

文章编号: 1001-0920(2013)08-1263-05

主导模式、回收补贴对闭环供应链 决策、稳定性和效率的影响

公彦德

(南京审计学院 信息科学学院, 南京 211815)

摘要: 企业之间的竞争模式已被供应链之间的竞争模式所取代, 基于此, 构造了制造商主导和零售商主导的两类供应链主导模式. 运用博弈论思想, 分别分析了两类供应链主导模式批发价与回收补贴之间的关系, 回收补贴的设置与零售商决策的关系, 以及不同供应链主导模式下的供应链效率和供应链稳定性. 最后通过比较合作决策和独立决策的利润关系, 给出一种基于机会成本的供应链协调方法.

关键词: 闭环供应链; 主导模式; 回收补贴; 系统稳定性

中图分类号: F224

文献标志码: A

Effect of dominant mode and recovery subsidies on closed-loop supply chain decision, stability and efficiency

GONG Yan-de

(School of Information Science, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China. E-mail: gongyande@126.com)

Abstract: As enterprises competition has been replaced by supply chain competition, supply chain dominant modes of manufacturer-led and retailer-led are given. By using the game theory, the relationship of wholesale price and recycling subsidy is studied, and the relationship of subsidy setting and the retail decision-making, supply chain efficiency and stability are analyzed under different supply chain dominant modes. Finally, a supply chain coordination method is proposed based on the opportunity cost by comparing the cooperation decision-making and independent decision-making.

Key words: closed-loop supply chain; dominant mode; recovery subsidies; system stability

0 引言

随着我国产品贸易国际化, 同行业的各个生产企业均存在一种趋同化的发展趋势. 而企业要在激烈的市场竞争中取得竞争优势, 必须同上下游的企业进行合作, 增强信息沟通, 获取合作利润. 正如著名学者克里斯托弗先生曾经深刻地说, 世界的竞争不是企业和企业之间的竞争, 而是供应链和供应链之间的竞争. 然而目前关于闭环供应链模型的学术研究主要是针对某一特定的供应链系统, 没有体现供应链的稳定性和效率. 因此有必要从不同的供应链主导模式的角度对闭环供应链模型进行构建和分析.

针对供应链主导模式, 目前国内外对闭环供应链的研究主要是制造商主导^[1-4]或零售商主导的闭环供应链系统^[5-7]. 不少学者也从不同角度对供应链稳定

性^[8-12]和供应链效率^[13-14]进行了分析. 然而以上研究的框架是单一的供应链模式, 并没有分析不同供应链主导模式的决策、稳定性和效率问题.

为了进一步完善闭环供应链理论, 本文分析了以制造商和零售商为主导企业的两类供应链主导模式, 并对两种供应链主导模式的定价、单位节约成本、利润与回收补贴之间的关系分别进行了分析, 探讨了主导模式对供应链系统稳定性和效率的影响. 最后通过算例对结果进行了验证.

1 模型的构建

闭环供应链系统由制造商和零售商组成. 制造商生产一种产品销售给零售商, 零售商再将该产品销售给最终消费者, 并且零售商负责市场废旧产品回收; 然后制造商以一定的回收价格从零售商处将废旧品

收稿日期: 2012-03-16; 修回日期: 2012-06-05.

基金项目: 国家社会科学基金项目(10BGL010, 12CGL024); 中国博士后科学基金项目(2013M531258); 教育部高等学校博士点基金项目(20113218110024); 教育部人文社科基金项目(10YJA630235).

作者简介: 公彦德(1979—), 男, 副教授, 博士, 从事供应链管理的研究.

回收;最后制造商对回收的废旧产品进行加工处理,形成再生产品并投放市场,以与产品同样的价格进行销售.

本文的符号说明如下:

假设制造商的单位批发价格为 w ; c_m 和 \bar{c}_m 分别为制造商的边际生产成本与加工再生产品的单位边际再生产成本,且 $c_m > \bar{c}_m$, 令 $\Delta = c_m - \bar{c}_m$. p 为零售商的销售价, Q 为产品的市场需求量,产品的市场需求为销售价格的线性减函数,设 $Q = \alpha - \beta p$, α 为市场最大的可能需求量, $\beta > 0$ 为价格敏感系数. 回收产品时,零售商通过激励或广告等手段所能达到的回收率为 τ , $0 \leq \tau \leq 1$. 固定回收成本 $C(\tau)$ 是回收率 τ 的函数,随着回收率的增加而增加且满足边际成本递增,即 $C'(\tau) > 0$, $C''(\tau) > 0$. 为便于分析,假设 $C(\tau) = k\tau^2$, $k > 0$ ^[15]. 废旧产品的单位可变回收成本为 c . 制造商给予零售商的单位废旧产品补贴为 b , $c \leq b \leq \Delta$ ^[15].

基于以上假设,制造商和零售商的利润分别为

$$\begin{aligned} \pi_m(w) &= \\ (w - c_m + \Delta\tau)(\alpha - \beta p) - b\tau(\alpha - \beta p), \\ \pi_r(p, \tau) &= \\ (p - w)(\alpha - \beta p) - k\tau^2 + (b - c)\tau(\alpha - \beta p). \end{aligned} \quad (1)$$

为使后面的求解有意义,以上变量需满足 $p > w > c_m$, $q > 0$, $\tau > 0$.

2 独立决策下制造商主导的供应链模式

假设供应链系统中制造商处于主导地位,且制造商和零售商均以自身利润最大化为目标. 根据 Stackelberg 博弈理论,运用逆向归纳法求解,首先考虑第 2 阶段的零售商的最优决策. 由于零售商利润函数是关于销售价格和回收率的二元函数,根据二元函数极值存在的充分条件,通过验证以下判别式关系:

$$\begin{aligned} \partial^2 \pi_r / \partial p^2 &= -2\beta < 0, \\ \partial^2 \pi_r / \partial \tau^2 &= -2k < 0, \\ \partial^2 \pi_r / \partial p \partial \tau &= -\beta(b - c) < 0, \\ \frac{\partial^2 \pi_r}{\partial p^2} \frac{\partial^2 \pi_r}{\partial \tau^2} - \left(\frac{\partial^2 \pi_r}{\partial p \partial \tau} \right)^2 &= 4\beta k - \beta^2(b - c)^2 > 0 \end{aligned} \quad (2)$$

可知,其一阶条件的零点 (p^*, τ^*) 即为零售商的最优决策. 此时易得如下结论:

结论 1 制造商主导的供应链模式下,博弈均衡时,批发价、销售价、回收率、市场需求量、企业利润和供应链总利润分别为

$$w^* = \frac{-4k(\alpha + \beta c_m) + \alpha\beta(c - b)(b + c - 2\Delta) + \beta^2(c - b)^2 c_m}{2\beta(\beta(\Delta - c)(b - c) - 4k)},$$

$$\begin{aligned} p^* &= \frac{k(3\alpha + \beta c_m) - \alpha\beta(\Delta - c)(b - c)}{4k\beta - \beta^2(\Delta - c)(b - c)}, \\ \tau^* &= \frac{(b - c)(\alpha - \beta c_m)}{8k - 2\beta(\Delta - c)(b - c)}, \\ Q^* &= \frac{k(\alpha - \beta c_m)}{4k - \beta(\Delta - c)(b - c)}, \\ \pi_m^* &= \frac{k(\alpha - \beta c_m)^2}{2\beta(4k - \beta(\Delta - c)(b - c))}, \\ \pi_r^* &= \frac{k(4k - \beta(b - c)^2)(\alpha - \beta c_m)^2}{4\beta(4k - \beta(\Delta - c)(b - c))^2}, \\ \pi^* &= \frac{k(12k - \beta(b - c)(b + 2\Delta - 3\bar{c}))(\alpha - \beta c_m)^2}{4\beta(4k - \beta(\Delta - c)(b - c))^2}. \end{aligned} \quad (3)$$

由结论 1 易得到如下结论:

结论 2 制造商主导的供应链模式下,回收率、市场需求量、制造商利润和零售商利润均随着回收补贴的增大而增大,当 $b = \Delta$ 时均达到最大. 销售价随着补贴的增大而减小,批发价随着补贴的增大先减小后增大.

证明 回收率、市场需求量显然是回收补贴的增函数. 因为销售价是市场需求量的减函数,所以销售价是补贴的减函数,即销售价随着补贴的增大而减小. 制造商利润显然是补贴的增函数. 下面仅分析批发价、零售商利润函数与补贴 b 之间的关系.

由于 $d^2 w / db^2 > 0$, 批发价 w 是关于补贴 b 的下凹函数, w 存在极小值. 通过 $dw/db = 0$, 求得极小值为

$$\frac{4k + \beta c(\Delta - c) - 2\sqrt{4k^2 - \beta k(\Delta - c)^2}}{\beta(\Delta - c)}.$$

容易算得

$$\frac{4k + \beta c(\Delta - c) - 2\sqrt{4k^2 - \beta k(\Delta - c)^2}}{\beta(\Delta - c)} \in [c, \Delta],$$

因此批发价 w 在区间 $[c, \Delta]$ 上关于 b 是先减后增的. 由

$$\frac{d\pi_r}{db} = \frac{2k^2(\Delta - b)(\alpha - \beta c_m)^2}{(4k - \beta(\Delta - c)(b - c))^3} > 0$$

知,零售商利润函数随着补贴的增大而增大. \square

由结论 2 可知,批发价随着补贴的增大先减后增,不是随着补贴的增大而一直减小. 通过分析制造商的利润函数发现

$$\begin{aligned} dw/db &= \\ \frac{(\beta(b - c)^2(c - \Delta) - 4k(\Delta + c - 2b))(\alpha - \beta c_m)}{2(4k - \beta(\Delta - c)(b - c))^2} &= \\ -df(b)/db. \end{aligned} \quad (4)$$

其中

$$f(b) = (\Delta - b)\tau^* = \frac{(\Delta - b)\tau^* Q^*}{Q^*},$$

$f(b)$ 表示回收收益平均分摊到每单位产品上节约的生产成本. 即通过回收,生产一单位产品可以节约成

本 $f(b)$, 不妨令 $f(b)$ 为单位节约成本.

式 (4) 说明, 随着补贴的增大, 批发价格的单位变动率和单位节约成本的变动率相等, 但是方向相反, 即批发价的增大或者降低受单位节约成本的影响, 如图 1 所示.

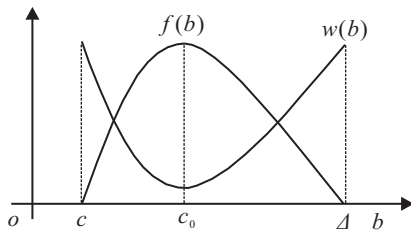


图 1 批发价、单位节约成本与回收补贴之间的关系

图 1 中

$$c_0 = \frac{4k + \beta c(\Delta - c) - 2\sqrt{4k^2 - \beta k(\Delta - c)^2}}{\beta(\Delta - c)}. \quad (5)$$

当 $b \in (c, c_0)$ 时, 批发价格 w 会随着单位废旧产品补贴 b 的增大而降低, 而单位节约成本 $f(b)$ 随着废旧产品补贴 b 的增大而增大, 说明补贴额较小时, 随着回收率的增大, 制造商通过回收获得了超额利润, 制造商可以通过降低批发价格达到企业的利润目标. 当 $b \in (c_0, \Delta)$ 时, 批发价格 w 会随着废旧产品补贴 b 的增大而增大, 而单位节约成本 $f(b)$ 随着废旧产品补贴 b 的增大而减小, 说明补贴额较大时, 回收率也增大, 但是制造商通过回收获得的利润空间逐步缩小, 即制造商将增加的回收成本转移到了批发价格中, 从而导致批发价格的增大. 这表明企业为了维护良好的社会声誉, 不惜加大回收力度, 维持较低的市场销售价格, 虽然销售商的批发成本增大了, 但是销售商可以通过回收补贴得到弥补.

市场需求量随着补贴 b 的增大而增大, 显然随着补贴 b 的增大, 产品的销售价格有所降低, 说明制造商进行废旧品回收政策可以提高消费者的购买力, 消费者也从制造商的回收政策中受益. 换言之, 制造商可以通过补贴 b 的设置来影响零售商的决策. 回收率 τ 也随着补贴 b 的增大而增大, 显然市场需求量提高了, 相应的回收率也提高了. 由制造商利润函数可知, 补贴 $b = \Delta$ 时, 制造商的利润最大.

3 独立决策下零售商主导的供应链模式

在零售商主导的供应链系统中, 制造商和零售商的博弈顺序为: 首先零售商决定产品的销售价格 p 和回收率 τ , 然后制造商决定产品的批发价格 w . 按照制造商主导时的求解方法, 当零售商主导时, 设零售商的单位预期收益为 m , 则销售价格和批发价格之间的关系满足 $p = w + m$. 类似于制造商主导时的博弈分析方法, 可求得零售商主导时的博弈均衡解.

结论 3 零售商主导的供应链模式中, 博弈均衡

时, 批发价、销售价、回收率、市场需求量、企业利润和供应链总利润分别为

$$\begin{aligned} \bar{w}^* &= \frac{2k(\alpha + 3\beta c_m) - \beta(\Delta - c)(\alpha(\Delta - b) + \beta c_m(b - c))}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)}, \\ \bar{p}^* &= \frac{2k(3\alpha + \beta c_m) - \alpha\beta(\Delta - c)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)}, \\ \bar{\tau}^* &= \frac{(\Delta - c)(\alpha - \beta c_m)}{8k - \beta(\Delta - c)^2}, \\ \bar{Q}^* &= \frac{2k(\alpha - \beta c_m)}{8k - \beta(\Delta - c)^2}, \\ \bar{\pi}_m^* &= \frac{4k^2(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)^2}, \\ \bar{\pi}_r^* &= \frac{k(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)^2}, \\ \bar{\pi}^* &= \frac{k(12k - \beta(\Delta - c)^2)(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)^2}. \end{aligned} \quad (6)$$

在零售商回收时, 补贴 b 仅与批发价 w 相关, 且 w 随 b 的增加而增大, 制造商无法通过补贴 b 的设置来影响零售商的决策. 通过分析零售商的利润函数发现

$$\pi_r(p, \tau) = (p - w + (b - c)\tau)(\alpha - \beta p) - k\tau^2. \quad (7)$$

在市场需求不变的情况下, 增加补贴带来的利润变动与提高批发价带来的利润变动相互抵消, 即

$$\frac{dw}{db} = \frac{(\Delta - c)(\alpha - \beta c_m)}{8k - \beta(\Delta - c)^2} = -\frac{d((b - c)\tau)}{db}. \quad (8)$$

因此, 回收补贴并没有起到应有的作用, 只需满足 $\bar{b}^* \in [c, \Delta]$ 即可.

4 两类供应链主导模式比较分析

最优回收补贴时, 制造商主导和零售商主导的供应链模式变量关系如下.

结论 4

$$w^* > \bar{w}^*, Q^* > \bar{Q}^*, \tau^* > \bar{\tau}^*, p^* < \bar{p}^*. \quad (9)$$

证明

$$w^* - \bar{w}^* = \frac{(4k - \beta(\Delta - c)(2b - \Delta - c))(\alpha - \beta c_m)}{2\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)} > 0,$$

$$Q^* - \bar{Q}^* = \frac{k(\alpha - \beta c_m)}{4k - \beta(\Delta - c)^2} - \frac{k(\alpha - \beta c_m)}{4k - 0.5\beta(\Delta - c)^2} > 0.$$

由于销售价是市场需求量的减函数, 有 $p^* < \bar{p}^*$. 显然 $\tau^* > \bar{\tau}^*$. \square

结论 4 说明, 制造商主导的供应链模式下, 其销售价低于零售商主导的供应链模式, 批发价和回收率均高于零售商主导的供应链模式. 这是因为制造商主导时, 由于回收产品的补贴力度大于零售商主导的情形, 显然激励零售商加大产品的回收力度, 间接地降

低了制造商的生产成本,从而制造商主导时的回收率大于零售商主导时的回收率($\tau^* > \bar{\tau}^*$),进而产品的市场销售价格降低,使消费者获利.

结论 5 1) $\pi_m^* > \bar{\pi}_m^*$. 2) 若 $8k > 3\beta(\Delta - c)^2$, 则 $\pi_r^* > \bar{\pi}_r^*$; 若 $8k < 3\beta(\Delta - c)^2$, 则 $\pi_r^* > \bar{\pi}_r^*$.

证明 比较两种主导模式下的制造商利润可知

$$\pi_m^* - \bar{\pi}_m^* = \frac{k((4k - \beta(\Delta - c)^2) + 16k^2)(\alpha - \beta c_m)^2}{2\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)(4k - \beta(\Delta - c)^2)} > 0.$$

由

$$\pi_r^* - \bar{\pi}_r^* = \frac{k(3\beta(\Delta - c)^2 - 8k)(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)(4k - \beta(\Delta - c)^2)}$$

可知, 若 $8k > 3\beta(\Delta - c)^2$, 则 $\pi_r^* > \bar{\pi}_r^*$; 若 $8k < 3\beta(\Delta - c)^2$, 则 $\pi_r^* > \bar{\pi}_r^*$. \square

由结论 5 可知, 制造商主导的供应链模式对制造商最有利. 但对于零售商, 则存在两种情形: 若 $8k > 3\beta(\Delta - c)^2$, 则零售商主导的供应链模式对零售商有利, 此时制造商为主零售商为从的供应链模式具有不稳定性, 因此若要保持供应链系统的稳定性, 制造商需要给予零售商额外的利润补贴应不低于

$$\frac{k(8k - 3\beta(\Delta - c)^2)(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)(4k - \beta(\Delta - c)^2)};$$

若 $8k < 3\beta(\Delta - c)^2$, 则制造商为主零售商为从的供应链模式具有长期稳定性.

结论 6 $\pi^* > \bar{\pi}^*$, 即制造商主导的供应链模式总效率大于零售商主导的供应链模式总效率.

因为

$$\pi^* - \bar{\pi}^* = \frac{k(16k - \beta(\Delta - c)^2)(\Delta - c)^2(\alpha - \beta c_m)^2}{4(8k - \beta(\Delta - c)^2)(4k - \beta(\Delta - c)^2)} > 0,$$

所以制造商主导的供应链模式更有效率. 制造商要维护自身在市场中的社会声誉, 制造商应具有更高的回收积极性, 给予回收方的补贴力度也更大. 因此对于适合再制造的产品, 制造商主导的供应链模式优于零售商主导的供应链模式, 制造商主导的供应链模式达到了社会资源的有效配置, 节约了社会资源, 有利于社会环保.

5 合作决策下的供应链模式

无论何种供应链主导模式, 合作状态下每个成员企业均以联盟企业的总利润最大化为目标, 而两种不同的主导模式联盟总利润均为

$$\pi_\Sigma(p, \tau) = (p - c_m + \Delta\tau - c\tau)(\alpha - \beta p) - k\tau^2. \quad (10)$$

根据二元函数极值存在的充分条件, 通过验证判别式关系易知, 其一阶条件的零点(p^*, τ^*)即是联盟的最优决策, 此时容易得到如下结论.

结论 7 合作决策下, 博弈均衡时, 销售价、回收

率、市场需求量、供应链总利润分别为

$$\begin{aligned} p_\Sigma^* &= \frac{2k(\alpha + \beta c_m) - \alpha\beta(\Delta - c)^2}{\beta(4k - \beta(\Delta - c)^2)}, \\ \tau_\Sigma^* &= \frac{(\Delta - c)(\alpha - \beta c_m)}{4k - \beta(\Delta - c)^2}, \\ Q_\Sigma^* &= \frac{2k(\alpha - \beta c_m)}{4k - \beta(\Delta - c)^2}, \\ \pi_\Sigma^* &= \frac{k(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(4k - \beta(\Delta - c)^2)}. \end{aligned} \quad (11)$$

结论 8

$$\begin{aligned} Q_\Sigma^* &> Q^* > \bar{Q}^*, \tau_\Sigma^* > \tau^* > \bar{\tau}^*, \\ p_\Sigma^* &< p^* < \bar{p}^*, \pi_\Sigma^* > \pi^* > \bar{\pi}^*. \end{aligned} \quad (12)$$

证明 由结论 4 和结论 6 可知, 只需证明 $Q_\Sigma^* > Q^*$, $\tau_\Sigma^* > \tau^*$, $p_\Sigma^* < p^*$, $\pi_\Sigma^* > \pi^*$ 即可. 而

$$\begin{aligned} Q_\Sigma^* - Q^* &= \frac{k(\alpha - \beta c_m)}{4k - \beta(\Delta - c)^2} > 0, \\ \tau_\Sigma^* - \tau^* &= \frac{(\Delta - c)(\alpha - \beta c_m)}{8k - 2\beta(\Delta - c)^2} > 0, \\ \pi_\Sigma^* - \pi^* &= \frac{k(\alpha - \beta c_m)^2}{4\beta(4k - \beta(\Delta - c)^2)} > 0. \quad \square \end{aligned}$$

结论 8 说明, 合作决策可以进一步降低产品销售价格, 提高废旧品的市场回收率, 消费者可从合作决策中获益, 进一步提高了消费者满意度. 另外通过总利润的大小可以看出, 从整个供应链的角度看, 合作决策下的供应链优于独立决策下制造商主导的供应链, 独立决策下制造商主导的供应链模式优于零售商主导的供应链模式. 因此合作决策下的供应链系统利润可以达到帕累托最优.

通过以上分析可知, 合作决策下供应链系统的利润达到最大. 然而合作决策下唯有市场销售价格和回收率是确定的, 而制造商的批发价是不确定的, 因此如何分配系统总利润是成员企业所关心的. 以往的众多协调方法要求每个企业的分配利润均大于独立决策下的利润, 而本文独立决策下有两种形式, 即制造商主导的供应链模式和零售商主导的供应链模式. 因此协调方法中制造商和零售商的分配利润应大于独立决策下的两种利润, 即应考虑机会成本的大小. 设制造商和零售商的分配利润分别为 π_m^{**} 和 π_r^{**} , 则有

$$\begin{aligned} \pi_m^{**} &> \max \left\{ \frac{k(\alpha - \beta c_m)^2}{2\beta(4k - \beta(\Delta - c)^2)}, \frac{4k^2(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)^2} \right\}; \\ \pi_r^{**} &> \max \left\{ \frac{k(4k - \beta(\Delta - c)^2)(\alpha - \beta c_m)^2}{4\beta(4k - \beta(\Delta - c)^2)^2}, \frac{k(\alpha - \beta c_m)^2}{\beta(8k - \beta(\Delta - c)^2)} \right\}. \end{aligned} \quad (13)$$

以上基于机会成本的协调策略达到了供应链成员均满意的局面, 促进了供应链系统的稳定性.

6 数值分析

设产品市场需求函数为 $Q = 6 - 0.5p$, 固定回收成本 $C(\tau) = \tau^2$, 制造商的单位生产成本为 $c_m = 4$. 下面重点分析不同主导模式下的利润关系.

从利润的角度看, 对于制造商而言, 制造商主导的供应链模式使其获得的收益更大, 因此对于适合回收的产品, 制造商会倾向于自身主导的供应链模式, 如图 2 所示.

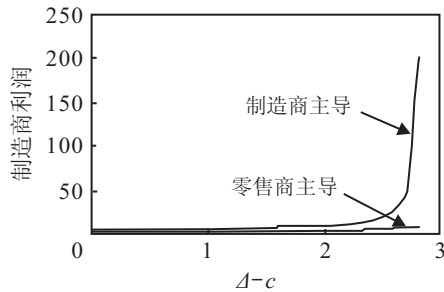


图 2 不同主导模式下制造商的利润

对于零售商而言, 存在两种情形: 若 $\Delta - c < 4/\sqrt{3}$, 即 $8k > 3\beta(\Delta - c)^2$, 则零售商主导的供应链模式对其更有利; 若 $\Delta - c > 4/\sqrt{3}$, 即 $8k < 3\beta(\Delta - c)^2$, 则制造商主导的供应链模式对零售商更有利, 如图 3 所示.

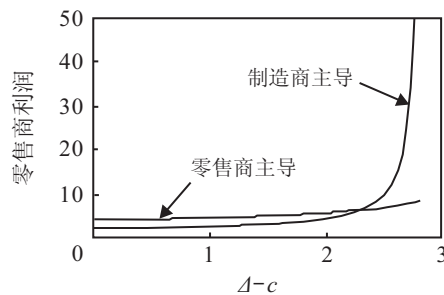


图 3 不同主导模式下零售商的利润

由图 2 和图 3 可见, 无论是何类主导模式, 制造商和零售商的利润均随着再制造成本和回收成本的降低而增大, 因此制造商和零售商为了自身利润最大化, 均有相互进行合作的动力, 特别是针对废旧产品的再制造和回收渠道方面进行合作创新.

但是从总利润的角度分析, 制造商主导的供应链模式系统利润均大于零售商主导的供应链模式 (图 4), 且系统总利润均随着再制造成本和回收成本的降低而增大. 因此制造商主导的供应链模式下制造商和零售商进行合作使资源得到了最优配置. 然而由图 3 可知, 当 $\Delta - c < 4/\sqrt{3}$, 即 $8k > 3\beta(\Delta - c)^2$ 时, 零售商会倾向于选择自身主导的供应链模式, 因此为了提高系统效率和资源的优化配置, 当 $8k > 3\beta(\Delta - c)^2$ 时, 制造商应给予零售商额外的利润补贴, 促使零售商有足够的动力参与到制造商主导的供应链模式中, 从而实现供应链的长期稳定.

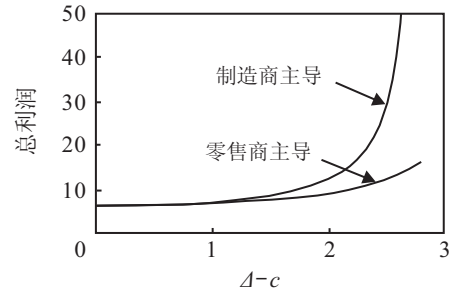


图 4 不同主导模式下的总利润

限于篇幅, 对于独立决策和合作决策下变量之间的比较在此不再赘述.

7 结 论

在供应链与供应链的竞争, 本文对制造商和零售商主导的两类供应链模式进行了比较, 分析了主导模式对企业定价、回收、补贴和利润的影响. 得出制造商主导模式下的批发价格受单位节约成本的制约, 且批发价格随着补贴的增大先递减后递增, 制造商可通过回收补贴的设置而影响零售商的决策; 零售商主导的供应链模式下批发价随着补贴的增加而增大, 制造商无法通过回收补贴的设置而影响零售商的决策. 制造商主导的供应链模式效率大于零售商主导的供应链模式效率. 在不同的主导模式下, 分析了制造商和零售商组成的供应链系统稳定性. 从而为供应链企业进行合理决策提供了理论上的参考.

本文仅对完全信息下制造商主导和零售商主导的供应链模式进行了分析. 然而随着电子商务的盛行, 制造商和零售商决策先后顺序的变化势必对整个系统产生影响, 此时销售商一部分实行网上销售, 一部分实行实体店销售, 网上销售的市场需求量和实体店销售的市场需求量是不同的. 因此在不完全信息下, 分析电子商务对主导模式的影响值得人们探索. 另外本文可以进一步拓展, 将主导模式、外包策略和回收方式三者整合在一起进行分析, 探讨主导模式、外包策略和回收方式的最佳组合.

参考文献(References)

- [1] Pasternack B. Optimal pricing and returns policies for perishable commodities[J]. Marketing Science, 1985, 4(2): 166-176.
- [2] Nakashima K, Arimitsu H, Nose T, et al. Optimal control of a remanufacturing system[J]. Int J of Production Research, 2004, 42(7): 3619-3625.
- [3] Savaskan R C, Bhattacharya S, Wassenhove V L N. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing[J]. Management Science, 2004, 50(2): 239-252.