

# 低碳经济下我国出口企业成本博弈分析<sup>①</sup>

吴 竑<sup>1</sup>, 陈岱婉<sup>2</sup>

1. 汕头职业技术学院 经管系, 广东 汕头 515078; 2. 汕头职业技术学院 自然科学系, 广东 汕头 515041

**摘要:** 通过建立数学模型, 利用诺思的外部性理论, 说明出口企业污染环境是负外部性的典型事例, 政府有效监管将改变出口企业成本博弈. 同时分析发达国家实施“碳关税”对出口企业成本博弈的影响, 阐述我国发展低碳经济的挑战和对策.

**关键词:** 低碳经济; 出口企业; 成本; 博弈

**中图分类号:** F224.5

**文献标志码:** A

在环境问题备受关注的今天, 高效利用能源、开发清洁能源、追求绿色 GDP 的经济增长模式越来越受到国际社会的重视, 有些国家甚至拟以“环境保护”的名义征收“碳关税”. 为适应全球可持续发展的趋势和实现可持续发展的目标, 我国加大了环保政策的实施力度, 环境保护取得了积极进展; 但目前部分出口企业仍以牺牲环境为代价换取经济利润, 造成某些地方污染加剧. 本文从经济学原理出发, 通过建立数学模型, 研究企业、地方政府之间的博弈关系, 探究出口企业在低碳经济下的成本选择不同策略, 试图找到经济发展与环境保护双赢的方法, 以改善当前我国的环境污染防治状况, 引导出口企业走低碳发展之路.

## 1 低碳经济的国际动向

自 2003 年的英国能源白皮书《我们能源的未来: 创建低碳经济》提出低碳经济, 人类开始意识到全球气候变暖对生存和发展的严峻挑战, 各国政府都以实际行动发展低碳经济, 欧美等发达国家更是走在发展的前列. 在政策上, 英美等国纷纷采取鼓励低碳能源开发和使用的政策. 例如, 英国引入了气候变化税、碳排放贸易基金、碳信托交易基金, 基于低碳排放技术的绿色经济已被英国视为重振经济的助推器. 目前, 绿色产业是英国衰退期几个为数不多的经济增长领域, 预计从现在开始至 2015 年每年的增长率将超过 4%<sup>[1]</sup>. 美国通过能源法案, 奥巴马政府希望抓住以太阳光能、风能发电为代表的新能源产业来带动美国经济进入新一轮增长. 日本凭借其长期积累的能源效率和技术优势, 以及在新能源和再生能源开发利用方面拥有的雄厚技术, 提出打造成全球第一个低碳社会的目标. 可见, 发达国家的环境保护已经走在前面, 低碳减排正渗透各行各业, 成为一项国家行动.

自改革开放以来我国外贸发展迅速, 这种飞跃发展在带来巨大物质财富的同时, 也导致了环境污染和生态破坏. 从 1997 年至 2006 年, 我国对外出口贸易增加引起的内涵二氧化碳量平均年增长速度为 18.2%<sup>[2]</sup>. 中国无论是从经济可持续发展的角度, 还是从履行减排温室气体的国际责任角度考虑, 都必须加快发展低碳经济.

## 2 低碳经济下我国出口企业的博弈分析

外部效应理论指出: 只要某人的效用函数所包含的变数是在另一个人的控制之下, 就有外部效应的存

① 收稿日期: 2009-11-20

作者简介: 吴 竑(1965-), 男, 广东汕头人, 讲师, 硕士, 主要从事经济数学方法的研究.

在. 在现实生活中, 生态环境是一种典型的公共物品, 具有非排他性和非竞争性. 各国制定环境政策的过程中存在着“囚徒的困境”的局面, 即个体理性的行动导致集体行动的非理性结果, 这种负外部性的存在, 会使具有环保意识的企业因缺乏激励机制而放弃低碳选择, 使外贸发展所赖以存在的环境恶化, 最终使经济失去发展的条件.

## 2.1 “碳关税”未实施的情况下, 政府监管力度对出口企业成本决策的影响

现假设第  $i$  个企业销售该产品  $g_i$  件,  $g_i \in [0, +\infty)$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ),  $n$  个企业的总销售量为  $G = \sum_{i=1}^n g_i$ , 每件产品的平均价格为  $P$ , 产品的成本函数为  $C = c_i(G)$ .

在这个博弈里面, 每个企业都可以选择适当的销售量, 以便自己的利润最大化. 在  $P$  为常量, 企业成本最小时, 利润最大. 设第  $i$  个企业利润函数为

$$R_i = g_i P - g_i c_i(G) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

若第  $i$  个企业每次治理前的利润率为  $\alpha_i$ , 治理费用率为  $\beta_i$ , 则第  $i$  个企业的治理费用为  $\beta_i R_i$ , 企业高碳时的罚款为  $F$ . 如果企业不治污, 并要逃避罚款, 则需寻租, 设付出的寻租成本为  $M = \theta \beta_i R_i$  ( $0 < \theta < 1$ ). 假设每个企业低碳的概率为  $p$  (则高碳的概率为  $1 - p$ ), 政府监管的概率为  $q$  (则不监督的概率为  $1 - q$ ), 那么第  $i$  个企业的期望利润函数为<sup>[3]</sup>:

$$E(p) = p[q(\alpha_i - \beta_i)R_i + (1 - q)(\alpha_i - \beta_i)R_i] + (1 - p)[q(\alpha_i R_i - F - M) + (1 - q)(\alpha_i R_i - M)] = p(\alpha_i - \beta_i)R_i + (1 - p)[\alpha_i R_i - qF] - (1 - p)M \quad (2)$$

企业的目的是实现期望盈利最大化, 对(2)式求导可得

$$\frac{\partial E}{\partial p} = qF - \beta_i R_i + M \quad (3)$$

令(3)式为 0, 得

$$q = \frac{\beta_i R_i - M}{F} \quad (4)$$

当  $q < \frac{\beta_i R_i - M}{F}$  时, 也就是政府监管的概率在  $[0, \frac{\beta_i R_i - M}{F}]$  时, 政府的监管概率较低.

将(4)式对  $\beta_i$  求导, 可得到

$$\frac{\partial q}{\partial \beta_i} = \frac{R_i}{F} > 0 \quad (5)$$

在  $M, F$  不变时, 政府监管的概率随着  $\beta_i$  减少而降低, 出口企业的治污费用率越低, 企业改进技术减少污染的概率越高, 政府需要监管的概率越低; 在  $F, \beta_i$  不变时, 政府监管的概率随着  $M$  的增加而降低, 寻租成本越高, 政府监管的概率越低, 环保执法越成为“软约束”; 在  $M, \beta_i$  不变时, 政府监管的概率随着  $F$  的增加而降低, 罚款金额较高时, 将促使企业自觉治污, 从而政府监管的概率降低. 但实际上, 出口企业为了实现自己的利润最大化, 在社会必要劳动时间一定的情况下, 就会想尽办法降低成本, 以追求最大利润. 它的同行也必然采取相同的策略. 因此在政府监管不力时, 污染是必然选择.

现假设企业  $i$  的成本为  $a$ , 改进技术提高能效后成本为  $a' = a + \beta_i R_i$ ,  $n$  个企业都改进技术来提高能效后每个企业的成本为  $a''$  ( $a < a'' < a'$ ), 在地方政府缺乏监管时, 企业  $i$  与其他企业治污成本博弈见表 1.

表 1 政府缺乏监管时企业成本博弈

企业 $i$	其他企业	企业治污成本博弈	
		企业 $i$	其他企业
污染	污染	$a$	$a$
污染	环保	$a$	$a'$
环保	污染	$a'$	$a$
环保	环保	$a''$	$a''$

地方政府缺乏监管时, 污染成本很低 ( $F, M$  几乎为 0), 成本  $a < a'$ , 按照“看不见的手”的原理, 企业  $i$  从自身利益出发, 污染是必然选择. 其他企业也类似. 每个企业为实现利益最大化, 都会选择逃避污染治

理的策略,即:企业继续排污,地方政府不查处,所以污染情况持续。

当  $q > \frac{\beta_i R_i - M}{F}$  时,也就是政府监管的概率在  $\left[\frac{\beta_i R_i - M}{F}, 1\right]$  时,政府的监管概率较高,将(4)式对  $F$  求导,可得到

$$\frac{\partial q}{\partial \beta_i} = -\frac{\beta_i R_i - M}{F^2} < 0 \quad (6)$$

政府监管概率与罚款成反比,企业污染环境受到的惩罚越大,企业就越不敢污染环境,此时低碳是出口企业的必然选择<sup>[4]</sup>。

在向低碳经济转变的过程中,假如政府实现有效监管( $M=0$ ),对环保企业给予绿色税收优惠  $b$  并对污染企业进行严厉处罚( $F$  较大),那么将会导致我国出口企业的新博弈。

现假设企业  $i$  的成本为  $a$ ,改进技术提高能效,得到绿色税收优惠  $b$  后,成本为  $a' - b$ ,那么企业  $i$  与其他企业博弈见表 2。

表 2 政府有效监管时企业成本博弈

企业 $i$	其他企业	企业治污成本博弈	
		企业 $i$	其他企业
污染	污染	$a + F$	$a + F$
污染	环保	$a + F$	$a' - b$
环保	污染	$a' - b$	$a + F$
环保	环保	$a'' - b$	$a'' - b$

显然,在  $b = a' - a - F$  时,污染与环保企业成本一样,在考虑投资风险的情况下,企业会选择污染策略,以生态换发展;在  $b < a' - a - F$  时,污染成本低于环保成本,企业也会选择污染策略,环境成为利润的牺牲品;在  $b > a' - a - F$  时,污染成本高于环保成本,企业会改进技术、提高能效、降低成本,实现利润与环境的双赢。

## 2.2 “碳关税”实施的情况下,政府有效监管对出口企业成本决策的影响

在向低碳经济转变的过程中,假如我国政府实现有效监管( $M=0$ ),对低碳企业给予绿色税收优惠  $b$ ,对污染企业增加罚款  $F$ ( $F$  较大),而进口国征收“碳关税” $d$ ,那么将会导致我国出口企业的新博弈(表 3)。

表 3 政府有效监管和“碳关税”实施时,企业成本博弈

企业 $i$	其他企业	企业治污成本博弈	
		企业 $i$	其他企业
污染	污染	$a + F + d$	$a + F + d$
污染	环保	$a + F + d$	$a' - b$
环保	污染	$a' - b$	$a + F + d$
环保	环保	$a'' - b$	$a'' - b$

显然,当  $b = a' - a - F - d$  时,污染与环保企业成本一样,在考虑投资风险的情况下,企业会选择污染策略,以生态换发展;在  $b < a' - a - F - d$  时,污染成本低于环保成本,企业也会选择污染策略,环境成为利润的牺牲品;在  $b > a' - a - F - d$  时,污染成本高于环保成本,企业会改进技术、提高能效,自觉减少对自然环境的污染和破坏,推进绿色生产的发展,实现利润与环境的双赢<sup>[5]</sup>。

从博弈效果看,征收“碳关税”似乎有利于促使出口企业向低碳转化,是在全球气候变化框架下维护国际经济竞争的公平;但征收“碳关税”的欧、美、日等已将本国高污染、高排放的工业转移到发展中国家,它们以征收“碳关税”的形式,扼住了中国等发展中国家经济发展的咽喉,而“中国制造”将丧失原来的低成本优势。据统计,中国去年对美出口机电产品总额达 1 528.6 亿美元,占中国对美出口总额 60%。如美国征收碳关税,将对我国出口产品带来严重影响,此举还可能引发其他国家效仿,使中国外贸出口“雪上加霜”,这对象中国这样的发展中国家是不公平的。

## 3 结论与对策

环境保护随着政府监管概率增加而加强,高碳企业随着寻租成本的增加而减少,污染程度随着政府监

管的力度加大而降低。企业治污费用越低,寻租成本越大,污染环境受到的惩罚越大,企业就越不敢污染环境,此时低碳是出口企业的必然选择。所以,要推行低碳经济,解决企业污染问题,政府还需制定长远战略。除了大幅度提高污染的罚款金额,遏制权力寻租现象,政府更应该通过鼓励科技创新降低企业治污费用,引导企业使用可再生能源减少排污,引领和助推低碳经济发展,同时要促使企业承担发展低碳经济的社会责任,让更多企业意识到环保能降低企业的成本,低碳是绿色经济发展的“集体行动”。只有企业自觉跟进低碳经济的发展步伐,中国向低碳经济转换才有现实的基础和未来的希望。

征收碳关税在一定程度上能促使企业走向低碳经济,但这也是西方国家对我国实施绿色壁垒的手段,对我国外贸发展产生直接影响。从目前碳关税征收的范围看,发达国家主要是针对那些在其国内未被征收过碳关税的进口产品征收碳关税,而对其国内已被征收过碳关税的产品不再征收碳关税。我国目前尚未征收碳关税,与其让出口产品的利润以碳关税的形式流于国外,不如通过征收碳关税的方式把这部分利润留在国内,利用“碳关税”倒逼机制的作用,加速经济结构调整和产业升级步伐,加快自主创新能力的培养,从而实现环境与发展、企业和政府的双赢。

#### 参考文献:

- [1] 王正鹏. 进出口贸易对中国能源二氧化碳排放影响的初步分析 [J]. 研究与探讨, 2008(3): 14-17.
- [2] 聂 靖. 干扰源对 3 人量子囚徒困境上策均衡预期收益的影响 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2010, 31(3): 57-60.
- [3] 陈岱婉. 环境保护与经济博弈的博弈 [J]. 太原师范学院学报: 自然科学版, 2007, 6(4): 39-42.
- [4] HOWITT A P. Endogenous Growth Theory [M]. Massachusetts: MIT Press, 1998: 211-214.
- [5] KALLIS G. When is it Coevolution [J]. Ecological Economics, 2007, 62: 1-6.

## Game Analysis on the Cost of China's Export Enterprises Under the Background of Low-Carbon Economy

WU Hong<sup>1</sup>, CHEN Dai-Wan<sup>2</sup>

1. Department of Economics and Management, Shantou Polytechnic, Shantou Guangdong 515078;

2. Department of Natural Science, Shantou Polytechnic, Shantou Guangdong 515041

**Abstract:** Establishing the mathematical model and using North's externality theory, the article indicates the phenomenon of export enterprises polluting the environment is a typical example of negative externalities, government's effective supervision to the cost of export enterprises will change the result of game. Simultaneous game analysis the influence of "carbon tariff" implemented by developed countries to the cost of export enterprises. The article also explains the challenges and countermeasures on China's development of low-carbon economy.

**Key words:** low-carbon economy; export enterprises; cost; game

责任编辑 张 枸