

再制造系统消费者类型分布对定价策略 与战略决策的影响机制分析

李帮义, 李 宁, 孙春艳

(南京航空航天大学 经济与管理学院, 南京 211106)

摘要: EOL产品的回收、再制造及其商业化是发展循环经济、解决资源与环境问题的重要途径, 消费者的类型分布影响着生产者的定价策略, 定价策略又影响着再制造品的市场结构与战略决策. 为此, 导入消费者的类型划分与分布, 定量构建了消费者类型划分对生产者定价策略的影响, 并给出了分界点; 同时, 评估了定价策略对生产者战略决策的影响机制, 确定了阈值分布, 绘制了决策路线图.

关键词: 再制造; 消费者类型; 定价策略; 战略决策

中图分类号: F253

文献标志码: A

Research on impact mechanism of customer type distribution to pricing decision and strategy decision in remanufacturing system

LI Bang-yi, LI Ning, SUN Chun-yan

(College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China. Correspondent: LI Bang-yi, E-mail: libangyi@nuaa.edu.cn)

Abstract: Recycling, remanufacturing and commercialization of end of life(EOL) product are significant way to develop recycling economy and handle the issues of the resource and the environment protect. Distribution of the customer type influences pricing decision of the remanufacturing, while the pricing decision also influences the market structure and the strategy decision. The division and distribution of the customer type are introduced, the effects on costumer type division to the pricing decision making are studied, and the threshold is given. Besides, the influence mechanism of pricing decision to remanufacturing strategy decision is evaluated and the decision route map is given.

Keywords: remanufacturing; consumer type; pricing decision; strategy decision

0 引 言

生产力水平的提高使物质消费极大丰富, 但也产生了大量寿命终结的废旧(EOL)产品, 例如大量的报废电子电气设备(WEEE). 为了解决EOL产品所产生的资源与环境问题, 托马斯提出了生产者责任延伸(EPR)^[1]理论, 它赋予生产者对产品整个生命周期的管理责任, 特别是产品消费后的回收、循环利用、再商业化和最终处置的责任. EPR是个多目标系统^[2], 即环境目标、经济增长和社会福利相协调, 构成一个等边三角形的顶点.

随着EPR理论的实践, 各国相继出台了解决EOL产品资源与环境的法律、法规政策, 例如以欧盟为代表的强制性回收政策和以美国为代表的自愿性回收政策^[3]. 我国也相继出台了《循环经济促进法》、《废

弃电器电子产品回收处理管理条例》等.

EOL产品循环利用的方式很多, 其中再制造是唯一能够在EOL产品整体上再商业化的利用模式. 再制造^[4]是以产品全寿命周期理论为指导, 对EOL产品进行物理修复和价值恢复的技术活动和管理行为的综合集成. 许多生产者出于社会责任和商业利益的考虑, 都已开始实施再制造策略, 如: 史泰博(Staples)是全球最大的办公用品公司, 自己生产、自己回收并参与墨盒的循环利用, 最多循环20次; 华为、IBM、Apple等著名跨国企业都开始实施再制造活动, 积累了很高的社会声誉.

生产者实施再制造的驱动力来自于外部社会责任约束与内部获利性. 获利性取决于再制造品的价格与销量. 消费者的“损失厌恶”^[5]和情感非中性使再制

收稿日期: 2015-10-27; 修回日期: 2016-02-22.

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(13AZD062); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(NP2016303).

作者简介: 李帮义(1963—), 男, 教授, 博士生导师, 从事供应链建模与优化、企业社会责任实现理论等研究; 李宁(1984—), 男, 副教授, 博士生, 从事供应链建模与优化、企业社会责任实现理论的研究.

造品具有复杂的价格形成机制。

Canan 等^[6]选择了产业经济学中的价格形成机制 $p_r = 1 - q_r - \gamma q_n$, 其中 $\gamma \in (0, 1)$ 是市场供给对价格的敏感系数。Toktay 等^[7]在研究再制造系统的内部竞争时, 认为再制造品的价格以新产品的一个比例 β , 即 $p_r = \beta q_n$ 进行销售。再制造品的价格还受其他因素的影响, 比如销售渠道和再制造模式, 对此, 惠普、IBM 等采取了混合渠道战略。刘宝全等^[8]研究了不同再制造模式和不同回收效率下, 新产品和再制造品的定价问题。文献 [9] 以 eBay 交易数据为基础, 研究了再制造品价格的形成, 发现再制造品的价格关联于新产品价格、品牌归属、社会声誉、担保策略等。

近年来, 许多跨国公司将再制造从运作策略上升到公司战略层面, 是否实施再制造成为公司的战略决策。Thierry 等^[10]于 1995 年发表了一篇从战略角度确立生产者实施再制造的可行性与边界条件的论文。Souza^[11]对闭环供应链中的研究主题进行了综述, 认为 EPR 中最大的战略决策是生产者是否愿意自愿实施再制造, 什么环境下生产者愿意自愿实施再制造。

再制造品的不完美性, 使其具有明显的复杂交易机制, 消费者的决策具有明显的不确定性。Wang^[12]研究了北京市居民参与 WEEE 循环的意愿及其影响因素, 定量给出了参与意愿的大小, 解释了形成机制。Atalay 等^[13]认为消费者选择再制造品所获得的效用是决策的关键, 并利用消费者剩余这一评估指标来评估消费者的利益。

再制造系统既存在新产品, 又存在再制造品。消费者如何作出选择? Ovchinnikov^[14]在存在产品替代的背景下, 研究了消费者的决策问题, 揭示了消费者在不同产品之间的转移规律。Vishal 等^[15]从产品的视角, 研究了消费者怎样去感知新产品和再制造品的价值, 揭示出不同产品之间的价值感知是相互影响的, 进而影响消费者的决策。

Atalay 等^[16]对消费者进行了市场细分, 将消费者划分为绿色 (G) 和普通 (O) 消费者两种类型, 分别研究了其对再制造品的偏好。研究显示, 绿色消费者并不严格区分再制造品, 而普通消费者则区别两种产品, 认为再制造品的 WTP 是新产品的一个比例 $\beta \in (0, 1)$ 。

综上所述, 生产者如何对产品定价? 对于新产品, 生产者可以选择需求导向定价法, 也可以选择竞争导向定价法。而对于再制造品的定价, 则复杂得多, 目前有两种定价方法: 一是采用产业经济学中的定价机制^[6] $p_n = 1 - q_n - \gamma q_r$, $p_r = \gamma(1 - q_n - q_r)$, $\gamma \in (0, 1)$, 是市场供给对价格的敏感系数; 二是基于新、再制造品的意愿支付不同 $(1, \beta)$ ^[7], 采用 p_r 与 p_n 的一个比例 (βp_n) 挂钩的方法, 即 $p_r = \beta q_n$ 。这两种定价方法都是

基于理论假设, 与现实有较大偏离, 正如 Atalay 等^[17]所指出的, “目前关于再制造品价格形成机制的先验假设都缺乏工业实践的支持”。

本文以定价策略^[7] $p_r = \beta q_n$ 为基础, 提出了生产者不完全理性下的两种定价策略:

高定价 (H) 策略: $p_r \geq \beta q_n$, 目的是提高 EOL 产品的恢复价值, 获取更大收益;

低定价 (L) 策略: $p_r \leq \beta q_n$, 目的是提高再制造品的竞争力, 促进销售, 扩大再制造商业实现的动力。

高、低定价策略更加符合再制造业的实际背景。

本文由精确定价转化为模糊定价, 使定价策略具有更广阔的使用空间, 更加符合实际。

再制造品的销售是再制造策略能否成功与是否可行的关键。理论上, 再制造品与新产品有相同的质量和功能, 但是由于存在“风险厌恶”^[5]和“情感依赖”, 消费者对再制造品的选择行为与新产品相比还是有一定的差距, 消费者对再制造产品的感知、态度和消费意愿关系着再制造策略的顺利发展。消费者对再制造产品的认知存在一个连续的变化: 完全接受再制造产品, 即为“绿色”消费者, 是完全理性的; 对再制造产品的接受程度为一个变量, 即为“普通”消费者, 是非完全理性的。两类消费者的差异性可以用对再制造品的价值认定来判断。

本文以 Atalay 等^[16]的市场细分为基础, 导入了生产者类型分布的概念, 即向量 $(\alpha, 1 - \alpha)$ 。其中: α 是绿色 (G) 消费者的比率, $1 - \alpha$ 是普通 (O) 消费者的比率。

消费者类型分布的导入使研究环境由静态转化为动态。动态的环境使所研究的问题更加贴近真实世界, 因为再制造策略面临国际的、区域的、国内的、地区的消费者环境, 当面向不同的区域市场时, 消费者分布是不确定的、变化的。静态环境下, 不研究消费者对再制造策略可行性的影响, 消费者类型分布的导入才使得消费者分布对再制造策略的影响成为一个研究课题。

本文研究消费者类型分布对生产者定价策略的影响机制, 并给出其分界点; 进而分析不同的定价策略对生产者战略决策的影响, 给出战略决策选择的阈值分布; 最后, 绘制了生产者的决策路线图。

1 问题描述与建模

1.1 问题描述

OEM 生产新产品 (n), 单位可变成本为 c_n , 价格决策为 p_n 。OEM 对 EOL 产品回收并进行再制造, 单位回收成本与再制造单位可变成本之和为 c_r , 价格决策是选择高定价 (H) 策略还是低定价 (L) 策略。基于再制造品的成本优势与环境效益, 有 $c_r < c_n$, $p_r < p_n$ 。

采用 Atalay 等^[16]的假设, 绿色消费者 (G) 和普通消费者 (O) 形成类型分布 $\langle \alpha, 1-\alpha \rangle$. 消费者类型的划分是基于消费者消费意愿、价值认定与意愿支付 (WTP) 关于不同产品的差异性. 绿色消费者并不区分新产品和再制造产品, 对其价值认定与意愿支付是相同的, 其支付意愿 $v \in [0, 1]$. 普通消费者区别对待新产品和再制造产品, 对再制造产品的支付意愿为新产品支付意愿的 β 倍, 即 βv , 其中 $\beta \in (0, 1)$. 普通消费者多为经济理性的消费者, 尽管对再制造品的支付意愿降低, 但当再制造产品价格低到一定的临界值时, 普通消费者也会选择购买再制造产品. 对于绿色消费者, 其对两种产品并无偏好区别, 当再制造产品价格低时, 绿色消费者会优先购买再制造品. 这是对现实世界的一种模拟, 并非严格投射.

需要回答的问题是: 不同类型的消费者对定价策略 (H, L) 的选择偏好是什么; 不同的定价策略是如何影响战略决策的.

1.2 标杆模型

传统商业模式下, OEM 只生产新产品, 不承担其循环责任. 新产品定价为 p_n 时, 其需求函数^[16] $q_n = 1 - p_n$. 利用 $(p_n - c_n)(1 - p_n)$, 得到 benchmark 下的最优定价和最优利润为

$$q_n^* = \frac{1 - c_n}{2}, p_n^* = \frac{1 + c_n}{2}, \tilde{\pi}_{\text{OEM}}^{n-R} = \frac{(1 - c_n)^2}{4}. \quad (1)$$

1.3 问题建模

消费者的决策依赖于产品所带来的效用, 见表 1.

表 1 消费者的效用函数

产品	消费者	
	绿色消费者 (G)	普通消费者 (O)
新产品 (n)	$U_n^G = v - p_n$	$U_n^O = v - p_n$
再制造产品 (r)	$U_r^G = v - p_r$	$U_r^O = \beta v - p_r$

当 $p_r < p_n$ 时, 绿色消费者优先选择再制造品, 这是因为在价值确定的环境下, 低价能够带来更大的效用. 当 $p_r = p_n$ 时, 消费者通过价格信号的观测是不能区别两种产品的, 消费者既可以选择新产品, 也可以选择再制造品, 因为其效用是相同的, 故消费者是混

同选择的.

绿色消费者对再制造产品的需求为

$$q_{1r} = \int_{p_r}^1 dv = 1 - p_r. \quad (2)$$

普通消费者的选择依赖于效用的判断. 若 $v - p_n > \beta v - p_r$ 且 $v - p_n > 0$ 时, 即 $v > \max \left\{ p_n, \frac{p_n - p_r}{1 - \beta} \right\}$ 时, 普通消费者选择新产品; 当 $v - p_n \leq \beta v - p_r$ 且 $\beta v - p_r > 0$ 时, 即 $\frac{p_r}{\beta} < v < \frac{p_n - p_r}{1 - \beta}$ 时, 普通消费者选择再制造产品. 因此, 普通消费者对新产品和再制造产品的需求分别为

$$q_n = 1 - \max \left\{ p_n, \frac{p_n - p_r}{1 - \beta} \right\}, \quad (3)$$

$$q_{2r} = \max \left\{ 0, \frac{\beta p_n - p_r}{\beta(1 - \beta)} \right\}. \quad (4)$$

建立 OEM 进行再制造混合生产的利润模型如下:

$$\begin{aligned} \pi_{\text{OEM}}(p_n, p_r) = & (1 - \alpha)(p_n - c_n) \left\{ 1 - \max \left(p_n, \frac{p_n - p_r}{1 - \beta} \right) \right\} + \\ & (p_r - c_r) \left\{ \alpha(1 - p_r) + (1 - \alpha) \max \left(0, \frac{\beta p_n - p_r}{\beta(1 - \beta)} \right) \right\}. \end{aligned} \quad (5)$$

2 消费者类型分布及其对定价策略的影响

OEM 对再制造品有两种定价策略: 高定价 (H) 和低定价 (L). 其优化决策的实质是 $\pi_{\text{OEM}}(p_n, p_r)$ 关于定价边界的约束优化.

OEM 采取高价 (H) 策略时的最优决策是

$$\begin{aligned} \max_{p_n, p_r} \pi_{\text{OEM}}(p_n, p_r); \\ \text{s.t. } p_r \geq \beta p_n. \end{aligned} \quad (6)$$

OEM 采取低价 (L) 策略时的最优决策是

$$\begin{aligned} \max_{p_n, p_r} \pi_{\text{OEM}}(p_n, p_r); \\ \text{s.t. } p_r \leq \beta p_n. \end{aligned} \quad (7)$$

上述两个优化问题的求解结果如表 2 所示.

2.1 消费者类型分布对定价策略的影响

对高定价策略进行分析. 由表 2 的第 2 列可得到如下结论:

表 2 消费者类型分布环境下生产者的定价策略及收益

决策机制	决策环境		
	不进入再制造	再制造环境下的高定价 (H) 策略	再制造环境下的低定价 (L) 策略
p_n	$\frac{1 + c_n}{2}$	$\frac{1 + c_n}{2}$	$\frac{1 + c_n}{2} + \frac{\alpha\beta(1 - \beta)}{2(\alpha\beta - \alpha + 1)}$
p_r	-	$\frac{1 + c_r}{2}$	$\frac{1 + c_r}{2} - \frac{(1 - \alpha)(1 - \beta)}{2(\alpha\beta - \alpha + 1)}$
q_n	$\frac{1 - c_n}{2}$	$\frac{1 - c_n}{2}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{2(1 - \beta)}c_n + \frac{1}{2(1 - \beta)}c_r$
q_{1r}	-	$\frac{1 - c_r}{2}$	$\frac{1}{2}(1 - c_r) + \frac{(1 - \alpha)(1 - \beta)}{2(\alpha\beta - \alpha + 1)}$
q_{2r}	-	0	$\frac{1}{2(1 - \beta)}c_n - \frac{1}{2\beta(1 - \beta)}c_r - \frac{\alpha(1 - \beta)}{2(\alpha\beta - \alpha + 1)}$
生产者收益	$\frac{(1 - c_n)^2}{4}$	$(1 - \alpha)\frac{(1 - c_n)^2}{4} + \alpha\frac{(1 - c_r)^2}{4}$	$\tilde{\pi}_{\text{OEM}}^L = \tilde{\pi}_{\text{OEM}}^H + (1 - \alpha) \left\{ \frac{(\beta c_n - c_r)^2}{4\beta(1 - \beta)} - \frac{\alpha(1 - \beta)^2}{4(\alpha\beta - \alpha + 1)} \right\}$

结论 1 OEM 采取高价策略时, 新产品和再制造产品的最优定价仅与自身成本呈正相关关系, 与消费者类型分布、意愿支付无关。

由表 1 可看到, 在高价策略时, 绿色消费者选择再制造产品, 普通消费者选择新产品, 产品组合与消费者类型之间形成了严格分离 (见表 3 市场结构 (H)), 类似于两个独立的市场。因此, 定价策略与成本有关, 与消费者的分布无关。

将表 2 的第 3 列与第 2 列比较可以看到, 低价策略下的价格形成机制明显复杂化, 其价格是多个因素协同的结果。

结论 2 OEM 采取低价策略时, 最优定价由成本、消费者类型分布和意愿支付共同决定。

低价策略下价格形成机制的复杂化主要来自于市场结构 (L) 的变化。在低价策略下, 当再制造品价格足够低、效用足够大时, 普通消费者也选择再制造品, 形成混同市场结构 (见表 3 市场结构 (L))。

表 3 不同定价策略下的市场结构

	市场结构 (H)		市场结构 (L)	
	G	O	G	O
n		*		*
r	*		*	*

结论 3 低价策略环境下

$$\frac{\partial p_n^L}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial p_r^L}{\partial \alpha} > 0,$$

即当绿色消费者的规模增加时, 新产品和再制造产品的最优定价随之提高。但是, 这并不意味着新产品和再制造产品的定价可以持续增加。绿色消费者的规模上升到一定边界, OEM 定价增加到一定界值时, 会再次进入 OEM 采取高定价策略的循环中。因此, 绿色消费者规模存在一个边界, 使得低定价策略和高定价策略达到均衡。

分析类型分布拐点的存在性。由表 2 可发现

$$\begin{aligned} \tilde{\pi}_{OEM}^L = & \\ \tilde{\pi}_{OEM}^H + (1-\alpha) \left\{ \frac{(\beta c_n - c_r - s_o)^2}{4\beta(1-\beta)} - \frac{\alpha(1-\beta)^2}{4(\alpha\beta - \alpha + 1)} \right\}, & \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{当 } \alpha^* = \frac{(\beta c_n - c_r - s_o)^2}{(1-\beta)\{(\beta c_n - c_r - s_o)^2 + \beta(1-\beta)^2\}} \text{ 时} & \\ \tilde{\pi}_{OEM}^L = \tilde{\pi}_{OEM}^H. & \end{aligned} \quad (9)$$

结论 4 存在消费者类型分布 α 的拐点 α^* 。当 $\alpha < \alpha^*$ 时, $\tilde{\pi}_{OEM}^L > \tilde{\pi}_{OEM}^H$, 低定价策略优于高定价策略; 当 $\alpha > \alpha^*$ 时, $\tilde{\pi}_{OEM}^L < \tilde{\pi}_{OEM}^H$, 高定价策略优于低定价策略; 当 $\alpha = \alpha^*$ 时, $\tilde{\pi}_{OEM}^L = \tilde{\pi}_{OEM}^H$, 高价策略和低价策略一致。

α^* 的存在和形成机制为生产者选择定价策略提供了路线图 (见图 1)。

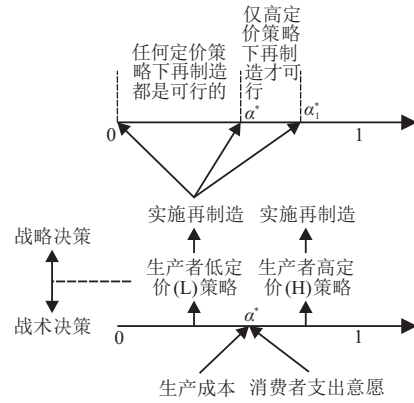


图 1 消费者类型分布、定价策略与战略决策

绿色消费者比重较高 ($\alpha > \alpha^*$) 时, OEM 应采取较高的高价格策略, 即 H 策略。高定价策略剥夺了两类消费者的消费剩余, 绿色消费者对价格不敏感, 而普通消费者则会锁定新产品。

当绿色消费者的比重较低 ($\alpha \leq \alpha^*$) 时, OEM 应采取较低的低价格策略, 即 L 策略。因为低定价策略既能促进绿色消费者的选择, 也能吸引普通消费者的选择, 从而能够扩大销售量。

2.2 生产成本对定价策略的影响

α 在 α^* 的两侧分布时, 生产者的定价策略发生变化。由左侧到右侧, 低定价策略转化为高定价策略。

由 α^* 可知

$$\frac{\partial \alpha^*}{\partial c_r} < 0, \frac{\partial \alpha^*}{\partial \beta} > 0.$$

α^* 是关于 c_r 的减函数, 即再制造成本越高, 消费者分布的临界值越低, OEM 越容易实施高价策略。当再制造成本较高时, 再制造产品的定价和边际利润也会增加, OEM 可重点生产再制造产品以吸引绿色消费者购买再制造产品而放弃普通消费者购买再制造产品带来的利润值, 这样有利于总利润的提升。

α^* 是关于 β 的增函数。消费者对再制造产品的 WTP 值越高, 绿色消费者规模的临界值越高, 越容易实施低价策略。当 β 越大时, 普通消费者对新产品和再制造产品的价值评价越相近, 普通消费者认为新产品和再制造产品的差异性越小, 此时 OEM 越容易通过实施低价策略吸引普通消费者购买再制造产品。

2.3 定价策略对生产者战略决策的影响

生产者是否愿意实施再制造策略? 生产者的战略决策自然要受到定价策略的影响。

当 OEM 采取高价策略时, 将再制造的综合收益与不进行再制造的收益对比, 有

$$\tilde{\pi}_{OEM}^H - \pi_{OEM}^{n-R} = \alpha \frac{(1-c_r)^2 - (1-c_n)^2}{4}.$$

可见, $\tilde{\pi}_{OEM}^H > \pi_{OEM}^{n-R}$, 即不管消费者的分布规模如何, OEM 在采取高价策略的环境下, 进行再制造比不进行再制造都要好。由表 2 可看出, 高价策略下的利润增加主要来源于再制造产品的生产和普通消费者的

消费,如图 1 所示。

当采用低价策略时,存在 α^* 。当 $\alpha < \alpha^*$ 时, $\tilde{\pi}_{OEM}^L > \tilde{\pi}_{OEM}^H$, 低价策略优于高价策略, 而 $\tilde{\pi}_{OEM}^H > \tilde{\pi}_{OEM}^{n-R}$, 所以有 $\tilde{\pi}_{OEM}^L > \tilde{\pi}_{OEM}^{n-R}$, 即实施再制造优于不实施再制造; 当 $\alpha > \alpha^*$ 时, $\tilde{\pi}_{OEM}^L < \tilde{\pi}_{OEM}^H$, 此时需要比较 $\tilde{\pi}_{OEM}^L$ 和 $\tilde{\pi}_{OEM}^{n-R}$ 。通过 $\tilde{\pi}_{OEM}^L = \tilde{\pi}_{OEM}^{n-R}$ 得到一个 α_1^* , 若 α 超过 α_1^* , 则有 $\tilde{\pi}_{OEM}^L < \tilde{\pi}_{OEM}^{n-R}$, 即放弃再制造。

结论 5 在高价策略环境下, 实施再制造优于不实施再制造, 生产者自动承担其延伸责任。在低定价的策略环境下, 当 $\alpha < \alpha^*$ 时, 实施再制造优于不实施再制造, 生产者会自动承担其延伸责任; 当 $\alpha^* < \alpha \leq \alpha_1^*$ 时, 生产者会实施再制造, 但生产者的收益出现了下降趋势; 当 $\alpha_1^* < \alpha$ 时, 生产者会拒绝实施再制造。

3 结 论

消费者类型分布影响着消费者对再制造品的选择, 是决定再制造策略能否成功的关键因素。本文将消费者的分布动态化, 研究了消费者类型分布对生产者定价策略的影响, 确定了分界点; 同时研究了定价策略对生产者战略决策的影响, 确立了战略决策的实施边界。

由图 1 可以看出, 在消费者可行的分布状况下, OEM 进行再制造既有环境效益, 也有经济效益。随着经济和社会的发展, 实施绿色制造战略, 履行生产者责任不仅顺应了绿色环保理念的大趋势, 而且对企业自身而言, 也是有利可图的。因此, 当 OEM 的废旧产品易于回收且再制造成本较低时, OEM 应进行再制造; 其次, 对消费者市场进行调查, 获取消费者的分布数据, 判断绿色消费者规模的临界值, 用以确定生产者的定价策略。

本文所进行的研究是在只有内部竞争的环境下进行的, 是现实环境的一种近似。对于有外部竞争的环境, 所研究的问题会明显地复杂化, 尚有待深入探讨。

参考文献(References)

- [1] Lindhqvist T. Extended producer responsibility in cleaner production[D]. Lund: The International Institute for Industrial, Environmental Economics, Lund University, 2000.
- [2] Fisher M M. Energy recovery in the sustainable recycling of plastic from end-of-life electrical and electronic products[C]. Int Symposium on Electronics and the Environment. ISEE/Summit, 2005.
- [3] Rachel Cahill. Extended producer responsibility for packaging wastes and WEEE—a comparison of implementation and the role of local authorities across Europe[J]. Waste Management and Research, 2011, 29(5): 455-479.
- [4] Mehmet A I, Surendra M G. Environmentally conscious manufacturing and product recovery: A review of the state of the art[J]. J of Environmental Management, 2010, 91(3): 563-591.
- [5] 史成东, 陈菊红. Loss-averse 闭环供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(9): 1668-1673.
(Shi C D, Chen J H. On closed supply chain coordination with loss-averse retailer[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2011, 31(9): 1668-1673.)
- [6] Canan Savaskan R, Bhattacharya S. Closer-loop supply chain models with product remanufacturing[J]. Management Science, 2004, 50(2): 239-252.
- [7] Toktay L B, Wei D. Cost allocation in manufacturing-remanufacturing operations[J]. Production and Operations Management, 2011, 20(6): 841-847.
- [8] 刘宝全, 季建华. 废旧产品再制造环境下的产品定价和再制造方式分配[J]. 管理工程学报, 2008, 22(3): 74-79.
(Liu B Q, Ji J H. Research of optimal motivation for used products collection based on the maximization of the product recovery profit[J]. J of Industrial Engineering and Engineering Management, 2008, 22(3): 74-79.)
- [9] Subramanian R. Key factors in the market for remanufactured products[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2012, 14(2): 315-326.
- [10] Thierry M, Salomon M, Van Nunen J A E. Strategic issues in product recovery management[J]. California Management Rev, 1995, 37(2): 114-135.
- [11] Souza G C. Closed-loop supply chain: A critical review, and future research[J]. Decision Science, 2013, 44(1): 7-38.
- [12] Zhaohua Wang. Willingness and behavior towards e-waste recycling for residents in Beijing city, China[J]. J of Cleaner Production, 2011, 19(9): 977-984.
- [13] Atalay Atasu, Ravi Subramanian. Extended producer responsibility for E-Waste: Individual or collective producer responsibility?[J]. Production and Operations Management, 2012, 21(6): 1042-1059.
- [14] Ovchinnikov A. Revenue and cost management for remanufactured products[J]. Production and Operations Management, 2011, 20(6): 824-840.
- [15] Vishal V A, Atalay A, Koert I. Remanufacturing, third-party competition, and consumers' perceived value of new products[J]. Management Science, 2015, 61(1): 60-72.
- [16] Atalay A, Miklos S. Remanufacturing as a marketing strategy[J]. Management Science, 2008, 54(10): 1731-1746.
- [17] Atalay A, Guide V D R. Product reuse economics in closed-loop supply chain[J]. Production and Operations Management, 2008, 17(5): 483-496.

(责任编辑: 曹洪武)