

政府与企业在排污权定价中的演化稳定策略研究

夏德建, 孙 睿, 任玉珑

(重庆大学, 经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘 要: 本文从动态博弈的视角分析了政府与企业在排污权价格制定上的策略演化, 获得了与现实世界较为拟合的演化稳定策略, 对政府制定公平有效的排污权定价模式提供了可资借鉴的参考。

关键词: 排污权定价; 政府; 企业; 演化博弈; 演化稳定策略

中图分类号: F407. 61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 980X(2010)03 - 0023 - 05

演化博弈理论融合了博弈论和演化思想, 属于博弈论和演化经济学的研究范畴, 是近年来博弈论和演化论的新发展。演化博弈论最初产生于生物学领域, 用于研究生物在不同环境中的行为与进化过程。J. Maynard-Smith 和 R. Selten 等人结合博弈论和动态演化论, 提出了演化博弈论 (evolutionary game theory)^[1]。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。当前, 演化博弈模型逐步过渡到了经济和社会领域, 用于模拟和分析现实的经济、社会问题。Vincent 和 Brown 等学者指出, 只要建立某种演化策略同适应度和种群增长率的关系, 生物领域的种群动态模型, 如著名的捕食与被捕食 (predator-prey) 模型, 都可以被转化为演化博弈模型^[2]。Friedman 等学者认为演化博弈的发展可能促使演化经济学成为主流^[3], Witt 等经济学家也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^[4]。

近年来, 演化博弈理论在国内也掀起了应用于各领域的研究热潮。盛昭瀚、高洁等以 NW 模型为基础建立产业动态演化模型, 分析了产业内各个企业的投资决策、R & D 策略、技术变化等产业特征方面之间的相互作用^[5]。易余胤、肖条军、盛昭瀚等分别运用演化博弈方法研究了信贷市场、双寡头市场、自主创新行为、合作研发中的机会等一系列问题^[6-8]。崔浩、陈晓剑和张道武等用演化博弈论的方法分析了有限理性的利益相关者在共同治理结构

下参与企业所有权配置并达到纳什均衡的演化博弈过程^[9]。李志强、温建芳等借鉴生物进化过程中的“复制动态”的思想, 对企业家创新策略的选择进行了演化稳定分析^[10]。高洁、盛昭瀚、黄仙、王占华等分别用演化博弈论分析了发电企业在竞价上网过程中竞价策略的动态演化过程及发电侧电力市场竞争的演化稳定策略^[11-13]。

排污权对企业来说是一种资源禀赋, 价格的高低既可能成为企业的财富 (如治污效率高的企业), 也可能成为企业的累赘 (如治污能力不强的企业), 政府对排污权一级市场的定价高低关系到排污权二级市场的培育与发展。因此, 对排污权定价的研究具有重大意义。对于排污权定价策略的研究, 多采用免费分配或拍卖定价的方法, 还未曾有见用演化博弈方法进行分析的文献。本文将演化博弈应用于政府与企业在排污权初始分配定价的策略分析中, 求解出了双方定价策略的演化稳定均衡, 丰富了排污权定价方法的已有研究。

1 排污权交易简介

排污权交易 (emission trading) 是一种解决环境外部性的市场化工具, 是克服企业“搭便车”行为的有益新尝试。排污权交易的核心就是在满足环境要求 (纳污承载能力有限) 的前提下, 建立合法的污染物排放权利 (根据环境承载力要求, 确定地区的排污许可总量——caps), 并允许这种排污权像商品一样在市场上被自由买入和卖出 (trading), 以此来达到

收稿日期: 2009 - 12 - 16

基金项目: 国家自然科学基金项目 (70903080)

作者简介: 夏德建 (1984 —), 男, 重庆永川人, 重庆大学经济与工商管理学院硕士研究生, 研究方向: 能源与电力技术经济及管理; 孙睿 (1974 —), 男, 山东济宁人, 重庆大学经济与工商管理学院讲师, 研究方向: 网络型产业组织理论与动态博弈; 任玉珑 (1944 —), 女, 湖南长沙人, 重庆大学经济与工商管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 电力经济与政策机制设计。

减少污染物排放,实现环境容量资源优化配置的目的。排污权交易对排污企业具有内在的调节激励作用,较传统的行政管制能更有效地促进环境容量资源的有效配置。这是因为,政府在排污权交易中让渡了对排污者征收的税费,使各污染源企业在市场交易中去转移这部分让利,使相同的环境治理费用达到了更大的环境治理效果。排污权交易几乎不用干预市场,且无需了解污染者防治污染的边际成本函数,只需排污者真正了解适合自身的污染物削减方法和不同治污水平上的治污成本优势。因此,排污权交易实现了让排污企业自主决策,使排污企业自身所采用的污染治理技术始终处于费用效果最好的状态,起到了对交易双方都有减排激励的作用。此外,排污权交易所需的信息成本和实施成本也较少,能大大降低政府实现减排目标的总费用和因信息缺乏而导致的决策失误。当然,排污权交易也并不是尽善尽美的,由于市场机制的设计有个完善过程,设计之初可能会疏漏一些影响因素,使得市场化初期可能会因交易量过小而不能有效发挥其减排功能,市场化过热时又可能导致治污成本高的企业私下互相隐瞒上报数据、转移污染源、向政府工作人员寻租以获取更大排污份额等情况的发生。为此,对政府和企业设计一种合理可行的排污权定价规则是十分必要的,以使二者的博弈策略演化稳定在既符合政府的环境规制目标,又能克服企业的环境治理不作为,促进我国排污权市场的蓬勃发展。

2 演化稳定策略

20世纪70年代,J. Maynard-Smith在研究生态现象时,最早提出了演化稳定策略(evolutionary stable strategy, ESS)的概念。ESS的基本思想是:如果突变小群体在混合群体中博弈所得支付大于原群体中个体支付所得,小群体就将有能力入侵大群体;反之,就不能入侵大群体,而是在演化过程中趋于消失。演化稳定策略是演化博弈论的核心,演化博弈强调经济变迁过程中以个体多样性变异机制和偏好选择机制为代表的种群研究,它认为种群选择的策略能够获得最佳的收益并消除任何小的突变群体的扰动。ESS强调了策略的演化过程,与之有紧密联系的复制者动态方程(replicator dynamic equation)则描述了变异可能性情况下的演化稳定状态,其通过适应度函数(fitness function)和雅可比矩阵(Jacobian)即可求解出不同演化路径下的ESS。

简单介绍一下ESS求解过程中所用到的几个主要概念。Smith认为,每一个种群的行为都程式化为一个策略,而群体中的个体则在所有种群构成

的大群体中展开策略博弈。如果考虑 K 个相互博弈的种群,每个种群 $k(k=0,1,\cdots,n)$ 有 N 种策略。种群 k 对应的 N 维向量集为 $s^k=\{x=(x_1,x_2,\cdots,x_n) \mid x_i \geq 0, x_1+x_2+\cdots+x_n=1\}$ 。向量 s^k 表示种群 k 中采用每种策略的个体在该种群中所占的比例。他用适应度函数来表示每个种群在博弈策略下的支付,个体的适应度被表示为个体策略和当前状态的函数,并且状态对时间是连续可导的。适应度函数形式: $f(r,s)=\{f^1(r^1,s), f^2(r^2,s), \cdots, f^k(r^k,s)\}$ 。 r^k 表示种群 k 的任一个体的混合策略, s 表示状态。复制动态是描述某一特定策略在一个种群中被采用的频数或频度的动态微分方程,指使用某一纯策略的个体数在群体中所占比例的增长率等于使用该策略时所得支付与群体平均支付之差。复制动态反映了演化博弈理论的基本动态,一般表示为: $\frac{dx_m}{dt}=x_m[u(m,s)-u(s,s)](m=1,2,\cdots,n)$ 。

其中, x_m 为一个种群中采用策略 m 的比例, $u(m,s)$ 表示采用策略 m 时的适应度, $u(s,s)$ 表示平均适应度, m 代表不同的策略。求策略的ESS过程就是用适应度函数求出平均适应度(群体平均支付),并将之与某种策略支付的差值乘以策略概率,得出具体策略增长率的复制动态方程,然后对未知概率求偏导得到相应的Jacobian矩阵,最后根据Jacobian矩阵行列式的值和矩阵的迹来判定具体策略是否是ESS。

在传统的博弈理论中,一般假定个体具有完全理性,并在完全信息条件下进行博弈。演化博弈论则放松了经典博弈论中将人模型化为超级理性的假设,认为人应当是有限理性的,历史、制度因素以及均衡过程的某些细节均会对博弈的多重均衡选择产生影响。演化博弈从演化过程来考察理性的生成,从数理逻辑上局部论证了演化经济学中的演化理性观^[14-15]。相对于古典博弈论对静态博弈均衡的集中讨论,演化博弈论更着重于对所有参与博弈的个体在经过反复博弈后选择的某个最优的演化稳定策略的动态行为进行研究,并以此来预测个体行为。演化稳定策略认为人类博弈的最优均衡是均衡过程中群体策略调整的函数,不能在初始时达到,必须通过试错的方法,经过大量反复的博弈过程去修正和改进个体策略才能达到。传统博弈论认为一个博弈可能存在多个纳什均衡,而演化博弈论则进一步指出哪一个均衡才是现实中可以真正实现的,即ESS必然是纳什均衡,而那些较弱的纳什均衡通常不能满足ESS的要求则被剔除,ESS是比纳什均衡更加严格的均衡。

3 排污权定价下的政府与企业策略演化博弈模型的 ESS 求解与分析

3.1 模型的基本假定与说明

政府的定价管制目标是基于环境优化的财税收入最大化,而企业的目标函数为利润最大化。分别将政府(全国各地面临的环境管制目标有可能不一样,因此,各地政府采取的策略也可有所不同。)与企业(企业按市场力或规模经济还可细分为不同的类型)作为两个种群(population),双方在排污权初始分配定价策略博弈中进行 2×2 非对称博弈(虽然本文的演化博弈模型只考虑了政府与企业两个种群的情况,但可拓展到两种以上类型的情况,只是增加了模型分析的数学难度^[16])。排污权初始分配定价采取政府(G)与企业(E)双方密封报价形式,然后由政府根据企业报价与自身报价的相合性决定定价政策。双方都有两个相同的可选策略,即低价策略(L)和高价策略(H):当企业和政府都选择L策略时,企业如实地迎合了政府的需求,政府将决定实行低价政策,企业将获得较高支付 E_{mh} ,而政府将获得较低支付 G_{ml} ;当企业和政府都选择H策略时,企业真实地反映了政府的意思,政府遂决定采取低价政策,企业将获得较低支付 E_{ml} ,而政府将获得较高支付 G_{mh} ;当企业选择L策略,而政府选择H策略时,企业的策略表现背离了政府严控环境污染的初衷,政府将不但决定实行高价政策,而且还将对企业的投机行为进行惩罚,因此企业将获得低于任何其他情形下的支付 E_{ll} ,而政府将获得高于任何其他情形下的支付 G_{hh} ;当企业选择H策略,而政府选择L策略时,企业表现出了愿为环境污染尽一份社会责任的真诚,政府将不但决定实行低价政策,而且还会对企业的积极表现进行奖励,因此企业将获得高于任何其他情形下的支付 E_{hh} ,而政府将获得低于任何其他情形下的支付 G_{ll} 。为了表示政府根据企业报价实行的排污权价格政策,以图1的形式直观表示如下。此外,假定政府实行的高低价差收益和奖励额或惩罚额之和远大于奖励额或惩罚额。

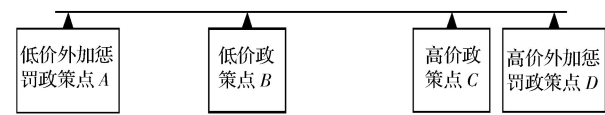


图1 政府排污权定价政策示意图

3.2 模型的构建与求解

基于上述假定,得到如表1所示的政府与企业的支付收益矩阵。其中, $E_{ll} < E_{ml} < E_{mh} < E_{hh}$, $G_{ll} <$

$G_{ml} < G_{mh} < G_{hh}$ 。

表1 政府与企业的非对称博弈支付矩阵

企业 \ 政府	低价策略(L)	高价策略(H)
低价策略(L)	(E_{mh} , G_{ml})	(E_{ll} , G_{hh})
高价策略(H)	(E_{hh} , G_{ll})	(E_{ml} , G_{mh})

设企业选择低价策略和高价策略的概率分别为 p 和 $(1 - p)$,政府选择低价策略和高价策略的概率分别为 q 和 $(1 - q)$ 。分别以 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{13} 、 a_{14} 代替上表中的 E_{mh} 、 E_{ll} 、 E_{hh} 、 E_{ml} ,以 b_{11} 、 b_{12} 、 b_{13} 、 b_{14} 代替上表中的 G_{ml} 、 G_{hh} 、 G_{ll} 、 G_{mh} ,得到如表2所示的政府与企业的支付收益矩阵。其中, $a_{12} < a_{14} < a_{11} < a_{13}$, $b_{13} < b_{11} < b_{14} < b_{12}$ 。由于博弈是非对称的,因此 $a_{ij} \neq b_{ij}$ ($i = 1, 2; j = 1, 2, 3, 4$)

由表2易知,企业采取低价策略的适应度 $f_E(r_L, s) = qa_{11} + (1 - q)a_{12}$;采取高价策略的适应度 $f_E(r_H, s) = qa_{13} + (1 - q)a_{14}$;平均适应度 $f_E(p, s) = pf_E(r_L, s) + (1 - p)f_E(r_H, s)$ 。同理,可得到政府采取低价策略的适应度 $f_G(r_L, s) = pb_{11} + (1 - p)b_{13}$;采取高价策略的适应度 $f_G(r_H, s) = pb_{12} + (1 - p)b_{14}$;平均适应度: $f_G(q, s) = qf_G(r_L, s) + (1 - q)f_G(r_H, s)$ 。

表2 政府与企业的非对称博弈支付矩阵

企业 \ 政府	低价策略(L)	高价策略(H)
政府	q	$1 - q$
低价策略(L) p	(a_{11} , b_{11})	(a_{12} , b_{12})
高价策略(H) $1 - p$	(a_{13} , b_{13})	(a_{14} , b_{14})

由复制动态定义,可得到政府和企业的低价策略复制动态方程(1)和方程(2)。

$\dot{p} = \frac{dp}{dt} = p(1 - p)[a_1 - (a_1 + a_2)q];$ (1)

$\dot{q} = \frac{dq}{dt} = q(1 - q)[b_1 - (b_1 + b_2)p]。$ (2)

上式中, $a_1 = a_{12} - a_{14}$ (表示政府惩罚额绝对值的相反数,意即企业的额外代价,为负), $a_2 = a_{13} - a_{11}$ (表示政府奖励额,意即企业的额外收益,为正), $b_1 = b_{13} - b_{14}$ (表示高低价政策下政府的价差收益与返还给企业奖励额之和的绝对值的相反数,为负), $b_2 = b_{12} - b_{11}$ (表示高低价政策下政府的价差收益与向企业征收的惩罚额之和,为正)。它们表示的确切内涵如图2所示。图中各点对应图1中政府的各定价政策点,BC段表示高低价政策下的政府的单位价差收益值。根据前述假定,还可得 $|a_1| < b_2$, $a_2 < |b_1|$ 。

微分方程(1)和方程(2)表达了排污权初始分配中政府与企业这两个种群的定价策略系统的演化动

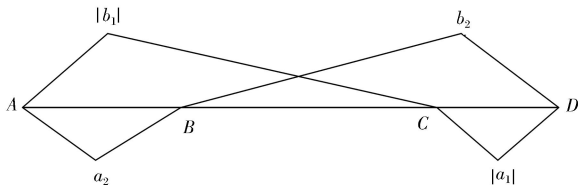


图 2 政府与企业排污权定价策略博弈利害关系示意图

态。式(1)表明,当且仅当 $p = 0, 1$ 或 $q = \frac{a_1}{a_1 + a_2}$ 时,企业群体中采用低价策略的企业所占的比例才是稳定的。同理,式(2)表明,当且仅当 $q = 0, 1$ 或 $p = \frac{b_1}{b_1 + b_2}$ 时,政府群体中采用低价策略的政府所占的比例才是稳定的。因此,从形式上看,本系统共有五个局部均衡点: $O(0, 0)$ 、 $A(1, 0)$ 、 $B(0, 1)$ 、 $C(1, 1)$ 、 $D(X_D, Y_D)$ 。其中, $X_D = \frac{b_1}{b_1 + b_2} = p$, $Y_D = \frac{a_1}{a_1 + a_2} = q$ 。对于 X_D 对应的 p ,当 $|b_1| < b_2$ 时,又 $b_1 < 0, b_2 > 0$,所以 $b_1 + b_2 > 0$,从而 $p < 0$,不合常理;当 $|b_1| > b_2$ 时,得 $p > 1$,也不合常理;当 $|b_1| = b_2$ 时,此时 p 无解。显然,这几种情况下的 p 值都不存在。同理, $|a_1| < a_2$ 和 $|a_1| \geq a_2$ 的情形下对应的 q 值也不成立。因此,系统的局部均衡点不可能在 $D(X_D, Y_D)$ 点出现,而只可能是 $O(0, 0)$ 、 $A(1, 0)$ 、 $B(0, 1)$ 、 $C(1, 1)$ 四点中的一个或几个。

3.3 模型 ESS 的析出

根据 Friedman 提出的方法,一个由微分方程描述的群体动态均衡点的稳定性可由该系统的 Jacobian 矩阵的局部稳定性分析得到^[17]。因此,对方程(1)和(2)分别求 p 和 q 的偏导,得到如下的 Jacobian 矩阵:

$$J = \begin{bmatrix} (1 - 2p)[a_1 - (a_1 + a_2)q] & p(p - 1)(a_1 + a_2) \\ q(q - 1)(b_1 + b_2) & (1 - 2q)[b_1 - (b_1 + b_2)p] \end{bmatrix}。$$

Jacobian 矩阵相应的行列式和迹分别为:

$$\det J = (1 - 2p)[a_1 - (a_1 + a_2)q](1 - 2q)[b_1 - (b_1 + b_2)p] - p(p - 1)(a_1 + a_2)q(q - 1)(b_1 + b_2)$$

$$\text{tr} J = (1 - 2p)[a_1 - (a_1 + a_2)q] + (1 - 2q)[b_1 - (b_1 + b_2)p]。$$

根据 Jacobian 矩阵相应的行列式和迹的代数表达式,结合上述求解出的系统的 4 个局部均衡点,可得出如表 3 所示的政府与企业定价策略的局部稳定性判定表。

基于表 3 的稳定性判别发现,本系统只有 $O(0, 0)$ 和 $B(0, 1)$ 两个演化稳定策略(ESS)。由此,

可画出政府与企业定价策略博弈的复制动态相位图,如图 3 所示。

表 3 政府与企业排污权定价策略的局部稳定性判别表

平衡点	det J	det J 的符号	tr J	tr J 的符号	局部稳定性
$p = 0, q = 0$	$a_1 b_1$	+	$a_1 + b_1$	-	ESS
$p = 0, q = 1$	$a_2 b_1$	-	$-a_2 - b_1$	+	ESS
$p = 1, q = 0$	$a_1 b_2$	-	$-a_1 - b_2$	-	不稳定
$p = 1, q = 1$	$a_2 b_2$	+	$a_2 + b_2$	+	不稳定

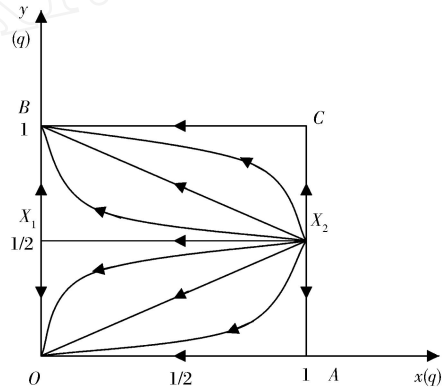


图 3 政府与企业排污权定价策略博弈的复制动态演化相位图

系统的演化相图描述了政府与企业排污权定价博弈的演化稳定策略(ESS)的动态过程。从演化博弈相图中可以看出 ESS 总共有两个,分别是 $O(0, 0)$ 和 $B(0, 1)$,而 $A(1, 0)$ 和 $C(1, 1)$ 为不稳定点。至于系统最终收敛于哪个策略,取决于该系统的初始状态。当初始状态位于直线 $X_1 X_2$ 上方区域时,系统将会演化收敛到 $B(0, 1)$,即企业采取高价策略,政府采取低价策略;当初始状态位于直线 $X_1 X_2$ 下方区域时,系统将演化收敛到 $O(0, 0)$,即企业采取高价策略,政府也采取高价策略。显见,本系统的演化特征较为简单,但对初始条件具有极强的依赖性和敏感性。

系统的 ESS 反映了政府与企业在排污权定价策略博弈中,双方都比较着眼于长远利益的考虑,企业会比较真实地上报定价策略反映自己所处的状态,政府也会信守承诺对企业的价格上报行为予以反馈。不然,企业的不实行为将得到政府事先规定的可信威胁——高价惩罚。因此,那些不如实上报定价策略的企业会模仿其他受到政府奖励企业的行为,如实上报自身策略,从而促使系统达到 ESS。

从 ESS 的求解结果可以发现,本模型较好地吻合了模型设定之初的基本假定,反映了政府对环境管制的偏好性,再现了现实生活中政府对不如实上报排污绩效的企业加以惩罚处理的常态,很好地

明了企业只有加强污染治理、切实履行社会责任,才会得到政府的青睐和嘉奖。

4 结论与展望

由排污权定价系统中政府与企业的策略演化不难看出,本文的排污权定价策略博弈模型在一定程度上发挥了排污权价格发现的功能。虽然政府对企业的排污行为和治理能力极可能不具备完全信息,存在排污权定价在公平与效率上合理权衡的盲区。但是,政府对社会环境容量资源的现状是比较清晰的,各阶段想要得到的环境管制目标也是明确的,只要政府对传统的免费分配和拍卖定价方式进行适当变通,改由本文所采取的做法,即先由企业污染源上报自身认可的排污权定价策略,再由政府根据企业上报的价格与自己基于环境数据打算施行的环境管制目标的一致性来最终决定采取高价还是低价政策。由于参与排污权定价的企业很多,所以政府对辖区内企业所上报的定价策略的处理可以根据各类企业大样本的统计特征,分析企业上报价格是否真实地反映了企业的自身情况。

在本文的排污权初始分配定价中,虽然企业作为受管制方,但并不代表企业就处于完全被动,任由政府制定排污权价格的境地。诚然,企业的目的是追求自身利润的最大化,但是,企业在赚取金钱之余,应不忘向社会提供优质服务和回馈绿色健康生活环境。企业只有博得了消费者对自己企业文化所包纳的社会责任感的认同,才会一步步发展下去,那种贪图一时利益之快而置社会环保要求于不顾的企业不亚于饮鸩止渴,终究会被历史的发展潮流所淘汰。因此,企业应切实承担起环境治理的重任,积极参与政府设置的排污权定价规则,如实上报反映自身情况的定价策略,这样,不仅可以得到政府的支持,而且还可促使企业不断加强自身的内功修为,变被动为主动。

本文的 ESS 求解是基于政府事先制定的高低价政策而展开的,至于排污权价格到底应采取一个怎样的高价或低价值,还有待研究。采用区间值来表示高低价,可以作为一种思路。此外,对于博弈中

的机会主义风险和企业的合谋串价行为,政府应事先作好监督防范,并完善相应的处理机制。

参考文献

- [1] SMITH J M. The Theory of games and the evolution of animal conflict[J]. Journal of Theoretical Biology, 1974, 47(1):209-212.
- [2] VINCENT T L, BROWN J S. Evolutionary game theory, natural selection and darwinian dynamics[M]. Cambridge University Press, 2005:157-159.
- [3] FRIEDMAN D. Evolutionary economics goes mainstream: a review of the theory of learning in games[J]. Journal of Evolutionary Economics, 1999, 8(4):423-432.
- [4] WITT U. Heuristic Twists and Ontological Creeds: A Road Map for Evolutionary Economics [J]. Journal of MPG Books Ltd., 2008:9-34.
- [5] 盛昭瀚,高洁,杜建国. 基于 NW 模型的新熊彼特式产业动态演化模型[J]. 管理科学学报, 2007, 2:1-8.
- [6] 易余胤,肖条军. 我国信贷市场的进化与调控[J]. 东南大学学报, 2003, 33(4):483-486.
- [7] 易余胤,盛昭瀚,肖条军. 不同行为规则下 Cournot 竞争的演化博弈分析[J]. 中国管理科学, 2004, 12(3):125-129.
- [8] 易余胤,盛昭瀚,肖条军. 企业自主创新、模仿创新行为与市场结构的演化[J]. 管理工程学报, 2005, 19(1):14-18.
- [9] 崔浩,陈晓剑,张道武. 共同治理结构下企业所有权配置的进化博弈分析[J]. 运筹与管理, 2004, 13(6):61-65.
- [10] 李志强,温建芳. 企业家制度创新行为的演化博弈模型研究[J]. 科学决策, 2009(1):62-66.
- [11] 高洁,盛昭瀚. 演化博弈论及其在电力市场中的应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(18):18-21.
- [12] 高洁,盛昭瀚. 发电侧电力市场竞价策略的演化博弈分析[J]. 管理工程学报, 2004, 18(3):91-95.
- [13] 黄仙,王占华. 基于演化博弈的发电商竞价策略仿真分析[J]. 现代电力, 2009, 26(3):92-94.
- [14] 王志伟. 哈耶克与新自由主义经济学[J]. 福建论坛:人文社会科学版, 2005(5):9-15.
- [15] SMITH V L. Constructivist and ecological rationality in economics[J]. American Economic Review, 2003, 93(3):465-508.
- [16] FRIEDMAN D. On economic applications of evolutionary game[J]. Theory Journal of Evolutionary Economics, 1998, 8(1):15-43.
- [17] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics[J]. Econometrics, 1991, 59(3):637-666.

Study on Evolutionary Stable Strategy of Government and Enterprise in Emission Right Pricing

Xia Dejian, Sun Rui, Ren Yulong

(College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: This paper analyzes the evolutionary stable strategies of government and enterprise in emission right pricing from the perspective of dynamic game, and obtains the evolutionary stable strategy being fitting with real world, which gives a fair and efficient pricing mode for government.

Key words: emission right pricing; government; enterprise; evolutionary game; evolutionary stable strategy