

双渠道供应链中制造商与零售商的服务合作定价策略

肖 剑^{1,2}, 但 斌¹, 张旭梅¹

(1. 重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400044; 2. 重庆大学 数学与统计学院, 重庆 400044)

摘 要 在双渠道供应链中, 为缓解渠道冲突, 提高服务效率, 制造商选择将电子渠道的服务交由零售商完成. 在对称信息的框架下, 建立了双渠道供应链中制造商电子渠道与零售商服务合作的 Stackelberg 和 Bertrand 博弈模型. 发现渠道价格和需求受制造商在电子渠道的边际服务成本和零售商在电子渠道的边际服务成本影响; 制造商在电子渠道的服务成本与零售渠道的定价正相关. 当零售渠道服务水平高于电子渠道服务水平时, 零售商的服务成本与电子渠道的定价正相关. Stackelberg 竞争下制造商电子渠道和零售渠道价格均小于 Bertrand 竞争情形. 制造商总是偏好作价格的领导者. 利用算例分析了市场批发价格、渠道服务水平等对零售商选择 Stackelberg 竞争或 Bertrand 竞争偏好的影响.

关键词 双渠道; 供应链; 服务合作; 定价

Service cooperation pricing strategy between manufacturers and retailers in dual-channel supply chain

XIAO Jian^{1,2}, DAN Bin¹, ZHANG Xu-mei¹

(1. College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China;
2. College of Mathematics and Statistics, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract In dual-channel supply chain, in order to avoid channel conflict and improve service efficiency, manufacturers outsource electronic channels' service to retailers. In the symmetric-information framework, the service-cooperation Stackelberg and Bertrand models between electronic channels and retailers in dual-channel supply chain are proposed. It shows that manufacturers and retailers' marginal service cost in electronic channels have great effect on the channels' demand and pricing decision. Manufacturers' service cost in electronic channels is positively associated with the retailers' pricing. If the service quality of retail channels is higher than that of electronic channels, the service cost of retail channels is positively associated with the electronic channels' price. The price of both channels under Stackelberg competition is lower than that of Bertrand competition. Manufacturers always prefer the leadership of pricing. By numerical examples, retailers' choosing between Stackelberg competition and Bertrand competition is discussed, which is affected by the wholesale price and channels' service level.

Keywords dual channels; supply chain; service cooperation; pricing

1 引言

在电子商务时代, 电子渠道已经成为一种重要的零售渠道^[1]. 近年来, 传统渠道和电子渠道相结合的双渠道成为许多品牌制造商的主要零售方式. 例如, 原来采用传统渠道的 IBM、Kodak、Nike、Apple 等建立了电子渠道^[2], 而以电子渠道为主的企业也开始通过传统渠道进行销售^[3-4]. 与此相对应的是, 越来越多的顾客愿意在具备电子渠道和零售渠道的双渠道供应链中购物^[5]. 对一个给定的商品, 消费者是否购买由两个因素决定: 价格和服务, 而后者非常重要^[6]. 双渠道供应链中电子渠道和零售渠道用提供给客户的服务来提升

收稿日期: 2009-08-17

资助项目: 国家自然科学基金 (70972056); 中央高校基本科研业务费 (CDJRC 10100001)

作者简介: 肖剑 (1975-), 男, 重庆人, 博士, 讲师, 研究方向: 物流与供应链管理.

实际需求, 一般而言, 这样的服务包括送货、退换货、维护、保修、售后支持、定期更新和其他的能增加顾客知觉产品价值的服务等^[7]. 电子渠道和零售渠道提供服务的不同会影响消费者的选择, 实证表明服务已经成为影响消费者渠道选择的一个重要因素^[8].

目前, 国内外关于双渠道供应链服务的研究按服务提供方划分, 大致可分为三类, 其一为对电子渠道服务的研究, 特别是电子渠道的送货服务, 如 Lin^[9] 用仿真方法研究了电子渠道的送货策略, 发现送货时间窗对顾客服务和成本影响很大; Robuste^[10] 等建立了送货时间窗对送货效率影响的模型, 发现容量的增加将增强时间窗的影响; Hsu^[11] 讨论最优送货周期, 以寻求送货成本和顾客服务之间的平衡. 除了送货服务外, 对电子渠道其他的服务项目, 如退货、售后支持等很少涉及. 其二为对零售渠道服务的研究, 如 Dumrongssiri^[6] 利用数值方法, 发现增加零售商的服务水平将提高制造商的收益, 顾客的服务敏感度变化越大, 对制造商和零售商双方均有利; Mukhopadhyay^[12] 在零售商的增值服务成本信息未知时, 分析了增值服务和渠道定价之间的函数关系. 以上文献只涉及了双渠道供应链中单一渠道提供服务的情形, 没有考虑渠道间服务的相互影响. 其三是对实践中较为常见的电子渠道和零售渠道同时提供服务的研究, 如 Yrjola^[13] 对服务替换策略的成本作了估计, 结果显示混合结构能逐渐地提升传统渠道到电子渠道的转化; Kaya^[14] 得出制造商和零售商在双渠道供应链中提供的服务水平高于单一渠道的情形. 这里服务不再局限于某一具体的服务项目, 如送货、保修等, 研究的范围也拓展到了渠道双方.

已有双渠道供应链服务的研究中, 电子渠道服务只由制造商提供, 与零售商无关^[9-14], 在这种情况下, 由于制造商管理下的电子渠道也是零售渠道的有力竞争者, 因此会带来渠道冲突^[15-17]. 由于零售商具有直接面对顾客、服务成本较低的自然优势, 相对于零售商, 制造商在电子渠道的服务处于劣势^[6], 如果制造商将电子渠道的服务交由零售商来完成, 显然效率更高, 此时零售商能从电子渠道获得服务收益. 鉴于此, 为缓解渠道冲突, 提高消费者满意度, 拟对制造商的电子渠道服务与零售商合作进行研究, 并为企业相关决策提供理论指导.

2 问题描述与模型

2.1 问题描述与假设

本文考虑单一产品具备电子渠道和零售渠道, 只含有一个制造商和一个零售商的供应链系统. 制造商建立了电子渠道, 零售商经营零售渠道, 双方为独立的实体, 在价格和服务方面进行竞争. 如果实力雄厚的制造商居于领导地位, 制造商和零售商之间进行 Stackelberg 竞争, 如拥有电子渠道 (www.bgyc.com) 的宝钢益昌公司与其核心零售商的博弈. 当制造商和零售商的地位相等时, 制造商和零售商之间进行 Bertrand 竞争, 如拥有电子渠道的全球最大的运动鞋品牌制造商 Nike 与全球最大的零售企业 Wal-Mart 的博弈. 制造商把低效率的电子渠道服务功能剥离, 交由零售商来完成, 以提高电子渠道服务效率, 实现制造商电子渠道与零售商的服务合作.

模型符号: a_i 为渠道 i 的潜在市场规模 ($i = 1$ 代表电子渠道, $i = 2$ 代表零售渠道), 它描述的是当价格为零且没有服务提供时的需求, 显然 $a_i > 0$; b_1 为市场需求对价格的弹性系数; b_2 为市场需求对服务水平的弹性系数; β_1 为市场需求对价格水平差异的转移系数; β_2 为市场需求对服务水平差异的转移系数; π_1 为制造商的收益; π_2 为零售商的收益; d_1 为电子渠道的需求; d_2 为零售渠道的需求; p_1 为电子渠道的商品价格; p_2 为零售渠道的商品价格; w 为制造商的批发价格; c_1 为制造商电子渠道销售产品的单位成本; c_2 为制造商产品的单位生产成本; s_1 为电子渠道提供给顾客的服务水平; s_2 为零售渠道提供给顾客的服务水平. 模型假设:

假设 1 制造商的批发价格由长期合同价格或市场价格决定, 为模型的外生变量;

假设 2 制造商和零售商是理性的, 双方的所有信息均为共同知识;

假设 3 $b_i > \beta_i > 0$, $i = 1, 2$, 即渠道价格对渠道需求的影响大于渠道间价格水平差异的影响; 渠道服务水平对渠道需求的影响大于渠道间服务水平差异的影响;

假设 4 与文献 [7] 相同, 假设服务水平 s_i 的成本为 $c(s_i) = \frac{\eta_i s_i^2}{2}$, $\eta_i > 0$, $i = 1, 2$. 相同的服务水平时, 由于零售商具有贴近顾客的优势, 零售商的服务成本较低, 即 $\eta_2 < \eta_1$;

假设 5 零售商完成电子渠道的服务 s_1 , 制造商按电子渠道定单数量支付给零售商相应服务报酬 $c(s_1)d_1$; 当电子渠道的服务水平为 s_1 时, 零售商的服务成本为 $c^*(s_1) = \frac{\eta_2 s_1^2}{2}$, 服务收益为 $\pi_2^* = (c(s_1) - c^*(s_1))d_1$;

假设 6 $\frac{\partial c(s_1)}{\partial s_1}$ 为制造商在电子渠道的边际服务成本, $\frac{\partial c^*(s_1)}{\partial s_1}$ 为零售商在电子渠道的边际服务成本, 满足 $\frac{\partial c(s_1)}{\partial s_1} > \frac{\partial c^*(s_1)}{\partial s_1}$.

2.2 模型建立

在双渠道供应链中, 电子渠道和零售渠道在服务水平和价格上竞争, 采用文献 [18] 的需求函数形式.

电子渠道需求:

$$d_1 = a_1 - b_1 p_1 + b_2 s_1 + \beta_1 (p_2 - p_1) + \beta_2 (s_1 - s_2) \tag{1}$$

零售渠道需求:

$$d_2 = a_2 - b_1 p_2 + b_2 s_2 + \beta_1 (p_1 - p_2) + \beta_2 (s_2 - s_1) \tag{2}$$

制造商将电子渠道的服务交由零售商完成, 制造商的收益包括电子渠道销售收益和批发收益, 零售商的收益包括零售渠道的销售收益和从电子渠道获得的服务收益. 由此, 可得制造商、零售商双方的收益函数为

制造商收益:

$$\pi_1 = (p_1 - c - c(s_1))d_1 + (w - c)d_2 \tag{3}$$

零售商收益:

$$\pi_2 = (p_2 - w - c(s_2))d_2 + (c(s_1) - c^*(s_1))d_1 \tag{4}$$

两个渠道总收益:

$$\pi = (p_1 - c - c^*(s_1))d_1 + (p_2 - c - c(s_2))d_2 \tag{5}$$

3 Stackelberg 竞争下的双渠道供应链服务合作定价策略

在双渠道供应链中, 如果制造商的实力较强, 居于领导地位, 制造商和零售商之间进行 Stackelberg 博弈. 制造商就电子渠道的服务和零售商进行合作, 此时批发价格保持不变, Stackelberg 博弈的顺序为: 制造商首先选择电子渠道价格 p_1 使其收益 π_1 最大, 根据制造商制定的 p_1 , 零售商选择零售渠道价格 p_2 , 使其收益 π_2 最大, 由此可得命题 1.

命题 1 批发价格外生的双渠道供应链中, 如果制造商和零售商之间存在 Stackelberg 竞争, 则最优价格策略 $(p_1^{S^*}, p_2^{S^*})$ 为

$$p_1^{S^*} = \frac{A_1 s_1^2 + A_2 s_1 + A_3 s_2^2 + A_4 s_2 + A_5}{4(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)} \tag{6}$$

$$p_2^{S^*} = \frac{B_1 s_1^2 + B_2 s_1 + B_3 s_2^2 + B_4 s_2 + B_5 + B_6}{8(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} \tag{7}$$

其中:

$$\begin{aligned} A_1 &= -\beta_1^2 \eta_2 + 2\eta_1 \beta_1^2 + 4b_1 \eta_1 \beta_1 + 2\eta_1 b_1^2, \\ A_2 &= 2\beta_1 \beta_2 + 4b_1 \beta_2 + 4b_1 b_2 + 4\beta_1 b_2, \\ A_3 &= \beta_1^2 \eta_2 + b_1 \beta_1 \eta_2, \\ A_4 &= 2\beta_1 b_2 - 2\beta_1 \beta_2 - 4b_1 b_2, \\ A_5 &= 4b_1 a_1 + 4\beta_1 a_1 + 4cb_1^2 + 6\beta_1 cb_1 + 2\beta_1 a_2 + 4\beta_1^2 w + 4\beta_1 w b_1, \\ B_1 &= 2b_1 \eta_1 \beta_1^2 - 8b_1 \beta_1^2 \eta_2 + 6b_1^2 \eta_1 \beta_1 - 3\beta_1^3 \eta_2 - 4b_1^2 \beta_1 \eta_2 + 4\beta_1^3 \eta_1, \\ B_2 &= 4\beta_1^2 b_2 - 12b_1 \beta_1 \beta_2 - 2\beta_1^2 \beta_2 - 8b_1^2 b_2 + 4b_1 \beta_1 b_2, \\ B_3 &= 12b_1^2 \beta_1 \eta_2 + 3\beta_1^3 \eta_2 + 4\eta_2 b_1^3 + 11b_1 \beta_1^2 \eta_2, \\ B_4 &= 2\beta_1^2 \beta_2 + 8b_1^2 b_2 + 16b_1 \beta_1 b_2 + 6\beta_1^2 b_2 + 12b_1 \beta_1 b_2 + 8b_1^2 \beta_2, \\ B_5 &= 24\beta_1 w b_1^2 + 6\beta_1^2 cb_1 + 8w \beta_1^3 + 16b_1 \beta_1 a_2 + 24b_1 \beta_1^2 w, \\ B_6 &= 4b_1 \beta_1 a_1 + 4\beta_1 cb_1^2 + 8w b_1^3 + 8a_2 b_1^2 + 6\beta_1^2 a_2 + 4\beta_1^2 a_1. \end{aligned}$$

根据命题 1, 令 $C_1 = 4b_1^2 b_2 + 4b_1^2 \beta_2 + 8b_1 \beta_1 b_2 + 6b_1 \beta_1 \beta_2 + 3\beta_1^2 b_2 + \beta_1^2 \beta_2$, 当 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2} \geq \frac{C_1}{12b_1^2 \beta_1 + 9b_1 \beta_1^2 + \beta_1^3 + 4b_1^3}$ 时, 可得 $\frac{\partial d_2^{S^*}}{\partial s_2} \leq 0$, 以下推论成立.

推论 1 当 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2} \geq \frac{C_1}{12b_1^2 \beta_1 + 9b_1 \beta_1^2 + \beta_1^3 + 4b_1^3}$ 时, 零售渠道的需求 $d_2^{S^*}$ 随零售渠道服务水平 s_2 的提高而减少.

推论 1 说明: 当零售商在零售渠道的边际服务成本 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2}$ 较高时, 随着零售渠道服务水平 s_2 提高, 有 $\frac{\partial p_2^{S^*}}{\partial s_2} = \frac{C_2 s_2 + C_3}{8(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} > 0$ 成立, 其中: $C_2 = 24b_1^2\beta_1\eta_2 + 22b_1\beta_1^2\eta_2 + 6\beta_1^3\eta_2 + 8\eta_2b_1^3$, $C_3 = 8b_1^2b_2 + 8b_1^2\beta_2 + 16b_1\beta_1b_2 + 12b_1\beta_1\beta_2 + 6\beta_1^2b_2 + 2\beta_1^2\beta_2$. 此时零售价格 $p_2^{S^*}$ 增加对渠道需求的抑制作用超过了渠道服务水平 s_2 提高对需求的促进作用, 渠道需求 $d_2^{S^*}$ 减少. 因此, 当零售渠道的边际服务成本较高时, 单纯提高渠道服务水平 s_2 并不能增加渠道需求 $d_2^{S^*}$.

4 Bertrand 竞争下的双渠道供应链服务合作定价策略

在双渠道供应链中, 当制造商和零售商的地位相等时, 制造商和零售商进行 Bertrand 博弈, 双方独立进行价格决策. 制造商就电子渠道的服务和零售商进行合作, 此时批发价格保持不变, Bertrand 博弈的顺序为: 制造商从自身利益 π_1 最大化出发决定自己的电子渠道零售价格 p_1 ; 在未知 p_1 的情况下, 零售商决定自己的零售价格 p_2 , 来最大化自己的收益 π_2 , 由此可得命题 2.

命题 2 批发价格外生的双渠道供应链中, 如果制造商和零售商之间存在 Bertrand 竞争, 则最优价格策略 $(p_1^{B^*}, p_2^{B^*})$ 为:

$$p_1^{B^*} = \frac{D_1 s_1^2 + D_2 s_1 + D_3 s_2^2 + D_4 s_2 + D_5}{2(3\beta_1^2 + 4b_1^2 + 8b_1\beta_1)} \quad (8)$$

$$p_2^{B^*} = \frac{E_1 s_1^2 + E_2 s_1 + E_3 s_2^2 + E_4 s_2 + E_5}{2(3\beta_1^2 + 4b_1^2 + 8b_1\beta_1)} \quad (9)$$

其中:

$$\begin{aligned} D_1 &= 3\beta_1^2\eta_1 - \beta_1^2\eta_2 + 2\eta_1b_1^2 + 4\eta_1b_1\beta_1, \\ D_2 &= 2\beta_2\beta_1 + 4b_2\beta_1 + 4\beta_2b_1 + 4b_2b_1, \\ D_3 &= \beta_1\eta_2b_1 + \beta_1^2\eta_2, \\ D_4 &= -4\beta_2b_1 + 2b_2\beta_1 - 2\beta_2\beta_1, \\ D_5 &= 4cb_1^2 + 6w\beta_1^2 + 4a_1b_1 + 2\beta_1a_2 + 6\beta_1wb_1 + 4a_1\beta_1 + 4cb_1\beta_1, \\ E_1 &= 3\eta_1b_1\beta_1 - 2\beta_1\eta_2b_1 - 2\beta_1^2\eta_2 + 3\beta_1^2\eta_1, \\ E_2 &= -4\beta_2b_1 + 2b_2\beta_1 - 2\beta_2\beta_1, \\ E_3 &= 4\beta_1\eta_2b_1 + 2\beta_1^2\eta_2 + 2\eta_2b_1^2, \\ E_4 &= 2\beta_2\beta_1 + 4b_2\beta_1 + 4\beta_2b_1 + 4b_2b_1, \\ E_5 &= 4b_1a_2 + 2a_1\beta_1 + 4\beta_1a_2 + 6w\beta_1^2 + 2cb_1\beta_1 + 4wb_1^2 + 8\beta_1wb_1. \end{aligned}$$

由命题 2, 当 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2} \geq \frac{3b_1\beta_1\beta_2 + 2b_1^2\beta_2 + \beta_1^2\beta_2 - b_1\beta_1b_2 - \beta_1^2b_2}{\beta_1b_1^2 + 2b_1\beta_1^2 + \beta_1^3}$ 时, 可得 $\frac{\partial d_1^{B^*}}{\partial s_2} \geq 0$, 此时推论 2 成立.

推论 2 当 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2} \geq \frac{3b_1\beta_1\beta_2 + 2b_1^2\beta_2 + \beta_1^2\beta_2 - b_1\beta_1b_2 - \beta_1^2b_2}{\beta_1b_1^2 + 2b_1\beta_1^2 + \beta_1^3}$ 时, 零售商从电子渠道处获得的服务收益 $\pi_2^{S^*} = (c(s_1) - c^*(s_1))d_1$ 是零售渠道服务水平 s_2 的增函数.

当零售商在零售渠道的边际服务成本 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2}$ 较高时, 随着零售渠道服务水平 s_2 的提高, 零售渠道因服务成本压力竞争优势变弱, 电子渠道的需求 d_1 增加, 由于电子渠道的服务水平 s_1 保持不变, 因此零售商从电子渠道处获得的服务收益 $\pi_2^{S^*} = (c(s_1) - c^*(s_1))d_1$ 增加.

5 不同竞争结构下的双渠道供应链服务合作定价策略比较

综合命题 1, 2, 可得到当制造商选择将电子渠道服务和零售商进行合作时, 在 Stackelberg 或 Bertrand 竞争结构中均成立的结论 1 至结论 5.

结论 1 在双渠道供应链中, 制造商电子渠道的价格与其提供的服务水平 s_1 正相关, 零售渠道的零售价格与其提供的服务水平 s_2 正相关.

证明 由命题 1, 在 Stackelberg 竞争的双渠道供应链中有:

$$\frac{\partial p_1^{S^*}}{\partial s_1} = \frac{8b_1\eta_1s_1\beta_1 + 4b_1b_2 + 4\beta_1b_2 + 4b_1\beta_2 + 2\beta_1\beta_2 + 4\eta_1s_1\beta_1^2 - 2\beta_1^2\eta_2s_1 + 4\eta_1s_1b_1^2}{4(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)} \quad (10)$$

注意到 $b_i > \beta_i, i = 1, 2, \eta_2 < \eta_1$ 成立, 有 $\frac{\partial p_1^{S^*}}{\partial s_1} > 0$.

$$\frac{\partial p_2^{S^*}}{\partial s_2} = \frac{G_1 s_2 + G_2}{8(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} > 0 \tag{11}$$

其中:

$$\begin{aligned} G_1 &= 24b_1^2\beta_1\eta_2 + 22b_1\beta_1^2\eta_2 + 6\beta_1^3\eta_2 + 8\eta_2b_1^3, \\ G_2 &= 8b_1^2b_2 + 8b_1^2\beta_2 + 16b_1\beta_1b_2 + 12b_1\beta_1\beta_2 + 6\beta_1^2b_2 + 2\beta_1^3\beta_2. \end{aligned}$$

由命题 2, 在 Bertrand 竞争的双渠道供应链中有:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1^{B^*}}{\partial s_1} &= \frac{8b_1\eta_1s_1\beta_1 + 4\eta_1s_1b_1^2 + 6\eta_1s_1\beta_1^2 + 2\beta_1\eta_2s_1 + 4b_1b_2 + 4b_1\beta_2 + 4\beta_1b_2}{2(3\beta_1^2 + 4b_1^2 + 8b_1\beta_1)} > 0, \\ \frac{\partial p_2^{B^*}}{\partial s_2} &= \frac{4\eta_2s_2b_1^2 + 8\beta_1\eta_1s_2b_1 + 4b_1b_2 + 4b_1\beta_2 + 4\eta_2s_2\beta_1^2 + 4\beta_1b_2 + 2\beta_1\beta_2}{2(3\beta_1^2 + 4b_1^2 + 8b_1\beta_1)} > 0, \end{aligned}$$

综上, 结论 1 得证.

结论 1 说明: 渠道服务的改善会给制造商或零售商增加成本压力, 相应的渠道价格也随之提高, 最终是消费者为之买单. 因此, 并无消费者可以免费享受的服务, 即使是两个渠道的服务处于竞争之中.

结论 2 在双渠道供应链中, 电子渠道的服务水平 s_1 对制造商电子渠道价格的影响大于零售渠道价格, 零售渠道的服务水平 s_2 对零售渠道价格的影响大于电子渠道价格.

证明 由命题 1, 在 Stackelberg 竞争的双渠道供应链中有:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(p_1^{S^*} - p_2^{S^*})}{\partial s_1} &= \frac{H_1 s_1 + H_2}{8(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} > 0, \\ \frac{\partial(p_1^{S^*} - p_2^{S^*})}{\partial s_2} &= \frac{J_1 s_2 + J_2}{8(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} < 0, \end{aligned}$$

其中:

$$\begin{aligned} H_1 &= 12b_1\beta_1^2\eta_2 + 12b_1^2\eta_1\beta_1 + 8b_1^2\beta_1\eta_2 + 2\beta_1^3\eta_2 + 8\eta_1b_1^3, \\ H_2 &= 16b_1^2\beta_2 + 6\beta_1^2\beta_2 + 24b_1\beta_1\beta_2 + 12b_1\beta_1b_2 + 4\beta_1^2b_2 + 8b_1^2b_2, \\ J_1 &= -20b_1^2\beta_1\eta_2 - 14b_1\beta_1^2\eta_2 - 2\beta_1^3\eta_2 - 8\eta_2b_1^3, \\ J_2 &= -8b_1^2b_2 - 16b_1^2\beta_2 - 12b_1\beta_1b_2 - 24b_1\beta_1\beta_2 - 2\beta_1^2b_2 - 6\beta_1^3\beta_2. \end{aligned}$$

由命题 2, 在 Bertrand 竞争的双渠道供应链中有:

$$\frac{\partial(p_1^{B^*} - p_2^{B^*})}{\partial s_1} = \frac{2\beta_1\eta_2s_1 + 2b_2 + 4\beta_2 + 2b_1\eta_1s_1}{2(3\beta_1 + 2b_1)} > 0 \tag{12}$$

$$\frac{\partial(p_1^{B^*} - p_2^{B^*})}{\partial s_2} = \frac{-2\beta_1\eta_2s_2 - 4\beta_2 - 2b_2 - 2\eta_2s_2b_1}{2(3\beta_1 + 2b_1)} < 0 \tag{13}$$

综上, 结论 2 得证.

当电子渠道的服务水平 s_1 降低时, 从结论 1 可知, 电子渠道的价格会下降, 此时如果零售商也采用降价策略进行竞争, 则零售渠道降价的幅度要比电子渠道小. 当零售商决定提高服务水平 s_2 时, 从结论 1 可知, 零售渠道的价格会增加, 此时如果制造商也采用提价策略, 则电子渠道提价的幅度要小于零售渠道.

结论 3 制造商在电子渠道的服务成本越高, 电子渠道和零售渠道的定价越高.

证明 由命题 1, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1^{S^*}}{\partial \eta_1} &= \frac{4s_1^2b_1\beta_1 + 2\beta_1^2s_1^2 + 2s_1^2b_1^2}{4(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)} \geq 0, \\ \frac{\partial p_2^{S^*}}{\partial \eta_1} &= \frac{4\beta_1^3s_1^2 + 12s_1^2b_1\beta_1^2 + 6\beta_1s_1^2b_1^2}{8(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} \geq 0. \end{aligned}$$

由命题 2, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1^{B^*}}{\partial \eta_1} &= \frac{4s_1^2b_1\beta_1 + 3\beta_1^2s_1^2 + 2s_1^2b_1^2}{2(4b_1^2 + 8b_1\beta_1 + 3\beta_1^2)} \geq 0 \\ \frac{\partial p_2^{B^*}}{\partial \eta_1} &= \frac{3s_1^2b_1\beta_1 + 3\beta_1^2s_1^2}{2(4b_1^2 + 8b_1\beta_1 + 3\beta_1^2)} \geq 0. \end{aligned}$$

得证.

结论 3 说明: 即使制造商将电子渠道服务交由具有成本优势的零售商来完成, 制造商仍需采取措施降低其电子渠道的服务成本, 否则消费者得到了电子渠道服务水平提高的好处, 但需面临渠道价格增加, 如果消费者是价格敏感的, 则对渠道的忠诚度会受到影响.

结论 4 当零售渠道服务水平高于电子渠道服务水平时, 零售商的服务成本越低, 电子渠道和零售渠道的定价越低.

证明 由命题 1, 可得

$$\frac{\partial p_1^{S^*}}{\partial \eta_2} = \frac{s_2^2 b_1 \beta_1 + \beta_1^2 s_2^2 - s_1^2 \beta_1^2}{4(2b_1^2 + 4b_1 \beta_1 + \beta_1^2)} \quad (14)$$

$$\frac{\partial p_2^{S^*}}{\partial \eta_2} = \frac{4s_2^2 b_1^3 + 3s_2^2 \beta_1^3 + 11\beta_1^2 s_2^2 b_1 + 12s_2^2 b_1^2 \beta_1 - 3\beta_1^3 s_1^2 - 4\beta_1 s_1^2 b_1^2 - 8s_1^2 b_1 \beta_1}{8(2b_1^2 + 4b_1 \beta_1 + \beta_1^2)(b_1 + \beta_1)} \quad (15)$$

由命题 2, 可得

$$\frac{\partial p_1^{B^*}}{\partial \eta_2} = \frac{s_2^2 b_1 \beta_1 + \beta_1^2 s_2^2 - s_1^2 \beta_1^2}{2(4b_1^2 + 8b_1 \beta_1 + 3\beta_1^2)},$$

$$\frac{\partial p_2^{B^*}}{\partial \eta_2} = \frac{2s_2^2 b_1^2 + 4\beta_1 s_2^2 b_1 + 2s_2^2 \beta_1^2 - 2s_1^2 b_1 \beta_1 - 2\beta_1^2 s_1^2}{2(4b_1^2 + 8b_1 \beta_1 + 3\beta_1^2)}.$$

当 $s_2 > s_1$ 时, 显然上述式子符号均为正号, 得证.

由于零售商具有贴近顾客的优势, 通常有零售渠道服务水平高于电子渠道服务水平^[6], 当制造商希望在双渠道中保持低价优势时, 应该选择和具有较低服务成本的零售商合作.

当 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2} \leq \frac{2\beta_1 \beta_2 + 4b_1 \beta_2 - 2\beta_1 b_2}{2\beta_1 b_1 + 2\beta_1^2}$ 时, 可得 $\frac{\partial p_1^{S^*}}{\partial s_2} \leq 0$ 和 $\frac{\partial p_2^{S^*}}{\partial s_2} \leq 0$, 以下结论成立.

结论 5 当 $\frac{\partial c(s_2)}{\partial s_2} \leq \frac{2\beta_1 \beta_2 + 4b_1 \beta_2 - 2\beta_1 b_2}{2\beta_1 b_1 + 2\beta_1^2}$ 时, 电子渠道价格随零售渠道服务水平 s_2 的提高而降低.

此结论说明电子渠道价格不仅受零售渠道服务水平的影响, 还受到零售渠道边际服务成本的影响. 当零售渠道具有边际服务成本低的优势时, 随着服务水平 s_2 提高, 零售渠道在服务方面的优势明显, 服务水平 s_1 保持不变的电子渠道会采用降价策略来竞争.

结论 6 存在一个制造商的批发价格阈值 w^0 , 满足

1) 如果 $w > w^0$, 则 $p_1^{B^*} > p_1^{S^*}, p_2^{B^*} > p_2^{S^*}$, 如果 $w = w^0$, 则 $p_1^{B^*} = p_1^{S^*}, p_2^{B^*} = p_2^{S^*}$, 如果 $w < w^0$, 则 $p_1^{B^*} < p_1^{S^*}, p_2^{B^*} < p_2^{S^*}$.

2) 如果 $w > w^0$, 则 $d_1^{B^*} < d_1^{S^*}, d_2^{B^*} > d_2^{S^*}$, 如果 $w = w^0$, 则 $d_1^{B^*} = d_1^{S^*}, d_2^{B^*} = d_2^{S^*}$, 如果 $w < w^0$, 则 $d_1^{B^*} > d_1^{S^*}, d_2^{B^*} < d_2^{S^*}$.

其中:

$$w^0 = \frac{F_1 s_1^2 + F_2 s_1 + F_3 s_2^2 + F_4 s_2 + F_5}{8b_1(b_1 + \beta_1)(b_1 + 2\beta_1)},$$

$$F_1 = -4\eta_1 b_1 \beta_1^2 - 2\beta_1 \eta_1 b_1^2 - \beta_1^3 \eta_2,$$

$$F_2 = 4b_2 \beta_1^2 + 2\beta_2 \beta_1^2 + 4\beta_1 b_2 b_1 + 4\beta_2 b_1 \beta_1,$$

$$F_3 = \beta_1^3 \eta_2 + \beta_1^2 \eta_2 b_1,$$

$$F_4 = 2b_2 \beta_1^2 - 4\beta_2 b_1 \beta_1 - 2\beta_2 \beta_1^2,$$

$$F_5 = 4\alpha_1 \beta_1^2 + 2\alpha_2 \beta_1^2 + 4\beta_1 a_1 b_1 + 10cb_1 \beta_1^2 + 20\beta_1 cb_1^2 + 8cb_1^3.$$

证明 1) 令 $w = w^0 + t$, 由命题 1,2, 可得

$$p_1^{B^*} - p_1^{S^*} = \frac{2\beta_1 b_1 t (b_1 + 2\beta_1)(b_1 + \beta_1)}{(2b_1 + 3\beta_1)(\beta_1 + 2b_1)(2b_1^2 + 4b_1 \beta_1 + \beta_1^2)},$$

$$p_2^{B^*} - p_2^{S^*} = \frac{b_1 t \beta_1^2 (b_1 + 2\beta_1)}{(2b_1^2 + 4b_1 \beta_1 + \beta_1^2)(2b_1 + 3\beta_1)(2b_1 + \beta_1)}.$$

显然, 如果 $w > w^0$, 则 $p_1^{B^*} > p_1^{S^*}, p_2^{B^*} > p_2^{S^*}$; 如果 $w = w^0$, 则 $p_1^{B^*} = p_1^{S^*}, p_2^{B^*} = p_2^{S^*}$; 如果 $w < w^0$, 则 $p_1^{B^*} < p_1^{S^*}, p_2^{B^*} < p_2^{S^*}$. 得证.

2) 令 $w = w^0 + t$, 由命题 1、2 和式 (1)、(2), 可得

$$d_1^{B^*} - d_1^{S^*} = -\frac{\beta_1 b_1 t (b_1 + 2\beta_1)}{(2b_1 + 3\beta_1)(\beta_1 + 2b_1)},$$

$$d_2^{B^*} - d_2^{S^*} = \frac{b_1 t \beta_1^2 (b_1 + \beta_1)(b_1 + 2\beta_1)}{(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(2b_1 + 3\beta_1)(2b_1 + \beta_1)},$$

显然, 如果 $w > w^0$, 则 $d_1^{B^*} < d_1^{S^*}, d_2^{B^*} > d_2^{S^*}$; 如果 $w = w^0$, 则 $d_1^{B^*} = d_1^{S^*}, d_2^{B^*} = d_2^{S^*}$; 如果 $w < w^0$, 则 $d_1^{B^*} > d_1^{S^*}, d_2^{B^*} < d_2^{S^*}$. 得证.

结论 6 的 1) 说明: 当批发价格大于某一阈值 w^0 时, Stackelberg 竞争下电子渠道和零售渠道价格均小于 Bertrand 竞争情形. 说明如果制造商将电子渠道服务和零售商进行合作, 当零售商面临较高的市场批发价格时, 选择 Stackelberg 竞争能降低渠道价格, 对保持双渠道的竞争优势有利. 如果零售商坚持和制造商的平等地位, 则不得不以渠道价格升高为代价. 结论 6 的 2) 表明: 当市场批发价格较高时, 与 Stackelberg 竞争相比, 零售商选择 Bertrand 竞争, 零售渠道的需求较大; 当市场批发价格较低时, 零售商选择 Stackelberg 竞争能提高渠道需求.

进一步我们考虑在这两种不同的竞争模型中, 供应链成员的收益情况, 有以下结论成立.

结论 7 如果 $w \neq w^0$, 则 $\pi_1^{S^*} > \pi_1^{B^*}$.

证明 令 $w = w^0 + t$, 由命题 1, 2 及 (3)、(4) 可得

$$\pi_1^{B^*} - \pi_1^{S^*} = -\frac{2\beta_1^2 b_1^2 t^2 (b_1 + \beta_1)(b_1 + 2\beta_1)^2}{(2b_1^2 + 4b_1\beta_1 + \beta_1^2)(\beta_1 + 2b_1)^2 (3\beta_1 + 2b_1)^2} \leq 0$$

故 $\pi_1^{S^*} - \pi_1^{B^*} \geq 0$, 当 $w \neq w^0$ 时, $\pi_1^{S^*} > \pi_1^{B^*}$. 得证.

从此结论可知, 除了 $w = w^0$ 时收益相同外, 其余情形总是制造商在 Stackelberg 竞争下的收益大于 Bertrand 竞争下的收益, 故制造商愿意作为先行者, 和零售商进行 Stackelberg 竞争, 制造商实力的增强有助于制造商电子渠道服务和零售商合作的实现.

与制造商不同, 零售商对 Stackelberg 竞争或 Bertrand 竞争的偏好受到市场批发价格、渠道服务水平等的影响, 下面的算例对此进行了讨论.

6 算例

在双渠道供应链中, 取参数 $a_1 = 200, a_2 = 250, b_1 = 5, b_2 = 3, \beta_1 = 2, \beta_2 = 1, \eta_1 = 7, \eta_2 = 3, c = 4, s_1 = 3, s_2 = 6$, 分析当制造商选择将电子渠道服务和零售商进行合作时, 在不同的竞争结构下市场批发价格对零售商收益的影响, 可得图 1.

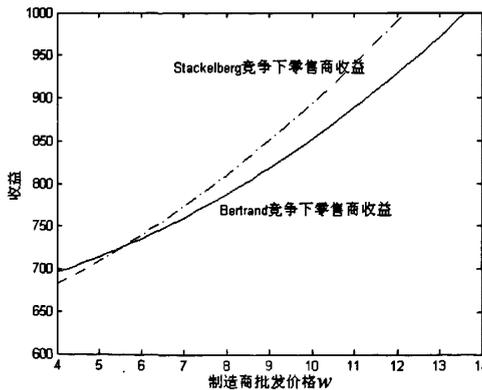


图 1 Stackelberg 竞争和 Bertrand 竞争下零售商收益比较

从图 1 可知, 当市场的批发价格 $w < w_0 = 5.544$ 时, $\pi_2^{B^*} > \pi_2^{S^*}$, 零售商愿意和制造商进行 Bertrand 竞争; 当 $w > w_0$ 时, Stackelberg 竞争下零售商能获利更多; 当 $w = w_0$ 时, Stackelberg 竞争和 Bertrand 竞争下零售商收益相同. 显然, 当市场批发价格 w 较低时, 由结论 6, 制造商倾向于选择 Stackelberg 竞争环境,

而零售商更倾向于进行 Bertrand 竞争, 当批发价格超过阈值 w^0 时, 此时零售商面临较高的成本压力, 愿意作制造商的跟随者。

保持其余参数不变, 分析 Stackelberg 竞争下制造商电子渠道服务水平 s_1 变动时对零售商收益的影响. 得到图 2.

注意到图 2 中电子渠道的服务水平 s_1 是由零售商来保证的, 当服务水平 s_1 开始提高时, 零售商的收益与服务水平 s_1 正相关, 但增加的速度逐渐放缓, 当零售商的收益达到最大值后, 随着服务水平 s_1 的提高, 其收益不断加速变小. 这主要是由于电子渠道的服务水平 s_1 提高时, 电子渠道的竞争优势逐渐增强, 最终超过零售商从电子渠道处获得的服务收益对零售渠道的积极影响, 使得零售商收益不断减少。

保持其余参数不变, 分析 Stackelberg 竞争下制造商电子渠道服务水平 s_1 变动时对制造收益的影响. 得到图 3.

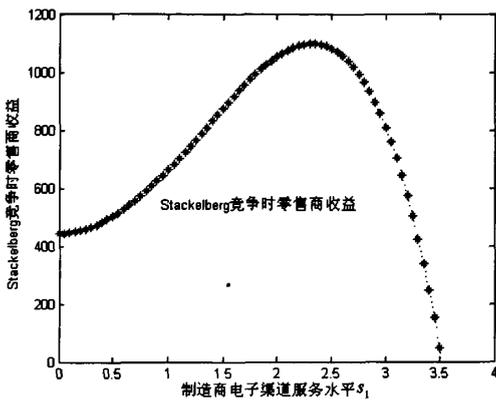


图 2 Stackelberg 竞争下 s_1 变动时的零售商收益

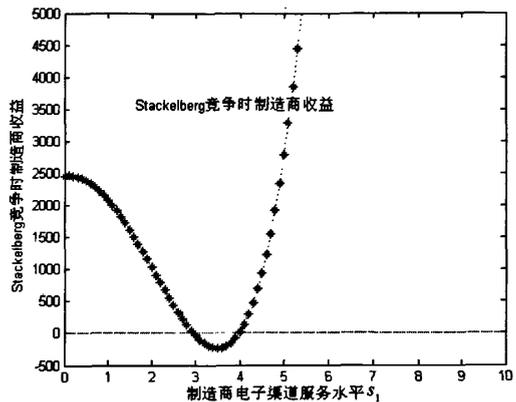


图 3 Stackelberg 竞争下 s_1 变动时的制造商收益

当服务水平 s_1 从 0 开始提高时, 制造商电子渠道服务成本增加的速度大于因电子渠道需求、价格上升导致的收益增加速度, 因此净收益不断减少, 但当净收益达到某个最小负值后, 制造商从服务水平 s_1 获得的收益大于给予零售商的电子渠道服务报酬, 因此收益开始净增加. 故当制造商将电子渠道的服务交由零售商来完成时, 选择较高的服务水平 s_1 比较有利, 如果是只需提供比较简单的服务 (s_1 较小) 制造商独立完成也许是一个不错的选择. 以上主要是针对 Stackelberg 竞争情形进行讨论, 对 Bertrand 竞争环境分析, 也可得到类似结论。

7 结论

在对称信息框架下, 本文对双渠道供应链中电子渠道与零售商的服务合作策略进行了研究, 分析了 Stackelberg 竞争和 Bertrand 竞争结构对制造商和零售商收益的影响. 发现制造商虽然选择将电子渠道服务交给零售商完成, 双方就电子渠道服务进行合作, 仍需注意降低其电子渠道的边际服务成本, 同时要选择和具有较低边际服务成本的零售商合作, 才能保持双渠道的竞争优势. 当零售商具有边际服务成本优势时, 制造商和零售商才能从服务水平的提高中获利. 与 Bertrand 竞争相比, 在 Stackelberg 竞争下双渠道供应链的渠道价格较低. 制造商总是偏好作价格的领导者, 而零售商在市场批发价格较低时, 会选择独立定价, 而在市场批发价格较高时, 愿意作制造商定价的跟随者. 当电子渠道所需服务增加时, 零售商的收益会先逐渐增加, 直到电子渠道因服务增加带来的竞争力增强, 超过零售商所得服务报酬的影响, 零售商收益开始逐渐减少. 制造商如果要将电子渠道的服务交给零售商完成, 选择一个较高的服务水平比较有利. 对本文进一步的研究可以扩展到不对称信息的框架来讨论。

参考文献

- [1] Mangalindan M. Online retail sales are expected to rise to \$172 billion this year[N]. The Wall Street Journal, May 24, 2005.

- [2] Tsay A, Agrawal N. Channel conflict and coordination in the E-commerce age[J]. *Production and Operations Management*, 2004, 13(1): 93–110.
- [3] McWilliams G, Zimmerman A. Dell plans to peddle PCs insider Sears, other large chains[N]. *The Wall Street Journal*, January 30, 2003.
- [4] Palmer J. Gateway's gains[J]. *Barron's Chicopee*, 2004, 84(48): 12–14.
- [5] Stringer K. Style & substance: Shopper who blend store, catalog, and web spend more[N]. *The Wall Street Journal*, September 3, 2004.
- [6] Dumrongsiri A, Fan M, Jain A, et al. A supply chain model with direct and retail channels[J]. *European Journal of Operational Research*, 2008, 187: 691–718.
- [7] 许明辉, 于刚, 张汉勤. 具备提供服务的供应链博弈分析 [J]. *管理科学学报*, 2006, 9(2): 18–27.
Xu M H, Yu G, Zhang H Q. Game analysis in a supply chain with service provision[J]. *Journal of Management Science in China*, 2006, 9(2): 18–27.
- [8] Rohm A J, Swaminathan V. A typology of online shoppers based on shopping motivations[J]. *Journal of Business Research*, 2004, 57: 748–757.
- [9] Lin I I, Mahmassani H S. Can online grocers deliver? Some logistics considerations[R]. *Transportation Record*, Washington DC, 2002.
- [10] Robuste F, Galvan D, Lopez-Pita A. Modeling e-logistics for urban B2C in Europe[R]. *Transportation Research Board Annual Meeting*, 2003.
- [11] Hsu C I, Li H C. Optimal delivery service strategy for Internet shopping with time-dependent consumer demand[J]. *Transportation Research Part E*, 2006, 42(6): 473–497.
- [12] Mukhopadhyay S K, Yao D Q, Yue X H. Information sharing of value-adding retailer in a mixed channel hi-tech supply chain[J]. *Journal of Business Research*, 2008, 61(9): 950–958.
- [13] Yrjola H. Physical distribution considerations for electronic grocery shopping[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2001, 31 (9/10): 746–761.
- [14] Kaya M. Essays in supply chain contracting: Dual channel management with service competition and quality risk in outsourcing[D]. California: Stanford University, 2006.
- [15] Brynjolfsson E, Smith M D. Frictionless commerce? A comparison of internet and conventional retailers[J]. *Management Science*, 2000, 64(4): 563–585.
- [16] 郭亚军, 赵礼强. 基于电子市场的双渠道冲突与协调 [J]. *系统工程理论与实践*, 2008, 28(9): 59–66.
Guo Y J, Zhao L Q. The conflict and coordination in dual channel based on e-market[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2008, 28(9): 59–66.
- [17] 潘会平, 陈荣秋. 供应链合作的利润分配机制研究 [J]. *系统工程理论与实践*, 2005, 25(6): 87–92.
Pan H P, Chen R Q. A study on division of cooperative profit in supply chain[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2005, 25(6): 87–92.
- [18] Yao D Q, Yue X H, Liu J. Vertical cost information sharing in a supply chain with value-adding retailers[J]. *The International Journal of Management Science*, 2008, 36(5): 838–851.