

污染密集型企业跨界迁移的演化博弈分析

彭文斌 李志敏

摘要: 本文运用演化博弈的方法对地方政府之间、污染密集型企业与地方政府之间相互作用时的策略选择行为进行分析。揭示了污染密集型企业跨界迁移的深层次原因,并为防止污染的政策提供了理论依据。

关键词: 污染密集型企业; 跨界迁移; 复制动态; 演化博弈

中图分类号: F062.2 文献标识码: A

文章编号: 1001-490X(2011)2-029-02

作者: 彭文斌, 湖南科技大学商学院副教授, 经济学博士/李志敏, 湖南科技大学商学院; 湖南, 湘潭 411201

基金项目: 国家社科基金重大项目(09&ZD041); 国家社会科学基金项目(09CJY044); 教育部人文社会科学研究青年项目(09YJC790080); 湖南省社科基金项目(8YBB276); 湖南省教育厅科学研究一般项目(09C430); 湖南科技大学博士基金项目(E50922)。

本文基于污染密集型企业、地方政府有限理性的假设下, 用演化博弈论的方法对地方政府之间、污染密集型企业与地方政府之间相互作用时的策略选择行为进行分析, 揭示污染密集型企业跨界迁移的深层次原因, 从而为相关部门制订切实可行的防止污染迁移的政策与措施提供理论依据。

一 地方政府之间的复制动态和演化稳定策略

当地方政府面对污染密集型企业跨界迁移时, 它有两种策略选择: 一种是不接收; 另一种是接收。现假设有两个对称的地方政府 1 和 2, 在面对污染密集型企业转入时, 如果双方都接收, 各得 a 单位的收益(或预期收益); 双方都不接收, 各得 d 单位的收益; 当一方接收而另一方不接收时, 接收者得 b 单位的收益, 不接收者得 c 单位的收益。双方的支付矩阵如图 1 所示:

		地方政府 2	
		接收	不接收
地方政府 1	接收	a, a	b, c
	不接收	c, b	d, d

图 1 地方政府之间的博弈支付矩阵

现在考虑在一个大群体地方政府之间随机配对进行该博弈。假设在该群体中, 有比例 x 的地方政府采用不接收的策略, 比例 $1-x$ 的地方政府采用接收策略, x 通常是时间 t 的函数。当地方政府的学习速度比较慢(即当某一地方政府改变策略时, 其他地方政府模仿的速度比较慢)时, 采用不接收地方政府的比例动态变化速度可用复制动态方程来表示:

$$\frac{dx}{dt} = x(u_T - \bar{u}) = x(1-x)(u_T - u_F) \quad (1)$$

其中 u_T 为采用不接收策略的地方政府的期望收益, u_F 为

采用接收策略的地方政府的期望收益, $\bar{u} = xu_T + (1-x)u_F$ 为所有地方政府的平均期望收益。

将 $u_T = xa + (1-x)b$, $u_F = xc + (1-x)d$ 代入到(1)式, 得

$$\frac{dx}{dt} = x(1-x)[x(a-c) + (1-x)(b-d)] \quad (2)$$

令 $\frac{dx}{dt} = 0$, 得(2)的可能稳定状态为

$$x_1^* = 0, x_2^* = 1, x_3^* = \frac{d-b}{a-b-c-d} \quad (\text{仅当 } 0 \leq \frac{d-b}{a-b-c-d} \leq 1 \text{ 成立})$$

令 $F(x) = \frac{dx}{dt}$, 根据微分方程的稳定性定理及演化稳定策略的性质, 当 $F'(x^*) < 0$ 时, x^* 为演化稳定策略(ESS)。

(1) 若 $a > c$ 且 $b > d$, 即无论一方是否接收污染密集型企业, 另一方不接收的收益总大于接收的收益。这种情况发生在地方政府能够履行其职责, 能够服从中央政府长远利益, 污染密集型企业排污不达标能够被中央政府发现而且会受到严惩, 使地方政府接收污染密集型企业跨界迁移而受到处罚的损失高于其不接收的费用。此时, $F'(x_1^*) > 0$, $F'(x_2^*) < 0$, x_3^* 不是稳定状态, $x_2^* = 1$ 是唯一演化稳定策略。博弈结果为: 有限理性的地方政府经过长期反复博弈均趋向于采用不接收的策略。

(2) 若 $a < 0$ 且 $b < d$, 即无论一方是否接收, 另一方接收的收益总大于不接收的收益。这种情况通常发生在中央政府严重失职, 要么不能及时发现地方政府环境规制没有达到要求, 要么对地方政府接收污染密集型企业的惩罚力度过低, 使地方政府接收污染密集型企业跨界迁移所受到的处罚损失(或期望损失)小于其接收所带来的收益。此时, $F'(x_1^*) > 0$, $F'(x_2^*) < 0$, x_3^* 不是稳定状态, $x_1^* = 1$ 是唯一演化稳定策略。博弈结果为: 有限理性的地方政府经过长期反复博弈均趋向于采用接收策略。

(3) 若 $a < c$ 且 $b < d$, 即当一方不接收时, 另一方不接收的收益大于接收的收益; 一方接收时, 另一方不接收的收益小于接收的收益。这种情况也通常发生在地方政府不能很好地履行其职责, 只有在其它地方政府接收时, 该地方政府才会受到严惩, 而当所有其他地方政府都不接收时, 由于种种原因接收污染密集型企业地方政府反而得不到严惩。此时, $F'(x_1^*) < 0$, $F'(x_2^*) < 0$, $F'(x_3^*) > 0$, x_1^* 和 $x_2^* = 1$ 都是演化稳定策略。博弈的结果取决于 x 的初始水平, 当初始的 $x \in (0, x_3^*)$ 时, 有限理性的地方政府经过长期反复博弈均趋向于采用接收策略; 当初始的 $x \in (x_3^*, 1)$ 时, 有限理性的地方政府经过长期反复博弈均趋向于采用不接收策略。显然, $x_3^* = \frac{d-b}{a-b-c-d}$ 随着 $d-b$ 的增加而增加, 随着 $a-c$ 的增加而减

少。特别地,当 $d \neq b, d = b, a \neq c$ 时, $x_3^* = 0$, 反复博弈的结果为地方政府选择接收策略; 当时 $d \neq b$ 时 $a = c$ 时 $x_3^* = 1$, 反复博弈的结果为地方政府选择不接收策略。

(4) 若 $a < c$ 且 $b > d$, 即当一方不接收时, 另一方不接收的收益小于接收的收益; 一方接收时, 另一方不接收的收益大于接收的收益。这是接收污染密集型企业社会成本或罚款随污染程度的增加而增加的情况。当别的地方政府接收, 自己不接收时, 对环境不会产生严重后果, 受到的处罚较轻; 当别的地方政府接收, 自己也接收时, 会对环境产生严重的后果, 结果会受到严惩。这时, $F'(x_1^*) > 0, F'(x_2^*) > 0, F'(x_3^*) < 0$

是唯演化稳定策略。博弈结果为: 在有限理性的地方政府大群体中, 经过长期反复博弈, 有 $\frac{b-d}{c-a+b-d}$ 比例的地方政府趋向于不接收, $\frac{c-a}{c-a+b-d}$ 比例的地方政府趋向于接收。显然, $b-d$ 越大趋向于采用不授受策略的地方政府的比例就越大, 而 $c-a$ 越大趋向于采用接收策略的地方政府的比例就越小。

当地方政府对其它地方政府是否不接收一无所知时, 可以认为在其它污染企业中有 0.5 的比例不接收, 0.5 的比例接收。此时, 它不接收的期望收益为 $0.5(a+b) < 0.5(c+d)$, 接收的期望收益为 $0.5(c+d)$ 。当地方政府不接收的期望收益小于接收的期望收益, 即 $0.5(a+b) < 0.5(c+d)$ 时 $\frac{b-d}{c-a+bd} < \frac{c-a}{c-a+b-d}$ 。

演化博弈的结果为: 在大群体的地方政府中, 不接收的比例小于接收的比例。反之, 不接收的比例大于接收的比例。

从上面的讨论可知, 某些地方之所以污染密集型企业越界迁移较多, 其主要原因是地方政府接收污染密集型企业的收益(或期望收益)大于不接收的收益(或期望收益)。因此, 要减少污染密集型企业越界迁移, 就必须采取各种有效措施来降低地方政府接收污染密集型企业越界迁移的收益或期望收益。

二 污染密集型企业与地方政府复制动态和演化稳定策略

当污染密集型企业的排污标准不达标时, 污染密集型企业有两种可供选择的策略: 迁移或不迁移。此时, 地方政府针对污染密集型企业也有两种可供选择的策略: 接收或不接收。当地方政府选择不接收时, 当地的直接财政收入会减少。为了讨论方便, 假设当污染密集型企业选择不迁移策略而政府部门选择不接收策略时, 双方的得益均为 0 (实际上不等于 0, 把它视为 0 的原因在于我们所关心的是对不同策略下的得益进行比较而不是某一策略下得益的多少), 地方政府与污染密集型企业进行博弈的支付矩阵如图 2 所示:

其中 c_1 为污染密集型企业越界迁移的成本, c_2 为中央政府有关部门对地方政府失职的惩罚, s 为污染密集型企业越界迁移到当地的生产收益, r 为中央政府有关部门对地方政府的奖励 ($c_1 > 0, c_2 \geq 0, s > 0, r \geq 0$)。地方政府接收污染密集型企业迁移目的是为谋取地方私利, 因此有 $a > 0$ 。对于有限理性层次较低的地方政府和污染密集型企业, 如果假设地方政府的群体中采用不接收策略的比例为 x , 在污染密集型企业的群体中采用迁移策略的比例为 y , 则污染密集型企业的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(u_{1T} - u_1) = x(1-x)(u_{1T} - u_{1F}) = x(1-x)$$

$$[y(r+c_2) - a]$$

地方政府的复制动态方程为:

$$G(y) = \frac{dy}{dt} = y(u_{2F} - u_2) = y(1-y)(u_{2F} - u_{2T}) = y(1-y)(s - c_1 - xs)$$

		污染密集型企业	
		迁移	不迁移
地方政府	不接收	$r - c_1$	0 0
	接收	$a - c_2$ $s - c_1$	a 0

图 2 地方政府与污染密集型企业之间的博弈支付矩阵

对于地方政府, 如果 $y = \frac{a}{r+c_2}$, 则 $F(x)$ 始终为 0, 这意味着所有 x 都是稳定状态; 如果 $y \neq \frac{a}{r+c_2}$, 则 $x_1^* = 0$ 和 $x_2^* = 1$ 是两个稳定状态, 且当 $y > \frac{a}{r+c_2}$ 时 $x_2^* = 1$ 是演化稳定策略, 当 $y < \frac{a}{r+c_2}$ 时 $x_1^* = 0$ 是演化稳定策略。这就表明如果污染密集型企业越界迁移到地方的收益较小或迁移成本 c 较大, 这时选择迁移比例较小; 或者说地方政府选择接收的收益比不接收获得中央政府惩罚要大, 那么经过长期反复博弈, 地方政府仍趋向于选择接收策略。因此, 要提高环境质量, 在加大对接收污染密集型企业迁移的地方政府进行严惩的同时, 还必须加大对不接收的地方政府奖励力度。这也就是所谓的“萝卜加大棒”政策。

对于环保部门, 如果 $x = \frac{s-c_1}{s}$ 时, 则 $G(y)$ 始终为 0, 这意味着所有 y 都是稳定状态; 如果 $x \neq \frac{s-c_1}{s}$, 则 $y_1^* = 0$ 和 $y_2^* = 1$ 是两个稳定状态, 且, 如果 $x > \frac{s-c_1}{s}$ 时, $y_1^* = 0$ 是演化稳定策略, 如果 $x < \frac{s-c_1}{s}$ 时 $y_2^* = 1$ 是演化稳定策略。因此, 当地方政府接收迁移的收益大, 或中央政府对地方政府失职处罚力度不够; 或者说企业迁移成本较小而收益又较大时; 通过长期反复博弈, 学习和模仿, 尽管有限理性的环保部门选择监测, 有限理性的污染密集型企业却最终都趋向于选择迁移。

令 $x_0 = \frac{s-c_1}{s}, y_0 = \frac{a}{r+c_2}$, 用以两个比例为坐标的坐标平面图来表示地方政府和污染密集型企业两群体类型比例变化复制动态关系, 得到图 3:

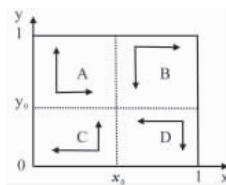


图 3 地方政府与污染密集型企业演化稳定策略

在这个复制动态博弈中, 当初始情况落在 A 区域 ($x < x_0, y > y_0$) 的地方政府群体会采用不接收策略, 而污染密集型企业群体会采用迁移策略; 同理初始情况落在 B 区域 ($x > x_0, y > y_0$) 的地方政府群体会采用接收策略, 而污染密集型企业群体会采用迁移策略, 这正是我们通过采取各种手段(下转 10 页)

响应的反向峰值出现在第1期,值为-0.58%,正向峰值出现在第2期,值为0.22%。对于M2的一个标准差冲击,前3期动态效率的响应较不稳定,第4期开始呈反向响应,且响应值稳定在-0.45%左右。方差分解的结果表明,M2对动态效率的影响的解释程度最大可以占到35%以上。需要注意的是,虽然仅有一期的正向响应,但其响应程度与M1相当。这说明在经济处于动态无效状态时,M2的扩张对动态效率的改进是具有促进作用的,但由于M2的持续扩张容易造成较为严重的通货膨胀,进而恶化资本过度积累的状态。

综上基于SVAR模型分析的结果,笔者认为不同层次货币供应量对动态效率的影响是不一致的,M1的冲击对动态效率的改进具有促进作用;但显然M2的冲击对动态效率的影响比M1剧烈,不利于动态效率的改进,M2对动态效率影响的贡献程度较大,这与前面的Granger因果检验的结果相一致。由此可见,作为动态效率的影响因素之一,M1的效果优于M2。

五 结论分析与政策建议

本文从理论层面,考察引入货币因素对动态效率的影响。说明当经济处于动态无效区域时,货币增长有助于个体资本积累的跨期配置优化,实现经济的动态效率改进。实证层面,用扩展的AMSZ准则对我国1985-2008年经济的动态效率进行考察,并使用基于SVAR模型的格兰杰因果检验和脉冲响应函数,分析货币供给对经济动态效率所产生的影响,得出以下结论:

第一,我国经济动态效率逐渐恶化。考虑到我国经济发展的现实状况,本文借用扩展的AMSZ准则直接比较总消费和劳动报酬的大小来判断动态效率。结果显示,从1985年至2000年,我国经济处于动态有效状态;从2001年至2008年,我国处于动态无效状态;整个样本期间动态效率逐渐恶化。本文认为我国总消费不足的现象日趋严重是造成我国动态效率逐渐恶化的主要原因。样本期间,我国的消费率从65.95%下降到35.35%,不仅低于发达国家,也低于发展中国家。在当前受全球经济危机影响、出口增长受阻的情况下,实施扩大内需的方针,特别是扩大居民消费,对化解危机为机遇,保持经济持续平稳较快增长,具有重要的现实意义。提高居民消费能力的根本途径是调整收入分配结构,并通过完善社会保

障体系,解除居民消费的后顾之忧,提高居民可支配收入,达到扩大居民消费的目的。

第二,货币供应量对动态效率的影响较弱。根据本文的实证分析,从对动态效率的影响来看,M1的正向促进作用比较持久和稳定,M2不如M1稳定,且反向作用。因此,当经济处于动态无效的情况下,政府可以通过财政转移支付(如养老金、住房补贴)的方式,增加货币供给,稳定居民预期,来重新配置各代之间的资源,从而改善经济的福利水平。由于中介变量对最终目标的影响不稳定,容易造成最终目标的可控性较差,对最终目标的影响不易度量,而对最终目标影响稳定的中介变量更易于调控,且狭义货币供应量是直接用于交易的货币,与经济活动尤其是物价水平的变动密切相关,因此把M1作为政府改善经济动态效率的中介目标,M2作为观测目标,无论是考虑到可控性、可测性还是灵活性,均更适宜。但需要注意的是,货币的变化在短期对实体经济产生影响。宏观调控的作用存在时滞,政府在实施干预措施时应当争取一定的前瞻性,以尽量避免政策作用发挥时由于宏观经济形势变化而使政策效果大打折扣。

参考文献:

- [1] Abel A., N. G. Mankiw, L. H. Summers, and R. J. Zeckhauser, "Assessing Dynamic Efficiency: Theory and Evidence", *Review of Economic Studies*, 1989, 56 (1).
- [2] Blanchard, O., and S. Fischer, *Lecture on Macroeconomics*. Cambridge MA: MIT Press, 1989
- [3] Paul A. Samuelson, 1958. "An Exact Consumption - Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money," *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 66
- [4] 史永东、杜两省《资产定价泡沫对经济的影响》,《经济研究》2001年10月。
- [5] 袁志刚、何樟勇《20世纪90年代以来中国经济的动态效率》,《经济研究》2003年7月。[6] 黄飞鸣《中国经济动态效率——基于消费收入视角的检验》,《数量经济技术经济研究》2010年4月。
- [7] 冯冰;李亮《基于预期及通胀目标设定的最优货币政策选择》,《求索》2010年第8期。

(责任编辑:余小平)

(上接30页)

段想要达到的均衡结果;初始情况落在C区域($x < x_0, y < y_0$)的地方政府群体会采用不接收策略,而污染密集型企业群体会采用不迁移策略;初始情况落在D区域($x > x_0, y < y_0$)的地方政府群体会采用接收策略,而污染密集型企业群体会采用不迁移策略。

三 结论

通过对地方政府之间,污染密集型企业 and 地方政府之间的演化博弈分析,可以得到污染密集型企业跨界迁移的三大原因:第一,污染密集型企业发生迁移的收益(或期望收益)大于不迁移的收益(或期望收益);第二,地方政府对污染密集型企业处罚力度不够,企业不进行自愿规制仍有利可图;第三,

相对于不接收污染密集型企业跨界迁移受到的奖励以及接收迁移受到的处罚而言,地方政府接收污染密集型企业跨界迁移收益较高。

参考文献:

- [1] Markusen, J. R. Morey, E. R., Olewiler, N. D., Competition in Regional Environmental polices when plant locations are Endogenous [J]. *Journal of Public Economics*, 1995, 56 (1): 55 - 57.
- [2] KIM D H, Kim D H. A system dynamics model for amixed - strategy game between police and driver [J]. *System Dynamics Review*, 1998, 13 (1): 33 - 52.

(责任编辑:余小平)