

## 双渠道环境下异质品布局 and 定价策略研究\*

张廷龙, 顾周凡

(安徽师范大学 经济管理学院, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:**【目的】讨论了双渠道环境下制造商如何进行异质品布局问题,为商业实践提供决策参考。【方法】通过构建数理模型和逆向归纳法研究制造商在引入线上渠道时如何进行线上产品布局 and 定价,并通过数值分析研究相关参数对布局的影响。【结果】制造商的线上产品布局策略与高端产品相对低端产品的质量、成本以及消费者对网络渠道的接受程度有关。当消费者对网络渠道的接受程度和高端产品相对低端产品质量提升较大且高端产品成本增加较小时,制造商会选择线上销售高端产品;反之,制造商会选择线上销售低端产品。提高消费者对网络渠道的接受程度有利于制造商线上渠道的产品定价,而对零售商线下渠道的产品定价不利。【结论】不存在一种严格占优的布局策略,制造商应综合考虑各种因素进行异质品布局。

**关键词:**双渠道;供应链;异质品;布局策略

**中图分类号:**O225;F274

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2019)05-0001-09

随着电子商务的快速发展,中国网民数量和网络购物规模均迅速增长。中国互联网信息中心发布的第43次《中国互联网络发展状况统计报告》显示:截止2018年12月,中国网民规模达8.29亿,普及率达59.6%,其中网络购物用户规模达6.10亿<sup>[1]</sup>。大型制造商为抢占市场份额纷纷开辟网络直销渠道以提高自身竞争力,但网络直销渠道的引入势必会对传统零售渠道造成冲击,导致渠道冲突。因此,如何缓解渠道冲突成为双渠道供应链研究中的重要问题。肖剑等人<sup>[2]</sup>提出,制造商应该就服务水平与零售商展开合作,从而缓解渠道冲突,实现利润的最大化。Chen等人<sup>[3]</sup>研究了制造商占优的供应链,通过改进的批发价格契约实现了供应链的协调。Abhishek等人<sup>[4]</sup>研究了电子商务环境下不同销售模式对供应链的影响,发现代销策略效率最高。王先甲等人<sup>[5]</sup>研究了生产商规模不经济时的双渠道供应链,发现收益共享契约可以实现供应链协调。张廷龙等人<sup>[6]</sup>研究了景区和旅行社组成的旅游供应链,发现可以使用收益共享契约实现旅游供应链的完美协调。

以上文献都是基于单一产品情形下的研究。而在现实生活中,随着消费者个性化需求的不断增加,采用异质品(不同品质或规格的同类商品)策略越来越普遍<sup>[7-15]</sup>。如华为2016年推出的新款手机Mate 9,就根据品质分为4000元档和8000元档两种价位进行销售。因此,考虑异质品的双渠道供应链研究具有现实意义。Yan<sup>[7]</sup>对双渠道供应链中品牌差异化策略进行了研究,发现市场规模和品牌差异化程度对零售商的利润有正向影响。Yan<sup>[8]</sup>的研究还发现,销售不同品牌的产品虽然可以有效缓解渠道冲突,但不能实现整个供应链的协调。陈远高等人<sup>[9]</sup>对比分析了双渠道供应链中销售单一产品和差异化产品,认为产品差异化会导致供应链系统利润的减少。但斌等人<sup>[10]</sup>通过构建消费者购买异质品的效用模型,对比分析了不同决策方式下的最优决策和利润情况,并使用两部收费策略实现了供应链协调。刘咏梅等人<sup>[11]</sup>将Salop模型引入双渠道供应链的新产品开发的研究中,分别构建不同渠道下的效用函数,得出了不同权力渠道结构下的新产品质量和产品定价。该研究假设线下已有新旧两种产品时,线上仅销售新产品,探讨集中决策和分散决策下制造商开辟线上渠道销售新产品的最优新产品定价和对利润的影响。张喜征等人<sup>[12]</sup>同样利用Salop模型,对双渠道供应链中可替代产品的竞争与协调进行研究,发现可替代产品的竞争会导致渠道冲突。Ha等人<sup>[13]</sup>研究了产品质量对双渠道供应链的影响,研究表明,制造商在产品销售成本和因为质量提升带来的生产成本都较低时开辟网络渠道是最有利的。周健等人<sup>[14]</sup>研

\* 收稿日期:2018-10-08 修回日期:2019-08-30 网络出版时间:2019-09-26 11:24

资助项目:安徽省自然科学基金(No. 1608085MG152)

第一作者简介:张廷龙,男,教授,博士,研究方向为物流与供应链管理,E-mail:ztlahnu@163.com;通信作者:顾周凡,男,E-mail:zhoufangu@163.com

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20190926.1124.034.html

究了产品的差异性对定价的影响后发现,采用线上高端-线下高端的布局策略对制造商、零售商和供应链整体都有利,但是研究时假定高端产品和低端产品的生产成本相同且忽略不计,这与实际不尽相符。

可以发现,有关异质品的研究都是在线上线下布局给定的情况下展开的,而对于制造商如何在双渠道供应链中进行异质产品的布局还鲜有研究。因此,本文研究制造商同时生产高端和低端两种产品时如何进行线上渠道布局的问题。和文献[11]不同的是,本文假设制造商分类布局线下渠道,比较线上销售高端产品和低端产品两种策略,找出对制造商最有利的线上产品布局策略。

本文分为 5 个部分,主要对制造商的线上产品布局展开研究。第一部分进行问题的描述和基本模型的构建,第二部分讨论了两种具体的布局策略,第三部分在第二部分的基础上对两种线上布局策略进行具体分析,试图找到对制造商和对供应链整体最优的布局策略,第四部分通过数值分析研究了相关参数对制造商利润的影响,最后一部分为文章的小结。

## 1 问题描述与基本模型

考虑一个制造商与两个线下零售商构成的供应链,制造商具有优势地位,两零售商之间市场地位相同。制造商同时生产高端和低端两种同类产品。假设制造商分类布局线下渠道,即高端产品和低端产品分别通过零售商 1 和零售商 2 进行销售。高端产品以批发价格  $w_1$  供给零售商 1,零售商 1 按照零售价  $p_1$  进行销售;低端产品以批发价格  $w_2$  供给零售商 2,零售商 2 按照零售价  $p_2$  进行销售, $w_1 > w_2$ 。供应链结构如图 1 所示。现在制造商开辟了线上渠道,那么在保持现有线下渠道布局的基础上,进行线上产品布局时会面临以下问题:在保持目前线下渠道格局下,制造商的线上渠道是卖高端产品(记为 H 策略)还是卖低端产品(记为 L 策略)? 线上渠道的产品如何定价(记为  $p_0$ )? 制造商的线上渠道产品布局对供应链整体而言是否是优化的选择?

根据文献[11],令低端产品的质量为  $q$ ,高端产品的质量为  $q + \beta q$ ,其中  $\beta$  表示高端产品与低端产品的质量比, $\beta$  越大说明高端产品相对于低端产品的质量改善程度越大, $\beta > 0$ 。根据参考文献[16],假设消费者对产品价值的感知等于产品质量。生产低端产品的单位成本为  $c_0$ ,生产高端产品的单位成本为  $c_0 + c$ , $c > 0$ 。在不影响结论的基础上,为便于计算,令  $c_0 = 0$ 。假设线上渠道给消费者带来的便利程度用  $s$  表示;消费者在线下渠道购物需要交通成本,单位交通成本用  $t$  表示;消费者对网络渠道的接受程度用  $\theta$  表示, $\theta \in [0, 1]$ , $\theta$  与产品的数字化程度、网络商店的物流水平、网络商店的口碑等因素有关, $\theta$  越大,产品的数字化程度越高、网络商店的物流水平越高、网络商店的口碑越好。

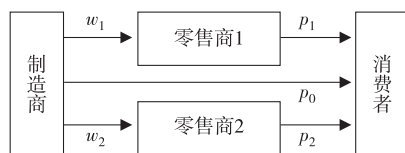


图 1 供应链结构

Fig. 1 The structure of supply chain

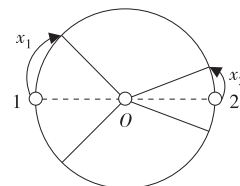


图 2 制造商和两零售商并存的市场模型

Fig. 2 The marketing model of a manufacture and two retailers

参照文献[11],采用 Salop<sup>[17]</sup> 环形城市模型描述制造商双渠道销售异质产品情形。如图 2 所示,假设市场是一个环形城市,周长为 1,消费者均匀分布在环形城市上,数量为 1。线上渠道用圆心  $O$  点表示,零售商 1 和零售商 2 用圆上对称的两点 1,2 表示,消费者与点 1,2 的距离表示其从零售商 1,2 处购买产品所需要的努力程度。从图 2 可以看出,因为消费者分布在环形市场的两个方向上,所以消费者的需求为单方向距离的两倍。仅考虑零售商 1 和零售商 2 的上半环,假设有数量为  $x_1$  的消费者从零售商 1 处购买高端产品,数量为  $x_2$  的消费者从零售商 2 处购买低端产品,考虑所有渠道都有需求,有  $x_1 + x_2 < 0.5$ ,那么在线上渠道购买产品的消费者数量为  $0.5 - x_1 - x_2$ 。

## 2 制造商不同产品布局策略研究

本节考虑制造商线上渠道销售高端产品(H 策略)和低端产品(L 策略)两种策略,分别研究每种策略下的决策均衡解和利润情况。

相关变量分别用上标“H”和“L”表示 H 策略和 L 策略情形。

### 2.1 H 策略:线上销售高端产品

当制造商线上采用 H 策略布局时,消费者在零售商 1 处购买高端产品所得到的效用为  $U_1^H = q + \beta q - p_1^H - tx_1^H$ ;在零售商 2 处购买低端产品所得到的效用为  $U_2^H = q - p_2^H - tx_2^H$ ;在网店购买高端产品所得到的效用为  $U_0^H = \theta(q + \beta q) - p_0^H + s$ 。市场边界条件满足  $U_1^H = U_0^H, U_2^H = U_0^H$ ,得到:

$$x_1^H = \frac{(1-\theta)(q+\beta q) - p_1^H + p_0^H - s}{t}, \quad (1)$$

$$x_2^H = \frac{(1-\theta-\theta\beta)q - p_2^H + p_0^H - s}{t}. \quad (2)$$

那么零售商 1、零售商 2 和线上渠道对应的需求记为  $D_1^H, D_2^H, D_0^H$ ,则有:

$$D_1^H = \frac{2[(1-\theta)(q+\beta q) - p_1^H + p_0^H - s]}{t}, \quad (3)$$

$$D_2^H = \frac{2[(1-\theta-\theta\beta)q - p_2^H + p_0^H - s]}{t}, \quad (4)$$

$$D_0^H = \frac{t - 2(2 - 2\theta + \beta - 2\theta\beta)q}{t} + \frac{2(p_1^H + p_2^H - 2p_0^H + 2s)}{t}. \quad (5)$$

在消费者需求为上式的情况下,零售商和制造商的利润函数为:

$$\Pi_1^H = (p_1^H - w_1)D_1^H, \quad (6)$$

$$\Pi_2^H = (p_2^H - w_2)D_2^H, \quad (7)$$

$$\Pi_0^H = (p_0^H - c)D_0^H + (w_1 - c)D_1^H + w_2D_2^H. \quad (8)$$

对上述公式求最优定价,有定理 1。

**定理 1** H 策略下,制造商和零售商的最优定价为:

$$p_0^H = \frac{2\theta\beta q + 2\theta q + c - \beta q + 2s + t + 2w_1 + 2w_2 - 2q}{4},$$

$$p_1^H = \frac{-2\theta\beta q - 2\theta q + c + 3\beta q - 2s + t + 6w_1 + 2w_2 + 2q}{8},$$

$$p_2^H = \frac{-2\theta\beta q - 2\theta q + c - \beta q - 2s + t + 2w_1 + 6w_2 + 2q}{8}.$$

**证明** 在 Stackelberg 博弈模型中,制造商作为主导者,首先制定线上渠道价格  $p_0^H$ ,在已知制造商定价策略的基础上,零售商 1 和零售商 2 根据  $\frac{\partial \pi_1^H}{\partial p_1^H} = 0, \frac{\partial \pi_2^H}{\partial p_2^H} = 0$  分别制定最优零售价格  $p_1^H, p_2^H$ ,代入制造商利润函数,得到  $p_0^H$ 。最后将  $p_0^H$  带回  $p_1^H, p_2^H$  得证。 证毕

根据制造商和零售商的最优定价可以推出各自的最大销量,代入利润公式可得定理 2。

**定理 2** H 策略下,零售商 1、零售商 2 和制造商的最大利润为  $\Pi_1^H = \frac{F_1^2}{32t}, \Pi_2^H = \frac{F_2^2}{32t}, \Pi_0^H = \frac{F_1(w_1 - c)}{4t} + \frac{F_2w_2}{4t} + \frac{F_3F_4}{8t}$ 。其中,  $F_1 = -2\theta\beta q - 2\theta q + c + 3\beta q - 2s + t - 2w_1 + 2w_2 + 2q, F_2 = -2\theta\beta q - 2\theta q + c - \beta q - 2s + t + 2w_1 - 2w_2 + 2q, F_3 = 2\theta\beta q + 2\theta q - 3c - \beta q + 2s + t + 2w_1 + 2w_2 - 2q, F_4 = 2\theta\beta q + 2\theta q - c - \beta q + 2s + t - 2q$ 。

### 2.2 L 策略:线上销售低端产品

当制造商线上采用 L 策略布局时,消费者在零售商 1 处购买高端产品所得到的效用为  $U_1^L = q + \beta q - p_1^L - tx_1^L$ ;在零售商 2 处购买低端产品所得到的效用为  $U_2^L = q - p_2^L - tx_2^L$ ;在网店购买低端产品所得到的效用为  $U_0^L = \theta q - p_0^L + s$ 。市场边界条件满足  $U_1^L = U_0^L, U_2^L = U_0^L$ ,得到:

$$x_1^L = \frac{(1-\theta)q + \beta q - p_1^L + p_0^L - s}{t}, \quad (9)$$

$$x_2^L = \frac{(1-\theta)q - p_2^L + p_0^L - s}{t}. \quad (10)$$

那么零售商 1、零售商 2 和线上渠道对应的需求记为  $D_1^L, D_2^L, D_0^L$ ,则有:

$$D_1^L = \frac{2[(1-\theta)q + \beta q - p_1^L + p_0^L - s]}{t}, \quad (11)$$

$$D_2^L = \frac{2[(1-\theta)q - p_2^L + p_0^L - s]}{t}, \quad (12)$$

$$D_0^L = \frac{t - 2[(2 - 2\theta + \beta)q - p_1^L - p_2^L + 2p_0^L - 2s]}{t}. \quad (13)$$

在消费者需求为上式的情况下,零售商的利润函数同(6),(7)式,制造商的利润函数为:

$$\Pi_0^L = p_0^L D_0^L + (\omega_1 - c)D_1^L + \omega_2 D_2^L. \quad (14)$$

**定理 3** L 策略下,制造商和零售商的最优定价为:

$$p_0^L = \frac{2\theta q - c - \beta q + 2s + t + 2\omega_1 + 2\omega_2 - 2q}{4},$$

$$p_1^L = \frac{-2\theta q - c + 3\beta q - 2s + t + 6\omega_1 + 2\omega_2 + 2q}{8},$$

$$p_2^L = \frac{-2\theta q - c - \beta q - 2s + t + 2\omega_1 + 6\omega_2 + 2q}{8}.$$

根据制造商和零售商的最优定价可以推出各自的最大销量,代入利润公式可得定理 4。

**定理 4** L 策略下,零售商 1、零售商 2 和制造商的最大利润为  $\Pi_1^L = \frac{F_5^2}{32t}$ ,  $\Pi_2^L = \frac{F_6^2}{32t}$ ,  $\Pi_0^L = \frac{F_5(\omega_1 - c)}{4t} + \frac{F_6\omega_2}{4t} +$

$\frac{F_7 F_8}{8t}$ 。其中:

$$F_5 = -2\theta q - c + 3\beta q - 2s + t - 2\omega_1 + 2\omega_2 + 2q,$$

$$F_6 = -2\theta q - c - \beta q - 2s + t + 2\omega_1 - 2\omega_2 + 2q,$$

$$F_7 = 2\theta q - c - \beta q + 2s + t + 2\omega_1 + 2\omega_2 - 2q,$$

$$F_8 = 2\theta q + c - \beta q + 2s + t - 2q.$$

比较定理 1 和定理 3 中不同布局策略下的定价,可得定理 5 和定理 6。

**定理 5** H 策略下零售商线下高低端产品的定价与 L 策略下均不同,但无论 H 策略还是 L 策略下,零售商高端产品的定价均高于低端产品,且差价相同。

**证明**  $p_1^H - p_2^H = p_1^L - p_2^L = \frac{\beta q + \omega_1 - \omega_2}{2}$ , 因为  $\omega_1 > \omega_2$ , 所以  $\frac{\beta q + \omega_1 - \omega_2}{2} > 0$ 。证毕

定理 5 说明,零售商线下产品定价随着制造商线上产品布局不同而发生变化,但高端产品的定价一定高于低端产品。制造商不用担心因为线上产品布局而影响线下产品定价,因为线下产品的定价相对是稳定的,高低端产品间有稳定的价格差。

**定理 6** H 策略下,当  $\theta > \theta_1$  时,  $p_0^H > p_1^H$ ; 当  $\theta < \theta_1$  时,  $p_0^H < p_1^H$ 。L 策略下,当  $\theta > \theta_2$  时,  $p_0^L > p_2^L$ ; 当  $\theta < \theta_2$  时,  $p_0^L < p_2^L$ 。其中,  $\theta_1 = 1 + \frac{2(\omega_1 - \omega_2) - \beta q - c - 6s - t}{6q(1 + \beta)}$ ,  $\theta_2 = 1 + \frac{\beta q + c - 2(\omega_1 - \omega_2) - 6s - t}{6q}$ 。

**证明** 令  $p_0^H - p_1^H = 0$ ,  $p_0^L - p_2^L = 0$ , 解得:

$$\theta_1 = 1 + \frac{2(\omega_1 - \omega_2) - \beta q - c - 6s - t}{6q(1 + \beta)},$$

$$\theta_2 = 1 + \frac{\beta q + c - 2(\omega_1 - \omega_2) - 6s - t}{6q},$$

根据单调性可得定理 6。

证毕

定理 6 说明,当消费者对网络渠道的接受程度增到足够大时, H 策略下线上高端产品的定价要高于线下高端产品, L 策略下线上低端产品的定价要高于线下低端产品,这与传统观点认为的线上产品定价低于线下是不同的。就 H 策略进行分析,如果高低端产品的批发价格差比高端产品的质量、成本以及线上购物给消费者带来的便利程度大,即  $2(\omega_1 - \omega_2) > \beta q - c - 6s - t$ , 此时  $\theta_1 > 1$  恒成立,不会出现相同产品线上定价高于线下的情况;如果高端产品的质量、成本较大且线上购物给消费者带来的便利程度较大,即  $2(\omega_1 - \omega_2) < \beta q - c - 6s - t$ , 此时  $\theta_1 < 1$ , 并且随着高端产品的质量、成本、线上购物给消费者带来的便利程度的增加而减小,会出现相同产品线上



定价高于线下的情况。可以发现,如果高端产品的质量和成本较大,线上购物给消费者带来的便利程度较大时,就有可能出现高端产品线上定价比线下高的情况。同理,如果高低端产品的批发价格差较大且线上渠道给消费者带来的便利程度较大时,就有可能出现低端产品线上定价比线下高的情况。

### 3 制造商布局决策

讨论消费者对网络渠道的接受程度对两种布局策略下渠道成员最优定价的影响,可得定理 7。

**定理 7** 随着消费者对网络渠道的接受程度  $\theta$  的不断增大,无论制造商选择 H 策略还是 L 策略,制造商的线上渠道产品定价  $p_0^H, p_0^L$  都会提高,而零售商 1 和零售商 2 的零售价格  $(p_1^H, p_2^H), (p_1^L, p_2^L)$  都会降低。

**证明**  $\frac{\partial p_0^H}{\partial \theta} = \frac{(1+\beta)q}{2} > 0, \frac{\partial p_1^H}{\partial \theta} = \frac{\partial p_2^H}{\partial \theta} = -\frac{(1+\beta)q}{4} < 0, \frac{\partial p_0^L}{\partial \theta} = \frac{q}{2} > 0, \frac{\partial p_1^L}{\partial \theta} = \frac{\partial p_2^L}{\partial \theta} = -\frac{q}{4} < 0$ 。 证毕

定理 7 说明,提高消费者对网络渠道的接受程度  $\theta$  会使制造商提高线上渠道产品定价,同时降低零售商的零售价格。

比较定理 2 和定理 4 中制造商的最大利润,可得定理 8。

**定理 8** 当消费者对网络渠道的接受程度大于高端产品的成本质量比,即  $\theta > \frac{c}{\beta q}$  时,制造商会选择 H 策略;当产品的数字属性小于高端产品的成本质量比,即  $\theta < \frac{c}{\beta q}$  时,制造商会选择 L 策略。

**证明** 两种布局下制造商的利润情况如图 3 所示。计算可得  $\Pi_0^H - \Pi_0^L = \frac{F_9}{2t}$ 。其中,  $F_9 = F_{10} - F_{11} + c^2 - \theta^2 \beta^2 q^2, F_{10} = \theta \beta q (2\theta \beta q + 2\theta q - c - \beta q + 2s + t - 2q), F_{11} = c(2\theta q + c - \beta q + 2s + t - 2q)$ 。令  $F_{12} = 2\theta \beta q + 2\theta q - c - \beta q + 2s + t - 2q, F_{13} = 2\theta q + c - \beta q + 2s + t - 2q$ , 计算知  $F_{13} = F_{12} - 2(\theta \beta q - c)$ 。

由定理 2 和定理 4 的证明可知:  $F_{12} > 0, F_{13} > 0$ , 那么  $F_{12} - (\theta \beta q - c) > 0$  恒成立, 又因为  $F_9 = (\theta \beta q - c)(F_{13} + \theta \beta q - c) = (\theta \beta q - c)(F_{12} - \theta \beta q + c)$ , 所以, 当  $\theta > \frac{c}{\beta q}$  时,  $F_9 > 0$ ; 当  $\theta < \frac{c}{\beta q}$  时,  $F_9 < 0$ 。 证毕

定理 8 表明,制造商不存在一种严格占优的线上渠道产品布局策略。当消费者对网络渠道的接受程度和高端产品相对低端产品质量提升很大,且高端产品的成本增加很小时,制造商会选择 H 策略;反之,制造商会选择 L 策略。商业实践中,制造商应该根据消费者对产品的接受程度、产品的高低端差异程度等因素,合理布局,使自身利润最大化。

定理 8 给出了使制造商利润最大化的产品布局策略。下面进一步考察这样的布局策略对供应链整体而言,是否是优化的选择。

**定理 9** 当线上渠道给消费者购物带来的便利程度  $s \geq s_1$  时,使制造商达到最优的布局策略对供应链整体而言是优化的选择;当线上渠道给消费者购物带来的便利程度  $s < s_1$  时,使制造商达到最优的布局策略对供应链整体而言不总是优化的选择,其中  $s_1 = \frac{3\beta q + 6q - t}{6}$ 。

**证明** 记  $\Pi^H = \Pi_0^H + \Pi_1^H + \Pi_2^H, \Pi^L = \Pi_0^L + \Pi_1^L + \Pi_2^L$ , 那么  $\Pi^H - \Pi^L = \frac{(\theta \beta q - c)F_{14}}{4t}$ , 其中,  $F_{14} = 6\theta q + 3\theta \beta q + 6s + t - 3\beta q - 6q$ 。可以发现,  $F_{14}$  是一个关于  $\theta$  单调递增的函数, 令上式为 0 可得:  $\theta = \frac{3\beta q + 6q - 6s - t}{3\beta q + 6q}$ 。

$s \geq s_1$  时,  $3\beta q + 6q - 6s - t \leq 0$ , 此时  $F_{14} \geq 0$  恒成立。不同布局下的总利润如图 4 所示。

$s < s_1$  时,  $3\beta q + 6q - 6s - t > 0$ , 此时分情况讨论: 1)  $s < s_2$  时, 计算得:  $\theta$  在  $(0, \frac{c}{\beta q})$  时,  $F_{14} > 0$ ;  $\theta$  在  $(\frac{c}{\beta q}, \frac{3\beta q + 6q - 6s - t}{3\beta q + 6q})$  时,  $F_{14} < 0$ ;  $\theta$  在  $(\frac{3\beta q + 6q - 6s - t}{3\beta q + 6q}, 1)$  时,  $F_{14} > 0$ 。其中,  $s_2 = s_1 - \frac{t}{6}$ 。不同布局下的总利润如图 5 所示。2)  $s \geq s_2$  时, 计算得,  $\theta$  在  $(0, \frac{3\beta q + 6q - 6s - t}{3\beta q + 6q})$  时,  $F_{14} > 0$ ;  $\theta$  在  $(\frac{3\beta q + 6q - 6s - t}{3\beta q + 6q}, \frac{c}{\beta q})$  时,  $F_{14} < 0$ ;  $\theta$  在  $(\frac{c}{\beta q}, 1)$  时,  $F_{14} > 0$ 。不同布局下的总利润如图 6 所示。

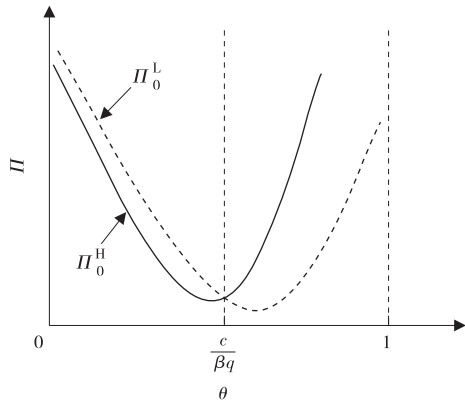


图 3 两种布局下制造商利润情况

Fig. 3 The manufacturer's profit of two layouts

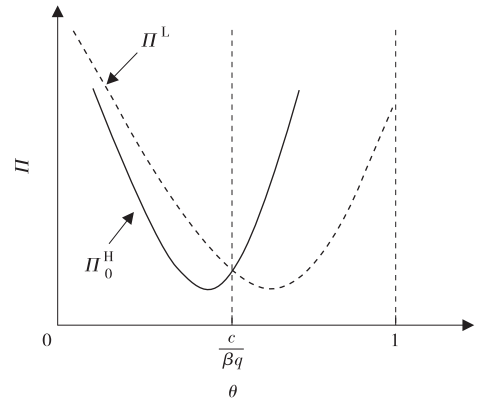


图 4  $s \geq s_1$  时两种布局总利润情况

Fig. 4 The total profit of two layouts when  $s \geq s_1$

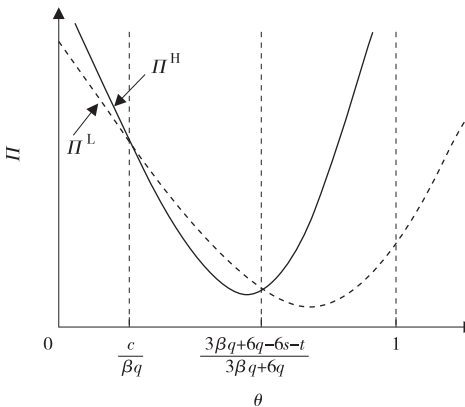


图 5  $s < s_2$  时两种布局总利润情况

Fig. 5 The total profit of two layouts when  $s < s_2$

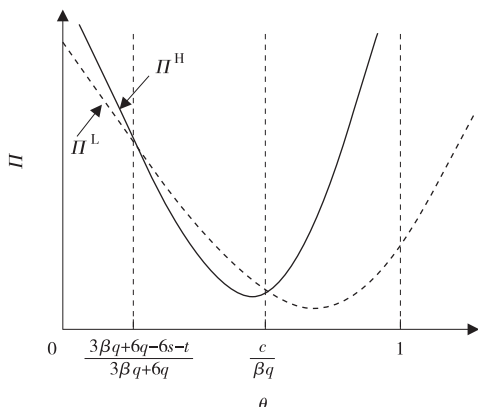


图 6  $s \geq s_2$  时两种布局总利润情况

Fig. 6 The total profit of two layouts when  $s \geq s_2$

根据图 4~6 可以发现,无论线上渠道给消费者购物带来的便利程度如何,只要消费者对网络渠道的接受程度介于  $\frac{c}{\beta q}$  和  $\frac{3\beta q+6q-6s-t}{3\beta q+6q}$  之间,制造商线上布局低端产品时供应链的总利润都大于高端产品。反之,制造商线上布局高端产品时供应链的总利润都大于低端产品。这是因为消费者对网络渠道的接受程度介于  $\frac{c}{\beta q}$  和  $\frac{3\beta q+6q-6s-t}{3\beta q+6q}$  之间时,购物时会在线上 and 线下渠道之间产生犹豫,延缓购物。而消费者对网络渠道的接受程度接近 0 或接近 1 时,消费者很容易在线上 and 线下渠道之间做出选择,从而使自身利润增大。 证毕

定理 9 表明,制造商的最优布局策略对于供应链整体而言并不总是优化的。供应链整体的优化还需要考虑线上渠道给消费者带来的便利程度  $s$  以及消费者在线下渠道购物产生的单位交通成本  $t$  等因素。从供应链总体利润优化的角度来看,制造商应尽可能通过提高物流速度、提升物流水平、提高网络商店的口碑、选择产品数字属性高的商品在线上销售等方法,提高线上购物的便利程度和消费者对网络渠道的接受程度,使得制造商利润最大的布局方式与供应链整体优化的布局方式一致。

通过定理 9 可知,在  $s \geq s_2$  且  $\theta \geq \frac{3\beta q+6q-6s-t}{3\beta q+6q}$  时,使制造商达到最优的布局策略对供应链整体是优化的选择。对制造商来说,在保证自己最优布局的前提下,实现供应链整体的优化,更有利于维持渠道成员的稳定性。因此,怎样实现同时满足制造商最优布局 and 供应链整体优化布局的区域最大化,即图 7 中阴影部分面积最大化,是接下来要研究的问题。

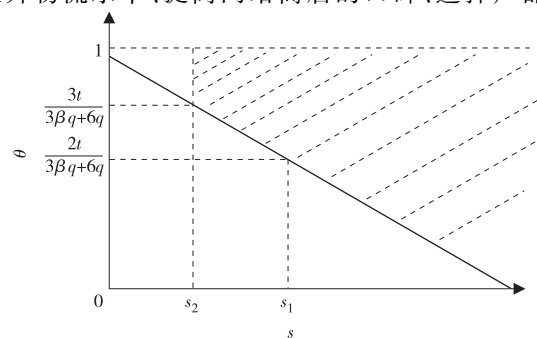


图 7  $\theta, s$  对两种布局总利润的影响

Fig. 7 The influence on total profit of two layouts about  $\theta, s$

**定理 10** 当  $t = \sqrt{6q(2+\beta)}$  时,同时满足制造商最优布局和供应链整体优化布局的区域实现最大化。

**证明** 要使阴影部分面积最大,只要求出空白部分面积的最小值即可。计算知,图中直线的函数表达式为

$$\theta = -\frac{6}{3\beta q + 6q}s + \frac{3\beta q + 6q + t}{3\beta q + 6q},$$

阴影部分左边的矩形面积为  $s_2$ ,阴影部分下方的三角形面积为  $\frac{(s_2 - s_1)t}{2\beta q + 4q}$ ,代入  $s_1$  和

$$s_2 \text{ 可得,空白部分面积为 } S_{bb} = \frac{t^2}{4(3\beta q + 6q)} + \frac{3\beta q + 6q}{6} - \frac{t}{12}, \text{ 所以 } S_{bb} \geq \sqrt{2\frac{t^2}{24}} - \frac{t}{12} = \frac{t}{\sqrt{12}} - \frac{t}{12}, \text{ 当且仅当}$$

$$\frac{t^2}{4(3\beta q + 6q)} = \frac{3\beta q + 6q}{6}, \text{ 即 } t = \sqrt{6q(2+\beta)} \text{ 时等号成立,此时空白部分面积最小,阴影部分面积最大。} \quad \text{证毕}$$

### 4 数值分析

第 3 节对制造商的布局决策进行了分析,分别给出了制造商采用 H 策略和 L 策略所对应的条件。本节采用数值分析的方法就参数  $c, \beta, q$  对制造商和零售商利润的影响展开具体分析,以期得到更多的管理启示。根据参考文献[11],假设  $t=1, s=1, \omega_1=2, \omega_2=1, \theta=0.7$ 。

首先,研究高端产品的超越成本  $c$  对制造商和零售商利润的影响。令  $\beta=2, q=1$ ,如表 1 所示。

可以发现,随着高端产品的超越成本  $c$  的增加,1) 制造商无论采用 H 策略还是 L 策略,利润都随之降低;2) H 策略下零售商 1 的利润随之增加,零售商 2 的利润随之降低;L 策略下零售商 1 的利润随之降低,零售商 2 的利润随之增加。所以对于制造商来说,降低高端产品的超越成本有助于提高企业利润,同时,这会降低零售商 1 的利润,增加零售商 2 的利润。

随后,对高端产品与低端产品的质量比  $\beta$  对渠道成员利润的影响进行研究,令  $c=0.5, q=1$ ,如表 2 所示。

可以发现,随着高端产品与低端产品的质量比  $\beta$  的增加,1) 制造商采用 H 策略会增加利润,采用 L 策略利润会先减少后增加,有一定的波动性;2) H 策略和 L 策略下,零售商 1 和零售商 2 的利润都随之增加,但 H 策略下零售商 2 利润的增加幅度更大,L 策略下零售商 1 利润的增加幅度更大。所以对于制造商来说,采用 H 策略提高高低端产品的质量比会增加利润,采用 L 策略时调整高低端产品的质量比,利润具有波动性。

最后,研究低端产品的质量  $q$  对制造商和零售商利润的影响,如表 3 所示。

可以发现,随着低端产品质量  $q$  的增加,H 策略和 L 策略下制造商和零售商的利润都随之增加。所以对制造商来说,提高低端产品质量不仅能够增加自身利润,还能提高渠道成员的稳定性。

综合表 1~3 可以发现,制造商可以通过调整高端、低端产品的质量比以及高端产品的超越成本达到提高利润的目的。其中,提高低端产品的质量对它来说是优化的,因为此时两零售商也从中获利,提高了渠道成员的稳定性。

表 1 参数  $c$  对制造商和零售商利润的影响

Tab. 1 The effect of parameter  $c$  on profit of manufacturer and retailer

$\beta$	$q$	$c$	$\Pi_1^H$	$\Pi_2^H$	$\Pi_3^H$	$\Pi_1^L$	$\Pi_2^L$	$\Pi_0^L$
2	1	1.1	0.113	0.138	1.451	0.195	0.070	1.181
2	1	1.2	0.125	0.125	1.300	0.180	0.080	1.120
2	1	1.3	0.138	0.113	1.151	0.165	0.090	1.061
2	1	1.4	0.151	0.101	1.005	0.151	0.101	1.005
2	1	1.5	0.165	0.090	0.861	0.138	0.113	0.951
2	1	1.6	0.180	0.080	0.720	0.125	0.125	0.900
2	1	1.7	0.195	0.070	0.581	0.113	0.138	0.851
2	1	1.8	0.211	0.061	0.445	0.101	0.151	0.805
2	1	1.9	0.228	0.053	0.311	0.090	0.165	0.761

表 2 参数  $\beta$  对制造商和零售商利润的影响

Tab. 2 The effect of parameter  $\beta$  on profit of manufacturer and retailer

$\beta$	$q$	$c$	$\Pi_1^H$	$\Pi_2^H$	$\Pi_3^H$	$\Pi_1^L$	$\Pi_2^L$	$\Pi_0^L$
1	1	0.5	0.003	0.003	1.911	0.000	0.000	1.701
1.5	1	0.5	0.008	0.070	2.156	0.080	0.005	1.620
2	1	0.5	0.053	0.228	2.411	0.300	0.025	1.601
2.5	1	0.5	0.138	0.475	2.676	0.661	0.061	1.645
3	1	0.5	0.263	0.813	2.951	1.163	0.113	1.751
3.5	1	0.5	0.428	1.240	3.236	1.805	0.180	1.920
4	1	0.5	0.633	1.758	3.531	2.588	0.263	2.151
4.5	1	0.5	0.878	2.365	3.836	3.511	0.361	2.445
5	1	0.5	1.163	3.063	4.151	4.575	0.475	2.801

## 5 结论

本文研究了异质性产品的制造商线上产品布局问题。通过构建数理模型,定量比较了制造商线上销售高端产品和低端产品时的利润,给出了制造商的最优产品布局策略。进一步考察了这种最优产品布局策略对供应链整体而言是否是优化的,最后通过数值分析研究了相关参数对利润的影响。研究表明,提高消费者对网络渠道的接受程度会提高制造商的线上产品定价,降低零售商的线下产品定价。对制造商来说,不存在一种严格占优的线上渠道产品布局策略。制造商的最优产品布局策略对供应链整体来说,并不总是优化的。此外,该研究是在零售商地位对等的基础上进行的,对于两零售商地位不对等的情形还需进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 中国互联网络信息中心. 第 43 次中国互联网络发展状况统计报告[EB/OL]. (2019-08-28)[2019-08-29]. [http://www.cnnic.cn/gwym/xwzx/rdxw/20172017\\_7056/201902/W020190228474508417254.pdf](http://www.cnnic.cn/gwym/xwzx/rdxw/20172017_7056/201902/W020190228474508417254.pdf).  
CNNIC. 43rd statistical report on the development of internet in China[EB/OL]. (2019-08-28)[2019-08-29]. [http://www.cnnic.cn/gwym/xwzx/rdxw/20172017\\_7056/201902/W020190228474508417254.pdf](http://www.cnnic.cn/gwym/xwzx/rdxw/20172017_7056/201902/W020190228474508417254.pdf).
- [2] 肖剑,但斌,张旭梅. 双渠道供应链中制造商与零售商的服务合作定价策略[J]. 系统工程理论与实践,2010,12:2203-2211.  
XIAO J, DAN B, ZHANG X M. Service cooperation pricing strategy between manufacture and retailers in dual-channel supply chain[J]. Systems Engineering Theory & Practice, 2010, 12: 2203-2211.
- [3] CHEN J, ZHANG H, SUN Y. Implementing coordination contracts in a manufacturer Stackelberg dual-channel supply chain[J]. Omega, 2012, 40(5): 571-583.
- [4] ABHISHEK V, JERATH K, ZHANG Z J. Agency selling or reselling? Channel structures in electronic retailing[J]. Management Science, 2016, 62(8): 2259-2280.
- [5] 王先甲,周亚平,钱桂生. 生产商规模不经济的双渠道供应链协调策略选择[J]. 管理科学学报, 2017(1): 17-31.  
WANG X J, ZHOU Y P, QIAN G S. The selection of dual-channel supply chain coordination strategy considering manufacturer's diseconomies of scale[J]. Journal of Management Sciences in China, 2017, 01: 17-31.
- [6] 张廷龙,房进军. 收益共享契约下旅游供应链竞争与协调[J]. 系统工程, 2017, 35(1): 124-129.  
ZHANG T L, FANG J J. Competing and coordination strategies for tourism supply chain under revenue sharing contract[J]. Systems Engineering, 2017, 35(1): 124-129.
- [7] YAN R L. Product brand differentiation and dual-channel store performances of a multi-channel retailer[J]. European Journal of Marketing, 2010, 44(5): 636-642.
- [8] YAN R L. Managing channel coordination in a multi-channel manufacturer-retailer supply chain[J]. Industrial Marketing Management, 2010, 44(4): 672-692.
- [9] 陈远高,刘南. 存在差异性产品的双渠道供应链协调研究[J]. 管理工程学报, 2011, 25(2): 239-244.  
CHEN Y G, LIU N. Coordination of dual-channel supply chain under product differentiation [J]. Journal of Industrial Engineering/Engineering Management, 2011, 25(2): 239-244.
- [10] 但斌,王瑶,王磊,等. 考虑制造商服务努力的异质产品双渠道供应链协调[J]. 系统管理学报, 2013, 22(6): 835-840.  
DAN B, WANG Y, WANG L, et al. Coordination of dual-channel heterogeneous product supply chain based on manufacturer's sale effort[J]. Journal of Systems & Management, 2013, 22(6): 835-840.
- [11] 刘咏梅,廖攀,胡军华. 电子商务环境下考虑竞争的新产品开发 and 定价策略研究[J]. 管理工程学报, 2016(2): 210-215.  
LIU Y M, LIAO P, HU J H. New product development and pricing strategies in E-commerce environment considering competition[J]. Journal of Industrial Engineering / Engineering Management, 2016(2): 210-215.

表 3 参数  $q$  对制造商和零售商利润的影响

Tab. 3 The effect of parameter  $q$  on profit of manufacturer and retailer

$\beta$	$q$	$c$	$\Pi_1^H$	$\Pi_2^H$	$\Pi_0^H$	$\Pi_1^L$	$\Pi_2^L$	$\Pi_0^L$
2	1.1	0.5	0.088	0.304	2.475	0.442	0.034	1.601
2	1.2	0.5	0.133	0.392	2.538	0.611	0.044	1.618
2	1.3	0.5	0.186	0.490	2.602	0.806	0.054	1.652
2	1.4	0.5	0.249	0.600	2.666	1.030	0.067	1.702
2	1.5	0.5	0.320	0.720	2.730	1.280	0.080	1.770
2	1.6	0.5	0.401	0.852	2.794	1.558	0.095	1.854
2	1.7	0.5	0.490	0.994	2.858	1.862	0.110	1.956
2	1.8	0.5	0.589	1.148	2.922	2.195	0.128	2.074
2	1.9	0.5	0.696	1.312	2.987	2.554	0.146	2.209



- [12] 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]. 软科学,2016(3):121-125.  
ZHANG X Z, LIU C, ZHANG R L. Pricing strategies and coordination in dual channel supply chain considering the product substitution[J]. Soft Science, 2016(3):121-125.
- [13] HA A, LONG X, NASIRY J. Quality in supply chain encroachment[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2016, 18(2):280-298.
- [14] 周健,陈露婷,唐哲宇. 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):1962-1968.  
ZHOU J, CHENG L T, TANG Z Y. Pricing strategies of dual-channel product supply chain based on Stackelberg game[J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2016, 44(12):1962-1968.
- [15] 彭岩,刘另. 基于个性化需求的物流服务供应链初探[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2016, 30(11):162-166.  
PENG Y, LIU L. Research on individual demand-oriented logistics service supply Chain[J]. Journal of Chongqing University of Technology (Natural Science), 2016, 30(11):162-166.
- [16] DESAI P, KEKRE S, RADHAKRISHNAN S, et al. Product differentiation and commonality in design: balancing revenue and cost drivers[J]. Management Science, 2001, 47(1):37-51.
- [17] SALOP S C. Monopolistic competition with outside goods [J]. The Bell Journal of Economics, 1979, 10(1):141-156.

## Operations Research and Cybernetics

### Research on Layout and Price Decisions of Heterogeneous Product in Dual Channel Supply Chain

ZHANG Tinglong, GU Zhoufan

(School of Economy and Management, Anhui Normal University, Wuhu Anhui 241000, China)

**Abstract:** [Purposes] In dual-channel supply chain, how to sell heterogeneous products in direct channel and traditional channel reasonably is a issue to manufacturer. It is of great significance to design product layout in business practice. [Methods] Mathematical models and backward induction were used to research manufacturers' product layouts and pricing when they introduce online channels, and the influence of relevant parameters on layout was studied by numerical analysis. [Findings] Results show that, consumers' acceptance of direct channel, high-end products' quality and cost will influence the strategy of manufacturer's online product layout. When the consumers' acceptance of direct channel and the quality of high-end products are high, the cost is low, manufacturer will choose the layout of high-end products. Otherwise, it will choose another layout. Direct price of manufacturer will increase and retail price of two retailers will decrease with the increase of consumers' acceptance of direct channel. [Conclusions] There is no strict dominant layout strategy for manufacturers, all kinds of factors are supposed to be considered.

**Keywords:** dual channel; supply chain; heterogeneous product; layout strategy

(责任编辑 黄 颖)