

BOPS 模式下供应链定价与广告决策

周雄伟,高颖

(中南大学 商学院,长沙 410083)

摘要:品牌制造商和线下零售商合作实施 BOPS 模式时进行广告宣传,考虑价格和广告宣传对渠道需求的影响,构建“品牌制造商广告模型”和“线下零售商广告模型”,分析两个模型的最优决策.研究表明:随着广告效应逐渐增大,BOPS 价格、广告投放水平、传统线下渠道的价格和需求均递增.随着 BOPS 消费者比例增大,BOPS 价格和需求始终递增,广告投放水平和线下零售价格在一定条件下递增.在广告投放主体选择策略上,当 BOPS 消费者比例较小,或 BOPS 消费者比例适中且广告溢出效应较小时,由线下零售商进行广告宣传可以提高广告投放水平,并使供应链系统获得更高的利润,反之,由品牌制造商投放广告是更优的选择.

关键词:全渠道;BOPS 模式;定价策略;广告

中图分类号:F272

文献标志码:A

为了满足消费者对购物的便捷性需求,一些品牌制造商与线下零售商合作实施“线上购买,线下取货”(Buy Online and Pick Up in Store, BOPS)购物模式.例如,自行车品牌捷安特与各地线下零售商合作实施 BOPS 模式,消费者可以从捷安特在线商店挑选和购买,然后前往线下实体店取走商品. BOPS 模式使消费者既能享受线上购物的便利,又可以在实体门店进行产品体验和交付.然而, BOPS 模式在促进线上线下渠道融合的过程中,也加剧了品牌制造商和线下零售商之间的竞争.为了缓和这一矛盾,品牌制造商和线下零售商通过广告宣传扩大市场需求,缓解竞争程度.品牌制造商投放的广告一般为全国性广告,目的是提升品牌影响力,激发全国范围内消费者的普遍反响.线下零售商一般投放地方性广告,在实体店覆盖区域内通过海报、传单等方式吸引消费者进店,刺激消费者产生购买行为.

与本文有关的研究主要涉及 BOPS 全渠道模式和广告宣传两个方面.在 BOPS 模式方面, CAO 等^[1]和 SHI 等^[2]探讨了实施 BOPS 模式前后,零售商的利润变化情况. ZHANG 等^[3]将 BOPS 模式的研究拓展到竞争情形.刘金荣等^[4]和赵菊等^[5]考虑了订单取消或退货对实施 BOPS 的影响. GAO 和 SU^[6]从信息效应和便利效应的角度研究了 BOPS 模式下店铺的运营策略. JIN 等^[7]研究了 BOPS 模式的服务区域.围绕制造商和零售商合作实施 BOPS 模式时的定价与服务决策,分别探讨了零售商服务成本差异^[8]、渠道竞争程度^[9]、向上销售^[10]等因素对供应链成员决策的影响.以上研究重点考虑了 BOPS 模式实施前后企业的需求和利润变化情况,以及 BOPS 模式下的定价与服务决策,少有文献研究供应链成员合作实施 BOPS 模式时通过广告宣传扩大市场规模和缓解渠道竞争的问题.

在广告宣传方面, JØRGENSEN 等^[11]考虑了当零售商的广告对品牌形象有负面影响时,供应链成员投放广告的有效性. BERGER 等^[12]从广告营销战略的角度研究了线上线下渠道的协调整合. 高丹等^[13]研究了第三方网络平台参与下,制造商是否参与零售商广告或网络平台广告的问题. 周艳菊等^[14]考虑了广告宣传在低碳供应链中的作用. 许民利等^[15]研究了广告宣传对闭环供应链决策的影响. 此外, KARRAY 等^[16]及 TALEIZADEH 等^[17]研究了广告和定价的联合决策问题. 张旭梅等^[18]在存在异质性消费者的市场中设计了最优合作广告契约. 有关广告宣传的研究大多在单渠道、双渠道及网络平台参与的环境中进行,少有文献在

收稿日期:2021-04-30;修回日期:2021-06-12.

基金项目:国家自然科学基金(71871230)

作者简介(通信作者):周雄伟(1975—),男,湖南汨罗人,中南大学教授,博士生导师,研究方向为运营管理与服务科学、物流与供应链管理, E-mail: daweycs@126.com.

BOPS 模式下对广告宣传加以分析.

本文以实施 BOPS 模式且进行广告宣传的品牌制造商和线下零售商为研究对象,考虑了价格和广告宣传对渠道需求的影响,弥补了 BOPS 模式领域中对广告宣传研究的不足,旨在解决以下问题:(1)当品牌制造商和线下零售商合作实施 BOPS 时,价格和广告投放水平如何确定?(2)BOPS 模式和广告宣传如何影响供应链成员的最优决策?(3)在不同市场条件下,如何确定广告投放主体?为了回答上述问题,本文基于 Stackelberg 博弈方法,在品牌制造商投放广告和线下零售商投放广告两种情形下分别构建博弈决策模型,分析不同情形下品牌制造商和线下零售商的定价决策、广告投放水平决策及所得利润,为实施 BOPS 模式的 品牌制造商和线下零售商提供决策参考.

1 问题描述与模型构建

本文考虑一个品牌制造商 M 和一个线下零售商 R 组成的供应链.品牌制造商将产品批发给线下零售商,批发价格 w 基于长期协议,因此为外生变量.随后,线下零售商将产品出售给消费者,线下零售价格为 p_r .同时,品牌制造商与线下零售商合作实施 BOPS 模式,消费者以 p_b 的价格在品牌制造商的线上渠道购买,然后前往线下零售商处取走商品.

在实施 BOPS 模式时,品牌制造商和线下零售商通过广告扩大需求和缓解竞争.若由品牌制造商进行广告投放(用上标 MA 表示),广告投放水平为 A_M ,品牌制造商广告不仅可以促进 BOPS 需求,而且对线下零售商的实体店需求产生正向溢出效应,BOPS 模式需求函数 D_b^{MA} 和线下实体店渠道需求函数 D_r^{MA} 分别为:

$$D_b^{MA} = \theta a - p_b + \gamma p_r + kA_M,$$

(1)

$$D_r^{MA} = (1 - \theta)a - p_r + \gamma p_b + \delta kA_M,$$

(2)

其中 a 为基础市场规模, θ 为 BOPS 消费者比例, $(1-\theta)$ 为线下渠道消费者占比. $\gamma(0<\gamma<1)$ 为 BOPS 模式和线下实体店的价格竞争弹性系数. $k(0<k\leq 1)$ 为广告宣传对产品需求量的直接影响系数,以下称为广告效应, k 值越大反映广告对市场需求的促进作用越明显. $\delta(0<\delta<1)$ 为品牌制造商广告对线下实体店需求量的间接溢出效应系数,以下称为溢出效应, δ 值越大表示溢出效果越好.

若由线下零售商投放广告(用上标 RA 表示),广告投放水平为 A_R ,线下零售商的广告影响范围较小,只能促进线下实体店的产品销量,BOPS 模式需求函数 D_b^{RA} 和线下实体店需求函数 D_r^{RA} 分别为:

$$D_b^{RA} = \theta a - p_b + \gamma p_r,$$

(3)

$$D_r^{RA} = (1 - \theta)a - p_r + \gamma p_b + kA_R.$$

(4)

根据 JØRGENSEN 等^[11]、周艳菊等^[14]、许民利等^[15]学者的假设,品牌制造商的广告宣传费用为 $\frac{1}{2}A_M^2$,
线下零售商的广告宣传费用为 $\frac{1}{2}A_R^2$.

假设品牌制造商和线下零售商进行 Stackelberg 博弈,品牌制造商为领导者,线下零售商为跟随者.上标 MA 和 RA 分别表示品牌制造商广告模型和线下零售商广告模型,下标 b 和 r 分别表示 BOPS 模式和实体店渠道,下标 M 、 R 和 SC 分别代表品牌制造商、线下零售商和供应链系统.最优解用上标 $*$ 标注,符号说明汇总如表 1 所示.

表 1 符号说明

Tab. 1 Summary of the notations

变量	含 义	变量	含 义
θ	BOPS 消费者比例	δ	品牌制造商广告宣传对线下零售商实体店产品需求量的间接溢出效应系数(溢出效应)
a	基础市场规模	A_M	品牌制造商的广告投放水平,决策变量
p_b	BOPS 价格,决策变量	A_R	线下零售商的广告投放水平,决策变量
p_r	线下零售价格,决策变量	D_b	BOPS 模式的需求
γ	价格竞争弹性系数	D_r	线下实体店渠道的需求
k	广告对市场需求的促进作用(广告效应)	π_j^i	i 模型下 j 的利润, $i=MA,RA,j=M,R,SC$

为保证模型决策有意义,本文假设:

- (1) $D_b > 0, D_r > 0$,表明所有渠道均有正的需求;
- (2) $p_r > w > 0$,表明边际利润为正;
- (3) $p_b > w > 0$,表明批发价低于 BOPS 价格,线下零售商不会通过 BOPS 模式购买产品;
- (4) $A_M > 0, A_R > 0$,品牌制造商广告和线下零售商广告投放水平为正数;
- (5) $4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2 > 0$,保证最优解存在.

2 模型求解与分析

2.1 品牌制造商广告模型(MA)

品牌制造商广告模型中,由品牌制造商投放广告,其利润函数为:

$$\pi_M^{MA} = p_b D_b + w D_r - \frac{1}{2} A_M^2. \tag{5}$$

线下零售商的利润函数为:

$$\pi_R^{MA} = (p_r - w) D_r. \tag{6}$$

品牌制造商和线下零售商的决策目标是各自利润最大化.博弈顺序如下:第一阶段,品牌制造商决策 BOPS 价格 p_b 和广告投放水平 A_M ;第二阶段,线下零售商决策实体店价格 p_r .根据逆序法求解,最优解如命题 1 所示.

命题 1 品牌制造商广告模型中,最优的广告投放水平:

$$A_M^* = \frac{k(4w(\gamma + \delta) + a(2 + \gamma\delta)(\gamma(1 - \theta) + 2\theta))}{4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2},$$

BOPS 价格:

$$p_b^{MA*} = \frac{w(4\gamma + k^2(2\delta + \gamma\delta^2)) + 2a(\gamma(1 - \theta) + 2\theta)}{4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2},$$

线下零售价格:

$$p_r^{MA*} = \frac{w(4 - k^2(2 - \gamma\delta - 2\delta^2)) + a((4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 + \gamma\delta)(1 - \theta - \delta\theta))}{4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2}.$$

代入(1)式和(2)式可得 BOPS 需求和线下实体店需求,代入(5)式和(6)式可得到品牌制造商利润和线下零售商利润,汇总如表 2 所示.

表 2 品牌制造商广告模型的最优需求和利润
Tab. 2 Optimal demand and profit of model MA

变量	最优值
D_b^{MA*}	$\frac{w(k^2(\gamma + \delta)(2 + \gamma\delta)) + a(2 - \gamma^2)(\gamma(1 - \theta) + 2\theta)}{4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2}$
D_r^{MA*}	$\frac{w(4(-1 + \gamma^2) + k^2(2 + 5\gamma\delta + (2 + \gamma^2)\delta^2)) + a((4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 + \gamma\delta)(1 - \theta - \delta\theta))}{4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2}$
π_M^{MA*}	$\frac{2w^2(4 - (-1 + \gamma^2) + k^2(2 + 4\gamma\delta + (1 + \gamma^2)\delta^2)) + 2aw(4(1 - \theta + \gamma\theta) - k^2(2 + \gamma\delta)(1 - \theta - \delta\theta)) + a^2(\gamma(1 - \theta) + 2\theta)^2}{2(4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2)}$
π_R^{MA*}	$\frac{(w(4(-1 + \gamma^2) + k^2(2 + 5\gamma\delta + (2 + \gamma^2)\delta^2)) + a((4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 + \gamma\delta)(1 - \theta - \delta\theta)))^2}{(4(2 - \gamma^2) - k^2(2 + \gamma\delta)^2)^2}$
π_{SC}^{MA*}	$\pi_M^{MA*} + \pi_R^{MA*}$

推论 1 品牌制造商广告模型中,BOPS 消费者比例 θ 对最优决策的影响如下.

- (1)对品牌制造商最优决策的影响: $\frac{\partial A_M^*}{\partial \theta} > 0, \frac{\partial p_b^{MA*}}{\partial \theta} > 0, \frac{\partial D_b^{MA*}}{\partial \theta} > 0.$

(2)对线下零售商最优决策的影响:当 $k \leq \sqrt{\frac{4-2\gamma-\gamma^2}{(1+\delta)(2+\gamma\delta)}}$ 时, $\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial \theta} \leq 0$, $\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial \theta} \leq 0$; 当 $k >$

$\sqrt{\frac{4-2\gamma-\gamma^2}{(1+\delta)(2+\gamma\delta)}}$ 时, $\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial \theta} > 0$, $\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial \theta} > 0$.

证明 (1) $\frac{\partial A_M^*}{\partial \theta} = \frac{ak(2-\gamma)(2+\gamma\delta)}{4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2} > 0$, $\frac{\partial p_b^{MA*}}{\partial \theta} = \frac{2a(2-\gamma)}{4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2} > 0$, $\frac{\partial D_b^{MA*}}{\partial \theta} = \frac{a(2-\gamma)(2-\gamma^2)}{4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2} > 0$. (2) $\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial \theta} = \frac{a(k^2(1+\delta)(2+\gamma\delta)-(4-2\gamma-\gamma^2))}{4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2}$, $\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial \theta} = \frac{a(k^2(1+\delta)(2+\gamma\delta)-(4-2\gamma-\gamma^2))}{4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2}$, 令 $k^2(1+\delta)(2+\gamma\delta)-(4-2\gamma-\gamma^2) > 0$ 得到 $k >$

$\sqrt{\frac{4-2\gamma-\gamma^2}{(1+\delta)(2+\gamma\delta)}}$, 且满足 $\sqrt{\frac{4-2\gamma-\gamma^2}{(1+\delta)(2+\gamma\delta)}} < \sqrt{\frac{4(2-\gamma^2)}{(2+\gamma\delta)^2}}$. 因此, 当 $k > \sqrt{\frac{4-2\gamma-\gamma^2}{(1+\delta)(2+\gamma\delta)}}$ 时, 有

$\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial \theta} > 0$, $\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial \theta} > 0$; 当 $k \leq \sqrt{\frac{4-2\gamma-\gamma^2}{(1+\delta)(2+\gamma\delta)}}$ 时, 有 $\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial \theta} \leq 0$, $\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial \theta} \leq 0$. 证毕.

推论 1(1)表明, 当品牌制造商投放广告时, 广告投放水平、BOPS 价格和 BOPS 需求都随着 BOPS 消费者比例递增. 这是因为, 随着 BOPS 消费者比例的增大, 越来越多的消费者倾向于通过 BOPS 模式购物, 致使品牌制造商有动机提高 BOPS 价格, 并投放更多广告. 品牌制造商广告不仅可以扩大 BOPS 市场需求, 而且其溢出效应可以弥补线下零售商的市场规模损失, 缓解渠道冲突. 而投放更多广告导致的成本支出也可以通过升高的 BOPS 价格得到弥补. 在需求方面, 虽然价格的升高会导致 BOPS 需求在一定程度上减少, 但是不足以超过 BOPS 消费者比例的增大和广告宣传带来的需求增加量, 因此 BOPS 需求最终呈现上升的趋势.

推论 1(2)表明, 随着 BOPS 消费者比例的增大, 线下零售商的定价和需求可能下降, 但也可能呈现上升的趋势. 当广告效应较小时, 线下零售商的定价和需求随着 BOPS 消费者比例递减, 反之递增. 这是因为, BOPS 消费者比例的增大会对线下零售商产生两种可能的影响, 一方面, 越来越多的消费者从线下传统渠道转移到 BOPS 模式, 线下零售商的市场规模缩小, 利益受损. 但另一方面, 品牌制造商会提高广告投放水平, 进而对线下零售商需求产生正的溢出效应, 这会扩大线下零售商的市场需求, 使线下零售商受益. 当广告效应较小时, 线下零售商受到的负向影响更大, 需求随着 BOPS 消费者比例的增大而减小, 线下零售商的生存空间受到挤压, 不得不降低价格吸引消费者. 当广告效应较大时, 线下零售商受到的正向影响更大, 需求随 BOPS 消费者比例递增, 此时线下零售商的最优策略是和品牌制造商一起提高产品价格以获得更多利润.

推论 2 品牌制造商广告模型中, 广告效应 k 对最优决策的影响如下.

(1)对品牌制造商最优决策的影响: $\frac{\partial A_M^*}{\partial k} > 0$, $\frac{\partial p_b^{MA*}}{\partial k} > 0$, $\frac{\partial D_b^{MA*}}{\partial k} > 0$.

(2)对线下零售商最优决策的影响: $\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial k} > 0$, $\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial k} > 0$.

证明 (1) $\frac{\partial A_M^*}{\partial k} = \frac{(8-4\gamma^2+k^2(2+\gamma\delta)^2)(4w(\gamma+\delta)+a(2+\gamma\delta)(\gamma(1-\theta)+2\theta))}{(4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2)^2} > 0$,

$\frac{\partial p_b^{MA*}}{\partial k} = \frac{4k(2+\gamma\delta)(4w(\gamma+\delta)+a(2+\gamma\delta)(\gamma(1-\theta)+2\theta))}{(4-(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2)^2} > 0$,

$\frac{\partial D_b^{MA*}}{\partial k} = \frac{2k(2-\gamma^2)(2+\gamma\delta)(4w(\gamma+\delta)+a(2+\gamma\delta)(\gamma(1-\theta)+2\theta))}{(4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2)^2} > 0$.

(2) $\frac{\partial p_r^{MA*}}{\partial k} = \frac{2k(2\gamma+4\delta-\gamma^2\delta)(4w(\gamma+\delta)+a(2+\gamma\delta)(\gamma(1-\theta)+2\theta))}{(4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2)^2} > 0$,

$\frac{\partial D_r^{MA*}}{\partial k} = \frac{2k(2\gamma+4\delta-\gamma^2\delta)(4w(\gamma+\delta)+a(2+\gamma\delta)(\gamma(1-\theta)+2\theta))}{(4(2-\gamma^2)-k^2(2+\gamma\delta)^2)^2} > 0$. 证毕.

推论 2(1)说明,当品牌制造商投放广告时,BOPS 价格、广告投放水平和 BOPS 需求都随广告效应递增.这是因为,随着广告效应增大,品牌制造商意识到进行广告宣传有利可图,因此会提升广告投放水平,并提高 BOPS 价格弥补广告成本支出.在 BOPS 需求方面,广告宣传带来的需求增加量高于价格升高导致的需求减少量,因此 BOPS 需求最终呈现升高趋势.

推论 2(2)说明,线下实体店的零售价格和需求也随着广告效应的增大而增大.这是因为,品牌制造商广告会对线下零售商产生正向溢出效应,导致线下零售商需求量增加.在享受溢出效应的同时,由于不需要承担广告成本,因此线下零售商的最佳策略是和品牌制造商一起提高产品价格以获得更高利润.

2.2 线下零售商广告模型(RA)

线下零售商广告模型中,由线下零售商投放广告.品牌制造商的利润函数为:

$$\pi_M^{RA} = p_b D_b + w D_r. \tag{7}$$

线下零售商的利润函数为:

$$\pi_R^{RA} = (p_r - w) D_r - \frac{1}{2} A_R^2. \tag{8}$$

品牌制造商和线下零售商的决策目标是各自利润最大化.博弈顺序如下:第一阶段,品牌制造商决策 BOPS 价格 p_b ;第二阶段,线下零售商决策线下实体店渠道价格 p_r 和广告投放水平 A_R .根据逆序法求解.最优解如命题 2 所示.

命题 2 在线下零售商广告模型中,最优的 BOPS 价格:

$$p_b^{RA*} = \frac{w(2 - k^2)\gamma + a(\gamma(1 - \theta) + (2 - k^2)\theta)}{2(2 - k^2 - \gamma^2)};$$

线下零售价格:

$$p_r^{RA*} = \frac{w(4 - k^2(6 - \gamma^2) + 2k^4) + a(4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 - (2 - \gamma)\theta))}{2(2 - k^2 - \gamma^2)(2 - k^2)};$$

广告投放水平:

$$A_R^* = \frac{k(w(4(-1 + \gamma^2) + k^2(2 - \gamma^2)) + a((4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 - (2 - \gamma)\theta)))}{2(2 - k^2 - \gamma^2)(2 - k^2)}.$$

代入(3)式和(4)式可得 BOPS 需求和线下实体店需求,代入(7)式和(8)式可得到品牌制造商利润和线下零售商利润,汇总如表 3 所示.

表 3 线下零售商广告模型的最优需求和利润

Tab. 3 Optimal demand and profit of model RA

变量	最优值
D_b^{RA*}	$\frac{-w\gamma k^2 + a(\gamma(1 - \theta) + (2 - k^2)\theta)}{2(2 - k^2)}$
D_r^{RA*}	$\frac{w(k^2(2 - \gamma^2) + 4(-1 + \gamma^2)) + a((4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 - (2 - \gamma)\theta))}{2(2 - k^2 - \gamma^2)(2 - k^2)}$
π_M^{RA*}	$\frac{w^2(k^4\gamma^2 - 4(2 - k^2)(1 - \gamma^2)) + 2aw(k^4\gamma\theta - k^2((2 + \gamma^2)(1 - \theta) + 4\gamma\theta) + 4(1 - \theta + \gamma\theta)) + a^2(\gamma(1 - \theta) + (2 - k^2)\theta)^2}{4(2 - k^2 - \gamma^2)(2 - k^2)}$
π_R^{RA*}	$\frac{(w(k^2(2 - \gamma^2) + 4(-1 + \gamma^2)) + a((4 - \gamma^2)(1 - \theta) + 2\gamma\theta - k^2(2 - (2 - \gamma)\theta)))^2}{8(2 - k^2 - \gamma^2)^2(2 - k^2)}$
π_{SC}^{RA*}	$\pi_M^{RA*} + \pi_R^{RA*}$

推论 3 线下零售商广告模型中,BOPS 消费者比例 θ 对最优决策的影响如下.

(1)对品牌制造商最优决策的影响: $\frac{\partial p_b^{RA*}}{\partial \theta} > 0, \frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial \theta} > 0.$

(2)对线下零售商最优决策的影响: $\frac{\partial p_r^{RA*}}{\partial \theta} < 0, \frac{\partial A_R^*}{\partial \theta} < 0, \frac{\partial D_r^{RA*}}{\partial \theta} < 0$.

证明 (1) $\frac{\partial p_b^{RA*}}{\partial \theta} = \frac{a(2-k^2-\gamma)}{2(2-k^2-\gamma^2)} > 0, \frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial \theta} = \frac{a(2-k^2-\gamma)}{2(2-k^2)} > 0$. (2) $\frac{\partial p_r^{RA*}}{\partial \theta} = -\frac{a(4-k^2(2-\gamma)-2\gamma-\gamma^2)}{2(2-k^2)(2-k^2-\gamma^2)} < 0, \frac{\partial A_R^*}{\partial \theta} = -\frac{ak(4-k^2(2-\gamma)-2\gamma-\gamma^2)}{2(2-k^2)(2-k^2-\gamma^2)} < 0, \frac{\partial D_r^{RA*}}{\partial \theta} = -\frac{a(4-k^2(2-\gamma)-2\gamma-\gamma^2)}{2(2-k^2)(2-k^2-\gamma^2)} < 0$. 证毕.

推论 3(1)说明,当线下零售商投放广告时,BOPS 价格和 BOPS 需求都随着 BOPS 消费者比例递增.这是因为,随着 BOPS 消费者比例的增大,越来越多的消费者倾向于通过 BOPS 模式购物,BOPS 需求增大.并且,由于品牌制造商占据市场优势,因此有动机抬高价格以获得更高的边际利润.

推论 3(2)说明,当线下零售商投放广告时,传统线下渠道的价格和需求以及广告投放水平都随着 BOPS 消费者比例的增大而降低.这是因为,BOPS 消费者比例的增大导致线下零售商的需求降低.为了维持线下传统渠道对消费者的吸引力,线下零售商不得不降低价格.而需求和价格的降低导致线下零售商无法投入足够的资金进行广告宣传,广告投放水平下降.

推论 4 线下零售商广告模型中,广告效应 k 对品牌制造商最优决策的影响如下: $\frac{\partial p_b^{RA*}}{\partial k} > 0$; 当 $\theta < 1 - \frac{2w}{a}$ 时, $\frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial k} > 0$, 当 $\theta \geq 1 - \frac{2w}{a}$ 时, $\frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial k} \leq 0$.

证明 $\frac{\partial p_b^{RA*}}{\partial k} = \frac{k\gamma(w\gamma^2 + a(1-(1-\gamma)\theta))}{(2-k^2-\gamma^2)^2} > 0; \frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial k} = \frac{k\gamma((1-\theta)a - 2w)}{(2-k^2)^2}$, 当 $\theta < 1 - \frac{2w}{a}$ 时, $(1-\theta)a - 2w > 0$, 则 $\frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial k} > 0$, 当 $\theta \geq 1 - \frac{2w}{a}$ 时, $(1-\theta)a - 2w \leq 0$, 则 $\frac{\partial D_b^{RA*}}{\partial k} \leq 0$. 证毕.

鉴于广告效应 k 对线下零售商最优决策的影响非常复杂,因此通过数值算例来展示其变化趋势,取参数组合 $a=1, w=0.1, \gamma=0.3, \theta=0.3$ 绘制图 1.

推论 4 表明,当线下零售商投放广告时,BOPS 价格随广告效应递增.BOPS 需求随广告效应的变化还与 BOPS 消费者的比例有关,当比例较小时,BOPS 需求随线下零售商广告的效应因子递增,反之递减.图 1 表明,当线下零售商投放广告时,传统线下渠道的价格、需求及广告投放水平都随广告效应递增.

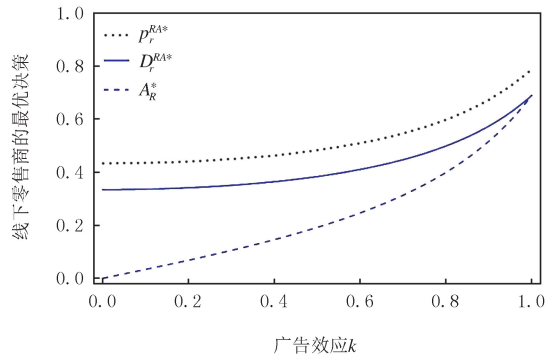


图1 广告效应 k 对线下零售商最优决策的影响

Fig.1 The impact of advertising effect k on the optimal decisions of the offline retailer

3 对比分析

3.1 $k=1$ 时对比分析

本节将对上述两个模型的均衡结果进行对比分析,参照张旭梅等^[18]的假设,令 $k=1$ 进行分析. k 取其他值时的情况将在后文通过数值模拟的方式呈现.

首先分析两种情形下的价格决策,如命题 3 所示.

命题 3 广告效应 $k=1$ 时,

(1)对比两种情形下的 BOPS 价格,可得: $p_b^{MA*} > p_b^{RA*}$.

(2)对比两种情形下传统线下渠道的价格,可得:

(a)当 $\theta < \frac{a(4-6\gamma-8\gamma^2+2\gamma^3+3\gamma^4)-w(8+2\gamma-12\gamma^2+2\gamma^3+5\gamma^4)}{a(8-4\gamma-8\gamma^2+\gamma^3+3\gamma^4)}$ 时, $p_r^{MA*} < p_r^{RA*}$.

(b)当 $\frac{a(4-6\gamma-8\gamma^2+2\gamma^3+3\gamma^4)-w(8+2\gamma-12\gamma^2+2\gamma^3+5\gamma^4)}{a(8-4\gamma-8\gamma^2+\gamma^3+3\gamma^4)} \leq \theta \leq (1-\frac{2w(1-\gamma^2)}{a(2-\gamma^2)})$ 时,存

在一个 δ_1 ,使得当 $0 < \delta \leq \delta_1$ 时, $p_r^{MA*} \leq p_r^{RA*}$, 当 $\delta_1 < \delta < 1$ 时, $p_r^{MA*} > p_r^{RA*}$.

(c)当 $\theta > 1-\frac{2w(1-\gamma^2)}{a(2-\gamma^2)}$ 时, $p_r^{MA*} > p_r^{RA*}$.

其中 $\delta_1 = \frac{\sqrt{E_1}/2 - (w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(1-\theta)(3-\gamma^2) + 2\theta))}{(2-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))}$, $E_1 = 8(2-\gamma^2)(1-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))(a(2-\gamma^2)(1-\theta) - 2w(1-\gamma^2)) + 4(w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(1-\theta)(3-\gamma^2) + 2\theta))^2$.

证明 (1) $p_b^{MA*} - p_b^{RA*} = \frac{R_1 + R_2}{2(1-\gamma^2)(4(2-\gamma^2) - (2+\gamma\delta)^2)}$, 其中 $R_1 = w(4\delta + 2\gamma(2+\delta^2) - \gamma^3(4+\delta^2)) > 0$, $R_2 = (4\theta + 4\gamma\delta\theta + \gamma^2(-4\theta + 4\delta(1-\theta) + \delta^2\theta) + \gamma^3\delta^2(1-\theta)) > 0$. 综上得到 $p_b^{MA*} - p_b^{RA*} > 0$.

(2) $p_r^{MA*} - p_r^{RA*} = f(\delta)/2(1-\gamma^2)(4(2-\gamma^2) - (2+\gamma\delta)^2)$, 其中 $f(\delta) = (2-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))\delta^2 + 2(w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(3-\gamma^2)(1-\theta) + 2\theta))\delta + 2(1-\gamma^2)(2w(1-\gamma^2) - a(2-\gamma^2)(1-\theta))$, 因为分母 $2(1-\gamma^2)(4(2-\gamma^2) - (2+\gamma\delta)^2) > 0$, 所以 $p_r^{MA*} - p_r^{RA*}$ 与 $f(\delta)$ 同正负. 易知 $f(\delta)$ 是关于 δ 的二次函数, 开口向上, 其对称轴为 $-\frac{2(w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(1-\theta)(3-\gamma^2) + 2\theta))}{2(2-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))} < 0$, 因此 $f(\delta)$ 在 $\delta \in (0, 1)$ 上递增.

(a) 若 $f(1) < 0$, 即 $\theta < \frac{a(4-6\gamma-8\gamma^2+2\gamma^3+3\gamma^4)-w(8+2\gamma-12\gamma^2+2\gamma^3+5\gamma^4)}{a(8-4\gamma-8\gamma^2+\gamma^3+3\gamma^4)}$ 时, 有

$f(\delta) < 0$ 在 $\delta \in (0, 1)$ 上成立, 则 $p_r^{MA*} < p_r^{RA*}$. (b) 若 $f(0) \leq 0 \leq f(1)$, 即 $\frac{a(4-6\gamma-8\gamma^2+2\gamma^3+3\gamma^4)-w(8+2\gamma-12\gamma^2+2\gamma^3+5\gamma^4)}{a(8-4\gamma-8\gamma^2+\gamma^3+3\gamma^4)} \leq \theta \leq (1-\frac{2w(1-\gamma^2)}{a(2-\gamma^2)})$ 时, 则存在一个

δ_1 , 使得当 $0 < \delta \leq \delta_1$ 时, $f(\delta) \leq 0$ 即 $p_r^{MA*} \leq p_r^{RA*}$, 当 $\delta_1 < \delta < 1$ 时, $f(\delta) > 0$ 即 $p_r^{MA*} > p_r^{RA*}$. 令 $f(\delta) = 0$,

得到 $\delta_1 = -\frac{\sqrt{E_1}/2 + (w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(1-\theta)(3-\gamma^2) + 2\theta))}{(2-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))}$ (舍去) 或 $\delta_1 =$

$\frac{\sqrt{E_1}/2 - (w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(1-\theta)(3-\gamma^2) + 2\theta))}{(2-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))}$, 其中 $E_1 = 8(2-\gamma^2)(1-\gamma^2)(w(2-\gamma^2) + a\gamma(\gamma(1-\theta) + \theta))(a(2-\gamma^2)(1-\theta) - 2w(1-\gamma^2)) + 4(w\gamma(1+\gamma^2) + a(\gamma(1-\theta)(3-\gamma^2) + 2\theta))^2$ 且 $E_1 > 0$. (c)

若 $f(0) > 0$, 即 $\theta > 1-\frac{2w(1-\gamma^2)}{a(2-\gamma^2)}$ 时, 有 $f(\delta) > 0$, 则 $p_r^{MA*} > p_r^{RA*}$. 证毕.

命题 3(1)给出了两种情形下 BOPS 价格的对比, 品牌制造商进行广告宣传时的 BOPS 价格始终高于线下零售商进行广告宣传时的 BOPS 价格. 相比于线下零售商进行广告宣传, 当品牌制造商自己投放广告时, 需要付出相应的成本, 因而要通过较高的价格弥补广告支出, 所以品牌制造商进行广告宣传时, 其设定的 BOPS 价格更高.

命题 3(2)给出了两种情形下传统线下渠道价格的对比. 首先, 当 BOPS 消费者比例较小时, 线下零售价格在线下零售商投放广告时更高. 回顾推论 3, 当 BOPS 消费者比例较小时, 线下零售商会加大广告宣传力度, 并通过高价弥补广告成本支出, 因此, 相比于品牌制造商投放广告, 线下零售商投放广告会设置较高的线下零售价格. 其次, 当 BOPS 消费者比例处于中间范围时, 两个情形的线下零售价格的大小关系还与品牌制造商广告的溢出效应有关. 具体分析如下, 一部分消费者由线下传统渠道转移至 BOPS 模式, 线下零售商损失了部分市场. 若品牌制造商广告溢出效应较小, 则线下零售商需要以低价维持传统渠道对消费者的吸引力. 若溢出效应较大, 则线下零售商搭上了品牌制造商全国性广告的便车, 最佳选择是采用高价获得更多利

润.最后,当 BOPS 消费者比例较大时,线下零售价格在品牌制造商投放广告时更高.回顾推论 1,当品牌制造商进行广告宣传且广告效应明显时,线下零售价格与 BOPS 消费者比例正相关.又由推论 3 可知,当线下零售商进行广告宣传时,由于 BOPS 消费者比例很大,线下零售商不得不降低价格以维持传统渠道对于消费者的吸引力.所以当 BOPS 消费者比例较大时,线下零售价格在品牌制造商投放广告时更高.

接下来分析两种情形下的最优广告投放水平,如命题 4 所示.

命题 4 广告效应 $k=1$ 时,

(1) 当 $\theta < \frac{a(8-12\gamma-16\gamma^2+8\gamma^3+7\gamma^4)-w(16-30\gamma^2+4\gamma^3+15\gamma^4)}{a(16-12\gamma-20\gamma^2+9\gamma^3+7\gamma^4)}$ 时, $A_M^* < A_R^*$;

(2) 当 $\frac{a(8-12\gamma-16\gamma^2+8\gamma^3+7\gamma^4)-w(16-30\gamma^2+4\gamma^3+15\gamma^4)}{a(16-12\gamma-20\gamma^2+9\gamma^3+7\gamma^4)} \leq \theta \leq$

$\frac{a(2-\gamma-\gamma^2)-w(2+2\gamma-3\gamma^2)}{a(4-2\gamma-\gamma^2)}$ 时,存在一个 δ_2 ,使得当 $0 < \delta \leq \delta_2$ 时, $A_M^* \leq A_R^*$,当 $\delta_2 < \delta < 1$ 时,

$A_M^* > A_R^*$;

(3) 当 $\theta > \frac{a(2-\gamma-\gamma^2)-w(2+2\gamma-3\gamma^2)}{a(4-2\gamma-\gamma^2)}$ 时, $A_M^* > A_R^*$;

其中 $\delta_2 = \frac{\sqrt{E_3} - (w(4-4\gamma-4\gamma^2+6\gamma^3) + a\gamma(4-2\gamma^2+\gamma^3(-1+\theta)-2\theta+\gamma(1+\theta)))}{\gamma^2 E_2}$, $E_2 = w(-2 +$

$3\gamma^2) + a((2-\gamma^2)(1-\theta) + \gamma\theta)$, $E_3 = (w(4-4\gamma-4\gamma^2+6\gamma^3) + a\gamma(4-2\theta+(1+\theta)\gamma-2\gamma^2-(1-\theta)\gamma^3))^2 - 4\gamma^2(1-\gamma^2)(w(2+2\gamma-3\gamma^2) + a((2-\gamma)(-1+2\theta) + \gamma^2(1-\theta)))E_2$.

证明 过程与命题 3 类似.

命题 4 表明,(1)当 BOPS 消费者比例较小时,品牌制造商占据的市场规模较小,线下零售商的较大,因此品牌制造商广告投放意愿低,而线下零售商的意愿高,所以品牌制造商广告投放水平低于线下零售商广告投放水平.(2)随着 BOPS 消费者比例逐渐增大,两个情形下广告投放水平的大小还与品牌制造商广告的溢出效应有关.当溢出效应较小时,品牌制造商广告投放水平低于线下零售商广告投放水平,反之高于.这是因为当溢出效应较大时,品牌制造商投入的广告能取得更好的市场扩张效果,因此有动机进行大规模的广告投放.(3)最后,当 BOPS 消费者比例较大时,品牌制造商的市场规模较大,线下零售商的较小,因此品牌制造商广告投放意愿高,所以品牌制造商广告投放水平更高.

3.2 $0 < k < 1$ 时数值模拟

由于解析式参数复杂,接下来通过数值模拟展示 $0 < k < 1$ 时决策变量和利润的对比情况,并进一步探讨不同市场条件下,如何确定广告投放主体的问题,参数设置为 $a=1, w=0.1, \gamma=0.3, k=0.6$.

由图 2 可知,品牌制造商投放广告时的 BOPS 价格始终高于线下零售商投放广告时的 BOPS 价格.图 3 展示了两种情形的线下零售价格对比情况,结果与命题 3 类似,图 4 展示了两种情形的广告投放水平对比情况,结果与命题 4 类似,进一步证明了模型的稳健性.

由图 5 可知,品牌制造商利润随 BOPS 消费者比例明显递增,随溢出效应略微递增.对比发现,当 BOPS 消费者比例较小时,品牌制造商能从线下零售商投放广告中获得更多利润.当 BOPS 消费者比例逐渐增大时,品牌制造商还需要考虑广告的溢出效应,当广告溢出效应较小时,品牌制造商希望由线下零售商投放广告,反之则由自己投放广告.当 BOPS 消费者比例达到一定程度时,品牌制造商能从自己的广告中获利更多.

由图 6 可知,线下零售商利润随 BOPS 消费者比例明显递减,随广告溢出效应略微递增.对比发现,当 BOPS 消费者比例较小时,线下零售商能从自身广告中获利更多.当 BOPS 消费者比例适中时,线下零售商需要考虑品牌制造商广告的溢出效应,当溢出效应较小时,线下零售商更希望自己投放广告,反之则由品牌制造商投放.当 BOPS 消费者比例较大时,线下零售商能从品牌制造商广告中获利更多.

由图 7 可知,供应链系统的利润随 BOPS 消费者比例先减小后增大,随溢出效应略微递增.当 BOPS 消费者比例较小,或 BOPS 消费者比例适中且广告溢出效应较小时,由线下零售商投放广告可以使供应链系统获得更高的利润,反之,由品牌制造商进行广告宣传是更优的选择.

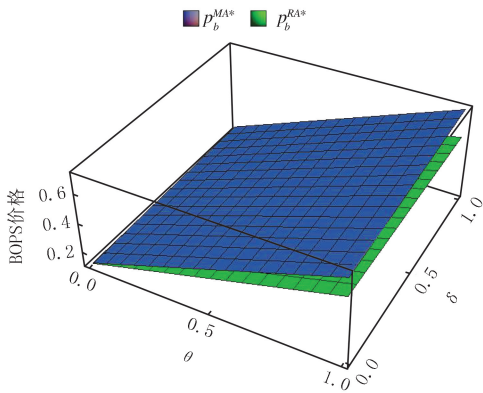


图2 BOPS价格对比图
Fig.2 Comparison of the BOPS price

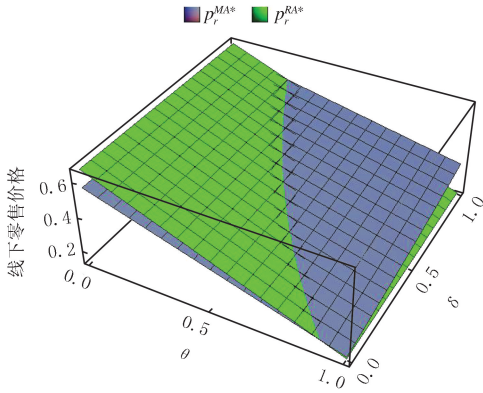


图3 线下零售价格对比图
Fig.3 Comparison of the offline retail price

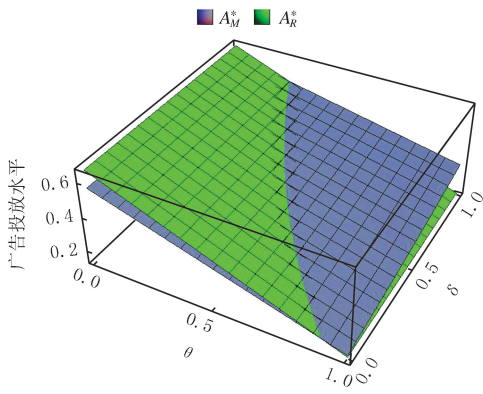


图4 广告投放水平对比图
Fig.4 Comparison of the advertising level

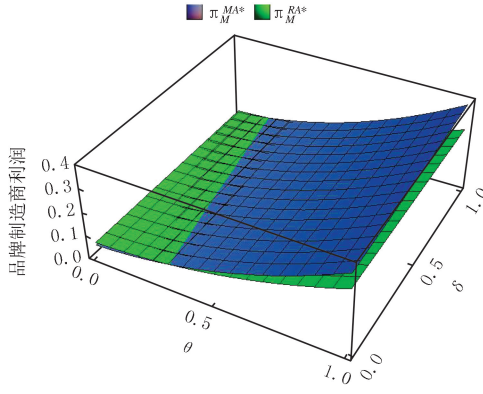


图5 品牌制造商利润对比图
Fig.5 Comparison of the profit of the brand manufacturer

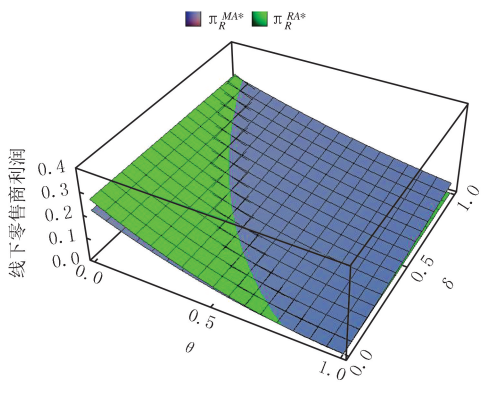


图6 线下零售商利润对比图
Fig.6 Comparison of the profit of the offline retailer

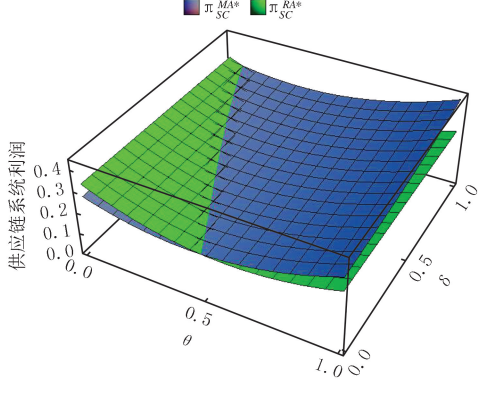


图7 供应链系统利润对比图
Fig.7 Comparison of the profit of the supply chain

4 结论与启示

本文基于 Stackelberg 博弈方法,建立了实施 BOPS 模式且进行广告宣传的供应链模型.考虑品牌制造商和线下零售商分别进行广告宣传的两种情形,得到了最优价格和广告投放水平决策,探讨了 BOPS 消费者比例和广告宣传如何影响供应链成员的最优决策,并对最优决策及利润进行了对比分析,主要结论和启示

如下:(1)当品牌制造商进行广告宣传时,随着广告效应增大,BOPS 价格和需求、广告投放水平以及传统线下渠道的价格和需求都递增;随着 BOPS 消费者比例增大,BOPS 价格和需求以及广告投放水平递增,而传统线下渠道的价格和需求的变化还受到广告效应的影响,当广告效应较小时,线下零售商的定价和需求随 BOPS 消费者比例递减,反之递增。(2)当线下零售商进行广告宣传时,随着广告效应增大,BOPS 价格、传统线下渠道的价格和需求以及广告投放水平递增;随着 BOPS 消费者比例增大,BOPS 价格和需求递增,传统线下渠道的价格和需求递减。(3)当 BOPS 消费者比例较小,或 BOPS 消费者比例适中且广告溢出效应较小时,由线下零售商投放广告可以提高广告投放水平,并使供应链系统获得更高的利润,反之,由品牌制造商进行广告宣传是更优的选择。

本文为品牌制造商和线下零售商实施 BOPS 模式且进行广告投放提供一定的见解,但仍有进一步拓展的空间。本文假设供应链成员基于完全理性和公平中性做出最优决策,未来可以考虑供应链成员的公平偏好对实施 BOPS 和进行广告宣传的影响。

参 考 文 献

- [1] CAO J, SO K C, YIN S Y. Impact of an "online-to-store" channel on demand allocation, pricing and profitability[J]. *European Journal of Operational Research*, 2016, 248(1): 234-245.
- [2] SHI X T, DONG C W, CHENG T C E. Does the buy-online-and-pick-up-in-store strategy with pre-orders benefit a retailer with the consideration of returns?[J]. *International Journal of Production Economics*, 2018, 206: 134-145.
- [3] ZHANG P, HE Y, ZHAO X. "Preorder-online, pickup-in-store" strategy for a dual-channel retailer[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 122: 27-47.
- [4] 刘金荣, 徐琪, 陈敏. 考虑网络退货和渠道成本时全渠道 BOPS 定价与服务决策[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(9): 56-67.
LIU J R, XU Q, CHEN Q. Pricing and service decision of omni-channel BOPS: Considering online return and channel cost[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(9): 56-67.
- [5] 赵菊, 程薇嘉, 章斌. 基于 BOPS 的渠道整合策略[J]. *运筹与管理*, 2020, 176(11): 133-141.
ZHAO J, CHENG W J, ZHANG B. Channel integration strategy based on BOPS[J]. *Operations Research and Management Science*, 2020, 176(11): 133-141.
- [6] GAO F, SU X. Omnichannel retail operations with buy-online-and-pick-up-in-store[J]. *Management Science*, 2017, 63(8): 2478-2492.
- [7] JIN M, LI G, Cheng T C E. Buy online and pick up in-store: Design of the service area[J]. *European Journal of Operational Research*, 2018, 268(2): 613-623.
- [8] 刘咏梅, 周笛, 陈晓红. 考虑线下零售商服务成本差异的 BOPS 渠道整合[J]. *系统工程学报*, 2018, 33(1): 90-102.
LIU Y M, ZHOU D, CHEN X H. Channel integration of BOPS considering off-line sales effort differences[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2018, 33(1): 90-102.
- [9] 范辰, 刘咏梅, 陈晓红. 考虑渠道竞争和消费者行为的 BOPS 定价与服务合作[J]. *系统工程学报*, 2018, 33(3): 387-397.
FAN C, LIU Y M, CHEN X H. Pricing and service cooperation in BOPS implementation: Considering channel competition and consumer behavior[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2018, 33(3): 387-397.
- [10] 范辰, 刘咏梅, 陈晓红. 考虑向上销售和渠道主导结构的 BOPS 定价与服务合作[J]. *中国管理科学*, 2018, 26(3): 101-108.
FAN C, LIU Y M, CHEN X H. Pricing and service cooperation with "Buy-Online, Pick-up-in-Store": Considering upselling effect and leadership structures[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2018, 26(3): 101-108.
- [11] JØRGENSEN S, TABOUBI S, ZACCOUR G. Retail promotions with negative brand image effects: Is cooperation possible?[J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 150(2): 395-405.
- [12] BERGER P D, LEE J, WEINBERG B D. Optimal cooperative advertising integration strategy for organizations adding a direct online channel[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 2006, 57(8): 920-927.
- [13] 高丹, 王义宝, 陈敬文. 面向网络零售平台的合作广告策略研究[J]. *中国管理科学*, 2020, 28(9): 176-187.
GAO D, WANG Y B, CHEN J W. Cooperative advertising models in supply chains with online platform[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2020, 28(9): 176-187.
- [14] 周艳菊, 鲍茂景, 陈晓红, 等. 基于公平关切的低碳供应链广告合作-减排成本分担契约与协调[J]. *中国管理科学*, 2017, 25(2): 121-129.
ZHOU Y J, BAO M J, CHEN X H, et al. Co-op advertising and emission reduction cost sharing contract and coordination in low-carbon supply chain based on fairness concerns[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2017, 25(2): 121-129.
- [15] 许民利, 郭爽, 简惠云. 考虑企业社会责任和广告效应的闭环供应链决策[J]. *管理学报*, 2019, 16(4): 615-623.
XU M L, GUO S, JIAN H Y. Research on closed-loop supply chain decision considering corporate social responsibility and advertising effect[J]. *Chinese Journal of Management*, 2019, 16(4): 615-623.

[16] KARRAY S, AMIN S H.Cooperative advertising in a supply chain with retail competition[J].International Journal of Production Research,2015,53(1):88-105.

[17] TALEIZADEH A A,CHARMCHI M.Optimal advertising and pricing decisions for complementary products[J].Journal of Industrial Engineering International,2015,11(1):111-117.

[18] 张旭梅,李梦丽,但斌,等.考虑异质消费者的线下到线上供应链合作广告契约设计[J].管理工程学报,2021,35(1):168-178.

ZHANG X M,LI M L,DAN B,et al.Cooperative advertising contract design in an offline to online supply chain with heterogeneous consumers[J].Journal of Industrial Engineering/Engineering Management,2021,35(1):168-178.

Pricing and advertising level decisions in a supply chain under BOPS mode

Zhou Xiongwei, Gao Ying

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Considering the impact of price and advertisements on channel demand, we establish two models when a brand manufacturer and an offline retailer cooperate to adopt BOPS mode and carry out advertising. We find that, with the increase of advertising effect, the BOPS price, the advertising level, and the offline retail price and demand all increase. With the increase of the proportion of BOPS consumers, the BOPS price and BOPS demand increase, the advertising level and the offline retail price increase under certain conditions. When the proportion of BOPS consumers is small, or the proportion of BOPS consumers is moderate and spillover effect is small, advertisements by the offline retailer can increase the advertising level and make the supply chain system a higher profit. Otherwise, advertisements by the brand manufacturer is better.

Keywords: omni-channel; BOPS mode; pricing strategy; advertising

[责任编辑 陈留院 赵晓华]

本期专家介绍



周雄伟,中南大学教授,博士,博士生导师,服务科学与服务管理研究中心主任,运营与供应链研究中心专家,南加州大学马歇尔商学院访问学者,中国运筹学会随机服务与运作管理分会理事,中国系统工程学会可持续运营与管理系统分会理事,湖南系统工程与管理学会工业工程分会副会长.主要从事战略与决策管理、物流与供应链管理、运营管理与服务科学、电子商务与营销科学、金融科技等方面的研究工作.主持国家自然科学基金面上项目 2 项,参与国家自然科学基金重大项目、重大研究计划项目、国际合作重大项目、重点项目和国家社科基金重大项目等

多项.已在 *Journal of Business Ethics*,《管理科学学报》《中国管理科学》《中国工业经济》等期刊发表原创论文多篇.担任湖南省自然科学基金会评审专家,国家自然科学基金委管理科学部通讯评审人,担任 *Annals of Operation Research*, *International Journal of Production Research*,《管理科学学报》和《中国工业经济》等杂志审稿人.

刘维清,江西理工大学教授(二级),江西理工大学理学院物理电子系主任,物理电子学博士,江西省百千万人才人选,江西省中青年学科带头人,江西省井冈之星青年科学家培养对象,北京市优秀博士毕业论文获得者,江西省物理学会理事,曾在新加坡国立大学和美国加州大学洛杉矶分校访学,中国科学院武汉物理与数学研究所博士后.主持国家自然科学基金项目 3 项,江西省科技项目 7 项,获江西省自然科学二等奖 1 项,江西省自然科学三等奖 1 项,获江西省高等学校科技成果一等奖、二等奖各 1 项.在 *Journal of Physics*, *Nonlinear Dynamics*, *Physical Review E*, *Chaos* 等期刊上发表 SCI 收录论文 39 篇.获得授权国家发明专利 2 件,在科学出版社出版学术专著 1 部.主要从事混沌动力学、时空混沌、混沌同步和反同步控制、统计物理基本问题等方面的研究.



本刊微信公众号已开通.您可搜索“河南师范大学学报自然科学版”或扫描二维码关注.感谢您的关注! 欢迎向我刊投稿.