

供应链环境成本内部化利益相关者行为抉择博弈探析

刘 倩 丁慧平 侯海玮

(北京交通大学经济管理学院 北京 100044)

摘要 面对环境污染,供应链环境成本内部化是解决环境问题的重要途径。为明晰供应链环境成本内部化的过程机理,选取中央政府、地方政府、集成供应链系统和消费者为主要利益相关者,基于对主要利益相关者环境价值诉求的识别及行为策略分析,构建了中央政府、地方政府、供应链三方动态博弈模型,并考虑消费者的行为策略对三方博弈的影响。运用三方动态博弈模型解析了供应链环境成本内部化各博弈方的博弈均衡策略以及各利益相关者行为选择之间的相互影响关系。结果显示,个体利益相关者的行为策略会受到其他利益相关者的影响,为保障供应链环境成本内部化的顺利实施,各利益相关者应协同合作。通过对供应链环境成本内部化协同机理的探讨,提出了促进供应链环境成本内部化实施的对策建议,即中央政府应发挥政策导向作用、地方政府应发挥监督主体作用、企业应发挥投资主体作用、消费者应发挥监督推动作用。

关键词 供应链;环境成本;内部化;利益相关者;博弈策略

中图分类号 X32 文献标识码 A 文章编号 1002-2104(2014)06-0071-06 doi:10.3969/j.issn.1002-2104.2014.06.011

环境污染导致的环境损害对环境可持续发展造成了严重威胁,所产生的环境成本的外部性一直是困扰社会与环境的难题。为便于分析理解,本文将环境成本定义为:产品生产和使用过程中对环境形成污染、破坏而造成的环境损失所形成的由社会公众承担而未得到补偿的成本。环境成本的外部性是指企业生产经营或者消费者消费所造成的对环境的危害以及由此产生的环境治理成本主要由生产者和使用者以外的其他社会公众承担,从而造成了环境资源利用的低效率,严重影响了环境、经济及社会的可持续发展。环境成本内部化是指,企业通过增加环保投资,降低乃至消除企业产品生产环节和消费环节对环境所产生的污染、破坏,即通过由企业承担环保投资成本,部分乃至全部消解原来由社会公众承担的环境成本,达到降低或消除污染、净化保护环境的目的。Druckman 等^[1]认为,个体企业缺乏实施环境成本内部化的动力。供应链环境成本内部化则是将个体企业行为纳入供应链范畴内对环境成本内部化进行思考,通过成员企业间的协同以及系统内的强制约束力来促进成员企业实施环境成本内部化,这

也是亟需探讨的问题,而这方面的研究还很缺乏。供应链环境成本内部化的过程牵涉到诸多利益相关者,包括社区、各级政府、消费者以及供应链成员企业等。环境成本内部化的过程也是各利益相关者之间博弈的过程。高红贵^[2]认为各利益相关者的环境价值诉求差异是博弈产生的原因。本文通过对供应链环境成本内部化的主要利益相关者—中央政府、地方政府及供应链三方博弈过程的分析,旨在对供应链环境成本内部化实施过程中各博弈方策略选择进行探讨,明晰实现外部均衡的条件,为推进供应链环境成本内部化的实施提供对策建议。

1 文献综述

利益相关者因其地位作用和价值诉求的不同,对决策所起作用也有所不同。中央政府作为一个国家社会经济发展的总监管者,负有促进经济发展、增进社会福利的责任,但又必须对经济发展中的环境问题进行监管,中央政府的环境价值诉求是期望不损害环境的条件下实现经济、社会和环境的可持续发展。地方政府则具有中央政府政策执行

收稿日期:2014-02-17

作者简介:刘倩,博士生,主要研究方向为供应链环境问题。

通讯作者:丁慧平,教授,博导,主要研究方向为企业经济学及供应链管理。

基金项目:国家自然科学基金项目“政府激励-规制约束下的供应链环境成本内部化机制研究”(编号:71372012);北京市哲学社会科学规划项目“北京市新能源汽车市场化机制及产业政策研究”(编号:13JGB021);教育部博士点基金“基于环境绩效的企业环保投资机制与政府激励规制政策研究”(编号:20130009110038)。

者和企业行为监管者的双重身份,在区域经济发展与环境保护存在矛盾的情况下,地方政府可能会选择牺牲环境保护。就供应链成员企业而言,追求经济效益最大化是其行为动因。研究表明^[3-4]在缺乏外部监管的情况下,企业不愿主动实施环境成本内部化。而随着经济社会的发展,来自中央政府、社会公众、环保团体、新闻媒体等的监督形成了督促企业投资环境成本内部化的外部压力^[5]。

就企业是否承担社会责任、改善环境的博弈问题,已有学者进行了研究。如章辉美等^[6]从政府、企业、社会三方视角建立了企业社会责任分析的三方动态博弈模型,认为要促使企业履行社会责任就必须增强社会监督、加大政府监管力度同时合理分配社会责任。高红贵^[2]也就中国绿色经济发展中的多方博弈问题进行了研究。随着环境可持续问题日益突出,对供应链环境管理问题的研究已成为一个重要主题。研究的焦点集中于以下三个方面,一是从供应链的设计方面探讨如何有效地增强成员企业及供应链的竞争优势的同时满足环境目标。学者们运用不同的方法提出了供应链设计不同框架,例如,Chaabane 等^[7]提出了排放权交易条件下一种基于混合整数线性规划的可持续供应链设计框架,该方法同时将生命周期评价原则和物质平衡原理考虑在内。而 Büyüközkan 等^[8]则利用综合分析网络以及目标规划来进行可持续供应链设计;Tsoulfas 等^[9]强调设计供应链时应将环境因素考虑在内,从产品设计、包装、运输、回收和处置、内外部经营环境的绿色化等方面,对供应链设计与运营中环境原则的具体运用进行了分析,认为通过全生命周期的环境管理能有效的提高环境友好度。二是供应链环境管理的绩效评价问题。在对供应链进行绩效评价时需兼顾环境、社会、经济绩效等多方因素的观点已被普遍接受,因此,设计一套合理的评价体系和方法对于有效的评价供应链绩效非常重要。比如,Erol 等^[10]基于模糊多属性效用理论(FMAUT)构建了可持续供应链绩效评价的多指标体系。三是从具体运营操作层面上讨论在供应链的运作管理中如何减少对环境的影响,比如如何实现闭环供应链^[11]和绿色供应链^[12]等。

从已有文献研究来看,在谈及供应链环境的可持续实现途径方面,大都从运营及具体操作层面进行思考,尚未从决策角度将供应链环境成本内部化视为实现可持续发展的必要途径。目前对供应链环境成本内部化尚无统一的定义,这方面的研究也尚无成形的理论体系,对供应链环境成本内部化中存在的多方博弈及复杂性尚缺乏研究。而就目前已有的环境问题博弈的研究来看,研究视角多局限于企业层面,尚没有延伸到供应链视角下,将中央政府、地方政府、消费者的行为策略同时考量在内进行的博弈分析。分析可知,中央政府、地方政府与供应链企业的博弈

均衡结果为供应链环境成本内部化奠定了外部均衡条件基础。在这方面有若干问题亟待探讨:在供应链与外部利益相关者的博弈中,影响各行为主体决策的因素有哪些?为促进供应链进行环境成本内部化投资,实现社会福利最大化与各利益相关主体环境价值诉求的统一,中央政府及地方政府应如何进行策略选择?各利益相关者应如何协同以便促进供应链环境成本内部化的实施?本文将通过构建并解析中央政府-地方政府-供应链组成的三方动态博弈模型就上述问题进行分析。

2 供应链环境成本内部化利益相关者博弈模型

2.1 模型假设

(1) 消费者、企业、地方政府均为理性人,中央政府具有保护环境的责任,企业未承担的环境治理支出由中央政府承担。

(2) 供应链为包含一家制造商与一家供应商的二级供应链,制造商向消费者提供产品。

(3) 中央政府出台环保监督激励政策,依据地方政府上报信息发放补贴。若地方政府不作为,企业无法获得补贴。中央政府对地方政府进行督导,根据地方政府环境绩效是否合格予以奖励或惩戒。环境绩效评价的标准是辖区内企业进行环境成本内部化投资的程度及效果。中央政府对地方政府的奖惩虽难以量化,但会影响地方政府的行为选择。

(4) 供应链投资环境成本内部化之前所生产产品为非环保产品,投资环境成本内部化之后开始生产环保产品,并逐渐替代非环保产品。供应链的产品市场份额为 Q 并相对稳定。消费者选择购买环保产品或非环保产品。

(5) 地方政府根据对中央政府政策的理解,选择是否对辖区内企业的环境绩效进行监管。在监管情况下,对企业所生产非环保产品征收罚款。

基于上述假设,设定模型构建所需参数如下。

S_{ij} = 中央政府 ($i = 1$), 地方政府 ($i = 2$), 供应链 ($i = 3$) 的支付函数 ($j = 1, \dots, 8$)

I = 供应链环境成本内部化初始投资

ΔR = 供应链投资环境成本内部化所产生的销售利润变化量

ΔW = 供应链投资环境成本内部化所产生的供应链环境治理成本节约额

ΔZ = 供应链投资环境成本内部化所产生的中央政府环境治理成本节约额

J_1 = 中央政府对地方政府的督导成本

J_2 = 地方政府对企业的监管成本

F = 中央政府对地方政府监管企业治污不作为的罚款 (货币化度量)

A = 中央政府对地方政府环境绩效合格的褒奖或因环境改善产生的效益 (不会影响中央政府的支付函数, 是影响地方政府决策的要素)

K = 地方政府对供应链未投资环境成本内部化征收的罚款

B = 供应链投资环境成本内部化所获得的中央政府补贴

λ = 消费者购买环保产品的概率 ($1 - \lambda$ 为消费者购买非环保产品的概率)

2.2 模型构建

在中央政府、地方政府和供应链的三方博弈中, 各博弈参与方的行动有先后顺序, 后行动者在行动前能够通过观测先行动者的行为来推测概率分布, 博弈属不完全信息动态博弈。借鉴章辉美、邓子纲^[6]的研究, 本文构建中央政府、地方政府、供应链的三方动态博弈模型, 其博弈树如图1所示。值得注意的是, 将消费者购买环保产品的概率 λ 引入模型中, 通过该三方博弈模型的求解及分析能明晰作为第四方的消费者的行为选择对三个博弈参与方行为选择的影响。

图1中节点CG表示中央政府、LG表示地方政府、SC表示供应链。博弈的扩展式主要包含参与人集合、参与人的行动顺序、参与人的行动空间、参与人的信息集、参与人的支付函数等^[13]。具体到该三方动态博弈模型, 其扩展式如下:

(1) 参与人集合: 中央政府、地方政府、供应链。

(2) 参与人的行动顺序: 假定参与人的行动顺序为中央政府、地方政府、供应链。中央政府制定环境监管政策并根据对地方政府行为的预测决定是否对其进行督导; 地方政府根据对中央政府行动的观察和理解选择是否对辖区内企业的环境绩效进行监管; 供应链企业根据对地方政府行为的观察, 选择是否投资环境成本内部化。

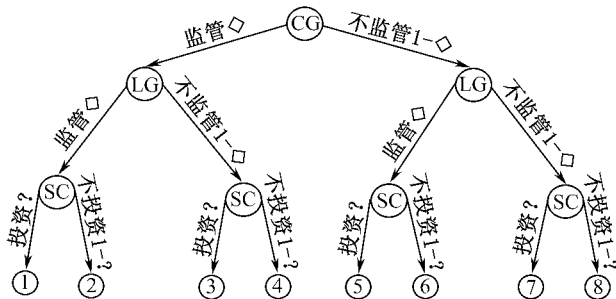


图1 中央政府、地方政府、供应链三方动态博弈树

Fig. 1 Three-side dynamic game tree of central government, local government and supply chain

(3) 参与人的行动空间: 中央政府为对地方政府实施监管与不监管; 地方政府为对企业实施监管与不监管; 供应链的选择为投资环境成本内部化与不投资环境成本内部化。

(4) 参与人的信息集: 中央政府监管与不监管的概率分别为 α 和 $1 - \alpha$; 地方政府监管与不监管的概率分别为 β 和 $1 - \beta$; 供应链投资与不投资的概率分别为 γ 和 $1 - \gamma$ 。

3 供应链环境成本内部化利益相关者博弈分析

3.1 博弈模型函数构造及求解

基于上述假设, 对应图1中三方动态博弈树的8个分支, 分别给出各博弈参与方的支付函数 (见表1)。

表1 中央政府、地方政府及供应链的支付函数

Tab. 1 Payment of central government, local government and supply chain

序号 No.	中央政府 Central government	地方政府 Local government	供应链 Supply chain
1	$S_{11} = \Delta Z - B - J_1$	$S_{21} = A - J_2$	$S_{31} = \Delta R + \Delta W + B - I$
2	$S_{12} = F - J_1$	$S_{22} = K - J_2$	$S_{32} = -K$
3	$S_{13} = \Delta Z - J_1$	$S_{23} = 0$	$S_{33} = \Delta R + \Delta W - I$
4	$S_{14} = F - J_1$	$S_{24} = 0$	$S_{34} = 0$
5	$S_{15} = \Delta Z - B$	$S_{25} = -J_2$	$S_{35} = \Delta R + \Delta W + B - I$
6	$S_{16} = 0$	$S_{26} = K - J_2$	$S_{36} = -K$
7	$S_{17} = \Delta Z$	$S_{27} = 0$	$S_{37} = \Delta R + \Delta W - I$
8	$S_{18} = 0$	$S_{28} = 0$	$S_{38} = 0$

比如, 表1中第1行对应博弈树的第1个分支 S_{11} 、 S_{21} 和 S_{31} 分别表示中央政府、地方政府、供应链的支付函数, 依次类推。运用逆向递归法对各利益相关者的支付函数进行分析, 令 Π_1 、 Π_2 和 Π_3 分别表示中央政府、地方政府和供应链各自支付函数的总和, 它们可分别表示为:

$$\begin{aligned} \Pi_1 = & \alpha\beta\gamma\delta_{11} + \alpha\beta(1-\gamma)S_{12} + \alpha(1-\beta)\gamma S_{13} \\ & + \alpha(1-\beta)(1-\gamma)S_{14} + (1-\alpha)\beta\gamma S_{15} \\ & + (1-\alpha)\beta(1-\gamma)S_{16} + (1-\alpha)(1-\beta)\gamma S_{17} \\ & + (1-\alpha)(1-\beta)(1-\gamma)S_{18} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Pi_2 = & \alpha\beta\gamma\delta_{21} + \alpha\beta(1-\gamma)S_{22} + \alpha(1-\beta)\gamma S_{23} \\ & + \alpha(1-\beta)(1-\gamma)S_{24} + (1-\alpha)\beta\gamma S_{25} \\ & + (1-\alpha)\beta(1-\gamma)S_{26} + (1-\alpha)(1-\beta)\gamma S_{27} \\ & + (1-\alpha)(1-\beta)(1-\gamma)S_{28} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \Pi_3 = & \alpha\beta\gamma\delta_{31} + \alpha\beta(1-\gamma)S_{32} + \alpha(1-\beta)\gamma S_{33} \\ & + \alpha(1-\beta)(1-\gamma)S_{34} + (1-\alpha)\beta\gamma S_{35} \\ & + (1-\alpha)\beta(1-\gamma)S_{36} + (1-\alpha)(1-\beta)\gamma S_{37} \\ & + (1-\alpha)(1-\beta)(1-\gamma)S_{38} \end{aligned} \quad (3)$$

其中: S_{ij} ($i=1, 2, 3; j=1, \dots, 8$) 表示中央政府、地方政府和供应链的支付函数。将表1中 S_{ij} ($i=1, 2, 3; j=1, \dots, 8$)

… 8) 的表达式分别代入式(1-3)各式,分别求导并令其等于零,可得到均衡解。由 $\partial \Pi_3 / \partial \gamma = 0$ 可得:

$$\beta = \frac{I - (\Delta R + \Delta W)}{B + K} \quad (4)$$

式(4)表示地方政府监管企业的概率。由 $\partial \Pi_2 / \partial \beta = 0$ 可得:

$$\alpha = \frac{K}{A} - \frac{K - J_2}{\gamma A} \quad (5)$$

式(5)表示中央政府监管地方政府的概率。由 $\partial \Pi_1 / \partial \alpha = 0$ 可得:

$$\gamma = \frac{F - J_1}{F} \quad (6)$$

式(6)表示供应链投资环境成本内部化的概率,因为 $\gamma \geq 0$, 则有 $F \geq J_1$, 即中央政府在收益最大化条件下对地方政府环境治理不作为的罚款不会小于其督导成本。将式(6)代入式(5)可得中央政府收益最大化条件下的监管概率为:

$$\alpha = \left[J_2 \frac{F}{J_1} - K \right] \frac{1}{\left[A \left(\frac{F}{J_1} - 1 \right) \right]} \quad (7)$$

综合上述(4)、(6)、(7)式,中央政府、地方政府、供应链三方动态博弈的均衡解为:

$$(\alpha^*, \beta^*, \gamma^*) = \left[\left[J_2 \frac{F}{J_1} - K \right] \frac{1}{A \left(\frac{F}{J_1} - 1 \right)}, \frac{I - (\Delta R + \Delta W)}{B + K}, \frac{F - J_1}{F} \right] \quad (8)$$

3.2 三方博弈均衡解分析

通过上述博弈模型的求解,可分析各利益相关主体的行为决策是如何相互影响的。

(1) 由式(7)可知,中央政府对地方政府的监管概率 α 与其对地方政府因监管治污不力的罚款 F 和地方政府的监管成本 J_2 成正比,与中央政府对地方政府的督导成本 J_1 、地方政府的罚款收入 K 和地方政府环境绩效合格获得的效益 A 成反比。其含义表明,当地方政府监管成本 J_2 高时,地方政府的监管积极性下降,中央政府需加强对地方政府的督导。中央政府对地方政府督导的目的是督促地方政府有效监管其辖区内企业的环境绩效。地方政府监管有效时,供应链投资环境成本内部化,地方政府可获得中央政府的褒奖或环境绩效合格带来的其它效益(如区域环境质量改善等);若供应链未投资环境成本内部化,地方政府可对其征收高额罚款。也就是说,当地方政府通过监管可获益(征收高额罚款 K 或者可获得褒奖 A)时,地方政府对辖区内企业监管的概率会增大,中央政府可节省对地方政府督导的强度。但中央政府的监管概率会随其督导成本 J_1 高而降低。

由 $0 \leq \alpha \leq 1$ 可得 $K(J_1/F) \leq J_2 \leq K(J_1/F) + A[1 - (J_1/F)]$, 意味着地方政府在追求收益最大化条件下,其

监管成本以控制在一定范围为宜,并受改善环境的获益和征收罚款的力度以及中央政府对其督导力度的影响。

(2) 由式(4)可知,地方政府监管的概率 β 与罚款收入 K 和中央政府对供应链的补贴 B 成反比,与供应链投资环境成本内部化所带来的净收益增量 $(\Delta R + \Delta W)$ 成反比,与供应链投资环境成本内部化的投资额 I 成正比。其含义表明,中央政府补贴力度越大,地方政府监管的概率越小;为避免被征收高额罚款企业会倾向于投资环境成本内部化,可节省地方政府的监管强度。当供应链环保投资数额大时,考虑到成本、市场风险等因素,供应链投资环境成本内部化的积极性小,地方政府有必要加强监督和引导。若投资环境成本内部化能带来净收益增加,企业具有投资环境成本内部化的积极性,地方政府的监管概率保持适度即可。在投资环境成本内部化初期,适度的中央政府补贴会对供应链实施环境成本内部化起到促进作用。

此外,注意到地方政府对供应链监管的概率 $\beta \geq 0$, 即 $I \geq (\Delta R + \Delta W)$, 意味着当供应链投资环境成本内部化所能带来的净收益增量尚不足以收回投资额时(投资环境成本内部化的效果通常难以在短期内显现),供应链会缺乏投资环境成本内部化的积极性,地方政府必须加强监督。同时,中央政府需给予适度补贴。中央政府补贴的数额应不小于 $I - (\Delta R + \Delta W)$, 以有助于其实现盈亏平衡。

(3) 由式(6)可知,供应链投资环境成本内部化的概率 γ 与中央政府对地方政府因监管治污不力的罚款 F 成正比,与地方政府的监管成本 J_1 成反比。其含义表明,当各级政府监管严格时,供应链投资环境成本内部化的概率增大。中央政府对环境绩效不合格的地方政府征收罚款,能够有效督促地方政府对辖区内供应链企业的监管,提升投资环境成本内部化的概率;但若地方政府的监管成本过高,其监管概率会减小,供应链投资环境成本内部化的概率也会减小。

如上分析可知,通过该博弈模型解析得出的均衡解表征了各利益相关主体的行为选择是如何受其他利益相关主体影响的,即影响各利益主体行为决策的外部因素。就各利益主体自身而言,影响其行为选择的内部因素均在支付函数中表示。消费者的行为选择对其他三个博弈参与方的影响主要体现在其购买环保产品的概率 λ 对供应链投资环境成本内部化销售利润 ΔR 的影响上。分析可知,消费者购买环保产品的概率 λ 越大,供应链投资环境成本内部化的增量利润 ΔR 越大,供应链投资环境成本内部化的概率会越大。对各利益相关主体而言,其行为选择是在影响其决策的内外部因素综合作用下博弈均衡的结果。

4 供应链环境成本内部化协同机理分析

通过上述博弈均衡分析可知,为达到利益相关者的博

弈均衡,促进供应链投资环境成本内部化,中央政府、地方政府和供应链三方应通过环境政策与利益动因相适配来实现环境价值诉求的协同。如图2所示,中央政府起政策导向作用并督导地方政府的行为,地方政府兼具中央政府政策执行者和企业行为监管者的双重身份,供应链企业则是投资的主体,消费者的环保要求会推动企业进行环境成本内部化投资,在中央政府、地方政府、供应链企业和消费者等利益相关者的协同努力下,供应链环境成本内部化的实施起到改善自然环境的作用。

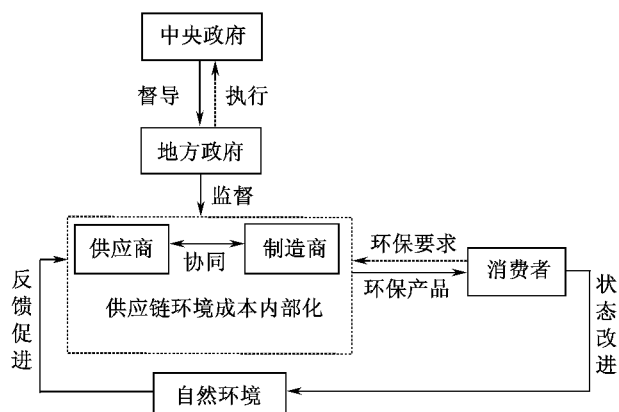


图2 供应链环境成本内部化协同机理

Fig. 2 Collaboration mechanism of supply chain environmental cost internalization

(1) 中央政府健全环境成本内部化监督激励政策,发挥政策导向作用。实施供应链环境成本内部化的目的是促使供应链企业成为投资环境治理的主体,从杜绝产生环境成本外部性的根源入手来解决环境问题。为此,中央政府制定环境政策时必须注意三个方面的问题:其一,制定的环境政策本身必须科学合理。其二,为保证政策得到有效执行,中央政府必须完善对地方政府的督导机制。其三,为激励供应链企业主动承担社会责任,中央政府应完善对企业的扶持政策机制。在投资环境成本内部化初期,政府应给予激励性补贴,随着环保产品的市场化发展具备市场竞争性时,政府补贴可考虑退出。

(2) 地方政府完善政策执行机制和对企业的监督机制,发挥监督执行作用。地方政府作为国家环境政策的执行者,其执行力度直接影响到环境政策的有效性。其一,地方政府必须更新执政观念,树立地方经济发展与环境保护相协同的可持续发展观;其二,地方政府在积极执行中央环境政策的基础上应因地制宜完善区域环境政策,对企业进行有效监管。其三,在企业投资环境成本内部化的同时,地方政府要尽快完善相关配套设施,鼓励消费者使用环保产品。其四,中央政府和地方政府要建立顺畅的沟通机制,提高效率,降低监管成本。

(3) 供应链企业积极承担环境成本内部化的责任,发挥投资主体作用。传统环境成本支付模式下,企业是污染的产生者,却没有承担因污染带来的环境成本,环境成本的外部性造成了环境治理的低效率,使公众遭受污染而未得到补偿。为此,通过环境成本内部化来促使企业成为投资环境治理的主体。其一,供应链企业必须树立环保意识并渗透到生产经营各个环节,从源头上改善环境问题;其二,积极投资环境成本内部化,将生产经营活动对环境造成的损害降低到环境可承受的范围;其三,从产品设计入手,满足消费者对环保的需求,引导帮助消费者建立绿色环保的消费习性。

(4) 消费者树立绿色环保的消费观念,发挥监督推动作用。就企业来说,判断是否投资环境成本内部化的标准是预期的成本/收益变化,在成本控制相对稳定的情况下,收益增长主要依赖于环保产品销量的增长。消费者对环保产品的认可与购买将直接影响企业投资环境成本内部化的效益。消费者一方面是产品的使用者,另一方面又是环境污染的承受者,因此,培养绿色环保的消费习性对于敦促企业从源头上改善环境污染具有重要的推动作用。

5 结论与讨论

本文就投资环境成本内部化问题构建了中央政府、地方政府和供应链三方动态博弈模型,通过模型解析和分析各利益相关者行为决策的因素影响,得出的研究发现表明:①中央政府监管概率与对地方政府因环境治理不力的罚款和地方政府的监管成本成正比,与对地方政府的督导成本、地方政府的罚款收入和地方政府环境治理有效而获益成反比;②地方政府监管概率与罚款收入和中央政府对供应链的补贴成反比,与供应链因实施环境成本内部化所带来的净收益增量成反比,与供应链投资环境成本内部化的投资额成正比;③供应链投资环境成本内部化的概率与中央政府对地方政府因环境治理不力的罚款成正比,与地方政府的监管成本成反比。

本文将集成供应链系统作为一个整体,对供应链投资环境成本内部化的外部博弈均衡进行了研究,探讨了为实施供应链环境成本内部化,中央政府、地方政府、供应链企业及消费者应如何协同的机理。通过对博弈均衡结果分析可知,在供应链投资环境成本内部化的过程中,中央政府应发挥政策导向作用,地方政府发挥监督执行作用;各级政府的监督是供应链是否进行环境成本内部化的外部推动力,环保产品得到市场认可并带来收益增加是内部动力。为顺应利益相关者对环境价值的诉求,有效推动供应链环境成本内部化的实施,各级政府、消费者和供应链企业必须共同努力,以期实现经济、社会和环境的可持续发展。

展。关于在供应链系统内部,成员企业间如何协同以推动供应链环境成本内部化的稳定实施,是值得继续研究的问题和有待拓展的研究方向。

(编辑:常 勇)

参考文献 (References)

- [1] Druckman A, Bradley P, Papathanasopoulou E, et al. Measuring Progress Towards Carbon Reduction in the UK [J]. *Ecologic Economics*, 2008, 66(4): 594 - 604.
- [2] 高红贵. 中国绿色经济发展中的诸方博弈研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(4): 13 - 18. [Gao Honggui. The Multi-game Research on Green Economic Development in China [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2012, 22(4): 13 - 18.]
- [3] 刘丽敏, 杨淑娥. 生产者责任延伸制度下企业外部环境成本内部化的约束机制探讨[J]. *河北大学学报: 哲学社会科学版*, 2007, 32(3): 79 - 82. [Liu Limin, Yang Shue. A Study of the Controllable Mechanism about Internalization on the Outer Environmental Cost in ERP System [J]. *Journal of Hebei University: Philosophy and Social Science*, 2007, 32(3): 79 - 82.]
- [4] 张学刚, 钟茂初. 政府环境监管与企业污染的博弈分析及对策研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(2): 31 - 35. [Zhang Xuegang, Zhong Maochu. Research about Government Regulation and the Firm Environmental Pollution under Perspective of Game Theory [J]. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(2): 31 - 35.]
- [5] Walker H, Sisto L D, McBain D. Drivers and Barriers to Environmental Supply Chain Management Practices: Lessons from the Public and Private Sectors [J]. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 2008, 14(1): 69 - 85.
- [6] 章辉美, 邓子纲. 基于政府、企业、社会三方动态博弈的企业社会责任[J]. *系统工程*, 2011, 29(6): 123 - 126. [Zhang Huimei, Deng Zigang. Analysis of Corporate Social Responsibility based on Three-side Dynamic Game between Government, Society and Enterprises [J]. *System Engineering*, 2011, 29(6): 123 - 126.]
- [7] Chaabane A, Ramudhin A, Paquet M. Design of Sustainable Supply Chains under the Emission Trading Scheme [J]. *International Journal of Production Economics*, 2012, 135(1): 37 - 49.
- [8] Büyüközkan G, Berkol C. Designing a Sustainable Supply Chain Using an Integrated Analytic Network Process and Goal Programming Approach in Quality Function Deployment [J]. *Expert Systems with Applications*, 2011, 38(11): 13731 - 13748.
- [9] Tsoulfas G T, Pappis C P. Environmental Principles Applicable to Supply Chains Design and Operation [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2006, 14(18): 1593 - 1602.
- [10] Erol I, Sencer S, Sari R. A New Fuzzy Multi-criteria Framework for Measuring Sustainability Performance of a Supply Chain [J]. *Ecological Economics*, 2011, 70(6): 1088 - 1100.
- [11] Winkler H. Closed-loop Production Systems: A Sustainable Supply Chain Approach [J]. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2011, 4(3): 243 - 246.
- [12] Zhu Q H, Geng Y, Sarkis J, et al. Evaluating Green Supply Chain Management among Chinese Manufacturers from the Ecological Modernization Perspective [J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2011, 47(6): 808 - 821.
- [13] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2004: 80 - 81. [Zhang Weiying. *Game Theory and Information Economics* [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2004: 80 - 81.]

Game Analysis of Stakeholders for Supply Chain Environmental Cost Internalization

LIU Qian DING Hui-ping HOU Hai-wei

(School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract Internalizing supply chain environmental internalization cost is an important way to resolve environmental issues. In this paper, we formulate a three-side dynamic game model including central government, local government and integrated supply chain system as major players of stakeholders to explore mechanism of internalizing environmental externalities. By taking into account stakeholders' environmental interests, the game model is structured to analyze the impact of consumer preference on three-side dynamic game strategies, and illustrate interrelation of the stakeholder's behavioral strategy and their game equilibrium strategies, meanwhile collaborative mechanism of internalizing environmental externalities is discussed as well. In the process of implementing the internalization of supply chain environmental internalization cost, collaboration among stakeholders is necessary, the central government should play as policy guide, local governments as executants and supervisors, business firms as investors of environmental technologies and consumers as propellants.

Key words supply chain; environmental externality; stakeholder interest; game strategy