

基于供应链间品牌竞争的库存管理策略研究^①

李娟, 黄培清, 顾锋, 陈国庆
(上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200030)

摘要: 分析两个供应链间竞争的系统, 每条供应链由一个供应商和一个零售商组成, 供应商通过各自零售商销售具有品牌差异的产品, 不同品牌产品之间存在替代度, 零售商面临不确定性需求. 在此系统上, 存在供应商间的竞争、零售商间的竞争, 和供应链内上下游之间的竞争, 三种竞争交织. 每条供应链有两种管理库存的方式, 即零售商管理库存和供应商管理库存. 通过对比不同库存管理方式下系统成员收益, 发现, 把不确定性需求风险从零售商转移给供应商, 并非能增加零售商收益, 或减少供应商收益; 同时, 通过分析了不同库存管理方式对供应链系统竞争均衡状态的影响, 指出, 在一定条件下, 供应商管理库存方式能加强供应商端的竞争, 使得零售商和供应商共同受益.

关键词: 供应链间竞争; 供应商管理库存; 产品替代度; 品牌竞争

中图分类号: F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2009)03-0071-06

0 引言

在很多行业, 企业与企业之间的竞争已经转化为供应链间的竞争. 譬如, 在电信行业中, 不同供应链之间存在因技术不同而产生的差异; 在此情况下, 不仅上游, 或下游需要和其他供应链上的相应企业进行竞争, 上、下游之间彼此还存在竞争; 因此, 任何供应链上成员的绩效, 依赖于整个供应链的绩效情况; 同时, 在每一条供应链上, 不同的库存管理方式也将对系统决策行为产生影响, 从而影响到产品之间的竞争强度, 以及系统收益.

在供应链间竞争研究文献, 从实践和理论相结合的角度, 有学者分析了供应链之间竞争的概念和内涵^[1,2]; 从经济学的角度, 一些学者认为, 供应链的网状结构能够让供应商和零售商共同面对不确定需求的冲击^[3], 也对如何确定供应链网络竞争中有效连接进行了分析^[4,5].

在库存管理策略研究方面, 有多种库存管理方式, 譬如, 供应商管理库存 (VM I)、零售商管理

库存 (RM I)、供应商管理并运送库存 (Drop shipping)、寄售 (Consignment) 等方式^[6], 本文研究中仅涉及到 VM I 和 RM I 现有文献中, 通过分析 VM I 模式下的供应链系统的性能参数^[7], 得出, VM I 能够促进供应链上成员之间的合作与信息共享^[8], 以及降低零售商的库存管理成本和订购费用; 还有学者分析了 VM I 对系统连续库存订购方式的影响^[9,10], 并指出, 在 VM I 机制下, 通过向零售商提供一定量的转移支付, 供应商可以最大化整个供应链的收益^[11,12].

有很多描述具有差异化产品彼此竞争下的需求函数的方式, 大部分学者是采用顾客的动态选择行为刻画产品的实际需求^[13-16], 但是, 上述需求函数刻画形式为非线性; 本文的研究重点是具有差异化的产品对供应链结构的影响方式, 为更加清晰地表述本研究问题, 本文中采用文献 [14] 中的线性描述方式, 用来描述具有品牌差异的产品对自身, 以及其他产品的实际需求的影响模式.

① 收稿日期: 2006-09-11; 修订日期: 2008-10-07.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (7080204 70732003; 70772065).

作者简介: 李娟 (1979—), 女, 河南焦作人, 博士后. Email: lijia@sjtu.edu.cn

本文的研究不同于已有文献的之处为, 首先, 分析了产品之间因品牌差异而具有替代度时, 库存管理权力的分配不同对成员决策行为的; 其次, 在供应链间竞争的范畴下, 分析不同约束条件下, 整个系统的均衡库存管理方式.

1 基本参数、假设及需求函数

1.1 基本参数及假设

两个彼此竞争的供应链, 供应链系统运作在一个报童模型下, 也就是说, 在期末所有销售剩余产品在未来的销售期内没有价值, 系统也不存在延迟订货行为. 每个供应链有一个供应商和一个零售商, 供应商提供给零售商的产品具有品牌差异, 并且是战略替代关系, 零售商面临着随机需求. 每条供应链可以采用 RM I 方式, 也可以采用 VM I 方式. 在 RM I 方式下, 零售商确定库存水平, 并且承担因需求不确定而引发的风险. 在 VM I 方式下, 尽管零售商面临着不确定需求, 但是由供应商承担需求不确定所引发的风险.

在供应链 $i(i = 1, 2)$ 上, 供应商 i 向零售商 i 供应产品 i 其单位生产成本为 c_i ; 为了便于对比不同供应链结构下, 系统收益的相对变动情况, 把批发价格为 w_i , 零售价格为 p_i 均视为外生给定参数; 文献 [13] 也有类似的表述. 两条供应链上, 相互之间的结构关系有四种可能, 第 1 种, 模型 1 两条供应链均采用 RM I 方式; 第 2 种, 模型 2 两条供应链均采用 VM I 方式; 第 3 种, 模型 3 供应链 1 采用 RM I 方式, 供应链 2 采用 VM I 方式; 第 4 种, 模型 4 供应链 1 采用 VM I 方式, 供应链 2 采用 RM I 方式; 零售商 i 和供应商 i 在模型 $j, j = 1, 2, \dots, 4$ 下的收益分别为 $\pi_{r_i}^j, \pi_{s_i}^j$; 根据供应链 i 为 VM I 还是 RM I 方式, 从而确定是由供应商 i 确定还是零售商 i 确定库存水平 q_i^j ; 在一个销售周期内, 期望销售量为 S_i^j , 期末库存剩余量为 I_i^j . 最优的决策参数由上标 $*$ 表示.

关于供应链的结构选择有假设 1; 关于库存持有成本, 有假设 2

假设 1 在每一条供应链上, 若供应商和零售商都偏好于采用 VM I 方式, 则采用此方式; 否则, 供应链系统只能采用 RM I 方式.

假设 1 说明 VM I 方式需要供应链上成员的合作, 如果有一方不能从 VM I 方式中获益, 则双方之间不存在合作行为, 从而供应链系统也只能采用 RM I 方式.

假设 2 供应商和零售商的单位产品库存持有成本均为 h .

假设 2 避免了供应链结构带来的影响; 在实际中, 供应商的单位产品持有成本要小于零售商的单位产品持有成本. 在某些情况下, 如果供应商的单位产品持有成本非常低, 则供应商总是愿意采取 VM I 策略.

1.2 需求函数

在本文研究框架下, 假设零售端的需求依赖于其自身的库存水平以及竞争对手的库存水平, 采用线性方程刻画零售商的有效需求函数, 这种简单方式便于构建库存水平, 以及产品之间的替代度对需求的影响. 因此, 在供应链 i 上, 零售商 i 需求函数为 $d_i = X_i + \alpha_i q_i - \beta_{3-i} q_{3-i}$, 其中, α_i 为产品 i 的影响力, β_{3-i} 为产品 $3-i$ 对产品 i 的替代度, $\alpha_i, \beta_i > 0$ 无论是产品影响力系数, 还是产品替代度系数, 均是由消费者对具有品牌差异的产品的认可程度所产生的; X_i 为产品 i 非负的随机需求, 其概率分布和概率密度函数分别为 $F_i(x_i), f_i(x_i)$. 有如下结论.

$$F_i = P(d_i < q_i) = F_i(q_i - \alpha_i q_i + \beta_{3-i} q_{3-i}) = \lambda_i \tag{1}$$

由式 (1), 根据报童模型可推得, λ_i 表示供应链 i 的库存服务水平.

$$q_i = \frac{(1 - \alpha_{3-i})F_i^{-1}(\lambda_i) - \beta_{3-i}F_{3-i}^{-1}(\lambda_{3-i})}{(1 - \alpha_i)(1 - \alpha_{3-i}) - \beta_i \beta_{3-i}} \tag{2}$$

$$S_i = q_i - E(q_i - d_i)^+ = q_i - \int_0^{F_i^{-1}(\lambda_i)} F_i(u) du \tag{3}$$

$$I_i = \int_0^{F_i^{-1}(\lambda_i)} F_i(u) du \tag{4}$$

2 供应链间竞争下的库存管理方式分析

2.1 模型 1 RMI & RMI

在模型 1 中, 两条供应链系统均采用 RM I 方

式, 博弈过程为, 首先, 两个零售商向各自供应商提交的订购量 q_i^1 ; 其次, 供应商生产 q_i^1 , 并实现自己的收益; 最后, 不确定需求实现后, 零售商的收益实现.

零售商 i 的收益为 $\pi_i^1 = p_i S_i^1 - w_i q_i^1 - h I_i^1$, 对其求关于 q_i^1 的一阶导数, 有

$$F_i = \frac{p_i - w_i}{(p_i + h)(1 - \alpha_i)} = \lambda_i^1 \quad (5)$$

根据式 (2) 和 (5) 可推得零售商 i 所确定的最优库存水平为

$$q_i^* = \frac{(1 - \alpha_{3-i})F_i^{-1}(\lambda_i^1) - \beta_{3-i}F_{3-i}^{-1}(\lambda_{3-i}^1)}{(1 - \alpha_i)(1 - \alpha_{3-i}) - \beta_i\beta_{3-i}}$$

则供应商 i 的最优收益为 $\pi_{si}^1 = (w_i - c_i)q_i^*$. 有定义 1.

定义 1 在模型 1 下, 零售商 i 的最优订购量为 $q_i^* = \frac{(1 - \alpha_{3-i})F_i^{-1}(\lambda_i^1) - \beta_{3-i}F_{3-i}^{-1}(\lambda_{3-i}^1)}{(1 - \alpha_i)(1 - \alpha_{3-i}) - \beta_i\beta_{3-i}}$, 零售

商 i 的最优收益函数为 $\pi_i^* = (p_i - w_i)q_i^* - (p_i + h) \int_0^{F_i^{-1}(\lambda_i^1)} F_i(u) du$

2.2 模型 2 VM & VM I

在模型 2 中, 两条供应链系统均采用 VM I 方式, 博弈过程为, 首先, 供应商确定生产量 q_i^2 ; 其次, 不确定需求实现之后, 零售商结合不确定需求实现量和供应商的生产量, 向供应商订购期望销售量; 最后, 零售商和供应商实现各自收益.

供应商收益为 $\pi_{si}^2 = w_i S_i^2 - c_i q_i^2 - h I_i^2$, 对供应商的收益求关于 q_i^2 的一阶导数, 有 $F_i = \frac{w_i - c_i}{(w_i + h)(1 - \alpha_i)} = \lambda_i^2$, 则最优的库存反应为

$$q_i^* = \frac{(1 - \alpha_{3-i})F_i^{-1}(\lambda_i^2) - \beta_{3-i}F_{3-i}^{-1}(\lambda_{3-i}^2)}{(1 - \alpha_i)(1 - \alpha_{3-i}) - \beta_i\beta_{3-i}}$$

零售商的收益为 $\pi_i^2 = (p_i - w_i)S_i^2$. 有定义 2

定义 2 在模型 2 下, 零售商 i 的最优订购量为 $q_i^* = \frac{(1 - \alpha_{3-i})F_i^{-1}(\lambda_i^2) - \beta_{3-i}F_{3-i}^{-1}(\lambda_{3-i}^2)}{(1 - \alpha_i)(1 - \alpha_{3-i}) - \beta_i\beta_{3-i}}$, 零售

商 i 的最优收益函数为 $\pi_i^* = (p_i - w_i)(q_i^* - \int_0^{F_i^{-1}(\lambda_i^2)} F_i(u) du)$.

2.3 模型 3 RM & VM I

在模型 3 中, 供应链 1 为 RM I 方式, 而供应链 2 为 VM I 方式. 博弈过程为, 首先, 零售商 1 和供

商 2 同时确定各自的订购量 q_1^3 和生产量 q_2^3 ; 其次, 不确定性需求实现之后, 两条供应链上的四个成员同时实现各自收益. 零售商 1 的收益为 $\pi_{r1}^3 = p_1 S_1^3 - w_1 q_1^3 - h I_1^3$; 供应商 1 的收益为 $\pi_{s1}^3 = (w_1 - c_1)q_1^3$; 零售商 2 的收益为 $\pi_{r2}^3 = (p_2 - w_2)S_2^3$; 供应商 2 的收益为 $\pi_{s2}^3 = w_2 S_2^3 - c_2 q_2^3 - h I_2^3$

首先, 分析零售商 1 的决策. 对零售商 1 的收益函数求关于 q_1^3 的一阶导数, 有 $F_1 =$

$$\frac{p_1 - w_1}{(p_1 + h)(1 - \alpha_1)} = \lambda_1^3, \text{ 则库存水平满足, } q_1^3 = \frac{F_1^{-1}(\lambda_1^3) - \beta_2 q_2^3}{1 - \alpha_1} \quad (6)$$

其次, 分析供应商 2 的决策. 对供应商 2 的收益求关于订购量 q_2^3 的一阶导数, 有 $F_2 =$

$$\frac{w_2 - c_2}{(w_2 + h)(1 - \alpha_2 - \frac{\beta_1 \beta_2}{1 - \alpha_1})} = \lambda_2^3, \text{ 则库存水平}$$

满足

$$q_2^3 = \frac{F_2^{-1}(\lambda_2^3) - \beta_1 q_1^3}{1 - \alpha_2} \quad (7)$$

由式 (6) 和 (7) 推得

$$q_1^* = \frac{(1 - \alpha_2)F_1^{-1}(\lambda_1^3) - \beta_2 F_2^{-1}(\lambda_2^3)}{(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2}$$

$$q_2^* = \frac{(1 - \alpha_1)F_2^{-1}(\lambda_2^3) - \beta_1 F_1^{-1}(\lambda_1^3)}{(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2}$$

有如下定义 3

定义 3 在模型 3 下, 最优库存水平分别为

$$q_1^* = \frac{(1 - \alpha_2)F_1^{-1}(\lambda_1^3) - \beta_2 F_2^{-1}(\lambda_2^3)}{(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2}$$

$$q_2^* = \frac{(1 - \alpha_1)F_2^{-1}(\lambda_2^3) - \beta_1 F_1^{-1}(\lambda_1^3)}{(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2}$$

零售商的最优收益函数分别为, $\pi_{r1}^* = (p_1 - w_1)q_1^* - (p_1 + h) \int_0^{F_1^{-1}(\lambda_1^3)} F_1(u) du$, $\pi_{r2}^* = (p_2 -$

$$w_2)(q_2^* - \int_0^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du).$$

2.4 模型 4 VM & RM I

在模型 4 中, 供应链 1 为 VM I 方式, 供应链 2 为 RM I 方式, 根据系统结构的对称性, 由定义 3 不难得出定义 4

定义 4 在模型 4 下, 最优库存水平分别为

$$q_1^* = \frac{(1 - \alpha_2)F_1^{-1}(\lambda_1^4) - \beta_2 F_2^{-1}(\lambda_2^4)}{(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2}$$

$$q_2^{\#} = \frac{(1 - \alpha_1)F_2^{-1}(\lambda_2^4) - \beta_1 F_1^{-1}(\lambda_1^4)}{(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2},$$

零售商的最优收益分别为

$$\pi_{r1}^{\#} = (p_1 - w_1)(q_1^{\#} - \int_{F_1^{-1}(\lambda_1)} F_1(u) du),$$

$$\pi_{r2}^{\#} = (p_2 - w_2)q_2^{\#} - (p_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2)} F_2(u) du$$

根据上述四个定义,有下述推论 1

推论 1 当 $(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2 > 0$ 时, 最优订购量 $q_i^{\#}$ 和零售商的最优收益 $\pi_{ri}^{\#}$ 为 α_i 和

β_i 的增函数; 当 $(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2 < 0$ 时, 最优订购量 $q_i^{\#}$ 和零售商的最优收益 $\pi_{ri}^{\#}$ 为 α_i 和 β_i 的减函数.

推论 1 说明产品自身的影响力并非一定能够增加零售商的收益以及订购量, 而是取决于 $(1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) - \beta_1 \beta_2$ 的正负.

根据对四种模型的分析结论, 可总结出不同模型结构下系统的服务水平和最优的库存水平, 如表 1 所示.

表 1 不同结构下的系统库存水平以及服务水平

Table 1 Inventory levels and service levels under system's different structures

模型	参数		
	λ_1	λ_2	q_i
模型 1	$\frac{p_1 - w_1}{(p_1 + h)(1 - \alpha_1)}$	$\frac{p_2 - w_2}{(p_2 + h)(1 - \alpha_2)}$	
模型 2	$\frac{w_1 - c_1}{(w_1 + h)(1 - \alpha_1)}$	$\frac{w_2 - c_2}{(w_2 + h)(1 - \alpha_2)}$	
模型 3	$\frac{p_1 - w_1}{(p_1 + h)(1 - \alpha_1)}$	$\frac{w_2 - c_2}{(w_2 + h)(1 - \alpha_2 - \frac{\beta_1 \beta_2}{1 - \alpha_1})}$	$\frac{(1 - \alpha_{3-i})F_i^{-1}(\lambda_i) - \beta_{3-i}F_{3-i}^{-1}(\lambda_{3-i})}{(1 - \alpha_i)(1 - \alpha_{3-i}) - \beta_i \beta_{3-i}}$
模型 4	$\frac{w_1 - c_1}{(w_1 + h)(1 - \alpha_1 - \frac{\beta_1 \beta_2}{1 - \alpha_2})}$	$\frac{p_2 - w_2}{(p_2 + h)(1 - \alpha_2)}$	

3 比较研究

基于上述的研究结论, 接下来, 首先分析, 在给定供应链 1 为 RM I 方式下, 供应链 2 从 RM I 结构转向 VM I 结构的系统决策情况; 其次, 分析在给定供应链 1 为 VM I 方式下, 供应链 2 从 RM I 结构转向 VM I 结构的系统决策情况.

3.1 给定供应链 1 RM I 下的供应链 2 结构变动分析

在给定供应链 1 为 RM I 方式下, 供应链 2 从 RM I 控制转向 VM I 方式. 零售商的收益变化为

$$\begin{aligned} \Delta_r^1 &= \pi_{r2}^3 - \pi_{r2}^1 \\ &= (p_2 - w_2)(q_2^3 - \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du) - (p_2 - w_2)q_2^1 + (p_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)} F_2(u) du \\ &= (p_2 - w_2)(q_2^3 - q_2^1) - (p_2 - w_2) \times \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du + (w_2 + h) \times \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)} F_2(u) du \end{aligned}$$

$$\int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du$$

令 $\varepsilon_1 = \frac{p_2 - w_2}{p_2 + h}$, 若 $\Delta_r^1 > 0$ 即

$$q_2^3 > q_2^1 - \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du + \frac{1}{\varepsilon_1} \int_0^{F_2^{-1}(\lambda_2^1)} F_2(u) du \quad (8)$$

定义 5 在满足 $q_2^3 > q_2^1 - \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du +$

$\frac{1}{\varepsilon_1} \int_0^{F_2^{-1}(\lambda_2^1)} F_2(u) du$ 时, 若供应链 2 从 RM I 结构转向

VM I 结构, 零售商 2 的收益将增加.

在此结构下, 供应商的收益变化为

$$\begin{aligned} \Delta_s^1 &= \pi_{s1}^3 - \pi_{s1}^1 \\ &= (w_2 + h)q_2^3 - (w_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du - (w_2 - c_2)q_2^1 \end{aligned}$$

令 $\varepsilon_2 = \frac{w_1 - c_1}{w_1 + h}$, 若 $\Delta_s^1 > 0$ 即

$$q_2^3 > q_2^1 + \frac{1}{\varepsilon_2} \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du \quad (9)$$

定义 6 在满足 $q_2^3 > q_2^1 + \frac{1}{\varepsilon_2} \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du$

时, 若供应链 2 从 RM I 结构转向 VM I 结构, 供应商 2 的收益增加。

根据定义 5 和定义 6 有推论 2

推论 2 当 $q_2^3 > q_2^1$ 时, 供应商 2 愿意从 RM I 结构转向 VM I 结构, 零售商 2 也愿意; 并且, 通过供应链结构的转变, 可以提高供应链 2 的库存服务水平。

证明 根据式 (9) 有, $q_2^3 > q_2^1$, 由表 1 可推得, $\lambda_2^3 > \lambda_2^1$, 则 $\int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^3)} F_2(u) du > 0$ 通过对式 (8) 和 (9) 有, 若式 (9) 不等式成立, 则不等式 (8) 也成立; 从而推论 2 成立。

3.2 给定供应链 1 为 VM I 下的供应链 2 结构变动分析

在给定供应链 1 为 VM I 方式下, 供应链 2 从 RM I 控制转向 VM I 方式; 零售商 2 的收益变化为 $\Delta_2^2 = \pi_{r2}^2 - \pi_{r2}^1$

$$\begin{aligned} &= (p_2 - w_2) \left(q_2^2 - \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du \right) - (p_2 - w_2) q_2^1 + (p_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du \\ &= (p_2 - w_2) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du - (p_2 - w_2) q_2^1 + (p_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du \end{aligned}$$

若 $\Delta_2^2 > 0$ 即

$$q_2^2 > q_2^1 - \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du + \frac{1}{\varepsilon_1} \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du \quad (10)$$

供应商 2 的收益变化为

$$\begin{aligned} \Delta_2^2 &= \pi_{s2}^2 - \pi_{s2}^1 \\ &= (w_2 - c_2) q_2^2 - (w_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du - (w_2 - c_2) q_2^1 \\ &= (w_2 - c_2) \left(q_2^2 - q_2^1 \right) - (w_2 + h) \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du \end{aligned}$$

若 $\Delta_2^2 > 0$ 即

$$q_2^2 > q_2^1 + \frac{1}{\varepsilon_2} \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du \quad (11)$$

定义 7 在供应链 1 为 VM I 下, 当满足 $q_2^2 > q_2^1 + \frac{1}{\varepsilon_2} \int_{F_2^{-1}(\lambda_2^1)}^{F_2^{-1}(\lambda_2^2)} F_2(u) du$ 时, 若供应链 2 从 RM I 结构转向 VM I 结构, 供应链 2 的收益增加; 并且, 当供应商 2 愿意从 RM I 结构转向 VM I 结构, 则零售商 2 也愿意; 并且可以提高供应链 2 的库存服务水平。

证明同推论 2

根据假设 2 有推论 3

推论 3 当供应链 i 结构为 RM I 若供应链 $3-i$ 愿意采用 VM I 的结构, 则在供应链 i 结构为 VM I 下, 供应链 $3-i$ 也愿意采用 VM I 结构。

证明 不失一般性, 假设 $i = 1$ 根据推论 2 和定义 7 可得, 若在供应链 1 为 VM I 下, 供应链 2 愿意采用 VM I 的结构, 需要满足 $q_2^3 > q_2^1$; 若供应链 1 为 RM I 下, 供应链 2 也愿意采用 VM I 的结构, 需要满足 $q_2^2 > q_2^1$ 。根据表 1 可得, $\lambda_2^3 > \lambda_2^1, \lambda_1^4 = \lambda_1^1$ 则有

$$q_2^3 - q_2^1 - [q_2^2 - q_2^1] = (1 - \alpha_1) [F_2^{-1}(\lambda_2^3) - F_2^{-1}(\lambda_2^1)] - \beta_1 [F_1^{-1}(\lambda_1^4) - F_1^{-1}(\lambda_1^1)] > 0 \quad (12)$$

根据式 (12) 可得, 当供应链 1 为 RM I 下, 若供应链 2 愿意采用 VM I 的结构, 则若在供应链 1 为 VM I 下, 供应链 2 也愿意采用 VM I 结构。推论 3 得证。

根据表 1 有推论 4

推论 4 (1) 当两条供应链的库存管理方式不同时, 由品牌差异所导致产品之间的替代度, 会增加采取 VM I 方式的供应链对不确定需求的服务水平; (2) 当供应链 $3-i$ 为 VM I 方式下, 若供应链 i 从 RM I 转向 VM I 时, 会降低供应链 $3-i$ 的服务水平; 而当供应链 $3-i$ 为 RM I 方式时, 若供应链 i 从 RM I 转向 VM I 时, 却不会对供应链 $3-i$ 的服务水平产生影响。

推论 5 当 $p_i = p_{3-i}, w_i = w_{3-i}, \alpha_i = \alpha_{3-i}, \beta_i = \beta_{3-i}$ 时, 若 $c_i < c_{3-i}$, 则当供应链 $3-i$ 为 VM I 结构时, 供应链 i 的均衡结构也必为 VM I 结构。

推论 6 当 $p_i = p_{3-i}, c_i = c_{3-i}, \alpha_i = \alpha_{3-i}, \beta_i = \beta_{3-i}$ 时, 若 $w_i < w_{3-i}$ 则当供应链 $3-i$ 为 VM I 结构时, 供应链 i 的均衡结构也必为 VM I 结构。

上述推论 5 和推论 6 的直观解释为, 若单位产品的生产成本 (或批发价格) 高的供应链采取 VM I 方式, 则另一条供应链也必将采用 VM I 方式。

4 结论及未来研究方向

本文分析了两个供应链组成的系统上, 存在供应商之间的竞争、零售商之间的竞争, 以及供应链内部上下游之间的竞争, 三种竞争交织在一起; 每条供应链可以采用 RM I或 VM I方式管理库存, 从而对供应链结构、产品差异化和需求不确定三者之间的关系进行了分析. 指出, 第一, 对于每条供应链, 若供应商愿意从 RM I结构转向 VM I结构, 则零售商也愿意; 并且可以提高供应链的库存服务水平. 第二, 当给定其中一条供应链为 RM I方式下, 若另外一条供应链愿意采用 VM I的结构; 则在给定其中一条供应链为 VM I下, 另外一条供应链也愿意采用 VM I结构. 第三, 当两条供应链的库存管理方式不同时, 由品牌差异所导致产品之间的替代度, 会增加采取 VM I方式的供应链对不确定需求的服务水平; 并且, 当给定其中一

条供应链为 VM I方式下, 若另外一条供应链从 RM I转向 VM I时, 会降低其中一条供应链的服务水平; 而当其中一条供应链为 RM I方式时, 若另外一条供应链从 RM I转向 VM I时, 却不会对其中一条供应链的服务水平产生影响. 第四, 相比其中一条供应链, 若单位产品的生产成本 (或批发价格) 高的供应链采取 VM I方式, 则另一条供应链也必将采用 VM I方式.

在本文的研究基础上, 可以进一步考虑每条供应链上, 存在多个零售商的情况, 这不仅要求构建具有品牌差异的不同产品之间的竞争, 还需要考虑具有相同品牌的产品之间的竞争; 其次, 可以考虑放松对有效需求的线性假设, 采用顾客对不同产品具有战略选择行为的非线性需求函数, 详细刻画供应链系统的结构. 最后, 本文研究中, 产品的零售价格和批发价格设定为外生给定变量, 在进一步的研究中, 可以考虑放松对产品批发价格外生给定的假设, 研究批发价格内生时, 对系统决策行为的影响.

参 考 文 献:

- [1] Rice J, Hoppe B, Richard M. Sc vs Sc[J]. *Supply Chain Management Review*, 2001, 9(10): 47—54.
- [2] Lee H, Whang S J. Higher supply chain security with lower cost: Lessons from total quality management[J]. *International Journal of Production Economics*, 2005, 96(3): 289—301.
- [3] Rachel E. A theory of buyer-seller networks[J]. *Marketing Science*, 2000, 19(4): 201—220.
- [4] Zhang D. A network economic model for supply chain versus supply chain competition[J]. *Omega*, 2006, 34: 282—295.
- [5] Dong J, Zhang D, Nagurney A. A supply chain network equilibrium model with random demand[J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, 156: 194—212.
- [6] Chu W H. Three Essays in Supply Chain Management[D]. Hong Kong: The Chinese University of Hong Kong, 2002.
- [7] 曹武军, 等. VM I环境下收入共享契约分析[J]. *管理工程学报*, 2007, 21(1): 51—55.
Cao Wujun, et al. Analysis on the revenue sharing contract in VM I[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2007, 21(1): 51—55. (in Chinese)
- [8] Lee H, Whang S. Information sharing in a supply chain[J]. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 2000, 1(1): 79—93.
- [9] Cachon G. The allocation of inventory risk in a supply chain: Push, pull and advance-purchase discount contracts[J]. *Management Science*, 2004, 50(2): 222—238.
- [10] Cachon G. Stock wars: Inventory competition in a two-echelon supply chain with multiple retailers[J]. *Operations research*, 2001, 49(5): 658—674.
- [11] Mahajan S, Garrett V R. Inventory competition under dynamic consumer choice[J]. *Operations Research*, 2001, 49(5): 646—657.
- [12] Lee C C, Huang W, Chu J. Who should control inventory in a supply chain? [J]. *European Journal of Operation Research*, 2005, 164: 158—172.
- [13] Netessine S, Nils R. Centralized and competitive inventory models with demand substitution[J]. *Operations Research*, 2003, 51(2): 329—335.

(下转第 101页)

[22] 吴冲锋, 冯 芸. 全球金融动荡与传染的系统思考 [J]. 管理科学学报, 1999, 2(1): 10—18

Wu Chongfeng Feng Yun. The system thinking for the global financial volatility and contagion [J]. Journal of Management Sciences in China, 1999, 2(1): 10—18 (in Chinese)

Information spillovers towards fuel-oil futures market in Shanghai

MA Chao-qun¹, SHE Sheng-xiang¹, CHEN Yan-ling², WANG Zhen-quan²

1. Business and Administration School, Hunan University, Changsha 410082, China

2. Economics and Management School, Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China

Abstract Using improved information spillover model, this paper investigated the information spillover among the leading international crude markets and fuel oil markets with Shanghai fuel oil futures market in the context of market structures. The results showed stable information spillover from WTI oil market as well as Dubai crude oil futures market to the fuel oil markets located in Asia. There is bidirectional mean spillover between Shanghai fuel oil market and Singapore fuel oil spot market. Further volatility spillover from international markets to Shanghai was found. The power of Shanghai fuel oil futures market is increasing though there is a far distance before Singapore fuel market.

Key words Shanghai fuel oil future; cointegration; mean spillover; volatility spillover

(上接第 76 页)

[14] Birendra K M, Srinivasan R. Retailer vs vendor managed inventory and brand competition [J]. Management Science, 2004, 50(4): 445—457.

[15] 杜 荣, 胡奇英, 陈开周. 同类产品多品牌的最优定价模型 [J]. 管理科学学报, 2004, 7(3): 69—74.

Du Rong Hu Qiying Chen Kaizhou. Optimal pricing model for various brands within product category [J]. Journal of Management Sciences in China, 2004, 7(3): 69—74 (in Chinese)

[16] 鲁其辉, 朱道立. 多产品竞争环境中最优供货策略 [J]. 管理科学学报, 2005, (12): 43—50.

Lu Qihui Zhu DaoLi. Optimal ordering decision in multi-products competition environment [J]. Journal of Management Sciences in China, 2005, (12): 43—50 (in Chinese)

Study on inventory management tactic under chain-to-chain brand competition

LI Juan, HUANG Pei-qing, GU Feng, CHEN Guo-qing

Shanghai Jiaotong University, Antai College of Economics & Management, Shanghai 200030, China

Abstract A competition system of two supply chains is analyzed, where every supply chain is composed of two members, that is, a retailer and a supplier, each selling differentiated brand products through its exclusive retailer, who is faced with uncertain demands. The supplier's competition, the retailer's competition and the vertical interaction between them are all intertwined with each other. Each supply chain can be operated in either the RMI (Retailer managed inventory) way, in which the downstream retailer decides the inventory level and keeps the inventory, or the VMI (Vendor managed inventory) way, in which inventory-keeping responsibility and stock level decision switch to the upstream supplier. By comparing the expected payoffs in different cases, we find that transferring demand-uncertainty risk from the retailer to the supplier does not necessarily lead to a higher expected payoff for the retailer or a lower one for the supplier. At the same time, by deriving explicit equilibrium of different supply chain structures, we point out VMI intensifies the competition between suppliers and that the increased competition benefits retailers and suppliers if some conditions are met.

Key words supply chain competition; vendor-managed inventory; product substitution; brand competition