

企业环境行为的三方动态博弈研究

周晖杰^{1,2}, 李 南¹, 毛小燕^{2*}

(1. 南京航空航天大学 经济与管理学院, 江苏 南京 211106; 2. 宁波大学 科学技术学院, 浙江 宁波 315212)

摘要: 企业环境行为是政府、企业和公众之间复杂性博弈内在机制的具体表现, 是我国实现“创新、协调、绿色、开发、共享”五大发展理念的关键因素。文章运用博弈论原理, 建立政府、企业和公众之间三方动态博弈模型, 对三方在企业环境行为中的利益关系进行均衡分析。结果显示: (1)若企业排污获得的额外收益低于企业实施排污被发现后的罚款, 且社会公众对生态环境保护足够的重视, 三方的纯策略纳什均衡解为“不合谋、监督、不排污”, 反之纯策略纳什均衡解为“合谋、不监督、排污”; (2)混合策略纳什均衡状态不存在, 三方博弈结果依赖于各参数取值, 反映出企业环境行为博弈关系的复杂性, 但可以优化政府和公众决策选择偏好来规范企业环境行为。根据博弈分析结果, 文章从建立生态环境损害赔偿制度、加强非政府组织参与环境监管、加大中央政府对地方政府监管力度、降低非正式环境规制的社会综合成本等几个方面提出企业环境行为的建议。

关键词: 企业环境行为; 政企合谋; 三方动态博弈; 环境规制; 纳什均衡

中图分类号: F273; X323

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2019) 02-0108-06

企业环境行为是一个复杂的动态演化博弈过程, 不仅取决于企业内部的决策, 还受政府、社会公众等相关利益群体的影响, 政府制定的环境规制、社会公众的非正式环境规制、企业环境信息披露, 以及第三方环境非政府组织的监督与核查, 这些都将是影响企业环境行为的重要影响因素, 相关研究均被国内外学者广泛关注。

佟岩等^[1]采用静态博弈、混合策略博弈以及多阶段动态重复博弈研究政府与企业之间环境行为的内在机制, 在完全信息和理性经济人假设下达到纳什均衡, 得出企业污染环境的额外收益、声誉成本和政府的监管成本、政治成本都是影响企业环境行为的选择。Dong等^[2]建立环境约束下企业行为的 Stackelberg 博弈模型(一种两阶段的完全信息动态博弈模型), 认为企业要实现可持续发展需兼顾社会、经济和生态效益。一些研究将博弈方完全理性到有限理性的合理转变, 建立企业环境行为的演化博弈模型, 是把博弈理论分析和动态演化过

程分析结合起来的一种理论, 它假定博弈各方是有限理性的, 强调一种动态的均衡。杜建国等^[3]建立依赖于决策参数与初始条件的企业、公众之间交互过程的演化博弈模型。张倩等^[4]在政府实施排污税规制下, 引入企业的税收收益、监管成本、排污税以及谎报罚款、企业的经济利润、排污成本以及声誉损失等, 建立基于政府、企业效用函数的演化博弈模型。顾鹏等^[5]引入 Cobb-Douglas 函数刻画企业违法排污被发现的概率与环境监管机构的监管力度、监管技能掌握程度、环保政策执行力之间的关系, 建立环境监管部门与排污企业之间的演化博弈模型。考虑到畜牧公司往往分布在偏远地区, 政府难以及时进行监督检查, 涂国平等^[6]建立畜牧企业与下游农户之间的动态博弈模型, 发现动态赔偿洗漱优化措施是有效的, 且提高赔偿力度、降低农户举报成本均是有效的促进措施。

以上文献研究成果主要集中在环境规制中政府与企业双方参与主体构成的博弈, 方法论上从

收稿日期: 2018-05-15.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家旅游局项目(16TAAG023), 宁波市教育科学规划课题(2018YZD001), 宁波市社科规划课题成果。

第一作者: 周晖杰(1979—), 男, 浙江奉化人, 在读博士/副教授, 主要研究方向: 生态经济、企业环境行为。E-mail: zhouhuijie@nbu.edu.cn

*通信作者: 毛小燕(1980—), 女, 浙江衢州人, 讲师, 主要研究方向: 逻辑代数、模糊数学。E-mail: maoxiaoyan@nbu.edu.cn

完全信息和完全理性人下的静态博弈、混合策略博弈和重复博弈,向有限理性演化博弈的科学转变。随着社会与经济的发展,以及相关制度条例的不断完善,三方参与主体的博弈行为被关注。

张雁林等^[7]认为企业是否顺从环境规制受到来自政府监管压力外,还来自环境非政府组织的影响,形成企业是否顺从环境规制、政府是否进行检查、环境非政府组织是否监督的理性经济人三方博弈。Zhang等^[8]建立政府、环境非政府组织和企业三方的完全信息动态博弈模型,参与者的选择和行动次序为政府生态管理、公众监督、企业治理污染。刘素霞等^[9]认为企业 and 环境非政府组织作为理性经济人以追求经济利益最大化为决策目标,而假定政府以追求社会利益最大化为目标,在环境非政府组织监督与否下,分析企业与政府的策略最优组合。

上述文献主要将环境非政府组织加入企业环境行为博弈,缺失社会公众在博弈中的主体地位,使得模型对环境污染问题引起的群体性事件不具有很强的解释力。此外,地方政府介入商业和公益领域,地方政府部门因其内部利益主体单一成为共谋中主动的一方,也就是说,地方政府具有共谋的选择权,地方政府可以根据自身的偏好选择是否与企业共谋^[10-11]。因此,本文从地方政府的不同类型出发,建立地方政府、污染企业和社会公众之间完美信息下三方动态博弈模型,全面探讨它们之间的决策行为。

1 博弈模型

在理想状态下,地方政府是中央政府代理人,地方政府将严格执行中央政府的环境规制政策。而根据规制理论,地方政府作为环境规制执法者,也是理性经济人,需实现自身利益最大化;社会公众无法有效约束地方政府行为,而地方政府与排污企业在一定程度上又存在着共同利益,当地政府可能会被规制企业俘获,或者利用手中的权利进行寻租,成为寻租型经营者^[12]。

1.1 基本假设

(1)参与者。模型中参与人为地方政府、排污企业、社会公众,均满足“理性经济人”假设,在客观条件的约束下都会追求自身利益的最大化。社

会公众是当地政府社会效益的评价方,排污企业非正式环境规制的监督者,同时普遍存在对企业排污信息的不对称;企业是环境行为的实施方。对于以经济利益导向的“自利型政府”,在企业经济利益的驱动下,与排污企业形成合谋,出现当地政府对排污企业监督缺失、经政府审查的环境信息失真等问题,引起了社会公众的极大关注。

(2)行动方案。假定政府也有2种行动方案与企业合谋欺骗社会公众或不合谋。社会公众的行动方案有2种,即监管和不监管。同样的企业在这里也有2种行动方案,排污或不排污。

(3)成本。① C_1 : 企业排污后,当地政府对环境治理新增投入成本;② C_2 : 社会公众监督成本,主要指社会公众非正式环境规制下监督、举报及曝光等成本;③ C_3 : 排污企业合谋成本,主要指排污企业通过向地方官员私下提供转移支付,而地方政府在接受转移支付后将承诺不对企业进行检查。

(4)惩罚。① F_1 : 当地政府主张合谋,被社会公众发现后的惩罚,主要指中央政府对地方政府的失职惩罚,以及社会信誉的损失;② F_2 : 生态环境破坏对社会公众生活质量带来的影响;③ F_3 : 企业实施排污,被发现后的惩罚。

(5)收益。① R_1 : 企业进行排污,当地政府获得额外经济收益,提高当地GDP;② R_2 : 额外GDP收入给社会公众带来基础设施等额外补偿收益;③ R_3 : 企业排污获得额外收益,主要指企业通过排污获得超额利润。

1.2 模型建立

建立三方博弈模型可以得到如图1所示的博弈树,其中,博弈参与者的策略组合为“合谋、监督、排污”“合谋、监督、不排污”“合谋、不监督、排污”“合谋、不监督、不排污”“不合谋、监督、排污”“不合谋、监督、不排污”“不合谋、不监督、排污”“不合谋、不监督、不排污”。根据博弈树可以得到相应表1的支付矩阵。

2 均衡分析

2.1 纯策略纳什均衡分析

(1)最后决策节点,企业要决定是否排污,当 $R_3 > F_3$ 时,即企业排污获得额外收益超过企业实施排污被发现后的惩罚,由于 $(R_3 - F_3 - C_3) > -C_3$,

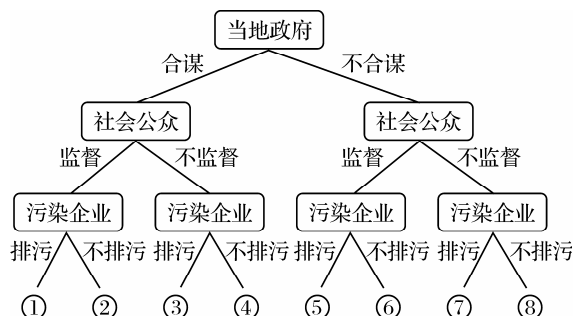


图1 三方动态博弈树

表1 三方博弈支付矩阵

参与人	①	②	③	④
地方政府	$R_1 - R_2 - F_1 - C_1$	$-F_1$	$R_1 - R_2$	0
社会公众	$R_2 - F_2 - C_2$	$-C_2$	$R_2 - F_2$	0
排污企业	$R_3 - F_3 - C_3$	$-C_3$	$R_3 - C_3$	$-C_3$
参与人	⑤	⑥	⑦	⑧
地方政府	$R_1 - R_2 - C_1$	0	$R_1 - R_2 - C_1$	0
社会公众	$R_2 - F_2 - C_2$	$-C_2$	$R_2 - F_2$	0
排污企业	$R_3 - F_3$	0	R_3	0

$(R_3 - C_3) > -C_3$, $(R_3 - F_3) > 0$, $R_3 > 0$, 对企业而言, 排污是最佳策略。

(2)继续分析树状图直到顶端, 社会公众决定是否监督举报, 由于 $(R_2 - F_2 - C_2) < (R_2 - F_2)$, 对社会公众而言, 不监督举报是最佳策略。

(3)在最初的决策节点, 地方政府面临是否与地方政府合谋的决策, 由于 $(R_1 - R_2) > (R_1 - R_2 - C_1)$, 对地方政府而言, 合谋是最佳策略。

在这场与子博弈精炼纳什均衡相关的博弈中, 当地政府会以经济效益为导向, 选择与排污企业合谋, 在监督举报成本等的影响下, 社会公众选择不监督举报, 当排污额外收益高于处罚损失时, 企业选择排污策略。

同理, 当 $R_3 < F_3$ 时, (1)若 $(F_2 - R_2) > C_2$, 那么当地政府选择不合谋、社会公众选择监督、企业选择不排污是最优策略; (2)若 $(F_2 - R_2) < C_2$, 那么当地政府选择合谋、社会公众选择不监督、企业选择排污是最优策略。

因此, 加大企业排污的处罚力度以及降低社会公众的监督举报成本, 是规范企业环境行为的有效措施。

2.2 混合策略纳什均衡分析

参考文献[13]基于三方博弈的混合策略模型,

假设政府与企业合谋的概率为 p_1 ($0 \leq p_1 \leq 1$), 不合谋的概率为 $1 - p_1$; 社会公众监督的概率为 p_2 ($0 \leq p_2 \leq 1$), 不监督的概率为 $1 - p_2$; 企业排污的概率为 p_3 ($0 \leq p_3 \leq 1$), 而不排污的概率为 $1 - p_3$ 。

当地政府选择“合谋”和“不合谋”的期望收益分别为 U_1 和 U_2 , 则:

$$U_1 = p_2 p_3 (R_1 - R_2 - F_1 - C_1) - p_2 (1 - p_3) F_1 + (1 - p_2) p_3 (R_1 - R_2) = R_1 - p_3 R_2 - p_2 F_1 - p_2 p_3 C_1,$$

$$U_2 = p_2 p_3 (R_1 - R_2 - C_1) + (1 - p_2) p_3 (R_1 - R_2 - C_1) = p_3 R_1 - p_3 R_2 - p_3 C_1.$$

当地政府的平均收益为:

$$\bar{U} = p_1 U_1 + (1 - p_1) U_2 = (p_1 + p_3 - p_1 p_3) R_1 - p_3 R_2 - p_1 p_2 F_1 + (p_1 p_3 - p_3 - p_1 p_2 p_3) C_1,$$

那么当地政府合谋的复制动态方程为:

$$F(p_1) = dp_1 / dt = p_1 (U_1 - \bar{U}) = p_1 (1 - p_1) \cdot (R_1 - p_2 F_1 - p_2 p_3 C_1 + p_3 (R_1 - C_1 - 2R_2)).$$

(1) 若 $p_3 = (p_2 F_1 - R_1) / (R_1 - C_1 - 2R_2 - p_2 C_1)$, $F(p_1) = 0$ 意味着所有水平都是稳定状态。

(2) 若 $p_3 \neq (p_2 F_1 - R_1) / (R_1 - C_1 - 2R_2 - p_2 C_1)$, 令 $F(p_1) = 0$, 得到 $p_1 = 0$ 和 $p_1 = 1$ 的 2 个稳定状态。对 $F(p_1)$ 求导可得: $dF(p_1) / dp_1 = (1 - 2p_1)(R_1 - p_2 F_1 - p_2 p_3 C_1 + p_3 (R_1 - C_1 - 2R_2))$, 此时可分 2 种情况:

① 当 $p_3 < ((p_2 F_1 - R_1) / (R_1 - C_1 - 2R_2 - p_2 C_1))$ 且 $R_1 < (C_1 + 2R_2 + p_2 C_1)$, $dF(p_1) / dp_1|_{p_1=0} > 0$, $dF(p_1) / dp_1|_{p_1=1} < 0$, 由于演化稳定策略要求 $dF(p_1) / dp_1 < 0$, 故 $p_1 = 1$ 是此时的平衡点, 当地政府合谋是演化稳定策略。② 当 $p_3 > ((p_2 F_1 - R_1) / (R_1 - C_1 - 2R_2 - p_2 C_1))$, 且 $R_1 < (C_1 + 2R_2 + p_2 C_1)$ 时, $dF(p_1) / dp_1|_{p_1=0} < 0$, $dF(p_1) / dp_1|_{p_1=1} > 0$, $p_1 = 0$ 是平衡点, 当地政府不合谋是演化稳定策略。由此, 也可得到当地政府演化博弈行为的趋势图(图 2)。

社会公众选择“监督”和“不监督”的期望收益分别为 V_1 和 V_2 , 同上推导有:

(1) 若 $p_3 = (2C_2 - R_2 - p_1 C_2) / (R_2 - 2F_2 + p_1 (F_2 - R_2))$, $F(p_2) = 0$, 意味着所有水平都是稳定状态。

(2) 若 $p_3 \neq (2C_2 - R_2 - p_1 C_2) / (R_2 - 2F_2 + p_1 (F_2 - R_2))$, 令 $F(p_2) = 0$, 得到 $p_2 = 0$ 和 $p_2 = 1$ 的 2 个稳定状态。对 $F(p_2)$ 求导, 此时可分 2 种情况:

① 当 $p_3 < (2C_2 - R_2 - p_1 C_2) / (R_2 - 2F_2 + p_1 (F_2 - R_2))$, 且 $R_2 < F_2$ 时, $dF(p_2) / dp_2|_{p_2=0} > 0$, $dF(p_2) /$

$dp_2|_{p_3=1} < 0$, 故 $p_2 = 1$ 是此时的平衡点, 社会群众监督是演化稳定策略. ②当 $p_3 > (2C_2 - R_2 - p_1C_2)/[R_2 - 2F_2 + p_1(F_2 - R_2)]$, 且 $R_2 < F_2$ 时, $dF(p_2)/dp_2|_{p_3=0} < 0$, $dF(p_2)/dp_2|_{p_3=1} > 0$, $p_2 = 0$ 是平衡点, 社会公众不监督是演化稳定策略. 由此, 也可得到社会公众博弈行为的趋势图(图 3).

污染企业选择“排污”和“不排污”的期望收益分别为 w_1 和 w_2 , 同上推导有:

(1)若 $p_2 = (R_3 - 2p_1C_3)/F_3$, $F(p_3) = 0$, 意味着所有水平都是稳定状态.

(2)若 $p_2 \neq (R_3 - 2p_1C_3)/F_3$, 令 $F(p_3) = 0$, 得到 $p_3 = 0$ 和 $p_3 = 1$ 的 2 个稳定状态. 对 $F(p_3)$ 求导可得, 此时可分 2 种情况:

①当 $p_2 < (R_3 - 2p_1C_3)/F_3$ 时, $dF(p_3)/dp_3|_{p_3=0} > 0$, $dF(p_3)/dp_3|_{p_3=1} < 0$, 故 $p_3 = 1$ 是此时的平衡点,

企业排污是演化稳定策略. ②当 $p_2 > (R_3 - 2p_1C_3)/F_3$ 时, $dF(p_3)/dp_3|_{p_3=0} < 0$, $dF(p_3)/dp_3|_{p_3=1} > 0$, $p_3 = 0$ 是平衡点, 企业不排污是演化稳定策略. 由此, 也可得到排污企业演化博弈行为的趋势图(图 4).

从图 2~图 4 分别关于当地政府、社会群众、排污企业动态趋势可以看出, 三方博弈结果依赖于上述各参数值, 模型不存在稳定均衡状态, 也反映出企业环境行为博弈关系的复杂性, 但可通过当地政府和公众对企业环境行为进行规范. 根据模型分析, 当社会公众更重视生态环境破坏对公众生活质量带来的影响时, 即 $R_2 < F_2$, 社会公众参与监督举报的概率增大, 在 $p_3 > ((p_2F_1 - R_1)/(R_1 - C_1 - 2R_2 - p_2C_1))$, 且 $R_1 < (C_1 + 2R_2 + p_2C_1)$ 情形下, 当地政府更趋向于不合谋策略, 即 p_1 减小.

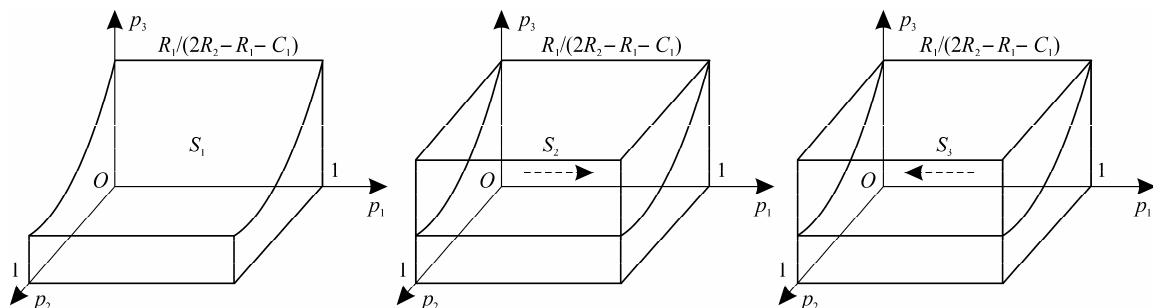


图 2 当地政府演化博弈行为趋势图

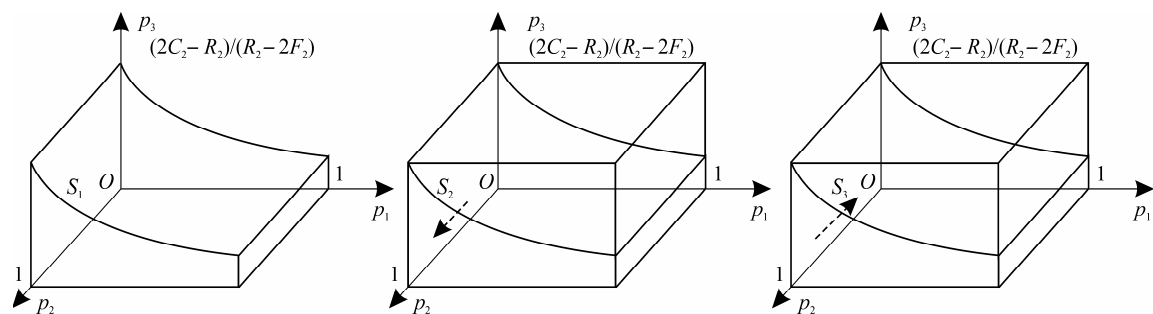


图 3 社会公众演化博弈行为趋势图

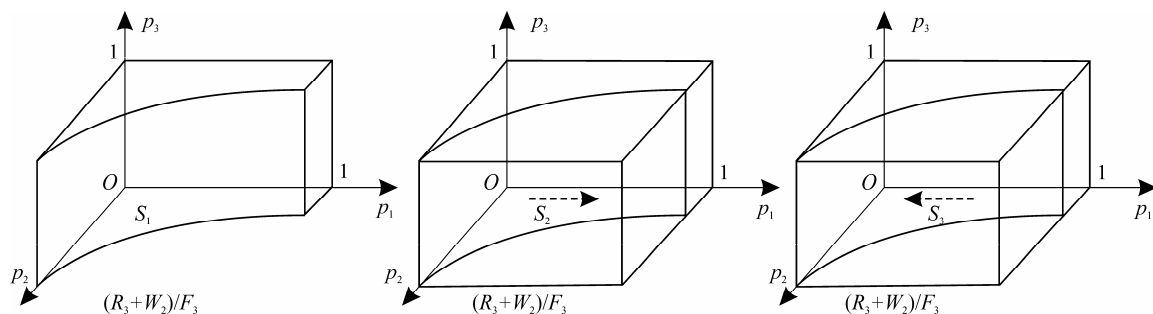


图 4 排污企业演化博弈行为趋势图

而当 $p_2 > ((R_3 - 2p_1C_3)/F_3)$, 企业更趋向于不排污的策略。

3 案例分析

2018年, 央视财经《经济半小时》栏目再一次将镜头对准某数十亿资产的上市公司(以下简称 A 集团)的污染问题, 播出《污染大户身边的“黑保护”》。A 集团是一家国有大型化工企业, 一直以来违规倾倒工业废渣、向汾河直接排放工业废水, 大量污染农田, 严重影响沿途村庄百姓生活环境。A 集团污染事件中, 当地环保监管部门、污染企业、村干部、普通百姓存在各方利益和冲突博弈关系, 面对企业排污举报, 当地监管部门推诿逃脱, 村干部拿钱看门护院, 形成当地企业与排污企业利益合谋关系, 未能落实中央的政策, 执行国家的法律, 履行自己的职责, 村民的举报, 轻则口头警告, 重则经受皮肉之苦, 以至于村民避而不谈。针对此案例, 本文结合以上博弈模型的分析, 提出减少相关环境事件发生的对策或建议, 有利于解决“利益合谋、企业污染、群众受害、政府买单”三方博弈的困局。

3.1 建立生态环境损害赔偿制度

加大企业实施排污被发现后的惩罚, 即增加模型中 F_3 的取值。建立健全生态环境损害赔偿制度, 由造成生态环境损害的责任者承担赔偿责任, 修复受损生态环境, 提高污染企业排污成本, 改变博弈方污染企业的策略。2017年底, 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《生态环境损害赔偿制度改革方案》, 要求自2018年1月1日起, 在全国试行生态环境损害赔偿制度, 以破解“企业污染、群众受害、政府买单”的困局。

3.2 加大中央政府对地方政府监管力度

地方政府和污染企业的合谋, 破坏了中央政府对生态环境可持续发展的战略布局。一方面, 需要降低地方政府的环境规制成本, 以及中央政府对地方政府的监管成本, 减少地方政府博弈方的监管成本损失; 另一方面, 加大中央政府对地方政府不执行环境规制行为的处罚力度, 即提高模型中 F_1 的取值, 提高地方政府政绩考核体系中环境质量指标的权重系数, 促进地方政府环境规制的高效执行。

3.3 降低非正式环境规制的社会综合成本

非正式环境规制是社会公众参与环境污染博弈的主要策略, 非正式环境规制监督成本不仅是经济成本, 而且是一种社会综合成本, 包括政治要素、经济要素、身体要素、社会生活要素, 即减少模型中 C_2 的取值。当前, 在企业社会责任缺失、当地政府监督不力, 及社会公众非正式环境规制下监督、举报及曝光等成本居高不下, 举报效果不佳, 都影响了广大社会公众参与环境污染事件的积极性和主动性。

3.4 加强非政府组织参与环境监管

加强环境规划、组织、实施、监管、调节、教育以及评价等诸多环节, 不能仅靠市场机制调节与政府干预, 本文的博弈理论分析以及资源相互依存理论和多元治理理论都阐释了此点。强化非政府组织在环境管理领域的作用, 弥补市场机制存在弊端, 以及政府监管存在的空白地带, 减少“政企合谋”现象, 形成市场机制调节、当地环境监管以及非政府组织参与的三者有机结合。

4 结语

在企业环境行为问题中, 当地政府、社会公众和污染企业之间构成了一个复杂的三方动态博弈格局。通过博弈模型分析, 当地政府选择不合谋、社会公众选择监督、企业选择不排污纯策略纳什均衡的充分条件如下: (1) 企业排污赔偿: 被发现后进行高额罚款, 高于企业排污带来的额外收益; (2) 公众环境保护意识: 相比于额外 GDP 收入给社会公众带来基础设施等额外补偿收益、社会公众监管成本损失, 公众更注重生态环境破坏对公众生活质量带来的影响。因此, 提升公众环保意识, 建立企业排污赔偿制度, 降低公众监督综合成本, 加强非正式环境规制, 如环境非政府组织、社会公众参与监督与核查力度, 提高造假成本、降低造假预期收益, 加强企业环境信息披露, 激励企业技术创新, 才能有效地规制企业环境行为, 实现可持续发展。

参考文献:

- [1] 佟岩, 贾李盼. 环境规制下地方政府与企业博弈行为分析[J]. 企业经济, 2016, 430(6):33-36.

- [2] Dong J, Sawyer N, Smith D. The application of non-cooperative Stackelberg game theory in behavioral science: Social optimality with any number of players[J]. *Journal of Alloys & Compounds*, 2015, 401(1/2):55-59.
- [3] 杜建国, 王敏, 陈晓燕, 等. 公众参与下的企业环境行为演化研究[J]. *运筹与管理*, 2013, 22(1):244-251.
- [4] 张倩, 曲世友. 环境规制下政府与企业环境行为的动态博弈与最优策略研究[J]. *预测*, 2013, 32(4):35-40.
- [5] 顾鹏, 杜建国, 金帅. 基于演化博弈的环境监管与排污企业治理行为研究[J]. *环境科学与技术*, 2013, 36(11):186-192.
- [6] 涂国平, 张浩. 农户监督下的畜牧企业环境行为演化分析及动态优化[J]. *运筹与管理*, 2018, 27(1):37-42.
- [7] 张雁林, 杜建国, 金帅. 企业环境污染治理中的三方博弈[J]. *生态经济*, 2015, 31(4):29-33.
- [8] Zhang Y L, Du J G, Jin S, et al. A Three-player game model among government, environment NGO and enterprise in enterprise environmental pollution control[J]. *Ecological Economy*, 2015(4):29-33.
- [9] 刘素霞, 朱英明, 杜宽旗. 环境污染治理中企业、政府及环境非政府组织三方博弈分析[J]. *环境污染与防治*, 2017, 39(5):574-577.
- [10] 龙硕, 胡军. 政企合谋视角下的环境污染: 理论与实证研究[J]. *财经研究*, 2014, 40(10):131-144.
- [11] 袁凯华, 李后建. 政企合谋下的策略减排困境[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(1):134-141.
- [12] 浦徐进, 何未敏. 地方政府角色, 政企行为逻辑和最低质量标准规制的社会福利效应[J]. *产业经济评论*, 2015, 14(4):158-179.
- [13] 郭小聪, 吴文强. 费用角逐、消费者赋权与合作治理[J]. *中山大学学报(社会科学版)*, 2017, 57(4):131-139.

Research on tripartite dynamic game of enterprise environment behavior

ZHOU Hui-jie^{1,2}, LI Nan¹, MAO Xiao-yan^{2*}

(1. College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China;

2. College of Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Enterprise environmental behavior is the internal mechanism of the complex game played among the government, enterprises and the public, and it is one of the key factors to achieve the development goals set for “innovation, coordination, greenness, development, sharing”. Based on game theory, in this paper a trilateral dynamic game model is built amidst the government, enterprises and the public in an attempt to analyze the interests in trilateral enterprise environmental behavior. The result shows that: 1) If the extra income of the enterprises resulting from the discharge is less than the fine after the implementation of pollution and the public have paid enough attention to ecological environment protection, the pure strategy Nash equilibrium of the tripartite agreement is: (Not Collusion, Supervision, and Not Pollutant Discharging). Otherwise, it is (Collusion, Not Supervision, and Pollutant Discharging). 2) Mixed strategy Nash equilibrium state does not exist, and trilateral game result depends on the parameter selection. The situations as such reflect the complexity of relations concerning enterprise's environmental behavior, but the decision preference of the government and the public to regulate enterprise environment behavior can be optimized. Based on the analytical results, some suggestions are made on the environmental behavior of the enterprise from the perspectives of establishing the compensation system for the damage of the ecological environment, strengthening the participation of the non-governmental organizations in the environmental supervision, increasing the central government's supervision over the local government, and reducing the social comprehensive cost of the informal environment regulation.

Key words: enterprise environment behavior; collusion of government and enterprise; trilateral dynamic game; environmental regulation; Nash equilibrium

(责任编辑 章踐立)