

# 控制与决策

Control and Decision

BOPS模式下基于成本共担契约的供应链协调策略

江玉庆, 刘利平, 刘帆

引用本文:

江玉庆, 刘利平, 刘帆. BOPS模式下基于成本共担契约的供应链协调策略[J]. *控制与决策*, 2022, 37(3): 690–700.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.1263>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

[考虑Showrooms效应的供应链定价与渠道模式策略](#)

Strategies of pricing and channel mode in a supply chain considering Showrooms effect

*控制与决策*. 2021, 36(12): 2891–2900 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0877>

[低碳环境下双渠道供应链线上线下广告策略的微分博弈分析](#)

Differential game analysis of online and offline advertising strategies in a dual channel supply chain under low-carbon background

*控制与决策*. 2020, 35(11): 2707–2714 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.1721>

[风险规避制造商市场入侵策略](#)

Market encroachment strategy of risk-averse manufacturer

*控制与决策*. 2021, 36(10): 2528–2536 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1819>

[损失厌恶下考虑参照利润效应的供应链决策模型](#)

Decision model of supply chain considering reference profit under loss aversion

*控制与决策*. 2020, 35(11): 2810–2816 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0094>

[不同担保模式下考虑零售商公平关切的闭环供应链博弈模型](#)

Game models of closed-loop supply chain under different warranty modes considering retailer's fairness concerns

*控制与决策*. 2021, 36(6): 1489–1498 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1328>

# BOPS 模式下基于成本共担契约的供应链协调策略

江玉庆<sup>1†</sup>, 刘利平<sup>2</sup>, 刘帆<sup>1</sup>

(1. 南京大学 工程管理学院, 南京 210093; 2. 南京师范大学 商学院, 南京 210023)

**摘要:** 随着线上线下融合的全渠道零售兴起, 线上购买线下自提 (buy online and pickup in store, BOPS) 模式成为供应链管理领域的热点问题. 针对由制造商与具有销售努力行为的线下零售商构成的提供 BOPS 服务的全渠道供应链, 构建 BOPS 销量计入线上渠道和 BOPS 销量计入线下渠道整合模型, 探讨不同 BOPS 销量整合模式下供应链的定价及销售努力策略, 进一步分析基于销售努力成本共担机制实现全渠道供应链的协调问题. 研究结果表明: 基准情形下的集中决策有助于提高销售努力水平并提升供应链整体绩效; 分散决策中 BOPS 销量计入线上渠道能让供应链系统获利更多. 在满足参与约束的前提下, 不同 BOPS 销量整合模型中成本共担契约的实施均能够缓解双重边际化效应, 激励零售商提高销售努力水平, 实现供应链系统收益的帕累托改进.

**关键词:** 全渠道; 成本共担契约; 线上购买线下取货; 销售努力; 供应链协调; 定价策略

中图分类号: TP273

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2020.1263

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 江玉庆, 刘利平, 刘帆. BOPS 模式下基于成本共担契约的供应链协调策略[J]. 控制与决策, 2022, 37(3): 690-700.

## Coordination strategy for supply chain with a cost sharing contract under BOPS mode

JIANG Yu-qing<sup>1†</sup>, LIU Li-ping<sup>2</sup>, LIU Fan<sup>1</sup>

(1. School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. School of Business, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** With the rise of omnichannel retailing of online and offline integration, the shopping option of buy online and pickup in store (BOPS) has gained increasing attention. This paper focuses on the coordination of an omnichannel supply chain consisted of one online manufacturer and one offline retailer with sales efforts under the BOPS model. Based on the game theory and optimization theory, we derive the integration models of BOPS sales counted in online channels and BOPS sales counted in offline channels, and study the coordination problem of the omnichannel supply chain based on sales effort cost allocation mechanism. The conclusions show that centralized decision-making can improve the level of sales efforts and the overall performance of the supply chain, and BOPS sales counted in online channels can make the supply chain system more profitable. Under the premise of meeting the participation constraints, the cost-sharing contract in different BOPS channel integration models can alleviate the double marginalization effect, stimulate the improvement of sales effort effectively, and achieve Pareto improvement of the supply chain system's revenue and effectively coordinate the omnichannel supply chain.

**Keywords:** omnichannel; cost sharing contract; buy online and pickup in store; sales effort; supply chain coordination; pricing strategy

## 0 引言

在移动互联网及大数据技术快速发展的背景下, 传统商超与网络零售开启了新一轮的自我升级和迭代, 线上线下融合成为零售行业发展新趋势. 其中, 实现渠道整合、优化消费体验的线上购买线下自

提 (BOPS) 模式成为零售业线上线下融合的经典模式. 相关研究表明, BOPS 模式能够实现电商和实体店用户流量转化、线上线下库存信息共享、消费者不同场景下的一站式购物<sup>[1-2]</sup>. 许多国内外的零售企业纷纷为消费者提供 BOPS 服务, 如快时尚品牌 Zara、

收稿日期: 2020-09-11; 录用日期: 2021-01-19.

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(71801124); 教育部人文社会科学研究青年项目(19YJC630103); 南京大学优秀博士研究生创新能力提升计划 B 项目(202001B017).

†通讯作者. E-mail: jiangyq0906@163.com.

美妆零售品牌屈臣氏等统一线上线下产品零售价,为消费者提供了线上购买+门店自提服务.在丰富了用户购物场景的同时,也让消费者享受试穿、试用等服务,弥补了线上产品无法实际挑选和判断的缺陷.快时尚零售巨头优衣库通过门店自提方式,打造线上线下联动,在解决电商库存不足的同时有效缩短消费者等待物流配送时间,为消费者提供当场试穿、更换颜色尺寸、免费修改裤长等服务,升级了消费者购物体验<sup>[3]</sup>.

在全渠道零售实践中,实现线上线下渠道间融合不仅需要克服诸多技术瓶颈,更需要供应链成员间良好的配合及协作<sup>[4]</sup>.实践中BOPS增加了零售店的销售努力成本,渠道竞争的加剧更使得BOPS所带来的利好消弭.在BOPS销量整合方面,企业有分别采取BOPS销量计入线下和线上渠道两种策略. BOPS销量计入线下渠道指制造商将BOPS订单全数计入线下零售商的销售业绩中,如优衣库在渠道整合过程中通常将线上自提类订单纳入实体店销售额. BOPS销量计入线上渠道是指BOPS订单全数计入制造商的销售业绩中,如天猫超市和实体便利店进行合作便采取这一策略.对于不同的BOPS销量整合策略,在影响供应链成员的最优决策和利润的同时,也对实施BOPS后零售商与制造商之间的销售努力成本分担契约提出了挑战.因此,研究基于全渠道实务背景,量化对比在不同BOPS销量整合模型下的全渠道零售运作中的定价及服务策略,引入销售努力成本分担契约机制解决供应链的决策协调和利润分配问题,以实现全渠道供应链的全局最优化,对于全渠道零售实践具有重要的理论和实践意义.

BOPS作为全渠道零售的营销模式,近年来引起了学者的广泛关注.文献[5]从异质性的消费者效用入手,考察了BOPS对实体店业务的影响,提出实体店中销量疲软的产品适合提供BOPS服务;文献[6]利用实体店和线上渠道的零售商实证数据,研究了BOPS策略对销售利润和渠道转移效应的影响;文献[7]提出了优化BOPS服务区域策略,并根据不同的订单取消政策比较了BOPS和ROPS(reserve online pickup and pay in store)策略;文献[8]从线下实体店服务成本差异化角度入手,考虑单位补偿和销量计入线下两类BOPS渠道整合问题,分析了BOPS消费者比例对供应链决策及利润的影响;文献[9]考虑同时开通传统、BOPS和线上渠道的全渠道系统,基于消费者效用考虑在线上渠道投放优惠券时零售企业的渠道整合策略.

制造商与零售商合作实施BOPS的同时,需要相应的契约机制来合理分配利润.以往的渠道协调形式包括批发价格契约、回购契约、收益分享、成本分担及销售返利等形式<sup>[10-12]</sup>.文献[13]基于可持续供应链系统视角,证明了销售努力成本分担、收益共享契约和两部制契约能够协调供应链,提升销售努力水平;文献[14]提出当制造商开通线上渠道与零售商竞争时,采取积分返利与利润共享联合机制能够协调O2O利润的分配,缓解渠道竞争效应并实现参与成员的帕累托改进;文献[15]基于全渠道合作视角,探讨了BOPS模式下供应链定价与服务合作决策,提出了零售商主导下的单位补偿契约机制;文献[16]针对零售商与体验店组成的O2O供应链构建了不同情形的委托代理模型,研究了不对称信息下存在BOPS时零售商线上推荐策略与激励机制设计问题.由于零售商在传统渠道与BOPS模式下需要付出经营成本,在实施BOPS的全渠道供应链中,零售商需要付出多少努力才能更好地平衡BOPS带来的效益与付出的成本是供应链决策的关键问题.如文献[17]将销售努力和渠道返利纳入到供应链中,研究回馈策略下零售商努力因素、退货契约等对供应链的协调作用;文献[18]考虑了销售努力影响模糊需求时,在对称信息和非对称信息下二级供应链的激励问题;文献[19]研究了当销售努力水平和物流努力水平影响市场需求时,双边努力成本分担机制下的网购供应链协调问题.

综上所述,很多学者从不同角度考虑了供应链中BOPS模式的定价及渠道整合策略,但在不同BOPS销量整合模式下如何通过服务成本的共担来实现全渠道供应链协调的研究还非常有限.本研究以单个线上制造商与单个线下零售商组成的全渠道供应链系统为研究对象,考虑制造商在线上渠道销售产品、零售商在传统渠道为消费者提供线下体验服务的同时,与制造商合作提供BOPS服务.研究在全渠道供应链中引入BOPS模式以及线下零售商的销售努力因素,分析BOPS销量分别计入线上渠道和线下渠道时实施销售努力成本分担契约下的全渠道供应链协调机制.在具体分析中,首先建立全渠道供应链集中决策模型,其次分析分散决策下BOPS销量分别计入线上渠道和线下渠道时的供应链决策,并对应建立销售努力成本共担模型,分析不同BOPS销量整合情形中成本分担契约实现供应链成员效益帕累托改进的条件,最后通过算例分析研究结论的有效性,以期为新零售企业的BOPS实践提供理论和方法指导.

### 1 问题描述

考虑一个控制传统实体店的零售商与一个控制线上直销渠道的制造商组成的供应链,零售商以单位批发价  $w$  从制造商处进货,同时与线上制造商合作提供 BOPS 服务,消费者在线上下单购买后可选择附近实体店提货并接受服务. 零售商需要根据到店消费者个性化的服务要求,通过销售努力为消费者提供高质量的购物体验. 但零售商在提高服务质量的同时需要付出一定的销售努力成本,如实体店中提供售前指导和售后服务的员工薪资、员工培训、质量指导、协调和管理等成本. 结合零售实践(如迪卡侬与优衣库企业的 BOPS 策略)和研究可行性,本文作如下假设:

- 1) 在提供 BOPS 的全渠道供应链中,所有渠道的产品采取同价策略.
- 2) BOPS 消费者选择线上下单并支付后,去实体店享受服务并取货.
- 3) 零售商为进店的消费者提供的销售努力水平为  $s$ ,销售努力成本<sup>[20-21]</sup>为  $c(s) = \beta s^2/2$ ,其中  $\beta > 1$  表示努力成本对销售努力的敏感系数. 该成本参数表明,随着零售商销售努力水平的提高,其边际成本不断增加.

根据文献 [8] 的研究,依据购物方式的不同可将消费者分为 3 类: 1) 仅选择实体店购买的传统消费者,此类消费者的需求为  $D_s = \lambda_1 a + s - p$ . 其中:  $\lambda_1$  表示与市场总需求相比传统渠道需求的规模系数,  $a$  表示市场总需求. 2) 在线上渠道下单后到店自提的 BOPS 类消费者,由于零售商提供的服务会对该类消费者产生积极影响,此部分消费需求为  $D_b = \lambda_2 a + s - p$ ,其中  $\lambda_2$  表示与市场总需求相比 BOPS 渠道需求的规模系数. 3) 在线上渠道购买并选择直邮到家的消费者,此部分消费者并不受零售商服务水平的影响,其消费需求为  $D_o = (1 - \lambda_1 - \lambda_2)a - p$ . BOPS 模式下全渠道供应链模型如图 1 所示.

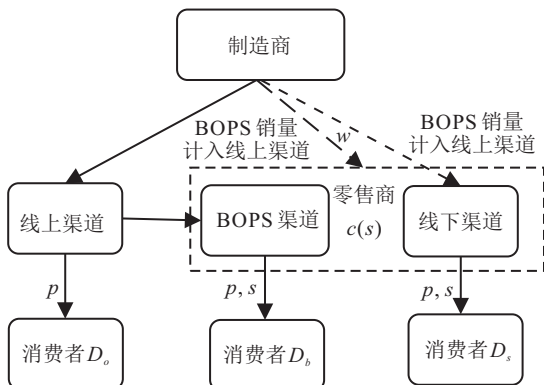


图 1 BOPS 模式下全渠道供应链结构

本研究首先考虑集中决策下全渠道供应链的协调决策,之后考虑分散决策中不同 BOPS 销量整合模式下制造商与零售商之间的 Stackelberg 博弈. 博弈过程为: 首先制造商提供一个合理的成本分担契约机制(契约因子  $\delta$  和  $\phi$ ); 其次零售商决定实体店的销售努力水平  $s$ , 制造商根据销售努力水平确定批发价格  $w$ ; 最后零售商根据批发价格决定产品零售价  $p$ . 采取此博弈顺序的原因如下: 1) 借鉴文献 [22] 研究假设努力水平和定价决策在现实中是分开的, 类似的决策顺序见文献 [23]; 2) 销售努力决策是策略性的, 对于服务场所和人员培训等资本投入短时间内不易经常改变. 用上标  $T$ 、 $D_1$ 、 $C_1$ 、 $D_2$ 、 $C_2$  分别表示集中决策、BOPS 销量计入线上渠道、BOPS 销量计入线上渠道时采用成本分担契约、BOPS 销量计入线下渠道、BOPS 销量计入线下渠道时采用成本分担契约,  $\pi_s$ 、 $\pi_m$  和  $\pi_r$  分别表示供应链系统、制造商和零售商的利润, 上标 \* 表示最优值.

### 2 模型构建与求解

#### 2.1 基准模型

作为一个基准, 首先考虑集中决策, 即制造商和零售商属于统一的整体, 通过决定最优销售努力水平  $s$  与零售价格  $p$  使得供应链系统利润最大化. 基准情形下全渠道供应链的利润函数为

$$\pi_s^T = p(D_s + D_b + D_o) - c(s) = p(a + 2s - 3p) - \frac{\beta s^2}{2}. \quad (1)$$

求解  $\max_{p,s} \pi_s^T$  对应的  $(p, s)$  值, 即为基准情形下的最优决策. 根据利润函数的凹性, 可得如下定理.

**定理 1** 基准情形下: 产品最优单位零售价格  $p^{T*} = \frac{\beta a}{6\beta - 4}$ ; 零售商的销售努力水平  $s^{T*} = \frac{a}{3\beta - 2}$ ; 传统渠道、BOPS 渠道和线上直销渠道的需求分别为

$$\begin{aligned} D_s^{T*} &= \frac{(6\beta - 4)\lambda_1 a + (2 - \beta)a}{6\beta - 4}, \\ D_b^{T*} &= \frac{(6\beta - 4)\lambda_2 a + (2 - \beta)a}{6\beta - 4}, \\ D_o^{T*} &= \frac{(6\beta - 4)(1 - \lambda_1 - \lambda_2)a - \beta a}{6\beta - 4}; \end{aligned}$$

全渠道供应链系统的最优利润为

$$\pi_s^{T*} = \frac{3\beta^2 a^2 - 2\beta a^2}{(6\beta - 4)^2}.$$

#### 2.2 分散决策模型

在分散式全渠道供应链中, 制造商与零售商是风险中性和完全理性的个体, 以各自利润最大化为原则进行决策. 制造商和零售商分别决策批发价格  $w$ 、产

品零售价  $p$  及销售努力水平  $s$ . 此部分考虑了当 BOPS 销量分别计入线上渠道和线下渠道时, 销售努力水平影响需求下的全渠道供应链决策, 且分析了不同情形下制造商采用成本分担契约对双方决策行为的影响以及能否协调全渠道供应链.

**2.2.1 BOPS 销量计入线上渠道**

BOPS 销量计入线上渠道意味着 BOPS 消费者订单利润全部属于制造商, 零售商无需以批发价采购 BOPS 订单, 此时制造商的利润优化问题为

$$\max_w \pi_m^{D_1} = wD_s + p(D_b + D_o) = w(\lambda_1 a + s - p) + p[(1 - \lambda_1)a + s - 2p], \quad (2)$$

零售商的决策问题为

$$\max_{p,s} \pi_r^{D_1} = (p - w)D_s - c(s) = (p - w)(\lambda_1 a + s - p) - \beta \frac{s^2}{2}. \quad (3)$$

利用逆向归纳法求解模型 (2) 和 (3), 可得分散式决策下供应链成员的最佳决策和利润, 具体见如下定理.

**定理 2** 当 BOPS 销量计入线上渠道时: 产品单位批发价格  $w^{D_1^*} = \frac{(1 - 2\lambda_1)a}{4}$ ; 零售商的销售努力水平  $s^{D_1^*} = \frac{(6\lambda_1 - 1)a}{4(2\beta - 1)}$ ; 产品最优单位零售价格  $p^{D_1^*} = \frac{(2\beta\lambda_1 + \beta + 2\lambda_1 - 1)a}{4(2\beta - 1)}$ ; 传统渠道需求  $D_s^{D_1^*} = \frac{(6\beta\lambda_1 - \beta)a}{4(2\beta - 1)}$ ; BOPS 渠道需求为  $D_b^{D_1^*} = \frac{[4(2\beta - 1)\lambda_2 + (4\lambda_1 - 2\beta\lambda_1 - \beta)]a}{4(2\beta - 1)}$ ;

线上直销渠道需求为

$$D_o^{D_1^*} = \frac{[7\beta + 2\lambda_1 - 10\beta\lambda_1 - 3 - 4(2\beta - 1)\lambda_2]a}{4(2\beta - 1)}$$

零售商的利润为

$$\pi_r^{D_1^*} = \frac{\beta(6\lambda_1 - 1)^2 a^2}{32(2\beta - 1)}$$

制造商的利润为

$$\pi_m^{D_1^*} = \frac{(12\beta\lambda_1 + 2\beta + 6\lambda_1 - 3)(1 - 2\lambda_1)a^2}{16(2\beta - 1)}$$

供应链系统利润为

$$\pi_s^{D_1^*} = \frac{[\beta(6\lambda_1 - 1)^2 + 2(12\beta\lambda_1 + 2\beta + 6\lambda_1 - 3)(1 - 2\lambda_1)]a^2}{32(2\beta - 1)}$$

**2.2.2 BOPS 销量计入线下渠道**

在全渠道实践中, 为了提高线下零售商的服务积极性, 一些制造商会将 BOPS 销量全部计入线下零售商销售业绩中, 如快消品牌优衣库在渠道整合过程

中将线上下单门店自提类的订单全部计入门店销量中. 因此本小节分析 BOPS 销量计入线下渠道时全渠道供应链的协调决策, 此时制造商的利润优化问题为

$$\max_w \pi_m^{D_2} = w(D_s + D_b) + pD_o = w[(\lambda_1 + \lambda_2)a + 2s - 2p] + p[(1 - \lambda_1 - \lambda_2)a - p], \quad (4)$$

零售商的利润优化问题为

$$\max_{p,s} \pi_r^{D_2} = (p - w)(D_s + D_b) - c(s) = (p - w)[(\lambda_1 + \lambda_2)a + 2s - 2p] - \beta \frac{s^2}{2}. \quad (5)$$

同样利用逆向归纳法求解模型 (4) 和 (5), 可得 BOPS 销量计入线下渠道时供应链成员的最佳决策和利润, 具体见如下定理.

**定理 3** 当 BOPS 销量计入线下渠道时: 产品批发价格  $w^{D_2^*} = \frac{5\beta(2 - \lambda_1 - \lambda_2)a + 8(\lambda_1 + \lambda_2 - 1)a}{2(25\beta - 16)}$ ; 零售商的销售努力水平  $s^{D_2^*} = \frac{4(3\lambda_1 + 3\lambda_2 - 1)a}{25\beta - 16}$ ; 产品最优单位零售价格为

$$p^{D_2^*} = \frac{5\beta(2\lambda_1 + 2\lambda_2 + 1)a + 8(\lambda_1 + \lambda_2 - 1)a}{2(25\beta - 16)}$$

最优传统渠道、BOPS 渠道和线上直销渠道的需求分别为

$$D_s^{D_2^*} = \frac{5\beta(8\lambda_1 - 2\lambda_2 - 1)a + 16(\lambda_2 - \lambda_1)a}{2(25\beta - 16)},$$

$$D_b^{D_2^*} = \frac{5\beta(8\lambda_2 - 2\lambda_1 - 1)a + 16(\lambda_1 - \lambda_2)a}{2(25\beta - 16)},$$

$$D_o^{D_2^*} = \frac{5\beta(9 - 12\lambda_1 - 12\lambda_2)a - 24(1 - \lambda_1 - \lambda_2)a}{2(25\beta - 16)}$$

零售商的利润为

$$\pi_r^{D_2^*} = \frac{\beta a^2 X^2}{2(25\beta - 16)}$$

制造商的利润为

$$\pi_m^{D_2^*} = \frac{125\beta^2 a^2 Y + 16a^2(12Z^2 + 25\beta Z)}{4(25\beta - 16)^2}$$

供应链系统利润为

$$\pi_s^{D_2^*} = \frac{\beta a^2 X^2}{2(25\beta - 16)} + \frac{125\beta^2 a^2 Y + 16a^2(12Z^2 + 25\beta Z)}{4(25\beta - 16)^2}$$

为方便表述, 令

$$X = 3\lambda_1 + 3\lambda_2 - 1,$$

$$Y = (1 + 4\lambda_1 + 4\lambda_2 - 6\lambda_1^2 - 6\lambda_2^2 - 12\lambda_1\lambda_2),$$

$$Z = \lambda_1 + \lambda_2 - 1.$$

考虑到现实的合理性, 本文的最优价格和销售努

力决策需满足非负,非负约束条件为  $\frac{1}{6} < \lambda_1 < \frac{1}{2}$  且  $\frac{1}{3} < \lambda_1 + \lambda_2 < \frac{10\beta - 8}{5\beta - 8}$ . 结合此约束条件以及参数  $\beta > 1$  的取值范围,比较分散决策和基准模型下的最优销售努力水平可得

$$s^{T*} = \frac{a}{3\beta - 2} > s^{D_1*} = \frac{(6\lambda_1 - 1)a}{4(2\beta - 1)},$$

$$s^{T*} = \frac{a}{3\beta - 2} > s^{D_2*} = \frac{4(3\lambda_1 + 3\lambda_2 - 1)}{25\beta - 16}.$$

由上述分析可知,无论BOPS销量计入线上还是线下渠道,分散决策中零售商的最优销售努力水平均低于基准情形下全渠道供应链的销售努力水平.因此分散式决策下的全渠道供应链没有实现协调,其主要原因在于分散决策中制造商和零售商都从自身利益最大化出发考虑问题,导致双重边际化效应.这种情况也是现实中普遍存在的现象,因此有必要对全渠道供应链采取一定的契约机制进行协调,从而实现全渠道供应链整体及各方利益的最大化.

### 2.2.3 BOPS销量整合模式对供应链均衡的影响

**引理1** 通过比较不同BOPS销量整合模式下的供应链均衡运作结果可知:

- 1) 当  $\lambda_2 < \frac{5\beta + 16\lambda_1 - 40\beta\lambda_1}{16 - 10\beta}$  时,  $w^{D_1*} > w^{D_2*}$ ;
- 2) 当  $\lambda_2 < \frac{7\beta - 48\lambda_1 + 54\beta\lambda_1}{48(2\beta - 1)}$  时,  $s^{D_1*} > s^{D_2*}$ ;
- 3) 当  $\lambda_2 < \lambda_{21}$  时,  $p^{D_1*} > p^{D_2*}$ ;
- 4) 当  $\beta < \frac{48E}{7(6\lambda_1 - 1)^2 + 96E}$  时,  $\pi_r^{D_1*} > \pi_r^{D_2*}$ ;
- 5) 当参数  $(\lambda_1, \lambda_2, \beta)$  满足条件  $B\lambda_2^2 + C\lambda_2 > \frac{D(25 - 16\beta)^2 - 4(2\beta - 1)A}{4(2\beta - 1)}$  时,  $\pi_m^{D_1*} > \pi_m^{D_2*}$ ;
- 6) 当参数  $(\lambda_1, \lambda_2, \beta)$  满足  $\Delta_1 > 0$  时,  $\pi_s^{D_1*} > \pi_s^{D_2*}$ .

**证明**

$$w^{D_1*} - w^{D_2*} = \frac{(5\beta + 16\lambda_1 - 40\beta\lambda_1 + (10\beta - 16)\lambda_2)a}{4(25\beta - 16)} \Rightarrow$$

$$w^{D_1*} > w^{D_2*} \Leftrightarrow \lambda_2 < \frac{5\beta + 16\lambda_1 - 40\beta\lambda_1}{16 - 10\beta},$$

$$s^{D_1*} - s^{D_2*} = \frac{(7\beta - 48\lambda_1 + 54\beta\lambda_1 - 48(2\beta - 1)\lambda_2)a}{4(2\beta - 1)(25\beta - 16)} \Rightarrow$$

$$s^{D_1*} > s^{D_2*} \Leftrightarrow \lambda_2 < \frac{7\beta - 48\lambda_1 + 54\beta\lambda_1}{48(2\beta - 1)},$$

$$p^{D_1*} - p^{D_2*} = [(10\beta^2\lambda_1 + 5\beta^2 + 6\beta\lambda_1 + \beta - 16\lambda_1) - 4(2\beta - 1)(5\beta + 4)\lambda_2]a / (4(2\beta - 1)(25\beta - 16)).$$

令  $\lambda_{21} = \frac{10\beta^2\lambda_1 + 5\beta^2 + 6\beta\lambda_1 + \beta - 16\lambda_1}{4(2\beta - 1)(5\beta + 4)}$ , 因此当  $\lambda_2 < \lambda_{21}$  时, 有  $p^{D_1*} > p^{D_2*}$ , 且

$$\pi_r^{D_1*} - \pi_r^{D_2*} = \frac{[(48 - 96\beta)(9\lambda_1 + 3\lambda_2 - 2)(\lambda_2 - \lambda_1) - 7\beta(6\lambda_1 - 1)^2]\beta a^2}{32(2\beta - 1)(25\beta - 16)}.$$

令  $E = (9\lambda_1 + 3\lambda_2 - 2)(\lambda_2 - \lambda_1)$ , 因此当  $\beta < \frac{48E}{7(6\lambda_1 - 1)^2 + 96E}$  时,  $\pi_r^{D_1*} > \pi_r^{D_2*}$ , 且

$$\pi_m^{D_1*} - \pi_m^{D_2*} = \frac{[D(25\beta - 16)^2 - 4(2\beta - 1)(A + B\lambda_2^2 + C\lambda_2)]a^2}{16(2\beta - 1)(25\beta - 16)^2}.$$

其中

$$A = 125\beta^2(1 + 4\lambda_1 - 6\lambda_1^2) + 192(\lambda_1 - 1)^2 + 400\beta(\lambda_1 - 1),$$

$$B = 6(32 - 125\beta^2),$$

$$C = 4(125\beta^2(1 - 3\lambda_1) + 4(25\beta + 24(\lambda_1 - 1))),$$

$$D = (12\beta\lambda_1 + 2\beta + 6\lambda_1 - 3)(1 - 2\lambda_1).$$

因此, 当参数  $(\lambda_1, \lambda_2, \beta)$  满足条件  $B\lambda_2^2 + C\lambda_2 > \frac{D(25 - 16\beta)^2 - 4(2\beta - 1)A}{4(2\beta - 1)}$  时,  $\pi_m^{D_1*} > \pi_m^{D_2*}$ , 且

$$\pi_s^{D_1*} - \pi_s^{D_2*} = \frac{(\beta(6\lambda_1 - 1)^2 + 2D)t^2 a^2}{32(2\beta - 1)} - \left( \frac{(B + 18\beta t)\lambda_2^2 a^2}{4t^2} + \frac{(A + 2\beta t(3\lambda_1 - 1)^2 + (C + 12\beta t(3\lambda_1 - 1))\lambda_2)a^2}{4t^2} \right).$$

令  $t = (25\beta - 16)$ ,  $\Delta_1 = (\beta(6\lambda_1 - 1)^2 + 2D)t^2 - 8(2\beta - 1)(A + 2\beta t(3\lambda_1 - 1)^2 + (C + 12\beta t(3\lambda_1 - 1))\lambda_2 + (18\beta t + B)\lambda_2^2)$ , 因此, 当参数  $(\lambda_1, \lambda_2, \beta)$  满足  $\Delta_1 > 0$  时,  $\pi_s^{D_1*} > \pi_s^{D_2*}$ .  $\square$

## 3 基于成本分摊协调机制的优化研究

在无契约机制时全渠道供应链无法实现协调, 根据已有供应链协调研究可知, 成本分担契约的应用较为普遍. 结合全渠道供应链的特点, 制造商为了激励零售商合作实施BOPS, 可以采用销售努力成本分担契约机制. 假定成本分担的契约因子为  $\delta$ ,  $\delta$  表示零售商承担销售服务成本的比例,  $1 - \delta$  是制造商提出愿意承担销售服务成本的比例.

### 3.1 BOPS销量计入线上渠道

当BOPS销量全部计入线上渠道时, 在销售努力成本分担契约下, 制造商的利润优化问题为

$$\max_w \pi_m^{C_1*} = wD_s + p(D_b + D_o) - (1 - \delta)c(s) =$$

$$w(\lambda_1 a + s - p) + p[(1 - \lambda_1)a + s - 2p] - (1 - \delta)\beta \frac{s^2}{2}, \quad (6)$$

零售商的利润优化问题为

$$\max_{p,s} \pi_r^{C1*} = (p - w)D_s - \delta c(s) = (p - w)(\lambda_1 + s - p) - \delta\beta \frac{s^2}{2}. \quad (7)$$

求解顺序与分散决策类似,根据逆向归纳法求解模型(6)和(7)可得到如下定理.

**定理4** 在销售服务成本共担契约下且BOPS销量计入线上渠道时:当参数关系满足条件  $\delta > \frac{1}{2\beta}$  时,  $\pi_r^{C1*}$  是关于  $s$  与  $p$  的联合凹函数,零售商的销售努力水平  $s^{C1*} = \frac{(6\lambda_1 - 1)a}{4(2\delta\beta - 1)}$ ; 产品最优单位零售价格  $p^{C1*} = \frac{(2\delta\beta\lambda_1 + \delta\beta + 2\lambda_1 - 1)a}{4(2\delta\beta - 1)}$ ; 产品单位批发价格  $w^{C1*} = \frac{(1 - 2\lambda_1)a}{4}$ ; 传统渠道、BOPS渠道和线上直销渠道需求分别为

$$D_s^{C1*} = \frac{\delta\beta(6\lambda_1 - 1)a}{4(2\delta\beta - 1)},$$

$$D_b^{C1*} = \frac{[4(2\delta\beta - 1)\lambda_2 + (4\lambda_1 - 2\delta\beta\lambda_1 - \delta\beta)]a}{4(2\delta\beta - 1)},$$

$$D_o^{C1*} = \frac{[7\delta\beta + 2\lambda_1 - 10\delta\beta\lambda_1 - 3 - 4(2\delta\beta - 1)\lambda_2]a}{4(2\delta\beta - 1)};$$

零售商的利润为

$$\pi_r^{C1*} = \frac{\delta\beta(6\lambda_1 - 1)^2 a^2}{32(2\delta\beta - 1)};$$

制造商的利润为

$$\pi_m^{C1*} = \frac{(12\delta\beta\lambda_1 + 2\delta\beta + 6\lambda_1 - 3)(1 - 2\lambda_1)a^2}{16(2\delta\beta - 1)} - \frac{(1 - \delta)\beta(6\lambda_1 - 1)^2 a^2}{32(2\delta\beta - 1)^2};$$

供应链系统利润为

$$\pi_s^{C1*} = \frac{(\delta\beta(6\lambda_1 - 1)^2 + ((12\lambda_1 + 2)\delta\beta + 6\lambda_1 - 3)(2 - 4\lambda_1))a^2}{32(2\delta\beta - 1)} - \frac{(1 - \delta)\beta(6\lambda_1 - 1)^2 a^2}{32(2\delta\beta - 1)^2}.$$

为确保双方接受销售服务成本分担契约,需要保证在此契约下制造商和零售商的利润都是帕累托改进的,即供应链成员的利润要大于分散决策下的利润. 因此在接受契约后零售商的利润满足  $\pi_r^{C1*} \geq \pi_r^{D1*}$ , 制造商的利润需满足  $\pi_m^{C1*} \geq \pi_m^{D1*}$ , 双方愿意积极参与执行服务成本分担契约. 通过比较  $\pi_r^{C1*}$  与  $\pi_r^{D1*}$ 、 $\pi_m^{C1*}$  与  $\pi_m^{D1*}$  可以得到供应链成员接受销售服务成本契约的参与约束条件,具体见如下引理.

**引理2** 当BOPS销量全部计入线上渠道,销售服务成本分担比例满足下式时:

$$1 > \delta \geq \frac{(6\lambda_1 - 1)(2\beta - 1) + 8(1 - 2\lambda_1)}{16\beta(1 - 2\lambda_1)},$$

销售努力成本分担契约能够提高零售商的销售服务水平,实现制造商、零售商、消费者和供应链系统利益的帕累托改进.

**证明**

$$\pi_r^{C1*} - \pi_r^{D1*} = \frac{(6\lambda_1 - 1)^2(1 - \delta)\beta a^2}{32(2\delta\beta - 1)(2\beta - 1)} > 0,$$

$$\pi_m^{C1*} - \pi_m^{D1*} =$$

$$(6\lambda_1 - 1)(1 - \delta)\beta a^2 [8(1 - 2\lambda_1)(2\delta\beta - 1) -$$

$$(6\lambda_1 - 1)(2\beta - 1)] / (32(2\delta\beta - 1)^2(2\beta - 1)).$$

当  $\delta \geq \frac{(6\lambda_1 - 1)(2\beta - 1) + 8(1 - 2\lambda_1)}{16\beta(1 - 2\lambda_1)}$  时,  $\pi_m^{C1*} \geq \pi_m^{D1*}$ , 又有

$$\frac{(6\lambda_1 - 1)(2\beta - 1) + 8(1 - 2\lambda_1)}{16\beta(1 - 2\lambda_1)} > \frac{1}{2\beta}. \quad \square$$

### 3.2 BOPS 销量计入线下渠道

当BOPS销量全部计入线下渠道时,制造商为了激励零售商提高销售努力水平,同样采用销售努力成本分担契约协调供应链. 假定成本分担的契约因子为  $\phi$ ,  $\phi$  为零售商承担销售服务成本的比例,  $1 - \phi$  是制造商提出愿意承担销售服务成本的比例. 在销售努力成本分担契约下,制造商的利润优化问题为

$$\max_w \pi_m^{C2} = w(D_s + D_b) + pD_o - (1 - \phi)c(s) =$$

$$w[(\lambda_1 + \lambda_2)a + 2s - 2p] + p[(1 - \lambda_1 - \lambda_2)a - p] - (1 - \phi)\beta \frac{s^2}{2}, \quad (8)$$

零售商的利润优化问题为

$$\max_{p,s} \pi_r^{C2} = (p - w)(D_s + D_b) - \phi c(s) =$$

$$(p - w)[(\lambda_1 + \lambda_2)a + 2s - 2p] - \phi\beta \frac{s^2}{2}. \quad (9)$$

同样利用逆向归纳法求解模型(8)和(9),可以得到如下定理.

**定理5** 当BOPS销量计入线下渠道时:在销售努力成本共担契约下,当参数关系满足条件  $\phi > 16/(25\beta)$  时,产品单位批发价格为

$$w^{C2*} = \frac{5\phi\beta(2 - \lambda_1 - \lambda_2)a + 8(\lambda_1 + \lambda_2 - 1)a}{2(25\phi\beta - 16)};$$

销售努力水平为

$$s^{C2*} = \frac{4(3\lambda_1 + 3\lambda_2 - 1)a}{25\phi\beta - 16};$$

产品最优零售价格为

$$p^{C_2^*} = \frac{5\phi\beta(2\lambda_1 + 2\lambda_2 + 1)a + 8(\lambda_1 + \lambda_2 - 1)a}{2(25\phi\beta - 16)};$$

传统渠道、BOPS渠道和线上直销渠道需求分别为

$$D_s^{C_2^*} = \frac{5\phi\beta(8\lambda_1 - 2\lambda_2 - 1)a + 16(\lambda_2 - \lambda_1)a}{2(25\phi\beta - 16)},$$

$$D_b^{C_2^*} = \frac{5\phi\beta(8\lambda_2 - 2\lambda_1 - 1)a + 16(\lambda_1 - \lambda_2)a}{2(25\phi\beta - 16)},$$

$$D_o^{C_2^*} = \frac{5\phi\beta(9 - 12\lambda_1 - 12\lambda_2)a - 24(1 - \lambda_1 - \lambda_2)a}{2(25\phi\beta - 16)};$$

零售商的利润为

$$\pi_r^{C_2^*} = \frac{\phi\beta a^2 X^2}{2(25\phi\beta - 16)};$$

制造商的利润为

$$\pi_m^{C_2^*} = \frac{125\phi^2\beta^2 a^2 Y + 16a^2[12Z^2 + 25\phi\beta Z - 2\beta(1 - \phi)X^2]}{4(25\phi\beta - 16)^2};$$

供应链系统利润为

$$\pi_s^{C_2^*} = \frac{\phi\beta a^2 X^2}{2(25\phi\beta - 16)} + \frac{125\phi^2\beta^2 a^2 Y + 16a^2[12Z^2 + 25\phi\beta Z - 2\beta(1 - \phi)X^2]}{4(25\phi\beta - 16)^2}.$$

当BOPS销量计入线下渠道时,为使制造商和零售商均接受销售努力成本分担契约,需要保证在此契约下双方的利润都是帕累托改进的,即在接受契约后零售商的利润满足  $\pi_r^{C_2^*} \geq \pi_r^{D_2^*}$ , 制造商的利润需满足  $\pi_m^{C_2^*} \geq \pi_m^{D_2^*}$ , 双方愿意积极参与执行销售努力成本分担契约. 通过比较  $\pi_r^{C_2^*}$  与  $\pi_r^{D_2^*}$ 、 $\pi_m^{C_2^*}$  与  $\pi_m^{D_2^*}$  可以得到供应链成员接受销售努力成本分担契约的参与约束条件,具体见如下引理.

**引理3** 当BOPS销量计入线下渠道,供应链成员采用销售努力成本分担契约时,只有成本分担比例  $1 > \phi \geq \max\left\{H, \frac{16}{25\beta}\right\}$ , 且满足下式时:

$$H =$$

$$\frac{25[80\beta Y - 12(25\beta - 32)Z^2 + 256Y] + 2X^2(25\beta - 16)^2}{25[10\beta Y(25\beta - 8) + 300\beta Z^2 + 625\beta^2 Z]}$$

该契约才能够提高零售商的销售服务水平,实现制造商、零售商、消费者和供应链系统利益的帕累托改进,达到全渠道供应链系统的全局最优化.

**证明**

$$\pi_r^{C_2^*} - \pi_r^{D_2^*} = \frac{16\beta(1 - \phi)(3\lambda_1 + 3\lambda_2 - 1)^2 a^2}{2(25\phi\beta - 16)(25\beta - 16)} \geq 0,$$

$$\begin{aligned} \pi_m^{C_2^*} - \pi_m^{D_2^*} = & -8\beta(1 - \phi)a^2 X^2 / (25\phi\beta - 16)^2 + \\ & 400\beta(1 - \phi)a^2 [10\beta Y ((25\beta - 8)\phi - 8) + \\ & 12Z^2(25\beta(1 + \phi) - 32) + Y(625\beta^2\phi - 256)] / \\ & (4(25\phi\beta - 16)^2(25\beta - 16)^2). \end{aligned}$$

当  $\phi \geq H$  时,  $\pi_m^{C_2^*} \geq \pi_m^{D_2^*}$ , 结合定理5中的参数约束  $\phi > \frac{16}{25\beta}$ , 引理3得证. □

**4 算例分析**

为进一步考察不同BOPS销量整合模式下销售努力成本分担契约的协调效果,首先通过模型参数的设计和计算进行决策与收益对比分析. 其次,考虑当BOPS销量分别计入线上和线下渠道时制造商的成本分担比例、零售商的销售努力成本系数对供应链成员决策及利润的影响.

**4.1 决策与收益对比分析**

在保证参数满足上文约束的条件下,为不失一般性,假设全渠道供应链具有如下市场特征:市场基本需求量  $a = 25$ , 仅去传统渠道购买的需求规模系数  $\lambda_1 = 0.3$ , 选择BOPS渠道购买的需求规模系数  $\lambda_2 = 0.2$ , 零售商的销售努力成本系数  $\beta = 1.6$ . 当BOPS销量计入线上渠道时,销售努力成本分担契约因子  $\delta = 0.6$ . 当BOPS销量计入线下渠道时,销售努力成本分担契约因子  $\phi = 0.6$ . 不同决策模式下变量和利润的数值如表1所示.

表1 不同模型下的计算结果

模型	$w^*$	$s^*$	$p^*$	$\pi_r^*$	$\pi_m^*$	供应链利润
$T$	—	8.9286	7.1429	—	—	89.2857
$D_1$	2.5000	2.2727	6.1364	9.0909	55.1136	64.2045
$D_2$	4.1667	2.0833	6.2500	5.2083	56.4236	61.6319
$C_1$	2.5000	5.4348	7.7174	13.0435	61.4721	74.5156
$C_2$	5.0000	6.2500	8.7500	9.3750	57.8125	67.1875

由表1可知,供应链成员在分散决策时的利益博弈使得供应链总利润显著降低. 此外,基准情形下零售商的决策变量销售服务水平高于分散决策下的服务水平,因此消费者在集中决策下能够享受更高的服

务质量. 无论BOPS销量计入线下还是线上渠道,在满足参与约束时,销售努力成本分担契约都能够有效改善供应链绩效,激励零售商提高销售服务水平,实现全渠道供应链的有效协调,使制造商、零售商和消

费者的利益均实现帕累托改进.其原因在于,当制造商为零售商分担销售努力成本时,零售商有更多动力提供销售服务,这一举措提升了到店消费者的购买意愿,刺激了市场需求,进一步增加了零售商的利润.成本分担契约的收益提升超过了制造商的成本支出,因此制造商也得到了绩效改进.因此,就供应链成员利润而言,销售努力成本分担契约满足联盟利益分配的个体理性,与引理2和引理3的结论一致.这显示了恰当的契约协调的必要性,能够消除分散决策下双方利润互相制衡的状态.虽然基准情形下供应链系统利润远高于分散情形中的系统利润,销售努力成本分担契约不能完全协调分散式供应链,但能够对分散决策下的供应链绩效实现帕累托改进,提升分散决策模式下的供应链绩效水平.

### 4.2 制造商成本分担比例的敏感度分析

在销售努力成本分担契约中,制造商分担的销售努力成本比例对零售商的实体店服务水平产生直接影响.下面将分析在不同的BOPS利益分配情形下成本分担比例对供应链成员定价决策及利润的影响.根据前文假设:当BOPS销量计入线上渠道时,零售商承担 $\delta$ 部分的销售服务成本,制造商承担 $(1-\delta)$ 部分的服务成本;当BOPS销量计入线下渠道时,零售商承担 $\phi$ 部分的销售服务成本,制造商承担 $(1-\phi)$ 部分的服务成本.根据引理2和引理3,销售服务成本分担比例 $\delta$ 和 $\phi$ 需满足双方的参与约束,在不同的制造商成本分担比例下,供应链成员的决策和利润如图2和图3所示.

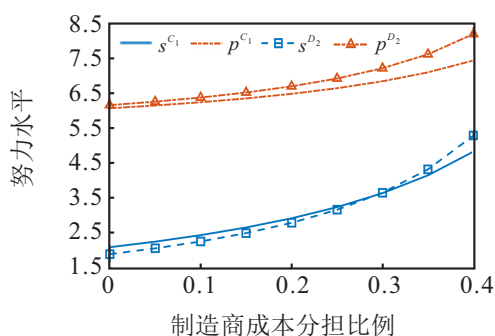


图2 制造商成本分担比例对价格和努力水平的影响

由图2可知,在不同的BOPS销量整合模型中,当成本分担比例发生变化时,产品零售价与销售努力水平的变化趋势相似,均随着制造商成本分担比例的增加而增加.制造商对销售努力成本的分担激励了零售商实体店的销售努力水平投入,且制造商成本分担比例越高,越能提升实体店销售服务水平.在成本分担契约下产品零售价提高的原因有两点:第一,零售

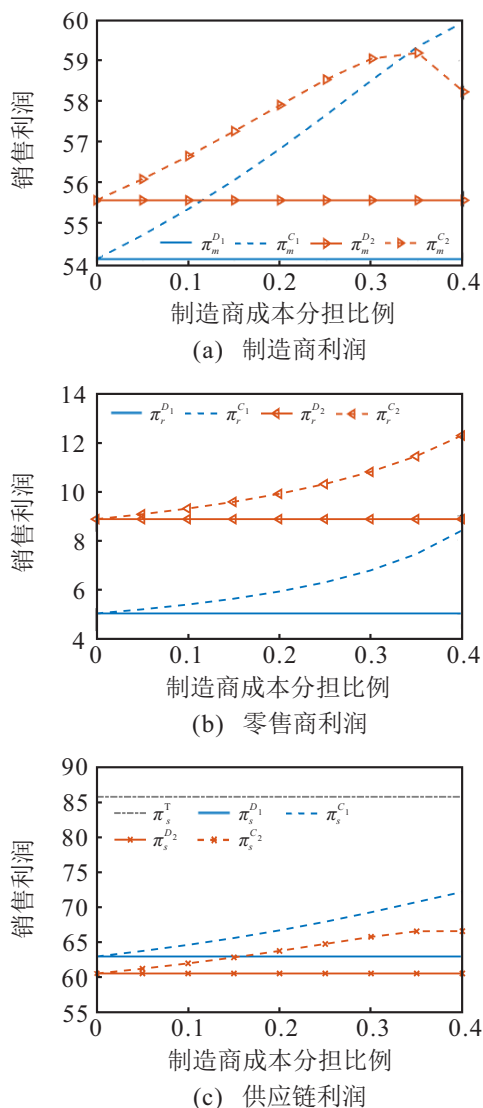


图3 制造商成本分担比例对利润的影响

商提高了实体店销售努力水平,可相应制定较高的零售价格;第二,制造商从增加的零售价格中可以获取成本分担的补偿.随着成本分担比例的增加,销售努力水平曲线较零售价曲线的上升趋势更为陡峭,说明制造商对零售商服务成本共担比例增加时,零售商销售努力水平的增加幅度大于零售价格的增加幅度.

由图3(a)可以看出,在不同的BOPS销量整合模型中,制造商承担了部分实体店的销售努力成本后利润却较无成本分担时增加,说明制造商在成本分担情境下从实体店提高的销售服务水平中受益.当BOPS销量计入线上渠道时,采取成本分担契约后制造商的利润随着自身成本分担比例的增加而增加;当BOPS销量计入零售商的线下渠道时,采取成本分担契约后制造商的利润随着自身成本分担比例的增加呈现先增加后递减的趋势.由图3(b)可以看出,在不同的BOPS销量整合模型中,采取销售努力成本分担契约机制的零售商利润水平较之不分担成本时有大幅度

上升. 因此, 销售努力成本分担契约是供应链成员的最优选择, 在不同情形下找到合适的分担比例机制设计, 能够激励零售商和制造商参与合作. 此外, 在其他参数均相同时, BOPS 销量计入线下渠道时零售商的利润水平要低于 BOPS 销量计入线上渠道时的利润水平, 这是因为当 BOPS 销量计入线下渠道时, 制造商可以设定较高的批发价格调整全渠道的利润分配, 此时零售商的利润空间被急剧压缩, 因此零售商的整体利润水平较低.

图3(c)进一步直观表示了成本分担比例对全渠道供应链系统利润的影响, 在不同的 BOPS 销量整合模型中, 成本分担契约下的系统利润均大于无成本分担分散决策情形下的系统利润, 实施成本分担契约后全渠道供应链系统绩效得到改善且制造商和零售商的利润都有所提高. 图2和图3揭示的管理启示是: 销售努力水平不仅会影响市场产品价格和需求, 也会直接影响供应链成员的利润. 在现实经济活动中, 销售努力水平决策可以作为一项有效措施, 用于改善供应链成员的绩效, 对企业管理决策具有一定的参考价值.

### 4.3 努力成本系数的敏感度分析

在其他参数不变的前提下, 分析当成本分担契约因子  $\delta = 0.7$ 、 $\phi = 0.7$  时销售努力成本系数变化对销售努力水平、产品零售价及供应链成员利润的影响, 结果如图4和图5所示.

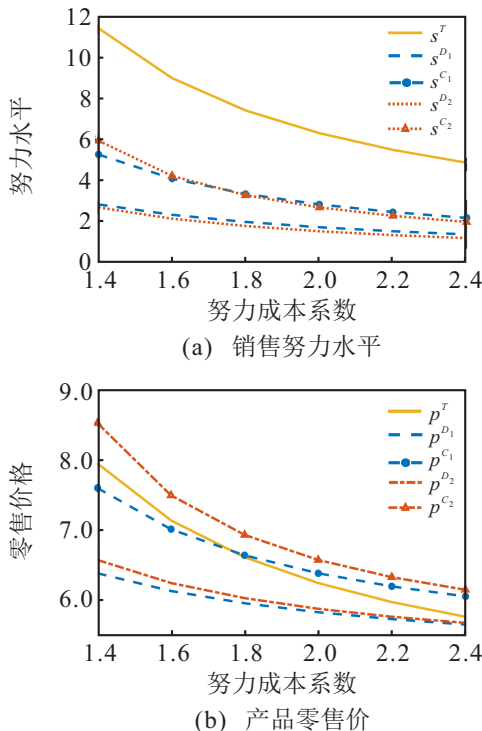


图4 努力成本系数对销售努力水平及产品零售价的影响

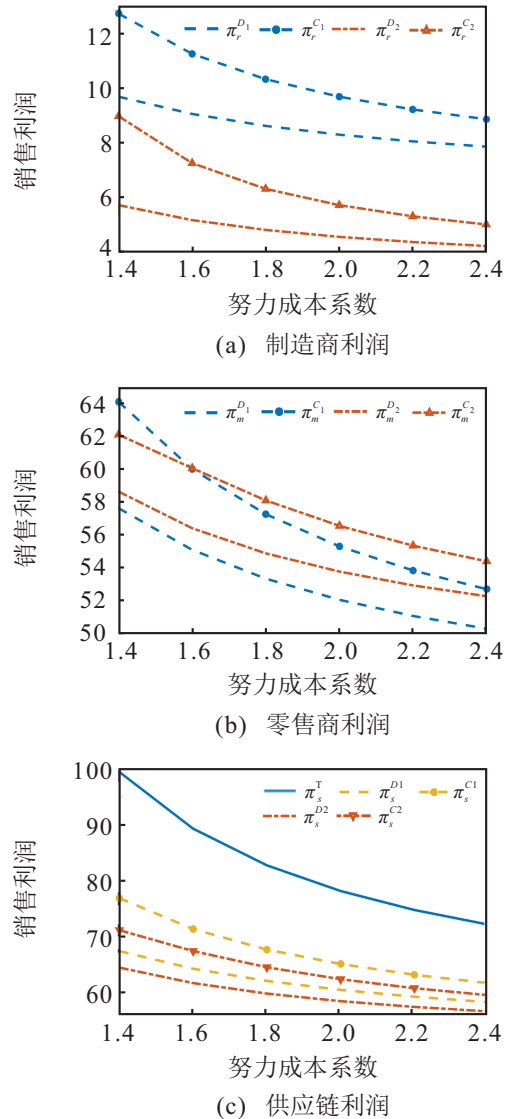


图5 努力成本系数对利润的影响

由图4(a)可以看出, 随着努力成本系数的增加, 基准模型、分散决策和契约设计下零售商的销售努力水平都有所下降, 但集中决策下零售商的服务水平下降速度更快. 此外, 在不同的 BOPS 销量整合模式中, 成本分担契约下的销售努力水平均高于无契约设计下分散式决策中的销售努力服务水平. 由图4(b)可以看出, 随着努力成本系数的增加, 不同决策情形下产品零售价都有所下降. 这是因为实体店销售努力水平的降低减少了消费者购买意愿, 零售商需要降低产品价格获得更多利润, 且在采取销售努力成本分担契约后, 产品零售价的定价范围与集中决策下定价范围相似, 均高于无契约设计下分散式决策中的产品零售价.

由图5可知, 制造商、零售商和供应链系统的利润都随着服务成本系数的增加而减少, 集中决策下供应链系统利润远大于分散决策下的供应链系统利润, 而分散决策中成本共担契约下决策主体利润始终大

于无契约设计下决策主体的利润. 在不同的BOPS销量整合模式中, 供应链采用销售努力成本分担契约后, 双方利润都能实现帕累托改善. 此外, 随着努力成本系数的增加, 不同BOPS销量整合模式下各决策主体在有成本分担契约与无契约下的利润差距不断减少, 这表明零售商在实体店经营过程中, 其提供销售努力所付出的成本越大, 成本分担契约协调的优越性越小. 图4和图5揭示的管理启示是: 制造商和零售商的价格决策都会受到销售努力水平决策的影响, 且这种影响具有双面性, 制造商在确定批发价格以及成本分担因子时, 需要充分考虑销售努力水平的成本系数所带来的双面影响, 才能更有效发挥决策优势. 此外, 无论从制造商还是零售商的立场来看, 二者均具意愿签订销售努力成本分担契约, 且通过协商可以实现双方的共赢.

## 5 结 论

电子商务和移动互联网的发展为传统零售业带来了巨大变革, 全渠道融合成为零售商超行业发展趋势. 本文研究了由制造商和零售商同时开通线下、线上和BOPS渠道时的全渠道供应链, 讨论基准情形和分散决策下不同BOPS销量整合模式下的最优定价及零售商销售努力水平, 分析了销售努力成本分担契约的优化机制, 进而得出以下结论:

1) 与分散决策相比, 基准情形可以最大程度地优化全渠道供应链系统利润, 使得零售商的销售努力水平达到最佳状态. 但在市场运作中, 实现完全的集中决策需要电商企业布局物流配送、营业网点等建设, 投入成本巨大. 相比而言, 供应链分散决策下销售努力成本分担契约能够部分克服“双重边际效应”障碍, 是优于无契约设计时的现实选择.

2) 在不同的BOPS销量整合模式中, 相比BOPS销量计入线下渠道, 全渠道供应链能够从BOPS销量计入线上渠道中获得更高的利润. 两种BOPS销量整合模式中, 在满足参与约束的前提下, 销售努力成本分担契约均能够激励零售商提高销售努力水平, 实现制造商与零售商利润的帕累托改进. 在实践活动中, 决策主体可以根据上述讨论对全渠道运营进行市场趋势预测并及时调整相关参数来实现供应链效益最优化.

本文研究在为全渠道供应链企业提供BOPS实践决策指导的同时, 也丰富了全渠道零售方向的理论研究, 但本文仍有其局限性: 首先, 仅探讨了成本信息对称的情形, 未来可在信息不对称方面的决策做进一

步完善; 其次, 针对新零售企业实施BOPS后线上引流线下带动实体店销量的事实, 可以进一步探讨交叉销售在全渠道模式中的作用, 从而丰富全渠道供应链的研究.

## 参考文献(References)

- [1] Ailawadi K L, Farris P W. Managing multi-and omni-channel distribution: Metrics and research directions[J]. *Journal of Retailing*, 2017, 93(1): 120-135.
- [2] Gao F, Su X M. Online and offline information for omnichannel retailing[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2017, 19(1): 84-98.
- [3] 刘金荣, 徐琪, 陈啟. 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.)
- [4] 张雪梅, 陈浩然, 刘志, 等. 考虑Showrooms效应的供应链定价与渠道模式策略[J]. *控制与决策*, 2021, 36(12): 2891-2900.  
(Zhang X M, Chen H R, Liu Z, et al. Strategies of pricing and channel mode in a supply chain considering Showrooms effect[J]. *Control and Decision*, 2021, 36(12): 2891-2900.)
- [5] Gao F, Su X M. Omnichannel retail operations with buy-online-and-pick-up-in-store[J]. *Management Science*, 2017, 63(8): 2478-2492.
- [6] Gallino S, Moreno A, Stamatopoulos I. Channel integration, sales dispersion, and inventory management[J]. *Management Science*, 2017, 63(9): 2813-2831.
- [7] Jin M, Li G, Cheng T C E, et al. 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] 李宗活, 杨文胜, 刘晓红, 等. 全渠道零售企业在线投放优惠券的渠道整合策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2020, 40(3): 630-640.  
(Li Z H, Yang W S, Liu X H, et al. Channel integration strategy for omnichannel retail enterprise with online coupon[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2020, 40(3): 630-640.)
- [10] 许明辉, 杨东升, 胡兵, 等. 零售商温和不公平厌恶下

- 的回购合约与渠道协调[J]. 控制与决策, 2020, 35(1): 174-182.  
(Xu M H, Yang D S, Hu B, et al. Channel coordination with buy-back contracts and a mild inequity-averse retailer[J]. Control and Decision, 2020, 35(1): 174-182.)
- [11] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts[J]. Handbooks in Operations Research and Management Science, 2003, 11: 227-339.
- [12] 曹裕, 刘培培, 胡韩莉. 基于成本共担契约的生鲜供应链保鲜努力机制[J]. 控制与决策, 2020, 35(1): 205-214.  
(Cao Y, Liu P P, Hu H L. Freshness efforts mechanism of fresh-keeping supply chain based on cost sharing contract[J]. Control and Decision, 2020, 35(1): 205-214.)
- [13] Bai Q G, Chen M Y, Xu L. Revenue and promotional cost-sharing contract versus two-part tariff contract in coordinating sustainable supply chain systems with deteriorating items[J]. International Journal of Production Economics, 2017, 187: 85-101.
- [14] Yan R L, Pei Z, Ghose S, et al. Reward points, profit sharing, and valuable coordination mechanism in the O2O era[J]. International Journal of Production Economics, 2019, 215: 34-47.
- [15] 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.)
- [16] 金亮, 张旭梅, 但斌, 等. 交叉销售下“线下体验+线上零售”的O2O供应链佣金契约设计[J]. 中国管理科学, 2017, 25(11): 33-46.  
(Jin L, Zhang X M, Dan B, et al. Commission contract design in “offline evaluation, online purchase” (O2O) supply chain in the presence of cross-selling[J]. Chinese Journal of Management Science, 2017, 25(11): 33-46.)
- [17] Taylor T A. Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effects[J]. Management Science, 2002, 48(8): 992-1007.
- [18] Zhao J, Wei J. The coordinating contracts for a fuzzy supply chain with effort and price dependent demand[J]. Applied Mathematical Modelling, 2014, 38(9/10): 2476-2489.
- [19] 何彦东, 王旭, 周福礼, 等. 基于双边努力因素的网购供应链协调研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(2): 83-92.  
(He Y D, Wang X, Zhou F L, et al. Coordination of online shopping supply chain based on bilateral effort factors[J]. Chinese Journal of Management Science, 2019, 27(2): 83-92.)
- [20] 谢家平, 梁玲, 杨光, 等. 互补型闭环供应链的收益共享与成本共担契约协调优化[J]. 中国管理科学, 2018, 26(8): 94-105.  
(Xie J P, Liang L, Yang G, et al. Contract coordination and optimization of revenue-sharing and cost-sharing incomplementary closed-loop supply chain[J]. Chinese Journal of Management Science, 2018, 26(8): 94-105.)
- [21] Jiang Y Q, Liu L P, Lim A. Optimal pricing decisions for an omni-channel supply chain with retail service[J]. International Transactions in Operational Research, 2020, 27(6): 2927-2948.
- [22] Zhou Y W, Guo J S, Zhou W H, et al. Pricing/service strategies for a dual-channel supply chain with free riding and service-cost sharing[J]. International Journal of Production Economics, 2018, 196: 198-210.
- [23] 但斌, 娄云, 马崧萱, 等. 服务促进销售的产品服务供应链定价与优化策略[J]. 管理评论, 2017, 29(8): 211-222.  
(Dan B, Lou Y, Ma S X, et al. Pricing and optimization strategy in product service supply chain under service enhancing product demand[J]. Management Review, 2017, 29(8): 211-222.)

### 作者简介

江玉庆(1992—), 女, 博士生, 从事物流与供应链管理的研究, E-mail: jiangyq0906@163.com;

刘利平(1981—), 男, 教授, 博士生导师, 从事质量管理和运营管理等研究, E-mail: lpliu1016@163.com;

刘帆(1989—), 男, 副教授, 博士, 从事数据驱动的决策方法与应用、供应链管理等研究, E-mail: liufan@nju.edu.cn.

(责任编辑: 闫妍)