

跨境零售商代发双渠道供应链协调研究

王红艳, 张辰彦(博士), 郑茜文

【摘要】 基于Stackelberg博弈理论,通过对分散式与集中式两种决策模型的分析,可以得出分散式决策模型下的零售商代发双渠道供应链总利润小于集中式决策模型下总利润的结论。考虑到博弈的双方均以自身利益最大化为目标,故产生的双边边际效应使得整个供应链的效益下降。因此,为使制造商与零售商的利益分配达到帕累托最优状态,可采用供应链收益共享契约进行协调分析,通过一个算例,得到双方共享利益的分配比例范围,验证了收益共享契约对跨境零售商代发双渠道供应链的协调作用。

【关键词】 跨境零售商; 双渠道供应链; Stackelberg 博弈; 收益共享契约

【中图分类号】 F274

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2016)23-0032-4

一、引言

近年来,随着互联网技术的普及,电子商务活动得到了快速的发展,传统的贸易模式也在发生变化。尤其是在国内自由贸易区成立以来,冠以跨境电商之名的大批货物,可以享受免税囤放在保税区内、以个人物品清关、无须缴纳增值税、简化清关检验检疫环节等优惠政策,这无疑是对传统进出口贸易的一大冲击。此外,互联网技术为消费者提供了更加丰富的购物渠道,即传统线下与新兴线上销售渠道所构成的双渠道供应链模式,从而形成新的发展格局。

本文主要针对跨境零售商代发双渠道供应链协调问题进行分析。目前,国内外学者对双渠道供应链的协调研究已有很多。例如,Dumrongsiri等(2008)对制造商开展线上销售渠道的条件进行了分析,发现需求的不确定性是影响双渠道供应链构建的主要因素。Yao等(2005)基于Bertrand和Stackelberg博弈理论,计算得到一个最优的价格来协调制造商与零售商之间的双渠道供应链模型。Cattani等(2006)提出,制造商可以通过采取一定的价格策略,来实现线上与线下渠道的协调。徐广发、但斌(2012)提出基于价格折扣模型,可设计一种转移支付机制使制造商和零售商的合作达到双赢。陈树祯等(2009)将增值服务纳入博弈模型中,提出可以得到价格的临界值,帮助双渠道供应链的双方实现共赢。王虹等(2011)对双渠道供应链的定价及库存策略进行了研究。陈云等(2008)从零售商和消费者的角度,采用两阶段的博弈模型研究定价策略问题。颜永新等(2012)指出,数量折扣契

约对零售商双渠道供应链模型能够起到协调作用。Tsay等(2004)论述了基于批发价格、产品订购量、利益分配的常见供应链契约形式。

二、问题描述

本论文以自贸区为背景,研究由一个海外制造商与一个国内零售商所组成的跨境零售商代发双渠道供应链,其中海外制造商通过线上渠道对国内消费者销售商品,国内零售商通过线下渠道销售商品,海外制造商销售给国内消费者的商品全部由国内零售商代发。假设整个决策过程服从Stackelberg博弈,双方在整个交易中均完全理性且风险呈中性,并无缺货现象。零售商是主方,制造商是从方。

首先,由国内零售商向海外制造商确定订单量,零售商线下渠道的需求为 d_r ,海外制造商根据其订单量以批发价格 w 将单位成本为 c 的产品出售给在自贸区内的零售商,并将一定数量的商品转运到国内零售商的库存中,以满足代发货的需求。国内零售商将商品成批运至国内自贸区,通过在自贸区内开设进口商品直销中心等方式进行线下零售,线下渠道销售的价格为 p_r 。同时,海外制造商在海外通过线上渠道向国内消费者销售商品,其线上销售的价格为 p_e ,包括商品在线上渠道的销售价格、商品的行邮税及快递费用等,并将商品的订单量 d_m 全部交由国内零售商代发。海外制造商需要支付给国内零售商单位代发货费用 l 作为补偿。 a 表示该商品在线下渠道流通的进口税款,商品在线下渠道流通时,需要缴纳进口关税、增值税、消费税等税款; b 表示商品在线

【基金项目】 国家自然科学基金项目“集装箱港口多阶物流系统作业成本控制研究”(项目编号:71301101); 上海海事大学科研基金项目“物流服务的组合拍卖研究”(项目编号:20110048)

上渠道流通时所需要缴纳的进口税款,主要以行邮税为主。具体流程如图1所示。

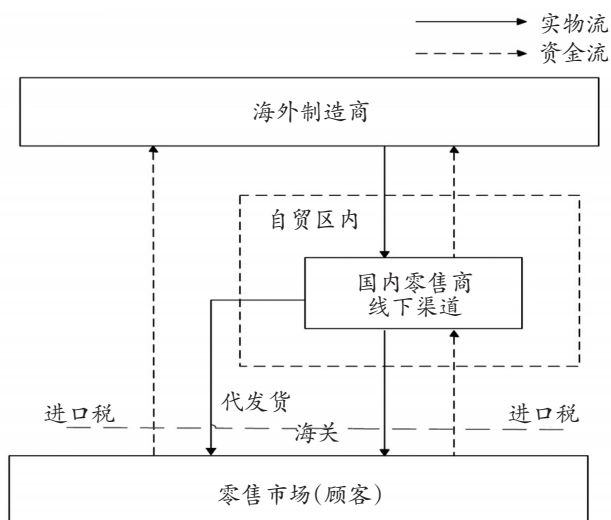


图1 零售商代发货双渠道供应链模型

采用价格敏感的线性需求函数,国内零售商线下渠道和国外制造商线上渠道的市场需求量分别为:

$$d_r = \theta S - \beta p_r + \rho p_e \quad (1)$$

$$d_m = (1 - \theta)S - \beta p_e + \rho p_r \quad (2)$$

在双渠道供应链中,市场需求的变化不仅受到本渠道价格的影响,还受到其他渠道价格的交叉影响。 $S(S > 0)$ 表示市场的总需求量, $\theta(0 < \theta < 1)$ 表示双渠道中线下渠道的市场份额, $\beta(0 < \beta < 1)$ 表示同一渠道下需求价格弹性系数, $\rho(0 < \rho < 1)$ 表示两种渠道之间的交叉价格弹性系数。

根据上述参数关系可得,在跨境零售商代发双渠道供应链中,海外制造商与国内零售商的利润分别为:

$$\pi_m = (w - c)d_r + (p_e - c - b - l)d_m \quad (3)$$

$$\pi_r = (p_r - w - a)d_r + l d_m \quad (4)$$

双渠道供应链的总利润为:

$$\pi = \pi_m + \pi_r \quad (5)$$

其中, π_m 表示在双渠道供应链中海外制造商的利润函数, π_r 表示国内零售商的利润函数。在模型中,假设 $c < w$,且海外制造商与国内零售商的利润都为正。

三、跨境零售商代发货的双渠道决策模型

1. 分散式决策模型。在该模型中,首先由海外制造商确定其商品的批发价格 w ,线上渠道销售价格为 p_e ,商品因由国内零售商代发货而需支付单位代理费 l ,然后国内零售商根据商品税率等因素再决定其线下渠道销售价格为 p_r 。其中,公式中的上标“D”表示分散式决策模型,上标“C”表示集中式决策模型,上标“*”表示最优解。

根据逆向归纳法,对国内零售商的利润函数(4)式对 p_r 求偏导,并令其一阶导数为零,可求得分散式决策下国内零售商的反应函数为:

$$p_r(w, p_e) = \frac{\beta(w + a) + (1 + p_e)\rho + \theta S}{2\beta} \quad (6)$$

将(6)式代入海外制造商的利润函数(3)式中,分别求关于 w, p_e 的一阶偏导,并令一阶导数为零,得到海外制造商的最优批发价格和线上渠道销售的最优价格为:

$$w^{D*} = \frac{(1 - \theta)S\beta + \theta S\rho}{2(\beta^2 - \rho^2)} + \frac{1}{2}(c + b + t) \quad (7)$$

$$p_e^{D*} = \frac{(1 - \theta)S\beta\rho + (a - c)(\beta\rho^2 - \beta^3) + (\theta S - l\rho)\beta^2 + l\rho^3}{2\beta(\beta^2 - \rho^2)} \quad (8)$$

再将海外制造商的最优批发价格(7)式以及线上渠道销售的最优价格(8)式代入国内零售商的反应函数(6)式中,可得国内零售商线下渠道销售的最优价格为:

$$p_r^{D*} = \frac{1}{2\beta} \times$$

$$\left[\theta S + l\rho + \frac{(1 - \theta)S\beta\rho + (a - c)(\beta\rho^2 - \beta^3) + (\theta S - l\rho)\beta^2 + l\rho^3}{2\beta(\beta^2 - \rho^2)} \right] +$$

$$\frac{(1 - \theta)S\beta + \theta S\rho}{4(\beta^2 - \rho^2)} + \frac{1}{4}(c + b + t) + \frac{1}{2}a \quad (9)$$

将(8)、(9)式代入(1)、(2)式中,可得在分散式决策模型中,国内零售商线下和线上渠道的市场需求量为:

$$d_r^{D*} = \frac{(a - c + 2t)\beta\rho + (2a + b + c + t)\beta^2 + l\rho^2 + (1 - 3\theta)S\beta}{-4\beta} \quad (10)$$

$$d_m^{D*} = \frac{l\rho^3 + A_1\beta\rho^2 + (1 - 3\theta)S\beta\rho - A_2\beta^2\rho + 4S\beta^2 + 2(c - a)\beta^3}{-4\beta^2}$$

$$\text{其中 } A_1 = a - 2l - c, A_2 = 2a + b + 3l + c \quad (11)$$

将(7)、(8)、(9)式代入(3)、(4)、(5)式中,可得在分散式决策模型中,海外制造商、国内零售商的利润函数以及整个跨境供应链的总利润函数。

2. 集中式决策模型。该模型指的是在双渠道供应链中将海外制造商和国内零售商作为一个整体,该整体的管理者在做出决策时是以整个供应链利润的最大化为基准。此时整个跨境双渠道供应链的利润函数为:

$$\pi^C = (p_r - c - a)(\theta S - \beta p_r + \rho p_e) + (p_e - c - b)[(1 - \theta)S - \beta p_e + \rho p_r] \quad (12)$$

对(12)式分别求关于 p_r 与 p_e 的一阶偏导,并令一阶偏导都等于零,联立方程可得海外制造商在集中式决策模型下线上渠道的最优销售价格以及国内零售商在集中式决策模型下线下渠道的最优销售价格为:

$$p_r^{C*} = \frac{\theta S(\beta - \rho) + \rho S + (\beta^2 - \rho^2)(c + a)}{2(\beta^2 - \rho^2)} \quad (13)$$

$$p_e^{C*} = \frac{\theta S(\rho - \beta) + \beta S + (\beta^2 - \rho^2)(c + b)}{2(\beta^2 - \rho^2)} \quad (14)$$

将(13)、(14)式代入(1)、(2)式中,分别可求得在集中式决策模型中线下和线上渠道的市场需求量为:

$$d_r^{C*} = \frac{\theta S + (\rho - \beta)c - \beta a + \rho b}{2} \quad (15)$$

$$d_m^{C*} = \frac{(1 - \theta)S + (\rho - \beta)c + \rho a - \beta b}{2} \quad (16)$$

将(15)、(16)式代入(12)式中,可得在集中式决策模型中双渠道供应链系统的最优总利润为:

$$\pi^{C*} = \frac{[\beta - 2\theta(1 - \theta)(\beta - \rho)]S^2}{4(\beta^2 - \rho^2)} + \frac{2(\beta - \rho)c^2 - 2Sc + (a^2 + b^2)\beta + 2(b - a)\theta S + 2c(\beta - \rho)(a + b) - 2\rho ab - 2Sb}{4} \quad (17)$$

四、逆向收益共享契约模型

制造商与零售商在进行博弈的过程中,由于只片面追求各自利益的最大化,会使得整个供应链系统在分散式决策下的收益小于在集中式决策下的收益,产生双边效应,而双边效应会使整个供应链的效率低下。因此,为协调跨境零售商代发双渠道供应链,将采用供应链逆向收益共享契约使制造商与零售商之间的利益自由分配,达到帕累托最优或者帕累托改进状态。

海外制造商为激励国内零售商与其合作,首先以较低的批发价格 w_c 为国内零售商提供产品,由于海外制造商线上渠道订单都由网络零售商代为发货,因此除了单位代发费用1外,海外制造商承诺在销售季度末将其线上渠道收益的一部分共享给零售商,即使用逆向收益共享契约协调。

假设海外制造商和国内零售商分别按照 μ ($0 < \mu < 1$) 和 $1 - \mu$ 的比例进行共享。其中,公式中的上标“R”表示供应链收益共享契约模型。此时,海外制造商和国内零售商的利润函数如下:

$$\pi_m^R = (w - c)d_r + (\mu p_e - c - b - 1)d_m \quad (18)$$

$$\pi_r^R = (p_r - w - a)d_r + d_m + (1 - \mu)p_e d_m \quad (19)$$

命题:在供应链逆向收益共享契约下,当 μ 满足以下条件时,跨境零售商双渠道供应链系统达到协调。

$$\begin{cases} \mu = \frac{(w - c)\rho + (c + b + 1)\beta}{(p_e^{R*} - c - a)\rho + (c + b)\beta} \\ 0 < c < w, 0 < \mu < 1 \end{cases}$$

证明:根据逆向归纳法,对海外制造商利润函数(18)式求关于 p_e 的一阶偏导,并使其分别等于零,得到制造商线上渠道销售价格 p_e^R 的反应函数:

$$p_e^R = \frac{(w - c)\rho + \mu(S - \theta S + p_r^R)\rho + (c + b + 1)\beta}{2\mu\beta} \quad (20)$$

欲使得整个跨境零售商代发双渠道供应链系统协调,那么在逆向收益共享契约协调下的最优价格策略必须与在集中式决策下的最优价格策略分别相等,即:

$$\begin{cases} p_r^{R*} = p_r^{C*} \\ p_e^{R*} = p_e^{C*} \end{cases} \quad (21)$$

对(12)式 π^C 求关于 p_e 的一阶导数,并令其等于零。由此可得到在集中式决策下海外零售商线上渠道的最优价格 p_e^{C*} :

$$p_e^{C*} = \frac{(2p_r^C - c - a)\rho + (1 - \theta)S + (c + b)\beta}{2\beta} \quad (22)$$

联立(20)、(21)、(22)式,经过整理可得:

$$\mu = \frac{(w - c)\rho + (c + b + 1)\beta}{(p_e^{R*} - c - a)\rho + (c + b)\beta}$$

其中, $0 < c < w, \mu \in [0, 1]$, 证明完毕。

上述命题说明,通过供应链逆向收益共享契约进行跨境零售商代发双渠道供应链系统协调,可以达到整体利润最大化。但是,对于作为供应链系统成员的每个理性决策者来说,自身的利益最重要。只有保证了自身的利益,即当供应链的成员在契约下的利润比在分散式决策下的利润大时,该契约才会被执行。因此,为了使该契约实现供应链成员的帕累托改进的目的,应确定其共享参数的适应范围。

通过改变参数 μ 的范围,使供应链收益共享契约模型满足公式 $\pi_m^{D*} > \pi_m^{R*}$ 且 $\pi_r^{D*} > \pi_r^{R*}$, 说明海外制造商与国内零售商愿意接受该契约,进而跨境零售商代发双渠道供应链可实现帕累托改进。

五、算例分析

下面通过算例,验证该逆向收益共享契约在协调跨境零售商代发双渠道供应链中的有效性。

以进口咖啡为例,假设某品牌进口咖啡进入自贸区内,市场需求总量为 $S=100$, 其中线下零售渠道所占的市场份额 $\theta=0.6$, 参数 $\beta=2, \rho=0.8, c=10, w=20$ 。

根据海关税则,咖啡进口关税税率为10%,进口增值税税率为17%,行邮税为10%,那么海外制造商线上渠道流通的进口税款 $b=10\% \times p_e$ 。假设进口咖啡运入自贸区内,平均完税价格为25,那么国内零售商线下渠道流通的进口税款 $a=25 \times 10\% + (25 + 25 \times 10\%) \times 17\% = 7.175$ 。

经过计算,可得在集中式决策下供应链的总利润为: $\pi^{C*} = 433.5644$, 在分散式决策下供应链总利润为 $365.5563 < \pi^{C*}$ 。由此可以看出,跨境零售商代发双渠道供应链在分散式决策下的总利润低于在集中式决策下的总利润。运用 MATLAB 软件,可以得到海外制造商和国内零售商的利润在逆向收益共享契约下随着共享因子 μ 的变化情况,具体如图2所示。

由图2可知,海外制造商与国内零售商的利润变化量是关于参数 μ 的单调函数。其中,海外制造商的利润随参数 μ 的增大而单调递增,而国内零售商的利润是单调递减函数。其中,国内零售商利润变化曲线恒为正,而海外制造商利润变化曲线与 $y=0$ 相交于 A 点,其中交点 A 所对应的 μ 值为 0.8326。故当 $\mu > 0.8326$ 时,协调后的海外制造商与国内零售商的利润均高于协调前的利润,且两者利润之和等于在集中式决策下的供应链总利润,达到帕累托改进状态,供应链得到有效的协调。相应的,当参数 μ 取不同值时,海外制造商与

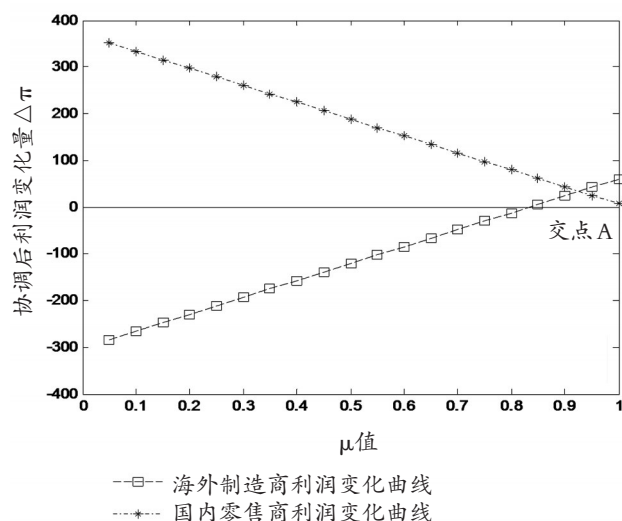


图 2 海外制造商与国内零售商的利润随着μ的变化情况

国内零售商利润的具体变化情况如右表所示。

六、小结

本文首先采用Stackelberg 博弈理论,构建了跨境零售商代发双渠道的决策模型,得到双方在分散式决策模型下的供应链总利润小于在集中式决策模型下的供应链总利润的结论。然后通过构建供应链逆向收益共享契约模型,发现当双方的利润分配比例在一定的范围内变化时,可实现跨境零售商代发双渠道供应链的协调,使零售商和制造商的合作达到双赢。此外,本文是在自贸区保税政策的基础上,对海外制造商线上、国内零售商线下的代发双渠道供应链情况进行研究,并没有考虑零售商也进行线上活动的情形,故之后的研究可在此基础上进一步展开。

主要参考文献:

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).

Yao D. Q., Liu J. J.. Competitive pricing of mixed retail and e-tail distribution channels[J]. Omega, 2005(33).

Cattani K., Gilland W., Heese H. S. et al.. Boiling frogs: Pricing strategy for a manufacturer adding a direct channel that

供应链协调前后海外制造商与国内零售商利润变化情况

μ	π_m^{R*}	π_r^{R*}	$\Delta \pi_m^{R*}$	$\Delta \pi_r^{R*}$
0.05	2.5020	431.0624	-284.0682	352.0763
0.1	20.6499	412.9145	-265.9203	333.9284
0.15	38.7978	394.7666	-247.7724	315.7805
0.2	56.9458	376.6186	-229.6244	297.6325
0.25	75.0937	358.4707	-211.4765	279.4846
0.3	93.2417	340.3227	-193.3285	261.3366
0.35	111.3896	322.1748	-175.1806	243.1887
0.4	129.5376	304.0268	-157.0326	225.0407
0.45	147.6855	285.8789	-138.8847	206.8928
0.5	165.8334	267.7310	-120.7368	188.7449
0.55	183.9814	249.5830	-102.5888	170.5969
0.6	202.1293	231.4351	-84.4409	152.449
0.65	220.2773	213.2871	-66.2929	134.301
0.7	238.4252	195.1392	-48.145	116.1531
0.75	256.5732	176.9912	-29.997	98.0051
0.8	274.7211	158.8433	-11.8491	79.8572
0.85	292.8690	140.6954	6.2988	61.7093
0.9	311.0170	122.5474	24.4468	43.5613
0.95	329.1649	104.3995	42.5947	25.4134
1	347.3129	86.2515	60.7427	7.2654

competes with the traditional channel[J]. Production and Operations Management, 2006(15).

徐广发,但斌. 电子商务环境下双渠道供应链协调的价格折扣模型[J]. 系统工程学报, 2012(1).

王虹,周晶,孙玉玲. 双渠道供应链的库存与定价策略研究[J]. 工业工程, 2011(4).

陈云,王浣尘,沈慧璋. 互联网环境下双渠道零售商的定价策略研究[J]. 管理工程学报, 2008(1).

颜永新,徐晓燕. 零售商双渠道适应性及协调研究[J]. 系统管理学报, 2012(5).

Tsay A., Agrawal N.. Channel conflict and coordination in the e-commerce age[J]. Production and Operations Management, 2004(13).

作者单位:上海海事大学科学研究院,上海201306