

碳政策对厂商技术稳定性及租售策略的影响

张宇翔, 谭德庆

(西南交通大学经济管理学院, 四川 成都 610031)

摘要: 碳政策背景下厂商策略问题受到了广泛的关注. 在考虑政府推出碳限额交易政策以及未来推出碳税政策基础上, 构建了具有生产和消费碳排放特征的垄断耐用品厂商出租和销售模型, 研究了碳政策对厂商出租与销售策略下的市场结构、提高生产技术稳定性的意愿以及出租与销售策略选择的影响. 分析结果表明, 碳政策导致市场总需求减小, 但厂商提高生产技术稳定性可以降低市场需求的减小量; 出租策略下, 厂商有提高生产技术稳定性的意愿, 且适当提高碳交易价格可以增强厂商提高生产技术稳定性的意愿; 销售策略下, 在一定条件下, 厂商才有提高生产技术稳定性的意愿, 且这种意愿越来越强; 在满足一定条件时, 出租策略最优; 不满足该条件时, 销售策略最优.

关键词: 碳政策; 生产技术稳定性; 市场结构; 策略选择

中图分类号: F224

文献标识码: A

文章编号: 1000-5781(2019)05-0632-12

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2019.05.006

Impact of carbon policy on technical stability and rental strategy of manufacturers

Zhang Yuxiang, Tan Deqing

(School of Economics and Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Firm decisions considering carbon policies have received widespread attention. Considering the government introduced carbon cap-and-trade policy and carbon tax policy which will be introduced in the future, this paper models a durables monopoly's leasing and selling decision with carbon emissions in both the production and consumption process to analyze how carbon policy affects the market structure, the monopoly's willingness to improve the stability of production technology, and the leasing or selling decision. The analysis shows that carbon policy leads to a decreasing of market demands, and that firms' improving the stability of production technology can reduce the reduction in the market demand. In the case of the leasing strategy, the monopoly has willingness to improve the stability of the production technology and his willingness will be improved by an appropriate increasing of carbon trading price; in the case of the selling strategy, the monopoly has the willingness to improve the stability of production technology under certain conditions, and his willingness is increasing; leasing is the optimal strategy when certain conditions are met, otherwise selling is the optimal strategy.

Key words: carbon policy; the stability of production technology; the structure of market; strategy choice

1 引言

如何有效降低碳排放是时下各界关注的焦点, 各国政府都在积极探索科学有效的减排措施. 从经济学角

收稿日期: 2016-12-20; 修订日期: 2017-09-30.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71571149; 71501019); 四川省哲学社科重点研究基地资助项目(SCKCZY2017-ZC05).

度出发, 碳排放问题属于外部性问题. 解决外部性问题的最优手段是将外部成本内部化. 因此, 我国于 2011 年开始陆续选取北京、天津和上海等七个省市开展碳排放交易试点工作, 并计划 2017 年正式启动全国统一碳交易市场, 推动企业市场决策和消费习惯向绿色转型, 承诺到 2030 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60% ~ 65%.

面对碳限额交易政策带来的严峻挑战, 低碳减排成为未来我国制造企业在决策过程中必须重视的一个关键因素. 在碳排放限制下, 企业必须降低碳排放量, 减少碳支出费用. 而多数耐用品(例如: 汽车、空调等产品)在生产和消费过程中都会产生碳排放, 并且消费过程中产生的碳排放量要高于生产过程中产生的碳排放量. 此外, 厂商生产技术的稳定性、生产材料批次的不同都会造成产品的质量差异, 从而导致耐用品在消费过程中产生的碳排放量不同. 随着国家对碳排放的重视, 对于消费碳排放高的产品, 未来国家势必推出相关碳政策约束消费者的消费行为, 碳税作为一种从量征税的碳排放政策最为合适. 以汽车为例, 随着我国碳政策的试点与推出, Car2go、盼达、途歌等中外新能源汽车分时租赁服务机构纷纷开始在中国营运, 表明碳政策已经开始影响中国消费者在买车和租车之间的选择.

作为各界关注的焦点, 制造企业碳排放问题引起了学术界的广泛关注. 主要集中在以下两个方面. 第一方面是低碳约束下制造企业的生产决策问题. 这方面的研究主要是从生产运作或供应链视角出发. Dobos^[1]通过分析碳排放约束前后制造企业成本的变化, 计算得出在碳限额交易影响下企业产品的最优生产批量. Benjaafar 等^[2]研究了不同碳排放限制政策下, 制造企业的最优生产和库存等决策问题. Chen 等^[3]对比了不同碳排放限制政策对制造企业生产决策的影响, 研究发现碳限额相比而言更加有效. 田一辉等^[4]运用演化博弈模型研究了政府补贴对竞争企业绿色产品生产以及绿色供应链管理的影响. 程永宏等^[5]研究了不同决策方式下碳标签对制造商和零售商价格决策与协调的影响. 黄帝等^[6]研究了碳配额交易政策下生产商的最优产量以及低碳技术投资等决策问题. 第二方面是制造企业减排策略问题. Kroes 等^[7]研究发现消费者的环保意识和低碳偏好会影响厂商节能减排的积极性, 从消费者行为角度提供了降低碳排放的措施. Benjaafar 等^[2]的研究中同时分析了企业经营策略的调整以及企业之间的合作对降低碳排放的影响. Theiblen 等^[8]从供应链角度出发, 研究得出对于易耗品供应链, 上下游企业之间协同减排是最优的降低碳排放的措施. 丁黎黎等^[9]通过构建政府与企业之间的动态博弈模型, 探讨如何有效降低碳排放问题. 张汉江等^[10]研究了三种不同减排研发模式下制造商最优减排量的变化, 研究得到结论合作减排研发可以最大程度地降低碳排放量. 谢鑫鹏等^[11]从供应链角度出发, 分析了碳排放约束下厂商的生产和减排策略.

本文是研究碳政策对耐用品厂商租售策略的影响. 租售策略是耐用品经典问题, Coase^[12]最先提出在垄断情况下, 出租策略可以为耐用品厂商提供更多的利润. 之后学者基本都是对他的模型进行拓展. Desai 等^[13]进一步研究了在竞争情况下, 耐用品厂商租售策略选择问题. Chien 等^[14]研究了新时代环境下网络效应对耐用品厂商租售策略的影响. 邵晓双等^[15]分析了外部性效应对汽车厂商租售策略的影响. Vishal 等^[16]对租售策略的环境友好程度进行了对比研究, 发现耐用度和产品的使用污染程度都会影响对比结果. 此外, 也有学者研究了产品质量差异对企业市场策略的影响. Debanjan 等^[17]通过大量样本数据分析了产品实际质量的差异对顾客感知质量的影响, 研究发现实际质量的差异要六年时间才能完全在顾客感知质量得到体现. Noah^[18]研究了在多个供应商竞争情况下, 产品质量差异对于消费者选择的影响. Zhang 等^[19]研究了两种存在质量差异产品的混合销售策略. 周雄伟等^[20]考虑产品质量信息不对称情况, 研究了双寡头市场两家企业针对质量差异化产品的定价问题. 李振华等^[21]研究表明对于电子商务领域来说, 针对低质量产品或服务的价格补偿是解决产品质量差异化的有效途径.

碳政策的推出不仅会影响企业的生产库存决策, 还会改变企业的市场策略. 然而目前少有文献研究碳政策对企业市场策略的影响. 此外, 碳政策推出后企业是否有意愿提高自身技术水平降低碳排放, 政府如何在经济发展与生态环境之间权衡, 都是值得研究的问题. 因此, 本文基于当前政府全面推出碳限额交易政策以及未来推出消费碳税政策背景, 以耐用品垄断企业为研究对象, 从消费者效用角度出发, 构建同时具备生产和消费碳排放特征的耐用品租售策略模型, 分析了碳政策对耐用品厂商的市场结构, 提高生产技术稳定性

意愿以及租售策略选择等的影响. 研究发现, 碳政策会导致耐用品厂商租售市场萎缩, 为应对市场萎缩, 厂商有意愿提高自身生产技术稳定性, 但过低或者过高的碳交易价格和碳税率均会削弱厂商提高生产技术稳定性的意愿. 碳税率满足一定条件下, 当碳交易价格较低的情况下, 厂商会选择采取出租策略; 当碳交易价格超过阈值后, 厂商会选择采取销售策略. 所做研究可以为政府完善碳政策, 为企业应对未来市场变化提供科学的理论参考.

2 耐用品租售策略模型

2.1 基本假设

在政府实施碳限额交易政策以及未来推出碳税政策背景下, 考虑无限周期情况下垄断厂商生产为消费者提供两期服务、耐用度为 δ 的耐用品, $\delta \in (0, 1)$. 根据耐用品经典理论, 在不影响研究结论的基础上, 为简化计算可假设该耐用品到第二期末剩余价值为 0. 厂商生产过程中由于原材料批次不同, 人为操作以及机器等因素, 会导致耐用品出厂质量产生差异, 并进一步造成耐用品在消费过程中产生的碳排放存在差异. 本文设定为无瑕疵和有瑕疵两种情况(此瑕疵是指导致产品碳排放量变化的瑕疵), 假设无瑕疵产品的质量为 v , 有瑕疵产品的质量为 σv , $\sigma \in (0, 1)$. 并设耐用品出厂时无瑕疵的概率为 α . 即用 α 代表厂商的生产技术稳定性. α 越大, 表示厂商生产技术稳定性越高.

假设耐用品在生产和消费过程中均存在碳排放. 其中生产过程中的碳排放不受厂商生产技术稳定性的影响, 不论有无瑕疵, 生产单位耐用品产生的碳排放均为 e_p , 且这部分碳排放产生的费用由厂商承担; 在消费过程中, 无瑕疵耐用品的碳排放低于有瑕疵耐用品的碳排放, 假设无瑕疵耐用品每期产生的碳排放为 e_l , 有瑕疵耐用品每期产生的碳排放为 e_h , 并有 $e_l < e_h$. 这部分碳排放产生的费用由拥有耐用品所有权的主体承担.

厂商和消费者均受碳政策的约束. 碳限额交易政策用于约束厂商, 每期政府分配给厂商的碳排放配额量为 Q , 若厂商的实际碳排放量超过配额量 Q , 则需要以价格 p_e 从碳交易市场购买不足部分的碳排放配额, 以避免政府高额罚款; 若厂商的实际碳排放量小于配额量 Q , 则可以将剩余的碳排放配额以价格 p_e 出售到碳交易市场. 碳税政策用于约束消费者消费行为, 对于消费者所有权下的耐用品在消费过程中产生的碳排放征收碳税, 每产生单位碳排放的碳税率为 λ .

垄断厂商有出租(用 r 表示)和销售(用 s 表示)两种市场策略选择. 出租策略下, 厂商分别以价格 p_{rn} 和 p_{ru} 向市场提供新、旧两种耐用品的单周期出租服务. 新产品出租到期后, 下一期将作为旧耐用品继续出租, 旧耐用品出租到期后, 根据假设耐用品剩余价值为 0 退出市场. 销售策略下, 厂商以价格 p_{sn} 向市场提供新耐用品销售服务, 旧耐用品通过消费者以市场出清价格 p_{su} 流入到二手市场.

消费者对产品具有异质性, 假设消费者类型为 θ , 均匀分布在 $[0, 1]$ 之间. 同时消费者每周期仅能消费一个耐用品, 且对该耐用品具有依赖性, 使用过后会重复消费. ρ 为折现因子, $\rho \in (0, 1)$. 为讨论方便, 在不影响本文结论的前提下, 假设垄断厂商的固定成本和边际生产成本均为 0.

2.2 出租策略模型

可以明显判断市场只存在三种类型的消费者: 每期都租用新耐用品的消费者, 该部分消费者类型处于 $[\theta_{r1}, 1]$; 每期都租用旧耐用品的消费者, 该部分消费者类型处于 $[\theta_{r2}, \theta_{r1})$; 不租用耐用品的消费者, 该部分消费者类型处于 $[0, \theta_{r2})$.

由假设可知, 类型 $\theta \in [\theta_{r1}, 1]$ 之间每期都租用新耐用品的消费者租用到无瑕疵耐用品的概率为 α , 租用到有瑕疵耐用品的概率为 $1 - \alpha$, 因此该类型消费者在第 t 期获得的期望效用可以表示为

$$E[u_{rn}^t(\theta)] = \alpha(\theta v - p_{rn} + \rho E[u_{rn}^{t+1}(\theta)]) + (1 - \alpha)(\theta \sigma v - p_{rn} + \rho E[u_{rn}^{t+1}]),$$

其中 $\theta v - p_{rn}$ 为消费者第 t 期租用到无瑕疵新耐用品获得的效用, $\theta \sigma v - p_{rn}$ 为消费者第 t 期租用到有瑕疵

新耐用品获得的效用, $\rho E[u_{rn}^{t+1}(\theta)]$ 为消费者第 $t+1$ 期租用新耐用品获得的期望效用在第 t 期的折现。

均衡状态下有 $E[u_{rn}^t(\theta)] = E[u_{rn}^{t+1}(\theta)]$, 经计算可得

$$E[u_{rn}^t(\theta)] = ((\alpha + \sigma - \alpha\sigma)\theta v - p_{rn}) / (1 - \rho). \quad (1)$$

同理, 类型 $\theta \in [\theta_{r2}, \theta_{r1}]$ 之间每期都租用旧耐用品的消费者在第 t 期获得的期望效用可以表示为

$$E[u_{ru}^t(\theta)] = \alpha(\theta\delta v - p_{ru} + \rho E[u_{ru}^{t+1}(\theta)]) + (1 - \alpha)(\theta\delta\sigma v - p_{ru} + \rho E[u_{ru}^{t+1}]).$$

均衡状态下有 $E[u_{ru}^t(\theta)] = E[u_{ru}^{t+1}(\theta)]$, 经计算可得

$$E[u_{ru}^t(\theta)] = ((\alpha + \sigma - \alpha\sigma)\delta\theta v - p_{ru}) / (1 - \rho). \quad (2)$$

类型 $\theta \in [0, \theta_{r2}]$ 之间不租用耐用品的消费者在第 t 期获得的效用为零, 即 $u_{r0}^t = 0$.

处于临界点 θ_{r1} 的消费者租用新耐用品与租用旧用品获得的效用无差异, 令式(1)和式(2)相等, 可得

$$\theta_{r1} = (p_{rn} - p_{ru}) / ((\alpha + \sigma - \alpha\sigma)(1 - \delta)v). \quad (3)$$

同理, 可得

$$\theta_{r2} = (p_{ru}) / ((\alpha + \sigma - \alpha\sigma)\delta v). \quad (4)$$

第 t 期新、旧耐用品的出租量分别为

$$q_{rn}^t = 1 - \theta_{r1}, \quad (5)$$

$$q_{ru}^t = \theta_{r1} - \theta_{r2}. \quad (6)$$

由式(3)~式(6)可以计算得到新、旧耐用品的市场出租价格分别为

$$p_{rn} = (\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v(1 - q_{rn}^t - \delta q_{ru}^t), \quad (7)$$

$$p_{ru} = (\alpha + \sigma - \alpha\sigma)\delta v(1 - q_{rn}^t - q_{ru}^t). \quad (8)$$

由假设可知垄断厂商的固定成本与边际生产成本为 0. 因此, 垄断厂商第 t 期获得的利润函数可表示为

$$\Pi_r^t = p_{rn}q_{rn}^t + p_{ru}q_{ru}^t - p_e(e_p q_{rn}^t + \alpha e_l(q_{rn}^t + q_{ru}^t) + (1 - \alpha)e_h(q_{rn}^t + q_{ru}^t) - Q). \quad (9)$$

由假设可知, 稳态均衡状态下有 $q_{ru}^t = q_{ru}^{t-1} = q_{ru}^t$. 因此, 将式(7)和式(8)代回式(9), 经计算可得在满足 $p_e < ((1 + \delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v) / (e_p + 2\alpha e_l + 2(1 - \alpha)e_h)$ 条件下, 新耐用品的最优出租量为

$$q_{rn}^{t*} = ((1 + \delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v - p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1 - \alpha)e_h)) / ((2 + 6\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v). \quad (10)$$

将式(10)分别代回式(7)和式(8), 经计算可得厂商最优出租策略下, 新、旧耐用品的市场出租价格分别为

$$p_{rn}^* = ((1 + 4\delta - \delta^2)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v + (1 + \delta)p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1 - \alpha)e_h)) / (2 + 6\delta), \quad (11)$$

$$p_{ru}^* = (2\delta^2(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v + \delta p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1 - \alpha)e_h)) / (1 + 3\delta). \quad (12)$$

将式(10)、式(11)和式(12)代入式(9), 经计算可得垄断厂商第 t 期获得的最优出租利润为

$$\Pi_r^{t*} = \frac{((1 + \delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v - p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1 - \alpha)e_h))^2}{(12\delta + 4)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v} + p_e Q. \quad (13)$$

2.3 销售策略模型

在垄断厂商销售策略下, 由于产品质量的不确定性, 可将消费者划分为三种类型: 类型 $\theta \in [\theta_{s1}, 1]$ 之间的消费者为策略型消费者, 所谓策略型消费者是指该类型消费者只购买新的耐用品, 如果购买到无瑕疵的新耐用品则会一直使用, 直至该耐用品生命周期结束后再重新购买新产品; 如果购买到有瑕疵的新耐用品,

消费者将只使用一期该耐用品,在下一期将手中所持的耐用品卖出再继续购买新耐用品;类型 $\theta \in [\theta_{s2}, \theta_{s1})$ 之间的消费者每期都购买旧耐用品;类型 $\theta \in [0, \theta_{s2})$ 之间的消费者不购买耐用品。

因此,类型 $\theta \in [\theta_{s1}, 1]$ 之间购买新耐用品的策略型消费者在第 t 期购买新耐用品获得的期望效用为

$$\begin{aligned} E[u_{sn}^t(\theta)] &= \alpha(\theta v - p_{sn} - \lambda e_1 + \rho(\theta \delta v - \lambda e_1) + \rho^2 E[u_{sn}^{t+2}(\theta)]) + \\ &\quad (1 - \alpha)(\theta \sigma v - p_{sn} - \lambda e_h + \rho(p_{su} + E[u_{sn}^{t+1}(\theta)])) \end{aligned}$$

稳态均衡状态下, $E[u_{sn}^t(\theta)] = E[u_{sn}^{t+1}(\theta)] = E[u_{sn}^{t+2}(\theta)]$, 经计算可得

$$E[u_{sn}^t(\theta)] = \frac{(\alpha + \alpha \rho \delta + \sigma - \alpha \sigma) \theta v - p_{sn} + \rho(1 - \alpha) p_{su} - \alpha(1 + \rho) \lambda e_1 - (1 - \alpha) \lambda e_h}{(1 - \rho)(1 + \alpha \rho)}. \quad (14)$$

类型 $\theta \in [\theta_{s2}, \theta_{s1})$ 之间购买旧耐用品的消费者第 t 期购买旧耐用品获得的总效用为

$$u_{su}^t(\theta) = \theta \delta \sigma v - p_{su} - \lambda e_h + \rho u_{su}^{t+1}(\theta).$$

稳态均衡状态下, $u_{su}^t(\theta) = u_{su}^{t+1}(\theta)$, 经计算可得

$$u_{su}^t(\theta) = (\theta \delta \sigma v - p_{su} - \lambda e_h) / (1 - \rho). \quad (15)$$

类型 $\theta \in [0, \theta_{s2})$ 之间不购买耐用品的消费者在第 t 期获得的效用为零, 即 $u_{s0}^t = 0$.

位于点 θ_{s1} 处购买新耐用品的策略型消费者与每期都购买旧耐用品的消费者获得的效用无差异, 因此令式(14)和式(15)相等, 经计算可得

$$\theta_{s1} = (p_{sn} - (1 + \rho) p_{su} - \alpha(1 + \rho) \lambda(e_h - e_1)) / ((\alpha + \alpha \rho \delta + \sigma - \alpha \sigma - \delta \sigma - \alpha \rho \delta \sigma) v). \quad (16)$$

同理, 可得

$$\theta_{s2} = (p_{su} + \lambda e_h) / (\delta \sigma v). \quad (17)$$

稳态均衡状态下, 易证明每期有 $1/(1 + \alpha)$ 比例的策略型消费者购买新耐用品^[22], 根据假设其中有 α 比例的消费者购买到无瑕疵的耐用品, $1 - \alpha$ 比例的消费者购买到有瑕疵的耐用品, 因此下面两个等式成立,

$$q_{sn}^t = (1 - \theta_{s1}) / (1 + \alpha), \quad (18)$$

$$q_{su}^t = \theta_{s1} - \theta_{s2} = (1 - \alpha) q_{sn}^t. \quad (19)$$

根据式(16)~式(19), 经计算可得新耐用品的市场价格和旧耐用品的市场出清价格分别为

$$p_{sn} = ((1 + \rho) \delta \sigma + N) v - (2(1 + \rho) \delta \sigma + (1 + \alpha) N) v q_{sn}^t - \alpha(1 + \rho) \lambda e_1 - (1 - \alpha)(1 + \rho) \lambda e_h, \quad (20)$$

$$p_{su} = \frac{2 \delta \sigma p_{sn} - (1 - \alpha) N \delta \sigma v + 2 \alpha \delta \sigma (1 + \rho) \lambda e_1 - (2 \alpha \delta \sigma (1 + \rho) + (1 + \alpha) N) \lambda e_h}{2(1 + \rho) \delta \sigma + (1 + \alpha) N}, \quad (21)$$

其中 $N = \alpha(1 - \sigma)(1 + \rho \delta) + (1 - \delta) \sigma > 0$.

根据假设, 固定成本和边际生产成本均为零. 因此, 厂商第 t 期的销售利润函数为

$$\Pi_s^t = p_{sn} q_{sn}^t - p_e(e_p q_{sn}^t - Q). \quad (22)$$

将式(20)和式(21)代入式(22), 根据最优化一阶条件, 可得厂商的最优市场投放量为

$$q_{sn}^{t*} = \frac{((1 + \rho) \delta \sigma + N) v - p_e e_p - \alpha(1 + \rho) \lambda e_1 - (1 - \alpha)(1 + \rho) \lambda e_h}{2(2(1 + \rho) \delta \sigma + (1 + \alpha) N) v}. \quad (23)$$

将式(23)分别代入式(20)~式(22), 经计算可得当厂商达到市场最优投放量时, 新耐用品市场价格、旧耐用品市场出清价格以及厂商销售利润分别为

$$p_{sn}^{t*} = (((1 + \rho) \delta \sigma + N) v + p_e e_p - \alpha(1 + \rho) \lambda e_1 - (1 - \alpha)(1 + \rho) \lambda e_h) / 2, \quad (24)$$

$$p_{su}^{t*} = \frac{((1+\rho)\delta\sigma + \alpha N)\delta\sigma v + \delta\sigma p_e e_p + \alpha(1+\rho)\delta\sigma e_l - (1+\alpha)((1+\rho)\delta\sigma + N)\lambda e_h}{2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N}, \quad (25)$$

$$\Pi_s^{t*} = \frac{(((1+\rho)\delta\sigma + N)v - p_e e_p - \alpha(1+\rho)\lambda e_l - (1-\alpha)(1+\rho)\lambda e_h)^2}{4(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)v} + p_e Q. \quad (26)$$

3 碳排放政策与厂商技术稳定性对市场结构的影响

3.1 出租策略情况

政府实施碳政策情况下, 将式(11)和式(12)分别同时代入式(3)和式(4), 经计算可得在稳态均衡状态下, 消费者效用无差异点为

$$\theta_{r1} = ((1+5\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v + p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1-\alpha)e_h))/((2+6\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v), \quad (27)$$

$$\theta_{r2} = (2\delta(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v + p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1-\alpha)e_h))/((1+3\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v). \quad (28)$$

假设政府不实施碳政策, 即 $p_e = 0$. 将 $p_e = 0$ 分别代入式(27)和式(28), 经计算可得在稳态均衡状态下, 消费者效用无差异点变为

$$\theta'_{r1} = (1+5\delta)/(2+6\delta), \quad (29)$$

$$\theta'_{r2} = 2\delta/(1+3\delta). \quad (30)$$

由式(27)~式(30)可得

$$\Delta q_{rn} = (1 - \theta'_{r1}) - (1 - \theta_{r1}) = (p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1-\alpha)e_h))/((2+6\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v) > 0, \quad (31)$$

其中 Δq_{rn} 表示碳限额交易政策导致的租用新耐用品消费者减少量, 该部分消费者转变为租用旧耐用品的消费者.

$$\Delta q_{ru} = (\theta'_{r1} - \theta'_{r2}) - (\theta_{r1} - \theta_{r2}) = (p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1-\alpha)e_h))/((2+6\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v) > 0, \quad (32)$$

其中 Δq_{ru} 表示碳限额交易政策导致的租用旧耐用品消费者减少量, 该部分消费者退出市场.

$$\Delta q_r = (1 - \theta'_{r2}) - (1 - \theta_{r2}) = (p_e(e_p + 2\alpha e_l + 2(1-\alpha)e_h))/((1+3\delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v) > 0, \quad (33)$$

其中 Δq_r 表示碳限额交易政策导致的最终租用耐用品消费者减少量.

由式(31)~式(33)可以得到垄断厂商出租策略下, 碳限额交易政策对消费者租用耐用品行为即对消费者市场结构的影响, 如图1所示.

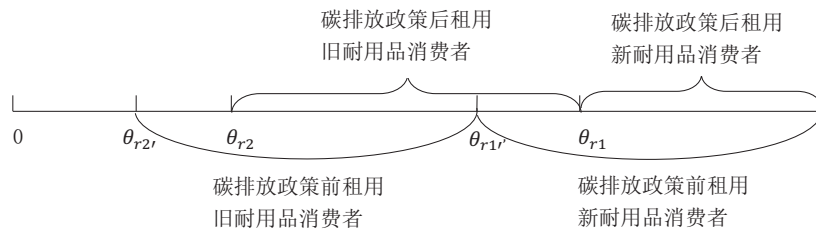


图1 碳限额交易政策对出租策略下消费者市场结构影响示意图

Fig. 1 The carbon cap-and-trade policy impact on the market structure under leasing strategy

分别求式(31)~式(33)关于 α 的一阶偏导数, 可以明显看出 $\frac{\partial \Delta q_{rn}}{\partial \alpha} < 0$, $\frac{\partial \Delta q_{ru}}{\partial \alpha} < 0$, $\frac{\partial \Delta q_r}{\partial \alpha} < 0$. 表明随着厂商生产技术稳定性的提高, 碳限额交易政策导致的租用新耐用品的消费者减少量、租用旧耐用品的

消费者减少量以及参与市场的总消费者减少量均会下降.

根据以上分析可得下列结论.

结论 1 稳态均衡状态下, 碳限额交易政策会影响垄断耐用品厂商最优出租策略下的消费者市场结构. 碳限额交易政策的实施导致租用耐用品的消费者总数量减少, 且租用新耐用品与租用旧耐用品的消费者减少数量相同.

结论 2 稳态均衡状态下, 耐用品垄断厂商提高生产技术稳定性有助于降低碳限额交易政策导致的租用耐用品的消费者总减少数量, 且提高生产技术稳定性对降低碳限额交易政策导致的租用新耐用品与租用旧耐用品的消费者减少量影响完全相同.

由结论 1 和结论 2 可以看出, 碳限额交易政策的推出使得垄断耐用品厂商出租市场萎缩, 为应对未来市场的严峻挑战, 厂商应积极提高自身生产技术稳定性, 为消费者提供更好的消费体验, 减缓用户流失.

3.2 销售策略情况

政府实施碳政策情况下, 将式(24)和式(25)分别同时代入式(16)和式(17), 经计算可得在稳态均衡状态下, 消费者效用无差异点为

$$\theta_{s1} = \frac{((1+\rho)\delta\sigma + N)(1+\alpha)v + (1+\alpha)p_e e_p + \alpha(1+\rho)(1+\alpha)\lambda e_l + (1-\alpha)(1+\rho)(1+\alpha)\lambda e_h}{2(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)v}, \quad (34)$$

$$\theta_{s2} = (((1+\rho)\delta\sigma + \alpha N)v + p_e e_p + \alpha(1+\rho)\lambda e_l + (1+\alpha)(1+\rho)\lambda e_h) / ((2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)v). \quad (35)$$

假设政府不实施碳政策, 即 $p_e = \lambda = 0$. 将 $p_e = \lambda = 0$ 分别代入式(34)和式(35), 经计算可得在稳态均衡状态下, 消费者效用无差异点变为

$$\theta'_{s1} = \frac{(1+\alpha)((1+\rho)\delta\sigma + N)}{2(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)}, \quad (36)$$

$$\theta'_{s2} = \frac{(1+\rho)\delta\sigma + \alpha N}{2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N}. \quad (37)$$

由式(34)~式(37)可得

$$\Delta q_{sn} = (1 - \theta'_{s1}) - (1 - \theta_{s1}) = \frac{(1+\alpha)p_e e_p + \alpha(1+\rho)(1+\alpha)\lambda e_l + (1-\alpha)(1+\rho)(1+\alpha)\lambda e_h}{2(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)v} > 0, \quad (38)$$

其中 Δq_{sn} 表示碳限额交易与碳税政策导致的购买新耐用品消费者减少量, 该部分消费者转变为二手市场消费者.

$$\Delta q_{su} = (\theta'_{s1} - \theta'_{s2}) - (\theta_{s1} - \theta_{s2}) = \frac{(1-\alpha)p_e e_p + \alpha(1-\alpha)(1+\rho)\lambda e_l + (1-\alpha)^2(1+\rho)\lambda e_h}{2(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)v} > 0, \quad (39)$$

其中 Δq_{su} 表示碳限额交易与碳税政策导致的二手市场消费者减少量, 该部分消费者退出市场.

$$\Delta q_s = (1 - \theta'_{s2}) - (1 - \theta_{s2}) = \frac{p_e(e_p + \alpha(1+\rho)\lambda e_l + (1-\alpha)(1+\rho)\lambda e_h)}{(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)v} > 0, \quad (40)$$

其中 Δq_s 表示碳限额交易与碳税政策导致的最终购买耐用品消费者减少量.

由式(38)~式(40)可以明显看出, $\Delta q_{sn} > \Delta q_{su} > 0$, 表明碳限额交易与碳税政策导致买新耐用品的消费者比购买旧耐用品的消费者减少的数量更多. $\frac{\partial \Delta q_{su}}{\partial \alpha} < 0$, $\frac{\partial \Delta q_s}{\partial \alpha} < 0$, 表明随着厂商生产技术稳定性的提高, 碳限额交易与碳税政策导致的购买旧耐用品的消费者减少量和参与市场的总消费者减少量均会下降.

求式(38)关于 α 的一阶偏导数, 经计算可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Delta q_{sn}}{\partial \alpha} &= \frac{2(1+\rho)\delta\sigma p_e e_p + (1+\rho)(2(1+\rho)(1+2\alpha)\delta\sigma + (1+\alpha)^2 N)\lambda e_l}{2(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)^2 v} - \\ &\quad \frac{(1+\rho)(4(1+\rho)\alpha\delta\sigma + (1+\alpha)^2 N)\lambda e_h}{2(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)^2 v}. \end{aligned} \quad (41)$$

由式(41)可以看出, 存在唯一实数根 α^* , 使得当 $\alpha < \alpha^*$ 时, $\frac{\partial \Delta q_{sn}}{\partial \alpha} > 0$; 当 $\alpha > \alpha^*$ 时, $\frac{\partial \Delta q_{sn}}{\partial \alpha} < 0$. 表明在厂商生产技术稳定性低于阈值 α^* 情况下, 随着厂商生产技术稳定性的提高, 碳限额交易与碳税政策导致的购买新耐用品的消费者减少量增加, 在厂商生产技术稳定性高于阈值 α^* 情况下, 随着厂商生产技术稳定性的提高, 碳限额交易与碳税政策导致的购买新耐用品的消费者减少量降低.

根据以上分析可得下列结论.

结论 3 稳态均衡状态下, 碳限额交易与碳税政策会影响垄断厂商销售策略下的消费者市场结构. 碳限额交易与碳税政策的实施导致购买耐用品的消费者总数量减少, 并且二手市场对一手市场存在挤兑效应.

结论 4 稳态均衡状态下, 耐用品垄断厂商提高生产技术稳定性有助于降低碳限额交易与碳税政策导致的购买耐用品消费者的总减少数量. 其中提高生产技术稳定性会降低碳限额交易政策导致的二手市场消费者减少量; 但是在厂商生产技术稳定性较差(低于阈值 α^*)的情况下, 提高生产技术稳定性反而使碳限额交易与碳税政策导致的一手市场消费者减少量增加; 只有当厂商生产技术稳定性较高(高于阈值 α^*)的情况下, 提高生产技术稳定性才能使碳限额交易与碳税政策导致的一手市场消费者减少量降低.

由结论 3 和结论 4 可以看出, 碳限额交易与碳税政策的推出同样使得垄断耐用品厂商销售市场萎缩, 且一手市场萎缩更加严重. 在垄断厂商自身生产技术稳定性较差的情况下, 由于提高生产技术稳定性不能减缓用户流失, 因此厂商并没有提高生产技术稳定性的意愿; 只有厂商自身生产技术稳定性较高情况下, 提高生产技术稳定性才能减缓用户流失. 因此, 面临即将正式推出的碳政策, 企业应提前做好应对措施, 加大技术投入和质量管制, 将自身生产技术稳定性提高到较高水平. 对政府来说, 为更好地推进碳政策的实施, 应对较为落后的行业和企业提供一定的扶持政策, 鼓励企业积极提高自身技术水平.

4 碳政策对厂商提高生产技术稳定性意愿的影响

4.1 出租策略情况

假设政府不实施碳政策, 即 $p_e = 0$. 将 $p_e = 0$ 代入式(13), 可得不实施碳限额交易政策情况下厂商的利润为

$$\Pi_{r'}^{t*} = (((1 + \delta)^2(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v) / (12\delta + 4)). \quad (42)$$

求式(42)关于厂商生产技术稳定性 α 的一阶偏导数, 可得

$$\frac{\partial \Pi_{r'}^{t*}}{\partial \alpha} = ((1 + \delta)^2(1 - \sigma)v) / (12\delta + 4) > 0. \quad (43)$$

政府实施碳政策情况下, 求式(13)关于厂商生产技术稳定性 α 的一阶偏导数, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_r^{t*}}{\partial \alpha} = & ((1 + \delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v - p_e(e_p + 2\alpha e_1 + 2(1 - \alpha)e_h))((1 + \delta)(1 - \sigma)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v + \\ & p_e((1 - \sigma)e_p - 2(\alpha + 2\sigma - \alpha\sigma)e_1 + 2(1 + \alpha + \sigma - \alpha\sigma)e_h)) \times \\ & ((12\delta + 4)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)^2v)^{-2} > 0. \end{aligned} \quad (44)$$

求式(44)关于 p_e 的二阶混合偏导数, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \Pi_r^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} = & ((1 + \delta)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v - 2p_e(e_p + 2\alpha e_1 + 2(1 - \alpha)e_h)) \times \\ & ((1 - \sigma)e_p - 2(\alpha + 2\sigma - \alpha\sigma)e_1 + 2(1 + \alpha + \sigma - \alpha\sigma)e_h) \times \\ & ((12\delta + 4)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)^2v)^{-2} - ((e_p + 2\alpha e_1 + 2(1 - \alpha)e_h) \times \\ & (1 + \delta)(1 - \sigma)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)v)((12\delta + 4)(\alpha + \sigma - \alpha\sigma)^2v)^{-1}. \end{aligned} \quad (45)$$

令式(45)等于零,可得

$$p_e^* = \frac{2(1+\delta)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)^2 v(e_h - e_l)}{(e_p + 2\alpha e_l + 2(1-\alpha)e_h)((1-\sigma)e_p - 2(\alpha+2\sigma-\alpha\sigma)e_l + 2(1+\alpha+\sigma-\alpha\sigma)e_h)}. \quad (46)$$

当 $p_e < p_e^*$ 时, $\frac{\partial^2 \Pi_r^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} > 0$; 当 $p_e > p_e^*$ 时, $\frac{\partial^2 \Pi_r^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} < 0$. 表明在碳交易价格 p_e 低于阈值 p_e^* 情况下, 碳交易价格越高, 生产技术稳定性对厂商出租利润的正效应越强; 在碳交易价格 p_e 高于阈值 p_e^* 情况下, 碳交易价格越高, 生产技术稳定性对厂商出租利润的正效应越弱.

由式(43)~式(46)可得下列结论.

结论 5 出租策略下, 厂商有提高生产技术稳定性的意愿. 在政府实施碳限额交易政策情况下, 碳交易价格的提高具有进一步增强厂商提高生产技术稳定性意愿的特征. 但当碳交易价格提高到一定程度后(高于阈值 p_e^*), 碳交易价格的提高反而具有降低厂商提高生产技术稳定性意愿的特征.

由结论 5 可以看出, 在厂商采取出租策略情况下, 为维持厂商提高自身生产技术稳定性的意愿, 政府不应当任由碳交易价格随市场自由波动, 过高的碳交易价格会阻碍厂商提高生产技术稳定性, 将碳交易价格调控在阈值以下最有益于碳政策的顺利推进.

4.2 销售策略情况

假设政府不实施碳政策, 即 $p_e = \lambda = 0$. 将 $p_e = \lambda = 0$ 代入式(26), 经计算可得不实施碳政策情况下, 稳态均衡状态下的厂商销售利润变为

$$\Pi_{s'}^{t*} = \frac{((1+\rho)\delta\sigma + N)^2 v}{4(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)}. \quad (47)$$

求式(47)中关于厂商生产技术稳定性 α 的一阶偏导数, 并令其等于零, 可得

$$\alpha^* = \frac{3(1-\sigma)(1+\rho)\delta\sigma + (1-2\sigma)(1-\delta)\sigma}{(1-\sigma)((1+\rho)\delta\sigma - (1-2\sigma)(1+\rho\delta))}. \quad (48)$$

当 $\alpha < \alpha^*$ 时, $\frac{\partial \Pi_{s'}^{t*}}{\partial \alpha} > 0$; 当 $\alpha > \alpha^*$ 时, $\frac{\partial \Pi_{s'}^{t*}}{\partial \alpha} < 0$. 当厂商生产技术稳定性低于阈值 α^* 时, 厂商生产技术稳定性越高, 销售利润越高; 当厂商生产技术稳定性高于阈值 α^* 时, 厂商生产技术稳定性越高, 销售利润越低.

在政府实施碳政策情况下, 求式(26)中关于厂商生产技术稳定性 α 的一阶偏导数, 可得

$$\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} = \frac{(((1+\rho)\delta\sigma + N)v - C_e)((1+\alpha)(1-\sigma)(1+\rho\delta) + N)(C_e - C_1)}{4(2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N)^2 v}, \quad (49)$$

其中 $C_e = p_e e_p + \alpha(1+\rho)\lambda e_l + (1-\alpha)(1+\rho)\lambda e_h$, 表示单位耐用品在生产和消费过程中产生的总平均碳支出费用, $C_1 = \frac{(1+\rho\delta)((2\alpha-1)(2\sigma-1)N - (3-\alpha)(1-\sigma)(1+\rho)\delta\sigma)v - 2A(1+\rho)\lambda(e_h - e_l)}{(1+\alpha)(1-\sigma)(1+\rho\delta) + N}$,

$A = 2(1+\rho)\delta\sigma + (1+\alpha)N$.

由式(49)可以看出当单位耐用品的总平均碳支出费用 $C_e < C_1$ 时, $\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} < 0$; 当 $C_e > C_1$ 时, $\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} > 0$.

求式(49)中关于碳交易价格 p_e 的二阶混合偏导数, 可得

$$\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} = \frac{((1+\alpha)(1-\sigma)(1+\rho\delta) + N)e_p(C_2 - C_e)}{2A^2 v}, \quad (50)$$

其中

$$C_2 = \left((((1+\rho)\delta\sigma + (1+\rho\delta)(4\alpha - \sigma - 6\alpha\sigma) + (1-\delta)\sigma)N - 2(1-\alpha)(1-\sigma)(1+\rho\delta)(1+\rho)\delta\sigma)v - 2A(1+\rho)\lambda(e_h - e_l) \right) / (2((1+\alpha)(1-\sigma)(1+\rho\delta) + N)).$$

由式(50)可以看出当单位耐用品的总平均碳支出费用 $C_e < C_2$ 时, $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} > 0$; 当单位耐用品的总平均碳支出费用 $C_e > C_2$ 时, $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} < 0$.

求式(49)中关于碳税率 λ 的二阶混合偏导, 可得

$$\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial \lambda \partial \alpha} = \frac{(A(e_h - e_l) + ((1 + \alpha)(1 - \sigma)(1 + \rho\delta) + N))(1 + \rho)(C_3 - C_e)}{2A^2v}, \quad (51)$$

其中

$$C_3 = (((1 + \rho)\delta\sigma + N)B - (1 + \rho\delta)((1 - 2\alpha)(1 - 2\sigma)N + (3 - \alpha)(1 - \sigma)(1 + \rho)\delta\sigma))Ev + 2A(e_h - e_l)((1 + \rho)\delta\sigma + N)v - (1 + \rho)\lambda E) / (2A(e_h - e_l) + 2BE),$$

$$E = \alpha e_l + (1 - \alpha)e_h, \quad B = (1 + \alpha)(1 - \sigma)(1 + \rho\delta) + N.$$

由式(51)可以看出当单位耐用品的总平均碳支出费用 $C_e < C_3$ 时, $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial \lambda \partial \alpha} > 0$; 当单位耐用品的总平均碳支出费用 $C_e > C_3$ 时, $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial \lambda \partial \alpha} < 0$.

由式(49)~式(51)可以看出碳限额交易政策对厂商改进生产技术稳定性的影响如下:

当单位耐用品的平均碳支出费用 $C_e < \min(C_1, C_2)$ 时, $\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} < 0$, 表明厂商生产技术稳定性越高, 销售利润越低; $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} > 0$, 表明碳交易价格越高, 厂商生产技术稳定性对销售利润的负效应越强.

在 $C_1 < C_2$ 情况下, 当单位耐用品的平均碳支出费用满足 $C_1 < C_e < C_2$ 时, $\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} > 0$, 表明厂商生产技术稳定性越高, 销售利润越高; $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} > 0$: 表明碳交易价格越高, 厂商生产技术稳定性对销售利润的正效应越强.

在 $C_2 < C_1$ 情况下, 当单位耐用品的平均碳支出费用满足 $C_2 < C_e < C_1$ 时, $\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} < 0$, 表明厂商生产技术稳定性越高, 销售利润越低; $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} < 0$, 表明碳交易价格越高, 厂商生产技术稳定性对销售利润的负效应越弱.

当单位耐用品的总平均碳支出费用 $C_e > \max(C_1, C_2)$ 时, $\frac{\partial \Pi_s^{t*}}{\partial \alpha} > 0$, 表明厂商生产技术稳定性越高, 销售利润越高; $\frac{\partial^2 \Pi_s^{t*}}{\partial p_e \partial \alpha} < 0$, 表明碳交易价格越高, 厂商生产技术稳定性对销售利润的正效应越弱.

碳税政策具有与以上碳限额交易政策相同的影响特征.

根据以上分析可得下列结论.

结论 6 在单位产品的平均碳支出费用较低(低于 $\min(C_1, C_2)$)情况下, 厂商反而有降低生产技术稳定性的意愿, 并且碳交易价格与碳税率的提高均会进一步增强厂商降低生产技术稳定性的意愿; 在 $C_1 < C_2$ 情况下, 且单位产品的平均碳支出费用处于区间($C_1 < C_e < C_2$)时, 厂商依然有降低生产技术稳定性的意愿, 但是碳交易价格与碳税率的提高均会削弱厂商降低生产技术稳定性的意愿; 在 $C_2 < C_1$ 情况下, 且单位产品的平均碳支出费用处于区间($C_2 < C_e < C_1$)时, 厂商才有提高生产技术稳定性的意愿, 并且碳交易价格与碳税率的提高均会进一步增强厂商提高生产技术稳定性的意愿; 在单位产品的平均碳支出费用较高(高于 $\max(C_1, C_2)$)情况下, 厂商有提高生产技术稳定性的意愿, 但是碳交易价格与碳税率的提高均会削弱厂商提高生产技术稳定性的意愿.

由结论 6 可以看出, 在厂商采取销售策略情况下, 政府应当合理调整碳交易价格和碳税率, 将单位产品的平均碳支出费用控制在特定区间内, 保障碳政策顺利推进; 对企业来说, 面对碳政策带来的新挑战, 企业应积极改善自身生产技术, 将自身碳支出费用调整到该区间内, 达到政企双赢的结果.

5 碳排放政策对厂商出租与销售策略选择的影响

在政府实施碳限额交易与碳税政策情况下,无法直接判定垄断厂商出租与销售策略的优劣.因此,本文继续深入研究碳限额交易与碳税政策对垄断厂商出租与销售策略选择的影响.

在垄断耐用品厂商采取出租与销售策略获得利润无差异的情况下,即式(13)与式(26)相等时,经计算可得在满足碳税率 λ 大于等于阈值

$$\lambda^* = \frac{\left(((1+\rho)\delta\sigma + N) \sqrt{(3\delta+1)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)} - (1+\delta)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)\sqrt{A} \right) v}{(1+\rho)\sqrt{(3\delta+1)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)}E}$$

的情况下,存在碳交易价格

$$p_e^* = \frac{\left((1+\delta)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)\sqrt{A} - ((1+\rho)\delta\sigma + N)\sqrt{(3\delta+1)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)} \right) v}{\left(\sqrt{A} - \sqrt{(3\delta+1)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)} \right) e_p + 2\sqrt{AE}} + \frac{(1+\rho)\sqrt{(3\delta+1)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)}\lambda E}{\left(\sqrt{A} - \sqrt{(3\delta+1)(\alpha+\sigma-\alpha\sigma)} \right) e_p + 2\sqrt{AE}}, \quad (52)$$

因此可得下面的结论.

结论 7 在碳税率低于阈值(λ^*)情况下,销售策略为垄断厂商最优策略;在满足碳税率不低于该阈值情况下,垄断厂商在市场上采取出租与销售策略受碳交易价格的影响.当碳交易价格为 p_e^* 时,垄断厂商在市场上采取出租与销售策略无差异;当碳交易价格低于 p_e^* 时,出租策略优于销售策略;当碳交易价格高于 p_e^* 时,销售策略优于出租策略.

6 结束语

本文在政府全面推出碳限额交易政策以及未来推出碳税政策背景下,构建了无限周期情况下,具有生产碳排放和耐用品质量不确定导致消费过程具有差异碳排放特征的垄断厂商出租和销售策略模型,分析碳限额交易与碳税政策以及厂商生产技术稳定性对出租与销售策略下的消费者市场结构的影响,并进一步研究了碳限额交易与碳税政策对垄断厂商提高生产技术稳定性意愿的影响,进而探讨了碳限额交易与碳税政策对垄断厂商出租与销售策略选择的影响.得到有一定理论意义和实践参考价值的结论与建议,以期政府完善低碳政策,同时为企业应对未来政策变化提供决策依据.

参考文献:

- [1] Dobos I. The effects of emission trading on production and inventories in the Arrow-Karlin model. *International Journal of Production Economics*, 2005, 93/ 94(1):301–308.
- [2] Benjaafar S, Li Y, Daskin M. Carbon footprint and the management of supply chains: Insights from simple models. *IEEE Transactions on Automation Science & Engineering*, 2013, 10(1): 99–116.
- [3] Chen X, Benjaafar S, Elomri A. The carbon-constrained EOQ. *Operations Research Letters*, 2013, 41(2): 172–179.
- [4] 田一辉, 朱庆华. 政府价格补贴下绿色供应链管理扩散博弈模型. *系统工程学报*, 2016, 31(4): 526–535.
Tian Y H, Zhu Q H. Game model for diffusion of green supply chain management based on price subsidies of the government. *Journal of Systems Engineering*, 2016, 31(4): 526–535. (in Chinese)
- [5] 程永宏, 熊中楷. 碳标签制度下产品碳足迹与定价决策及协调. *系统工程学报*, 2016, 31(3): 386–397.
Cheng Y H, Xiong Z K. Product carbon footprint and pricing decisions and coordination under carbon labelling system. *Journal of Systems Engineering*, 2016, 31(3): 386–397. (in Chinese)

- [6] 黄 帝, 陈 剑, 周 泓. 配额-交易机制下动态批量生产和减排投资策略研究. 中国管理科学, 2016, 24(4): 131-137.
Huang D, Chen J, Zhou H. Optimal production and emissions reduction investment policies in a dynamic lot sizing model under cap-and-trade. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(4): 131-137. (in Chinese)
- [7] Kroes J, Subramanian R, Subramanyam R. Operational compliance levers, environmental performance, and firm performance under cap and trade regulation. Manufacturing and Service Operations Management, 2012, 14(2): 186-201.
- [8] Theibsen S, Spinler S. Strategic analysis of manufacturer-supplier partnerships: An ANP model for collaborative CO2 reduction management. European Journal of Operational Research, 2014, 233(2): 383-397.
- [9] 丁黎黎, 王晓玲, 徐寅峰. 质量门槛约束下的碳排放权拍卖机制研究. 系统工程学报, 2015, 30(5): 628-635.
Ding L L, Wang X L, Xu Y F. Research on auction mechanism of carbon emissions permits with quality thresholds. Journal of Systems Engineering, 2015, 30(5): 628-635. (in Chinese)
- [10] 张汉江, 张佳雨, 赖明勇. 低碳背景下政府行为及供应链合作研发博弈分析. 中国管理科学, 2015, 23(10): 57-66.
Zhang H J, Zhang J Y, Lai M Y. The game analysis of the supply chain cooperative R&D and the governments behavior under the low-carbon background. Chinese journal of Management Science, 2015, 23(10): 57-66. (in Chinese)
- [11] 谢鑫鹏, 赵道致. 低碳供应链企业减排合作策略研究. 管理科学, 2013, 26(3): 108-119.
Xie X P, Zhao D Z. Research on cooperation strategy of enterprises' carbon emission reduction in low carbon supply chain. Journal of Management Science, 2013, 26(3): 108-119. (in Chinese)
- [12] Coase R H. Durability and monopoly. Journal of Law and Economics, 1972, 15(1): 143-149.
- [13] Desai P, Purohit D. Competition in durable goods markets: The strategic consequences of leasing and selling. Marketing Science, 1999, 18(1): 42-58.
- [14] Chien H K, Chu C Y C, Cyrus C. Sale or lease: Durable-goods monopoly with network effects. Marketing Science, 2008, 27(6): 1012-1019.
- [15] 邵晓双, 谭德庆. 外部性效应对私家车市场租售策略的影响研究. 管理评论, 2015, 27(5): 105-113.
Shao X S, Tan D Q. Automobile markets with network effects: The strategic consequences of leasing and selling. Management Review, 2015, 27(5): 105-113. (in Chinese)
- [16] Agrawal V V, Ferguson M, Toktay L B, et al. Is leasing greener than selling. Management Science, 2012, 58(3): 523-533.
- [17] Mitra D, Golder P N. How does objective quality affect perceived quality: Short-term effects, long-term effects, and asymmetries. Marketing Science, 2006, 25(3): 230-247.
- [18] Gans N. Customer loyalty and supplier quality competition. Management Science, 2002, 48(2): 207-221.
- [19] Zhang Z, Joseph K, Subramaniam R. Probabilistic selling in quality-differentiated markets. Management Science, 2015, 61(8): 1959-1977.
- [20] 周雄伟, 刘鹏超, 陈晓红. 信息不对称条件下双寡头市场中质量差异化产品虚假信息问题研究. 中国管理科学, 2016, 24(3): 133-140.
Zhou X W, Liu P C, Chen X H. Quality differentiation product false information research in the duopoly market under the conditions of asymmetric information. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(3): 133-140. (in Chinese)
- [21] 李振华, 王浣尘. B2C 电子商务质量不确定性定价机制设计及其优化. 系统管理学报, 2004, 13(5): 433-436.
Li Z H, Wang H C. Designing and optimizing quality-contingent pricing mechanism of B2C e-commerce. Journal of Systems & Management, 2004, 13(5): 433-436. (in Chinese)
- [22] 高永全, 谭德庆, 高 敏. 耐用品垄断厂商易耗部件兼容策略. 系统工程, 2014, 32(10): 133-137.
Gao Y Q, Tan D Q, Gao M. Compatible strategy of easy-to-wear accessories for durable goods monopolist. Systems Engineering, 2014, 32(10): 133-137. (in Chinese)

作者简介:

张宇翔(1988—), 男, 山西大同人, 博士生, 研究方向: 决策科学, 产业组织发展理论, Email: zhangyxiang@163.com;

谭德庆(1966—), 男, 吉林人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 决策科学, 博弈理论及其应用, Email: tdq1966@126.com.