

基于产品替代程度的双寡头零售商定价顺序策略

周 健, 王栋杰

(同济大学 机械与能源工程学院, 上海 201804)

摘要: 针对双渠道零售商和纯网络零售商的双寡头竞争模型, 建立了各自需求模型和利润模型. 研究在不同定价顺序下各零售商的利润, 结果表明定价顺序会影响零售商的利润并且延迟定价时间会获得更多的利润. 同时, 也分析了各渠道产品间的替代程度对利润、售价、销售量的影响. 在渠道与产品发展成熟的条件下, 不论对于双渠道零售商还是纯网络零售商, 产品替代程度越大, 利润、售价和销售量均越大. 因为产品替代程度大时, 零售商之间不仅存在竞争关系, 还存在优势互补的关系. 此时, 零售商应加强合作从而带动整体市场的增长.

关键词: 双寡头竞争; 利润模型; 替代程度; 定价顺序

中图分类号: TP15

文献标志码: A

Pricing Order Strategy of Duopoly Retailers Based on Degree of Product Substitution

ZHOU Jian, WANG Dongjie

(College of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Aiming at the duopoly competition model of a dual channel retailer and a pure online retailer, This paper establishes demand model and profit model respectively. The results show that the pricing order affects the retailer's profit and delaying the pricing time will gain more profit. At the same time, we also analyze the influence of the products substitution on the profit, price and sales volume. Under the condition of mature channels and products, the higher the degree of substitution is, the higher the profit, price and sales volume are. When the degree of product substitution is large, retailers are not only competitive but also complementary. At this point, retailers should strengthen cooperation to drive the growth of the overall market.

Key words: duopoly competition; profit model; degree of substitution; pricing order

近年来随着电子商务的发展, 在网上购物越来越便利. 2015 年全年全国网上零售额 38 773 亿元, 比上年增长 33.3%; 2016 年全年全国网上零售额 51 556 亿元, 比上年增长 26.2%; 2017 年全年全国网上零售额 71 751 亿元, 比上年增长 32.2%. 但随着线上销售的兴起, 传统的零售行业受到极大的冲击, 许多传统零售商选择开辟线上销售渠道. 比如, 大润发为了应对线上销售带来的冲击, 增加了大润发优鲜业务, 顾客可以通过手机购买所需要的产品. 也有的零售商直接在线上销售产品, 比如京东商城就通过纯线上的方式出售产品. 如果各个零售商不能制定出合理的经营策略, 零售商之间便形成激烈的竞争, 盈利能力以及市场的效率较低. 因此, 如何协调零售商之间的竞争关系具有重要的意义. 虽然有些零售商为了能够获得更大的市场占有率, 开辟了线上销售渠道. 但是, 如何整体考虑线上、线下渠道以及如何与其他零售商竞争是一个较为热门的研究方向.

制订一个合理的经营策略对于零售商至关重要, 大多数双渠道文献都是站在制造商的角度研究经营策略, 忽视了供应链中零售商这个重要的角色. 另一方面, 研究主要汇集在制造商为了获得最大利润如何制定价格以及如何与零售商合作方面, 忽视了定价顺序这方面.

1 文献综述

Balasubramanian^[1]通过考虑产品对线上销售的适应性和向客户披露的产品信息, 研究了线上零售商和传统零售商之间的关系. 指出, 当产品的适应性较低时, 线上零售商最好降低传播的市场信息水平; Chiang 等^[2]分析了制造商采取线上渠道销售、传统零售渠道销售以及线上线下结合的双渠道销售策

收稿日期: 2018-09-14

基金项目: 上海市博士后基金(11R21416500)

第一作者: 周 健(1975—), 男, 副教授, 工学博士, 主要研究方向为精益生产. E-mail: madeinchina@tongji.edu.cn

通信作者: 王栋杰(1996—), 男, 硕士生, 主要研究方向为精益生产. E-mail: 1732720@tongji.edu.cn

略,结果表明线上渠道可以降低低效率的价格双重边缘化,帮助制造商提高整体的盈利能力;Amir^[3]研究了在双寡头垄断市场中先发优势和后发优势的问题.结果证明一个成本领先于竞争对手的公司具有先发优势;Anderson^[4]探讨了不同价格竞争水平对行业参与者利润的影响,并论证了基础市场份额的扩散所引起的重要作用.这些市场份额的变异系数决定了分散化的供应链是否能在具有一定竞争水平的综合供应链中胜出;Hua 和 Wang^[5]等人研究了线上渠道交货期对消费者对线上渠道的接受程度以及双渠道制造商定价的影响,结果表明交货期对渠道接受程度以及制造商、零售商的定价策略、利润都有很大影响;周健和金剑^[6]研究了双渠道零售商和纯网络零售商构成的多渠道供应链,比较了不同定价时间策略下电子渠道市场规模、双渠道零售商电子渠道的市场规模占整个电子渠道市场规模的比例对供应链成员最优定价的影响.结果表明两零售商的电子渠道最优定价水平都随各自电子市场份额的增大而增大;Matsui^[7]研究了制造商生产和销售产品给竞争对手的多渠道供应链中批发和零售价格设定的最优时机和水平,并且假设制造商可以决定定价水平和时机,研究结果表明制造商必须同时为销售给不同零售商的产品设定批发价格,而零售商必须在不同的时间顺序设定各自的零售价格;周健和陈露婷等^[8]构建了异质品双渠道供应链的定价决策模型,求得异质品双渠道中零售商和制造商的最佳收益并分析产品替代程度对双渠道供应链各方以及整体定价策略和利润的影响.结果显示采取高端产品的差异化战略对零售商、制造商以及供应链整体都有利;Matsui^[9]研究了双渠道制造商应该在何时制定出批发价格以及线上零售价格,结果发现制造商制定线上零售价格的时间应该早于或者等于制定批发价格的时间;McGuire^[10]研究了产品替代程度对双寡头制造商垄断下的纳什均衡分布结构的影响,结果表明对于大多数规格,产品替代程度会影响平衡分布结构.对于替代程度低的产品,每个制造商将通过公司直销店销售产品;对于激烈竞争的产品,制造商更有可能使用分销系统;Dumrongisiri 等^[11]研究了双渠道供应链的问题,其中制造商向零售商以及直接向消费者出售产品.研究表明,两个渠道的边际成本和需求变异性的差异在激励制造商开辟线上渠道起着重要的作用;Huang 和 Swaminathan^[12]研究线上、线下渠道的最优定价策略.构建了确定性的需求模型,模型中需求取决于产品的价格、产品的替

代程度、以及市场的整体需求并确定了几种流行的定价策略;Wang 和 Song^[13]研究了两个制造商和一个普通零售商组成的双渠道供应链中互补产品的定价和服务决策问题并建立了 4 种博弈模型,通过数值算例比较了模型优化结果的有效性,并对产品替代程度等关键参数进行了敏感性分析;张喜征和刘琛等^[14]研究了电子商务环境下可替代产品的双渠道供应链定价策略,研究发现产品替代程度对替代产品的各渠道定价和渠道需求量有正向影响,而对已有产品的需求和定价影响为负.

本文研究了产品替代程度对双寡头零售商定价顺序的影响.在双寡头垄断下零售商分别采用了双渠道销售方式和纯网络渠道销售方式,假设静态线性需求函数;分别求解出不同定价顺序下的利润,分析了产品的可替代性对利润的影响,为零售商制定出最优的定价顺序提供依据.结果表明不同的定价顺序使得零售商的利润不同,同时零售商的利润随着产品的替代程度增大而增加.

2 模型

2.1 假设

本文研究的是双渠道零售商和纯网络零售商之间的竞争模型.双渠道零售商分别从线上、线下销售异质品,售价分别为 p_1^* 、 p_2^* ;纯网络零售商仅从线上销售产品,售价为 p_3^* .两个零售商在定价时是相互独立的.将双渠道零售商称之为零售商 1,纯网络上零售商称之为零售商 2.零售商 1 与零售商 2 产品的进价均为 r^* .零售商 1 在线上、线下渠道的销售量分别为 q_1^* 、 q_2^* ,零售商 2 在线上渠道的销售量为 q_3^* .零售商 1 的利润为线上、线下渠道利润之和为 π_1^* ,零售商 2 的利润即为线上渠道利润 π_2^* .

假设零售商按照消费者的订单进行进货,因为整个系统中没有运输费用和储存成本.在线上销售渠道,消费者从网上下定订单之后,零售商 1 向制造商发出进货请求,零售商 1 收到产品之后寄给消费者.假设线上渠道已经成熟,只有产品本身以及价格会影响消费者的购买意愿,即消费者对各渠道的偏好程度相同.下面是构建的需求与价格之间的线性关系.

$$q_1^* = \mu\alpha \left(1 - \frac{\beta}{1 - k_1 - k_2} p_1^* + \frac{k_1\beta}{1 - k_1 - k_2} p_2^* + \frac{k_2\beta}{1 - k_1 - k_2} p_3^* \right) \quad (1)$$

$$q_2^* = \mu a \left(1 - \frac{\beta}{1-k_1-k_2} p_2^* + \frac{k_1\beta}{1-k_1-k_2} p_1^* + \frac{k_2\beta}{1-k_1-k_2} p_3^* \right) \quad (2)$$

$$q_3^* = (1-2\mu)a \left(1 - \frac{\beta}{1-k_1-k_2} p_3^* + \frac{k_2\beta}{1-k_1-k_2} p_1^* + \frac{k_2\beta}{1-k_1-k_2} p_2^* \right) \quad (3)$$

由于消费者对于各个渠道的偏好程度相同,即 $\mu=1-2\mu, \mu=\frac{1}{3}$; 其中, $a=q_1^*+q_2^*+q_3^*$ 为大于零的常数,代表了市场的整体需求量. 其中 β 为大于零的常数. k_1 是零售商 1 线上(线下)销售量的变化率与线下(线上)产品价格的变化率之比,表示零售商 1 销售的异质品之间的替代程度, k_2 是零售商 2 销售量的变化率与零售商 1 产品价格变化率之比,表示零售商 1 与零售商 2 产品之间的替代程度. 假设整个市场不存在缺货情况,也就是说消费者在各渠道的需求量等于各渠道的销售量. 下面是分别是零售商 1 与零售商 2 的利润函数.

$$\pi_1^* = \frac{1}{3}a[(p_1^* - r^*)q_1^* + (p_2^* - r^*)q_2^*] \quad (4)$$

$$\pi_2^* = \frac{1}{3}a(p_3^* - r^*)q_3^* \quad (5)$$

2.2 化简

在当前模型中共有 5 个参数,分别是 a, r^*, k_1, k_2, β . 为了不失一般性,通过改变价格和需求量的度量单位将现有模型进行化简,化简后的模型只有两个参数. 首先化简零售商 1 的利润函数,定义:

$$\Phi_1 = 1 - \frac{\beta r^*}{1-k_1-k_2} \quad (6)$$

$$p_i = \frac{\beta}{\Phi_1(1-k_1-k_2)}(p_i^* - r^*), i = 1, 2, 3 \quad (7)$$

$$q_i = \frac{3q_i^*}{\Phi_1 a}, i = 1, 2 \quad (8)$$

$$q_1 = 1 - p_1 + k_1 p_2 + k_2 p_3 \quad (9)$$

$$q_2 = 1 - p_2 + k_1 p_1 + k_2 p_3 \quad (10)$$

$$\pi_1 = p_1 q_1 + p_2 q_2 \quad (11)$$

式(7)和式(8)是在新的单位下定义 p_i, q_i , 在新的度量单位下表示价格和需求量之间的关系. 此时式(1)和式(2)可以写为式(9)、式(10),需求函数中仅含有两个参数 k_1, k_2 . 将式(7)与式(8)代入式(4)化简后可得

$$\pi_1^* = \rho_1 \pi_1 \quad (12)$$

其中, $\rho_1 = \frac{\Phi_1^2(1-k_1-k_2)a}{3\beta}$ 为定值. 不论在何种

定价顺序下,零售商 1 的原始利润 π_1^* 都是简化利润

π_1 的 ρ_1 倍并且 ρ_1 是不包含任何决策变量(p_1^*, p_2^*)的定值. 因此不论是分析原始利润模型或是简化模型,零售商 1 得出的最优决策是相同的. 下面用相同的方式简化零售商 2 的利润模型,定义

$$\Phi_2 = 1 - \frac{\beta r^*(1-2k_2)}{1-k_1-k_2} \quad (13)$$

$$p_i = \frac{\beta}{\Phi_2(1-k_1-k_2)}(p_i^* - r^*), i = 1, 2, 3 \quad (14)$$

$$q_3 = \frac{3q_3^*}{\Phi_2 a} \quad (15)$$

$$q_3 = 1 - p_3 + k_2 p_1 + k_2 p_2 \quad (16)$$

$$\pi_2 = p_3 q_3 \quad (17)$$

此时,式(3)可以写为式(16),需求函数中仅含有两个参数 k_1, k_2 . 将式(14)与(15)代入式(5)化简后可得

$$\pi_2^* = \rho_2 \pi_2 \quad (18)$$

其中, $\rho_2 = \frac{\Phi_2^2(1-k_1-k_2)a}{3\beta}$ 为定值. 不论在何种定价顺序下,零售商 2 的原始利润 π_2^* 都是简化利润 π_2 的 ρ_2 倍,并且 ρ_2 是不包含决策变量(p_3^*)的定值. 因此,不论是分析原始利润模型或是简化模型,售商 2 得出的最优决策是相同的.

2.3 求解

零售商 1 与零售商 2 是相互竞争的关系,都以自己的利益最大化为目标. 假设零售商 1 线上、线下最优定价分别为 p'_1, p'_2 , 零售商 2 定价为 p'_3 , 当某一零售商定价不变,另一零售商无法通过改变价格来获得更多的利润,将 (p'_1, p'_2, p'_3) 称为纳什均衡价格. 化简后的利润函数中参数仅为 k_1, k_2 , 在对 π_1 求解之前需要确定 k_1, k_2 的取值范围. 要使建立的模型有意义,要满足下面两个条件:

(1)销售量不为负数;

(2)市场整体的需求量不能和价格成正相关

在求解结果中,会验证销售量的正负性. 市场整体的需求量 $q=q_1+q_2+q_3$, 代入式(9)、式(10)和式(16)可得

$$q = 3 + (k_1 + k_2 - 1)p_1 + (k_1 + k_2 - 1)p_2 + (2k_2 - 1)p_3 \quad (19)$$

要使市场的整体需求量不和价格成正相关,就要保证式中 p_1, p_2 和 p_3 前面的系数不大于零,即

$$k_1 + k_2 - 1 \leq 0 \quad (20)$$

$$2k_2 - 1 \leq 0 \quad (21)$$

结合前面假设条件 $0 \leq k_1, k_2 \leq 1$, 得出 k_1, k_2 的取值范围为集合 K

$$K = \{k_1, k_2 \mid 0 \leq k_1 \leq 1, \\ 0 \leq k_2 \leq 0.5, 0 \leq k_1 + k_2 \leq 1\}$$

确定了参数的取值范围之后,开始对模型进行求解.对于零售商 1 而言,可以制定两个价格即线上价格 p_1 和线下价格 p_2 ;对于零售商 2,可以制定线上价格 p_3 .那么这样就会有 12 种定价排序,分别是: $p_1 p_2 p_3$ 、 $p_1 p_3 p_2$ 、 $p_2 p_1 p_3$ 、 $p_2 p_3 p_1$ 、 $p_3 p_1 p_2$ 、 $p_3 p_2 p_1$ 、 $(p_1 p_2) p_3$ 、 $p_3 (p_1 p_2)$ 、 $p_2 (p_1 p_3)$ 、 $p_1 (p_2 p_3)$ 、 $(p_3 p_1) p_2$ 、 $(p_3 p_2) p_1$.这 12 种排序就代表了各个定价的先后顺序,比如 $p_1 p_2 p_3$ 就代表了零售商 1 最先制定出其线上渠道售价 p_1 ,然后又制定出其线下渠道售价 p_2 ,最后零售商 2 制定出其线上渠道售价 p_3 ;其中括号里面的价格为同时制定的,比如 $(p_1 p_2) p_3$ 就代表零售商最先同时制定出 p_1 、 p_2 ,然后零售商 2 制定出 p_3 .将排序 $p_1 p_2 p_3$ 、 $p_2 p_1 p_3$ 、 $(p_1 p_2) p_3$ 构成的集合称之为 A,将 $p_1 p_3 p_2$ 、 $p_2 p_3 p_1$ 构成的集合称之为 B,将 $p_3 p_1 p_2$ 、 $p_3 p_2 p_1$ 、 $p_3 (p_1 p_2)$ 构成的集合称之为 C,将 $p_2 (p_1 p_3)$ 、 $p_1 (p_2 p_3)$ 构成的集合称之为 D,将 $(p_3 p_1) p_2$ 、 $(p_3 p_2) p_1$ 构成的集合称之为 E.在计算各个零售商最大利润的时候,需要逆向求解,求解结果见表 1、

表 2 和表 3.

以顺序 $p_1 p_2 p_3$ 为例逆向求解,在零售商 2 制定最优定价 P'_3 时, P'_1 、 P'_2 是已知的,因此只需要解 $\frac{\partial \pi_2}{\partial p_3} = 0$,得 $p'_3 = \frac{k_2 p'_1 + k_2 p'_2 + 1}{2}$.在零售商 1 定价 P'_2 时,可以预测到零售商 2 会将价格定为 P'_3 ,并且 P'_1 是已知的.因此求解 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_2} = 0$,得 $p'_2 = \frac{-(2p'_1 k_2^2 + 4k_1 p'_1 + k_2 + 2)}{2k_2^2 - 4}$.在零售商 1 定价 P'_1 时会预测到 P'_2 、 P'_3 ,因此只需解 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1} = 0$,即可解出 $p'_1 = \frac{-(k_2 + 2)}{4(k_2^2 + k_1 - 1)}$,即可得 $p'_2 = \frac{-(k_2 + 2)}{4(k_2^2 + k_1 - 1)}$, $p'_3 = \frac{k_2^2 - 2k_2 + 2k_1 - 2}{4(k_2^2 + k_1 - 1)}$.再将 P'_1 、 P'_2 、 P'_3 代入公式(9)、(10)、(16)即可得 $q_1 = q_2 = \frac{k_2 + 2}{4}$, $q_3 = \frac{k_2^2 - 2k_2 + 2k_1 - 2}{4(k_2^2 + k_1 - 1)}$.剩下的定价顺序用相同的求解方法求出,结果如表 2、表 3 所示.当 $k_1 \in K$ 且 $k_2 \in K$ 时,下列所有结果不为负.

表 1 各定价顺序下零售商的利润表

Tab.1 The retailer's profit in each pricing order

	π_1	π_2
$p_1 p_2 p_3$	$\frac{-(k_2 + 2)^2}{8(k_2^2 + k_1 - 1)}$	$\frac{(k_2^2 - 2k_2 + 2k_1 - 2)^2}{16(k_2^2 + k_1 - 1)^2}$
$p_1 p_3 p_2$	$\frac{-(k_2^2 + 2k_2 + 4)^2}{2(16k_1 - 8k_1 k_2^2 + k_1 k_2^4 + 24k_2^2 - 7k_2^4 - 16)}$	$\frac{2(k_2 + 2)(-k_2^3 - 2k_2^2 + 2k_2 + 4)(k_2 - 2k_1 + k_1 k_2 - 2k_2^2 + 2)^2}{(16k_1 - 8k_1 k_2^2 + k_1 k_2^4 + 24k_2^2 - 7k_2^4 - 16)^2}$
$p_2 p_1 p_3$	$\frac{-(k_2 + 2)^2}{8(k_2^2 + k_1 - 1)}$	$\frac{(k_2^2 - 2k_2 + 2k_1 - 2)^2}{16(k_2^2 + k_1 - 1)^2}$
$p_2 p_3 p_1$	$\frac{-(k_2^2 + 2k_2 + 4)^2}{2(16k_1 - 8k_1 k_2^2 + k_1 k_2^4 + 24k_2^2 - 7k_2^4 - 16)}$	$\frac{2(k_2 + 2)(-k_2^3 - 2k_2^2 + 2k_2 + 4)(k_2 - 2k_1 + k_1 k_2 - 2k_2^2 + 2)^2}{(16k_1 - 8k_1 k_2^2 + k_1 k_2^4 + 24k_2^2 - 7k_2^4 - 16)^2}$
$p_3 p_1 p_2$	$\frac{-(2k_1 - k_2 + k_1 k_2 + k_2^2 - 2)^2}{8(k_1 - 1)(k_2^2 + k_1 - 1)^2}$	$\frac{(k_2 - k_1 + 1)^2}{4(k_1 - 1)(k_2^2 + k_1 - 1)}$
$p_3 p_2 p_1$	$\frac{-(2k_1 - k_2 + k_1 k_2 + k_2^2 - 2)^2}{8(k_1 - 1)(k_2^2 + k_1 - 1)^2}$	$\frac{(k_2 - k_1 + 1)^2}{4(k_1 - 1)(k_2^2 + k_1 - 1)}$
$(p_1 p_2) p_3$	$\frac{-(k_2 + 2)^2}{8(k_2^2 + k_1 - 1)}$	$\frac{(k_2^2 - 2k_2 + 2k_1 - 2)^2}{16(k_2^2 + k_1 - 1)^2}$
$p_3 (p_1 p_2)$	$\frac{-(2k_1 - k_2 + k_1 k_2 + k_2^2 - 2)^2}{8(k_1 - 1)(k_2^2 + k_1 - 1)^2}$	$\frac{(k_2 - k_1 + 1)^2}{4(k_1 - 1)(k_2^2 + k_1 - 1)}$
$p_2 (p_1 p_3)$	$\frac{-(k_2 + 2)^2}{(-k_2 + 8k_2^2 + 8k_1 - 8)}$	$\frac{(k_2^2 + 2k_2^2 - 4k_2 + 4k_1 - 4)^2}{(-k_2^2 + 8k_2^2 + 8k_1 - 8)^2}$
$p_1 (p_3 p_2)$	$\frac{-(k_2 + 2)^2}{(-k_2 + 8k_2^2 + 8k_1 - 8)}$	$\frac{(k_2^2 + 2k_2^2 - 4k_2 + 4k_1 - 4)^2}{(-k_2^2 + 8k_2^2 + 8k_1 - 8)^2}$
$(p_3 p_1) p_2$	$\frac{-(k_1 - 1)(-k_2^2 + 2k_2 + 4)^2}{2(4k_1 - k_1 k_2^2 + 3k_2^2 - 4)^2}$	$\frac{-(k_2^2 - 2)(k_2 - k_1 + 1)(2k_2 - 2k_1 + 2)}{(4k_1 - k_1 k_2^2 + 3k_2^2 - 4)^2}$
$(p_3 p_2) p_1$	$\frac{-(k_1 - 1)(-k_2^2 + 2k_2 + 4)^2}{2(4k_1 - k_1 k_2^2 + 3k_2^2 - 4)^2}$	$\frac{-(k_2^2 - 2)(k_2 - k_1 + 1)(2k_2 - 2k_1 + 2)}{(4k_1 - k_1 k_2^2 + 3k_2^2 - 4)^2}$

表 2 各定价顺序下均衡价格

Tab.2 The equilibrium price in each pricing order

	p'_1	p'_2	p'_3
$p_1 p_2 p_3$	$\frac{-(k_2+2)}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{-(k_2+2)}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{k_2^2-2k_2+2k_1-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$
$p_1 p_3 p_2$	$-\frac{3k_2^4-6k_2^3-16k_2^2+8k_2+16}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$-\frac{3k_2^4-6k_2^3-16k_2^2+8k_2+16}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$\frac{2(k_2+2)(k_2-2k_1+k_1k_2-2k_2^2+2)}{16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16}$
$p_2 p_1 p_3$	$\frac{-(k_2+2)}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{-(k_2+2)}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{k_2^2-2k_2+2k_1-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$
$p_2 p_3 p_1$	$-\frac{3k_2^4-6k_2^3-16k_2^2+8k_2+16}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$-\frac{k_2^4-2k_2^3-8k_2^2+8k_2+16}{32k_1-16k_1k_2^2+2k_1k_2^2+48k_2^2-14k_2^4-16}$	$-\frac{2(k_2+2)(k_2-2k_1+k_1k_2-2k_2^2+2)}{16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16}$
$p_2 p_3 p_1$	$\frac{k_2(2k_1-2)(k_2-k_1+1)}{2(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{k_2(2k_1-2)(k_2-k_1+1)}{2(k_2^2+k_1-1)}$	$-\frac{k_2-k_1-1}{2(k_2^2+k_1-1)}$
$p_3 p_2 p_1$	$\frac{k_2(2k_1-2)(k_2-k_1+1)}{2(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{k_2(2k_1-2)(k_2-k_1+1)}{2(k_2^2+k_1-1)}$	$-\frac{k_2-k_1-1}{2(k_2^2+k_1-1)}$
$(p_1 p_2) p_3$	$\frac{-(k_2+2)}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{-(k_2+2)}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{k_2^2-2k_2+2k_1-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$
$p_3(p_1 p_2)$	$\frac{k_2(2k_1-2)(k_2-k_1+1)}{2(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{k_2(2k_1-2)(k_2-k_1+1)}{2(k_2^2+k_1-1)}$	$-\frac{k_2-k_1-1}{2(k_2^2+k_1-1)}$
$p_2(p_1 p_3)$	$\frac{-(-k_2^3-2k_2^2+2k_2+4)}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{-(2k_2+4)}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{k_2^3+2k_2^2-4k_2+4k_1-4}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$
$p_1(p_3 p_2)$	$\frac{-(2k_2+4)}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{-(-k_2^3-2k_2^2+2k_2+4)}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{k_2^3+2k_2^2-4k_2+4k_1-4}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$
$(p_3 p_1) p_2$	$\frac{-(-k_2^2+2k_2+4)}{8k_1-2k_1k_2^2+6k_2^2-8}$	$\frac{-(-k_2^2+2k_2+4)}{2(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}$	$\frac{-(2k_2-2k_1+2)}{4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4}$
$(p_3 p_2) p_1$	$\frac{-(-k_2^2+2k_2+4)}{2(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}$	$\frac{-(-k_2^2+2k_2+4)}{8k_1-2k_1k_2^2+6k_2^2-8}$	$\frac{-(2k_2-2k_1+2)}{4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4}$

表 3 各定价顺序下产品的销售量

Tab.3 The sales in each pricing order

	q_1	q_2	q_3
$p_1 p_2 p_3$	$\frac{k_2+2}{4}$	$\frac{k_2+2}{4}$	$\frac{k_2^2-2k_2+2k_1-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$
$p_1 p_3 p_2$	$\frac{(-k_2^2+2k_2+4)(4k_1+k_1k_2^2+5k_2^2-4)}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$\frac{(-k_2^2+2k_2+4)(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$-\frac{(-k_2^3-2k_2^2+2k_2+4)(k_2-2k_1+k_1k_2-2k_2^2+2)}{16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16}$
$p_2 p_1 p_3$	$\frac{k_2+2}{4}$	$\frac{k_2+2}{4}$	$\frac{k_2^2-2k_2+2k_1-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$
$p_2 p_3 p_1$	$\frac{(-k_2^2+2k_2+4)(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$\frac{(-k_2^2+2k_2+4)(4k_1+k_1k_2^2+5k_2^2-4)}{2(16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16)}$	$-\frac{(-k_2^3-2k_2^2+2k_2+4)(k_2-2k_1+k_1k_2-2k_2^2+2)}{16k_1-8k_1k_2^2+k_1k_2^2+24k_2^2-7k_2^4-16}$
$p_2 p_3 p_1$	$\frac{2k_1-k_2+k_1k_2+k_2^2-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{2k_1-k_2+k_1k_2+k_2^2-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$-\frac{k_2-k_1+1}{2(k_1-1)}$
$p_3 p_2 p_1$	$\frac{2k_1-k_2+k_1k_2+k_2^2-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{2k_1-k_2+k_1k_2+k_2^2-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$-\frac{k_2-k_1+1}{2(k_1-1)}$
$(p_1 p_2) p_3$	$\frac{k_2+2}{4}$	$\frac{k_2+2}{4}$	$\frac{k_2^2-2k_2+2k_1-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$
$p_3(p_1 p_2)$	$\frac{2k_1-k_2+k_1k_2+k_2^2-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$\frac{2k_1-k_2+k_1k_2+k_2^2-2}{4(k_2^2+k_1-1)}$	$-\frac{k_2-k_1+1}{2(k_1-1)}$
$p_2(p_1 p_3)$	$\frac{(k_2+2)(k_2^2+2k_1-2)}{-k_2+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{(k_2+2)(2k_1+k_1k_2^2+2k_2^2-2)}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{k_2^3+2k_2^2-4k_2+4k_1-4}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$
$p_1(p_3 p_2)$	$\frac{(k_2+2)(2k_1+k_1k_2^2+2k_2^2-2)}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{(k_2+2)(k_2^2+2k_1-2)}{-k_2+8k_2^2+8k_1-8}$	$\frac{k_2^3+2k_2^2-4k_2+4k_1-4}{-k_2^4+8k_2^2+8k_1-8}$
$(p_3 p_1) p_2$	$\frac{(k_1-1)(-k_2^2+2k_2+4)}{2(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}$	$\frac{(k_1-1)(-k_2^2+2k_2+4)}{2(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}$	$\frac{(k_2^2-2)(k_2-k_1+1)}{4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4}$
$(p_3 p_2) p_1$	$\frac{(k_1-1)(-k_2^2+2k_2+4)}{2(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}$	$\frac{(k_1-1)(-k_2^2+2k_2+4)}{2(4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4)}$	$\frac{(k_2^2-2)(k_2-k_1+1)}{4k_1-k_1k_2^2+3k_2^2-4}$

推论 1: 零售商之间定价顺序会影响利润

从表 1 中可以看出零售商在各集合内排序间的利润是相同的. 例如零售商在定价顺序 $p_1 p_2 p_3$ 与 $p_2 p_1 p_3$ 的利润是相同的. 因为在集合 A 的排序中, 零售商 1 最先制定出最优的 P'_1, P'_2 , 而零售商 2 只能根据零售商 1 制定的价格制定 p_3 , 同时各零售商都是理性的, 都是以利益最大化为目的. 在同一集合的最优价格是相同的, 均为取获得利润最大的价格, 因此在同一集合中各顺序下的利润是相同的. 在集合 A 与集合 C 中, 零售商 1 与零售商 2 是一次博弈. Amir^[3] 称在双寡头垄断中, 局势 G_i 为局中人 i 先制定策略并定义局中人 i 在局势 $G_i (G_j)$ 的均衡收益大于在局势 $G_j (G_i)$ 为先发优势(后发优势). 其中在集合 C 中零售商 1 具有后发优势, 在集合 A 中零售商 2 具有后发优势. 在集合 A、B、C、D、E 之间零售商的利润是不相同的. 例如在定价顺序 $p_1 p_3 p_2$ 与 $p_3 p_1 p_2$ 下, 各利润不相同. 因为在集合 B 中, 当零售商 1 制定了某个价格之后零售商 2 开始制定价格, 这时零售商 2 会以自己的利润最大化为目标定价, 最后零售商 1 再次定价时就会根据零售商 2 的定价对自己的策略进行调整. 在集合 B 中, 零售商之间是二次博弈, 相比于一次博弈, 零售商的利润就会发生变化.

推论 2: 不论对于双渠道零售商还是纯网络零售商, 产品之间的替代程度越大, 利润就越大.

Jeuland 和 Shugan^[15] 研究了寡头垄断模型中一个制造商通过一个零售商销售产品的问题, 研究表明当垄断整合, 或者说当零售商和制造商以整体的利益最大化为目标时, 制造商可以获得最大利润. 而本文研究的是两零售商通过不同渠道(线上、线下)销售异质品的竞争关系, 研究的内容更加复杂. McGuire^[10] 研究了双寡头垄断模型中, 产品的替代程度对均衡结构的影响. 结果表明当产品替代程度小于 0.432 时, 制造商采用集中型策略能够获得更大的利润, 当产品替代程度大于等于 0.432 时, 制造商采用分散型决策可以获得更大利润. 在此基础上考虑了定价顺序的影响, 两零售商在制定 3 个售价时必然会存在先后关系, 研究产品的替代程度对零售商利润的影响. 在简化模型中, 只有参数 k_1, k_2 . 为了方便分析, 假设 k_1 为定值研究零售商利润随参数的变化规律. 为了不失一般性, k_1 分别取值 0.2、0.4、0.6 和 0.8, 绘制出两零售商利润随 k_2 变化的曲线, 分别如图 1 与图 2 所示.

从图 1 中可以看出, 当 k_1 为某一确定值时, 零售商 1 的利润与 k_2 的值成正相关. 也就是说零售商

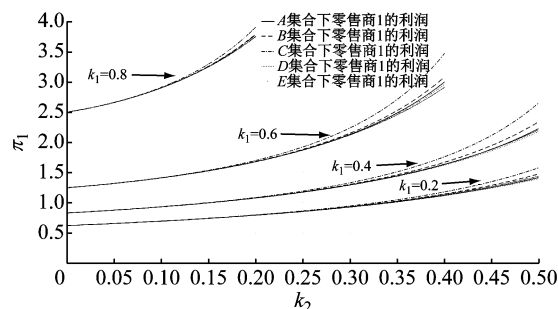


图 1 零售商 1 利润与产品替代程度关系

Fig.1 Retailer 1 profit and degree of product substitution

2 线上销售的产品与零售商 1 线上、线下销售的产品之间的替代程度越高, 零售商 1 的利润越大. 当 k_2 为定值时, 零售商 1 的利润与 k_1 的值成正相关. 也就是说零售商 1 线上、线下销售的产品替代程度越高, 零售商 1 的利润越大.

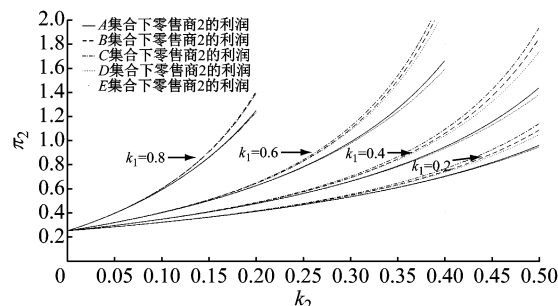


图 2 零售商 2 利润与产品替代程度关系

Fig.2 Retailer 2 profit and degree of product substitution

从图 2 中可以看出, 当 k_1 为某一确定值时, 零售商 2 的利润与 k_2 的值成正相关. 也就是说零售商 2 线上销售的产品与零售商 1 线上、线下销售的产品之间的替代程度越高, 零售商 2 的利润越大. 当 k_2 为定值时, 零售商 2 的利润与 k_1 的值成正相关. 也就是说零售商 1 线上、线下销售的产品之间替代程度越高, 零售商 2 的利润越大.

结论 1: 不论对于双渠道零售商还是纯线上零售商, 为了获取最大利润要延迟自己的定价时间.

Amir^[3] 指出当竞争对手的价格越高、公司本身价格弹性系数越大时, 在双寡头垄断的竞争模型中至少有一方具有后发优势; 当竞争对手的价格越高、公司本身价格弹性系数越小时, 在双寡头垄断的竞争双方都具有先发优势. 而本文研究的模型(价格弹性系数为常数 1)表明双寡头垄断竞争中双方都具有后发优势.

推论 1 中指出各零售商的定价顺序会影响各自的利润. 下面同样假设 k_1 为定值研究零售商利润随

产品替代性的变化规律.从图1中可知当 k_1 、 k_2 的值确定时,在C集合的定价顺序中零售商1可以获得最大利润.从图2中可知当 k_1 、 k_2 的值确定时,在集合A的定价顺序中零售商2可以获得最大利润.在集合C的定价顺序中,零售商1最后制定出线上、线下价格.在集合A的定价顺序中,零售商2最后制定出线上价格.也就是说零售商需要延迟自己的定价,等到竞争对手完成定价后作出相应调整才可以获得最大利润.分别取 $k=0.2$ (零售商1产品之间替代程度较低), $k_1=0.6$ (零售商1产品之间替代程度较高)来研究定价顺序与销售量的关系.从图3中可以看出,在集合C顺序中零售商1的销售量明显大于在集合A顺序中的销售量.也就是说,当零售商2最先定价之后,零售商1制定出最优定价能够获得较高的市场占有率,而这时零售商2无法改变自己自己的定价,这种定价顺序对零售商1有利.因此,零售商1倾向于延迟自己的定价,等到竞争对手定价

后再作出策略.同样,对于零售商2而言在集合A顺序中的销售量大于在集合C顺序中的销售量,也会倾向于延迟自己的定价时间. k_1 代表了零售商1线上、线下渠道销售的产品之间的替代程度,其大小会影响两渠道的各自销售量,但是总销售量是一定的. k_2 代表了零售商1与零售商2销售的产品之间的替代程度, k_2 的值越大不同定价顺序之间的销售量相差越大.因为 k_2 较大时两零售商之间产品替代程度越高,零售商采取不同定价顺序对于销售量的影响也就越大.

结论2:对于替代程度高的产品,双渠道零售商和纯线上零售商应该加强合作,带动市场的增长.

图4是 p_1 、 p_2 、 p_3 与产品替代程度之间的关系.从图3和图4中可以看出各渠道的售价以及销售量均随着产品的替代程度上升.这就使得两零售商的利润随着产品的替代程度增大而增加,正如推论2所言.在渠道和产品发展成熟的条件下,产品替代程度增大的同时销售量和售价也增加,这是线上、线下渠道优势互补的结果.因为当渠道发展成熟时,消费者的购买意愿取决于产品和价格的差异,不会受到渠道差异的影响.同时当产品发展成熟时,消费者对产品的功能定义清晰.因此,产品的体验就显得更加重要.线上渠道具有流量大、宣传效果好的优点,但是消费者在购买前不能通过感官体验到产品.而线下渠道具有方便快捷、体验感强的优点,但是宣传范围有限,成本较高.如果线上线下渠道能够相互协作,消费者可以通过线上渠道接触产品信息,在线下门店体验产品,这样就可以通过线下的体验效果带动线上销售量的增长.同时,线上的宣传效果也会带动线下销售量的增长.这就会刺激整个市场,让消费

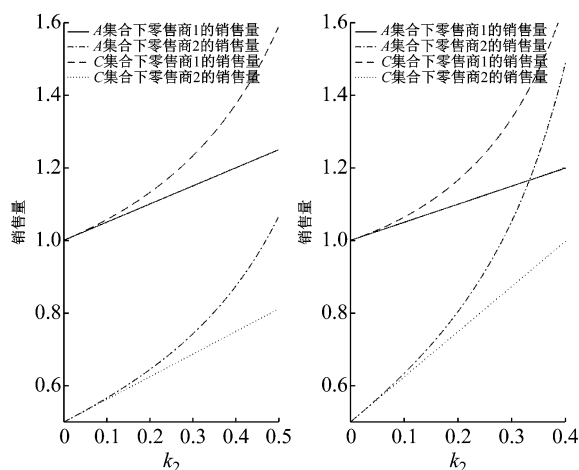


图3 不同定价顺序下零售商的销售量

Fig.3 Retail sales in different pricing order

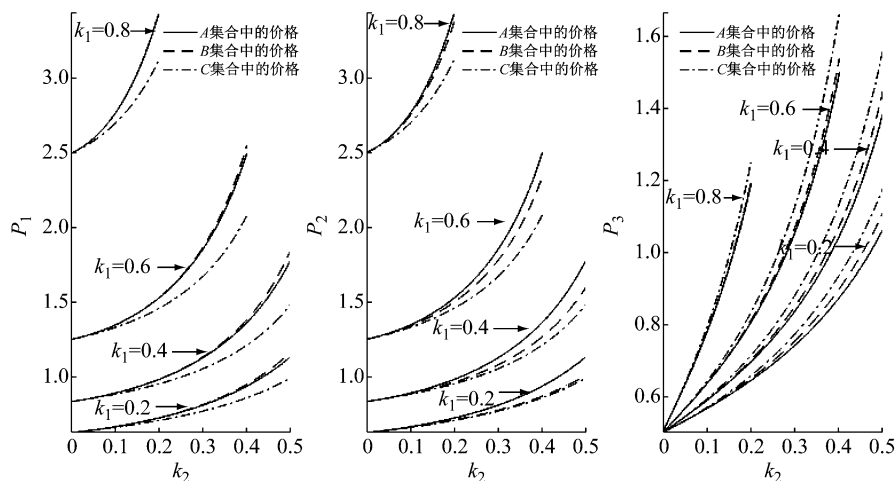


图4 各售价和产品替代程度关系

Fig.4 Each price and degree of product substitution

者购买更多的产品. 因此, 当产品的替代程度较高, 双渠道零售商和纯线上零售商不是竞争关系而是相互合作的关系. 双方需要发挥各自的优势促进市场增长, 从而获得更多的利益.

3 结语

主要构建了双渠道零售商和纯线上零售商的竞争模型, 研究了零售商定价顺序对利润的影响. 本文分别建立了两零售商的线性需求模型以及利润模型并简化了利润模型, 在简化模型中只有参数 k_1 、 k_2 . 计算出在各定价顺序下零售商的利润, 结果表明在同一定价顺序集合下零售商的利润相同, 在不同定价集合下零售商的利润不同. 这是由于, 定价较晚的零售商可以根据竞争对手的策略作出相应调整从而获得更大的市场占有率, 这对较早定价的零售商不利. 绘制出零售商利润与产品替代程度之间的函数关系图像, 通过对函数图像的分析得出不论对于双渠道零售商还是纯线上零售商, 利润都与产品的替代程度呈正相关. 这是由于当产品的替代程度越大, 产品的售价和销售量都会增加. 因此对于替代程度较大的产品, 纯线上零售商和双渠道零售商应该加强合作, 发挥各自的优势.

参考文献:

- [1] BALASUBRAMANIAN S. Mail versus mall: a strategic analysis of competition between direct marketers and conventional retailers [J]. *Marketing Science*, 1998, 17(3): 181.
- [2] CHHAJED W Y K, CHIANG D, HESS J D. Direct marketing, indirect profits: a strategic analysis of dual-channel supply-chain design [J]. *Management Science*, 2003, 49(1): 1.
- [3] AMIR R, STEPANOVA A. Second-mover advantage and price leadership in Bertrand duopoly [J]. *Games and Economic Behavior*, 2006, 55(1): 1.
- [4] ANDERSON E J, BAO Y. Price competition with integrated and decentralized supply chains [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 207(3): 1316.
- [5] HUA Guowei, WANG Shouyang, CHENG T C E. Price and lead time decisions in dual-channel supply chains [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 205: 113.
- [6] 周健, 金剑. 双渠道零售商与纯网络零售商定价时间策略 [J]. *同济大学学报(自然科学版)*, 2018, 46(5): 709.
ZHOU Jian, JIN Jian. Pricing time strategy for dual channel retailers and pure online retailers [J]. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 2018, 46(5): 709.
- [7] MATAUI K. When and what wholesale and retail prices should be set in multi-channel supply chains? [J]. *European Journal of Operational Research*, 2018, 267: 540.
- [8] 周健, 陈露婷. 基于 Stackelberg 博弈的异质品双渠道供应链定价策略 [J]. *同济大学学报(自然科学版)*, 2016, 44(12): 1962.
ZHOU Jian, CHEN Luting. Pricing strategy of heterogeneous dual channel supply chain based on Stackelberg game [J]. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 2016, 44(12): 1962.
- [9] MATSUI K. When should a manufacture set its direct price and wholesale price in dual-channel supply chains? [J]. *European Journal of Operational Research*, 2016, 258(2): 501.
- [10] MCGUIRE T, STAELIN R. An industry equilibrium analysis of downstream vertical integration [J]. *Marketing Science*, 1983, 2(2): 161.
- [11] DUMRONGSIRI A, FAN M, MOINZADEH K. A supply chain model with direct and retail channels [J]. *European Journal of Operational Research*, 2008, 187(3): 691.
- [12] HUANG W, SWAMINATHAN J M. Introduction of a second channel: implications for pricing and profits [J]. *European Journal of Operational Research*, 2009, 194(1): 258.
- [13] WANG Lisha, SONG Huaming, WANG Yongzhao. Pricing and service decisions of complementary products in a dual-channel supply chain [J]. *Computer & Industry Engineering*, 2017, 105(6): 223.
- [14] 张喜征, 刘琛, 张人龙. 基于可替代产品竞争的双渠道供应链定价与协调 [J]. *管理科学与方法*, 2016, 30(3): 121.
ZHANG Xizheng, LIU Chen, ZHANG Renlong. Pricing Strategies and Coordination in Dual Channel Supply Chain Consideration the Product Substitution [J]. *Management Science and Methods*, 2016, 30(3): 121.
- [15] JEULAND A P, SHUGAN S M. Managing channel profits [J]. *Marketing Science*, 1983(3): 239.