

环保社会组织参与下的企业漂绿行为治理:演化博弈及仿真分析

张明 武文琪 黄孟 丛楠*

摘要:企业漂绿现象层出不穷,严重制约了中国经济的绿色健康发展。面对企业漂绿行为,政府监管时有缺位,环保社会组织的深度参与也尚有不足。本文打破通常的政企二元格局,构建环保社会组织参与下的三方演化博弈模型,考察企业漂绿行为治理过程中各博弈参与方的互动策略和演化均衡,并借助数值仿真分析,模拟环保社会组织专业化水平和公信力等关键参数调整对博弈系统演化的可能影响。主要研究结果表明:环保社会组织专业化水平和公信力的提高均有助于增大政府选择积极规制和企业选择绿色创新的策略倾向。政府和公众对环保社会组织提供的资助均会影响到环保社会组织的参与意愿,且政府过高资助容易诱发政府行政人员懒政怠政,并改变环保社会组织的利益立场。漂绿惩罚、政府信誉损失、企业信誉损失的增加有助于博弈系统演化达到理想状态,但过高的创新补贴由于加大了政府的财政负担会导致演化均衡不稳定。政府应当加快制定相关法律法规,加强对企业漂绿行为的惩治力度。

关键词:漂绿;绿色创新;社会组织参与;环境治理;三方演化博弈

一、引言

绿色创新是绿色发展和创新驱动的有机结合,是中国打好污染防治攻坚战、推进生态文明建设、促进高质量发展的重要支撑(汪明月等,2020)。对于一家生产企业而言,主动进行绿

*张明,中国矿业大学经济管理学院,邮政编码:221116,电子信箱:zhangmingdlut@163.com;武文琪(通讯作者),中国矿业大学经济管理学院,邮政编码:221116,电子信箱:wuwenqicumt@163.com;黄孟,中国矿业大学经济管理学院,邮政编码:221116,电子邮箱:hm20211017@163.com;丛楠,中国矿业大学经济管理学院,邮政编码:221116电子邮箱:Civa1998@163.com。

本文系国家自然科学基金项目“自媒体视域下公众参与大气污染治理机理及保障机制研究”(72174195)、江苏省高校哲学社会科学研究项目(二十大专项)“‘双碳’目标下区域协同碳减排机理及能力提升策略研究”(SJZT202319)和江苏省社会科学基金“江苏生态保护与高质量发展协调推进研究”(20JD012)的阶段性成果。感谢匿名审稿人提出的宝贵修改建议,文责自负。

色创新,往往可以获得更多的政府政策倾斜和公众消费青睐,从真正意义上实现企业发展的转型升级。然而,绿色创新难度大且见效慢,漂绿(Greenwashing)行为则隐蔽而不易被发现(Yuan et al., 2020)。为谋取短期高额利益,企业往往选择漂绿以骗取政府和公众信任。这既不利于企业自身的长期成长,也损害了广大群众的环境权益,造成整体性社会福利损失。

漂绿是企业虚假环保宣传及粉饰行为的代名词。在绿色浪潮高涨背景下,企业的漂绿行为十分普遍,且表现形式多种多样(Wu et al., 2021; Christensen et al., 2021)。现有文献指出,企业漂绿行为是其“深思熟虑”后的选择(肖红军等, 2013)。利润导向的压力(Pressure)、宏观制度设计遗留的机会(Opportunity)、企业自身道德准则派生的借口(Rationalization)、行为曝光触发的低概率和弱惩罚结果(Exposure)等因素综合作用,最终促使企业实施了漂绿行为。这些造成企业漂绿行为盛行的原因又可以划分为两类:一是企业趋利、短视的本质特征,漂绿行为能够改善企业财务业绩,提升企业绿色品牌形象,增强竞争优势。有最新研究指出企业可以从漂绿中获取利益,并且随着环保税的改革,高昂的环境治理费用以及企业绿色形象带来的收益进一步加剧了漂绿行为的出现(张明等, 2023)。二是政府制度、监管的执行表现。政府行政人员作为环境信息劣势一方,受限于时间、精力等无法全面监管到企业的漂绿行径(Fiechter et al., 2022)。部分企业成为政府规制下的“漏网之鱼”,依托信息优势刻意隐瞒自身污染行为甚至凭空捏造绿色形象以窃取不正当的利益,包括且不限于骗取政府创新补贴(李军强等, 2021)、获取不正当竞争优势(Gao & Wu, 2023)等。更有甚者,漂绿企业与地方政府存在某种程度的规制合谋现象。漂绿企业中不乏能给地方创造巨额收益的大型企业,这些企业通常更需要绿色形象傍身(黄溶冰等, 2020)。然而,绿色创新周期长、难度大、成本高,短期内难以看到显著成效,漂绿却可以低廉的成本优势迅速占领绿色消费市场。理性的企业经权衡后不难倾向选择“一本万利”的漂绿行为,并通过向官员行贿等方式寻求政府庇护,诱发地方政府环境规制政策的选择性执行(Cohen et al., 2023)。显然,漂绿行为对消费者、企业自身以及整个社会都存在消极影响,对消费者来说,漂绿会使消费者产生怀疑态度,感知风险,并对绿色品牌权益和购买意图产生负面影响。对于企业而言,漂绿会对组织信誉、消费者感知的企业绩效和企业市场价值产生负面影响;与此同时,忠于绿色使命的企业将失去竞争优势。例如,2016年,7.6万辆电动汽车的生产与从中国政府获得金融补贴的欺诈行为有关^①,这无疑是对有限的科创基金的严重浪费。

政府和企业分别在漂绿行为治理中承担着基础性作用和主体性作用,一些研究认识到政企二元博弈格局存在诸多弊端,开始探索构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的环境治理体系,对公众参与环境治理下企业、政府策略选择行为进行了充分的研究

^①资料来源: https://www.sohu.com/a/114050505_455233。

(Wu et al., 2022; Buntaine et al., 2022)。公众参与的作用方面,Zhang等(2023)建立了公众-审计主体-领导干部三方演化博弈模型,验证了公众参与在自然资源审计中的作用。寇坡等(2023)借助演化博弈和数值仿真对地方政府缺失情形下第三方检测机构行为演化进行研究,结果表明公众参与可以弥补地方政府监管能力的不足。Shan等(2021)对邻避冲突利益相关者行为策略进行演化博弈分析,强调了环境非政府组织的干预可以有效避免邻避冲突行为。杨志(2022)将博弈主体扩展到四方,建立了社会公众-相邻两地-中央政府四方博弈模型,试图通过公众参与解决跨地区环境治理中的污染责任划分问题。公众参与对企业技术创新行为的影响方面,徐乐等(2022)组合构建了政府-企业、公众-企业、政府-公众-企业等多个演化博弈模型,发现公众有效参与有助于改变企业短视行为,激励企业采取前瞻性创新策略,且随着公众关注度和举报强度的增强,企业演化至绿色创新策略的速度加快。与上述文献考虑角度不同,Li和Gao(2022)考虑了企业绿色技术创新中研发能力差异,并探讨了市场化环境规制下企业绿色技术创新决策。不难发现,研究者们特别重视公众参与的力量,逐步形成了公众参与是加强和创新环境治理体系“生力军”的共识。然而,鲜有文献将环保社会组织纳入多元共治框架,考虑环保社会组织所具有的信息和专业化优势,以及依附式自治所享有的社会公信力等因素对打破政企二元博弈格局影响的系统研究更是少之又少;另一方面,现有的多方博弈模型中尚未关注环保社会组织自身特点,诸如环保社会组织的公信力、专业化程度等因素尚未在多方博弈模型中得到关注,但正是这些因素直接影响了公众对环保社会组织的信任程度,进而影响了环保社会组织在环保监督中的话语权。

王诗宗和宋程成(2013)对中国社会组织的特征进行了推演解释,指出社会组织面对制度复杂性做出能动回应从而在总体上呈现的是一种“依附式自主”特征。刘伟和满彩霞(2022)在复杂的制度框架下,依“组织-结构”视角建立分析框架,专门对环保社会组织的四类行动策略进行了描述刻画。环保社会组织在环境治理中可以承担环境维权、行政问责、公益诉讼等多领域的重要任务,其专业化程度、结构性外部资源依附或互动程度显著高于一般的、分散的公众。以长期处于高位爆发状态的大型环境事件为例(Hammit & Haninger, 2017),公众个体力量较为薄弱,环保社会组织通常代表公众环保利益,既与政府和企业进行沟通交流,必要时也借助法律手段捍卫公众环保权利,是公众环境权益的代言人和传声筒。面对企业漂绿问题时,环保社会组织积极收集企业排污证据,并向广大群众揭露漂绿企业的真实面目引爆社会舆论,在一定程度上对企业的漂绿行为起到了威慑和监督作用。例如荷兰环保组织市场发展基金会指出食品行业的碳中和啤酒、气候友好型牛肉干涉嫌漂绿。一些全国性的环保社会组织有时能够参与到政府改善环境管理的议程中,对环境政策的制定和决议产生影响(Zhang et al., 2022)。在中国环保社会组织近十年的努力下,推动了超过两万多家在华供应商公开披露和改善环境表现。环保社会组织是民间自发组建的自治性集合体,群众基础较为深厚,在

宣传环保意识、推动环保运动、激发环保关注等诸多方面都具有独特优势(Rigolon & Gibson, 2021)。因此,面对企业漂绿行为时,环保社会组织能够凭借其特征和能力,采取多种多样的嵌入行动。在不影响政府效益和效率达成的前提下,环保社会组织参与在一定程度上对企业漂绿行为起到了威慑和监督作用,同时也有效抑制了政企合谋现象,增加了漂绿企业的规制俘获成本,有利于企业绿色创新行为健康有序发展(郑敏娜、任广乾, 2021)。

环保社会组织参与到企业漂绿行为治理中,需要与政府和企业形成有机协同关系。博弈论作为多主体交互策略分析的基础工具,能够为分析企业漂绿行为治理提供重要理论支撑。基于此,通过构建“政府-企业-环保社会组织”参与的三方演化博弈模型,本文将全面探讨企业漂绿治理过程中各参与主体的互动策略,模拟不同水平的环保社会组织的演化均衡,以期更有效发挥环保社会组织对企业漂绿行为的协同监督作用,为政府规范管理和积极引导环保社会组织建设提供有效参考,亦对加快构建现代环境治理体系提供重要启示。

二、模型假设和构建

随着社会治理重心不断向基层下移,环保社会组织的环境治理参与能力愈益受到广泛关注。如前所述,专业化水平和社会公信力是决定环保社会组织参与能力“好坏”的两大重要因素(Garbiras-Díaz & Montenegro, 2022)。专业化水平越高,环保社会组织越能发现企业隐蔽的漂绿行为,进而打破环境信息壁垒,帮助政府节约环境监督成本。公信力则代表环保社会组织在公众群体中的号召力和影响力,公信力越强,环保社会组织越容易得到社会公众的信任和依附(Wu et al., 2022)。当环保社会组织参与调查并曝光企业污染行为时,漂绿企业的隐瞒和欺骗行为将引发公众不满,造成企业经济绩效下滑(Wang et al., 2018)。和其他组织一样,环保社会组织的生存发展同样有赖于资金支持,其运营资金大部分来自政府资助和公众捐赠。通常来说,组织资金来源决定着组织的利益立场(陈晓红等, 2021)。在中国特殊制度背景下,环保社会组织与政府的关系较为复杂。各地政府和企业有着同样的经济利益,政府既希望环保社会组织积极参与环境治理工作以承担部分公共职能,又忌惮环保社会组织对污染问题曝光破坏政府形象,并因为参与程序不明、渠道不畅而造成政府行政管理活动拖延,政府政策局限于短期目标上。当环保社会组织过度依赖于政府资助时,组织的运行和发展空间有可能受到限制,很难发挥其应有的监督政府和企业行为的作用。

依此逻辑,环保社会组织参与企业漂绿行为治理监管,对政府环境监管行为和企业环境污染行为均具有重要作用,逐渐形成了多元共治完整的环境治理体系,如图1所示。图1下方描述了典型的政企二元博弈格局,加入环保社会组织和公众后,环保社会组织成为环境治理体系的第三部门。环保社会组织如果发现宣称绿色创新的企业背地里肆无忌惮地排放污染,则会通过收集企业排污证据,与媒体合作等方式向公众曝光企业漂绿行为,由此引发公众对

漂绿企业的厌恶情绪和对漂绿产品的维权抵制,企业绿色形象遭受损失。在环保社会组织参与监督的情景下,政府如果仍然出于自身政治利益考虑而选择性地执行环境规制政策,即规制政策存在执行偏差,甚至存在与污染企业合谋等现象,则会造成公众对政府信任度下降,政府信誉遭受损失。

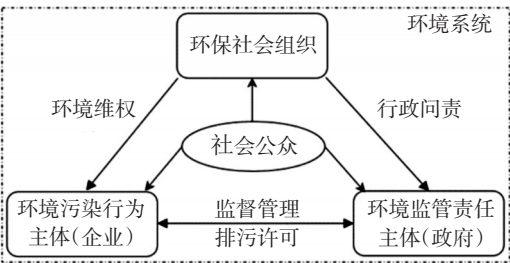


图1 环保社会组织参与下的环境治理体系

(一)模型假设

政府、企业和环保社会组织共同参与到企业漂绿行为治理的博弈过程中。其中,政府的策略空间为{积极规制,消极规制},企业的策略空间为{绿色创新,漂绿},环保社会组织的策略空间为{参与监督,不参与监督}。

假设1:博弈参与主体均为有限理性,并具有模仿和学习的能力。

假设2:在博弈初始阶段,政府选择积极规制和消极规制的概率分别是 x 和 $1-x$,企业选择绿色创新和漂绿行为的概率分别是 y 和 $1-y$,环保社会组织选择参与监督和不参与监督的概率分别是 z 和 $1-z$ 。 $x, y, z \in [0, 1]$ 。

假设3:政府采取积极规制的成本为 P_1 ,采取消极规制的成本为 P_2 , $P_1 > P_2$ 。当政府采取积极规制策略时,如果企业采取绿色创新则获得政府补贴 F_1 ,否则上缴行政罚款 F_2 。

假设4:企业采取绿色创新和漂绿行为所获得的收益相同,均为 R ,但由于绿色创新周期长、难度大、风险高,采取绿色创新的成本 C_1 高于漂绿行为的成本 C_2 , $C_1 > C_2$ 。企业采取绿色创新带给政府享有的环境收益为 E_1 ,采取漂绿行为带给政府承担的环境治理成本为 E_2 。另外,企业采取漂绿行为引致的环境健康风险 H 由环保社会组织承担。

假设5:环保社会组织参与监督的成本为 C_3 ,当环保社会组织参与监督时,获得政府的资金资助 αM_1 和公众的资金资助 βM_2 ,且减轻政府的监督成本 αT 。由于政府和公众对环保组织资助的侧重点不同,政府对环保组织的资助受专业化水平的影响,公众对环保组织的资助受其社会公信力的影响,分别用 α 和 β 表示。此时,若政府采取消极规制则受到信誉损失 βS_1 ,企业也会因环保社会组织曝光漂绿行为而遭受信誉损失 βS_2 。环保社会组织专业化水平越高,越能够精准且全面地监督企业污染排放行为,政府节约的环境监督成本越多。环保

社会组织的公信力反映了其在公众群体中的权威性和影响力,因此政府和社会企业的社会信誉损失均与环保社会组织的公信力有关;公信力越强,环保社会组织对政府和社会企业的监督越能引起公众关注与行动,政府和企业遭受的损失也越大。模型中各参数具体含义见表1。

表1 参数与说明

参数	意义及说明
x	政府积极规制的概率,则政府消极规制的概率为 $1-x$
y	企业绿色创新的概率,则企业漂绿的概率为 $1-y$
z	环保社会组织参与监督的概率,则环保社会组织不参与监督的概率为 $1-z$
P_1	政府积极规制的成本
P_2	政府消极规制的成本, $P_1 > P_2$
F_1	企业绿色创新所获得的政府补贴
F_2	企业漂绿行为被政府发现时缴纳的行政罚款
R	企业绿色创新的收益或企业漂绿的收益
C_1	企业绿色创新的成本
C_2	企业漂绿行为的成本, $C_1 > C_2$
C_3	环保社会组织参与监督的成本
E_1	企业绿色创新给政府带来的环境收益
E_2	企业漂绿行为给政府带来的环境治理成本
H	企业漂绿行为给环保社会组织带来的环境健康风险
α	环保社会组织的专业化水平
β	环保社会组织的社会公信力
αM_1	环保社会组织参与监督时获得的政府资助
βM_2	环保社会组织参与监督时获得的公众资助
αT	环保社会组织参与监督为政府节约的监督成本
βS_1	政府消极规制行为经环保社会组织曝光后的信誉损失
βS_2	企业漂绿行为经环保社会组织曝光后的信誉损失

(二)模型构建

基于上述假设,构建政府-企业-环保社会组织的演化博弈收益矩阵(见表2)。

表2 政府-企业-环保社会组织演化博弈收益矩阵

政府	企业	环保社会组织	
		参与监督 z	不参与监督 $1-z$
积极规制 x	绿色创新 y	$-P_1 - F_1 - \alpha M_1 + E_1 + \alpha T$	$-P_1 - F_1 + E_1$
		$R - C_1 + F_1$	$R - C_1 + F_1$
	漂绿 $1-y$	$-C_3 + \alpha M_1 + \beta M_2$	0
		$-P_1 + F_2 - \alpha M_1 - E_2 + \alpha T$	$-P_1 + F_2 - E_2$
消极规制 $1-x$	绿色创新 y	$R - C_2 - F_2 - \beta S_2$	$R - C_2 - F_2$
		$-C_3 + \alpha M_1 + \beta M_2 - H$	$-H$
	漂绿 $1-y$	$-P_2 + E_1 - \beta S_1$	$-P_2 + E_1$
		$R - C_1$	$R - C_1$
		$-C_3 + \beta M_2$	0
		$-P_2 - E_2 - \beta S_1$	$-P_2 - E_2$
		$R - C_2 - \beta S_2$	$R - C_2$
		$-C_3 + \beta M_2 - H$	$-H$

三、模型分析

(一)演化策略稳定性分析

1. 政府的策略稳定性分析

政府选择积极规制和消极规制策略的期望收益 E_{11} 、 E_{12} 及平均期望收益 E_1 分别为:

$$\begin{aligned} E_{11} &= yz(-P_1 - F_1 - \alpha M_1 + E_1 + \alpha T) + y(1-z)(-P_1 - F_1 + E_1) + \\ &\quad (1-y)z(-P_1 + F_2 - \alpha M_1 - E_2 + \alpha T) + (1-y)(1-z)(-P_1 + F_2 - E_2) \\ E_{12} &= yz(-P_2 + E_1 - \beta S_1) + y(1-z)(-P_2 + E_1) + (1-y)z(-P_2 - E_2 - \beta S_1) + (1-y)(1-z)(-P_2 - E_2) \\ E_1 &= xE_{11} + (1-x)E_{12} \end{aligned}$$

则政府的复制动态方程为:

$$\begin{aligned} F(x) &= \frac{dx}{dt} = x(E_{11} - E_1) = x(1-x)(E_{11} - E_{12}) \\ &= x(1-x)[y(-F_1 - F_2) + z(\alpha T + \beta S_1 - \alpha M_1) + F_2 - P_1 + P_2] \end{aligned}$$

由微分方程稳定性定理可知,政府策略达到稳定状态需满足 $F(x)=0$ 且 $F'(x)<0$ 。对 $F(x)$ 求导可得:

$$\begin{aligned} F'(x) &= \frac{dF(x)}{dx} = (1-2x)[y(-F_1 - F_2) + z(\alpha T + \beta S_1 - \alpha M_1) + F_2 - P_1 + P_2] \\ \text{令 } y_0 &= \frac{z(\alpha T + \beta S_1 - \alpha M_1) + F_2 - P_1 + P_2}{F_1 + F_2}, \text{ 具体讨论如下:} \end{aligned}$$

①当 $y=y_0$ 时, $F(x) \equiv 0$ 且 $F'(x) \equiv 0$, 此时 x 无论取何值,均是政府的演化稳定策略。

②当 $y < y_0$ 时, $F(x)|_{x=1} = 0$ 且 $F'(x)|_{x=1} < 0$, 此时 $x=1$ 具有稳定性,即积极规制是政府的演化稳定策略。

③当 $y > y_0$ 时, $F(x)|_{x=0} = 0$ 且 $F'(x)|_{x=0} < 0$, 此时 $x=0$ 具有稳定性,即消极规制是政府的演化稳定策略。

政府的演化相位图如图2所示。由图2可知,随着企业采取绿色创新策略概率 y 的下降,政府越倾向于选择积极规制策略以遏制企业过度漂绿带来的环境质量损害。其他参数不变,由于 $y_0 = \frac{z(\alpha T + \beta S_1 - \alpha M_1) + F_2 - P_1 + P_2}{F_1 + F_2}$, 当 F_1 和 M_1 增大时, y_0 减小,截面左移,空间 V_2 的体积变大,表明政府对企业绿色创新的补贴越多、对参与环保社会组织的资助越多,政府越倾向于选择消极规制策略。当 T 和 S_1 增大时, y_0 增大,截面右移,空间 V_1 的体积变大,表明政府消极规制行为受到的信誉损失越严重、环保社会组织为政府节约的监督成本越多,政府越倾向于选择积极规制策略。

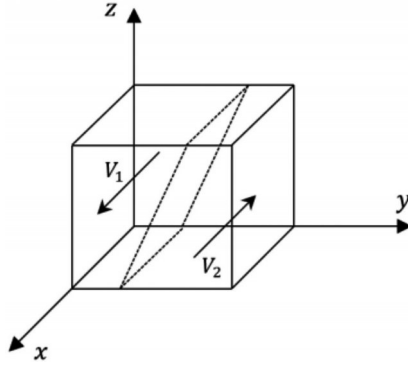


图2 政府的演化相位图

2. 企业的策略稳定性分析

企业选择绿色创新和漂绿策略的期望收益 E_{21} 、 E_{22} 及平均期望收益 E_2 分别为:

$$\begin{aligned} E_{21} &= xz(R - C_1 + F_1) + x(1-z)(R - C_1 + F_1) + (1-x)z(R - C_1) + (1-x)(1-z)(R - C_1) \\ E_{22} &= xz(R - C_2 - F_2 - \beta S_2) + x(1-z)(R - C_2 - F_2) + \\ &\quad (1-x)z(R - C_2 - \beta S_2) + (1-x)(1-z)(R - C_2) \\ E_2 &= yE_{21} + (1-y)E_{22} \end{aligned}$$

则企业的复制动态方程为:

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(E_{21} - E_2) = y(1-y)(E_{21} - E_{22}) = y(1-y)[x(F_1 + F_2) + z\beta S_2 - C_1 + C_2]$$

由微分方程稳定性定理可知,企业策略达到稳定状态需满足 $F(y)=0$ 且 $F'(y)<0$ 。对 $F(y)$ 求导可得:

$$F'(y) = \frac{dF(y)}{dy} = (1-2y)[x(F_1 + F_2) + z\beta S_2 - C_1 + C_2]$$

令 $z_0 = \frac{C_1 - C_2 - x(F_1 + F_2)}{\beta S_2}$, 具体讨论如下:

①当 $z=z_0$ 时, $F(y) \equiv 0$ 且 $F'(y) \equiv 0$, 此时 y 无论取何值均是企业的演化稳定策略。

②当 $z > z_0$ 时, $F(y)|_{y=1} = 0$ 且 $F'(y)|_{y=1} < 0$, 此时 $y=1$ 具有稳定性, 即绿色创新是企业的演化稳定策略。

③当 $z < z_0$ 时, $F(y)|_{y=0} = 0$ 且 $F'(y)|_{y=0} < 0$, 此时 $y=0$ 具有稳定性, 即漂绿是企业的演化稳定策略。

企业的演化相位图如图3所示。由图3可知, 随着环保社会组织采取参与监督策略概率 z 的上升, 企业越倾向于选择绿色创新策略以应对环保社会组织的监督行为。其他参数不变,

由于 $z_0 = \frac{C_1 - C_2 - x(F_1 + F_2)}{\beta S_2}$, 当 S_2 、 F_1 、 F_2 增大时, z_0 减小, 截面下移, 空间 V_3 的体积变大, 表明企业进行绿色创新获得的政府补贴越多、漂绿行为被发现时缴纳的罚款和承担的绿色信誉损失越多, 企业越倾向于选择绿色创新策略。反之亦然。

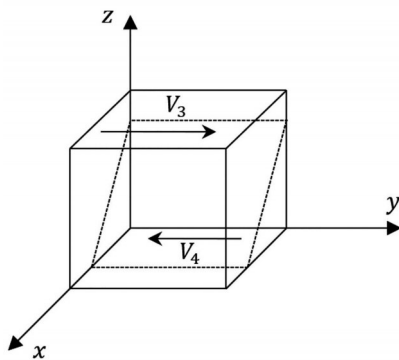


图3 企业的演化相位图

3. 环保组织的策略稳定性分析

环保组织选择参与监督和不参与监督策略的期望收益 E_{31} 、 E_{32} 及平均期望收益 E_3 分别为:

$$\begin{aligned} E_{31} &= xy(-C_3 + \alpha M_1 + \beta M_2) + x(1-y)(-C_3 + \alpha M_1 + \beta M_2 - H) + \\ &\quad (1-x)y(-C_3 + \beta M_2) + (1-x)(1-y)(-C_3 + \beta M_2 - H) \\ E_{32} &= x(1-y)(-H) + (1-x)(1-y)(-H) \\ E_3 &= zE_{31} + (1-z)E_{32} \end{aligned}$$

则环保组织的复制动态方程为:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(E_{31} - E_3) = z(1-z)(E_{31} - E_{32}) = z(1-z)(x\alpha M_1 - C_3 + \beta M_2)$$

由微分方程稳定性定理可知, 环保组织策略达到稳定状态需满足 $F(z) = 0$ 且 $F'(z) < 0$ 。对 $F(z)$ 求导可得:

$$F'(z) = \frac{dF(z)}{dz} = (1-2z)[x\alpha M_1 - C_3 + \beta M_2]$$

令 $x_0 = \frac{C_3 - \beta M_2}{\alpha M_1}$, 具体讨论如下:

①当 $x = x_0$ 时, $F(z) \equiv 0$ 且 $F'(z) \equiv 0$, 此时无论 z 取何值均是环保组织的演化稳定策略。

②当 $x > x_0$ 时, $F(z)|_{z=1} = 0$ 且 $F'(z)|_{z=1} < 0$, 此时 $z = 1$ 具有稳定性, 即参与监督是环保社会

组织的演化稳定策略。

③当 $x < x_0$ 时, $F(z)|_{z=0}=0$ 且 $F'(z)|_{z=0} < 0$, 此时 $z=0$ 具有稳定性, 即不参与监督是环保社会组织的演化稳定策略。

环保社会组织的演化相位图如图4所示。由图4可知, 随着政府采取积极规制策略概率 x 的上升, 环保社会组织越倾向性于选择参与监督策略。其他参数不变, 由于 $x_0 = \frac{C_3 - \beta M_2}{\alpha M_1}$, 当 M_1 和 M_2 增大时, x_0 减小, 截面后移, 空间 V_5 的体积变大, 表明环保社会组织参与监督时获得的政府和公众的支持越多, 从而越倾向于选择参与监督策略。反之亦然。

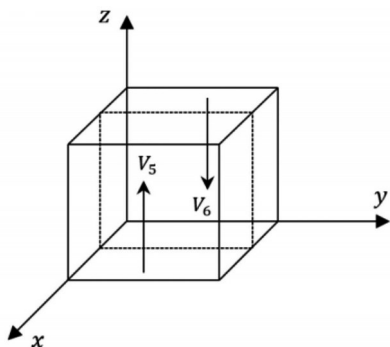


图4 环保社会组织的演化相位图

(二)均衡点及稳定性分析

由政府、企业、环保社会组织组成的复制动态方程组为:

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)[y(-F_1 - F_2) + z(\alpha T + \beta S_1 - \alpha M_1) + F_2 - P_1 + P_2] \\ F(y) = y(1-y)[x(F_1 + F_2) + z\beta S_2 - C_1 + C_2] \\ F(z) = z(1-z)(x\alpha M_1 - C_3 + \beta M_2) \end{cases}$$

令 $F(x)=0$, $F(y)=0$, $F(z)=0$, 求得该复制动态方程组8个纯策略均衡点分别为: $E_1(0,0,0)$ 、 $E_2(1,0,0)$ 、 $E_3(0,1,0)$ 、 $E_4(0,0,1)$ 、 $E_5(1,1,0)$ 、 $E_6(1,0,1)$ 、 $E_7(0,1,1)$ 、 $E_8(1,1,1)$ 。

复制动态方程组的雅克比(Jacobian)矩阵为:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} (1-2x)[y(-F_1-F_2)+z(\alpha T+\beta S_1-\alpha M_1)+F_2-P_1+P_2] & x(1-x)(-F_1-F_2) & x(1-x)(\alpha T+\beta S_1-\alpha M_1) \\ y(1-y)(F_1+F_2) & (1-2y)[x(F_1+F_2)+z\beta S_2-C_1+C_2] & y(1-y)\beta S_2 \\ z(1-z)\alpha M_1 & 0 & (1-2z)(\alpha M_1-C_3+\beta M_2) \end{bmatrix}$$

根据雅克比矩阵特征值的符号可以判断上述三维动力系统的均衡点稳定性。据此,对本文所求得 8 个纯策略均衡点的渐进稳定性进行分析,结果见表 3。

表 3 纯策略均衡点稳定性判断

均衡点	特征值	符号	稳定性
$E_1(0,0,0)$	$\lambda_1=F_2+P_2-P_1, \lambda_2=C_2-C_1, \lambda_3=\beta M_2-C_3$	$(U,-,U)$	渐进稳定
$E_2(1,0,0)$	$\lambda_1=P_1-P_2-F_2, \lambda_2=C_2-C_1+F_1+F_2, \lambda_3=\alpha M_1+\beta M_2-C_3$	(U,U,U)	渐进稳定
$E_3(0,1,0)$	$\lambda_1=P_2-P_1-F_1, \lambda_2=C_1-C_2, \lambda_3=\beta M_2-C_3$	$(-,+ ,U)$	不稳定
$E_4(0,0,1)$	$\lambda_1=F_2+P_2-P_1+\alpha T+\beta S_1-\alpha M_1, \lambda_2=C_2-C_1+\beta S_2, \lambda_3=C_3-\beta M_2$	(U,U,U)	渐进稳定
$E_5(1,1,0)$	$\lambda_1=F_1+P_1-P_2, \lambda_2=C_1-C_2-F_1-F_2, \lambda_3=\alpha M_1+\beta M_2-C_3$	$(+,U,U)$	不稳定
$E_6(1,0,1)$	$\lambda_1=P_1-P_2-F_2+\alpha M_1-\alpha T-\beta S_1, \lambda_2=C_2-C_1+F_1+F_2+\beta S_2, \lambda_3=C_3-\alpha M_1-\beta M_2$	(U,U,U)	渐进稳定
$E_7(0,1,1)$	$\lambda_1=P_2-P_1-F_1+\alpha T+\beta S_1-\alpha M_1, \lambda_2=C_1-C_2-\beta S_2, \lambda_3=C_3-\beta M_2$	(U,U,U)	渐进稳定
$E_8(1,1,1)$	$\lambda_1=F_1+P_1-P_2+\alpha M_1-\alpha T-\beta S_1, \lambda_2=C_1-C_2-F_1-F_2-\beta S_2, \lambda_3=C_3-\alpha M_1-\beta M_2$	(U,U,U)	渐进稳定

注:U表示特征值符号正负不确定。渐进稳定表示满足 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 < 0$ 条件时,该策略是演化稳定策略。

由表 3 可知, $E_3(0,1,0)$ 和 $E_5(1,1,0)$ 存在正的特征值,不可能是博弈系统的演化稳定策略,表明当环保社会组织不参与监督时,无论政府是采取积极规制策略还是消极规制策略,过低的漂绿成本所带来的高昂收益使得企业不愿主动进行绿色创新。均衡点 E_1 、 E_2 、 E_4 、 E_6 、 E_7 和 E_8 在满足一定条件时是渐进稳定点,且只有在均衡点 E_7 和 E_8 时企业才愿意主动进行绿色创新。由于中国环保社会组织参与程度较低,在没有政府监管的条件下企业将缺乏绿色创新的积极性,因此 $E_7(0,1,1)$ 不符合具体国情和实际状况, $E_8(1,1,1)$ 才是最接近现实的、理想的演化稳定策略,故本文接下来借助数值仿真方法对 E_8 的演化路径做进一步分析。

四、仿真分析

根据变量间关系,本文参照 $F_1+P_1-P_2+\alpha M_1-\alpha T-\beta S_1 < 0$, $C_1-C_2-F_1-F_2-\beta S_2 < 0$, $C_3-\alpha M_1-\beta M_2 < 0$ 的约束条件,并借鉴已有研究对参数赋值(郑敏娜、任广乾,2021;Zhang et al., 2022; 潘峰等,2023)。令 $x=y=z=0.5$, $P_1=5$, $P_2=2$, $F_1=3$, $F_2=2$, $C_1=6$, $C_2=2$, $C_3=3$, $M_1=3$, $M_2=6$, $T=8$, $S_1=10$, $S_2=8$, $\alpha=0.5$, $\beta=0.5$, 分析均衡策略 $(1,1,1)$ 的演化

路径。由图5可知,按照条件赋值后,政府朝着积极规制策略演化,环保社会组织朝着参与监督策略演化,企业朝着绿色创新策略演化,该仿真结果与前文分析相一致。系统大约在 $t=6$ 时达到稳定状态 $(1,1,1)$ 。在此基础上,本文继续讨论政府监管机制 F_1 和 F_2 、信誉损失程度 S_1 和 S_2 、环保社会组织专业化水平 α 、环保社会组织社会公信力 β ,以及政府和公众的资金资助 M_1 和 M_2 等参数取值变化对博弈系统演化策略和演化路径的可能影响。

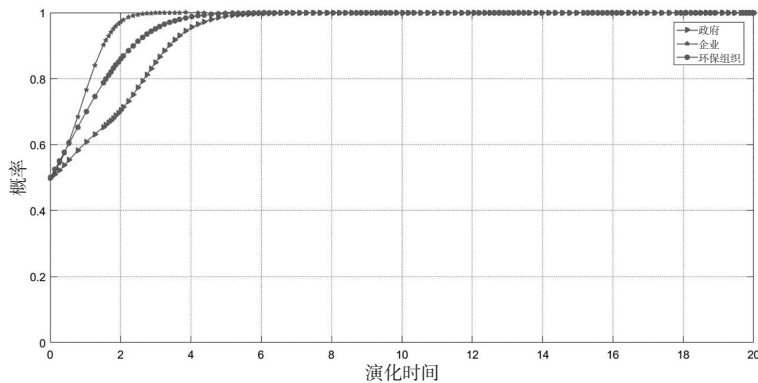


图5 初始演化路径

(一)政府监管机制的影响

依次取 $F_1=2,3,4,5$,分析创新补贴在不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图6可知,对政府而言,随着政府给予企业的创新支持增多,政府选择积极规制策略的速度减缓,时间变长。当超过某一临界值之后($F_1>3$),政府策略呈现出不稳定状态,选择消极规制策略的概率增大。这是因为,过高的创新补贴加重了政府的财政负担,财政上的入不敷出使得政府没有多余的精力来监管企业的漂绿行为。对企业而言,在一定范围内,随着所获得创新补贴的增多,企业选择绿色创新策略的速度加快,时间变短,然而超出该范围之后,创新补贴的增加反而使得企业选择漂绿行为的概率增大。这是因为,创新补贴过高时,政府选择消极规制策略的意愿增强,概率增大,在缺乏政府有效监督的情况下,企业通过漂绿骗取政府补贴的行为屡见不鲜,企业群体中选择漂绿的比例增大,造成了市场上“劣币驱逐良币”的现象。对环保社会组织而言,随着创新补贴的增加,环保社会组织达到参与监督的稳定状态的速度减缓,时间变慢。这与企业合规清洁生产造成的污染排放较少有关。上述分析表明,政府对企业的创新补贴并不是越多越好,应当依据政府的实际财政情况和企业所受的创新激励程度选择合适的补贴额度。

同理,依次取 $F_2=2,3,4,5$,分析漂绿惩罚不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图7可知,企业漂绿的行政处罚对环保社会组织的策略选择几乎没有影响;无论罚款是增大还是减少,环保社会组织始终参与监督,且各种情况下收敛至参与监督策略的速度和时间

一致。对政府而言,当罚款金额变化时,政府收敛至积极规制策略的速度和时间未发生较大变化,可见政府策略对罚款金额的变化并不敏感。由于环保社会组织参与监督节约了政府的监督成本,政府始终选择积极规制策略。对企业而言,随着政府对漂绿行为处罚力度的加大,企业到达绿色创新策略的收敛速度明显加快,时间减短,系统演化稳定策略趋向于(1,1,1)。

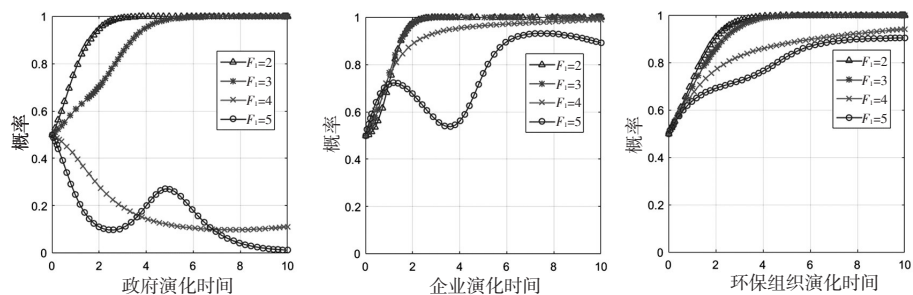


图6 创新补贴 F_1 对各方策略演化的影响

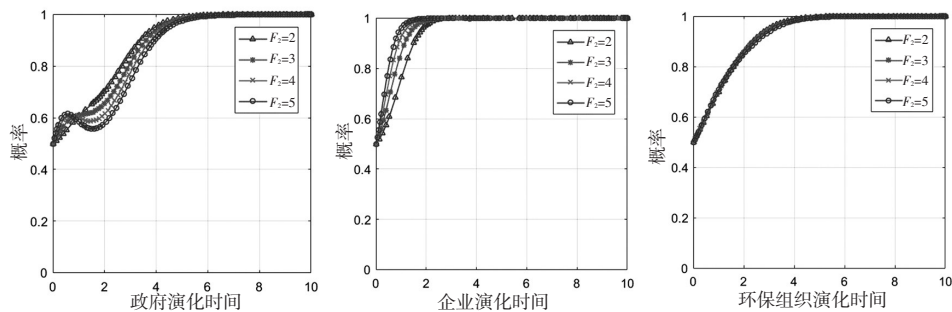


图7 漂绿惩罚 F_2 对各方策略演化的影响

(二)信誉损失程度的影响

依次取 $S_1=4,6,8,10$,分析政府信誉损失不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图8可知,政府信誉损失加大促使博弈系统朝着环保社会组织参与监督、政府积极规制、企业绿色创新的策略组合方向演化。这是因为,政府消极规制行为所受到的信誉损失越大,公众对政府行政人员办事效率和服务宗旨产生质疑与不满的情绪越激烈。此时公众不再信任政府官方发布的信息,亟需通过环保社会组织了解相关环境情况,环保社会组织参与监督的积极性得到显著增强。政府作为当地行政管理部门,负有维护社会安全与稳定、增进民生福祉的责任。当公众对政府不信任时,容易爆发环境群体性事件,引发社会动荡不安,政府官员面临着“掉帽子”的极大风险,故而倾向于选择积极规制策略。对企业而言,当政府积极规制和环保社会组织参与监督的概率增大时,企业漂绿行为更容易被发现,此时违法成本超出绿色创新成本,企业倾向于选择绿色创新策略。

同理,依次取 $S_2=4,6,8,10$,分析企业信誉损失不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图9可知,政府、企业和环保社会组织对企业信誉损失变化的敏感度各不相同,但系统的演化稳定策略始终趋于 $(1,1,1)$ 。对环保社会组织而言,其对企业信誉损失的变化不敏感,策略选择始终向着参与监督的方向演化直至到达稳定状态。对政府而言,随着企业信誉损失的增大,政府演化至积极监管策略的速度减慢,时间延长,这表明加强企业的信誉机制建设有助于减轻政府监管负担,一定程度上起着对政府监督职能的补充作用。对企业而言,漂绿行径引致的绿色形象损失越严重,企业收敛至绿色创新策略的速度越快,时间越短。这是因为,随着公众对环境保护日益重视,主动承担环保社会责任的企业往往获得更多的好感和支持,表现为公众对企业绿色产品的消费需求越来越旺盛。在经济利益的驱使下,部分企业会谎称自身为绿色企业。然而,一旦企业的欺瞒行为被环保社会组织揭发和曝光,其所受到的舆论反噬作用会更大。巨大的舆论压力使得企业不敢掩盖自身污染排放行为,只能通过绿色创新从源头减少污染物排放,使得系统演化稳定策略趋向于 $(1,1,1)$ 。

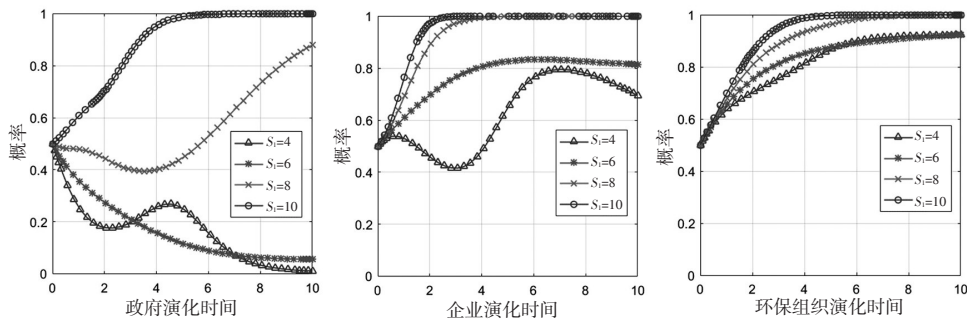


图8 政府信誉损失 S_1 对各方策略演化的影响

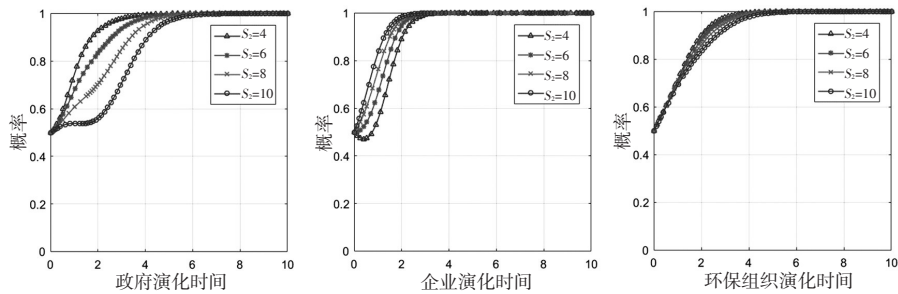


图9 企业信誉损失 S_2 对各方策略演化的影响

(三)环保社会组织专业度的影响

依次取 $\alpha=0.2,0.4,0.6,0.8$,分析环保社会组织专业化水平不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图10可知,环保社会组织专业化水平越高,博弈系统收敛至稳定状态 $(1,1,1)$ 的速度越快,时间越短。环保社会组织专业化水平的提升意味着其在配置资源、收集证

据、协商谈判、环境维权、行政问责、法律援助、公益诉讼等方面具有更出众的能力,更倾向于选择参与监督策略以充分发挥自身专业优势。由于环保社会组织专业化水平的提升节约了政府的监督成本,政府也倾向于选择积极规制策略。因此,来自政府和环保社会组织的双重监督压力迫使企业不得不进行绿色创新以改善环境质量,使得企业倾向于选择绿色创新策略。

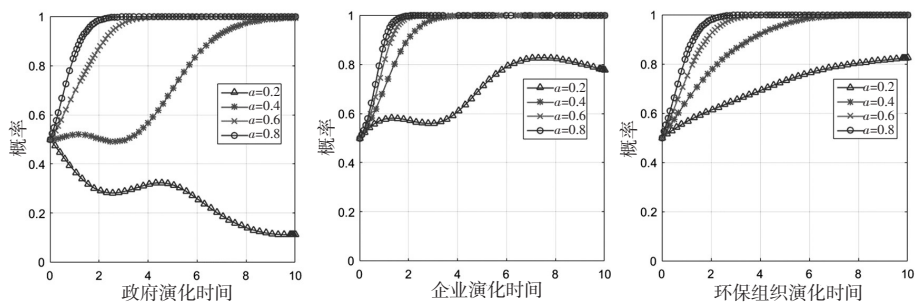


图10 环保社会组织专业化水平 α 对各方策略演化的影响

(四)环保社会组织公信力的影响

依次取 $\beta = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$, 分析环保社会组织社会公信力不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图11可知,当环保社会组织社会公信力较低时 ($\beta \leq 0.4$),其所面临的自身影响力有限,难以引发社会广泛重视,公众信任度获取不足。这些困难严重阻碍了环保社会组织参与监督的步伐,更倾向于选择不参与监督策略。在缺乏环保社会组织有效监督的情况下,政府存在消极规制的机会主义倾向。对于唯利益论的企业而言,没有了外在约束力,更容易通过漂绿来欺瞒大众,以此获得不正当收益,使得系统演化稳定策略趋向于 $(0, 0, 0)$ 。而随着环保社会组织公信力的增强 ($\beta > 0.4$),环保社会组织在公众中的号召和动员能力得到提升,公众对环保社会组织的强大支持激励环保社会组织加强监督以捍卫公众环保权利,政府忌惮环境群体性事件爆发带来的社会动荡问题而倾向于选择积极规制策略,企业则害怕漂绿行径被揭发后承担巨额的成本而倾向于选择绿色创新策略,使得系统演化稳定策略趋向于 $(1, 1, 1)$ 。

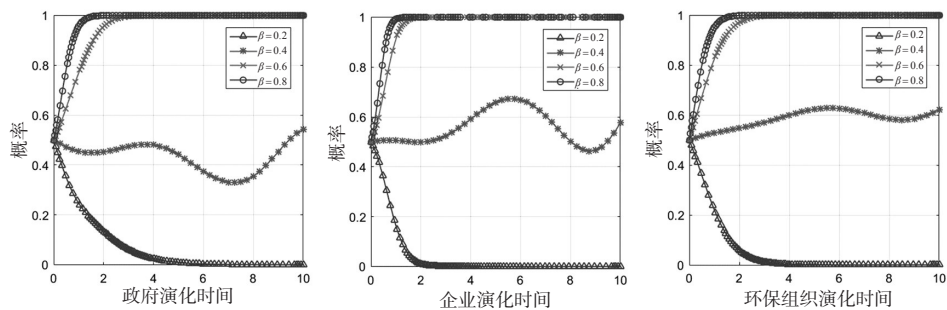


图11 环保社会组织公信力 β 对各方策略演化的影响

(五) 政府和公众提供资助的影响

依次取 $M_1=1,3,5,7$, 分析环保社会组织所获得的政府资助不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图 12 可知, 对企业而言, 政府提供资助未显著影响企业策略演化的时间和速度, 企业始终倾向于选择绿色创新策略。对环保社会组织而言, 随着政府支持力度加大, 环保社会组织选择参与监督策略的速度加快, 时间变短。对政府而言, 其对环保社会组织的资助金额应当维持在一个合理范围内, 即政府需要处理好自身与环保社会组织的关系, 既不过分打压也不盲目鼓吹, 做到认真辨别和理性支持。当政府过度限制环保社会组织发展, 表现为图中 M_1 值过小时, 环保社会组织参与积极性不足, 政府由于时间、成本和精力等的限制无法有效监管, 选择积极监管策略的概率变小。当政府支持力度过大, 表现为图中 M_1 值过大时, 环保社会组织参与监督的积极性虽然得到调动, 但由于其与政府监督企业行为的替代作用, 导致政府行政人员懒政怠政、不作为, 难以有效发挥出政府监督企业行为的力量。换言之, 政府对环保社会组织的适当扶持更有利于系统演化稳定策略趋向于 $(1, 1, 1)$ 。

同理, 依次取 $M_2=2,4,6,8$, 分析环保社会组织所获得的公众资助不同取值下博弈系统的演化稳定策略和演化路径。由图 13 可知, 公众支持是环保社会组织生存和发展的基础与动力, 当其对环保社会组织的资助金额较低时, 环保社会组织参与监督的动力不足, 倾向于选择不参与监督策略, 政府则由于缺乏环保社会组织的监督和帮助而倾向于选择消极规制策略, 利益熏心的企业选择漂绿行为的概率也相应增加, 使得系统演化稳定策略趋向于 $(0, 0, 0)$ 。当公众对环保社会组织的资助金额逐渐增多时, 环保社会组织选择参与监督策略的概率、政府选择积极监管策略的概率以及企业选择绿色创新的概率均逐渐增加, 系统演化稳定策略趋向于 $(1, 1, 1)$ 。与政府资助相比, 公众资助的增加并不会使政府倾向于选择消极规制策略。这是因为, 当环保社会组织大部分的资金来源于公众时, 其所代表的更多的是公众的环境权益, 而当环保社会组织大部分的资金来源于政府时, 其利益立场很可能发生变化, 难以有效地对政府环境监管执法行为予以监督。

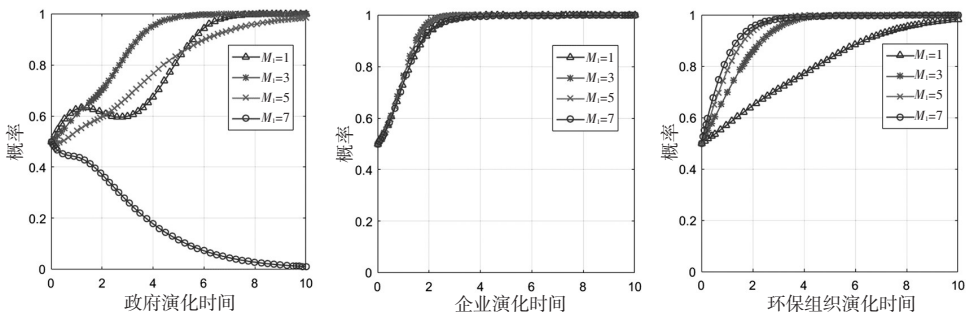


图 12 政府提供资助 M_1 对各方策略演化的影响

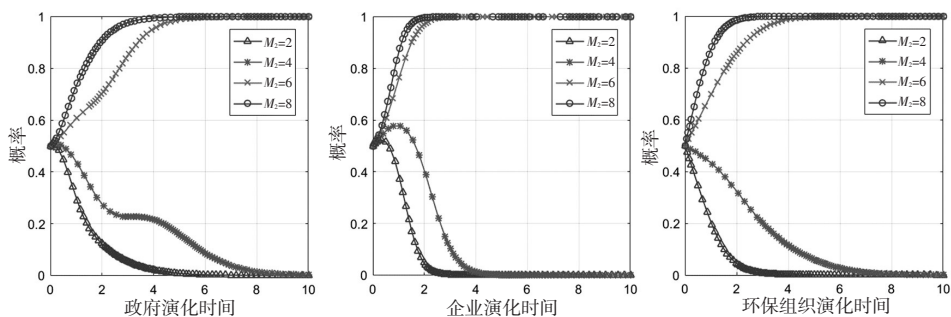


图 13 公众提供资助 M_2 对各方策略演化的影响

五、结语

针对企业漂绿行为层出不穷的现象,本文通过构建“政府-企业-环保社会组织”参与的三方演化博弈模型,考察环保社会组织核心特征等关键要素对博弈系统均衡格局的影响,探讨在漂绿行为多方共治背景下,环保社会组织参与推动的博弈稳定策略选择和策略演化路径。主要研究结论发现:(1)环保社会组织专业化水平和公信力的提高均有助于增大政府选择积极规制和企业选择绿色创新的策略倾向。环保社会组织专业化水平越高,越能够帮助政府节约监督成本,使得政府倾向于选择积极规制策略,在环保社会组织 and 政府双重监督的压力下,企业不得不选择绿色创新策略。环保社会组织的公信力越强,越能督促政府选择积极规制策略、企业选择绿色创新策略,推动博弈系统演化至理想均衡。(2)政府和公众提供的资金支持有助于激励环保社会组织选择参与监督策略,但环保社会组织过分依赖政府扶持,反而容易造成组织偏离初始目标,同时诱发政府的懒政怠政行为,造成政府选择消极规制策略的概率增加。(3)创新补贴、漂绿惩罚、政府信誉损失、企业信誉损失等因素均会显著影响博弈结果。其中,漂绿惩罚、政府信誉损失、企业信誉损失的增加有助于系统演化至政府积极监管、企业绿色创新、环保社会组织参与监督的理想稳定策略。而加强企业的信誉机制建设有助于减轻政府监督负担;政府对企业的创新补贴也应当控制在合理范围内,否则政府会因为过重的财政压力而倾向于选择不作为。基于此,本文提出如下对策建议:

第一,加强组织内部建设,提高环保社会组织专业化水平和公信力。中国环保社会组织数量众多,但大多是由热爱环保事业的业余人员自发组成,缺乏合理的组织架构设计,对资金使用等信息的公开力度也不够,导致公众对环保社会组织的信任度欠缺。为此,环保社会组织应当找准自身定位,如小型环保社会组织协助政府开展环保宣传、环保知识普及等活动,中大型环保社会组织大力引进专业技术型人才,提高环境决策的科学性。此外,环保社会组织还应加强组织信息披露建设,加强公众对环保社会组织的信任,从而持续增强自身的影响力,为公众争取环境权益提供坚实保障。

第二,完善环境监管机制,强化环保社会组织在补充政府监管中的作用。环保社会组织参与环境监管可以有效促进政府监管和企业绿色技术创新,而环保组织作用的发挥取决于政府和公众资助。一方面,政府可以向环保组织提供直接资金拨款或补助,用于执行环境监管项目和倡导环保政策。这些款项可以用于研究、监测、法律援助、宣传和教育等环保活动。另一方面,政府可以与环保组织签订合同,将部分环保监督职能外包给正规的环保社会组织,引导环保社会组织积极参与企业漂绿等治理,减轻政府规制负担。

第三,加强法律法规建设,发挥政策和市场对绿色创新的双重激励作用。首先,政府应当加快制定相关法律法规,加强对企业漂绿行为的惩治力度。由于低碳环保技术的成本较高,政策层面应当明确对环保企业的激励措施,如专项资金资助和税收减免,减少企业漂绿动机。其次,强化和完善环保信息披露机制,通过统一的ESG评价框架规范披露内容、数据等,引导消费和投资流向绿色低碳领域。最后,完善第三方认证,严谨审核企业的零碳、低碳声明,同时加强对消费者的绿色消费教育宣传,给予绿色企业更多市场机遇。

参考文献:

- [1] 陈晓红,王钰,李喜华.环境规制下区域间企业绿色技术转型策略演化稳定性研究[J].系统工程理论与实践,2021,41(7):1732-1749.
- [2] 黄溶冰,谢晓君,周卉芬.企业漂绿的“同构”行为[J].中国人口·资源与环境,2020,30(11):139-150.
- [3] 寇坡,韩颖,石俊国,等.环境监测中第三方监测机构策略选择与行为演化研究[J].管理工程学报,2023,38(1):1-14.
- [4] 李军强,任浩,甄杰.基于随机演化博弈的企业研发操纵多重监管路径研究[J].中国管理科学,2021,29(10):191-201.
- [5] 刘伟,满彩霞.依势而行:结构-组织视角下的环保组织行动策略[J].中国行政管理,2022,(02):67-76.
- [6] 潘峰,刘月,王琳.公众参与视角下的中央-地方-企业环境规制演化博弈分析[J].运筹与管理,2023,32(6):104-110.
- [7] 汪明月,李颖明,管开轩.政府市场规制对企业绿色技术创新决策与绩效的影响[J].系统工程理论与实践,2020,40(5):1158-1177.
- [8] 王诗宗,宋程成.独立抑或自主中国社会组织特征问题重思[J].中国社会科学,2013,(05):50-66.
- [9] 肖红军,张俊生,李伟阳.企业伪社会责任行为研究[J].中国工业经济,2013,(6):109-121.
- [10] 徐乐,马永刚,王小飞.基于演化博弈的绿色技术创新环境政策选择研究:政府行为VS.公众参与[J].中国管理科学,2022,30(03):30-42.
- [11] 杨志.公众参与交互型跨界污染治理补偿的四方博弈[J].中国管理科学,2022:1-14.
- [12] 郑敏娜,任广乾.企业绿色创新行为的演化博弈分析——基于环保社会组织参与的视角[J].运筹与管理,2021,30(03):15-21.
- [13] 张明,黄孟,武文琪,宋妍.异质性环境规制对企业排污行为的影响差异[J].系统工程,2023,41(4):13-21.
- [14] Buntaine, M., M. Greenstone, and G. He. Does the Squeaky Wheel Get More Grease? The Direct and Indi-

rect Effects of Citizen Participation on Environmental Governance in China[R]. 2022.

[15] Christensen, H. B., L. Hail, and C. Leuz. Mandatory CSR and Sustainability Reporting: Economic Analysis and Literature Review[J]. *Review of Accounting Studies*, 2021, 26(3): 1176–1248.

[16] Cohen, S., I. Kadach, and G. Ormazabal. Executive Compensation Tied to ESG Performance: International Evidence[J]. *Journal of Accounting Research*, 2023, 61(3): 805–853.

[17] Fiechter, P., J. M. Hitz, and N. Lehmann. Real Effects of a Widespread CSR Reporting Mandate: Evidence from the European Union's CSR Directive[J]. *Journal of Accounting Research*, 2022, 60(4): 1499–1549.

[18] Gao, Y. and Y. Wu. Regulating Probabilistic Selling of Counterfeits[J]. *Management Science*, 2023, 69(8): 4363–4971.

[19] Garbiras–Díaz, N. and M. Montenegro. All Eyes on Them: A Field Experiment on Citizen Oversight and Electoral Integrity[J]. *American Economic Review*, 2022, 112(8): 2631–2668.

[20] Hammitt, J. K. and K. Haninger. Valuing Nonfatal Health Risk as a Function of Illness Severity and Duration: Benefit Transfer Using QALYs[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2017, 82:17–38.

[21] Li, M. and X. Gao. Implementation of Enterprises' Green Technology Innovation under Market-based Environmental Regulation: An Evolutionary Game Approach[J]. *Journal of Environmental Management*, 2022, 308: 114570.

[22] Rigolon, A. and S. Gibson. The Role of Non-governmental Organizations in Achieving Environmental Justice for Green and Blue Spaces[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2021, 205: 103970.

[23] Shan, S., X. Duan, and W. Ji. Evolutionary Game Analysis of Stakeholder Behavior Strategies in 'Not in My Backyard' Conflicts: Effect of the Intervention by Environmental Non-Governmental Organizations[J]. *Sustainable Production and Consumption*, 2021, 28: 829–847.

[24] Wang, R., F. Wijen, and P. P. M. A. Heugens. Government's Green Grip: Multifaceted State Influence on Corporate Environmental Actions in China[J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(2): 403–428.

[25] Wu, W. Q., W. W. Wang, and M. Zhang. Does Internet Public Participation Slow Down Environmental Pollution?[J]. *Environmental Science & Policy*, 2022, 137: 22–31.

[26] Wu, W. Q., W. W. Wang, L. Zhang, and M. Zhang. Does the Public Haze Pollution Concern Expressed on Online Platforms Promoted Pollution Control? Evidence from Chinese online platforms[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 318: 128477.

[27] Yuan, D., Z., Lin, and R. Filieri. Managing the Product–Harm Crisis in the Digital Era: The Role of Consumer Online Brand Community Engagement[J]. *Journal of Business Research*, 2020, 115: 38–47.

[28] Zhang, Z., D. Ling, and W. Tian. Public Participation and Outgoing Audit of Natural Resources: Evidence from Tripartite Evolutionary Game in China[J]. *Environmental Research*, 2023, 236: 116734.

[29] Zhang, M., W. Q. Wu, and Y. Song. Exploring the Driving Mechanism of Environmental Mass Incidents[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2022, 370: 133226.

Environmental Social Organizations' Participation in the Governance of Firms' Greenwashing: Evolutionary Game and Simulation Analysis

Zhang Ming, Wu Wenqi, Huang Meng, Cong Nan

(School of Economics and Management, China University of Mining and Technology)

Abstract: The phenomenon of firms' greenwashing appears one after another, which seriously restricts the green and healthy development of China's economy. In the face of firms' greenwashing, government supervision is sometimes absent, and the deep participation of environmental social organizations is also insufficient. This paper breaks the usual dual pattern of government and enterprise in the research related to greenwashing, constructs a tripartite evolutionary game model with the participation of environmental social organizations, investigates the interactive strategies and evolutionary equilibrium of all game players in the process of firms' greenwashing governance, and simulates the possible impact of the adjustment of key parameters such as the specialization level and public trust of environmental social organizations on the evolution game system. The main research results show that the improvement of the professional level and credibility of environmental social organizations will help increase the strategic tendency of the government to choose active regulation and enterprises to choose green innovation. The subsidies provided by the government and the public to environmental social organizations will affect the willingness of environmental social organizations to participate. Moreover, excessive government subsidies can easily induce government administrators to be lazy and change the interests of environmental social organizations. The increase of greenwashing penalty, government reputation loss and enterprise reputation loss will help the evolution of the game system to reach the ideal state, but the excessive innovation subsidy will lead to the instability of the evolution equilibrium due to the increase of the government's financial burden. The government should speed up the formulation of relevant laws and regulations and strengthen the punishment of firms' greenwashing behavior.

Keywords: Greenwashing; Green Innovation; Participation of Social Organizations; Environmental Governance; Tripartite Evolutionary Game

JEL Classification: L10, Q50

(责任编辑:卢 玲)