Watts, D & Strogatz, S, 1998, "Collective dynamics of small-world networks", *Nature*, 393, pp.400-403

Weibull, J W, 2002, "What have we learned from evolutionary game theory so far?", Working Papers from Industrial Institute for Economic and Social Research.

Weibull, J W, 1995, *Evolutionary Game Theory*, MIT Press

Witt, Ulrich, 2007, "Heuristic Twists and Ontological Creeds –A Road Map for Evolutionary Economics", *Papers on Economics and Evolution*, #0701, Jena: Max Planck Institute of Economics.

Witt, Ulrich, 2006, "Evolutionary Economics", *Papers on Economics and Evolution*, #0605, Jena: Max Planck Institute of Economics.

Wilson, D.S & Sober, E, 1994, "Reintroducing group selection to the human behavioral sciences", *Behavioral and Brain Sciences*, 17, pp.585-608

Wilson, D.S & Sober, E, 1998, *Unto others: The evolution and psychology of unselfish behavior*, Cambridge, MA: Harvard University Press

Young, H.P, 1998, *Individual strategy and social structure: an evolutionary theory of institutions*, Princeton University Press

Young, H.P, 2007a, "Game Theory: some personal reflections", *From Game 5 Questions*, edited by V.F. Hendricks and P.G. Hansen, Automatic Press

Young, P.H, 2007b, *Innovation Diffusion in Heterogeneous Populations: Contagion, Social Influence, and Social Learning*, Working paper on University of Oxford

Evolutionary games and evolutionary economics: complementarities and diversities

Huang Kainan

(Center for Economic Research, Shandong University)

Abstract: Evolutionary games and evolutionary economics are both very popular in the economics. However, the relationships between the two theories are very ambiguous and sometimes are distorted and mistaken. Economists never deepen their research on this topic. Based on analyzing the basic frameworks and developments of evolutionary games and evolutionary economics, this article attempts to make a breakthrough on this area, investigates their complementarities and diversities, and illuminates both effects and restrictions of evolutionary games on the analysis of social economy evolution, therefore, points out the right developing direction of evolutionary economics.

Keywords: evolutionary games evolutionary economics theoretical comparison