

文章编号: 1001-0920(2009)05-0675-05

考虑市场细分的闭环供应链生产与定价策略

王文宾, 达庆利

(东南大学 经济管理学院, 南京 211189)

摘要: 基于市场细分建立闭环供应链模型, 分析了决策变量随外生变量的变化规律, 并比较了闭环供应链与不回收再制造情形的决策. 结果表明: 新制造和再制造产品的批发价随回购价的增加而增加, 随回收价的增加而减少, 零售价随回收价和回收努力程度的增加而增加; 产品总量随消费者偏好系数的增加而增加, 随再制造成本、回收努力程度及回收价的增加而减少; 闭环供应链的新制造产品批发价和零售价均比不回收再制造时高; 消费者偏好系数高于临界值时, 回收再制造对于闭环供应链有利.

关键词: 闭环供应链; 市场细分; 回收; 再制造; 消费者偏好

中图分类号: F252 **文献标识码:** A

Production and pricing strategy of closed-loop supply chain considering market segmentation

WANG Wen-bin, DA Qing-li

(School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China. Correspondent: WANG Wen-bin, E-mail: wangwenbin818@126.com)

Abstract: Based on market segmentation, this paper establishes a closed-loop supply chain model. The optimal variables' changing trends with the exogenous variables are analyzed. The case without considering the collection and remanufacturing and the closed-loop supply chain are compared. The results show that the wholesale price of the remanufactured product and the new manufactured product increases with the increasing of buy-back price, but with the decreasing of the collecting price, while the retail price of them increases with the collecting price and collecting effort degree. The whole quantity of both products increases with the customer preference coefficient, but with the decreasing of the remanufacturing cost, the collecting effort degree and the collecting price. Both the wholesale price and the retail price are higher in closed-loop supply chain than the case without considering the collection and remanufacturing. It is favorable for collecting and remanufacturing within closed-loop supply chain when the customer preference coefficient exceeds a critical point.

Key words: Closed-loop supply chain; Market segmentation; Collection; Remanufacturing; Customer preference

1 引言

近年来, 废旧产品的回收再制造已引起企业界的重视, 很多企业尝试实施再制造, 例如惠普生产的可重复填充利用的打印机墨盒, 已产生可观的经济效益和社会效益^[1]. 未实施回收再制造的企业大都有两方面的顾虑: 一方面, 再制造产品能否被消费者接受, 若几乎没有消费者购买再制造产品, 则企业的利润将受损; 另一方面, 再制造产品若能被消费者接受, 将会蚕食新制造产品的市场份额, 企业的利润亦会受损. 可见企业如何根据消费者对再制造产品的

偏好程度, 有效地规划新制造和再制造产品的产量和定价是亟待解决的问题.

越来越多的文献从多个角度关注回收再制造. 文献[2]介绍了闭环供应链管理的概念, 并对我国电子制造业实施闭环供应链管理提出建议. [3]论述了逆向物流系统结构研究的现状, 并展望了进一步的研究方向. [4, 5]研究了闭环供应链结构的效率. 其中: [4]假设新制造和再制造产品价格相同, 分析了闭环供应链 3 种不同结构的效率, 发现零售商回收效率最高; [5]将闭环供应链的研究拓展到寡头垄断

收稿日期: 2008-09-22; 修回日期: 2008-11-17.

基金项目: 国家自然科学基金项目(70772059).

作者简介: 王文宾(1979—), 男, 山东诸城人, 博士生, 从事逆向和闭环供应链管理的研究; 达庆利(1945—), 男, 南京人, 教授, 博士生导师, 从事逆向供应链管理等研究.

的环境,探讨了废旧产品的回收对寡头竞争优势的影响.

目前,关于闭环供应链定价策略问题的研究已经取得一定成果,如:文献[6]研究了用回收定价策略控制回收产品数量;[7]探讨了多周期随机需求下的回收定价策略;[8]研究了闭环供应链的合作与非合作情形下的定价策略;[9]探讨了逆向供应链的定价和利润分配问题;[10]探讨了企业的两周期再制造决策问题.然而,上述文献均假设新制造和再制造产品价格相同,而未考虑消费者对二者的偏好差异.[11]考虑了新制造和再制造产品的纵向差异;[12]从制造商的角度建立了市场细分的优化模型;[13]探讨了再制造产品与新制造产品的竞争对再制造的影响.从以上文献可以看出,从市场细分的角度研究回收再制造对企业的新制造和再制造产品的产量、定价及利润影响的文献尚鲜有报道.

本文考虑消费者对新制造和再制造产品的偏好差异,并根据消费者购买它们的净效用得到相应需求函数,基于消费者的市场细分建立闭环供应链决策模型,得到了闭环供应链中新制造和再制造产品的批发价、零售价及产量等随外生变量的变化规律;通过与不回收再制造情形的比较,讨论了两种情形均衡解的异同.

2 模型描述与基本假设

2.1 模型描述

根据文献[7]的研究结论——零售商负责回收的闭环供应链结构效率最高,本文假设零售商负责回收.在正向供应链中,制造商分别用新材料和回收的废旧产品生产新制造和再制造产品,其单位成本分别为 c_n 和 c_r ;制造商分别以批发价 w_n 和 w_r 将新制造和再制造产品销售给零售商,零售商又分别以零售价 p_n 和 p_r 将其销售给消费者;消费者根据自己的偏好选择购买新制造或再制造产品或不购买任何产品.逆向供应链中,零售商以回收价 c 从消费者处回收废旧产品,制造商以回购价 b 从零售商处回购废旧产品,并对回购的废旧产品进行再制造.

2.2 基本假设

假设 1 制造商与零售商均为风险中性的.

假设 2 用废旧产品生产再制造产品的成本小于用新材料生产新制造产品的成本^[4],即 $c_n > c_r$, $b > c$.

假设 3 一个消费者最多购买一单位新制造产品或再制造产品^[4,10].

假设 4 废旧产品的回收率为 β , $0 < \beta < 1$,所回收的废旧产品均可再制造且全部用于再制造^[4].假设 β 与零售商的回收努力程度 a 线性相关^[14], $\beta =$

$a + \epsilon$. 其中: $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 代表外生的不确定因素, $E(\epsilon) = E(a + \epsilon) = a$, $\text{Var}(\epsilon) = \sigma^2$.

假设 5 零售商回收的努力成本 $C(a)$ 满足 $C'(a) > 0$, $C''(a) > 0$. 这表明随着努力程度的提高,努力成本将会增加且增加的速度加快.假设 $C(a) = ka^2/2$, 其中 $k > 0$ 为努力成本系数, k 越大,则同样的努力程度需要支出的成本越大^[14].

假设 6 制造商是 Stackelberg 领导者,且零售商回收的废旧产品数量足以满足制造商生产再制造产品的需求^[9].

假设 7 制造商和零售商的信息完全对称,市场容量 A 是制造商和零售商的共有信息.

3 闭环供应链生产与定价策略

3.1 供应链基本决策模型

首先讨论不考虑回收再制造情形下的供应链基本决策问题.假设某种产品的市场容量,即零售价为零时该产品的销量为 A . 假设消费者对新制造产品的估价 ϕ 服从 $[0, A]$ 的均匀分布^[11-13,15], 密度函数为

$$f(x) = \begin{cases} 1/A, & x \in [0, A]; \\ 0, & x \notin [0, A]. \end{cases} \quad (1)$$

购买新制造产品的净效用为

$$u_n = \phi - p_n. \quad (2)$$

当 $u_n > 0$, 即 $p_n < \phi < A$ 时消费者购买新制造产品,其数量为

$$q_n = A \int_{p_n}^A f(x) dx = A - p_n. \quad (3)$$

该决策问题为

$$\begin{aligned} \max_{w_n} \quad & m = (w_n - c_n) q_n = \\ & (w_n - c_n) (A - p_n), \\ \text{s. t.} \quad & \max_{p_n} \quad r = (p_n - w_n) q_n = \\ & (p_n - w_n) (A - p_n). \end{aligned} \quad (4)$$

采用逆向归纳法求解,得

$$w_n^0 = (A + c_n)/2, \quad (5)$$

$$p_n^0 = (3A + c_n)/4, \quad (6)$$

$$q_n^0 = (A - c_n)/4, \quad (7)$$

$$m^0 = (A - c_n)^2/8, \quad (8)$$

$$r^0 = (A - c_n)^2/16. \quad (9)$$

3.2 消费者市场细分

设消费者对再制造产品的估价是对新制造产品估价的 α 倍, α 为消费者对再制造产品的偏好系数,简称消费者偏好系数, $0 < \alpha < 1$. 假设市场容量为 A , 消费者对新制造产品的估价 ϕ 服从 $[0, A]$ 的均匀分布, 密度函数为式(1). 消费者购买新制造和再制造产品的净效用 u_n 和 u_r 分别为^[11-13,15]

$$u_n = \phi - p_n, \quad (10)$$

$$u_r = \phi - p_r. \quad (11)$$

根据消费者的净效用对消费者分类,见表 1.

表 1 消费者分类表

| 类型 | 特征描述 | 满足的条件 |
|-------|------------|----------------------------|
| 消费者 1 | 只可能购买新制造产品 | $u_n \geq 0$ 且 $u_n > u_r$ |
| 消费者 2 | 只可能购买再制造产品 | $u_r \geq 0$ 且 $u_n < u_r$ |
| 消费者 3 | 不购买任何产品 | $u_n < 0$ 且 $u_r < 0$ |

(1) 消费者 1

将式(10)和(11)代入消费者 1 需要满足的条件,则有 $\phi \geq p_n$, 且 $\phi > (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$. ϕ 存在 2 种情况:

1) $p_n > (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$, 即 $\alpha < p_r/p_n$. 易知 $u_n > u_r$ 成立,只购买新制造产品. 购买数量为

$$q_n = A \int_{p_n}^A f(x) dx = A - p_n. \quad (12)$$

2) $p_n \leq (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$, 即 $\alpha \geq p_r/p_n$. 又分为以下 2 种情况:

$(p_n - p_r)/(1 - \alpha) \leq A$, 即 $1 - (p_n - p_r)/A$ 时,消费者 1 购买新制造产品的数量为

$$q_n = A \int_{(p_n - p_r)/(1 - \alpha)}^A f(x) dx = A - (p_n - p_r)/(1 - \alpha); \quad (13)$$

$(p_n - p_r)/(1 - \alpha) > A$, 即 $\alpha > 1 - (p_n - p_r)/A$ 时,消费者 1 不购买新制造产品, $q_n = 0$.

(2) 消费者 2

将式(10)和(11)代入消费者 2 需要满足的条件,则有 $\phi \geq p_r$, 且 $\phi < (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$, 即 $p_r/\alpha < (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$. 存在以下 2 种情况:

1) $p_r/\alpha \leq (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$, 即 $p_r/p_n \leq \alpha$. 又分为以下 2 种情况:

$(p_n - p_r)/(1 - \alpha) \leq A$, 即 $1 - (p_n - p_r)/A$ 时,消费者 2 购买再制造产品的数量为

$$q_r = A \int_{p_r/\alpha}^{(p_n - p_r)/(1 - \alpha)} f(x) dx = (p_n - p_r)/(1 - \alpha) - p_r/\alpha = (p_n - \frac{1}{\alpha} p_r)/(1 - \alpha); \quad (14)$$

$(p_n - p_r)/(1 - \alpha) > A$, 即 $\alpha > 1 - (p_n - p_r)/A$ 时,消费者 2 购买再制造产品的数量为

$$q_r = A \int_{p_r/\alpha}^A f(x) dx = A - p_r/\alpha. \quad (15)$$

2) $p_r/\alpha > (p_n - p_r)/(1 - \alpha)$, 即 $\alpha < p_r/p_n$. 消费者 2 不购买再制造产品, $q_r = 0$.

综上,消费者对两种产品的需求函数为

$$(q_n, q_r) = \begin{cases} (A - p_n, 0), & \alpha < p_r/p_n; \\ (A - \frac{p_n - p_r}{1 - \alpha}, \frac{p_n - p_r}{1 - \alpha}), & \alpha > p_r/p_n, (p_n - p_r)/(1 - \alpha) \leq A; \\ (\frac{p_r}{\alpha}, 1 - \frac{p_n - p_r}{A}), & \alpha > p_r/p_n, (p_n - p_r)/(1 - \alpha) > A; \\ (0, A - \frac{p_r}{\alpha}), & \alpha < p_r/p_n, (p_n - p_r)/(1 - \alpha) > A. \end{cases} \quad (16)$$

新制造和再制造产品的需求量随消费者偏好系数的增加分别减少和增加,随其零售价的增加而减少,随对方零售价的增加而增加. 这表明新制造和再制造产品具有替代性.

本文主要讨论市场细分对闭环供应链生产和定价策略的影响,故只讨论消费者偏好系数满足式(16)的第 2 种情况. 这个条件等价于消费者对新制造和再制造产品的需求均为非负,下一节闭环供应链系统建模将考虑该条件.

3.3 考虑市场细分的闭环供应链决策

根据基本假设和 3.2 节的结果,制造商的利润为批发新制造和再制造产品获得的收益与回购废旧产品成本之差,零售商的利润为销售收益与回收废旧产品成本之差. 它们均以期望利润最大为目标,故闭环供应链决策的决策为

$$\begin{aligned} \max_{w_n, w_r} E(\pi_m) = & (w_n - c_n) \left(A - \frac{1}{1 - \alpha} p_n + \frac{1}{1 - \alpha} p_r \right) + \frac{1}{1 - \alpha} (w_r - c_r) \left(p_n - \frac{1}{\alpha} p_r \right) - ab \left(A - \frac{1}{\alpha} p_r \right), \\ \text{s. t. } \max_{p_n, p_r} E(\pi_r) = & (p_n - w_n) \left(A - \frac{1}{1 - \alpha} p_n + \frac{1}{1 - \alpha} p_r \right) + \frac{1}{1 - \alpha} (p_r - w_r) \left(p_n - \frac{1}{\alpha} p_r \right) + a(b - c) \left(A - \frac{1}{\alpha} p_r \right) - \frac{1}{2} ka^2. \end{aligned} \quad (17)$$

易知 $E(\pi_r)$ 是关于价格变量 p_n 和 p_r 的凹函数,采用逆向归纳法求解,得

$$w_n^* = ab + (c_n + A - ac)/2, \quad (18)$$

$$w_r^* = ab + (c_r + A - ac)/2, \quad (19)$$

$$p_n^* = (c_n + 3A + ac)/4, \quad (20)$$

$$p_r^* = (c_r + 3A + ac)/4, \quad (21)$$

$$q_n^* = [A - (c_n - c_r)/(1 - \alpha)]/4, \quad (22)$$

$$q_r^* = [c_n - c_r/\alpha + (1 - 1/\alpha)ac]/4(1 - \alpha), \quad (23)$$

$$q^* = q_n^* + q_r^* = [A - (c_r + ac)/\alpha]/4. \quad (24)$$

要使该模型有意义,须保证 $q_n^* > 0$ 和 $q_r^* > 0$,故

$$\begin{aligned} & (c_r + ac)/(c_n + ac) \\ & 1 - (c_n - c_r)/A. \end{aligned} \quad (25)$$

制造商、零售商及整个闭环供应链的期望利润分别为

$$\begin{aligned} \pi_m^* = & \frac{[2ab - c_n + A - ac][(1 - \alpha)A - c_n + c_r]}{8(1 - \alpha)} + \\ & \frac{[2ab - c_r + A - ac][(\alpha - 1)ac + c_n - c_r]}{8(1 - \alpha)} - \\ & \frac{2(1 - \alpha)ab(A - c_r - ac)}{8(1 - \alpha)}, \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \pi_r^* = & \frac{[-c_n - 4ab + A + 3ac][(1 - \alpha)A - c_n + c_r]}{16(1 - \alpha)} + \\ & \frac{[-c_r - 4ab + A + 3ac][(\alpha - 1)ac + c_n - c_r]}{16(1 - \alpha)} + \\ & \frac{4a(1 - \alpha)(b - c)(A - c_r - ac)}{16(1 - \alpha)} - \frac{1}{2}ka^2, \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \pi^* = \pi_m^* + \pi_r^* = & \frac{[-3c_n + 3A + ac][(1 - \alpha)A - c_n + c_r]}{16(1 - \alpha)} + \\ & \frac{[-3c_r + 3A + ac][(\alpha - 1)ac + c_n - c_r]}{16(1 - \alpha)} + \\ & \frac{ac(c_r - A + ac)}{4} - \frac{1}{2}ka^2. \end{aligned} \quad (28)$$

由式(17)~(23)的决策可得如下结论:

结论 1 新制造和再制造产品的批发价均随回购价的增加而增加,随回收价的增加而减少;再制造产品批发价随消费者偏好系数的增加而增加。

结论 1 表明,制造商的回购价增加时,制造商为此付出的成本可由两种产品批发价的提高来补偿。而对于回收价提高导致零售商的回收成本增加的问题,制造商可通过降低两种产品批发价的方式给予零售商补偿。

结论 2 新制造和再制造产品的零售价均随回收价与回收努力程度的增加而增加,与回购价无关;再制造产品的零售价随消费者偏好系数的增加而增加。

结论 2 说明,制造商的回购价对这两种产品的零售价没有影响,它们的零售价随回收成本的增加而增加。另外,消费者对再制造产品偏好程度越高,零售价越高。

结论 3 新制造产品的产量随消费者偏好系数和新制造与再制造成本之差的增加而减少;再制造产品的产量随消费者偏好系数和新制造成本的增加而增加,而随回收价、回收努力程度和再制造成本的增加而减少。

结论 4 新制造和再制造产品总量随消费者偏好系数的增加而增加,随再制造成本、回收努力程度和回收价的增加而减少,与新制造成本无关。

结论 3 表明,消费者偏好系数的增加导致新制造产品产量减少,说明存在再制造产品对新制造产品的蚕食现象,且回收成本较低的产品更为明显;结论 4 则表明,消费者偏好系数的提高能增加产品总量。

4 闭环供应链与不回收再制造情形的比较

由条件 $b > c$, 有 $w_n^* - w_n^0 = a(2b - c)/2 > 0$, $P_n^* - P_n^0 = ac/4 > 0$, 故有结论 5 成立。

结论 5 与不回收再制造情形相比,闭环供应链情形的新制造产品批发价和零售价均较高。

闭环供应链的新制造产品批发价和零售价较高的原因在于零售商回收废旧产品和制造商回购废旧产品的成本导致了产品价格的提高。

由 $q_n^* - q_n^0 = (c_r - c_n)/4(1 - \alpha)$, 当 $c_r > c_n$ 时, $q_n^* - q_n^0 > 0$; 而当 $c_r < c_n$ 时, $q_n^* - q_n^0 < 0$ 。

结论 6 当单位再制造产品的成本大于新制造产品的成本与消费者偏好系数之积时,与不回收再制造废旧产品相比,闭环供应链的新制造产品数量较多;反之,闭环供应链的新制造产品数量较少。

结论 6 符合实际情况,它说明新制造与再制造产品成本及消费者偏好系数之间的关系是新制造产品产量决策的依据。当再制造有成本优势时,新制造产品的产量降低;反之,新制造产品的产量提高。

由于不回收再制造情形的产品总量为 q_n^0 , 易知:

$c_n - (c_r + ac) > 0$ 时, $q^* - q_n^0 > 0$; $c_n - (c_r + ac) < 0$ 时, $q^* - q_n^0 < 0$ 。这表明两种情形下的产品总量之间的数量关系,取决于消费者偏好系数与单位新制造产品成本之积减去单位再制造产品成本和回收价与回收努力程度的乘积的符号。

由于不回收再制造情形的产品总量为 q_n^0 , 易知: $c_n - (c_r + ac) > 0$ 时, $q^* - q_n^0 > 0$; $c_n - (c_r + ac) < 0$ 时, $q^* - q_n^0 < 0$ 。这表明两种情形下的产品总量之间的数量关系,取决于消费者偏好系数与单位新制造产品成本之积减去单位再制造产品成本和回收价与回收努力程度的乘积的符号。

5 算例分析

取参数值 $c = 1, b = 2, c_n = 10, c_r = 2, A = 30, k = 2, a = 0.5, \alpha = 0.5$ 。由式(25)知,当 $0.238 < \alpha < 0.733$ 时模型才有意义。

表 2 所示决策变量均衡解的结果进一步验证了所建模型的正确性。图 1 表明,新制造产品的数量随

表 2 不回收再制造 N 与闭环供应链 C 下的均衡解

| 变量 | N | C | 变量 | N | C |
|-------|----|--------|-------|----|--------|
| w_n | 20 | 20.75 | q_r | — | 2.75 |
| w_r | — | 9.25 | q | 5 | 6.25 |
| p_n | 25 | 25.125 | m | 50 | 51.313 |
| p_r | — | 11.875 | r | 25 | 25.406 |
| q_n | 5 | 3.5 | | 75 | 76.719 |

消费者偏好系数的增加而减少,再制造产品数量随消费者偏好系数的增加而增加,新制造和再制造产品总量随消费者偏好系数的增加而增加。

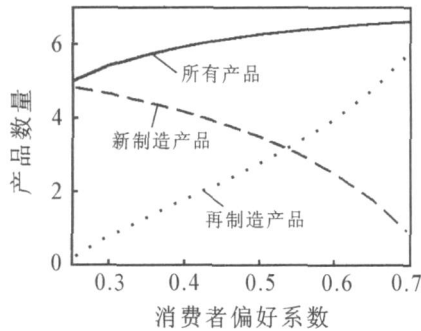


图 1 产品数量随消费者偏好系数变化情况

从图 2 可知:1) 随着消费者偏好系数的增加,制造商与零售商的利润均增加。2) 结合表 2 中不回收再制造情形的利润可知,在闭环供应链情形下,当消费者偏好系数较小时,制造商与零售商的利润均较低;当消费者偏好系数超过临界值时,闭环供应链中制造商与零售商的利润均高于不回收再制造情形下二者的利润。这说明消费者偏好系数高的再制造产品的制造商和零售商具有参与回收再制造的积极性。

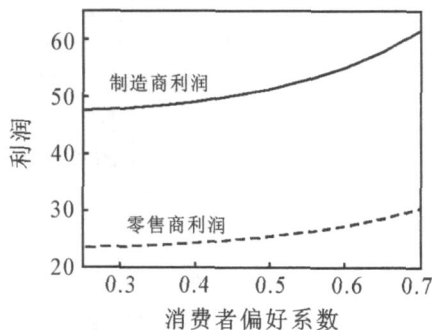


图 2 制造商与零售商的利润随消费者偏好系数变化情况

6 结 论

1) 新制造和再制造产品的批发价均随回购价的增加而增加,随回收价的增加而减少;它们的零售价均随回收价与回收努力程度的增加而增加,与回购价无关。

2) 新制造产品的产量随消费者偏好系数和新制造与再制造成本之差的增加而减少,再制造产品的产量随消费者偏好系数和新制造成本的增加而增加,而随回收价、回收努力程度的增加而减少;新制造和再制造产品总量随消费者偏好系数的增加而增加,随再制造成本、回收努力程度和回收价的增加而减少。

3) 存在再制造产品对新制造产品的蚕食现象,回收成本较低的产品更为明显,消费者偏好系数的提高能增加产品总量。

4) 闭环供应链的新制造产品批发价和零售价均比不回收再制造高;消费者偏好系数超过临界值时,制造商与零售商的利润均高于不回收再制造时的利润。

参考文献(References)

[1] Guide V D R, Wassenhove L N V. Business aspects of closed-loop supply chains [M]. Pittsburgh: Carnegie Mellon University Press, 2003.

[2] 赵晓敏,冯之浚,黄培清. 闭环供应链管理——我国电子制造业应对欧盟指令的管理变革[J]. 中国工业经济, 2004, 197(8): 48-55.
(Zhao X M, Feng Z J, Huang P Q. Closed-loop supply chains management —Managerial innovation on meeting WEEE EU directive in our electronic industries [J]. China Industrial Economy, 2004, 197(8): 48-55.)

[3] 达庆利,黄祖庆,张钦. 逆向物流系统结构研究的现状及展望[J]. 中国管理科学, 2004, 12(1): 131-138.
(Da Q L, Huang Z Q, Zhang Q. Current and future studies on structure of the reverse logistics system: A review[J]. Chinese J of Management Science, 2004, 12(1): 131-138.)

[4] Savaskan R C, Bhattacharya S, Wassenhove L N V. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing [J]. Management Science, 2004, 50(2): 239-252.

[5] Heese H S, Cattani S K, Ferrer G, et al. Competitive advantage through take-back of used products [J]. European J of Operational Research, 2005, 164(1): 143-157.

[6] Guide Jr V D R, Teunter R, Wassenhove L V N. Matching supply and demand to maximize profits from remanufacturing [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2003, 5(4): 303-316.

[7] Bakal I, Akcali E. Effects of random yield in reverse supply chains with price-sensitive supply and demand [J]. Production & Operations Management, 2006, 15(3): 407-420.

[8] 王玉燕,李帮义,申亮. 供应链、逆向供应链系统的定价策略研究[J]. 中国管理科学, 2006, 14(4): 40-45.
(Wang Y Y, Li B Y, Shen L. The price decision model for the system of supply chain and reverse supply chain [J]. Chinese J of Management Science, 2006, 14(4): 40-45.)

[9] 王文宾,达庆利. 考虑消费者利益的逆向供应链利润分配[J]. 东南大学学报, 2007, 37(4): 726-730.
(Wang W B, Da Q L. Distribution of profit in reverse supply chain with consumer surplus consideration[J]. J of Southeast University, 2007, 37(4): 726-730.)

(下转第 686 页)

- [3] Hong Seong Park, Yu Chul Kim. Bandwidth allocation scheme in CAN protocol[J]. IEEE Proc Control Theory and Applications, 2000, 147(1): 37-44.
- [4] Hong Seong Park. Bandwidth allocation scheme for cyclic-service fieldbus networks [J]. IEEE Trans on Machatronics, 2001, 6(2): 197-204.
- [5] Hong Seong Park, Yu Chul Kim. Implementation of a bandwidth allocation scheme in a token-passing fieldbus network [J]. IEEE Trans on Instrumentation and Measurement, 2002, 51(2): 246-251.
- [6] Raja P, Ulloa G. Priority polling and dynamic time-window mechanisms in a multi-cycle fieldbus [C]. CompEuro '93 Computers in Design, Manufacturing and Production Proc. Los Alamitos, 1993: 452-460.
- [7] Park H S, Kim Y H, Kim D-S, et al. A scheduling method for network-based control systems [J]. IEEE Trans on Control Systems Technology, 2002, 10(3): 318-330.
- [8] 白涛, 吴智铭, 杨根科. 网络化控制系统带宽配置的一种新策略[J]. 自动化学报, 2004, 30(6): 961-967.
(Bai T, Wu Z M, Yang G K. A new scheme of bandwidth allocation for networked control systems[J]. Acta Automatica Sinica, 2004, 30(6): 961-967.)
- [9] Liou L W, Ray A. A stochastic regulator for integrated communication and control systems [J]. ASME J of Dynamic Systems, Measurement and Control, 1991, 113(4): 604-611, 619.
- [10] Li Z, Fang H. Fuzzy controller design for networked control system with time-variant delay[J]. J of System Engineering and Electronics, 2006, 1(17): 172-176.
- [11] 张伟勇, 黄德先, 金以慧. 互联网环境下基于预测控制的闭环控制[J]. 控制与决策, 2004, 19(12): 1341-1344.
(Zhang W Y, Huang D X, Jin Y H. Predictive control-based closed-loop control under the internet environment[J]. Control and Decision, 2004, 19(12): 1341-1344.)
- [12] Yue D, Han Q L, Lam J. Network-based robust H control of systems with uncertainly [J]. Automatic, 2005, 6(41): 999-1007.
- [13] Qu S, Wang Y. Robust control of uncertain time delay system: A novel sliding mode control design via LMI [J]. J of System Engineering and Electronics, 2006, 3(17): 624-628.
- [14] 彭晨, 岳东. 网络环境下基于网络 QoS 的网络控制器优化设计[J]. 自动化学报, 2007, 33(2): 214-217.
(Peng C, Yue D. Network-based optimal controller design based on QoS [J]. Acta Automatica Sinica, 2007, 33(2): 214-217.)
- [15] Han C C, Lin K J, Hou C J. Distance-constrained scheduling and its applications to real-time systems[J]. IEEE Trans on Computers, 1996, 7(45): 814-826.
- [16] Zhang W, Branickym S, Philips S M. Stability of networked control system[J]. IEEE Control Systems Magazine, 2001, 21(1): 84-99.
- [17] Kim D S, Young Sam Lee, Wook Hyun Kwon, et al. Maximum allowable delay bounds of networked control systems[J]. Control Engineering Practice, 2003, 11(11): 1301-1313.
- [18] Ibe O C, Cheng X. Stability conditions for multiqueue systems with cyclic service [J]. IEEE Trans on Automatic Control, 1988, 33(1): 102-103.
- [19] Martin Ohlin, Dan Henriksson, Anton Cervin. TRUETIME 1.4-Reference Manual[EB/OL]. <http://www.control.lth.se/user/dan/truetime/download/pike/>, 2006-9.

(上接第 679 页)

- [10] Ferrer G, Swaminathan J M. Managing new and remanufactured products [J]. Management Science, 2006, 52(1): 1-14.
- [11] 葛静燕, 黄培清, 李娟. 社会环保意识和闭环供应链定价策略研究——基于纵向差异模型的研究[J]. 工业工程与管理, 2007, 12(4): 6-10.
(Ge J Y, Huang P Q, Li J. Price decision analysis for closed-loop supply chain based on game theory [J]. Industrial Engineering and Management, 2008, 23(1): 111-115.)
- [12] 李新军. 再制造成本随机分布和市场细分的生产优化模型[J]. 中国管理科学, 2007, 15(5): 72-77.
(Li X J. Monopoly production optimization model for remanufacturing cost with stochastic distribution and market segmentation [J]. Chinese J of Management Science, 2007, 15(5): 72-77.)
- [13] Ferguson M, Toktay L B. The effect of competition on recovery strategies [J]. Product and Operations Management, 2006, 15(3): 351-368.
- [14] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996: 98-167.
(Zhang W Y. Game theory and information economic [M]. Shanghai: Shanghai People Press, 1996: 98-167.)
- [15] 泰勒尔. 产业组织理论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1997: 121-156.
(Tirole J. The theory of industrial organization [M]. Beijing: Chinese People University Press, 1997: 121-156.)