

新闻媒体环保监督视角下环境污染治理演化博弈

刘德智*, 杨 琨

(长安大学经济与管理学院, 陕西西安 710064)

【摘要】 为督促政府严格履行环境监管职责, 应引入新闻媒体, 与政府、企业共同参与污染治理。本文使用演化博弈理论通过构建博弈支付矩阵, 研究不同情形下政府与企业间、新闻媒体与政府间的演化稳定策略(ESS), 探究新闻媒体监督对环境污染治理的影响, 并通过数值算例对演化结果进行验证。演化过程及数值仿真结果表明: ①对企业、政府而言, 当某种策略的期望利润始终更大时, 其决策过程将不受另一方与新闻媒体策略的影响, 且此时存在ESS; ②新闻媒体进行环保监督一定程度上能促进企业和政府组成的系统向优良状态演化, 但新闻媒体是否进行环保监督受政府对环境监管程度的影响, 取决于报道成本和预期收益的大小; ③政府的作用举足轻重, 增大单位环境税额和处罚力度能促使企业合法减排, 而对其不严格监管可能使环境质量恶化。因此, 为促进环境质量改善, 需不断推动环保理念传播, 设法降低企业减排成本和政府监管成本, 扩大新闻媒体监督职责范围, 提高其监督的主动性, 并对政府增加生态环境保护维度考核。

【关键词】 新闻媒体; 环保监督; 污染治理; 演化博弈

【中图分类号】 F205; X323

【文献标识码】 A

【文章编号】 1674-6252(2019)05-0127-08

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2019.05.127

引言

自倡导节能减排以来, 我国的环境质量得到了显著改善, 但环境污染的形势依旧严峻。根据2018年我国生态环境状况公报, 我国地级及以上城市环境空气质量达标的比例较2017年上升了6.5%, 但超标城市比例仍高达64.2%; 出现酸雨的城市有所减少, 但仍处于37.6%的较高比例; 三河(淮河、海河、辽河)、三湖(太湖、巢湖、滇池)均存在不同程度的污染。究其原因, 一方面, 由于企业环保意识淡薄及对最大利润的追逐而直接将污染物排放到环境中; 另一方面, 政府追求经济发展对环境监管不严格, Liu、Xun、Yu、Lähteen等^[1-4]的研究验证了地方政府会为了经济增长而减少环境法规的执行。随着国际社会对环境问题的呼吁逐步增强, 提高政府监管水平、增大企业减排力度刻不容缓。

政府和企业是环境污染治理的主要参与者。以政府为研究对象, Wang和Hao等^[5,6]表明中国环境法规没有达到减少污染的预期目标, Wang等^[7]对环境污染造成的损失进行了估算, 潘峰等^[8]系统考察了地方政府的环境规制策略行为及其影响因素, 姜珂等^[9]发现政府对环境规制策略执行过程中的动态演化取决于地方政府环境规制执行力度、成本、收益和损失以及中央政府监管力度、成本

和处罚力度等因素的大小。从企业的角度, Liu等^[10]调查了企业主动减少污染行为的前因后果, Chen等^[11]检验了制造商在应对各种碳税和补贴组合时的行为策略。更有部分学者基于两个主体的关系和作用进行了研究: 顾鹏等^[12]就环境监管机构的监管力度、执行力及监管技能掌握程度等对排污企业行为演化的影响进行了分析, Chen等^[13]测试了环境规制对钢铁企业的影响, Dai等^[14]从微观视角分析得出工厂的污染行为与政府的制裁呈负相关。张艳楠等^[15]重新定位并讨论了排污企业的经济效益目标、政府的社会效益及环境效益目标, 焦建玲等^[16]研究了在静态和动态奖惩机制下政府与企业博弈的演化轨迹及均衡。

针对中国环境污染严峻的事实, 很多学者引入第三方进行监督约束, 如游达明等^[17]将公众举报作为政府监督的来源纳入政府与企业博弈, Yuan^[18]发现地方政府在中央政府和公众的压力下, 对环境规制进行了强化。Li等、Ross等、Tilt等^[19-21]认为政府、公众和企业共同参与, 才能有效控制污染物排放; 张国兴等^[22]分析了公众监督行为及公众环境参与政策对工业污染治理效率的影响。张雁林等、刘素霞等^[23,24]则认为企业是否顺从环境规制受政府和环境非政府组织(NGO)监管压力的影响。通过文献梳理发现, 上述研究集中在对公众和环境NGO环保监督作用的探究。

资助项目: 中央高校基本科研业务费资助项目(2323180001)。

作者简介: 刘德智(1977—), 男, 博士, 副教授, 主要从事可持续供应链、绿色物流研究, Email: dzliu0816@126.com。

在现实中,公众和环境 NGO 参与环境污染治理方面渠道狭窄、被认可度不高、力量较薄弱,影响环境决策力度明显不足。而新闻媒体具有传播及时、覆盖范围广、舆论效果强的优势,对社会不良言行进行揭露,能造成强大的舆论压力,更易引起社会和政府的关注。有部分学者考虑了新闻媒体的监督作用,但主要从公司层面出发,分析新闻媒体报道对公司决策的影响,如沈洪涛等^[25]研究了新闻媒体报道与政府监管对公司环境信息披露的作用,王云等^[26]分析了新闻媒体关注对企业环保投资行为的影响;Jia 等^[27]研究了新闻媒体报道上市公司污染行为对企业的影响,提出政府应与新闻媒体合作;Tang 等^[28]研究了不同新闻媒体如何通过政府和公众等主要利益相关者影响中国企业的污染行为。目前,社会整体环保意识不强,企业主动减排的意愿不强,减排治污主要依靠政府监管引导。若政府监管不严格,容易使企业懈怠,导致污染问题屡禁不止。基于此,为了更好地督促政府对环境严格监管,让企业承担相应责任,减少污染物排放,本文考虑将新闻媒体引入环境治理,监督政府环境执法行为,基于演化博弈理论研究政府环境监管程度和企业排污策略选择之间的演化稳定性,以及新闻媒体监督与政府环境监管间的互动机制。本文的主要贡献和意义在于:将环境治理监督对象的侧重点转向了政府,寻求通过督促政府严格执法来迫使企业减排;扩大新闻媒体监督的内容和方向,丰富环境治理监督主体和新闻媒体治理文献;从而为政府完善监督机制提供理论支撑,并为环境治理提供有效路径。

1 演化博弈模型

演化博弈方法不要求参与者是完全理性的,不要求信息完全,但能系统地考察参与者的行为演化规律和稳定策略。该方法适用于多主体参与的重复性博弈,在环境管理问题研究中应用较广,例如,潘峰等、姜珂等、顾鹏等^[8,9,12]使用演化博弈探讨了环境规制执行中政府与企业的决策演化过程;刘素霞等^[24]基于演化博弈方法分析了环境污染治理三方博弈企业的最优策略;王文明等^[29]验证了重污染天气治理中政府环境规制策略,理论已趋于成熟。本文涉及的参与者包括:以环境执法部门为代表的政府机构、生产制造企业及包括新媒体和传统媒体在内的新闻媒体,三个主体间信息不对称。政府追求社会福利最大化,负责环境法规的制定和执行,环境执法策略选择有“严格监管”和“不严格监管”。生产制造企业作为利益主体,追求经济效益最大化,污染物排放的策略通常有“违法直接排污”和“合法减排”。新闻媒体出于自身利益的考虑,可以选择是否对政府的环境监管行为进行监督,其策略为“监督”和“不监督”。

1.1 模型假设

政府的环境质量变化收益和环境监管成本均与政府的监管程度正相关。假设政府严格监管时监管程度是 1,此时

的监管成本和环境质量变化收益均最大; α 表示不严格监管的程度, $0 \leq \alpha < 1$, α 越小,表示政府监管越松懈,相应的监管成本和环境质量变化收益越小。

政府对环境严格监管时能确切掌握企业的排污行为,企业违法直接排污一定会被发现;当政府不严格监管时,发现企业违法直接排污行为的概率为 β , $0 \leq \beta < 1$ 。根据 Jiang^[30]的研究, β 与政府的环境管理能力、政府应用监管技术方面的熟练程度及执行力度等因素有关。

环境问题作为社会关注的热点会促使新闻媒体跟踪调查。随着我国民主化进程加快、科技快速发展及新媒体兴起,新闻媒体的话语权增强、舆论监督对象有所扩展。帅志强等^[31]认为“非法排污的污染企业,监管执法部门,甚至后续污染治理的地方政府等都是舆论监督的对象”。一般来说,个体倾向于更多地关注负面信息,对它的反应比正面积信息更强烈,新闻媒体因此更愿意对负面事件进行报道批评。假设新闻媒体对事实的反映是客观的,不受包括政府等在内的其他外部因素的影响,若政府对环境监管不严格被发现,新闻媒体会批评曝光,以引起上级政府和公众的关注。

1.2 模型描述

假设企业进行生产活动会产生 Q 单位污染物,若选择违法直接排放,需承担环境损失 L_1 ;若企业选择减少 H ($H \leq Q$)单位后合法排放,环境损失降为 L_2 ($L_2 < L_1$),而单位减排成本为 c_1 。随着公民环保意识的增强,企业减排行为带来市场收益 R_1 。此外,若政府严格监管,企业需按污染物排放量缴纳环境税,单位环境税额 ω ;若政府不严格监管,排污企业可能存有逃税行为。

政府对环境监管能促进环境改善,但同时会影响经济发展。政府若对环境严格监管,监管成本为 C_2 ,此时环境质量变化为政府带来收益(或社会效益) R_2 ,造成经济损失 L_3 。政府若对环境不严格监管,根据假设,监管成本和环境质量变化收益为严格监管时的 α 倍,此时经济损失为 L_4 ($L_4 < L_3$)。若被媒体发现曝光将遭受损失 P ,主要是政府公信力下降和声誉损失。另外,政府为鼓励减少污染物排放,按照减排量每单位给企业补贴 s ;若政府发现企业违法直接排污,会处以罚款 F 。

新闻媒体的环保监督成本为 C_3 ,对政府的不严格监管行为进行报道将获得收益 R_3 。

根据以上描述建立政府、企业和新闻媒体的博弈支付矩阵,见表 1。

1.3 演化博弈模型构建

假设企业选择合法减排的概率为 x ,违法直接排污的概率为 $1-x$;政府选择对环境严格监管的概率为 y ,则选择对环境不严格监管的概率为 $1-y$;新闻媒体选择进行环保监督的概率为 z ,选择不进行环保监督的概率为 $1-z$ 。

根据演化博弈理论^[32],得到企业、政府和新闻媒体的

表1 环境污染治理三方博弈支付矩阵

		新闻媒体监督 (z)		新闻媒体不监督 ($1-z$)	
		政府		政府	
		严格监管 (y)	不严格监管 ($1-y$)	严格监管 (y)	不严格监管 ($1-y$)
企业	合法减排 (x)	$-c_1H - \omega(Q-H) - L_2 + R_1 + sH, -C_2 + \omega(Q-H) - L_3 + R_2 - sH, -C_3$	$-c_1H - \beta\omega(Q-H) - L_2 + R_1 + \alpha sH, -\alpha C_2 + \beta\omega(Q-H) - L_4 + \alpha R_2 - \alpha sH - P, R_3 - C_3$	$-c_1H - \omega(Q-H) - L_2 + R_1 + sH, -C_2 + \omega(Q-H) - L_3 + R_2 - sH, 0$	$-c_1H - \beta\omega(Q-H) - L_2 + R_1 + \alpha sH, -\alpha C_2 + \beta\omega(Q-H) - L_4 + \alpha R_2 - \alpha sH, 0$
	违法直排 ($1-x$)	$-\omega Q - L_1 - F, -C_2 + \omega Q - L_3 + F, -C_3$	$-\beta\omega Q - L_1 - \beta F, -\alpha C_2 + \beta\omega Q - L_4 + \beta F - R, R_3 - C_3$	$-\omega Q - L_1 - F, -C_2 + \omega Q - L_3 + F, 0$	$-\beta\omega Q - L_1 - \beta F, -\alpha C_2 + \beta\omega Q - L_4 + \beta F, 0$

复制动态方程分别为:

$$F(x) = \frac{dx(t)}{dt} = x(1-x)\{y[(1-\beta)(\omega H + F) + (1-\alpha)sH] - c_1H - L_2 + R_1 + L_1 + \beta(\omega H + F) + \alpha sH\} \quad (1)$$

$$F(y) = \frac{dy(t)}{dt} = y(1-y)\{x[(1-\alpha)(R_2 - sH) - (1-\beta)(\omega H + F)] - (1-\alpha)C_2 - L_3 + L_4 + (1-\beta)(\omega Q + F) + zP\} \quad (2)$$

$$F(z) = \frac{dz(t)}{dt} = z(1-z)(-yR_3 - C_3 + R_3) \quad (3)$$

2 模型求解与分析

2.1 各参与方的演化稳定策略

2.1.1 生产排污企业

令式(1)等于0,解得 $x=0$ 或1,即企业排污的渐进稳定策略有两个,同时可求得临界值 y^* 。对于任意 $0 \leq y \leq 1$,有:①若 $y < y^*$,始终有 $F(x) \leq 0$,企业违法直接排污最优;②若 $y > y^*$,始终有 $F(x) \geq 0$,企业会选择合法减排;③特别当 $0 \leq y^* \leq 1$ 时,存在 $y = y^*$,使 $F(x) = 0$,此时最终稳定状态与企业初始意愿有关。

2.1.2 政府

根据式(2)得临界值 z^* ,有:①若 $z < z^*$,政府选择对环境不严格监管;②若 $z > z^*$,政府选择对环境严格监管;③当 $0 \leq z^* \leq 1$ 时,存在 $z = z^*$,使得政府的初始策略即稳定。

2.1.3 新闻媒体

根据式(3)求得临界值 y^{**} ,且 $y^{**} < 1$,有:①若 $y > y^{**}$,新闻媒体选择不进行环保监督;②若 $y < y^{**}$,新闻媒体选择监督;③若 $0 < y^{**} < 1$,存在 $y = y^{**}$,使得新闻媒体的策略均稳定。

2.2 系统一演化博弈分析

从式(1)、(2)和(3)可以看出,企业排污策略的选择很大程度上取决于政府的监管程度,即 x 与 y 相关;媒

体的策略选择也与政府的监管程度密切相关,即 z 和 y 也相关。因此,为探究企业与政府、新闻媒体与政府之间的策略互动及稳定性,将企业和政府组成系统一、新闻媒体与政府组成系统二进行分析。

式(1)和式(2)组成复制动态系统一,即 $\begin{cases} F(x) \\ F(y) \end{cases}$,以描述企业和政府间策略选择的动态变化过程及演化规律。为分析方便,令

$$\begin{aligned} \pi_1 &= L_1 + R_1 + \beta(\omega H + F) + \alpha sH - c_1H - L_2, \\ \pi_2 &= L_1 + R_1 + sH + F + \omega H - c_1H - L_2, \\ \pi_3 &= (1-\beta)(\omega Q + F) + zP + L_4 - (1-\alpha)C_2 - L_3, \\ \pi_4 &= (1-\alpha)(R_2 - sH) + (1-\beta)\omega(Q-H) + zP + L_4 - (1-\alpha)C_2 - L_3, \\ \text{知 } \pi_2 &> \pi_1. \text{ 令 } \pi_5 = \pi_4 - \pi_3, \pi_6 = \pi_2 - \pi_1. \end{aligned}$$

2.2.1 系统一的均衡点稳定性分析

令 $F(x)=0$ 、 $F(y)=0$,解得系统一的平衡点有 $(0,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$;当 $\pi_1 < 0$ 、 $\pi_2 > 0$ 、 $\pi_3 > 0$ 、 $\pi_4 < 0$ (或 $\pi_1 < 0$ 、 $\pi_2 > 0$ 、 $\pi_3 < 0$ 、 $\pi_4 > 0$)时, (x_0, y_0) 也是系统一的均衡点,其中, $x_0 = -\pi_3/\pi_5$, $y_0 = -\pi_1/\pi_6$ 。但均衡点并不都是演化稳定策略(ESS),因为ESS还必须具有抵抗由有限理性引起误差带来的干扰的能力。根据FRIEDMAN^[33,34]提出的局部渐近稳定方法,可用雅可比矩阵判定复制动态系统均衡点是否稳定;且知当均衡点满足 $\det J > 0$, $\text{tr} J < 0$ 时才是稳定的,对应策略为ESS。

系统一的雅可比矩阵 $J_1 = \begin{bmatrix} \partial F(x)/\partial x & \partial F(x)/\partial y \\ \partial F(y)/\partial x & \partial F(y)/\partial y \end{bmatrix}$,易求行列式 $\det J_1$ 和迹 $\text{tr} J_1$ 。通过局部稳定分析得到:①当 $\pi_1 < 0$ 、 $\pi_3 < 0$ 时,系统一的ESS为 $(0,0)$;②当 $\pi_1 > 0$ 、 $\pi_4 < 0$ 时,系统一的ESS为 $(1,0)$;③当 $\pi_2 < 0$ 、 $\pi_3 > 0$ 时,系统一的ESS为 $(0,1)$;④当 $\pi_2 > 0$ 、 $\pi_4 > 0$ 时,系统一的ESS为 $(1,1)$;⑤当 $\pi_1 < 0$ 、 $\pi_2 > 0$ 时:若 $\pi_3 < 0$ 、 $\pi_4 > 0$,系统一有2个ESS,分别为 $(0,0)$ 和 $(1,1)$;若 $\pi_3 > 0$ 、 $\pi_4 < 0$,不存在ESS。

2.2.2 系统一演化结果分析

当 $\pi_1 < 0$ 、 $\pi_3 < 0$ 时,考虑可能来自政府的环境税和罚款后,企业违法直接排污的期望收益高于合法减排的期望收益,而政府对环境不严格监管的综合效益更大,最终企业

选择违法直接排污、政府对环境不严格监管,演化趋势见图1(a)。而当 $\pi_2 < 0, \pi_4 < 0$ 时,政府和企业双方ESS始终最优;当 $\pi_2 > 0, \pi_4 < 0$ 时,企业受政府不严格监管影响而选择违法直接排污;当 $\pi_2 < 0, \pi_4 > 0$ 时,政府受企业影响,现实中存在政府为追求经济发展、吸引企业投资而放松环境监管的情形,与Liu等^[1-4]的研究结论一致。上述情形将导致环境质量恶化,是无效状态,意味着监管体制失效,造成这种结果的主要原因在于政府环保意识不强,过度追求经济增长。

当 $\pi_1 > 0, \pi_4 < 0$ 时,企业选择合法减排、政府不严格监管,演化趋势见图1(b)。 π_3 的正负影响演化过程,当 $\pi_3 < 0$ 时,政企双方所选策略始终最优,不相互影响;而当 $\pi_3 > 0$ 时,政府因企业合法减排而不严格监管。上述情形能促进环境质量变好,但需要社会公众有很高的环保意识,一般会出现企业减排水平达到稳定期之后,目前的社会发展水平还达不到。当下由于公众的环保意识还处于较低水平,技术发展不成熟,而企业施行减排需要投入较大的财力和技术研发,会产生较高额外成本导致企业不愿主动施行。

当 $\pi_2 < 0, \pi_3 > 0$ 时,企业违法直接排污的期望利润始终更高,保持策略不变;政府的策略在演化过程中虽会发生变动,但最终仍会选择严格监管,演化趋势见图1(c)。对政府而言,当 $\pi_4 > 0$ 时,其策略不受影响;当 $\pi_4 < 0$ 时,企业排污策略会直接影响政府在环境税额、罚款、减排补贴等方面的收支变化,最终因企业选择违法直接排污而导致政府对环境严格监管的期望收益更高。该情形下,虽然政府会选择严格、认真地履行环境监管的责任和义务,但企业仍然违法直接排污,会造成环境恶化,意味着监管无效。导致此结果的原因可能是政府的环境税额和处罚太轻,没有引起企业的重视。

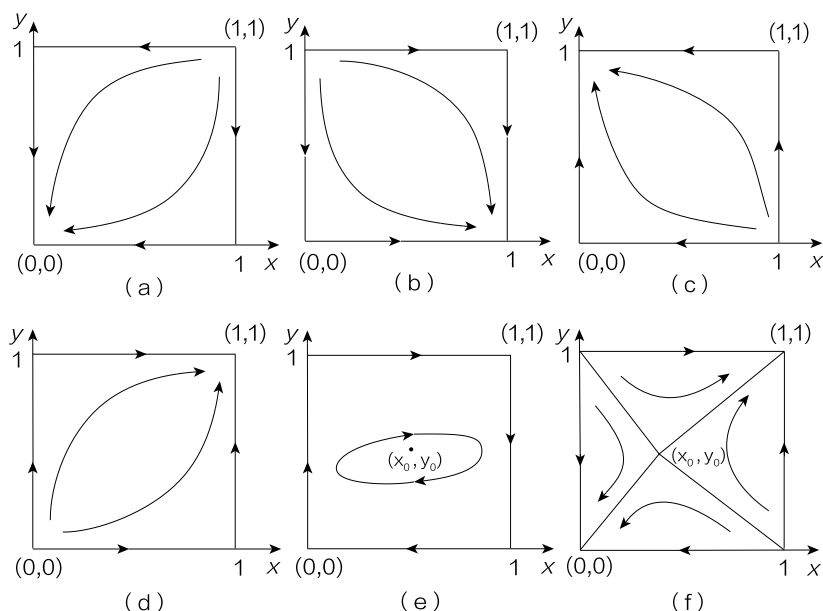


图1 不同条件下系统的演化趋势

当 $\pi_2 > 0, \pi_4 > 0$ 时,企业进行合法减排、政府严格监管,演化趋势见图1(d)。该情形下政府和企业均积极采取措施改善环境,有利于节能减排行动的推行,久而久之能促进社会公众环保意识的提升。特别当 $\pi_1 > 0, \pi_3 > 0$ 时,双方策略始终稳定;当 $\pi_1 < 0, \pi_3 > 0$ 时,政府对环境严格监管产生了积极作用,促使企业合法减排;当 $\pi_1 > 0, \pi_3 < 0$,企业自发进行合法减排使得环境质量变好,政府受影响选择严格监管使社会福利最大化,不仅能获得较高的环境质量收益,而且能够避免不必要的损失。政府的决策是从对社会、公众有利的角度出发,迎合社会发展大趋势,通常对企业进行指引。随着社会公众环保意识的增强,企业认识到环境对人类生存发展的重要性,会主动承担起社会责任,减少污染物排放。

在 $\pi_1 < 0, \pi_2 > 0$ 的前提下,系统一存在中心均衡点 (x_0, y_0) 。当 $\pi_3 > 0, \pi_4 < 0$ 时,系统一没有ESS,二者的策略相互影响制约使得博弈过程呈现周期性变化,难以稳定。该情形较多地存在于公共政策的实施过程中,演化趋势见图1(e)。当 $\pi_3 < 0, \pi_4 > 0$ 时,系统一存在两个对立的ESS,而最终结果取决于双方初始意愿及参数的变化,政府和企业对环境问题的认知程度将直接影响演化结果的方向,演化趋势见图1(f)。参数变化的影响后面具体分析。

2.2.3 参数变化的影响

当 $\pi_1 < 0, \pi_2 > 0, \pi_3 < 0, \pi_4 > 0$ 时,系统一出现两个对立的ESS。稳定策略与系统一的初始状态有关,当初始状态处于图1(f)中的右上四边形中时,演化稳定策略为(1,1),而当位于左下四边形中时演化稳定策略则为(0,0)。相应区域的面积占比也代表了趋于某个演化稳定策略的概率。因此,可通过改变 (x_0, y_0) 使两个四边形的面积发生变化,

进而使系统一演化到(1,1)的概率增大。根据 x_0, y_0 的表达式,通过求导分析得到命题1~3。

命题1: 减小企业的单位减排成本 c_1 、减小政府严格监管的成本 C_2 ,均能够使企业合法减排、政府严格监管的概率增大。证明略。

命题2: 增大环境保护税额 ω ,能够使企业合法减排、政府严格监管的概率增大。证明略。

命题3: 增大政府对违法直接排污企业的处罚 F ,能够增大企业合法减排、政府严格监管的概率。证明略。

2.3 系统二演化博弈分析

由式(2)和式(3)组成复制动态系统二,即 $\begin{cases} F(y) \\ F(z) \end{cases}$,以描述政府和新闻媒体的策略选择的动态变化。为方便分

析, 令 $\pi_7 = x[(1-\alpha)(R_2 - sH) - (1-\beta)(\omega H + F)] - (1-\alpha)C_2 - L_3 + L_4 + (1-\beta)(\omega Q + F)$, $\pi_8 = \pi_7 + P$, $\pi_9 = R_3 - C_3$ 。

2.3.1 系统二的均衡点稳定性分析

令 $F(y)=0$ 、 $F(z)=0$, 得到系统二的平衡点: $(0, 0)$ 、 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1, 1)$; 当 $\pi_7 < 0, \pi_8 > 0, \pi_9 > 0$ 时, (y_1, z_1) 也是系统二的均衡点, 其中 $y_1 = \pi_9/R_3$ 、 $z_1 = -\pi_7/P$ 。

系统二的雅可比矩阵 $J_2 = \begin{bmatrix} \partial F(y)/\partial y & \partial F(y)/\partial z \\ \partial F(z)/\partial y & \partial F(z)/\partial z \end{bmatrix}$, 通过局部稳定分析得到: ① $\pi_7 > 0$ 时, 系统二的 ESS 为 $(1, 0)$, 即政府严格监管、新闻媒体不监督; ② 当 $\pi_7 < 0, \pi_9 < 0$ 时, 系统二的 ESS 为 $(0, 0)$, 即政府不严格监管、新闻媒体不监督; ③ 当 $\pi_8 < 0, \pi_9 > 0$ 时, 系统二的 ESS 为 $(0, 1)$, 即政府不严格监管、新闻媒体进行监督; ④ 当 $\pi_7 < 0, \pi_8 > 0, \pi_9 > 0$ 时, 不存在 ESS。

2.3.2 系统二演化结果分析

当 $\pi_7 > 0$ 时, 无论新闻媒体是否监督, 政府严格监管时的期望收益始终更高, 最终政府严格监管、新闻媒体不监督。该情形下政府能够认真履行环境监管职责, 有助于营造良好的政策环境, 为环境改善提供可靠保障。政府注重生态文明发展, 对环境严格监管不仅能享受较高的收益, 一定程度上也推动企业减排, 有助于环境质量改善, 获得社会公众的认可, 政府会有很强的意愿进行严格监管。此时新闻媒体会注意到环境质量的变好, 基于“理性经济人”假设, 新闻媒体不会选择监督, 因为监督意味着需要投入人力和资源, 媒体成本负担增大, 得不偿失。

当 $\pi_7 < 0, \pi_9 < 0$ 时, 新闻媒体进行环保监督的成本始终高于获得的收益, 导致新闻媒体的期望利润始终为负, 进而不会主动选择环保监督; 政府策略的演化过程虽因 π_8 不同而有所差异, 但最终均选择不严格监管。当 $\pi_8 < 0$ 时, 政府策略不受影响; 当 $\pi_8 > 0$ 时, 损失 P 对政府的影响较大, 当新闻媒体进行监督、对政府的不严格监管行为进行报道, 政府将会遭受较大的损失, 因新闻媒体不进行环保监督而导致了政府最终选择不严格监管, 该结果主要是因

为新闻媒体参与环保监督的利润为负。

当 $\pi_8 < 0, \pi_9 > 0$ 时, 政府不严格监管的期望利润更高, 此时新闻媒体的期望利润只有在政府不严格监管时是正的, 故演化稳定策略为 $(0, 1)$ 。因为政府对环境不严格监管, 新闻媒体出于对热点的追踪会选择监督曝光以获利, 但在中国目前经济发展水平还不高的前提下, 政府一般会为了经济增长牺牲环境而最终不会严格监管。由于新闻媒体受政府管制, 一定程度上媒体的舆论功能有所弱化, 新闻媒体在监督政府方面会因各种原因而谨小慎微, 导致监督力度不足, 对政府的决策难以产生影响。

当 $\pi_7 < 0, \pi_8 > 0, \pi_9 > 0$ 时, 政府和新闻媒体的策略选择相互影响, 没有稳定状态。政府的策略受新闻媒体监督和曝光损失的影响: 当新闻媒体监督时, 政府倾向于进行严格监管; 当新闻媒体不监督时, 政府不严格监管时的综合收益更高。新闻媒体是否选择监督也受政府监管影响: 当政府严格监管时, 新闻媒体不愿监督; 当政府不严格监管时, 新闻媒体监督意愿强烈。因此, 双方策略将不断调整, 处于循环中。

3 数值算例

为验证模型解析的正确性及命题的合理性, 直观地反映系统的演化趋势, 使用 Matlab2014 对系统演化过程进行数值模拟。保证 $0 < H \leq Q$ 、 $L_2 < L_1$ 、 $L_4 < L_3$, 对参数赋值:

$$c_1 = 3, Q = 15, H = 6, L_1 = 10, L_2 = 7, R_1 = 8, \\ 31, \alpha = 0.5, \beta = 0.4, \omega = 1, L_3 = 15, L_4 = 12, \\ R_2 = 30, F = 4, s = 0.5, P = 7, C_3 = 10, R_3 = 15。$$

系统中, 计算后易知 $\pi_1 < 0$ 、 $\pi_2 > 0$ 、 $\pi_3 < 0$ 、 $\pi_4 > 0$, 可推断此时系统一有两个演化稳定策略。z 分别取 0、0.5、1 时, 然后对 x、y 取不同初始值进行仿真, 得到图 2 至图 4。

综合图 2 至图 4 可知, 系统一有两个 ESS, 分别为 $(0, 0)$ 和 $(1, 1)$ 。从演化结果可以看出, 随着 z 由 0 增大到 1, 演化到 $(1, 1)$ 的初始点数量增加, 表明增大新闻媒体进行环保监督的概率一定程度上能够增加企业合法减排、政府严格监管的概率, 但还与企业和政府的初始意愿高低

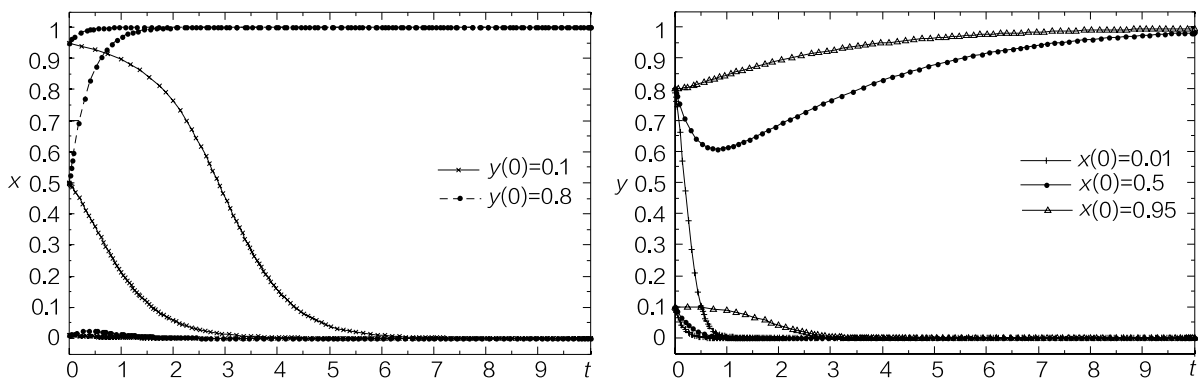
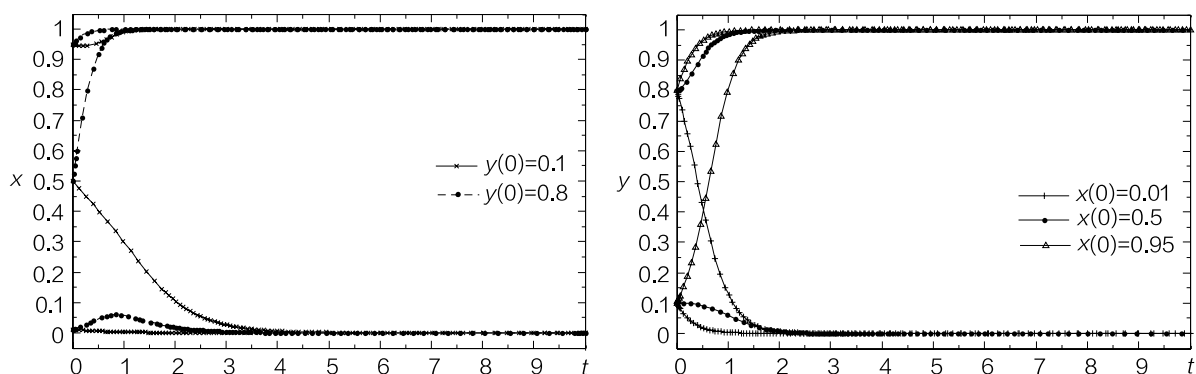
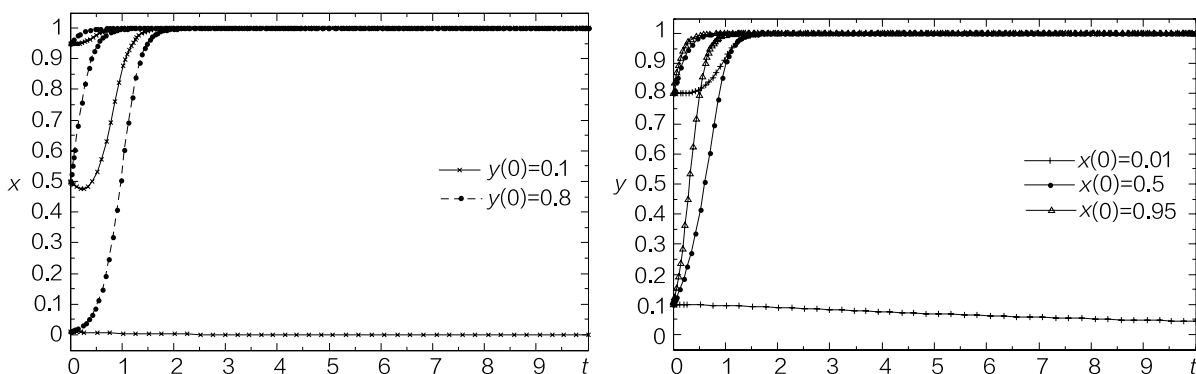


图2 $z=0$ 时企业、政府的演化结果


 图3 $z=0.5$ 时企业、政府的演化结果

 图4 $z=1$ 时企业、政府的演化结果

有关。当政府对环境严格监管、企业进行合法减排的意愿都很低时,新闻媒体进行监督不会改变演化结果,如在 $x(0)=0.01, y(0)=0.1$ 时, z 增大到1,系统一的演化结果仍是 $(0, 0)$ 。因此,若政府和企业不能从思想上正确认识环境对人类发展的重要性,只是单纯地追求经济的增长,最终将会造成环境污染加剧,这也彰显出对环境保护理念宣传的必要性。

系统二中,当 $x < 0.0133$ 时,有 $\pi_8 < 0$,演化稳定策略为 $(0, 1)$;当 $0.0133 < x < 0.947$ 时,有 $\pi_7 < 0, \pi_8 > 0$,系统二没有ESS;当 $x > 0.947$ 时,有 $\pi_7 > 0$,演化稳定策略为 $(1, 0)$ 。仿真图像显示^①,当 $x=0.01$ 时,演化结果 $(0, 1)$,新闻媒体利润为5;当 $x=0.95$ 时,演化结果为 $(1, 0)$;当 $x=0.5$ 时,双方的策略周期性变化。当政府对环境严格监管时,新闻媒体最终选择不监督;当政府对环境不严格监管时,新闻媒体是否监督主要取决于其对政府行为的预测和监督获得的利润。新闻媒体的策略调整具有被动性和滞后性,政府决策意愿的强烈程度会影响新闻媒体,这与现实情景较吻合。政府倾向于对环境严格监管时,在行动和环境表现上会有所体现,如执法次

数增加、环境监测频度增加、污染事件减少等,新闻媒体通过观察到这些行为判断政府的监管程度来做出监督决策。

为验证参数变化的影响,本文在原数值的基础上分别进行以下变动^②: ①保证其他参数不变,将 c_1 减小为2; ②保证其他参数不变,将 C_2 减小为16; ③保证其他参数不变,将 ω 增大到2; ④保证其他参数不变,将 F 增大到17。演化结果显示,上述变动使得系统一的演化结果均为 $(1, 1)$,且随着 z 增大, x 和 y 演化到稳定状态的时间缩短。这说明减小 c_1 和 C_2 、增大 ω 和 F 能够使系统一的演化结果变优,进一步提高新闻媒体进行环保监督的概率能加快系统一演化到稳定状态的速度,为政府调整政策提供了方向。而对于系统二,在上述情形②③④中, y 逐步收敛到1、 z 最终趋于0而稳定,进一步验证了政府严格监管时,新闻媒体不会进行环保监督;而在①中,系统二的演化结果与 x 大小有关,结果与 $c_1=3$ 时类似。

4 结论及建议

曲靖铬污染、腾格里沙漠污染等环境事件中,新闻媒

① 作者注:仿真图像系计算过程文件,如有需要,可联系作者索取。

② 作者注:此处结果有仿真图像计算过程文件,如有需要,可联系作者索取。

体对政府的监督作用已经显现,具有很强的舆论能力。在环境污染治理过程中,本文引入新闻媒体对政府的环境监管行为进行监督,使用演化博弈理论分析了企业、政府和新闻媒体的决策演化过程,分别就单个参与者,企业与政府、政府与新闻媒体组成的系统演化稳定情形进行讨论,根据演化结果和数值仿真得出以下结论:

(1) 对政府、企业而言,当双方选择某一策略的期望利润始终更大时,其决策不受另一方和新闻媒体的影响,且此时系统一存在 ESS。政府选择严格监管的前提是严格监管时的期望收益更高;而企业只有在合法减排的期望成本始终低于违法排污所受到的惩罚时,才会主动选择合法减排。一定程度上,政府和企业对环保的态度(初始意愿)也会影响演化结果。

(2) 新闻媒体进行环保监督能够督促政府对环境严格监管,并使系统一向优良状态演化。新闻媒体是否选择环保监督主要取决于政府监管水平及报道收益和成本的大小。当政府对环境严格监管时,新闻媒体不会主动选择进行环保监督;当政府对环境不严格监管时,新闻媒体也只有在监督收益高于成本的情况下才会选择监督。

(3) 政府在环境污染治理中的作用举足轻重,其监管水平严格与否、环境保护税额和违法排污处罚力度的大小都会影响企业的排污策略选择。政府选择对环境严格监管、增加环境税额、加大对违法排污处罚均能够使企业选择合法减排的概率增大。

为促进环境质量改善,结合结论提出以下建议:

(1) 降低政府监管成本和企业减排成本,提升政企双方参与环境治理的意愿。政府可以扩大对企业排污的监测渠道,引导民众或环保组织对污染问题进行监督举报,同时提高监管水平,以降低自身的监管成本,激发环境执法部门严格监管的动力;另外,政府可委托专业研究机构针对企业排污的普遍情况集中进行技术攻关,特殊行业可给予科研资金支持鼓励研发,并将应用成熟的技术全国推广,为企业提供技术支持以降低企业减排投入,提升企业合法减排的意愿。

(2) 扩大新闻媒体的职责范围,增加新闻媒体监督的主动性。完善环境问题舆论监督机制和舆论保障机制,在《中华人民共和国环境保护法》的基础上进一步扩大新闻媒体监督的职责范围,让新闻媒体参与到政府环境监管过程中,对监管机构执法行为的合规性、处罚依据及适用性过程和结果进行监督报道,促使执法机构严格履职;鼓励环境治理机构积极与媒体合作,及时公开环境信息,将监管执法透明化,保障新闻媒体信息获取的顺畅。此外,可通过奖励、倡导公众或组织为新闻媒体进行资助,弥补其成本损失,激发新闻媒体参与环保监督的积极性。

(3) 注重环境质量考核,加强对不严格监管的惩处。在对地方政府的考核中应将环境质量纳入衡量范围,适当增加环境维度的比重;在对部门和人员的考核中,将环境质量变化与业绩、收益、晋升等挂钩,约束避免不作为思

想;规范环境监管执法行为,对由纵容企业违法排污、不认真履行环境监管职责等原因造成严重环境污染问题的人员严肃处理,以起到警示作用。

(4) 强化环保理念,灵活政策的适应性。政府需不断加强环境保护理念的宣传,逐步提高社会公众的环保意识,让可持续发展思路深入人心,呼吁企业承担社会责任,积极参与减排;在政策上引导,结合企业生产和环境污染实际,制定适宜的奖惩措施;加强环境质量监测,根据环境状况变化和发展需要,及时调整政策方向,如当环境状况有恶化趋势时,适时增大环境税额,加大处罚力度。

参考文献

- [1] LIU K, LIN B Q. Research on influencing factors of environmental pollution in China: a spatial econometric analysis[J]. *Journal of cleaner production*, 2019, 206: 356-364.
- [2] XUN C, KOSTKA G, XU X. Environmental political business cycles: the case of PM_{2.5} air pollution in Chinese prefectures[J]. *Environmental science & policy*, 2019, 93: 92-100.
- [3] YU Y Z, YANG X Z, LI K. Effects of the terms and characteristics of cadres on environmental pollution: evidence from 230 cities in China[J]. *Journal of environmental management*, 2019, 232: 179-187.
- [4] LÄHTEENMÄKI-UUTELA A, REPKA S, HAUKIOJA T, et al. How to recognize and measure the economic impacts of environmental regulation: the Sulphur Emission Control Area case[J]. *Journal of cleaner production*, 2017, 154: 553-565.
- [5] WANG K L, YIN H C, CHEN Y W. The effect of environmental regulation on air quality: a study of new ambient air quality standards in China[J]. *Journal of cleaner production*, 2019, 215: 268-279.
- [6] HAO Y, DENG Y X, LU Z N, et al. Is environmental regulation effective in China? Evidence from city-level panel data[J]. *Journal of cleaner production*, 2018, 188: 966-976.
- [7] WANG M X, LIANG L N, SIU W S, et al. Loss accounting of environmental pollution within Pearl River Delta region, South China[J]. *Environmental pollution*, 2019, 249: 676-685.
- [8] 潘峰, 西宝, 王琳. 基于演化博弈的地方政府环境规制策略分析[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(6): 1393-1404.
- [9] 姜珂, 游达明. 基于央地分权视角的环境规制策略演化博弈分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(9): 139-148.
- [10] LIU T S, LIANG A P, ZHANG Y F, et al. The antecedent and performance of environmental managers' proactive pollution reduction behavior in Chinese manufacturing firms: insight from the proactive behavior theory[J]. *Journal of environmental management*, 2019, 242: 327-342.
- [11] CHEN W T, HU Z H. Using evolutionary game theory to study governments and manufacturers' behavioral strategies under various carbon taxes and subsidies[J]. *Journal of cleaner production*, 2018, 201: 123-141.
- [12] 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.
- [13] CHEN L L, HE F, ZHANG Q Z, et al. Two-stage efficiency evaluation of production and pollution control in Chinese iron and steel enterprises[J]. *Journal of cleaner production*, 2017, 165: 611-620.
- [14] DAI R, XU C X. Research on energy-saving and emission reduction management decision-making: an evolutionary game theoretic

- model[C]//Proceedings of 2013 International Conference on Management Science and Engineering 20th Annual Conference Proceedings. Harbin: IEEE, 2013: 1981-1986.
- [15] 张艳楠, 孙绍荣. 基于企业排污问题的机制设计研究[J]. 预测, 2016, 35(3): 63-68.
- [16] 焦建玲, 陈洁, 李兰兰, 等. 碳减排奖惩机制下地方政府和企业行为演化博弈分析[J]. 中国管理科学, 2017, 25(10): 140-150.
- [17] 游达明, 杨金辉. 公众参与下政府环境规制与企业生态技术创新行为的演化博弈分析[J]. 科技管理研究, 2017, 37(12): 1-8.
- [18] YUAN F, WEI Y D, GAO J L, et al. Water crisis, environmental regulations and location dynamics of Pollution-intensive industries in China: a study of the Taihu Lake watershed[J]. Journal of cleaner production, 2019, 216: 311-322.
- [19] LI L, XIA X H, CHEN B, et al. Public participation in achieving sustainable development goals in China: evidence from the practice of air pollution control[J]. Journal of cleaner production, 2018, 201: 499-506.
- [20] ROSS H, BALDWIN C, CARTER R W. Subtle implications: public participation versus community engagement in environmental decision-making[J]. Australasian journal of environmental management, 2016, 23(2): 123-129.
- [21] TILT B. China's air pollution crisis: science and policy perspectives[J]. Environmental science & policy, 2019, 92: 275-280.
- [22] 张国兴, 邓娜娜, 管欣, 等. 公众环境监督行为、公众环境参与政策对工业污染治理效率的影响——基于中国省级面板数据的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(1): 144-151.
- [23] 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.
- [24] 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, 582-582.
- [25] 沈洪涛, 冯杰. 舆论监督、政府监管与企业环境信息披露[J]. 会计研究, 2012, (2): 72-80.
- [26] 王云, 李延喜, 马壮, 等. 媒体关注、环境规制与企业环保投资[J]. 南开管理评论, 2017, 20(6): 83-94.
- [27] JIA M, TONG L, VISWANATH P V, et al. Word power: the impact of negative media coverage on disciplining corporate pollution[J]. Journal of business ethics, 2016, 138(3): 437-458.
- [28] TANG Z, TANG J T. Can the media discipline Chinese firms' pollution behaviors? The mediating effects of the public and government[J]. Journal of management, 2016, 42(6): 1700-1722.
- [29] 王欢明, 陈洋愉, 李鹏. 基于演化博弈理论的雾霾治理中政府环境规制策略研究[J]. 环境科学研究, 2017, 30(4): 621-627.
- [30] JIANG K, YOU D M, MERRILL R, et al. Implementation of a multi-agent environmental regulation strategy under Chinese fiscal decentralization: an evolutionary game theoretical approach[J]. Journal of cleaner production, 2019, 214: 902-915.
- [31] 帅志强, 吴定勇. 构建新媒体背景下西部地区民族地区环境污染的舆论监督机制[J]. 西南民族大学学报(人文社科版), 2015, 36(9): 168-173.
- [32] 谢识予. 经济博弈论[M]. 4版. 上海: 复旦大学出版社, 2017: 242-280.
- [33] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics[J]. Econometrica, 1991, 59(3): 637-666.
- [34] FRIEDMAN D. On economic applications of evolutionary game theory[J]. Journal of evolutionary economics, 1998, 8(1): 15-43.

Evolutionary Game of Environmental Pollution Control from the Perspective of Environmental Protection Supervision by News Media

LIU Dezhi*, YANG Kun

(School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: In order to urge the government strictly perform the duties of environmental regulation, introduce the news media into the process of environmental pollution control together with the government and enterprises. Using evolutionary game theory to build the tripartite game payoff matrix, the evolutionary stable strategies (ESS) between government and firms, news media and the government in different situations are discussed, to explore the role of news media in environmental pollution control. Moreover, the results of the evolution are validated through the example simulation, to draw conclusions and make policy recommendations. Evolution and numerical simulations show that for enterprises and governments, when the expected profits of one strategy are always greater, their decision-making process are not affected by the other party's and news media strategy, and there is ESS. To some extent, the environmental supervision of news media can promote the evolution of the first system to a good state. However, whether news media conduct supervision or not depends on the government's degree of environmental regulation and the size of profits and costs. The government plays an important role in pollution control; increases the unit environmental tax and punishment force can promote enterprises legally reduce emissions of pollutants, while the government's lax supervision may worsen the environmental quality. Generally, when the government conducts strict regulation, news media do not conduct supervision. Therefore, in order to promote the improvement of environmental quality, it is necessary to continuously strengthen the propaganda of environmental protection ideology, try to reduce the cost of enterprises' emission reduction and the government's regulation cost, expand the supervision responsibilities of the news media, and improve their supervision initiative. Besides that, increase the assessment of the government's environmental dimension, timely adjustment of policies in light of changes in environmental conditions.

Keywords: news media; environmental supervision; pollution control; evolutionary game