

基于博弈的我国生产者延伸责任制度运行环境研究

赵一平*, 朱庆华, 武春友

(大连理工大学 管理学院, 辽宁 大连 116024)

摘要:为促进我国生产者延伸责任制(extended producer responsibility, 简称EPR)的有效实施,重点研究了EPR实施过程中政府与企业的核心作用,分析了二者间博弈和策略寻优过程对实施EPR的影响,构建了两主体完全信息静态EPR博弈模型.通过对博弈的短期收益与长期收益的交叉分析,识别出政府实施EPR的成本、对企业不承担责任的惩罚、企业承担责任的成本、不承担责任受到惩罚或潜在收益、企业形象价值以及国际合作与国际市场开发等因素是影响EPR构建与实施的关键因素.据此,结合我国国情,剖析了我国现阶段实施EPR的运行环境特点,为政府部门以及相关行业企业提出对策建议.

关键词:生产者延伸责任制;博弈;运行主体;运行环境

中图分类号: F2; F4 **文献标志码:** A

0 引言

20世纪90年代至今,全世界已有20多个国家和地区通过立法确立了基于生产者延伸责任制(extended producer responsibility, EPR)的废旧产品回收管理制度体系,并在提高废旧产品回收再用水平以及推动企业开展“面向回收的设计”(design for recycling, DFR)方面取得了显著的成效^[1~5]. EPR已经成为我国环境管理制度发展的战略选择和必然趋势. 2004年,我国正式出台了《清洁生产促进法》;2005年4月1日起生效的《中华人民共和国固体废弃物污染环境法》(简称新《固废法》)中原则性地建立生产者延伸责任制度;我国正在制定中的《循环经济法》明确提出了EPR的相关条款. 目前,我国仍在积极探讨EPR在电子和汽车等行业的具体实施模式,并出台了《废旧家电及电子产品回收处理管理条例》(征求意见稿)以及《汽车产品回收利用技术政策》等行业管理条例.

EPR的实施具有显著的国别差异与行业差异. 虽然国外学者已经对EPR的内涵与原

则^[6~8], EPR在不同行业的应用^[3,4], EPR的运行模式、绩效与经验^[1,2,9]以及EPR对产品设计改进作用^[10]进行了较为广泛的研究,但是难以直接指导我国EPR的相关实践. 围绕我国实际情况对EPR的实施模式进行的专门研究还不多,国内相关研究多为对EPR的概念^[11,12]、国外经验借鉴^[13~15]以及对我国立法改革的启示^[16]等的初步探讨.

理论研究和实践发展证明,政府与核心生产企业是EPR系统中两个关键主体^[17],政府与核心企业间的利益、特点、合作及博弈结果均对EPR的实施具有重要影响^[3,9]. 特别是在系统设计与建设之初,政府和生产企业之间的对话与博弈过程都是长期的和反复的. 以德国为例,早在1998年4月1日,《废旧汽车管理条例》就开始生效,但直到2002年6月21日,《废旧汽车法》才以法律的形式得到确认. 本文重点通过对政府与核心企业在完全信息条件下静态博弈分析,识别并剖析影响我国EPR构建及实施的主要运行环境因素,以期对我国环境管理实践提供理论依据与决策参考.

收稿日期: 2007-11-08; 修回日期: 2009-01-10.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70772085); 辽宁省社会科学规划基金资助项目(L07CJL026); 大连理工大学人文社科研究基金资助项目(重点项目 DUTHS2008201).

作者简介: 赵一平*(1979-),女,博士, E-mail: missyiping@163.com; 朱庆华(1970-),女,教授,博士生导师; 武春友(1945-),男,教授,博士生导师.

1 完全信息静态博弈模型的构建与分析

1.1 假设与建模

假设面对日益增长的废旧产品回收管理的客观需求,政府可以选择“实施EPR”和“不实施EPR”;根据企业自身发展的战略目标和废旧产品回收管理的现有水平,生产企业可以选择“承担责任”或“不承担责任”。

对不同策略下各博弈方的成本、收益做如下假设:

(1) 假设废旧产品最终废弃时造成的全部外部成本费用(包括回收处理过程中的二次污染以及最终处理产生的环境成本)的货币表示为 M 。如果政府不实施EPR,以政府为代表的整个社会将承担扣除垃圾处理费以外的全部外部成本,即 $|M| - \text{垃圾处置收费}$ 。

(2) 如果政府实施EPR,其管理成本是 C ,包括实施EPR以及开展相关管理的成本:①系统运行的管理费用;②监督成本;③完善废旧产品回收管理的成本。

(3) 生产企业的正常利润是 I 。

(4) 生产企业承担责任时的成本是 E ,包括废旧产品回收拆解的成本以及企业改进产品设计、选材等所花费的费用,如:①经营成本的增加;②购买环境友好型原材料成本的增加;③研发费用的增加;④与上游供应商沟通协商费用的增加。 E 也是生产企业选择不承担责任策略,例如,通过非法倾倒垃圾或者“搭便车”而逃脱了相应的外部成本责任时,可能获得的“机会收益”,显然, $E = |M| - \text{垃圾处置收费}$ 。

(5) 因为实施EPR短期内很难实现经济效益,所以本文假设,生产企业选择承担责任策略时短期内的收益为社会形象价值的增加,其货币表示为 S 。

(6) 生产企业不承担责任的行为被发现,将会受到的罚款是 F 。

(7) 假设只要政府付出足够的实施成本,生产企业的不承担责任行为就会被发现并受到处罚。

(8) 当政府“不实施EPR”时,社会上并不存在对企业承担责任的要求,企业“不承担责任”的行为不会影响其公众形象,这也正是目前我国社

会发展的现状。

由此,得到如表1所示的收益矩阵。

表1 政府与核心生产企业间EPR博弈支付矩阵

政府	核心生产企业	
	承担责任	不承担责任
实施EPR	$-C, I+S-E$	$F-C-M, I-F-S$
不实施EPR	$0, I+S-E$	$-M, I$

1.2 静态博弈短期效益分析

本文从考察EPR博弈中最优混合战略入手,探讨各种收益因素对EPR设计与实施的影响。用 θ 代表环境管理部门实施EPR的概率, γ 代表生产企业承担责任的概率。给定生产企业选择混合战略 $(\gamma, 1-\gamma)$, 那么环境管理部门选择纯战略实施EPR ($\theta=1$) 和不实施EPR ($\theta=0$) 的期望效益分别为 $\pi_g(1, \gamma)$ 与 $\pi_g(0, \gamma)$:

$$\pi_g(1, \gamma) = -C \times \gamma + (1-\gamma)(F-C-M) = (1-\gamma) \times (F-M) - C$$

$$\pi_g(0, \gamma) = 0 \times \gamma + (-M) \times (1-\gamma) = -M \times (1-\gamma)$$

如果一个混合战略 ($\theta \neq 0, 1$) 是环境管理部门的最优解,那一定意味着环境管理部门实施EPR和不实施EPR是无差别的,即 $\pi_g(0, \gamma) = \pi_g(1, \gamma)$, 得出混合均衡战略 $\gamma = 1 - C/F$ 。

如果生产企业承担责任的概率小于 $1 - C/F$, 环境管理部门的最优选择是实施EPR;如果生产企业承担责任的概率大于 $1 - C/F$, 环境管理部门的最优选择不实施EPR;如果生产企业承担责任的概率等于 $1 - C/F$, 环境管理部门随机地选择实施EPR或不实施EPR。

同理,给定环境管理部门选择混合战略 ($\theta, 1-\theta$), 生产企业选择承担责任 ($\gamma=1$) 和不承担责任 ($\gamma=0$) 的期望收益分别为 $\pi_p(\theta, 1)$ 与 $\pi_p(\theta, 0)$:

$$\pi_p(\theta, 1) = (I+S-E) \times \theta + (I+S-E) \times (1-\theta) = I+S-E$$

$$\pi_p(\theta, 0) = (I-F-S) \times \theta + I \times (1-\theta) = I - (F+S) \times \theta$$

根据 $\pi_p(\theta, 1) = \pi_p(\theta, 0)$, 得出混合均衡战略 $\theta = (E-S)/(F+S)$ 。如果环境管理部门实施EPR的概率小于 $(E-S)/(F+S)$, 生产企业的最优选择不承担责任;如果环境管理部实施EPR

的概率大于 $(E-S)/(F+S)$, 生产企业的最优选择是承担责任; 如果环境管理部门实施 EPR 的概率等于 $(E-S)/(F+S)$, 生产企业随机地选择承担责任和不承担责任。

因此, 实施 EPR 博弈的混合战略纳什均衡为 $\theta = (E-S)/(F+S)$, $\gamma = 1 - C/F$, 即环境管理部门以 $(E-S)/(F+S)$ 的概率实施 EPR, 生产企业以 $1 - C/F$ 的概率选择承担责任. 此均衡另一个可能的解释是: 经济体系中有许多生产企业, 其中有 $1 - C/F$ 比例的生产企业选择承担责任, C/F 比例的生产企业选择不承担责任。

1.3 静态博弈长期效益分析

实际运行过程中, 生产企业特别是大型制造企业, 如家电生产企业、整车制造企业等, 不但要考虑承担责任的短期收益, 还将根据企业的发展战略及经济技术实力等因素预测承担责任可能带来的长期效益, 在此基础上再进行决策. 分析长期效益时, 相应的混合纳什均衡将被扩展成精炼贝叶斯纳什均衡. 生产企业作为一个理性参与者, 如果某个阶段选择不承担责任的 t 期 (假设企业所生产产品的使用寿命为有限的 t 期) 预期收益贴现值 $\pi_p(\theta, 0)$ 大于或远大于承担责任的预期收益贴现值 $\pi_p(\theta, 1)$, 其选择不承担责任是一个占优战略. 反之亦然. 根据表 1 的支付矩阵计算如下:

$$\begin{aligned}\pi_p(\theta, 1) &= (I + S - E) + (I + S - E)r + \\ &\quad (I + S - E)r^2 + \cdots + (I + S - E)r^t = \\ &\quad (I + S - E)(1 - r^{t+1})/(1 - r); \\ \pi_p(\theta, 0) &= [I - (F + S) \times \theta] + [I - (F + S) \times \\ &\quad \theta]r + [I - (F + S) \times \theta]r^2 + \cdots + \\ &\quad [I - (F + S) \times \theta]r^t = \\ &\quad [I - (F + S) \times \theta](1 - r^{t+1})/(1 - r)\end{aligned}$$

其中 r 为贴现因子, $0 \leq r \leq 1$.

如果 $\pi_p(\theta, 0) > \pi_p(\theta, 1)$, 生产企业某个阶段选择不承担责任是一个占优均衡; 反之, 如果 $\pi_p(\theta, 0) < \pi_p(\theta, 1)$, 生产企业某个阶段选择承担责任是一个占优均衡. 比较 $\pi_p(\theta, 1)$ 与 $\pi_p(\theta, 0)$ 的大小, 可消去贴现因子, 从而 $\theta = (E-S)/(F+S)$, 结果与短期效益分析相同。

事实上, 企业环境管理水平的提高将会增强企业可持续发展的竞争力. 特别是随着全球经济一体化程度的加深, 国际上日益严格的环境标准以及延伸产品环境责任的环保法规要求, 将对国内企业产生不可忽视的深远影响. 假设将国际市场的开拓作为对于生产企业环境管理能力及绩效

的一种认可与激励, 并假设由于市场空间的扩展, 生产企业将获得总利润为 L 的回报 (为简化讨论, 将生产企业打入国际市场后的全部长期利得视为 L), 此时, 企业承担责任 $\pi'_p(\theta, 1)$ 与不承担责任 $\pi'_p(\theta, 0)$ 的期望收益将会如下:

$$\begin{aligned}\pi'_p(\theta, 1) &= (I + S - E) + (I + S - E)r + \\ &\quad (I + S - E)r^2 + \cdots + \\ &\quad (I + S - E)r^t + Lr^t = \\ &\quad (I + S - E)(1 - r^{t+1})/(1 - r) + Lr^t; \\ \pi'_p(\theta, 0) &= [I - (F + S) \times \theta] + [I - (F + S) \times \\ &\quad \theta]r + [I - (F + S) \times \theta]r^2 + \cdots + \\ &\quad [I - (F + S) \times \theta]r^t = \\ &\quad [I - (F + S) \times \theta](1 - r^{t+1})/(1 - r)\end{aligned}$$

如果 $\pi'_p(\theta, 0) > \pi'_p(\theta, 1)$, 生产企业某个阶段选择不承担责任是一个占优均衡; 反之, 如果 $\pi'_p(\theta, 0) < \pi'_p(\theta, 1)$, 生产企业某个阶段选择承担责任是一个占优均衡. 因为国际市场开拓激励对生产企业的当期收入没有影响, 所以 $\pi_p(\theta, 0) = \pi'_p(\theta, 0)$. 但国际市场开拓激励的引入使得 $\pi'_p(\theta, 1) > \pi_p(\theta, 1)$, 从而生产企业不承担责任的机会损失增加. 可见, 在参与国际竞争的条件下, 生产企业将更倾向于承担责任的策略。

2 我国 EPR 运行环境与对策

2.1 主要影响因素与我国运行环境现状分析

从 $\gamma = 1 - C/F$ 可知, 在政府实施 EPR 成本不能降低的情况下, 政府对生产企业不承担责任的惩罚越重, 企业承担责任的概率越高; 在实施 EPR 成本越低的环境下 (例如, 在德国、瑞典、荷兰、美国等, 行业协会均作为重要力量参与了相关 EPR 法规的讨论与制定, 这不但加强了企业对 EPR 的了解与认同, 也提高了 EPR 的可行性与易接受性; 再例如, 经过几十年的努力, 发达国家公众的环保意识有了极大提高, 企业守法和公众监督的自觉性非常高, 这些都间接减低了 EPR 监管成本), 企业承担责任的概率往往越高. 从 $\theta = (E-S)/(F+S)$ 可知, 生产企业承担责任的成本越大、不承担责任受到的惩罚越小或潜在收益越大、声誉价值越小 (例如我国现阶段的特点), 政府实施 EPR 的难度就会越大. 反之亦然. 国际合作的发展以及国际市场的开发, 将提高本国企业加强产品整个生命周期环境管理的经济动力, 促使本国企业承担产品的回收责任。

下文将针对上述主要影响因素, 从环境政策、

经济和社会意识三方面对我国EPR的运行环境进行分析。

(1) 我国环境政策

我国目前垃圾处理仅从投资回收的角度制定收费标准,未考虑土地占用及填埋产生的远期生态成本。以北方某开发区为例,工业垃圾处置收费2.5元/t,政府补贴2倍的费用即5元/t;而在加拿大,工业垃圾填埋收费25加元/t,我国收费水平不足加拿大的1/50,我国对全部生态损失的补偿不足加拿大的3/50。垃圾处置收费低,企业逃避责任获取的机会收益 E 则高,增加了企业逃避责任的潜力。

由于经济技术等条件的限制,一些地方对各类污染行为的监察力度不够,对污染严重的企业查处也不够严格。企业不承担责任所受到的处罚 F 小,加之较高的收益水平 E ,导致我国企业不承担责任的概率 (C/F) 和我国政府开展EPR的难度 $((E-S)/(F+S))$ 都较高。

(2) 经济发展因素

目前,我国企业整体研发能力落后,通过设计改进提高产品整个生命周期环境绩效的能力不足。废旧产品回收利用技术水平的落后和系统管理中存在的一系列问题导致回收利用所获得的经济效益较之美国等发达国家存在较大差距。根据 $\theta = (E-S)/(F+S)$,进一步加大了我国政府推行EPR并实现产品整个生命周期环境绩效改进目标的难度。

我国经济与国际市场一体化程度不断加深,欧盟、日本等已经实施EPR的发达国家对进口产品所规定的回收责任,特别是进口商的经济责任,将促使那些想要进军国际市场的中国企业采取措施提高产品环境绩效,以获取国际市场开拓的收益 (L) 。在国际市场环保法规的影响下, $\pi_p'(\theta, 0) < \pi_p'(\theta, 1)$,我国企业承担责任的主动性将提高。

(3) 公众环境意识

我国公众的环保意识薄弱,产品的环境性能和使用后的环境绩效并未影响最终的购买决策。企业对环保问题的重视不足,或者将其作为市场推广的一种手段,或者认为“环境管理是富人(企业/国家)的游戏”。社会整体环境意识的薄弱,使得环保形象和声誉收益 S 过低,难以激励我国企业承担责任的行动,进一步加大了我国政府开展EPR的难度。

2.2 我国实施EPR的对策建议

根据我国目前的社会经济发展水平与废旧产品回收利用的现状,我国政府应重视经济因素对EPR的影响和推动作用,以适当的方式整合已有回收体系,最大限度地发挥市场机制的作用;通过立法明确生产者的责任,细化行业EPR相关法规;加大公众宣传教育力度,重视引导利益相关主体的共同参与,最终形成“企业负责,多方参与”的格局。

电子、汽车等行业将是我国实施EPR的优先行业,对于这些行业的生产企业特别是大型生产企业而言,应确立“预响应”的环境管理战略,以前瞻性的、主动性的战略姿态应对未来的法规压力与环保需求,利用EPR系统构建准备期和建设期,作好必要的准备工作,减少被动响应可能带来的高额管理成本和经济损失。重视提高自主创新水平和“面向拆解的设计”能力,积累产品开发与设计改进的技术与经验。加强与政府部门、回收企业、供应系统的沟通,将国内发展与国际开拓结合起来。

3 结 论

本文围绕EPR构建与实施过程中的两大关键主体——政府与核心企业,建立了完全信息静态博弈模型,从理论角度明晰了两主体的角色与相互关系特征。通过对两主体在EPR博弈过程中的得失分析,以及长期期望收益与短期期望收益的对比,实现了对影响EPR构建与实施的经济、政治、社会等多种因素的综合分析,识别出影响EPR博弈最终结果的关键因素。以此为依据,解析了我国实施EPR的运行环境特征,特别是EPR在我国应用的主要阻碍因素。研究结果表明:企业承担责任的长期与短期期望收益水平、政府对废弃物处置的环境代价的考虑程度、政府实施EPR的力度与立法保障程度、社会上其他利益相关主体的环境意识与参与水平,都将影响EPR的构建与实施。通过本研究,期望为我国有效推动电子、汽车等行业EPR的确立与实施提供理论依据与决策参考。

参考文献:

- [1] DAVIS G A. Extended producer responsibility in the automobile industry: European initiatives [D]. Tennessee: University of Tennessee, 2001

- [2] TOJO N. Extended producer responsibility as a driver for design change — Utopia or reality? [R]. Sweden: Lund University, 2004
- [3] SMINK C, NIELSEN E H, JORGENSEN T H. Process and product-oriented environmental policy within the car chain [R]. Denmark: Aalborg University, 2004
- [4] JORGENSEN T H, SMINK C. Environmental management systems in South Africa — a case study in the automotive industry [R]. Denmark: Aalborg University, 2004
- [5] 刘青, 夏北成. 废旧汽车的环境问题与回收对策[J]. 污染防治技术, 2003, **16**(z1):158-161
- [6] LINDHQVIST T. Extended producer responsibility in cleaner production-policy principle to promote environmental improvements of product systems [D]. Sweden: Lund University, 2000
- [7] LINDHQVIST T. Towards an extended producer responsibility — analysis of experiences and proposals [R] // Products as Hazards-background documents. Stockholm: Ministry of the Environment and Natural Resources, 1992
- [8] OECD. Extended and shared producer responsibility. Phase 2. Framework Report [R]. Paris: OECD, 1998
- [9] FORSLIND K H. Implementing extended producer responsibility: the case of Sweden's car scrapping scheme [J]. **Journal of Cleaner Production**, 2005, **13**(5):619-629
- [10] LIFSET R. Take it back: extended producer responsibility as a form of incentive-based environmental policy [J]. **The Journal of Resource Management and Technology**, 1993, **21**:163-175
- [11] 李艳萍. 论延伸生产者责任制度[J]. 环境保护, 2005(7):13-38
- [12] 黄锡生, 张国鹏. 论生产者责任延伸制度——从循环经济的动力支持谈起[J]. 法学论坛, 2006, **21**(3):111-114
- [13] 任文举, 李忠. 生产者责任延伸制度理论及其实践[J]. 经济师, 2006(4):29-30
- [14] 刘冰, 梅光军. 生产者责任延伸制度在电子废弃物管理中的探讨[J]. 环保技术, 2005, **24**(6):1-17
- [15] 刘超. 面向延伸生产者责任的产品设计[J]. 轻工机械, 2004(3):121-122
- [16] 祝融. 生产者责任延伸制度立法的探讨[J]. 环境保护, 2006(10):46-48
- [17] YAMAGUCHI M. Extended producer responsibility in Japan — Introduction of “EPR” into Japanese waste policy and some controversy [R] // ECP Newsletter No. 19. Japan: Keio University, 2002

Study of implementing environments of extended producer responsibility in China based on game analysis

ZHAO Yi-ping*, ZHU Qing-hua, WU Chun-you

(School of Management, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: In order to promote the successful implementation of extended producer responsibility (EPR) in China, the role of government and core producers during EPR is emphasized. Game and strategy optimizing process between government and producer are studied. Static two-entity EPR game model under complete information is proposed. By crossly analyzing the expected benefits in both short-term and long-term, six key affecting factors are identified including cost of government's implementing EPR, punishment for violations, cost for producer to take responsibilities, potential benefits to violate the regulations, eco-image value for producer, and the international market development and promotion. Based on discussion of the influences of the above factors, functioning environment of implementing EPR in China is further studied based on the local environment in China. Suggestions are given accordingly in the end.

Key words: extended producer responsibility; game; functioning actors; implementing environment