

文章编号:1671-9352(2008)01-0107-06

# 基于合作广告的零售商订货策略与 渠道协调问题研究

陆媛媛<sup>1,2</sup>, 李明芳<sup>2</sup>

(1. 吉林师范大学数学学院, 吉林 四平 136000; 2. 中国人民大学商学院, 北京 100872)

**摘要:**研究了1个制造商和多个零售商组成的供应链系统,在需求不确定情况下的合作广告策略、零售商订货策略,以及供应链渠道协调问题,建立了制造商和零售商在分散式和集中式系统下的合作广告模型,设计了包含广告补贴契约、产品回购契约在内的联合契约,给出了分散系统实现渠道协调的必要条件以及契约参数的确定方法。最后以1个制造商和2个零售商为例进行了数值实验,分析了参数变化对最优策略和联合契约的影响。

**关键词:**供应链;合作广告;渠道协调;联合契约

**中图分类号:**F224      **文献标志码:**A

## Retailer's order policy and channel coordination question based on cooperative advertising

LU Yuan-yuan<sup>1,2</sup>, LI Ming-fang<sup>2</sup>

(1. Mathematical College, Jilin Normal University, Siping 136000, Jilin, China;

2. Business School, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

**Abstract:** Cooperative advertising strategy, retailer's order policy and channel coordination problem of a supply chain system formed by one manufacturer and multi-retailers was studied under uncertain demand. Cooperative advertising models under both a decentralized system and centralized system were given, and the combined contract including advertising allowance contract and buy back contract were put forward. The necessary condition to ensure channel coordination and the method to get the optimal contract parameters were given. Finally, a numerical example was carried out based on one manufacturer and two retailers, and the influence caused by parameter variances on the optimal strategy and combined contract were analyzed.

**Key words:** supply chain; cooperative advertising; channel coordination; combined contract

## 0 引言

供应链中的渠道协调问题一直是学术界研究的热点,比较经典的协调机制有:数量折扣、价格补偿、回购策略等等<sup>[1-3]</sup>。而随着广告在营销领域中作用的日益凸显,合作广告作为一种新型的协调机制,越来越引起企业界和学术界的重视。合作广告是制造商在进行品牌广告投入的同时,为销售其产品的零售商支付一定比例的地区性广告费用。文献[4]建立了1个供应商和1个零售商的合作广告模型;文献[5]研究了在零售商打折情况下的制造商和零售商的2层合作广告模型,文献[6]研究了1个生产商和1个零售商的动态广告合作模型,文献[7]研究了基于微分对策的供应链合作广告决策,但以上文献均没有涉及零售商订货问题,文献[8,9]虽然考虑了有广告投入的订货决策问题,但没有考虑制造商和零售商联合广告投入对订货决策的

影响,文献[10]讨论了1个供应商和1个零售商的供应链系统中,在需求不确定环境下易逝品的品牌广告、地方促销广告联合投入和订货量博弈模型,但仅考察了双方广告的联合投入问题,并没有考虑合作广告对订货决策的影响。

本文在以上文献的基础上,针对1个制造商和多个零售商组成的供应链系统,在需求不确定的情况下,通过建立制造商和零售商的分散式系统与集中式系统下的合作广告模型,探讨了1个制造商和多个零售商的最优合作广告策略、最优订货策略,以及供应链渠道协调问题。

## 1 问题描述

本文考虑供应链系统由1个制造商和多个零售商组成,不同零售商位于不同地区,任何一个零售商的地区性广告投入水平不影响其他零售商的产品销售量,需求相互独立。制造商采取终端市场统一售价策略,价格为 $p$ ,设制造商产品的单位边际成本为 $c$ ,制造商产品批发价为 $w_i$ ,零售商 $i$ 产品缺货时的信誉损失为 $g_i$ ,未售出产品在销售季末的单位净残值为 $s$ ,满足 $g_i > p > w_i > c > s > 0$ ,零售商 $i$ 在销售季节前向制造商的订货量为 $Q_i$ 。基于文献[4]的思想,假设第 $i$ 个零售商的销售量函数为: $D_i(a_i, q) = \alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta} + \epsilon_i$ 。其中 $\alpha_i$ 为零售商 $i$ 销售该产品的潜在市场容量; $a_i, q$ 分别为零售商 $i$ 和制造商的广告投入费用; $\gamma_i, \delta$ 分别为零售商 $i$ 和制造商的准广告弹性因子,是反映广告对需求影响程度的量; $\beta_i$ 反映产品需求对广告的依赖程度; $\epsilon_i$ 为均值为0的随机变量, $f_i(\cdot), F_i(\cdot)$ 分别为该随机变量的概率密度函数和概率分布函数。 $t_i a_i$ 是制造商提供的零售商 $i$ 的广告补贴, $t_i$ 为广告补贴率, $0 \leq t_i \leq 1$ 。符号的上角标 $c, d, dc$ 分别代表集中式供应链系统、分散式供应链系统、分散式协调系统。

## 2 模型比较分析与联合契约

### 2.1 分散式的合作广告 Stackelberg 博弈模型

分散式系统中,制造商和零售商均为独立的利益主体。本文把制造商和零售商之间的关系建成制造商作为领导者而零售商作为追随者的一个非合作 Stackelberg 博弈模型。供应商率先做出决策,零售商根据供应商的决策做出自己的决策。决策顺序为:供应商首先给出品牌广告投入费用 $q$ 以及地区性广告补贴费用 $t_i$ ,零售商 $i$ 观测到 $q, t_i$ 后,选择订货量 $Q_i$ 和地区性广告投入费用 $a_i$ 。采用逆向归纳法,可以得到制造商、零售商 $i$ 的利润函数:

$$\pi_M^d(t_i, q) = \sum_i (w_i - c) Q_i - q - \sum_i t_i a_i, \quad (1)$$

$$\pi_{R_i}^d(a_i, Q_i) = p \min(Q_i, D_i) - w_i Q_i - g_i (D_i - Q_i)^+ + s (Q_i - D_i)^+ - a_i (1 - t_i). \quad (2)$$

为简化计算,令 $Q_i = \alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta} + z_i$ ,且 $D_i(a_i, q) = \alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta} + \epsilon_i$ ,代入式(2),则零售商 $i$ 的期望利润为:

$$E\pi_{R_i}^d(a_i, z_i) = (p - w_i)(\alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta}) - (p + g_i) \int_{z_i}^{+\infty} (\epsilon_i - z_i) f(\epsilon_i) d\epsilon_i + \int_{-\infty}^{z_i} (z_i - \epsilon_i) f(\epsilon_i) d\epsilon_i - w_i z_i - a_i (1 - t_i). \quad (3)$$

进一步整理式(3),有:

$$E\pi_{R_i}^d(a_i, z_i) = (p - w_i)(\alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta}) + (p + g_i - w_i) z_i - (p + g_i - s) I_i(z_i) - a_i (1 - t_i). \quad (4)$$

其中, $I_i(z_i) = \int_{-\infty}^{z_i} (z_i - \epsilon_i) f(\epsilon_i) d\epsilon_i$ , $I_i(z_i)$ 表示销售季末系统的期望剩余量。

**定理 1** 在分散式系统下,给定制造商的品牌广告投入水平 $q$ 和地区性广告补贴 $t_i$ 时,零售商 $i$ 的最大期望利润关于最优决策变量 $(Q_i, a_i)$ 是惟一存在的,且满足:

$$\begin{cases} Q_i = F_i^{-1}\left(\frac{p + g_i - w_i}{p + g_i - s}\right) + (\alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta}), \\ a_i = [(p - w_i)\gamma_i \beta_i q^{-\delta} / (1 - t_i)]^{\frac{1}{\gamma_i+1}}. \end{cases} \quad (5)$$

**证明** 由最优解的必要条件,分别对  $z_i, a_i$  求一阶导,并令其为零,整理即可得到。

将式(5)带入式(1),经过整理可以获得制造商期望利润表达式,此时求解制造商的最优品牌广告投入和地区广告补贴相当于求解非线性规划问题:

$$\begin{aligned} \max_{t_i, q} E\pi_M^d(t_i, q) = & \sum_i (w_i - c) \left\{ F_i^{-1}\left(\frac{p - g_i - w_i}{p - g_i - s}\right) + \alpha_i - \beta_i [(p - w_i)\gamma_i \beta_i q^{-\delta} / (1 - t_i)]^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} q^{-\delta} \right\} - \\ & q - \sum_i t_i [(p - w_i)\gamma_i \beta_i q^{-\delta} / (1 - t_i)]^{\frac{1}{\gamma_i+1}}. \quad \text{s.t. } 0 \leq t_i \leq 1, q \geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

**定理 2** 在分散式的合作广告系统下,制造商对零售商的最优广告补贴  $\tilde{t}_i$ 、最优品牌广告投入水平  $\tilde{q}$ , 及零售商的地区性广告投入费用  $\tilde{a}_i$  与最优订货量  $\tilde{Q}_i$  满足:

$$\begin{cases} \tilde{a}_i = [\beta_i \gamma_i (w_i - c - (p - w_i)\gamma_i) \tilde{q}^{-\delta}]^{\frac{1}{\gamma_i+1}}, \\ \sum_i \delta \cdot (w_i - c - (p - w_i)\gamma_i)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} \tilde{q}^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} = 1, \\ \tilde{Q}_i = F_i^{-1}\left(\frac{p - g_i - w_i}{p - g_i - s}\right) + (\alpha_i - \beta_i \tilde{a}_i^{-\gamma_i} \tilde{q}^{-\delta}), \\ \tilde{t}_i = \begin{cases} \frac{(w_i - c) - (p - w_i)(1 + \gamma_i)}{w_i - c - (p - w_i)\gamma_i}, & w_i - c > (1 + \gamma_i)(p - w_i) \\ 0. & \text{else} \end{cases} \end{cases} \quad (7)$$

**证明** 先通过求二阶导证明制造商利润关于  $t_i, q$  是凹的,再由最优解的必要条件即可得到。

**性质 1** 在分散式的合作广告系统下(产品终端市场售价相同),当  $w_i - c > (1 + \gamma_i)(p - w_i)$  时,则:

- (1) 制造商的最优广告补贴率与制造商批发价格成正比,与零售商的准广告弹性因子成反比;
- (2) 零售商的最优订货量与其自身最优的地区性广告投入和制造商的最优品牌广告投入成正比。

### 2.2 集中式的合作广告模型

集中式供应链系统下,制造商和零售商是利益共同体,以总期望利润最大为目标,可建立模型:

$$\begin{aligned} \max_{q, a_i, z_i} E\pi^c(q, a_i, z_i) = & \sum_i [(p - c)(\alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta}) + (p + g_i - c)z_i - (p + g_i - s)I_i(z_i) - a_i] - q. \\ \text{s.t. } & z_i, q, a_i \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

**定理 3** 在集中式系统下,制造商的最优品牌广告投入水平  $q^*$ 、零售商的最优地区广告投入水平  $a_i^*$  以及最优订货量  $Q_i^*$  满足方程(9)。

$$\begin{cases} a_i^* = [(p - c)\beta_i \gamma_i (q^*)^{-\delta}]^{\frac{1}{\gamma_i+1}}, \\ \sum_i \delta (p - c)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} (q^*)^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} = 1, \\ Q_i^* = F_i^{-1}\left(\frac{p + g_i - c}{p + g_i - s}\right) + \alpha_i - \beta_i (a_i^*)^{-\gamma_i} (q^*)^{-\delta}. \end{cases} \quad (9)$$

**证明** 由最优解的必要条件,分别对  $z_i, q, a_i$  求一阶导,并令其为零,整理可得。

**定理 4**  $q^* > \tilde{q}, a_i^* > \tilde{a}_i, Q_i^* > \tilde{Q}_i$

**证明** (1) 往证:  $q^* > \tilde{q}$ 。由式(7), (9) 得

$$\begin{aligned} \sum_i \delta (p - c)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} (q^*)^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} &= \sum_i \delta \cdot (w_i - c - (p - w_i)\gamma_i)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} \tilde{q}^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} < \\ \sum_i \delta (p - c)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} (\tilde{q})^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} &\Rightarrow \\ \sum_i \delta (p - c)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} [(q^*)^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} - (\tilde{q})^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}}] &< 0. \end{aligned}$$

对  $\forall i, \delta(p-c)^{\frac{1}{\gamma_i+1}}, \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}}, \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} > 0, \frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1} < 0$ , 则可证得  $q^* > \bar{q}$ 。

(2) 往证:  $a_i^* > \bar{a}_i$

由定理 3,  $a_i^* = [(p-c)\beta_i\gamma_i(q^*)^{-\delta}]^{\frac{1}{\gamma_i+1}}$ , 且  $\sum_i \delta(p-c)^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \beta_i^{\frac{1}{\gamma_i+1}} \gamma_i^{\frac{-\gamma_i}{\gamma_i+1}} (q^*)^{\frac{-\delta-\gamma_i-1}{\gamma_i+1}} = 1$ , 将  $a_i^*$  代入上式整理有  $\sum_i \frac{\delta a_i^*}{\gamma_i} = q^*$ , 同理由式(7)整理出  $\sum_i \frac{\delta \bar{a}_i}{\gamma_i} = \bar{q}$ , 则可推出  $\frac{a_i^*}{\bar{a}_i} = \frac{q^*}{\bar{q}}$ , 由  $q^* > \bar{q}$ , 则可证得  $a_i^* > \bar{a}_i$ 。

(3) 往证:  $Q_i^* > \bar{Q}_i$

因为  $Q_i^* = F_i^{-1}(\frac{p+g_i-c}{p+g_i-s}) + \alpha_i - \beta_i(a_i^*)^{-\gamma_i}(q^*)^{-\delta}$ ,  $\bar{Q}_i = F_i^{-1}(\frac{p-g_i-w_i}{p-g_i-s}) + (\alpha_i - \beta_i \bar{a}_i^{-\gamma_i} \bar{q}^{-\delta})$  且根据假设条件, 有  $\frac{p+g_i-c}{p+g_i-s} \geq \frac{p-g_i-w_i}{p-g_i-s}$ , 而概率分布函数  $F_i(\cdot)$  是单调递增函数, 故有  $F_i^{-1}(\frac{p+g_i-c}{p+g_i-s}) \geq F_i^{-1}(\frac{p-g_i-w_i}{p-g_i-s})$ , 且由(1)、(2)易见  $\alpha_i - \beta_i(a_i^*)^{-\gamma_i}(q^*)^{-\delta} > \alpha_i - \beta_i \bar{a}_i^{-\gamma_i} \bar{q}^{-\delta}$ , 故可证得  $Q_i^* > \bar{Q}_i$ 。

**性质 2** (1) 分散系统存在不协调; (2) 以利润最大化为目标的零售商, 在不同系统下的最优广告投入水平应该按照制造商最优广告投入水平的一定百分比来制定, 这个比例的确定依赖于系统参数。

### 2.3 分散式协调系统下的联合契约

虽然集中式供应链能够实现总体期望利润的最大化, 但总体最优不等于个体最优, 现实生活中的制造商和零售商都是独立个体, 都会追求自身利润最大化, 分散式系统是不可避免的, 实现以自身利润最大化的供应链成员的个体绩效统一于系统绩效最有效的方式是制定联合契约。本节将探讨: 是否存在包含合作广告这一协调机制在内的联合契约, 能使分散系统实现协调, 且保证协调利润可以在制造商和零售商之间任意分配。

为了实现系统协调, 首先双方必须保证广告投入水平达到  $a_i^*$  和  $q^*$ , 然后双方在广告水平投入最优的基础上讨论如何制定产品的批发价, 回购价及广告补贴。当然对供应链成员来说, 存在道德风险, 即如果一方私自降低了广告投入, 就会导致系统次优, 但本文不考虑这种情况, 假设双方均能按照事先约定付出相应的广告费用。

对于制造商来说, 有效保护产品品牌是很重要的, 如果零售商在销售季末把剩余产品低价处理掉, 无疑是对产品品牌形象有较大负面影响, 这与制造商投入大量广告费用树立品牌形象的目标相背离, 因此, 无论从激励零售商订货角度, 还是从保护品牌形象角度, 把销售期末的产品回购对制造商来说都是最优的选择, 为此本文从制造商角度, 设计了包含合作广告补贴策略、回购策略、调节批发价策略的联合契约  $(\hat{w}_i, \hat{t}_i, \hat{b}_i, a_i^*, q^*)$ ,  $\hat{b}_i$  为产品回购价格, 满足  $\hat{w}_i > c > \hat{b}_i > s$ 。分散式系统缔结契约时零售商的期望利润函数表达式为

$$E\pi_{R_i}^{dc} = (p-w_i)(\alpha_i - \beta_i a_i^{-\gamma_i} q^{-\delta}) + (p+g_i-w_i)z_i - (p+g_i-b_i)I_i(z_i) - a_i(1-t_i)。 \quad (10)$$

**定理 5** 基于合作广告下的供应链联合契约  $(\hat{w}_i, \hat{t}_i, \hat{b}_i)$  实现渠道协调的必要条件为:

$$(p+g_i-\hat{w}_i)/(p+g_i-c) = (p+g_i-\hat{b}_i)/(p+g_i-s), \hat{t}_i = (w_i-c)/(p-c)。 \quad (11)$$

**证明** 由最大化  $E\pi_{R_i}^{dc}$  的订货量  $Q^{dc}$  具有惟一性, 且  $Q^{dc} = Q^*$ , 则可以实现渠道协调绩效。

**性质 3**  $\hat{b}_i, \hat{t}_i, \hat{w}_i$  是两两呈正线性关系。

**定理 6** 当  $k_i$  满足:  $k_i \in ((p+g_i-c)/(p+g_i-s), 1)$ , 则对于给定的  $\lambda_i$  (代表零售商获得协调利润比例,  $0 \leq \lambda_i \leq 1$ ), 分散系统实现供应链协调的契约参数  $(\hat{w}_i, \hat{t}_i, \hat{b}_i)$  可由方程组(12)惟一确定。

$$\begin{cases} \hat{w}_i = (p+g_i)(1-k_i) + ck_i, \\ \hat{b}_i = (p+g_i)(1-k_i) + sk_i, \\ \hat{t}_i = ((p+g_i)(1-k_i) + ck_i - c)/(p-c), \\ E\pi_{R_i}^{dc}(\hat{w}_i, \hat{b}_i, \hat{t}_i) = E\pi_{R_i}^d + \lambda_i(E\pi^c - E\pi^d)。 \end{cases} \quad (12)$$

**证明**  $(\hat{w}_i, \hat{t}_i, \hat{b}_i)$  的确定依赖于系统内成员利润分割情况, 假设通过协商, 零售商  $i$  获得  $\lambda_i$  比例的协调

利润,则零售商的期望利润满足:  $E\pi_{R_i}^d(\hat{w}_i, \hat{b}_i, \hat{t}_i) = E\pi_{R_i}^d + \lambda_i(E\pi^c - E\pi^d)$ ;再由定理5,令  $(p + g_i - \hat{w}_i)/(p + g_i - c) = (p + g_i - \hat{b}_i)/(p + g_i - s) = k_i \Rightarrow \begin{cases} \hat{w}_i = (p + g_i)(1 - k_i) + ck_i (*) \\ \hat{b}_i = (p + g_i)(1 - k_i) + sk_i \end{cases}$ ,把式(\*)带入  $\hat{t}_i = (w_i - c)/(p - c)$ ,有  $\hat{t}_i = ((p + g_i)(1 - k_i) + ck_i - c)/(p - c)$ 。由契约参数条件  $\hat{w}_i > c > \hat{b}_i > s$ ,即可得出  $k_i \in ((p + g_i - c)/(p + g_i - s), 1)$ 。即当  $k_i \in ((p + g_i - c)/(p + g_i - s), 1)$  时,分散系统实现协调的契约参数  $(\hat{w}_i, \hat{t}_i, \hat{b}_i)$  可由上述4个等式组成的方程组惟一确定。

**性质4** 契约参数的确定依赖于系统的成本结构和利润结构;在可行的范围内,对于给定的利润分配比例  $\lambda_i$ ,可以实现整个供应链的协调利润在供应商和零售商之间任意分配。

### 3 数值实验与参数分析

本文以1个制造商和2个零售商为例,取  $c = 130, p = 200, s = 40, \delta = 0.5$ ,其他参数见表1。利用MATLAB软件的计算功能,可获得不同状态下的变量值,见表2~表4。

从表2可以看出,不同系统状态下的供应链成员的最优决策差距显著,制定联合契约可以实现渠道协调,而且可以实现协调利润在供应商和零售商之间任意分配。观察契约参数,随着零售商获利期望利润比例的增加,他所获得地区性广告补贴率、回购价格以及产品的批发价格均在下降,原因在于:产品价格不变的情况下,零售商的地位越强,使得其能够获得产品批发价就会越低,而制造商也会为了维护自己的利益而减少对该零售商的广告补贴和回购价格。

表1 参数值  
Table 1 Parameter values

零售商	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$w$	$g$	$\lambda$	$\epsilon \sim N$
1	5 000	1 000	0.2	170	10	0.5	(0, 20 <sup>2</sup> )
2	3 000	500	0.1	175	10	0.2	(0, 15 <sup>2</sup> )

表2 各系统状态下供应链成员最优决策及契约参数  
Table 2 The optimal strategy and contract parameters in three cases

系统状态	$\lambda$	$a_1$	$Q_1$	$q$	$E\pi_{R_1}$	$E\pi_M$	$E\pi$	$(w_1, t_1, b_1)$
分散系统	-	110.84	4 969.3	572.5	148 360	331 350	553 270	(170.00, 0.117 7, 0)
集中系统	-	173.55	4 986.1	827.3	-	-	556 080	-
	0	173.55	4 986.1	827.3	148 360	333 598	556 080	(170.17, 0.573 9, 125.36)
分散缔结	1/3	173.55	4 986.1	827.3	149 290	332 661	556 080	(169.98, 0.571 2, 124.97)
契约系统	0.5	173.55	4 986.1	827.3	149 760	332 193	556 080	(169.89, 0.569 9, 124.77)
	1	173.55	4 986.1	827.3	151 170	331 350	556 080	(169.61, 0.565 8, 124.17)

从表3可以看出,在2种系统状态下,随着零售商1的准广告弹性因子  $\gamma_1$  的提高,制造商的品牌广告投入水平在减少,而制造商和系统利润均在增加;零售商1的定货量和利润在增加,地区性广告投入先增加后减少;零售商2的地区性广告投入在增加,而定货量和利润均在减少。原因在于:当一个制造商和2个零售商进行合作广告时,随  $\gamma_1$  的提高,即零售商1的广告对需求影响力在增大,即使制造商相应的减少品牌广告的投入量,也会达到增加产品需求量的目的,故制造商的品牌广告投入在减少;对于零售商2来说,由于全国品牌广告的减少,使得其必须增加地区性广告的投入来刺激本地区的需求量,故零售商2的广告投入量呈现上升趋势,但基于风险考虑,其订货量呈下降趋势,利润也呈递减趋势;而对于零售商1来说,品牌广告投入的减少会增加市场风险,适当加大本地区广告投入水平会减少需求不确定带来的风险,但随着零售商1的广告对需求影响的增大,即使不再增加广告投入量也会获得较大的需求量,故零售商的广告投入水平表现为先递增后递减的趋势;由于需求的增加,零售商1的订货量也呈现递增趋势,零售商1的利润也在增加;由于零售商1定货量的增加幅度超过零售商2的减少幅度,故制造商的利润和整个系统利润均在增加。在分散缔结契约系统下,观察优化契约参数,随  $\gamma_1$  的增大,均在减小,体现了广告补贴与广告弹性因子成反比,契约参数两两呈正线性关系。

表3  $\gamma_1$  变化时的优化结果比较Table 3 Comparison of the optimal results caused by  $\gamma_1$  variances

$\gamma_1$	$\tilde{q}$	$\tilde{a}_1$	$\tilde{Q}_1$	$\tilde{a}_2$	$\tilde{Q}_2$	$E\pi_{R_1}^d$	$E\pi_{R_2}^d$	$E\pi_M^d$	$q^*$	$a_1^*$	$Q_1^*$	$E\pi^d$	$E\pi_{R_1}^{dc}$	$(\hat{w}_1, \hat{l}_1, \hat{b}_1)$
0.05	807.1	55.434	4956.8	50.529	2963.9	148040	73615	330805	1161.1	82.384	4975.0	552460	149370	(169.91, 0.5701, 124.8)
0.10	710.9	88.622	4961.6	53.530	2962.5	148150	73596	331034	1026.2	133.91	4979.4	552780	149520	(169.9, 0.5700, 124.79)
0.20	572.5	110.840	4969.3	59.066	2959.9	148360	73560	331350	827.3	173.55	4986.1	553270	149760	(169.89, 0.5699, 124.77)
0.30	500.1	103.410	4974.4	62.810	2958.1	148510	73536	331564	705.4	169.52	4990.5	553610	149920	(169.88, 0.5678, 124.75)

从表4可以看出,在2种系统状态下,随着 $\beta_1$ 的增加,零售商的地区性广告投入水平和制造商的品牌广告投入水平均在增加,原因在于 $\beta_1$ 反映的是产品需求对广告的依赖程度, $\beta_1$ 越大,代表需求对广告的依赖程度越大,即前期广告对未来销售的影响小,故本期零售商和制造商必须加大广告投入量来保证销量,但同时也看出,随着 $\beta_1$ 的增加,零售商的订货量在减少,因为此时市场需求量的不确定风险变大,零售商为了降低风险,会选择减少订货量。观察优化契约参数,随着 $\beta_1$ 的增加,制造商给予零售商的地区广告补贴、回购价格以及批发价格均在减少,根据联合契约的公平性,零售商承担风险越大,获得期望利润越高。

表4  $\beta_1$  变化时的优化结果比较Table 4 Comparison of the optimal results caused by  $\beta_1$  variances

$\beta_1$	$\tilde{Q}_1$	$\tilde{a}_1$	$\tilde{q}$	$q^*$	$a_1^*$	$Q_1^*$	$E\pi_{R_1}^{dc}$	$(\hat{w}_1, \hat{l}_1, \hat{b}_1)$
500	4975.9	65.81	500.1	689.9	105.06	4991.0	149640	(169.95, 0.5707, 124.89)
1000	4969.3	110.84	572.5	827.3	173.55	4986.1	149760	(169.89, 0.5699, 124.77)
1500	4963.9	147.56	648.2	945.5	230.14	4982.1	149870	(169.84, 0.5691, 124.66)
2000	4959.1	179.86	716.5	1052.1	279.75	4978.5	149970	(169.70, 0.56846, 124.56)

## 4 结语

本文针对由1个制造商和多个零售商组成的供应链系统,在需求不确定情况下的合作广告策略、零售商订货策略,以及供应链渠道协调问题,设计了联合契约,给出了联合契约存在的必要条件和契约参数的确定方法,最后以1个制造商和2个零售商为例,分析了模型参数变化对最优策略和联合契约的影响,研究表明:(1)联合契约可以实现渠道协调;(2)契约参数的确定依赖于系统的成本结构和利润结构;(3)可以实现协调利润在供应商和零售商之间任意分配等。但本文研究的是1个制造商和多个彼此无竞争的零售商,对于存在竞争的情况下,如何制定合作广告策略、零售商订货策略,以及供应链渠道协调契约是今后的研究方向。

### 参考文献:

- [1] CORBETT C J, de Xavier G. A supplier's optimal quantity discount policy under asymmetric information[J]. Management Science, 2000, 46(3):444-450.
- [2] PADMANABHAN V, PNG I P L. Manufacturer's returns policies and retail competition[J]. Marketing Science, 1997, 16(1): 81-94.
- [3] TSAY A A. Management retailer channel overstock: markdown money and return policies[J]. Journal of Retailing, 2001, 77(4):451-492.
- [4] HUANG Zhimin, Susan X Li, Vijay Mahajan. An analysis of manufacturer-retailer supply chain coordination in cooperative advertising[J]. Decision Sciences, 2002, 33(3): 469-494.
- [5] YUE Jinfeng, Jill Austin, Wang Min Chiang, et al. Coordination of cooperative advertising in a two-level supply chain when manufacturer offers discount[J]. European Journal of Operational Research, 2006, 168(11): 65-85.
- [6] Steffen Jorgensen, Simon Pierre Sique, Dynamic cooperative advertising in a channel[J]. Journal of Retailing, 2000, 76(1): 71-92.
- [7] 张庶萍,张世英. 供应链中合作广告策略的 Stackelberg 微分对策模型[J]. 西南交通大学学报, 2005, 40(4): 513-518.
- [8] KHOUIJA M, ROBBMS S S. Linking advertising and quantity decisions in the single-period inventory model[J]. Int J Production Economics, 2003, 86: 93-105.
- [9] ZHOU Y, YANG S. Joint determination of optimal advertisement cost and order policy for newsboy type-merchandise[J]. Systems Engineering- Theory & Practice, 2002, 22(11):59-63.
- [10] 曹细玉, 宁宣熙, 覃艳华. 易逝品供应链中的联合广告投入、订货策略与协调问题研究[J]. 系统工程理论与实践, 2006 (3):102-107.