

供应链动态合作广告策略

陈东彦^{a,b}, 于 浚^a

(哈尔滨理工大学 a. 管理学院, b. 应用科学学院, 哈尔滨 150080)

摘要: 研究产品信誉受广告投入水平影响的供应链合作广告问题, 建立具有广告投入水平抑制作用的产品信誉动态模型. 通过哈密顿-雅可比-贝尔曼方程分别得到制造商和零售商在分散决策和集中决策下的最优广告策略以及在分散决策下制造商的最优合作广告参与率, 比较发现, 集中决策下制造商和零售商的最优广告投入水平高于分散决策下的相应值. 设计了双边补贴策略来协调供应链. 数值仿真实验验证了所得结论的正确性.

关键词: 供应链; 动态合作广告; 广告抑制作用; 哈密顿-雅可比-贝尔曼方程

中图分类号: F224.32

文献标志码: A

Dynamic cooperative advertising strategies for supply chain

CHEN Dong-yan^{a,b}, YU Hui^a

(a. School of Management, b. School of Applied Science, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China. Correspondent: CHEN Dong-yan, E-mail: dychen_2004@hotmail.com)

Abstract: The problem for a class of dynamic cooperative advertising in the supply chain with the impact of advertising effort level on brand goodwill is studied. Based on the advertising inhibitory effect, the dynamic model of the brand goodwill is presented. By applying the Hamilton-Jacobi-Bellman(HJB) equation, the optimal advertising strategies are obtained under the decentralized and centralized decision conditions. The optimal advertising cost sharing rate is given under the decentralized decision. The comparison between the two scenarios shows that the optimal advertising effort levels of manufacturer and retailer under the centralized decision are higher than these under the decentralized decision. The two-way subsidy policy is proposed to coordinate the supply chain. The numerical simulation results show the correctness.

Keywords: supply chain; dynamic cooperative advertising; advertising inhibitory effect; Hamilton-Jacobi-Bellman equation

0 引言

随着市场竞争的日益激烈, 广告已成为绝大多数企业营销的重要手段. 为了扩大产品的知名度和市场份额, 制造商和零售商通常会投入大量的广告宣传. 一般而言, 广告被分成全国性广告和地方性广告, 制造商为了提高产品的知名度和品牌信誉投入全国性广告, 而零售商为了促进产品的销售量投入地方性广告. 合作广告是指制造商和零售商在投资广告时的一种合作行为, 通常制造商通过承担零售商的部分广告费用达到激励零售商投入更多广告的目的. Intel公司于1999年花费了8亿美元用于微处理器的合作广告, 而这个数字在2001年高达51亿美元. 微软公司于2001年在Windows XP的合作广告上花费2亿美元, 在2010年投入合作广告的费用则达到了极为惊人的

500亿美元^[1].

适量的广告投入有利于产品品牌信誉的积累, 但品牌信誉的提高并不简单地线性依赖于广告投入, 当品牌信誉提高到一定程度后, 广告投入的影响常常体现为“趋缓”效果, 即影响逐渐减小. 例如, “送礼只送脑白金”广告已成为营销广告的典型代表. 由1997~2002年脑白金的品牌促销运作实践可知, 该品牌广告获得了良好的效果, 但其后期对品牌信誉的影响却越来越小.

Berger^[2]于1972年对单一制造商与单一零售商之间合作广告静态模型进行了研究, 随后很多学者对该模型进行了改进^[3-5]; Huang等^[5]探究了制造商与零售商之间纵向合作广告交易效率的问题, 运用两种非合作博弈和一种合作博弈建立了3个合作广告模

收稿日期: 2015-03-11; **修回日期:** 2015-07-13.

基金项目: 国家自然科学基金项目(11271103).

作者简介: 陈东彦(1964—), 女, 教授, 博士生导师, 从事时滞系统鲁棒控制、最优化方法以及系统优化与供应链管理等相关研究; 于浚(1987—), 女, 博士生, 从事系统优化与供应链管理的研究.

型. 之后, 文献 [6-7] 对文献 [5] 的模型进行了推广. 由于产品信誉一般会随时间变化, 一些学者同时研究了动态合作广告问题. Nerlove 等^[8]于 1962 年提出了 Nerlove-Arrow 广告模型; Jørgense 等^[9-10]基于 Nerlove-Arrow 模型研究了供应链成员分别进行长期和短期合作广告的最优策略, 并在产品销售量与产品信誉和广告促销活动相关的假设下, 研究了供应链成员的最优广告策略; 张志勇等^[11]在 Jørgense 的研究基础上, 研究了网上直销和传统销售渠道的广告投入、定价和协调问题. 文献 [12-14] 研究了零售商采用多种广告媒体宣传手段下的动态合作广告问题, 给出了分散和集中决策下的最优广告策略, 并将合作广告问题推广到供应链竞争情形. He 等^[15]针对多制造商和单一零售商的供应链, 基于 Nerlove-Arrow 模型建立了竞争环境下的动态合作广告模型, 给出了各供应链成员的最优广告策略. 在上述研究中, 大部分学者均假设制造商投入全国性广告对产品信誉的影响不受广告投入水平的抑制作用. 由于企业运作资金和国家税法的限制, 广告投入水平的抑制作用在商品促销实践中还是较常见的^[16].

本文建立具有广告投入水平抑制作用的供应链动态合作广告模型, 研究供应链各成员的最优广告策略. 利用极大值原理探讨制造商和零售商分别在分散决策和集中决策下的最优广告投入水平、相应的产品品牌信誉以及供应链利润, 探讨分散决策下制造商最优合作广告参与率以及制造商与零售商之间的协调问题.

1 模型描述

考虑包含一个制造商和一个零售商的供应链. 为了提高产品的品牌信誉和销量, 制造商 M 和零售商 R 分别进行全国性广告和地方性广告, 设 t 时刻投入的全国性广告水平和地方性广告水平分别为 $U_M(t)$ 和 $U_R(t)$, 且制造商承担零售商广告投入的部分成本, 支付比例为 ϕ , 称 $\phi \in [0, 1]$ 为合作广告的参与率.

Nerlove 研究了广告策略下产品品牌信誉的变化, 建立了品牌信誉动态模型^[8]

$$\dot{G}(t) = \alpha U_M(t) - \delta G(t).$$

考虑到全国性广告投入水平对产品信誉变化率影响的抑制作用, 假设产品品牌信誉 $G(t)$ 满足如下动态方程:

$$\begin{aligned} \dot{G}(t) &= \alpha U_M(t) \left(1 - \frac{U_M(t)}{U_{M_0}}\right) - \delta G(t), \\ G(0) &= G_0. \end{aligned} \quad (1)$$

其中: $\delta > 0$ 为品牌信誉的衰减率; $\alpha > 0$ 为制造商广告投入水平对产品信誉变化率的影响因子; $U_M(t)$ (1

$-\frac{U_M(t)}{U_{M_0}})$ 说明广告投入水平对产品信誉有促进作用, 但其作用是有限的, 受广告投入水平上限 U_{M_0} 的影响, 具有自我抑制作用, 即当广告投入水平接近 U_{M_0} 时, 其对品牌信誉的正面影响越来越接近 0.

产品销量 $S(t)$ 同时受全国性广告和地方性广告的影响, 地方性广告直接影响产品销量, 全国性广告则通过品牌信誉影响产品销量^[17], 即

$$S(t) = \theta G(t) + \gamma U_R(t). \quad (2)$$

其中: $\theta > 0$ 为品牌信誉对产品销量的影响因子, $\gamma > 0$ 为地方性广告投入水平对产品销量的影响因子.

广告投入成本是广告投入水平的增函数且呈现上凸的特点, 不失一般性假设制造商和零售商的广告投入成本 $C_M(t)$ 和 $C_R(t)$ 分别为^[15]

$$C_M(t) = \frac{1}{2} U_M^2(t), \quad C_R(t) = \frac{1}{2} U_R^2(t). \quad (3)$$

此外, 假设供应链可以长期运作下去, 即 $t \in [0, +\infty)$, $\rho_M > 0$ 和 $\rho_R > 0$ 分别为制造商和零售商的边际利润, 且考虑常数折现率 λ , 制造商、零售商和整个供应链的利润函数分别为

$$\begin{aligned} J_M &= \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} [\rho_M S(t) - C_M(t) - \phi C_R(t)] dt, \\ J_R &= \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} [\rho_R S(t) - (1 - \phi) C_R(t)] dt, \\ J_{MR} &= \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} [(\rho_M + \rho_R) S(t) - C_M(t) - C_R(t)] dt. \end{aligned}$$

2 分散决策下的广告均衡策略

在分散决策下, 制造商和零售商均以自身利润最大化为目标. 假设供应链决策是制造商主导的两期博弈: 第 1 阶段, 制造商对零售商的地方性广告给予支持, 确定合作广告的参与率; 第 2 阶段, 制造商和零售商独立决策各自的最优广告投入水平.

定理 1 在分散决策下, 制造商和零售商的最优广告投入水平分别为

$$\begin{aligned} U_M^*(t) &= \frac{\alpha \theta \rho_M U_{M_0}}{(\lambda + \delta) U_{M_0} + 2\alpha \theta \rho_M}, \\ U_R^*(t) &= \frac{\gamma (2\rho_M + \rho_R)}{2}. \end{aligned} \quad (4)$$

制造商的最优广告参与率为

$$\phi^* = \begin{cases} \frac{2\rho_M - \rho_R}{2\rho_M + \rho_R}, & \frac{\rho_M}{\rho_R} > \frac{1}{2}; \\ 0, & \frac{\rho_M}{\rho_R} \leq \frac{1}{2}. \end{cases} \quad (5)$$

产品的最优品牌信誉为

$$G^*(t) = e^{-\delta t} G_0 + (1 - e^{-\delta t}) D_{\text{sss}}, \quad (6)$$

其中

$$D_{\text{sss}} = \frac{\alpha^2 \theta (\lambda + \delta) \rho_M U_{M_0}^2 + \alpha^3 \theta^2 \rho_M^2 U_{M_0}}{\delta [(\lambda + \delta) U_{M_0} + 2\alpha \theta \rho_M]^2}.$$

证明 首先, 确定制造商和零售商的最优广告

投入水平. 由极大值原理可得制造商的最优利润函数 $V_M(G)$ 满足 Hamilton-Jacobi-Bellman(HJB) 方程^[14]

$$\lambda V_M(G) = \max_{U_M} \left\{ \left[\rho_M(\theta G(t) + \gamma U_R(t)) - \frac{1}{2} U_M^2(t) - \frac{1}{2} \phi U_R^2(t) \right] + V_M'(G) \left[\alpha U_M(t) \left(1 - \frac{U_M(t)}{U_{M_0}} \right) - \delta G(t) \right] \right\}, \quad (7)$$

其中 $V_M'(G) = \frac{dV_M(G)}{dG}$. 由式(7)右端最大化的一阶条件可得

$$U_M(t) = \frac{\alpha U_{M_0} V_M'(G)}{U_{M_0} + 2\alpha V_M'(G)}, \quad (8)$$

同理可知零售商广告投入水平满足

$$U_R(t) = \frac{\gamma \rho_R}{1 - \phi}. \quad (9)$$

然后, 确定制造商最优广告参与率. 将式(8)和(9)代入(7), 化简整理可得

$$\lambda V_M(G) = [\theta \rho_M - \delta V_M'(G)]G + \frac{\alpha^2 U_{M_0} (V_M'(G))^2}{2(U_{M_0} + 2\alpha V_M'(G))} - \frac{\phi \gamma^2 \rho_R^2}{2(1 - \phi)^2} + \frac{\gamma^2 \rho_M \rho_R}{1 - \phi}. \quad (10)$$

易见, 关于 G 的线性最优利润函数 $V_M(G) = e_1 G + e_2$ 是 HJB 方程(10)的解, 利用待定系数法求得制造商最优利润函数

$$V_M(G) = \frac{\theta \rho_M}{\lambda + \delta} G + \frac{\gamma^2 \rho_M \rho_R}{\lambda(1 - \phi)} - \frac{\phi \gamma^2 \rho_R^2}{2\lambda(1 - \phi)^2} + \frac{\alpha^2 e_1^2 U_{M_0}}{2\lambda(U_{M_0} + 2\alpha e_1)}, \quad (11)$$

其中 $e_1 = \frac{\theta \rho_M}{\lambda + \delta}$.

同理可得零售商的最优利润函数

$$V_R(G) = \frac{\theta \rho_R}{\lambda + \delta} G + \frac{\gamma^2 \rho_R^2}{2\lambda(1 - \phi)} + \frac{\alpha^2 \theta e_1 \rho_R U_{M_0} (U_{M_0} + \alpha e_1)}{\lambda(\lambda + \delta)(U_{M_0} + 2\alpha e_1)^2}. \quad (12)$$

对式(11)关于 ϕ 求导可得最优的合作广告参与率 ϕ^* , 如式(5)所示. 将 $V_M(G)$ 代入 $U_M(t)$, 将 ϕ^* 代入 $U_R(t)$ 可得最优广告投入水平 $U_M^*(t)$ 和 $U_R^*(t)$.

最后, 利用模型(1)求得最优品牌信誉 $G^*(t)$, 如式(6)所示. \square

由定理1可得如下推论.

推论1 制造商广告投入水平上限 U_{M_0} 越高, 其最优广告投入水平 $U_M^*(t)$ 越高, 产品的品牌信誉也越高, 能有效地促进产品销量的增加.

由文献[17]可知, 当忽略广告投入水平自身抑制作用时, 制造商的最优广告投入水平为 $\frac{\alpha \theta \rho_M}{\lambda + \delta}$, 高于 $U_M^*(t)$, 此时, 无法保证供应链利润的最大化. 因此, 基于广告投入水平抑制作用的供应链动态合作广告

策略研究具有理论和实际意义.

推论2 只要制造商或零售商任意一方的边际利润提高, 供应链成员就不会减少相应广告的投入 ($\frac{\partial U_M^*}{\partial \rho_M} > 0, \frac{\partial U_M^*}{\partial \rho_R} = 0, \frac{\partial U_R^*}{\partial \rho_R} > 0, \frac{\partial U_R^*}{\partial \rho_M} > 0$). 只有制造商的边际利润与零售商边际利润的比值大于0.5, 制造商才会承担零售商广告的部分费用, 否则不承担任何广告费用. 当制造商的边际利润提高或者零售商的边际利润降低时, 制造商能够提高广告参与率 ($\frac{\partial \phi^*}{\partial \rho_M} > 0, \frac{\partial \phi^*}{\partial \rho_R} < 0$).

3 集中决策下的广告均衡策略

在集中决策下, 供应链成员的决策均以整个供应链的利润最大化为目标.

定理2 在集中决策下, 制造商和零售商的最优广告投入水平分别为

$$U_M^{**}(t) = \frac{\alpha \theta (\rho_M + \rho_R) U_{M_0}}{(\lambda + \delta) U_{M_0} + 2\alpha \theta (\rho_M + \rho_R)},$$

$$U_R^{**}(t) = \gamma (\rho_M + \rho_R).$$

产品的最优品牌信誉为

$$G^{**}(t) = e^{-\delta t} G_0 + (1 - e^{-\delta t}) D_{sss}^{**},$$

其中

$$D_{sss}^{**} = \frac{\alpha^2 \theta (\lambda + \delta) (\rho_M + \rho_R) U_{M_0}^2 + \alpha^3 \theta^2 (\rho_M + \rho_R)^2 U_{M_0}}{\delta [(\lambda + \delta) U_{M_0} + 2\alpha \theta (\rho_M + \rho_R)]^2}.$$

证明 在集中决策下, 供应链最优决策问题为

$$\max_{U_M > 0, U_R > 0} J_{MR} = \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[(\rho_M + \rho_R) (\theta G(t) + \gamma U_R(t)) - \frac{1}{2} U_M^2(t) - \frac{1}{2} U_R^2(t) \right] dt.$$

其余过程类似于定理1, 略去. \square

在定理2的结论下, 供应链的最优利润函数为

$$V_{MR}(G) = \frac{\theta (\rho_M + \rho_R)}{\lambda + \delta} G + \frac{\gamma^2 (\rho_M + \rho_R)^2}{2\lambda} + \frac{\alpha^2 \eta_1^2 U_{M_0}}{2\lambda (U_{M_0} + 2\alpha \eta_1)}, \quad (13)$$

其中 $\eta_1 = \frac{\theta (\rho_M + \rho_R)}{\lambda + \delta}$.

比较定理1与定理2, 可以给出如下结果.

定理3 分散决策与集中决策相比, 有如下特点: 1) 在集中决策下, 制造商和零售商的广告投入水平均高于分散决策下的相应值; 2) 在集中决策下, 产品销量和品牌信誉均高于分散决策下的相应值; 3) 对于任意的 $G \geq 0$, 集中决策下供应链的利润高于分散决策下的相应值, 即 $V_{MR}(G) > V_M(G) + V_R(G)$.

定理3说明, 集中决策可以激励供应链成员的广

告投入,进而促进产品销量,提升供应链的总利润.为了保证供应链成员利润的合理分配,这里考虑设计供应链双边补贴契约,以达到协调供应链的目的.

4 双边补贴策略

双边补贴契约即制造商和零售商互相为对方承担部分广告投入成本,长期实现双方共赢^[18].设 ϕ_1 为制造商承担零售商地方性广告投入成本的支付比例, ϕ_2 为零售商承担制造商全国性广告投入成本的支付比例,在双边补贴策略下,制造商和零售商的利润函数分别为

$$\begin{aligned}\bar{J}_M &= \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[\rho_M(\theta G(t) + \gamma U_R(t)) - \frac{1}{2}(1 - \phi_2)U_M^2(t) - \frac{1}{2}\phi_1 U_R^2(t) \right] dt, \\ \bar{J}_R &= \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[\rho_R(\theta G(t) + \gamma U_R(t)) - \frac{1}{2}\phi_2 U_M^2(t) - \frac{1}{2}(1 - \phi_1)U_R^2(t) \right] dt.\end{aligned}$$

定理 4 在双边补贴策略下,制造商和零售商的最优广告投入水平分别为

$$\begin{aligned}U_M(t) &= \frac{\alpha\theta\rho_M U_{M_0}}{(\lambda + \delta)(1 - \phi_2)U_{M_0} + 2\alpha\theta\rho_M}, \\ U_R(t) &= \frac{\gamma\rho_R}{1 - \phi_1}.\end{aligned}$$

定理 5 当参与率 $\phi_1 = \frac{\rho_M}{\rho_M + \rho_R}$,且有 $\phi_2 = \frac{\rho_R}{\rho_M + \rho_R}$ 时,供应链系统可以协调,制造商和零售商的广告投入水平分别等于集中决策下的相应值,可以表示为

$$U_M(t) = U_M^{**}(t), U_R(t) = U_R^{**}(t).$$

5 数值分析

从广告投入水平上限对决策的影响和产品品牌信誉随时间的变化两方面进行数值分析,从而验证上述理论结果.

5.1 广告投入水平上限对决策的影响

假设模型中折现率 $\lambda = 0.1$,衰减率 $\delta = 0.1$,边际利润 $\rho_M = 8$, $\rho_R = 5$;影响因子 $\alpha = 1$, $\theta = 1.5$, $\gamma = 2$;广告投入水平上限对分散和集中决策下最优广告投入水平以及供应链总利润差异 $\Delta V = V_{MR}(G) - (V_M(G) + V_R(G))$ 的影响如图 1 和图 2 所示.

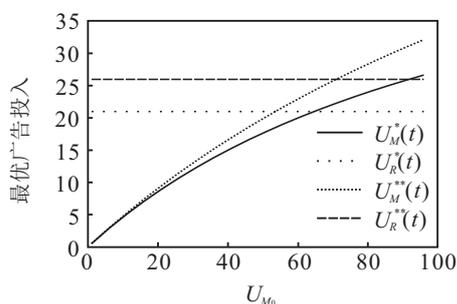


图 1 两种策略下最优广告投入水平随 U_{M_0} 的变化

由图 1 可知,零售商地方性广告投入水平不受广告投入水平上限的影响,制造商全国性广告投入水平随着广告投入水平上限的增加而增加.分散决策下制造商和零售商的最优广告投入水平均低于集中决策下的相应值.

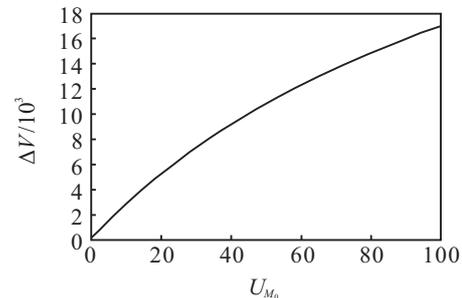


图 2 ΔV 随 U_{M_0} 的变化

由图 2 可知,从分散决策到集中决策,供应链总利润的增量随着广告投入水平上限的增加而增加.这说明较高的广告投入水平上限能够加大集中决策和分散决策下整个供应链利润之差,促使制造商和零售商进行捆绑式合作,此时双方要通过协商来确定合理的利润分配,从而实现“双赢”.

5.2 产品品牌信誉的变化

选取品牌信誉初值 $G(0) = 3$,广告投入水平上限 $U_{M_0} = 80$,保持 5.1 节中其他参数不变,令时间参数在区间 $[0, 50]$ 内变化,两种策略下产品品牌信誉的比较如图 3 所示.

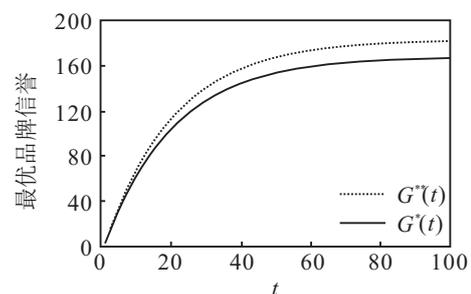


图 3 两种策略下最优品牌信誉随时间的变化

由图 3 可知,分散决策下品牌信誉值低于集中决策下的相应值,说明集中决策较分散决策更有利于产品品牌信誉的积累.

6 结 论

本文基于 Nerlove-Arrow 模型考虑了广告投入水平对产品品牌信誉影响的抑制作用,并利用极大值原理在动态结构下研究了供应链合作广告策略问题.研究表明,在考虑广告自身抑制作用的情况下,制造商最优广告投入水平低于忽略广告抑制作用的相应值.由于本文没有考虑竞争企业广告投入水平对品牌信誉的影响,研究结果适用于垄断市场.今后可从两个方面深入研究:第一,将考虑广告投入水平抑制作

用的动态合作广告问题推广到供应链竞争的情形; 第二, 在产品品牌信誉受自身以及广告投入水平双重抑制作用的影响下, 考虑供应链动态合作广告问题.

参考文献(References)

- [1] Yan R. Cooperative advertising, pricing strategy and firm performance in the e-marketing age[J]. *J of Academy of Marketing Science*, 2010, 38(4): 510-519.
- [2] Berger P D. Vertical cooperative advertising ventures[J]. *J of Marketing Research*, 1972, 9(3): 309-312.
- [3] Berger P D, Magliozzi T. Optimal co-operative advertising decisions in direct-mail operations[J]. *J of the Operational Research Society*, 1992, 43(11): 1079-1086.
- [4] Roslow S, Laskey H A, Nicholls J A F. The enigma of cooperative advertising[J]. *J of Business & Industrial Marketing*, 1993, 8(2): 70-79.
- [5] Huang Z, Li S X. Co-op advertising models in manufacturer-retailer supply chains: A game theory approach[J]. *European J of Operational Research*, 2001, 135(3): 527-544.
- [6] Xie J, Ai S. A note on "Cooperative advertising, game theory and manufacturer-retailer supply chains"[J]. *Omega*, 2006, 34(5): 501-504.
- [7] Yue J F, Austin J, Wang M. Coordination of cooperative advertising in a two-level supply chain when manufacturer offers discount[J]. *European J of Operational Research*, 2006, 168(1): 65-85.
- [8] Nerlove M, Arrow K J. Optimal advertising policy under dynamic conditions[J]. *Economica*, 1962, 29(114): 129-142.
- [9] Jørgense S, Sigue S P, Zaccour G. Dynamical cooperative advertising in a channel[J]. *J of Retailing*, 2000, 76(1): 71-92.
- [10] Jørgense S, Taboubi S, Zaccour G. Cooperative advertising in a marketing channel[J]. *J of Optimization Theory and Applications*, 2001, 110(1): 145-158.
- [11] 张志勇, 李华娟, 杨磊, 等. 基于微分博弈的双渠道广告合作协调策略研究[J]. *控制与决策*, 2014, 29(5): 873-879.
- (Zhang Z Y, Li H J, Yang L, et al. Dual-channel coordination strategies on advertising cooperation based on differential game[J]. *Control and decision*, 2014, 29(5): 873-879.)
- [12] 聂佳佳, 熊中楷. 多种广告媒体下纵向合作广告的微分对策模型[J]. *管理科学学报*, 2010, 13(5): 1-10.
- (Nie J J, Xiong Z K. Differential game models of vertical cooperative advertising with multiple advertising media[J]. *J of Management Sciences in China*, 2010, 13(5): 1-10.)
- [13] 熊中楷, 聂佳佳, 熊榆. 零售商竞争下纵向合作广告的微分对策模型[J]. *管理科学学报*, 2010, 13(6): 11-22.
- (Xiong Z K, Nie J J, Xiong Y. Vertical cooperative advertising model with competing retailers in supply chains with stochastic differential game[J]. *J of Management Sciences in China*, 2010, 13(6): 11-22.)
- [14] 聂佳佳. 供应链竞争下基于微分对策的合作广告模型[J]. *系统管理学报*, 2011, 20(5): 578-588.
- (Nie J J. Cooperative advertising model with competing supply chains with differential game[J]. *J of Systems Management*, 2011, 20(5): 578-588.)
- [15] He Yi, Gou Qinglong, Wu Chuxu. Cooperative advertising in a supply chain with horizontal competition[EB/OL]. [2015-03-10]. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/607184>.
- [16] 张志. 广告投入上限的规制涵义[J]. *财经研究*, 2006, 32(1): 133-144.
- (Zhang Z. The regulatory implication of advertising revenue caps[J]. *J of Finance and Economics*, 2006, 32(1): 133-144.)
- [17] 张庶萍, 张世英. 基于微分对策的供应链合作广告决策研究[J]. *控制与决策*, 2006, 21(2): 153-157.
- (Zhang S P, Zhang S Y. Dynamic cooperative advertising strategies based on differential games in a supply chain[J]. *Control and Decision*, 2006, 21(2): 153-157.)
- [18] Zhang J, Gou Q L, Liang L. Supply chain coordination through cooperative advertising with reference price effect[J]. *Omega*, 2013, 41(2): 345-353.

(责任编辑: 闫妍)