

供应商捆绑销售策略下的供应链冲突分析

刘卫华, 于 辉

(重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400030)

摘要: 当强势供应商同时销售滞销品和畅销品时, 通过分析其捆绑销售策略与单独销售策略, 探讨了捆绑销售策略对供应链带来的双重影响. 结果表明, 强势供应商的捆绑销售策略确实能提高滞销品销售量, 但也会形成两类新的冲突. 一是利润冲突, 供应商捆绑销售降低了零售商尤其是供应商自身的利润, 不利于整个供应链发展; 二是订货量冲突, 供应商捆绑销售在提高滞销品订货量的同时降低了畅销品的订货量. 建议供应商在捆绑销售的同时进行促销努力以缓解两类冲突, 使扭曲的捆绑型供应链得到协调.

关键词: 滞销品; 畅销品; 捆绑销售; 供应链冲突

中图分类号: F274 文献标识码: A 文章编号: 1000-5781(2019)06-0820-11

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2019.06.009

Conflict analysis of supply chain vendor's bundling strategy

Liu Weihua, Yu Hui

(School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: When a strong supplier sells both unsalable goods and best selling goods, the influences of the vendor's bundling strategy on the supply chain are discussed by comparing the pure components strategy with pure bundling strategy. Results show that a strong supplier's bundling strategy certainly improves the sales volume of unsalable products but also leads to two new conflicts. The first is profit conflict, the supplier's profits especially the retailer's profits will both be lower under pure bundling, so that bundling is unfavorable to the entire supply chain. The second is order quantity conflict, although the order quantity of unsalable goods has improved, the order quantity of best-selling product will be reduced. It is recommended that the supplier bundle sales at the same time promotional efforts are made to mitigate the two types of conflict and to harmonize the twisted bundled type supply chain.

Key words: unsalable goods; best selling goods; pure bundling; supply chain conflict

1 引言

供给侧产能过剩是当前我国经济结构中的突出问题, 滞销品去库存成为供给侧结构改革的重中之重. 为达到此目的, 产能过剩的供应商往往采取将畅销品和滞销品捆绑销售的手段, 以期提高滞销品的销售量, 从而实现企业的可持续发展. 据清华大学高层管理培训中心网站 2015-05-09 报道, 佳能的畅销产品是单反相机, 它通过控制经销商门店中的单反相机与卡片机(非畅销品)的产品比重(平均卖一台单反相机至少要搭配销售四到五台卡片机), 以提高其卡片机的销售量, 控制着中国 15 个城市的 800 个核心经销商. 而

收稿日期: 2016-03-30; 修订日期: 2016-09-26.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71571024; 71872021); 教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(14YJA630087; 15YJA630058).

美容连锁企业克丽缇娜的捆绑销售行为却受到了加盟商集体抵制,《网易财经频道》2015-06-13报道,克丽缇娜根据加盟商经营年限逐年递增采购量的做法,形成了较大的供应链冲突.因此,探讨捆绑销售策略下的供应链运作问题非常必要.

现实问题的期许要求关注捆绑销售策略在供给侧改革中的价值,特别是在营销和运营结合的供应链环境下,需要回答三个主要的问题:捆绑销售能够加速滞销品的去库存吗?捆绑销售去库存对供应链的代价有多大?强势供应商如何权衡捆绑销售的利弊,做出使供应链良性发展的机制安排?

已有文献对两产品供应链运作的研究主要分为三个方面:第一、两产品单独销售的供应链研究. Spengler^[1]研究产品单独销售时发现,当供应链中存在单个供应商、单个零售商时,双方各自的利润最大化行为会伤害整个供应链条,使供应商、零售商利润降低,供应链会经历两次加价形成“双重边际效应”,导致企业的定价订货决策产生扭曲.以 Cachon^[2]为代表的学者提出了以企业合作为核心的供应链协调手段,主要表现为不同契约机制的设计.同时,采取信息共享和激励措施,也可以使供应链参与方的目标与供应链整体目标基本一致,以减弱“双重边际效应”带来的供应链冲突.张汉江等^[3]从再制造角度,研究了制造商对零售商采用最优销售价格激励契约,对回收商采用最优回收努力激励契约时,两契约可以分别实现闭环供应链在生产销售部分、逆向回收部分的协调.罗春林等^[4]研究了零售商的风险厌恶对供应链的影响,认为这种风险厌恶加剧了双重边际效应,但可以通过收入共享契约来协调存在风险厌恶的供应链.第二、两产品需求侧捆绑销售的供应链研究. Burstein等^[5]、Adams等^[6]对产品捆绑问题作出了分类,纯捆绑(pure bundling)模式、混合捆绑(mixed bundling)模型应运而生.随后,文献主要采用集中决策的思路研究需求侧的捆绑销售问题. Venkatesh等^[7]、Eckalbar^[8]研究了垄断厂商分别在纯捆绑、混合捆绑策略下的最优解. Schmalensee^[9]、Ibragimov^[10]研究了在两产品的保留价格分别服从二元正态分布、厚尾分布下,给出了随机需求下的最优捆绑价格.张宇等^[11]基于在线信息产品交易各方的博弈关系,研究了网络接入商与信息产品生产商决策的先后顺序对捆绑产品最终价格的影响. Bhargava^[12]考虑了两个具有定价权的供应商、单个具有捆绑权的零售商,探讨了需求侧捆绑时供应链的横向冲突(两供应商之间)、纵向冲突(供应商与零售商之间).认为在集中决策下捆绑更好,而分散决策下捆绑是不利的.程岩^[13]基于零售电商对易逝品的动态捆绑策略,应用动态定价思想分析了消费者的延迟购买行为对零售商捆绑决策的影响.第三、两产品供给侧捆绑销售的供应链研究.供给侧的捆绑销售策略一直少有研究. Stigler^[14]较早研究了供给侧的成套订购(block booking)问题,供应商向电影放映公司成套出售电影《Getting Gertie's Garter》和《Gone with the Wind》,以获取最大化收益.随后, Pasternack等^[15]把捆绑搭售的思想应用于供应端,考虑了一个两产品的单周期随机模型,假设随着需求的增加产品之间可以相互替代,并对比了产品替代前后的库存水平差异,但并未研究供应商、零售商的分散决策.

综上所述,捆绑销售策略已经在企业界广泛运用,成为供应链重要的营销手段.多产品捆绑销售也引起学术界的广泛兴趣,需求侧的捆绑研究已经涌现很多成果.目前,我国供给侧去库存的改革正面临攻坚期,需要大量的学术研究以加深理解.然而,供给侧的捆绑研究仍然不能满足实践发展的要求,不能为相关决策提供理论依据.基于此,本文在单供应商单零售商双重垄断、强势供应商具有捆绑权的供应链架构下,建立了捆绑型供应链的新模型,期望发现捆绑型供应链的新现象、新问题.通过考虑供应商单独销售和捆绑销售两种策略,对比了捆绑型供应链与传统供应链在集中决策和分散决策下的差异,探讨了供应商的捆绑销售策略对供应链参与方在利润、订货量、价格方面的重要差异.

研究发现,供应商的捆绑销售策略虽能提高滞销品销售量,但也会带给供应链新的冲突.这种冲突主要有两种表现,首先是利润冲突,捆绑销售策略相比于单独销售策略,降低了供应商和零售商的利润,特别是供应商自身的利润下降较多,从而打击了供应商捆绑的积极性.其次是订货量冲突,在捆绑销售策略下滞销品订货量的提高是以畅销品订货量的减少为代价的.因此,基于捆绑销售策略对供应链的新冲突,本文建议了一种新的机制安排,即供应商在捆绑销售的同时采取促销努力,以缓解两类冲突并增进捆绑型供应链的

协调. 研究发现, 当供应商对滞销品加入促销努力后, 能缓解捆绑型供应链对订货量的扭曲, 确保滞销品和畅销品订货量显著提高. 同时, 也能缓解捆绑型供应链对零售商利润的扭曲, 确保零售商获得更大利润, 同时增加供应商的利润.

2 滞销品和畅销品单独销售的传统供应链

为了分析滞销品、畅销品捆绑销售的供应链效果, 本文首先分析常用的基准供应链模型. 考虑一个由单供应商和单零售商组成的二级供应链系统, 两产品市场需求分别为 $D_1 = a_1 - b_1 p_1$, $D_2 = a_2 - b_2 p_2$, 其中 D_1 和 D_2 分别为滞销品和畅销品的市场需求, a_1, a_2 分别为滞销品、畅销品潜在的市场规模, b_1, b_2 分别为滞销品、畅销品的需求价格敏感系数, c_1, c_2 分别为滞销品、畅销品的单位成本, 上述参数均大于 0. 需求确定时, 订货量与需求量相等, 即 $Q_1 = D_1$, $Q_2 = D_2$, 其中 Q_1 和 Q_2 分别为滞销品和畅销品的订货量. 双方采用批发价契约, 均追求企业利润的最大化, 系统流程见图 1.

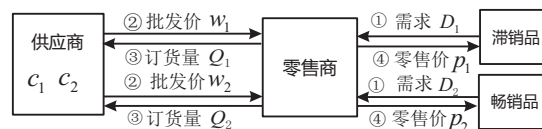


图 1 传统供应链中滞销品畅销品单独销售的系统流程图

Fig. 1 System flow chart of single sale of unsalable products and best seller in a traditional supply chain

集中决策时, 供应链的总体利润为

$$\pi(p_1, p_2) = (p_1 - c_1)(a_1 - b_1 p_1) + (p_2 - c_2)(a_2 - b_2 p_2),$$

其中 p_1 和 p_2 分别为集中决策时滞销品和畅销品的价格.

求解得到集中决策下, 供应链的最优订货量为 $Q_1^* = \frac{a_1 - b_1 c_1}{2}$, $Q_2^* = \frac{a_2 - b_2 c_2}{2}$, 最优零售价为 $p_1^* = \frac{a_1 + b_1 c_1}{2b_1}$, $p_2^* = \frac{a_2 + b_2 c_2}{2b_2}$. 集中决策下供应链的最优利润为 $\frac{(a_1 - b_1 c_1)^2}{4b_1} + \frac{(a_2 - b_2 c_2)^2}{4b_2}$.

分散决策时, 零售商的利润函数为

$$\pi_r(p_{1r}, p_{2r}) = (p_{1r} - w_1)(a_1 - b_1 p_{1r}) + (p_{2r} - w_2)(a_2 - b_2 p_{2r}),$$

供应商的利润函数为

$$\pi_s(w_1, w_2) = (w_1 - c_1)(a_1 - b_1 p_{1r}) + (w_2 - c_2)(a_2 - b_2 p_{2r}),$$

其中 p_{1r} 和 p_{2r} 分别为分散决策时滞销品和畅销品的零售价格, w_1 和 w_2 分别为分散决策时滞销品和畅销品的批发价.

双方进行 Stackelberg 博弈, 供应商的最优批发价为

$$w_1^* = \frac{a_1 + b_1 c_1}{2b_1}, w_2^* = \frac{a_2 + b_2 c_2}{2b_2},$$

零售商的最优订货量为

$$Q_{1r}^* = \frac{a_1 - b_1 c_1}{4}, Q_{2r}^* = \frac{a_2 - b_2 c_2}{4},$$

最优零售价为

$$p_{1r}^* = \frac{3a_1 + b_1 c_1}{4b_1}, p_{2r}^* = \frac{3a_2 + b_2 c_2}{4b_2}.$$

上述集中决策和分散决策的结果, 可参考 Jeuland 等^[16]的研究. 因此, 分散决策时供应商的最大利润为

$$\pi_s(w_1^*, w_2^*) = (a_1 - b_1 c_1)^2 / (8b_1) + (a_2 - b_2 c_2)^2 / (8b_2), \quad (1)$$

零售商的最大利润为

$$\pi_r(p_{1r}^*, p_{2r}^*) = (a_1 - b_1c_1)^2/(16b_1) + (a_2 - b_2c_2)^2/(16b_2). \quad (2)$$

3 滞销品和畅销品捆绑销售的新型供应链

本节的研究基于供应商捆绑销售的现实,着力探讨供应商捆绑销售行为对供应链带来的影响,力图以最小的代价实现滞销品顺利销售,实现供应商和零售商双方共赢,为滞销品的去库存提供理论支撑.基本假设为:1) 供应链只销售畅销品和滞销品;2) 畅销品潜在的市场规模较大,销售量更多;3) 不论供应商是否实施捆绑销售策略,零售商均采用单独销售的策略;4) 畅销品和滞销品的需求是确定型的,无随机因素;5) 供应商在供应链中占主导地位.

3.1 捆绑型供应链

在捆绑销售策略下,滞销品和畅销品市场需求分别为 $D_{1b} = a_1 - b_1p_{1b}$, $D_{2b} = a_2 - b_2p_{2b}$, 供应商对两产品按照固定的比例捆绑销售,不失一般性,采用较常用的 1:1 捆绑比例,即 $a_1 - b_1p_{1b} = a_2 - b_2p_{2b} = Q_b$, 因此 $p_{1b} = (a_1 - a_2 + b_2p_{2b})/b_1$. 其中, D_{1b} , D_{2b} 分别为捆绑销售时滞销品和畅销品的市场需求, p_{1b} , p_{2b} 分别为滞销品和畅销品的零售价, w_b 为捆绑后滞销品和畅销品总批发价. 一般地, 畅销品的需求价格敏感系数高于滞销品, 即 $b_2 > b_1$. 供应商和零售商仍采用批发价契约, 进行 Stackelberg 博弈, 追求各自利润的最大化. 系统流程见图 2.

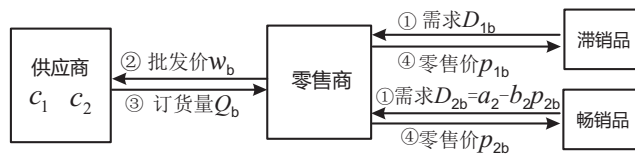


图 2 捆绑销售的系统流程图

Fig. 2 System flow chart for pure bundling

3.2 捆绑型供应链集中决策

供应链的总体利润为

$$\pi(p_{1b}, p_{2b}) = (p_{1b} + p_{2b} - c_1 - c_2)Q_b.$$

把 p_{1b} 代入供应链的目标函数, 有

$$\tilde{\pi}(p_{2b}) = (p_{2b} + (a_1 - a_2 + b_2p_{2b})/b_1 - c_1 - c_2)(a_2 - b_2p_{2b}). \quad (3)$$

根据式(3), 对 p_{2b} 求一阶导数

$$\frac{d\tilde{\pi}(p_{2b})}{dp_{2b}} = -\frac{2b_2(b_1 + b_2)}{b_1}p_{2b} + \frac{2a_2b_2 + a_2b_1 - a_1b_2 + b_1b_2(c_1 + c_2)}{b_1},$$

二阶导数为

$$\frac{d^2\tilde{\pi}(p_{2b})}{dp_{2b}^2} = -\frac{2b_2(b_1 + b_2)}{b_1} < 0,$$

因此, 集中决策时畅销品的最优零售价为

$$p_{2bc}^* = (2a_2b_2 + a_2b_1 - a_1b_2 + b_1b_2(c_1 + c_2))/(2b_2(b_1 + b_2)).$$

进而可以求出其它的最优解为

$$p_{1bc}^* = (2a_1b_1 + a_1b_2 - a_2b_1 + b_1b_2(c_1 + c_2)) / (2b_1(b_1 + b_2)),$$

$$Q_{bc}^* = (b_2(a_1 - b_1c_1) + b_1(a_2 - b_2c_2)) / (2(b_1 + b_2)),$$

$$\pi(p_{1bc}^*, p_{2bc}^*) = (a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2 / (4b_1b_2(b_1 + b_2)).$$

3.3 捆绑型供应链分散决策

把 $p_{1b} = (a_1 - a_2 + b_2p_{2b})/b_1$ 代入双方的目标函数, 则供应商的利润函数为

$$\pi_s(w_b) = (w_b - c_1 - c_2)Q_b = (w_b - c_1 - c_2)(a_2 - b_2p_{2b}),$$

零售商的利润函数为

$$\pi_r(p_{1b}, p_{2b}) = (p_{1b} + p_{2b} - w_b)Q_b = \left(p_{2b} + \frac{a_1 - a_2 + b_2p_{2b}}{b_1} - w_b \right) (a_2 - b_2p_{2b}). \quad (4)$$

同理, 可得最优的零售价为

$$p_{2b} = (2a_2b_2 + a_2b_1 - a_1b_2 + b_1b_2w_b) / (2b_2(b_1 + b_2)).$$

命题 1 占主导地位的供应商采取捆绑销售策略时, 供应商没有改变批发价的动力.

证明 把 p_{2b} 代入供应商的目标函数, 有

$$\tilde{\pi}_s(w_b) = (w_b - c_1 - c_2) (a_2 - (2a_2b_2 + a_2b_1 - a_1b_2 + b_1b_2w_b) / (2(b_1 + b_2))),$$

对 w_b 求一阶导数和二阶导数, 有

$$\frac{d\tilde{\pi}_s(w_b)}{dw_b} = -\frac{b_1b_2}{b_1 + b_2}w_b + \frac{a_1b_2 + a_2b_1 + b_1b_2(c_1 + c_2)}{2(b_1 + b_2)},$$

$$\frac{d^2\tilde{\pi}_s(w_b)}{dw_b^2} = -\frac{b_1b_2}{b_1 + b_2} < 0,$$

因此, 最优的批发价存在, 可得

$$w_b^* = (a_1 + b_1c_1) / (2b_1) + (a_2 + b_2c_2) / (2b_2) = w_1^* + w_2^*. \quad (5)$$

很显然, 与单独销售策略相比供应商的总批发价格保持不变.

证毕.

根据式(5), 可以求出滞销品、畅销品的最优零售价

$$p_{1b}^* = (4a_1b_1 + 3a_1b_2 - a_2b_1 + b_1b_2(c_1 + c_2)) / (4b_1(b_1 + b_2)), \quad (6)$$

$$p_{2b}^* = (4a_2b_2 + 3a_2b_1 - a_1b_2 + b_1b_2(c_1 + c_2)) / (4b_2(b_1 + b_2)).$$

把 p_{1b}^* 代入 Q_b , 得到最优订货量

$$Q_b^* = (b_2(a_1 - b_1c_1) + b_1(a_2 - b_2c_2)) / (4(b_1 + b_2)) = b_2 / (b_1 + b_2)Q_1^* + b_1 / (b_1 + b_2)Q_2^*, \quad (7)$$

因此, 供应商采取捆绑销售时供应商的最大利润为

$$\pi_s(w_b^*) = (a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2 / (8b_1b_2(b_1 + b_2)), \quad (8)$$

零售商的最大利润为

$$\pi_r(p_{1b}^*, p_{2b}^*) = (a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2 / (16b_1b_2(b_1 + b_2)). \quad (9)$$

定理 1 捆绑销售策略的利润冲突: 占主导地位的供应商采用捆绑销售策略时, 供应链的利润冲突加剧, 供应商和零售商的利润总是低于单独销售的情形, 且供应商的利润下降更多.

证明 根据式(2)和式(9), 两种策略下零售商利润的差异为

$$\pi_r(p_{1b}^*, p_{2b}^*) - \pi_r(p_{1r}^*, p_{2r}^*) = -\frac{(a_1 - b_1c_1 - a_2 + b_2c_2)^2}{16(b_1 + b_2)} < 0.$$

根据式(1)和式(8), 两种策略下供应商利润的差异为

$$\pi_s(w_b^*) - \pi_s(w_1^*, w_2^*) = -\frac{(a_1 - b_1c_1 - a_2 + b_2c_2)^2}{8(b_1 + b_2)} < 0,$$

显然, 供应商、零售商的利润总是低于单独销售的情形, 而且供应商的利润下降更多.

证毕.

定理 2 捆绑销售策略的订货量冲突: 占主导地位的供应商采取捆绑销售策略能提高滞销品的订货量, 但降低了畅销品的订货量.

证明 单独销售策略和捆绑销售策略下的订货量比较如下:

$$Q_b^* - Q_{1r}^* = (b_1(a_2 - b_2c_2 - a_1 + b_1c_1))/(4(b_1 + b_2)),$$

$$Q_b^* - Q_{2r}^* = (-b_2(a_2 - b_2c_2 - a_1 + b_1c_1))/(4(b_1 + b_2)).$$

根据假设 2), 由于畅销品的销售量较大, 即 $a_2 - b_2c_2 - a_1 + b_1c_1 > 0$, 因此 $Q_b^* - Q_{1r}^* > 0$, 说明捆绑销售能使滞销品订货量提高. 同时 $Q_b^* - Q_{2r}^* < 0$, 说明捆绑销售降低了畅销品的订货量, 形成了捆绑销售策略的订货量冲突.

证毕.

命题 2 捆绑后零售商的定价策略: 捆绑策略下滞销品的零售价低于单独销售情形, 畅销品的零售价高于单独销售情形.

证明 单独销售策略和捆绑销售策略下的零售价比较如下:

$$p_{1b}^* - p_{1r}^* = \frac{a_1 - b_1c_1 - a_2 + b_2c_2}{4(b_1 + b_2)},$$

$$p_{2b}^* - p_{2r}^* = -\frac{a_1 - b_1c_1 - a_2 + b_2c_2}{4(b_1 + b_2)}.$$

根据假设 2), 畅销品的销售量更高, 即 $a_1 - b_1c_1 - a_2 + b_2c_2 < 0$, 因此, 捆绑销售时滞销品的零售价更低, 畅销品的零售价更高.

证毕.

4 滞销品加入供应商促销努力的捆绑型供应链协调

前面表明, 强势供应商采取捆绑销售策略以后, 捆绑型供应链造成了主从方的“双输”局面, 加剧了“双重边际效应”. 根本原因在于, 捆绑型供应链仍然是一个零和博弈, 供应商捆绑以后没有对零售商形成激励, 造成的结果是供应链只能在价格和订货量方面做出调整, 进而对滞销品和畅销品的作用此消彼长. 事实上, 在确定性需求下, 作为主方的供应商在采取捆绑策略的同时, 必须对滞销品付出促销努力, 否则零售商可能会寻找替代品, 最终造成供应商的损失. 本节考虑滞销品加入供应商促销努力的捆绑型供应链, 探索供应商的促销努力是否能在一定程度上协调捆绑型供应链, 达到以较小的利润牺牲换取较大的滞销品销售.

参考吴镇霞等^[17]的做法, 供应商付出促销努力后滞销品的需求改变为 $D_{1e} = a_1 - b_1p_{1e} + \beta e$, 畅销品的需求仍为 $D_{2e} = a_2 - b_2p_{2e}$, 其中 e 为供应商的促销努力, β 为需求对促销努力的敏感程度, β 为外生参数. 因此 1:1 捆绑时有 $a_1 - b_1p_{1e} + \beta e = a_2 - b_2p_{2e} = Q_e$, 推出 $p_{2e} = a_2 - a_1 + b_1p_{1e} - \beta e/b_2$.

下面仅考虑分散决策的情形. 根据 Laffont 等^[18], 供应商的努力成本设为 $ke^2/2$, 其中 k 为努力成本参数, $k > 0$. 因此, 零售商的目标函数为

$$\pi_r(p_{1e}, p_{2e}) = (p_{1e} + p_{2e} - w_e)(a_1 - b_1p_{1e} + \beta e), \tag{10}$$

供应商的目标函数为

$$\pi_s(w_e, e) = (w_e - c_1 - c_2)(a_1 - b_1 p_{1e} + \beta e) - ke^2/2, \quad (11)$$

其中 w_e 为促销努力情形下捆绑后滞销品和畅销品总的批发价。

先计算零售商的决策, 把 $p_{2e} = (a_2 - a_1 + b_1 p_{1e} - \beta e)/b_2$ 代入式(10), 对零售商的目标函数 π_r 求 p_{1e} 的一阶导数和二阶导数, 二阶导数小于 0. 令一阶导数等于 0, 可得

$$p_{1e} = (2a_1 b_1 + a_1 b_2 - a_2 b_1 + b_1 b_2 w_e + (2b_1 + b_2)\beta e)/(2b_1(b_1 + b_2)). \quad (12)$$

把式(12)代入供应商的目标函数, 有

$$\pi_s(w_e, e) = (w_e - c_1 - c_2)/(2(b_1 + b_2))(a_1 b_2 + a_2 b_1 - b_1 b_2 w_e + b_2 \beta e) - ke^2/2, \quad (13)$$

将式(13)分别对 w_e 和 e 求一阶导数和二阶导数, 有

$$\frac{\partial \pi_s(w_e, e)}{\partial w_e} = -\frac{b_1 b_2 w_e}{b_1 + b_2} + \frac{a_1 b_2 + a_2 b_1 + b_1 b_2(c_1 + c_2) + b_2 \beta e}{2(b_1 + b_2)}, \quad \frac{\partial^2 \pi_s(w_e, e)}{\partial w_e^2} = -\frac{b_1 b_2}{b_1 + b_2},$$

$$\frac{\partial \pi_s(w_e, e)}{\partial e} = \frac{(w_e - c_1 - c_2)b_2 \beta}{2(b_1 + b_2)} - ke, \quad \frac{\partial^2 \pi_s(w_e, e)}{\partial e^2} = -k.$$

命题 3 当供应商在捆绑销售的同时付出促销努力, 存在最低的努力成本参数 k , 使供应链得以优化。

证明 式(13)关于 w_e 和 e 的 Hesse 矩阵为

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} -\frac{b_1 b_2}{b_1 + b_2} & \frac{b_2 \beta}{2(b_1 + b_2)} \\ \frac{b_2 \beta}{2(b_1 + b_2)} & -k \end{pmatrix}.$$

显然, $|\mathbf{H}| = \frac{b_2}{4(b_1 + b_2)^2} (4kb_1^2 + 4kb_1 b_2 - b_2 \beta^2)$. 由于 $k > 0, b_1, b_2 > 0$, 当 $4kb_1(b_1 + b_2) > b_2 \beta^2$ 时, Hesse 矩阵负定, 即供应商的努力成本参数满足一个下界 $k > \frac{b_2 \beta^2}{4b_1(b_1 + b_2)}$, 此时 w_e 和 e 的联合决策存在最优解。

证毕。

令 $\frac{\partial \pi_s(w_e, e)}{\partial w_e} = 0, \frac{\partial \pi_s(w_e, e)}{\partial e} = 0$, 联立方程组得到最优解为

$$\begin{cases} e^* = \frac{\beta(a_1 b_2 + a_2 b_1 - b_1 b_2 c_1 - b_1 b_2 c_2)}{4kb_1^2 + 4kb_1 b_2 - b_2 \beta^2} \\ w_e^* = \frac{a_1 + b_1 c_1}{2b_1} + \frac{a_2 + b_2 c_2}{2b_2} + \frac{\beta^2(a_1 b_2 + a_2 b_1 - b_1 b_2 c_1 - b_1 b_2 c_2)}{2b_1(4kb_1^2 + 4kb_1 b_2 - b_2 \beta^2)} \\ p_{1e}^* = \frac{4a_1 b_1 + 3a_1 b_2 - a_2 b_1 + b_1 b_2(c_1 + c_2)}{4b_1(b_1 + b_2)} + \frac{\beta^2(4b_1 + 3b_2)(a_1 b_2 + a_2 b_1 - b_1 b_2 c_1 - b_1 b_2 c_2)}{4b_1(b_1 + b_2)(4kb_1^2 + 4kb_1 b_2 - b_2 \beta^2)} \\ p_{2e}^* = \frac{4a_2 b_2 + 3a_2 b_1 - a_1 b_2 + b_1 b_2(c_1 + c_2)}{4b_2(b_1 + b_2)} - \frac{\beta^2(a_1 b_2 + a_2 b_1 - b_1 b_2 c_1 - b_1 b_2 c_2)}{4(b_1 + b_2)(4kb_1^2 + 4kb_1 b_2 - b_2 \beta^2)} \\ Q_e^* = \frac{kb_1(a_1 b_2 + a_2 b_1 - b_1 b_2 c_1 - b_1 b_2 c_2)}{4kb_1^2 + 4kb_1 b_2 - b_2 \beta^2}. \end{cases}$$

定理 3 在 $k > \frac{b_2 \beta^2}{4b_1(b_1 + b_2)}$ 的条件下, 当供应商对滞销品加入促销努力后, 能缓解捆绑型供应链对订货量的扭曲, 确保滞销品和畅销品订货量显著提高。

该定理可以从 Q_e^*, Q_b^* 的对比中自然得到。

定理4 在 $k > \frac{b_2\beta^2}{4b_1(b_1+b_2)}$ 的条件下, 当供应商对滞销品加入促销努力后, 能缓解捆绑型供应链对零售商利润的扭曲, 确保零售商获得更大利润. 同时, 确保增加供应商自身的利润.

证明 把上述最优解代入式(10)和式(11)的目标函数, 此时供应商的最大利润为

$$\pi_s(w_e^*, e^*) = \frac{k(a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2}{2b_2(4kb_1^2 + 4kb_1b_2 - b_2\beta^2)}, \quad (14)$$

零售商的最大利润为

$$\pi_r(p_{1e}^*, p_{2e}^*) = (a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2 \frac{k^2b_1(b_1+b_2)}{b_2(4kb_1^2 + 4kb_1b_2 - b_2\beta^2)^2}. \quad (15)$$

供应商增加促销努力后与基准的捆绑型供应链相比, 供应商利润对比如下:

$$\pi_s(w_e^*, e^*) - \pi_s(w_b^*) = \frac{\beta^2(a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2}{8b_1(b_1+b_2)(4kb_1^2 + 4kb_1b_2 - b_2\beta^2)} > 0,$$

零售商利润对比如下:

$$\pi_r(p_{1e}^*, p_{2e}^*) - \pi_r(p_{1b}^*, p_{2b}^*) = \frac{\beta^2(a_1b_2 + a_2b_1 - b_1b_2c_1 - b_1b_2c_2)^2}{16b_1(b_1+b_2)(4kb_1^2 + 4kb_1b_2 - b_2\beta^2)^2} (8kb_1(b_1+b_2) - b_2\beta^2) > 0.$$

说明供应商的促销努力能增加零售商的利润. 同时, 也能增加供应商的利润. 因此, 供应商对滞销品的促销努力能缓解捆绑型供应链在利润方面的扭曲. 证毕.

5 数值仿真

前面模型给出了单独销售(PC)、捆绑销售(PB)的最优决策. 下面拟采用数值对比两种销售策略, 探索捆绑销售策略下供应链冲突的程度、趋势, 分析协调的可行性. 主要分析: 1) 供应商、零售商的利润冲突; 2) 滞销品、畅销品的订货量冲突; 3) 加入供应商对滞销品的促销努力时对捆绑型供应链冲突的协调.

考虑到现实背景, 所有参数均大于1. 令 $a_1 = 400, a_2 = 1\,000, c_1 = 10, c_2 = 30, b_2 = 10$. 下面第5.1节, 第5.2节主要关注捆绑销售对滞销品带来的影响, 令 $1 \leq b_1 \leq 10$. 主要对 b_1 进行比较静态分析. 第5.3节, 第5.4节考虑供应商对滞销品加入努力水平时的供应链影响, 主要对 β 进行比较静态分析, 令 $1 \leq \beta \leq 10, b_1 = 5, k = 8$.

5.1 捆绑销售策略下的利润冲突

单独销售与捆绑销售下零售商的利润和供应商的利润分别如图3和图4所示.

从图3和图4看, 相比于单独销售策略, 捆绑销售策略下整个供应链利润、供应商利润、零售商利润都同步降低, 且供应商的利润下降明显多于零售商的利润下降, 说明捆绑销售行为造成了全方位的利润扭曲. 同时, 随着 b_1 的上升, 这种扭曲和冲突愈发明显, 说明滞销品需求对价格的敏感程度越高, 采用捆绑销售策略越不利.

供应商捆绑销售策略下, 造成供应链在利润方面“双输”的主要原因是供应商在强制捆绑的同时供应链并未付出销售努力. 正如第4节讨论的那样, 一旦强势供应商不能激励零售商的销售行为, 则捆绑型供应链就只能实现以牺牲利润换取销量、实现市场出清的唯一目的. 这是捆绑型供应链最严重的冲突之一.

5.2 捆绑销售策略下的订货量冲突

单独销售与捆绑销售下滞销品和畅销品的订货量如图5和图6所示. 从图5和图6看, 捆绑销售下滞销品的订货量显著提高, 这是强势供应商捆绑滞销品和畅销品的最初动因和要达到的主要效果. 特别是在滞销品需求价格敏感系数较大时 ($b_1 = 4$), 捆绑能增加滞销品 27% 的销售量 ($Q_b^* = 114.3, Q_1^* = 90$). 然而捆绑销售对畅销品带来的伤害也显而易见, 畅销品订货量总是低于正常的单独销售情形. 随着 b_1 的上升, 滞销品的订货量会提高很多, 而且畅销品的订货量与单独销售情形的差距越来越小, 说明提高滞销品的需求敏感

程度可以缓解捆绑销售下的订货量冲突.

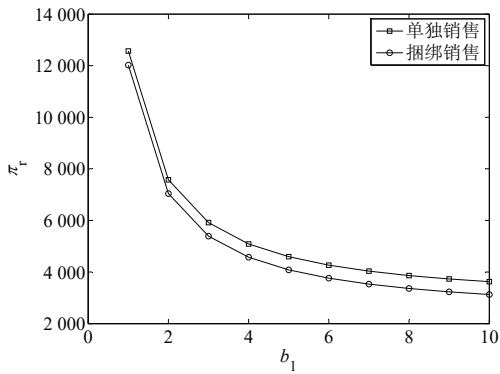


图3 单独销售与捆绑销售下零售商的利润

Fig. 3 The profit of a retailer under separate and bundled sales

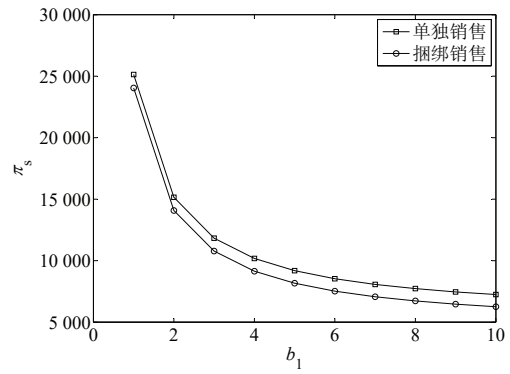


图4 单独销售与捆绑销售下供应商的利润

Fig. 4 Supplier profit under separate sales and bundle sales

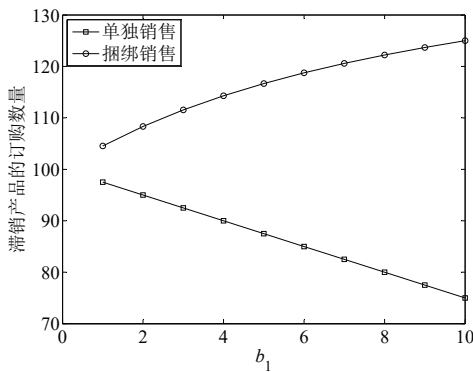


图5 单独销售与捆绑销售下滞销品的订货量

Fig. 5 Order quantity of unsalable product under pure components and pure bundling

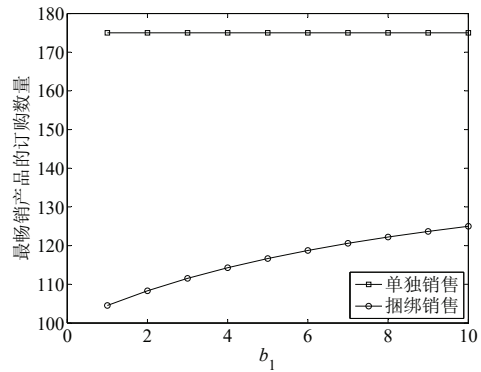


图6 单独销售与捆绑销售下畅销品的订货量

Fig. 6 Order quantity of best selling product under pure components and pure bundling

5.3 滞销品加入努力水平时对利润冲突的协调

下面考虑供应商对滞销品付出促销努力对供应链的影响. 零售商和供应商的利润协调分别如图7和图8所示.

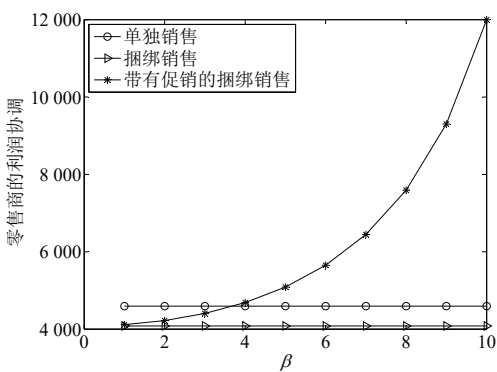


图7 零售商的利润协调

Fig. 7 Profit coordination of retailers

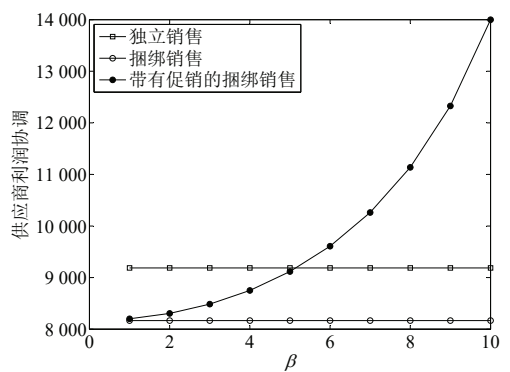


图8 供应商的利润协调

Fig. 8 Profit coordination of suppliers

从图7和图8看出, 零售商和供应商利润上升迅速, 始终高于捆绑型供应链不努力的情形. 当 $\beta \geq$

3.5 时, 零售商利润超过单独销售情形, 此时零售商获得了最大的激励. 当 $\beta \geq 5$ 时, 供应商利润超过单独销售情形. 最终促销努力实现了双方的良性互动, 使供应链得到优化.

5.4 滞销品加入努力水平时对订货量冲突的协调

滞销品订货量和畅销品订货量的协调如图 9 和图 10 所示.

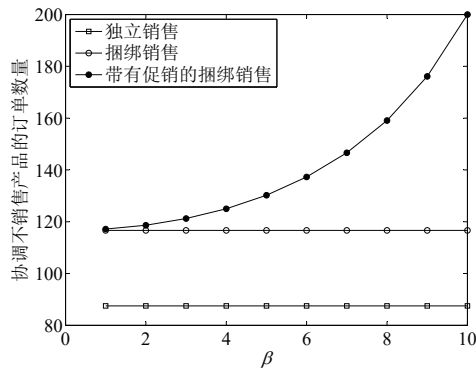


图 9 滞销品订货量的协调

Fig. 9 Order quantity of unsalable product coordination

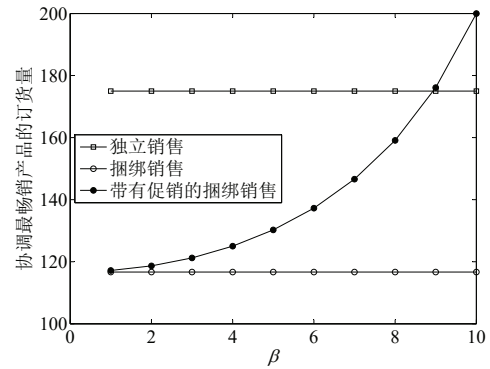


图 10 畅销品订货量的协调

Fig. 10 Order quantity of best selling product coordination

从图 9 和图 10 看, 在供应商的促销努力下滞销品订货量显著提高. 最重要的是, 畅销品订货量比不努力情形有所增加, 矫正了捆绑型供应链对畅销品订货量的扭曲程度. 当需求对促销努力的敏感程度达到一定程度 ($\beta = 9$), 畅销品订货量会高于单独销售情形, 实现利润和订货量真正的“双赢”.

6 结束语

在供给侧改革的大背景下, 滞销品的去库存迫在眉睫. 本文基于供应商的滞销品和畅销品捆绑销售策略, 在供应链只销售两种产品且市场出清的前提下, 揭示了捆绑销售策略对供应链的影响. 研究表明, 强势供应商的捆绑销售策略在滞销品订货量提高方面作用明显. 然而相比于单独销售情形, 这种捆绑销售策略一方面会带来利润的冲突, 表现为强势供应商的捆绑销售策略使供应商、零售商的利润下降, 而且供应商自身的利润下降更多. 另一方面会带来订货量的冲突, 表现为滞销品订货量提高的同时畅销品订货量会降低. 针对两类冲突, 本文建议了协调捆绑型供应链的机制安排. 供应商可以在捆绑销售的同时做出促销努力, 以增加零售商和供应商在捆绑销售的利润. 同时, 这种机制也能够缓解订货量冲突.

然而, 本文的结论都是在批发价契约、确定性信息下进行的, 现实中捆绑销售策略受到不确定信息、其它契约结构等多方面的影响, 如何采用更多措施协调捆绑型供应链将是下一步深入研究的重点.

参考文献:

- [1] Spengler J. Vertical integration and antitrust policy. *Journal of Political Economy*, 1950, 58(4): 347–352.
- [2] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, 2003, 11(1): 227–339.
- [3] 张汉江, 甘兴, 赖明勇. 最优价格与回收努力激励的闭环供应链协调. *系统工程学报*, 2015, 30(2): 201–209.
Zhang H J, Gan X, Lai M Y. Coordination of closed-loop supply chain with the optimal price and recycle effort incentive contract. *Journal of Systems Engineering*, 2015, 30(2): 201–209. (in Chinese)
- [4] 罗春林, 田歆. 基于收益共享的风险厌恶供应链协调研究. *系统工程学报*, 2015, 30(2): 210–217.
Luo C L, Tian X. Risk averse supply coordination with revenue-sharing contract. *Journal of Systems Engineering*, 2015, 30(2): 210–217. (in Chinese)
- [5] Burstein M L. The economics of tie-in sales. *The Review of Economics and Statistics*, 1960, 42(1): 68–73.
- [6] Adams W J, Yellen J L. Commodity bundling and the burden of monopoly. *The Quarterly Journal of Economics*, 1976, 90(3): 475–498.

- [7] Venkatesh R, Kamakura W. Optimal bundling and pricing under a monopoly: Contrasting complements and substitutes from independently valued products. *Journal of Business*, 2003, 76(2): 211–232.
- [8] Eckalbar J C. Closed-form solutions to bundling problems. *Journal of Economics and Management Strategy*, 2010, 19(2): 513–544.
- [9] Schmalensee R. Gaussian demand and commodity bundling. *The Journal of Business*, 1984, 57(1): 211–230.
- [10] Ibragimov R, Walden J. Optimal bundling strategies under heavy-tailed valuations. *Management Science*, 2010, 56(11): 1963–1976.
- [11] 张宇, 唐小我, 钟林. 在线信息产品捆绑定价研究. *系统工程学报*, 2008, 23(3): 331–337.
Zhang Y, Tang X W, Zhong L. Study of online information goods bundle pricing. *Journal of Systems Engineering*, 2008, 23(3): 331–337. (in Chinese)
- [12] Bhargava H K. Retailer-driven product bundling in a distribution channel. *Management Science*, 2012, 31(6): 1014–1021.
- [13] 程岩. 电子商务中面向延迟购买行为的易逝品动态捆绑策略. *系统工程理论与实践*, 2011, 31(10): 1892–1902.
Cheng Y. Delay buying behavior-oriented perishable products dynamic bundling strategy in e-commerce setting. *Systems Engineering: Theory and Practice*, 2011, 31(10): 1892–1902. (in Chinese)
- [14] Stigler G J. United states V. Loew's Inc: A note on blockbooking. *The Supreme Court Review*, 1963, 1963(1): 152–157.
- [15] Pasternack B A, Drezner Z. Optimal inventory policies for substitutable commodities with stochastic demand. *Naval Research Logistics*, 1991, 38(2): 221–240.
- [16] Jeuland A P, Shugan S M. Managing channel profits. *Marketing Science*, 1983, 2(3): 239–272.
- [17] 吴镇霞, 杨志林. 销售努力与质保服务联合决策的供应链模型. *大学数学*, 2015, 31(3): 16–23.
Wu Z X, Yang Z L. Supply chain model joint decision of sales efforts and quality assurance services. *College Mathematics*, 2015, 31(3): 16–23. (in Chinese)
- [18] Laffont J J, Tirole J. *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*. Cambridge: MIT Press, 1993.

作者简介:

刘卫华(1978—), 男, 河南商水人, 博士生, 副教授, 研究方向: 产品捆绑销售, 新产品运作与消费者行为管理, Email: whliu1978@126.com;

于辉(1973—), 男, 重庆人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 物流与供应链管理, 突发事件应急管理, 金融工程, Email: yuhui@cqu.edu.cn.