第 29 卷 第 4 期
Vol. 29 No. 4

控 制 与 决 策
Control and Decision

2014 年 4 月
Apr. 2014

文章编号: 1001-0920 (2014) 04-0679-07 DOI: 10.13195/j.kzyjc.2012.1828

装配式 VMI 系统不同决策模式下收益共享研究

卿前恺[1], 刘志学[1], 孙 阳[2]

(1. 华中科技大学 管理学院，武汉 430074；2. 加州州立大学萨克拉门托分校 工商管理学院，萨克拉门托 95819)

摘 要: 以装配系统和供应商管理库存为研究背景, 构建非合作分散决策系统模型并发现其效率不足. 在此基础上, 分别提出分散决策模式和合作决策模式下的收益共享机制. 研究表明, 两种决策模式下的机制均可最大化系统效率; 给定参与者利润在不同机制中相等, 在一定条件下, 其讨价还价能力空间在不同机制中具有相似的特征; 第 1 种机制可能产生收益分配不公, 但在第 2 种机制中可有效避免.

关键词: 装配系统；供应商管理库存；收益共享；决策模式；讨价还价

中图分类号: C934 **文献标志码:** A

Revenue sharing in assembly system with VMI under different decision modes

QING Qian-kai[1], *LIU Zhi-xue*[1], *SUN Yang*[2]

(1. School of Management，Huazhong University of Science and Technology，Wuhan 430074，China；2. College of Business Administration，California State University，Sacramento 95819，USA. Correspondent：QING Qian-kai, E-mail：qingqiank@gmail.com)

Abstract: The non-cooperative decentralized system is modeled in the context of assembly system and vendor-managed inventory, and its inefficiency is discovered. Therefore, two revenue sharing mechanisms are proposed respectively under decentralized and cooperative decision modes. It is shown that both mechanisms can maximize the system efficiency. Given the profits of the players are equal in different mechanisms, the bargaining power spaces in different mechanisms exhibit similar characteristics under certain condition. Unfair distribution of revenue may arise in the first mechanism but can be avoided in the second one.

Key words: assembly system；vendor-managed inventory；revenue sharing；decision mode；bargaining

0 引 言

装配系统是企业界常见的一类生产系统, 这类系统中, 制造商从不同的供应商处采购互补的零部件并装配终端产品[1]. 随着信息技术的发展, 企业间的信息共享也变得简单[2], 基于此, 一些新的实践, 如供应商管理库存 (VMI), 开始为越来越多的企业所采用. 目前, VMI 广泛应用于各类以装配为特征的产业, 如汽车、计算机和飞机制造等行业[3-4]. 在装配式 VMI 系统 (实施 VMI 的装配系统, 下同) 中, 由于多个参与者的存在, 利益的实现与分配也变得较为复杂. 若系统集中决策, 则存在一个中心决策者以最大化系统整体收益为目标进行决策[5]; 若分散决策, 则参与者以最大化个人利润为目标进行决策. 关于分散决策系统的研究一般采用序贯决策博弈框架, 即参与者依次行动, 后动者根据先动者的选择进行决策[6-7]. 在分散决策装配式 VMI 系统中, 不同的供应商先对零部件定价、制造商再选择市场决策便是一种典型的序贯决策博弈. 在非合作的分散决策下, 由于参与者追求个体利益最大化, 系统整体效率可能会受到影响; 另一方面, 集中决策也因为信息获取和执行能力等条件的限制难以实现[8], 尤其是在装配式 VMI 这类多参与者系统中. 因此, 通过协调和合作实现集中决策系统的效率非常必要.

VMI 或类 VMI 系统的协调研究近年来一直是学界关注的热点, 其中收益共享作为一种有效的协调方式, 受到越来越多的关注. Yu 等[9]研究了一个单制造商多零售商 VMI 系统的序贯决策博弈, 并提出一种基于分散决策和收益共享的合作机制以最大化系统

收稿日期: 2012-12-09；**修回日期:** 2013-01-28.

基金项目: 国家自然科学基金项目(70672039, 71072034).

作者简介: 卿前恺(1983−), 男, 博士生, 从事物流与供应链管理的研究；刘志学(1963−), 男, 教授, 博士生导师, 从事物流与供应链管理等研究.

效率. Chen 等[10]将库存水平相关的市场需求引入两级 VMI 系统, 通过分析批发定价、VMI 和 VMI& 寄售等 3 种模式指出, 基于收益共享合作或非合作收益共享与单边支付可以最大化系统效率. Wang 等[11]指出, 基于收益共享的寄售契约不能协调供应链系统, 系统效率与需求价格弹性和零售商成本承担比例密切相关. 在此基础上, Li 等[6]发现, 在纳什讨价还价框架下, 基于收益共享的寄售契约可以协调供应链系统. 然而, 这些研究均局限于分销系统, 未考虑多参与者的装配式 VMI 系统.

本文主要研究装配式 VMI 系统的收益共享协调问题. 构建两供应商单制造商装配式 VMI 系统的分散决策模型, 并进行系统效率分析, 在指出非合作分散决策系统缺乏效率的基础上, 提出分散决策模式下和合作决策模式下的收益共享机制. 在第 1 种机制中, 参与者首先独立分散决策, 再对系统增量利润进行分配; 在第 2 种机制中, 参与者先合作行动, 再对系统利润进行分配, 供应商的利润依赖于其系统贡献度和讨价还价能力. 由于零部件备选供应源的存在, 供应商的系统贡献度等于其供应零部件和制造商从备选供应源采购零部件时系统的利润之差. 为了便于区分, 两种机制分别记为基于分散决策的收益共享机制和基于系统贡献度的收益共享机制, 且本文首次将这种基于系统贡献度的收益共享机制引入装配式 VMI 系统 (以往也有研究应用了类似的机制, 但它们讨论的均为分销系统中第 3 方信息或广告的影响[12-14]). 最后对两种机制进行比较研究. Gerchak 等[3]的研究也涉及了 VMI 系统的收益共享, 但他们主要关注非合作分散决策系统中的 VMI 收益共享契约和与批发价契约的比较, 而且, 在 VMI 收益共享契约中, 制造商作为先动者选择收益分享比例, 供应商再决策补货数量. 本文则关注装配式 VMI 系统分散决策和合作决策时的收益共享机制以及它们的比较研究; 同时, 在分散决策时, 本文将供应商作为序贯决策博弈的先动者 (与 Yu 等[9]和 Mishra 等[15]关于 VMI 的研究一致).

1 模型设置与集中决策系统

考虑一个两供应商单制造商的装配系统. 制造商从每个供应商处采购互补的零部件, 然后进行零部件装配以生产终端产品. 每单位终端产品需要每个供应商的单位零部件, 因为装配系统中制造商装配过程固定, 成本也相对确定, 因此将单位终端产品装配成本化为零. 终端产品市场需求与价格线性相关, 记 q 和 p 为终端产品年需求量和价格, 需求随时间连续均匀发生. 假定需求函数为 $q = a - bp$, 且需求与价格负相关 ($b > 0$). 装配系统采用 VMI 模式, 即供应商替代制造商管理零部件库存, 相应的零部件库存成本由供应商承担. 分别记两个供应商为供应商 1 和供应商 2, 对应的零部件记为零部件 1 和零部件 2, $c_{s_i}(i = 1, 2)$ 为零部件 i 单位生产成本, h_{s_i} 为零部件 i 的单位年库存持有成本, F_s 为每个供应商的零部件固定补货成本.

除了从供应商处采购, 制造商也可以从备选供应源 (内部供应商或外部自由市场) 获取装配所需的每类零部件. 记 $c_i(i = 1, 2)$ 为备选供应源处零部件 i 单位生产成本; 备选供应源的生产效率较供应商低, 即 $c_i > c_{s_i}$. 由于备选供应源的供应价格稳定, 假定其等于备选供应源的生产成本. 若从备选供应源处订货, 则制造商自行管理零部件库存, h_i 为制造商零部件 i 单位年库存持有成本, F_m 为制造商零部件固定补货成本. 假定供应商在零部件库存管理方面较制造商具有成本优势, 对应地, 假定 $h_{s_i} < h_i, F_s = F_m = F$. T_i 为供应商 i 的零部件补货周期, T_m 为选择备选供应源采购时制造商的零部件补货周期. 假设 $T_1 = T_2 = T_m = T$, 该假设确保不同的供应商或备选供应源可以匹配供货, 同时也与实际相符, 比如, 当各类零部件的补货同时由某一物流服务商管理时, 为了实现规模效应, 物流服务商会统一各类零部件的补货周期. 所有成本信息都是对称的, 即每个参与者都了解其他参与者的成本信息.

如果装配式 VMI 系统集中决策, 则存在一个中心决策者以最大化系统利润为目标决策, 决策者选择零部件产量、终端产品价格和产量. 为了便于分析, 本文考虑 T 固定的情形, 不失一般性, 假定 $T = 1$. 记 $h'_{s_i} = h_{s_i}/2, h'_m = h_m/2$, 则零部件 i 的年库存相关成本为

$$H_i = h_{s_i}/2 + F = h'_{s_i}q + F.$$

因此, 在装配式 VMI 系统中, 供应商 i 处发生的总成本为 $C_{s_i} = (c_{s_i} + h'_{s_i})q + F$. 基于此, 得到集中决策系统的利润为

$$\Pi_c = (p - c_{s_1} - h'_{s_1} - c_{s_2} - h'_{s_2})(a - bp) - 2F. \quad (1)$$

因为 $\partial^2\Pi_c/\partial p^2 = -2b < 0$, Π_c 是关于 p 的凹函数, 方程 $\partial\Pi_c/\partial p = 0$ 有实数解, 所以, 存在 $p = p_c^*$, 满足 $\partial\Pi_c/\partial p = 0$ 且最大化 Π_c. 根据 p_c^*, 可进一步求得终端产品 (每类零部件) 最优产量 q_c^* 和系统最大利润 Π_c^*. 定理 1 对相关结果进行了阐述.

定理 1 在集中决策装配式 VMI 系统中, 有

$$p_c^* = (a + b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/(2b),$$

$$q_c^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/2,$$

$$\Pi_c^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2})^2)/(4b) - 2F.$$

证明 存在

$$\partial\Pi_c/\partial p = a + b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}) - 2bp,$$

因此有

$$p_c^* = (a + b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/(2b),$$

$$q_c^* = a - bp_c^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/2.$$

将 p_c^* 和 q_c^* 代入式 (1) 可得

$$\Pi_c^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2})^2)/(4b) - 2F. \quad \square$$

2　分散决策系统分析

假设在分散决策下, 每个系统成员以最大化自身收益为目标行动且不存在合作, 成员的收益通过一个序贯决策博弈实现. 决策分为两个阶段, 在第 1 阶段, 供应商对零部件定价, 假设两个供应商同时定价, 该假设与现实装配系统相符, 因为供应商的决策往往独立, 在定价时并不知道其他供应商的定价; 在第 2 阶段, 制造商根据供应商的零部件价格进行市场决策, 确定产品价格和销售量. 注意到, 以上博弈过程与非装配多供应商生产系统的决策博弈存在显著不同, 如, 在非装配多供应商单制造商生产系统中, 每个供应商提供非互补的零部件, 制造商分别利用这些零部件生产不同的终端产品, 因此,供应商的零部件定价相互独立. 记 w_{s_i} 为供应商 i 的零部件价格, 假定 $w_{s_i} < c_i + h'_i$, 以确保供应商对备选供应源具有竞争优势. 首先给出参与者的利润函数, 记 π_{s_i} 和 π_m 分别为供应商 i 和制造商的利润, 有

$$\pi_{s_i} = (w_{s_i} - c_{s_i} - h'_{s_i})(a - bp) - F, \tag{2}$$

$$\pi_m = (p - w_{s_1} - w_{s_2})(a - bp). \tag{3}$$

根据事件发生顺序, 可求解序贯决策博弈的均衡, 如定理 2 所述.

定理 2　在分散决策装配式 VMI 系统中, 有

$$p^* = [5a + b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2})]/(6b),$$

$$q^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/6,$$

$$w_{s_1}^* = (a + 2b(c_{s_1} + h'_{s_1}) - b(c_{s_2} + h'_{s_2}))/(3b),$$

$$w_{s_2}^* = (a + 2b(c_{s_2} + h'_{s_2}) - b(c_{s_1} + h'_{s_1}))/(3b),$$

$$\pi_{s_1}^* = \pi_{s_2}^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))^2/(18b) - F,$$

$$\pi_m^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))^2/(36b).$$

证明　通过逆向归纳法求解序贯决策博弈, 首先求解第 2 阶段. 给定零部件价格 w_{s_1} 和 w_{s_2}, 有

$$\frac{\partial \pi_m}{\partial p} = a + b(w_{s_1} + w_{s_2}) - 2bp, \ \frac{\partial^2 \pi_m}{\partial p^2} = -2b.$$

显然 $\partial^2\pi_m/\partial p^2 < 0$, 因此, 通过求解 $\partial\pi_m/\partial p = 0$ 可得到制造商的最优定价为 $p^* = (a + b(w_{s_1} + w_{s_2}))/(2b)$. 考虑第 1 阶段, 将 p^* 代入 π_{s_i}, 有

$$\pi_{s_1} = \frac{1}{2}(w_{s_1} - c_{s_1} - h'_{s_1})(a - b(w_{s_1} + w_{s_2})) - F,$$

$$\pi_{s_2} = \frac{1}{2}(w_{s_2} - c_{s_2} - h'_{s_2})(a - b(w_{s_1} + w_{s_2})) - F.$$

根据

$$\frac{\partial \pi_{s_1}}{\partial w_{s_1}} = \frac{1}{2}(a - 2bw_{s_1} - bw_{s_2} + b(c_{s_1} + h'_{s_1})),$$

$$\frac{\partial^2 \pi_{s_1}}{\partial w_{s_1}^2} = -b,$$

显然有 $\partial^2\pi_{s_1}/\partial w_{s_1}^2 < 0$, 类似地可知 $\partial^2\pi_{s_2}/\partial w_{s_2}^2 = -b < 0$, 由此可以推断 π_{s_i} 是关于 w_{s_i} 的凹函数.

联立方程 $\partial\pi_{s_1}/\partial w_{s_1} = 0$ 和 $\partial\pi_{s_2}/\partial w_{s_2} = 0$, 可得到供应商的最优定价为

$$w_{s_1}^* = (a + 2b(c_{s_1} + h'_{s_1}) - b(c_{s_2} + h'_{s_2}))/(3b),$$

$$w_{s_2}^* = (a + 2b(c_{s_2} + h'_{s_2}) - b(c_{s_1} + h'_{s_1}))/(3b).$$

因此有

$$p^* = (a + b(w_{s_1} + w_{s_2}))/(2b) = (5a + b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/(6b),$$

$$q^* = a - bp^* = (a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))/6.$$

将 $w_{s_1}^*$, $w_{s_2}^*$ 和 p^* 代入式 (2) 和 (3), 得到

$$\pi_{s_1}^* = \pi_{s_2}^* = \frac{1}{18b}(a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))^2 - F,$$

$$\pi_m^* = \frac{1}{36b}(a - b(c_{s_1} + h'_{s_1} + c_{s_2} + h'_{s_2}))^2. \quad \square$$

定理 2 表明, 在非合作的装配式 VMI 系统中, 若供应商具有先动优势, 则其利润较制造商更大, 此外, 两个供应商会获得相同的利润. 根据定理 2 有

$$w_{s_1}^* - w_{s_2}^* = (c_{s_1} + h'_{s_1}) - (c_{s_2} + h'_{s_2}),$$

因此, 供应商的价格差与其成本差相等.

推论 1　存在

$$p^* > p_c^*, \ q^* < q_c^*, \ \Pi_c^* > \pi_{s_1}^* + \pi_{s_2}^* + \pi_m^*.$$

推论 1 可通过比较定理 1 和定理 2 直接得出. 推论 1 表明, 相对集中决策系统, 非合作的分散决策系统市场需求更小、价格更高, 系统总利润也更低. 因此, 有必要通过系统成员的合作实现或接近集中决策系统的收益. 作为追求利益最大化的经济主体, 系统成员参与合作的重要前提是利润的增加, 因此, 设计合理的收益共享机制便成为有效合作的关键.

3　不同决策模式下的收益共享机制

3.1　分散决策模式下的收益共享机制

在分散决策的装配式 VMI 系统中, 每个供应商根据制造商对供应商定价的反应选择最优价格决策. 供应商可以通过其先动优势最大化其利润, 如果供应商的定价偏离博弈的均衡, 则其利润会减少, 但是, 这种偏离并不一定会降低制造商的利润. 因此, 如果制造商愿意与供应商分享系统的增量利润, 则可能实现分散决策的系统利润最大化. 下面提出一种基于分散决策的收益共享机制, 记为机制 I:

1) 收益共享契约拟定阶段. 参与者商定增量利润

分配比例并签订收益共享契约, 契约中的分配比例通过三方同时参与的讨价还价确定.

2) 分散决策阶段. 采用序贯决策博弈, 供应商先对零部件定价, 制造商再进行终端产品市场决策.

3) 参与者按照契约分配增量利润.

与没有收益共享契约的分散决策系统相同的是, 在机制I中, 参与者依次独立决策, 这意味着在阶段2中, 制造商将根据供应商的定价选择最大化自身利润的市场决策; 不同的是参与者先协商确定分配比例, 再对分散决策后的系统增量利润进行分配. 机制I的另一个重要特点是三方同时就增量利润进行讨价还价, 因此契约将明确各方的增量利润分配比例. 记 $\lambda_{s_i}(i=1,2)$ 和 λ_m 分别为供应商 i 和制造商的分配比例, $\pi_{s_i,\mathrm{I}}$ 和 $\pi_{m,\mathrm{I}}$ 分别为供应商 i 和制造商的利润.

命题 1 在机制I中, 有

$$w^*_{s_i,\mathrm{I}}=c_{s_i},\ p^*_{\mathrm{I}}=p^*_c,\ q^*_{\mathrm{I}}=q^*_c,$$

$$\pi^*_{s_i,\mathrm{I}}=\pi^*_{s_i}+\lambda_{s_i}(\varPi^*_c-\pi^*_{s_1}-\pi^*_{s_2}-\pi^*_m),$$

$$\pi^*_{m,\mathrm{I}}=\pi^*_m+\lambda_m(\varPi^*_c-\pi^*_{s_1}-\pi^*_{s_2}-\pi^*_m).$$

证明 在机制I中, $\pi_{s_i,\mathrm{I}}=\pi^*_{s_i}+\varDelta_{s_i}$, $\varDelta_{s_i}$ 为供应商 i 的增量利润, 与系统增量利润成比例, 因此, 供应商将以最大化系统增量利润为目标进行决策. 由于非合作分散决策系统总利润确定 (见定理2), 供应商的决策目标转化为最大化系统总利润. 记 $\varPi_{\mathrm{I}}$ 为机制I中系统总利润, 根据定理1, 当 $p_{\mathrm{I}}=p^*_c$ 时, $\varPi_{\mathrm{I}}$ 最大且等于 $\varPi^*_c$; 预知这一点, 供应商将选择使制造商最优反应为 $p_{\mathrm{I}}=p^*_c$ 的零部件定价. 当 $w_{s_i,\mathrm{I}}=c_i$ 时, $p_{\mathrm{I}}=p^*_c$, 因此, $w^*_{s_i,\mathrm{I}}=c_i$, $p^*_{\mathrm{I}}=p^*_c$. 通过以上结果, 可以推知 $q^*_{\mathrm{I}}=q^*_c$, $\varPi^*_{\mathrm{I}}=\varPi^*_c$, $\pi^*_{s_i,\mathrm{I}}=\pi^*_{s_i}+\lambda_{s_i}(\varPi^*_c-\pi^*_{s_1}-\pi^*_{s_2}-\pi^*_m)$, $\pi^*_{m,\mathrm{I}}=\pi^*_m+\lambda_m(\varPi^*_c-\pi^*_{s_1}-\pi^*_{s_2}-\pi^*_m)$. □

命题1表明, 机制I可以实现集中决策系统的利润和参与者的收益增加. 但需要指出的是, 机制I并未考虑备选供应源的影响, 因此未考虑供应商相对备选供应源的成本优势与系统利益分配的关系, 这种考虑的缺失会引起利益分配的不合理.

3.2 合作决策模式下的收益共享机制

本节在合作决策模式下提出一种基于系统贡献度的装配式VMI系统收益共享机制, 记为机制II, 通过一个涉及三方参与的纳什讨价还价合作博弈实现. 纳什讨价还价广泛应用于经济学[16]、市场营销[17]和供应链管理[18-19]等领域, 在机制II中, 供应商的收益基于其系统贡献度和讨价还价能力, 其中系统贡献度通过其参与合作导致的系统增量利润进行衡量.

下面讨论供应商 i 的收益. 当供应商 i 与制造商讨价还价时, 假定: 1) 另一供应商与制造商的合同已确定, 讨价还价的结果最大化供应商 i 与制造商的总利润; 2) 供应商 i 的收益为其不一致利润(讨价还价失败时的利润) 加上交易的系统增量利润 (交易成功与失败之间的系统整体利润差) 乘以分配比例. 记 β_{s_i} 为供应商 i 的分配比例, β_{s_i} 反映供应商 i 在与制造商讨价还价过程中的地位; 如果 $\beta_{s_i}=0$, 则制造商拥有全部的讨价还价能力; 如果 $\beta_{s_i}=1$, 则供应商 i 拥有全部的讨价还价能力. 假定供应商1的不一致利润为0, 即如果讨价还价失败, 则供应商 i 不能获得任何收益. 在机制II中, 利益谈判包括两个子部分, 每部分对应制造商与某一供应商的纳什讨价还价博弈.

记 $\varPi_{ms_1s_2}$ 为整合制造商和两个供应商资源的集成系统利润, $\varPi_{ms_i}$ 为整合制造商和供应商 i 资源的集成系统利润. 基于此, 得到纳什讨价还价博弈中各方的利润函数为

$$\pi_{s_1,\mathrm{II}}=\beta_{s_l}(\varPi_{ms_1s_2}-\varPi_{ms_2}),\tag{4}$$

$$\pi_{s_2,\mathrm{II}}=\beta_{s_2}(\varPi_{ms_1s_2}-\varPi_{ms_1}),\tag{5}$$

$$\pi_{m,\mathrm{II}}=\varPi_{ms_1s_2}-\pi_{s_1,\mathrm{II}}-\pi_{s_2,\mathrm{II}}.\tag{6}$$

命题 2 在讨价还价博弈的均衡中, 有

$$\begin{aligned}\pi^*_{s_1,\mathrm{II}}=&[\beta_{s_1}(2a-b(c_1+h'_1+c_{s_1}+h'_{s_1}+2c_{s_2}+\\&2h'_{s_2}))(c_1+h'_1-c_{s_1}-h'_{s_1})]/(4b),\\\pi^*_{s_2,\mathrm{II}}=&[\beta_{s_2}(2a-b(c_2+h'_2+c_{s_2}+h'_{s_2}+2c_{s_1}+\\&2h'_{s_1}))(c_2+h'_2-c_{s_2}-h'_{s_2})]/(4b),\\\pi^*_{m,\mathrm{II}}=&\varPi^*_c-\pi^*_{s_1}-\pi^*_{s_2},\ p^*_{\mathrm{II}}=p^*_c,\ q^*_{\mathrm{II}}=q^*_c.\end{aligned}\tag{7}$$

证明 根据定理1, 完全集成系统最大利润为 $\varPi^*_c$, 因此 $\varPi^*_{ms_1s_2}=\varPi^*_c$; 对应地, $p^*_{\mathrm{II}}=p^*_c$, $q^*_{\mathrm{II}}=q^*_c$. 由于备选供应源的存在, 当制造商与供应商1讨价还价失败时, 集成系统利润为

$$\varPi_{ms_2}=(p-c_1-h'_1-c_{s_2}-h'_{s_2})(a-bp)-2F,$$

$$\partial\varPi_{ms_2}/\partial p=a+b(c_1+h'_1+c_{s_2}+h'_{s_2})-2bp,$$

$$\partial^2\varPi_{ms_2}/\partial p^2=-2b<0.$$

因此, $\varPi_{ms_2}$ 是关于 p 的凹函数. 通过求解 $\partial\varPi_{ms_2}/\partial p=0$, 得到最优终端产品价格

$$p^*_{ms_2}=(a+b(c_1+h'_1+c_{s_2}+h'_{s_2}))/(2b),$$

因此有

$$\varPi^*_{ms_2}=(a-b(c_1+h'_1+c_{s_2}+h'_{s_2}))^2/(4b)-2F,$$

$$\begin{aligned}&\pi^*_{s_1,\mathrm{II}}=\beta_{s_l}(\varPi^*_{ms_1s_2}-\varPi_{ms_2})^*=\\&[\beta_{s_1}(2a-b(c_1+h'_1+c_{s_1}+h'_{s_1}+2c_{s_2}+2h'_{s_2}))(c_1+\\&h'_1-c_{s_1}-h'_{s_1})]/(4b).\end{aligned}$$

类似地, 可求得

$$\begin{aligned}\pi^*_{s_2,\mathrm{II}}=&[\beta_{s_2}(2a-b(c_2+h'_2+c_{s_2}+h'_{s_2}+2c_{s_1}+\\&2h'_{s_1}))(c_2+h'_2-c_{s_2}-h'_{s_2})]/(4b).\end{aligned}\tag{8}$$

由于 $\varPi^*_{ms_1s_2}=\varPi^*_c$, 有

$$\pi^*_{m,\mathrm{II}} = \Pi^*_{ms_1s_2} - \pi^*_{s_1,\mathrm{II}} - \pi^*_{s_2,\mathrm{II}} = \Pi^*_c - \pi^*_{s_1,\mathrm{II}} - \pi^*_{s_2,\mathrm{II}}. \tag{9}$$

综上, 命题 2 成立. □

根据命题 2, 机制 II 可以实现系统利润最大化. 在机制 II 中, 每个供应商的利润均低于其系统贡献度. 此外, 由于机制的纳什讨价还价博弈由两个子部分组成, 每个供应商分别与制造商协商, 避免了多方参与同一讨价还价过程可能导致的协商复杂性.

3.3　比较研究

在机制 I 中, 参与者可能拥有对称的讨价还价能力 ($\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$) 或不对称的讨价还价能力 ($\lambda_{s_1} \neq \lambda_{s_2}$), 当 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2} = \lambda_m = 1/3$ 时, 称为讨价还价能力完全对称. 类似地, 机制 II 中参与者的讨价还价能力可能对称 ($\beta_{s_1} = \beta_{s_2}$) 或不对称 ($\beta_{s_1} \neq \beta_{s_2}$), 当 $\beta_{s_1} = \beta_{s_2} = 0.5$ 时, 称为讨价还价能力完全对称, 此时, 在与每个供应商的协商过程中, 制造商讨价还价能力值也等于 0.5.

下面比较参与者利润不受机制选择影响时, 收益分配方式 (与参与者讨价还价能力相关) 在不同机制中的异同.

命题 3　给定参与者利润在两种机制中相等, 当 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$ 时, $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2} (\lambda_{s_1} \neq \lambda_{s_2})$ 与 $\beta_{s_1} = \beta_{s_2} (\beta_{s_1} \neq \beta_{s_2})$ 互为充要条件; 当 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} \neq c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$ 时, 若 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}\ (\beta_{s_1} = \beta_{s_2})$, 则 $\beta_{s_1} \neq \beta_{s_2}\ (\lambda_{s_1} \neq \lambda_{s_2})$.

证明　首先证明第 1 部分. 根据命题 2, 有

$$\pi^*_{s_1,\mathrm{II}} = [\beta_{s_1}(2a - b(c_1 + h'_1 + c_{s_1} + h'_{s_1} + 2c_{s_2} + 2h'_{s_2}))(c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1})]/(4b),$$

$$\pi^*_{s_2,\mathrm{II}} = [\beta_{s_2}(2a - b(c_2 + h'_2 + c_{s_2} + h'_{s_2} + 2c_{s_1} + 2h'_{s_1}))(c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2})]/(4b).$$

当 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$ 时, $\pi^*_{s_1,\mathrm{II}} = \beta_{s_2}\pi^*_{s_2,\mathrm{II}}/\beta_{s_1}$, 进而, 当 $\beta_{s_2} = \beta_{s_1}$ 时, $\pi^*_{s_1,\mathrm{II}} = \pi^*_{s_2,\mathrm{II}}$. 因为 $\pi^*_{s_1,\mathrm{I}} = \pi^*_{s_1,\mathrm{II}}, \pi^*_{s_2,\mathrm{I}} = \pi^*_{s_2,\mathrm{II}}$, 所以 $\pi^*_{s_1,\mathrm{I}} = \pi^*_{s_2,\mathrm{I}}$. 根据定理 2, 在分散决策系统中, $\pi^*_{s_1} = \pi^*_{s_2}$, 同时有

$$\pi^*_{s_1,\mathrm{I}} = \pi^*_{s_1} + \lambda_{s_1}(\Pi^*_c - \pi^*_{s_1} - \pi^*_{s_2} - \pi^*_m),$$
$$\pi^*_{s_2,\mathrm{I}} = \pi^*_{s_2} + \lambda_{s_2}(\Pi^*_c - \pi^*_{s_1} - \pi^*_{s_2} - \pi^*_m). \tag{10}$$

因此, $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$. 类似地可证明在相同条件下, 当 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$ 时, $\beta_{s_2} = \beta_{s_1}$. 因此, 当 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$ 时, $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$ 与 $\beta_{s_2} = \beta_{s_1}$ 互为充要条件, 基于此, 可直接推出 $\lambda_{s_1} \neq \lambda_{s_2}$ 与 $\beta_{s_2} \neq \beta_{s_1}$ 也互为充要条件.

下面证明第 2 部分. 当 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$ 时, $\pi^*_{s_1,\mathrm{I}} = \pi^*_{s_2,\mathrm{I}}$, 因此有

$$[\beta_{s_1}(2a - b(c_1 + h'_1 + c_{s_1} + h'_{s_1} + 2c_{s_2} + 2h'_{s_2}))(c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1})]/(4b) =$$
$$\pi^*_{s_1,\mathrm{II}} = \pi^*_{s_2,\mathrm{II}} = [\beta_{s_2}(2a - b(c_2 + h'_2 + c_{s_2} + h'_{s_2} + 2c_{s_1} + 2h'_{s_1}))(c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2})]/(4b).$$

由于 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} \neq c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}, \beta_{s_1} \neq \beta_{s_2}$. 类似地可以证明, 如果 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} \neq c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}, \beta_{s_1} = \beta_{s_2}$, 则 $\lambda_{s_1} \neq \lambda_{s_2}$. □

命题 3 表明, 参与者讨价还价能力空间 (分配方式) 在不同机制中可能具有相似的特征. 假定参与者在两种机制中利润无差异, 在一定条件下 ($c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$), 讨价还价能力在机制 I 中对称 ($\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$) 与在机制 II 中对称 ($\beta_{s_1} = \beta_{s_2}$) 互为充要条件, 即两个供应商在一种机制中分配比例相同意味着在另一种机制中也相同; 若条件不满足 ($c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} \neq c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$), 则讨价还价能力在一种机制中对称的同时会在另一种机制中不对称. 因此, 若利润不变, 则供应商的分配比例在一种机制中相等并不意味着在另一种机制中相等, 这是因为不同供应商对备选供应源的成本优势可能不同. 在机制 I 中, 这种成本优势并没有被考虑, 在机制 II 中, 成本优势直接关系到利润的分配. 只有当不同供应商成本优势相同时 ($c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$), $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$ 与 $\beta_{s_1} = \beta_{s_2}$ 才互为充要条件; 否则, 只要 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2}$ 和 $\beta_{s_1} = \beta_{s_2}$ 中任意一个成立, 另一个便不成立.

推论 2　给定参与者利润在两种机制中相等. 若 $c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2}$ 且 $\Pi_{ms_1} + F = 7/27\Pi^*_c$, 则 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2} = \lambda_m = 1/3$ 与 $\beta_{s_1} = \beta_{s_2} = 0.5$ 互为充要条件.

证明　根据命题 3, 若

$$c_1 + h'_1 - c_{s_1} - h'_{s_1} = c_2 + h'_2 - c_{s_2} - h'_{s_2},$$
$$\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2} = \lambda_m = 1/3,$$

则 $\beta_{s_1} = \beta_{s_2}, \pi^*_{s_1,\mathrm{II}} = \pi^*_{s_2,\mathrm{II}}$. 因此有

$$\Pi^*_{ms_1} = \Pi^*_{ms_2},$$
$$\pi^*_{m,\mathrm{II}} = \Pi^*_{ms_1s_2} - \pi^*_{s_1,\mathrm{II}} - \pi^*_{s_2,\mathrm{II}} = (1 - \beta_{s_1} - \beta_{s_2})\Pi^*_c + \beta_{s_1}\Pi^*_{ms_1} + \beta_{s_2}\Pi^*_{ms_2} = (1 - 2\beta_{s_1})\Pi^*_c + 2\beta_{s_1}\Pi^*_{ms_1}. \tag{11}$$

当 $\lambda_{s_1} = \lambda_{s_2} = \lambda_m = 1/3$ 时, 有

$$\pi^*_{m,\mathrm{I}} = \pi^*_m + \lambda_m(\Pi^*_c - \pi^*_m - \pi^*_{s_1} - \pi^*_{s_2}) = 7/27\Pi^*_c - F,$$
$$0 = \pi^*_{m,\mathrm{I}} - \pi^*_{m,\mathrm{II}} = 7/27\Pi^*_c - F - ((1 - 2\beta_{s_1})\Pi^*_c + 2\beta_{s_1}\Pi^*_{ms_1}).$$

由于 $\Pi_{ms_1} + F = 7/27\Pi^*_c$, 有

$$0 = \pi^*_{m,\mathrm{I}} - \pi^*_{m,\mathrm{II}} = (7/27\Pi^*_c - \Pi^*_{ms_1} - F) + \Pi^*_{ms_1} -$$

$$((1-2\beta_{s_1})\Pi_c^*+2\beta_{s_1}\Pi_{ms_1}^*)=$$
$$\Pi_{ms_1}^*-((1-2\beta_{s_1})\Pi_c^*+2\beta_{s_1}\Pi_{ms_1}^*)=$$
$$(2\beta_{s_1}-1)(\Pi_c^*-\Pi_{ms_1}^*). \tag{12}$$

同时由于 $(\Pi_c^*-\Pi_{ms_1}^*)>0$, $2\beta_{s_1}-1=0$. 因此, $\beta_{s_1}=\beta_{s_2}=0.5$. 类似地可以证明, 当 $c_1+h_1'-c_{s_1}-h_{s_1}'=c_2+h_2'-c_{s_2}-h_{s_2}'$ 和 $\beta_{s_1}=\beta_{s_2}=0.5$ 时, $\lambda_{s_1}=\lambda_{s_2}=\lambda_m=1/3$. □

根据推论2, 在一定条件下, 如果参与者讨价还价能力在一种机制中完全对称, 则在另一种机制中也会完全对称. 换言之, 若条件不能满足, 则讨价还价能力在一种机制中完全对称意味着在另一种机制中不会完全对称.

在机制II中, 由于备选供应源的存在, 供应商的利润小于其系统贡献度. 然而, 在机制I中, 参与者通过讨价还价对系统增量利润进行分配, 可能会出现供应商利润大于其系统贡献度的情况. 命题4以供应商1为例 (类似结论同样适用供应商2) 对此进行了描述.

命题4 在机制I中, 若

$$\lambda_{s_1}>\frac{7}{4}+\frac{[36bF-9(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]}{[4(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_2+h_2'))^2]},$$

则供应商1的利润大于其系统贡献度; 若

$$\lambda_{s_1}<\frac{7}{4}+\frac{[36bF-9(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]}{[4(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_2+h_2'))^2]},$$

则供应商1的利润小于其系统贡献度.

证明 供应商1的系统贡献度为

$$\Pi_{ms_1s_2}^*-\Pi_{ms_2}^*=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(4b)-$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2,$$
$$\pi_{s_1,\mathrm{I}}^*=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]/(18b)+$$
$$\lambda_{s_1}(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(9b)-F.$$

当

$$\lambda_{s_1}>\frac{7}{4}+\frac{[36bF-9(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]}{[4(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_2+h_2'))^2]} \tag{13}$$

时, 可以推出 $\pi_{s_1,\mathrm{I}}>\Pi_{ms_1s_2}^*-\Pi_{ms_2}^*$, 即供应商1的利润大于其系统贡献度. □

命题4表明, 在机制I中, 当供应商1的讨价还价能力 (系统增量利润分配比例) 足够大时, 其利润可能大于系统贡献度. 这意味着分配给其他参与者的利润会相对较少, 从而产生分配不公, 只有当供应商1的讨价还价能力低于一定限度时, 机制I才能实现公平的收益分配. 换言之, 若备选供应源存在, 则采用机制I时应限制供应商的分配比例. 相比之下, 机制II避免了供应商的利润大于其贡献度, 因此可以更有效地确保利润的合理分配.

注意到, 当

$$\frac{7}{4}+\frac{36bF-9(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2}{4(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_2+h_2'))^2}>1$$

时, 由于 $\lambda_{s_1}\leqslant 1$, 式(13)对应的不等式不成立, 此时, 供应商1的利润总是小于其贡献度. 只有当

$$\frac{7}{4}+\frac{36bF-9(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2}{4(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_2+h_2'))^2}<1$$

时, 供应商1的利润才会大于贡献度, 推论3对此进行了进一步阐述.

推论3 在机制I中, 若 $c_1+h_1'<[3(a-b(c_{s_2}+h_{s_2}'))-\sqrt{3}(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))]/(3b)$, 则存在 $\bar{F}>0$ 和 $\bar{\lambda}_{s_1}<1$, 使得当 $F<\bar{F}$ 和 $\lambda_{s_1}>\bar{\lambda}_{s_1}$ 时, 供应商1的利润大于其系统贡献度.

证明 当 $F=0$, $\lambda_{s_1}=1$ 时, 有

$$\pi_{s_1,\mathrm{I}}^*=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]/(18b)+$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(9b)=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(6b),$$
$$\pi_{s_1,\mathrm{I}}^*-(\Pi_{ms_1s_2}^*-\Pi_{ms_2}^*)=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]/(18b)+$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(9b)=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(6b)-$$
$$[(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(4b)-$$
$$(a-b(c_1+h_1'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2]=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(12b)-$$
$$(a-b(c_1+h_1'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(4b).$$

当 $c_1+h_1'<[3(a-b(c_{s_2}+h_{s_2}'))-\sqrt{3}(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))]/(3b)$ 时, 可以推出

$$\pi_{s_1,\mathrm{I}}^*-(\Pi_{ms_1s_2}^*-\Pi_{ms_2}^*)=$$
$$(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(12b)-$$
$$(a-b(c_1+h_1'+c_{s_2}+h_{s_2}'))^2/(4b)>0.$$

因为 $\pi_{s_1,\mathrm{I}}^*$ 关于 F 和 λ_{s_1} 连续, 所以存在 $\bar{F}>0$ 和 $\bar{\lambda}_{s_1}<1$, 使得当 $F<\bar{F}$ 和 $\lambda_{s_1}>\bar{\lambda}_{s_1}$ 时, $\pi_{s_1,\mathrm{I}}^*-(\Pi_{ms_1s_2}^*-\Pi_{ms_2}^*)>0$, 即供应商1的收益大于贡献度. □

推论3表明, 当备选供应源的成本较小 ($c_1+h_1'<[3(a-b(c_{s_2}+h_{s_2}'))-\sqrt{3}(a-b(c_{s_1}+h_{s_1}'+c_{s_2}+h_{s_2}'))]/(3b)$) 且固定补货成本足够小时, 必定存在某个 λ_{s_1} 的区间, 使供应商1的利润大于系统贡献度. 这是因为当备选供应源成本较小时, 供应商1的系统贡献度也较小, 同时, 机制I中系统的增量利润独立于备选供应源, 因此, 推论3在供应商1的增量利润分配比例

较高时成立.

4 结　论

本文研究了一个装配式 VMI 系统的收益共享机制. 分别构建集中决策系统模型和分散决策的序贯决策模型, 比较这两种模型发现, 非合作的分散决策无法实现系统效率最大化. 基于此, 提出不同决策模式下的两种协调机制: 基于分散决策和基于系统贡献度的收益共享机制. 前者通过序贯决策博弈和增量利润分配两个主要阶段实现, 后者通过多方参与的纳什协商完成. 特别地, 本文将基于系统贡献度的收益共享机制应用于装配式 VMI 系统的研究结果表明, 两种机制均可实现系统利润最大化, 因此, 对于以实现整体效率最大化为主要目标的系统, 可选择其中任一机制. 参与者的讨价还价空间 (分配方式) 在两种机制中可能具有相似的特征, 具体而言, 给定参与者利润在两种机制中无差异, 若两个供应商相对备选供应源的成本优势相等, 则其分配比例在两种机制中同时对称或不对称. 同时还发现, 在第 1 种机制中, 供应商的利润可能大于其系统贡献度, 从而导致分配不公. 因此, 对于更加注重分配公平的系统, 应选择基于系统贡献度的收益共享合作机制.

参考文献(References)

[1] Nagarajan M, Bassok Y. A bargaining framework in supply chains: The assembly problem[J]. Management Science, 2008, 54(8): 1482-1496.

[2] 樊治平, 王慧, 刘强. 从价值链看信息技术带给企业的变革[J]. 工业工程与管理, 2001, 6(4): 18-21.
(Fan Z P, Wang H, Liu Q. Information technology and enterprise reform：A viewpoint from value chain[J]. Industrial Engineering and Management, 2001, 6(4): 18-21.)

[3] Gerchak Y, Wang Y. Revenue-sharing vs wholesale-price contracts in assembly systems with random demand[J]. Production and Operations Management, 2004, 13(1): 23-33.

[4] Micheau V A. How Boeing and Alcoa implemented a successful vendor managed inventory program[J]. The J of Business Forecasting, 2005, 24(1): 17-19.

[5] Netessine S, Rudi N. Centralized and competitive inventory models with demand substitution[J]. Operations Research, 2003, 51(2): 329-335.

[6] Li S, Zhu Z, Huang L. Supply chain coordination and decision making under consignment contract with revenue sharing[J]. Int J of Production Economics, 2009, 120(1): 88-99.

[7] 王建宇, 樊治平, 姜艳萍, 等. 合作知识创新中基于 Stackelberg 博弈的资源共享决策模型[J]. 中国管理科学, 2005, 13(3): 84-88.
(Wang J Y, Fan Z P, Jiang Y P, et al. Resource sharing decision model based on Stackelberg game in collaborative knowledge creations[J]. Chinese J of Management Science, 2005, 13(3): 84-88.)

[8] Giannoccaro I, Pontrandolfo P. Supply chain coordination by revenue sharing contracts[J]. Int J of Production Economics, 2004, 89(2): 131-139.

[9] Yu Y, Chu F, Chen H. A stackelberg game and its improvement in a VMI system with a manufacturing vendor[J]. European J of Operational Research, 2009, 192(3): 929-948.

[10] Chen J M, Lin I C, Cheng H L. Channel coordination under consignment and vendor-managed inventory in a distribution system[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2010, 46(6): 831-843.

[11] Wang Y, Jiang L, Shen Z J. Channel performance under consignment contract with revenue sharing[J]. Management Science, 2004, 50(1): 34-47.

[12] Shaffer G, Zettelmeyer F. Advertising in a distribution channel[J]. Marketing Science, 2004, 23(4): 619-628.

[13] Shaffer G, Zettelmeyer F. When good news about your rival is good for you: The effect of third-party information on the division of channel profits[J]. Marketing Science, 2002, 21(3): 273-293.

[14] Wu C C, Chen Y J, Wang C J. Is persuasive advertising always combative in a distribution channel?[J]. Marketing Science, 2009, 28(6): 1157-1163.

[15] Mishra B K, Raghunathan S. Retailer-vs vendor-managed inventory and brand competition[J]. Management Science, 2004, 50(4): 445-457.

[16] Milliou C, Petrakis E. Upstream horizontal mergers, vertical contracts, and bargaining[J]. Int J of Industrial Organization, 2007, 25(5): 963-987.

[17] Dukes A, Gal-Or E, Srinivasan K. Channel bargaining with retailer asymmetry[J]. J of Marketing Research, 2006, 43(1): 84-97.

[18] Nagarajan M, Bassok Y. A bargaining framework in supply chains: The assembly problem[J]. Management Science, 2008, 54(8): 1482-1496.

[19] Feng Q, Lu L X. The strategic perils of low cost outsourcing[J]. Management Science, 2012, 58(6): 1196-1210.

(责任编辑：郑晓蕾)