

## 制造商主导型双渠道供应链协调决策模型

张学龙, 王军进

(桂林电子科技大学 商学院, 广西 桂林 541004)

**摘要:** 以制造商主导型供应链为研究对象, 分析双渠道供应链协调策略问题. 引入双渠道价格敏感系数和竞争系数两个变量, 分别建立双渠道供应链集中决策、分散决策和协调决策的3种模型. 研究表明, 不同合同策略协调后, 零售商和供应链整体收益增加; 经两部定价和批发价格合同协调, 零售商需要支付固定费用给制造商才能够达到协调, 而经 Shapley 值法分配合同协调, 则双渠道供应链可直接达到协调效果.

**关键词:** 双渠道供应链; 制造商主导; 供应链协调

**中图分类号:** TP273

**文献标志码:** A

## Supply chain coordination decision model of manufacture-led dual-channel supply

ZHANG Xue-long, WANG Jun-jin

(School of Business, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China. Correspondent: ZHANG Xue-long, E-mail: zhxl2006@126.com)

**Abstract:** The supply chain coordination decision problem of the manufacturer dual-channel is analyzed when the manufacturer-led supply chain is taken as the objective. With the introduction of two variables of the dual-channel price sensitive coefficient and the competition coefficient, three kinds of models of manufacturers concentrated decision, decentralized decision making and dual channel supply chain coordination strategy are established. Study results show that the profit of retailers and supply chain increase after the coordination of different contract strategies. By the coordination of two-part tariff and wholesale price contract, retailers can achieve coordination by paying fixed costs to manufacturers. And by coordinating the Shapley value assignment contract, the dual-channel supply chain can achieve coordination directly.

**Keywords:** dual-channel supply chain; manufacturer-led; supply chain coordination

### 0 引言

在 Internet 商业化和网络通讯技术发达的时代, 电子渠道相对于传统销售渠道(实体销售), 得到了更多制造商的青睐, 如 HP、DELL 等许多世界知名企业采取了混合多渠道战略, 并取得了成功<sup>[1]</sup>. 在引入电子渠道之后, 零售商面临的不仅是其他零售商的地位、势力以及利益取向等方面的竞争, 更有来自制造商电子渠道的间接竞争. 无论是从宏观还是微观的角度看, 完全有必要对供应链整体进行协调与优化. 对于制造商双渠道供应链协调问题, 国内外学者已进行了广泛研究. Yan 等<sup>[2]</sup>研究了供应链成员各自拥有消费者需求信息时, 信息共享对绩效的影响作用; Hua 等<sup>[3]</sup>研究指出了交货时间严重影响制造商和零售商的定价决策和利润; Chiang<sup>[4]</sup>构建了一种协调组

合机制, 但该机制不能同时保证双方的 Pareto 改进; Gensler 等<sup>[5]</sup>认为双渠道供应链各自渠道表现力主要表现为消费者对渠道的忠诚和渠道吸引力; 肖剑等<sup>[6]</sup>建立了双渠道供应链中成员合作的 Stackelberg 和 Bertrand 博弈模型, 分析了批发价、服务水平等对于零售商选择 Stackelberg 和 Bertrand 竞争偏好的影响; 徐广业等<sup>[7]</sup>结合制造商双渠道供应链的特点, 构建了价格折扣模型, 并通过算例分析检验了价格折扣协调机制有效性; 王虹等<sup>[8]</sup>认为供应商采用网络收益共享契约可以减少双渠道冲突, 提高供应链整体效率和实现协调; Seong 等<sup>[9]</sup>构建了数量折扣模型, 研究表明数量折扣协调可协调双渠道供应链; Xin 等<sup>[10-11]</sup>研究了单一传统零售渠道对零售商价格策略等的影响; Yao 等<sup>[12]</sup>认为市场需求受服务水平和双渠道销售价

收稿日期: 2015-07-07; 修回日期: 2015-10-23.

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(11YJC630290); 广西哲学社会科学研究课题(15BJY016).

作者简介: 张学龙(1978—), 男, 副教授, 博士, 从事供应链管理、工业工程、决策分析等研究; 王军进(1990—), 男, 硕士生, 从事供应链管理的研究.

格影响,通过最优价格策略求解,双渠道在某种条件下可以实现共赢;Kunter<sup>[13]</sup>分析了双渠道供应链中的合作广告协调策略,得出当零售商分担制造商的合作广告成本时,双方能够实现协调.另外,文献[14-17]也具体研究了供应链中电子渠道与传统渠道的冲突与协调问题.国内外相关文献为以后的供应链协调问题研究提供了大量的参考资料和宝贵经验.然而,现有文献大多数都是提出单一协调决策,较少同时提出几个协调决策,并将协调结果进行对比分析.因此,制造商主导型双渠道供应链协调问题仍需深入研究.

本文在渠道协调和利润最大化的双重约束下,以制造商主导型双渠道供应链为研究对象,采用集中决策、分散决策和不同供应链协调决策模型分析零售商、制造商以及供应链整体所获得利润,通过对比不同协调决策模型,研究制造商主导型双渠道供应链协调问题.

## 1 问题描述与模型假设

本文以制造商主导型供应链为研究对象,结合制造企业实际运行情况,分析制造商双渠道供应链协调问题.为简化模型,假设制造商和零售商是同质的,传统零售和电子零售都拥有忠实顾客.制造商主导型供应链是由单一制造商和零售商以及终端客户构成,制造商拥有电子直销和传统销售两种渠道,而零售商只拥有一个销售渠道,其结构如图1所示(虚线表示信息流).

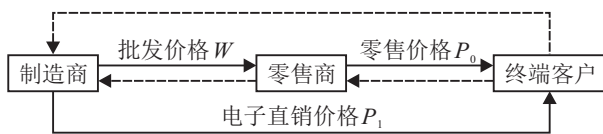


图1 制造商双渠道供应链结构

实际中的制造商主导型供应链的市场需求与价格具有一定的随机性,但是为了简化模型,文中的市场需求与价格有一定的线性相关性.制造商给零售商的批发价格为 $w$ ,传统渠道和电子渠道的定价和需求量分别为 $p_0$ 、 $p_1$ 和 $q_0$ 、 $q_1$ ,受价格和双渠道影响的双渠道需求函数分别表示如下:

$$q_0 = sa - b_0p_0 + \alpha_0p_1, \quad (1)$$

$$q_1 = (1-s)a - b_1p_1 + \alpha_1p_0. \quad (2)$$

其中: $a$ 表示市场的基本需求, $s$ 表示由制造商确定的向传统渠道供货比例, $b_0$ 和 $b_1$ 表示渠道的价格敏感系数, $\alpha_0$ 和 $\alpha_1$ 表示渠道间竞争系数.为了方便计算,令 $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha$ ,除了制造商的生产成本 $c$ ,其他成本忽略不计.零售商和制造商的利润函数分别为

$$\pi_0 = (p_0 - w)q_0, \quad p_0 > w; \quad (3)$$

$$\pi_1 = (w - c)q_0 + (p_1 - c)q_1, \quad p_1 > w. \quad (4)$$

供应链总利润为

$$\pi = \pi_0 + \pi_1 = (p_0 - c)q_0 + (p_1 - c)q_1. \quad (5)$$

## 2 双渠道供应链决策模型

### 2.1 集中决策模型

在供应链集中式决策时,制造商和零售商是一个联盟整体,不考虑自身利益,共同追求供应链整体利润的最大化,此时集中式决策供应链利润 $\pi^J$ (用上标 $J$ 表示)的计算式为

$$\pi^J = (p_0 - c)(sa - b_0p_0 + \alpha p_1) + (p_1 - c)((1-s)a - b_1p_1 + \alpha p_0). \quad (6)$$

由于海塞矩阵为负定, $\pi^J$ 是关于 $p_0$ 和 $p_1$ 的联合凹函数.对式(6)分别求变量 $p_0$ 和 $p_1$ 的一阶偏导数,并令其等于0,联立方程求得集中决策的最优定价(下文中最优都用上标“\*”表示)分别为

$$\begin{cases} p_0^{J*} = \frac{sab_1 + (1-s)a\alpha + c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)}, \\ p_1^{J*} = \frac{sa\alpha + (1-s)b_0 + c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)}. \end{cases} \quad (7)$$

将式(7)代入(6),可得集中决策的供应链最优总利润为

$$\pi^{J*} = \frac{sa\alpha + (1-s)ab_0 - c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} \times \frac{(1-s)ab_0 + (\alpha - b_1)cb_0 + \alpha(sa + (\alpha - b_0)c)}{2b_0} + \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{4b_0}. \quad (8)$$

### 2.2 分散决策模型

在分散决策的模型中,制造商和零售商只考虑自身利润的最大化,不考虑整体利润和合作伙伴的利润.制造商占主导地位,根据博弈理论,采用逆向归纳法求解均衡解.因此,分散决策中零售商和制造商的利润 $\pi_0^F$ 、 $\pi_1^F$ (用上标 $F$ 表示)函数分别为

$$\pi_0^F = (p_0 - w)(sa - b_0p_0 + \alpha p_1), \quad (9)$$

$$\pi_1^F = (w - c)(sa - b_0p_0 + \alpha p_1) + (p_1 - c)((1-s)a - b_1p_1 + \alpha p_0). \quad (10)$$

在式(9)中,零售商追求自身利润最大,对 $\pi_0^F$ 求 $p_0$ 的一阶偏导数,并令其等于0,得

$$p_0^F = \frac{sa + \alpha p_1 + b_0w}{2b_0}. \quad (11)$$

将式(11)代入(1)和(2),可得双渠道供应链的需求量为

$$\begin{cases} q_0^F = \frac{sa + \alpha p_1 - b_0w}{2}, \\ q_1^F = \frac{\alpha(b_0w + sa + \alpha p_1)}{2b_0} + (1-s)a - b_1p_1. \end{cases} \quad (12)$$

将式(12)代入(4)中,分别对 $w$ 和 $p_1$ 求一阶偏导数,令其等于0,可得分散决策情形下最优批发价格和

电子直销价格分别为

$$\begin{cases} w^{F*} = \frac{(1-s)\alpha + sab_1 + c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)}, \\ q_1^{F*} = \frac{(1-s)ab_0 + sa\alpha + c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)}. \end{cases} \quad (13)$$

将式(13)代入(11), 可得制造商传统渠道的最优零售价格为

$$p_0^{F*} = \frac{(1-s)\alpha + sab_1}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} + \frac{sa + c\alpha + b_0c}{4b_0}. \quad (14)$$

将式(13)、(14)代入(9)、(10), 可得分散决策情形下零售商和制造商最优利润为

$$\begin{cases} \pi_0^{F*} = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0}, \\ \pi_1^{F*} = \frac{sa\alpha + (1-s)ab_0 - c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} \times \\ \frac{(1-s)ab_0 + (\alpha - b_1)cb_0 + \alpha(sa + (\alpha - b_0)c)}{2b_0} + \\ \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}. \end{cases} \quad (15)$$

此时, 供应链整体的最优利润为

$$\begin{aligned} \pi^{F*} = & \frac{sa\alpha + (1-s)ab_0 - c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} \times \\ & \frac{(1-s)ab_0 + (\alpha - b_1)cb_0 + \alpha(sa + (\alpha - b_0)c)}{2b_0} + \\ & \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0}. \end{aligned} \quad (16)$$

### 2.3 双渠道供应链协调策略模型

对比式(8)和(16), 可得集中决策与分散决策最优供应链总利润之差为

$$\Delta\pi = \pi^{J*} - \pi^{F*} = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0} > 0. \quad (17)$$

由式(17)可知, 供应链总利润最优值等于集中决策下供应链总利润最优值, 所以本文协调的目标就是使得分散决策的供应链总利润最优值等于集中决策下供应链总利润最优值. 文中选择协调决策的策略分别为“两部定价合同”、“批发价格合同”和“Shapley 值法分配合同”.

#### 2.3.1 两部定价合同

制造商制定两部定价合同(用上标 LNT 表示), 即制造商制定批发价格和电子直销价格. 那么, 由式(11)可知, 零售商的最优反应策略为

$$p_0^{LNT*} = \frac{sa + \alpha p_1^{LNT*} + b_0w}{2b_0}.$$

为了使得协调后供应链总利润为最优值, 令  $p_0^{LNT*} = p_0^{J*}$ ,  $p_1^{LNT*} = p_1^{J*}$ , 联立方程组得到两部定价

合同下最优批发价格为

$$w^{LNT*} = \frac{(1-s)\alpha + sab_1}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} - \frac{sa + c\alpha - 2b_0c}{2b_0}. \quad (18)$$

由此可得, 在两部定价合同下零售商和制造商各自的利润为

$$\begin{cases} \pi_0^{LNT*} = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{4b_0}, \\ \pi_1^{LNT*} = \frac{sa\alpha + (1-s)ab_0 - c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} \times \\ \frac{(1-s)ab_0 + (\alpha - b_1)cb_0 + \alpha(sa + (\alpha - b_0)c)}{2b_0}. \end{cases} \quad (19)$$

#### 2.3.2 批发价格合同

假设制造商制定批发价格合同(用上标 PNT 表示), 因为制造商占据主导地位, 所以拥有制定批发价格的主动权. 制造商给零售商一定的价格折扣, 即  $w^{PNT} = c + k(p_1^{PNT} - c)$ ,  $0 < k < 1$ . 采取 Stackelberg 博弈分析, 将  $w^{PNT}$  代入式(9)和(10)中, 可得批发价格合同下最优零售价格和最优直销价格分别为

$$\begin{cases} p_0^{PNT*} = \frac{(\alpha + b_0k)(sa(\alpha + b_0k)) + 2(1-s)ab_0}{2b_0(4(b_0b_1 - \alpha^2) + 2(b_0k - \alpha^2))} + \\ \frac{2c(b_0b_1 - \alpha^2) + c(b_0k - \alpha)(2b_0k - b_0 - \alpha)}{2b_0(4(b_0b_1 - \alpha^2) + 2(b_0k - \alpha^2))} + \\ \frac{(sa + (1-k)b_0c)}{2b_0}, \\ p_1^{PNT*} = \frac{c(2(b_0b_1 - \alpha^2) + (b_0k - \alpha)(2b_0k - b_0 - \alpha))}{4(b_0b_1 - \alpha^2) + 2(b_0k - \alpha)^2} + \\ \frac{sa(\alpha + b_0k) + 2(1-s)ab_0}{4(b_0b_1 - \alpha^2) + 2(b_0k - \alpha)^2}. \end{cases} \quad (20)$$

再令  $p_0^{PNT*} = p_0^{J*}$ ,  $p_1^{PNT*} = p_1^{J*}$ , 可得  $k = \frac{\alpha}{b_0}$ .

将  $k$  值代入到  $w^{PNT*}$  中, 可得批发价格合同下最优批发价格为

$$w^{PNT*} = c + \frac{\alpha(p_1^{PNT*} - c)}{b_0}. \quad (21)$$

由此可得, 在批发价格合同下零售商和制造商的最优利润分别为

$$\begin{cases} \pi_0^{PNT*} = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{4b_0}, \\ \pi_1^{PNT*} = \frac{sa\alpha + (1-s)ab_0 - c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} \times \\ \frac{(1-s)ab_0 + (\alpha - b_1)cb_0 + \alpha(sa + (\alpha - b_0)c)}{2b_0}. \end{cases} \quad (22)$$

### 2.3.3 Shapley 值法分配合同

为达到制造商双渠道供应链协调目的,同时使得整体供应链利润最大化,利用 Shapley 值法<sup>[18]</sup>对最优整体利润进行分配. 设集合  $I = \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $I$  的任意子集合  $z$  都对对应着一个函数  $u(z)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . 若满足

$$\begin{cases} u(\phi) = 0; \\ u(z_i \cup z_j) \geq u(z_i) + u(z_j); \\ z_i \cap z_j = \phi, z_i \in I, z_j \in I. \end{cases} \quad (23)$$

则称  $[I, u]$  为多人合作对策,  $u$  为对策的特征函数.

用  $x_i$  表示  $I$  中成员  $i$  从合作的最大效益  $u(I)$  中应得到的利润. 在合作  $I$  的基础下, 合作对策的分配用  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  表示. 显然, 该合作成立必须满足如下条件:

$$\sum_{i=1}^n x_i = u(I), x_i \geq u(i). \quad (24)$$

在 Shapley 值法中, 联盟成员  $i$  所得利益分配值为 Shapley 值, 通常记为  $\varphi_i(u)$ , 表示为

$$\varphi_i(u) = \sum_{z \in Z_i} k(|z|)[u(z) - u(z \setminus i)], \quad (25)$$

$$k(|z|) = \frac{(n - |z|)! (|z| - 1)!}{n!}. \quad (26)$$

其中:  $u(z)$  表示有  $z$  企业参加时, 供应链合作的收益,  $u(z \setminus i)$  表示无  $z$  企业参加时供应链合作的收益, 因此  $u(z) - u(z \setminus i)$  表示企业  $z$  对供应链合作所做出的贡献;  $k(|z|)$  是加权因子, 其大小取决于供应链中合作的企业数.

在利用 Shapley 值法分配总利润时, 制造商和零售商都认可 Shapley 值法分配合同. 根据 Shapley 值法, 制造商和零售商的利润分配值(用上标  $S$  表示)分别为

$$\begin{cases} \pi_0^S = \frac{\pi_0^{F^*}}{2} + \frac{\pi^{J^*} - \pi_1^{F^*}}{2}, \\ \pi_1^S = \frac{\pi_1^{F^*}}{2} + \frac{\pi^{J^*} - \pi_0^{F^*}}{2}. \end{cases} \quad (27)$$

由式(27)进而求得零售商和制造商的最优利润分别为

$$\begin{cases} \pi_0^S = \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}, \\ \pi_1^S = \frac{sa\alpha + (1-s)ab_0 - c(b_0b_1 - \alpha^2)}{2(b_0b_1 - \alpha^2)} \times \\ \frac{(1-s)ab_0 + (\alpha - b_1)cb_0 + \alpha(sa + (\alpha - b_0)c)}{2b_0} + \\ \frac{5(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}. \end{cases} \quad (28)$$

### 2.4 不同协调策略对比

#### 2.4.1 两部定价合同与批发价格合同

经过两部定价合同协调, 零售商和制造商的利润变化为

$$\Delta\pi_0^{\text{LNT}} = \pi_0^{\text{LNT}^*} - \pi_0^{F^*} = \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0},$$

即零售商在两部定价合同下利润增加了  $\Delta\pi_0^{\text{LNT}}$ ;

$$\Delta\pi_1^{\text{LNT}} = \pi_1^{\text{LNT}^*} - \pi_1^{F^*} = -\frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0},$$

即制造商在两部定价合同下利润增加了  $|\Delta\pi_1^{\text{LNT}}|$ .

同理, 批发价格合同下零售商的利润也增加了  $\frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0}$ , 制造商的利润也减少了  $\frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}$ . 两个不同的协调合同策略使得零售商和制造商增加或减少的利润值是相等的, 所以可以认为两部定价合同和批发价格合同在协调制造商主导性双渠道时是等效的.

零售商从合同中获利, 而制造商却损失了, 为了两部定价合同或批发价格合同的经济性和有效性, 两部定价合同或者批发价格合同必须规定: 在合同有效期间, 零售商需向制造商支付固定费用  $T$ . 理论上支付固定费用  $T$  的范围为

$$\left[ \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}, \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0} \right].$$

当支付固定费用  $T = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}$  时, 认为制造商从合同中获利为零, 两部定价合同或批发价格合同并没有起到任何协调效果; 当支付固定费用  $T = \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0}$  时, 认为零售商从合同中获利也为零, 两部定价合同或批发价格合同也是没有起到协调效果. 因此, 对于两部定价合同或批发价格合同, 更合理的支付固定费用  $T$  范围应为

$$\left( \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}, \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0} \right),$$

这才可以实现最优协调. 此时, 零售商和制造商的最优利润分别为

$$\begin{cases} \pi_0^{\text{L(P)T}^*} = \pi_0^{\text{L(P)NT}^*} - T, \\ \pi_1^{\text{L(P)T}^*} = \pi_1^{\text{L(P)NT}^*} + T. \end{cases} \quad (29)$$

#### 2.4.2 两部定价合同与 Shapley 值法分配合同

经过 Shapley 值法分配合同, 零售商和制造商的利润变化为

$$\Delta\pi_0^S = \pi_0^{S^*} - \pi_0^{F^*} = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0},$$

即零售商在 Shapley 值法分配合同下利润增加了  $\Delta\pi_0^S$ ;

$$\Delta\pi_1^S = \pi_1^{S^*} - \pi_1^{F^*} = \frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0},$$

即制造商在 Shapley 值法分配合同下利润增加了

$\Delta\pi_1^S$ .

供应链双方都接受 Shapley 值法分配合同时，双方利润都是增加  $\frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}$ ，并且供应链总利润可以达到最优值. Shapley 值法分配合同不需要零售商或制造商支付多余费用，而两部定价合同和批发价格合同需要零售商支付相应的固定费用给制造商. 在两部定价合同和批发价格合同下，合理的支付固定费用  $T$  区间为

$$\left(\frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}, \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0}\right).$$

当支付固定费用  $T = \frac{5(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}$  (处于合理支付固定费用区间) 时，零售商和制造商利润都增加了  $\frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}$ ，此时认为该 3 种合同等效；当支付固定费用  $T$  范围为

$$\left(\frac{(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{8b_0}, \frac{5(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}\right)$$

时，认为两部定价合同和批发价格合同相对于 Shapley 值法分配合同更有利于零售商；当支付固定费用  $T$  范围为

$$\left(\frac{5(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{32b_0}, \frac{3(sa + (\alpha - b_0)c)^2}{16b_0}\right)$$

时，则认为两部定价合同和批发价格合同相对于 Shapley 值法分配合同更有利于制造商. 因两部定价合同和批发价格合同在本文的问题研究中是等效的，此处略去批发价格合同与 Shapley 值法分配合同的对比.

### 3 数值分析

#### 3.1 参数设计

为了进一步说明研究结论的有效性，通过以下两种情形研究零售商、制造商和供应链整体最优利润在供应链协调前后的变化规律，数据主要来自文献 [3]. 假设市场的基本需求  $a = 100\ 000$ ，单位为个；双渠道价格敏感系数  $b_0 = 150, b_1 = 120$ ；双渠道间竞争系数  $\alpha = 100$ ；制造商成本  $c = 100$ ，单位为元.

情形 1: 固定支付费用  $T = 3$ ，单位为百万元，传统渠道供货比例  $s$  由 0.2 到 0.9，以步长 0.1 变动；

情形 2: 传统渠道供货比例  $s = 0.6$ ，固定支付费用  $T$  由 3 到 3.7，以步长 0.1 变动，单位为百万元.

#### 3.2 计算过程分析

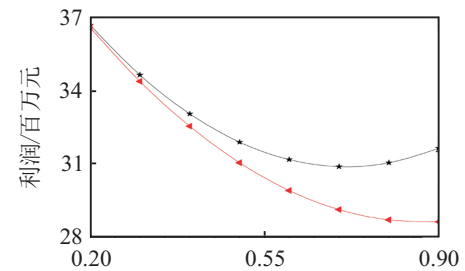
在情形 1 中，零售商、制造商和供应链整体最优利润在集中和分散决策以及不同协调合同下利润的最优值 (单位为百万元) 如表 1 所示.

根据表 1 的模型求解变量值，单独观察传统渠道供货比例  $s$  的变化对不同决策下供应链整体利润最优值的影响，零售商和制造商在不同合同协调下的最优利润变化. 分析传统渠道供货比例  $s$  的变化对不同

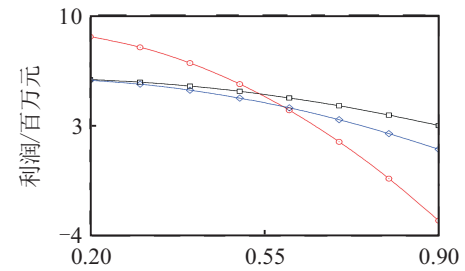
表 1 传统渠道供货比例变化时利润最优值

s	$\pi_1^{j*}$	$\pi^{F*}$	$\pi_0^{F*}$	$\pi_1^{F*}$	$\pi_0^{L(p)T*}$	$\pi_1^{L(p)T*}$	$\pi_0^{S*}$	$\pi_1^{S*}$
0.2	36.68	36.58	0.09	36.49	-2.63	39.30	0.14	36.53
0.3	34.64	34.38	0.26	34.12	-1.96	36.60	0.39	34.25
0.4	33.05	32.54	0.51	32.03	-0.96	34.01	0.77	32.28
0.5	31.89	31.05	0.84	30.21	0.38	31.52	1.27	30.63
0.6	31.18	29.91	1.26	28.65	2.04	29.13	1.89	29.28
0.7	30.89	29.13	1.76	27.37	4.04	26.85	2.64	28.25
0.8	31.05	28.71	2.34	26.36	6.38	24.68	3.52	27.53
0.9	31.64	28.63	3.01	25.62	9.04	22.60	4.52	27.13

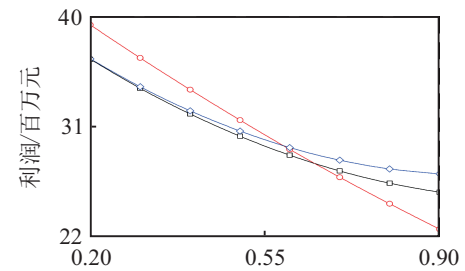
决策时供应链整体利润最优值的影响，如图 2(a) 所示，其中“☆线形”和“△线形”分别表示集中决策、分散决策的供应链整体利润最优值；供应链成员经不同合同协调前后的利润变化情况如图 2(b) 和图 2(c) 所示，其中“□线形”、“○线形”和“◇线形”分别表示供应链协调前利润、两部定价合同和批发价格合同协调后利润、Shapley 值法分配合同协调后利润.



(a) 供应链总利润变化



(b) 零售商总利润变化



(c) 制造商总利润变化

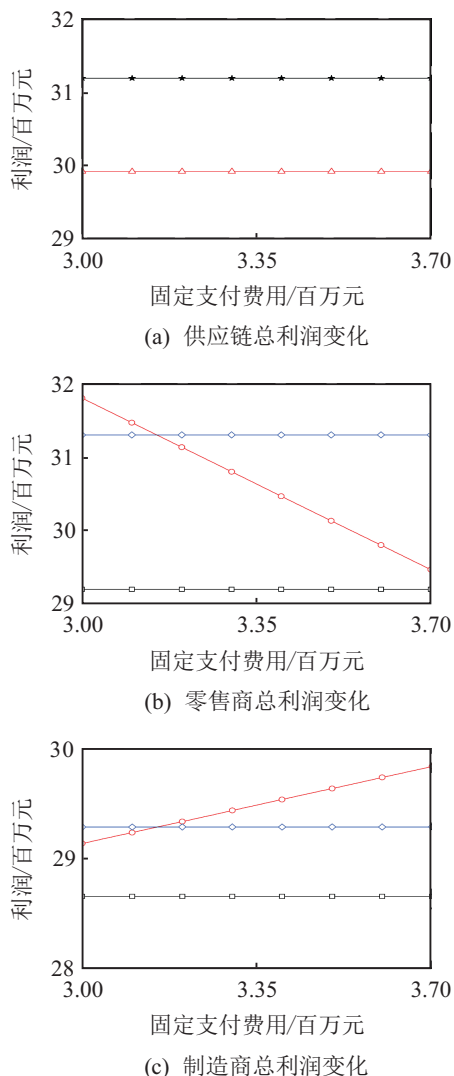
图 2 s 对不同决策时利润最优值的影响

在情形 2 中，零售商、制造商和供应链整体最优利润在集中和分散决策以及不同协调合同下利润的最优值 (单位为百万元) 如表 2 所示.

表2 固定支付费用变化时利润最优值

$s$	$\pi^j*$	$\pi^{F*}$	$\pi_0^{F*}$	$\pi_1^{F*}$	$\pi_0^{L(p)T*}$	$\pi_1^{L(p)T*}$	$\pi_0^{s*}$	$\pi_1^{s*}$
3.0	31.18	29.91	1.26	28.65	2.04	29.13	1.89	29.28
3.1	31.18	29.91	1.26	28.65	1.94	29.23	1.89	29.28
3.2	31.18	29.91	1.26	28.65	1.84	29.33	1.89	29.28
3.3	31.18	29.91	1.26	28.65	1.74	29.43	1.89	29.28
3.4	31.18	29.91	1.26	28.65	1.64	29.53	1.89	29.28
3.5	31.18	29.91	1.26	28.65	1.54	29.63	1.89	29.28
3.6	31.18	29.91	1.26	28.65	1.44	29.73	1.89	29.28
3.7	31.18	29.91	1.26	28.65	1.34	29.83	1.89	29.28

根据表2的模型求解变量值, 同样单独观察固定支付费用  $T$  的变化对不同决策下供应链整体利润最优值的影响, 零售商和制造商在不同合同协调下的最优利润变化. 分析支付费用  $T$  的变化对不同决策供应链整体利润最优值的影响如图3(a)所示, 其中“☆线形”和“△线形”分别表示集中决策、分散决策时供应链整体利润最优值; 供应链成员经不同合同协调前后的利润变化情况如图3(b)和图3(c)所示, 其中“□线形”、“○线形”和“◇线形”分别表示供应链协调前利润、两部定价合同和批发价格合同协调后利润、Shapley 值法分配合同协调后利润.

图3  $T$  对不同决策时利润最优值的影响

### 3.3 结果分析

图2显示了传统渠道供货比例  $s$  在区间  $[0.2, 0.9]$  变化时, 零售商利润、制造商利润和供应链整体最优利润的变化情况; 图3显示了固定支付费用  $T$  在  $[3, 3.7]$  区间变化时, 零售商利润、制造商利润和供应链整体最优利润的变化情况, 对其进行对比分析得出如下结论.

1) 传统渠道供货比例增大时, 集中决策时的总利润总是大于分散时的总利润, 且分散决策下总利润最优值会持续减小然后增大; 制造商主导型双渠道经两部定价合同和批发价格合同协调, 合同中制定的固定支付费用不会影响供应链总利润最优值的变化.

2) 传统渠道供货比例与零售商最优收益呈正比. 对于零售商, 不论传统渠道供货比例大小, Shapley 值法分配合同协调总是有效的, 但固定支付费用过大且传统渠道供货比例过小时, 两部定价和批发价格合同协调就会失效, 甚至零售商会出现亏损. 因此, 对于零售商补救的方法有两种: ① 尽量要求制造商提高传统渠道供货比例, 且传统渠道供货比例达到一定值时, 两部定价和批发价格合同协调效果会明显优于 Shapley 值法分配合同; ② 减小固定支付费用, 且支付费用小到一定数值时, 两部定价和批发价格合同协调效果会优于 Shapley 值法分配合同.

3) 传统渠道供货比例与制造商收益呈反比. 对制造商来说, 不论传统渠道供货比例大小, Shapley 值法分配合同协调总是有效的, 传统渠道供货比例小于一定数值时, 两部定价和批发价格合同协调效果会明显优于 Shapley 值法分配合同, 随着传统渠道供货比例增加, Shapley 值法分配合同会体现其优势. 当传统渠道供货比例达到一定数值时, 两部定价和批发价格合同会失效, 对于制造商补救的方法也有两种: ① 制造商需减少传统渠道供货比例或增加向电子渠道供货比例; ② 尽量要求零售商向其支付固定费用足够大.

## 4 结论

本文以制造商主导型双渠道供应链为研究对象, 分析了3种供应链决策模型, 即集中决策模型、分散决策模型和供应链协调策略决策模型, 并通过数值分析验证了模型的有效性和可行性, 得出与现实相符的结论. 研究表明:

1) 利用不同协调策略的制造商主导型双渠道供应链协调后供应链整体收益增加, 零售商收益值相应增大;

2) 经过两部定价和批发价格合同协调策略, 制造商收益需在得到零售商支付费用后才会增加, 但额外支付费用不影响零售商收益值的增加, 只使得其收益

程度减少;

3) 经过 Shapley 值法分配合同协调策略, 制造商主导型双渠道供应链可直接达到协调效果;

4) 选择何种合同协调策略更为合理和科学, 取决于制造商向双渠道供货比例、固定支付费用以及其他变量的相对大小;

5) 制造商双渠道供应链成员制定合理的支付费用和控制渠道供货比例可使得双方共赢, 从而提高整体供应链的核心竞争力和抗风险能力, 以促进制造商双渠道供应链进一步发展。

本文集中研究了制造商主导型双渠道供应链模式, 对于零售商主导型供应链协调决策、多制造商和多零售商供应链运作模式等将是进一步深入研究的系列问题。

### 参考文献(References)

- [1] McWilliams G, Zimmerman A. Dell plans to peddle PCs insider sears other ladger chain[J]. The Wall Steet J, 2003, 11(2): 30-32.
- [2] Yan R, Pei Z. Information asymmetry, pricing strategy and firm's performance in the retailer multi-channel manufacturer supply chain[J]. J of Business Research, 2011, 64(4): 377-384.
- [3] Hua G, Wang S, Cheng T C E. Price and lead time decisions in dual-channel supply chains[J]. European J of Operational Research, 2010, 205(1): 113-126.
- [4] Chiang W K. Product availability in competitive and cooperative dual-channel distribution with stock-out based substitution[J]. European J of Operational Research, 2010, 200(1): 111-126.
- [5] Gensler S, Skiera B, Dekimpe M G. Evaluating channel performance in multi-channel environments[J]. J of Retailing and Consumer Services, 2006, 14(1): 17-23.
- [6] 肖剑, 但斌, 张旭梅. 双渠道供应链中制造商与零售商的服务合作定价策略[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(12): 2203-2211.  
(Xiao J, Dan B, Zhang X M. Service cooperation pricing strategy between manufacturers and retailers in dual-channel supply chain[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2010, 30(12): 2203-2211.)
- [7] 徐广业, 但斌. 电子商务环境下双渠道供应链协调的价格折扣模型[J]. 系统工程学报, 2012, 27(3): 344-350.  
(Xu G Y, Dan B. Price discount model for coordination of dual-channel supply chain under e-commerce[J]. J of Systems Engineering, 2012, 27(3): 344-350.)
- [8] 王虹, 周晶, 孙玉玲. 竞争环境下双渠道供应链的决策与协调研究[J]. 运筹与管理, 2011, 20(1): 35-40.  
(Wang H, Zhou J, Sun Y L. Study on decisions and coordination of dual channel supply chain in competitive environment[J]. Operations Research and Management Science, 2011, 20(1): 35-40.)
- [9] Seong Y P, Hean T K. Modelling hybrid distribution channels: A game-theoretic analysis[J]. J of Retailing and Consumer Services, 2003, 10(3): 155-167.
- [10] Xin J. How does free riding on customer service affect competition[J]. Marketing Science, 2007, 26(4): 488-503.
- [11] Wu D, Ray G, Geng X, et al. Implications of reduced search cost and free riding in E-commerce[J]. Marketing Science, 2004, 23(2): 255-262.
- [12] Yao D, Liu J. Competitive pricing of mixed retail and e-tail distribution channels[J]. Omega, 2005, 33(3): 235-247.
- [13] Kunter M. Coordination via cost and revenue sharing in manufacturer-retailer channels[J]. European J of Operational Research, 2012, 216(2): 477-486.
- [14] Cattani K D, Gilland W G, Swaminathan J M. Boiling frogs: Pricing strategies for a manufacturer adding a direct channel that competes with the traditional channel[J]. Production and Operations Management, 2006, 15(1): 40-57.
- [15] Tsay A A, Agrawal N. Channel conflict and coordination in the E-commerce age[J]. Production and Operations Management, 2004, 13(1): 93-110.
- [16] Kurata H, Yao D Q, Liu J J. Pricing polices under direct vs. indirect channel competition and national vs. store brand competition[J]. European J of Operational Research, 2007, 180(1): 262-281.
- [17] 陈云, 王浣尘, 沈惠璋. 电子商务零售商与传统零售商的价格竞争研究[J]. 系统工程理论与实践, 2006(1): 35-41.  
(Chen Y, Wang H C, Shen H Z. Study on the price competition between e-commerce retailer and conventional retailer[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2006(1): 35-41.)
- [18] 马士华, 王鹏. 基于 Shapley 值法的供应链合作伙伴间收益分配机制[J]. 工业工程与管理, 2006, 11(4): 43-45.  
(Ma S H, Wang P. The study of profit allocation among partners in supply chain based on the Shapley value[J]. Industrial Engineering and Management, 2006, 11(4): 43-45.)

(责任编辑: 齐 霖)