

物流服务水平影响需求下双渠道供应链 物流模式选择

虞 跃

(福建省能源集团有限责任公司,福建 福州 350108)

[摘要]在综合前人研究的基础上构建了包含供应商、零售商以及物流外包商(在物流外包情况下)的双渠道供应链,针对不同物流模式下供应链成员的收入与物流服务水平进行比较分析,试图找出影响物流模式选择决定的影响因素,从而为双渠道供应链在决定物流外包还是自营时提供一定的理论依据。研究表明,对于零售商而言,无论供应商选择物流自营还是物流外包,零售商都倾向于选择物流外包;对于供应商而言,物流模式的选择主要取决于自身物流运营能力和物流成本控制的水平。

[关键词]物流服务水平;双渠道供应链;物流模式选择

[中图分类号]F274;F224

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2019)04-0064-08

Logistics Mode Selection of Dual-channel Supply Chain with Demand Influenced by Service Level

Yu Yue

(Fujian Energy Group Co., Ltd., Fuzhou 350108, China)

Abstract: On the basis of previous studies, this paper constructed a dual-channel supply chain system including suppliers, retailers and logistics outsourcers (in the case of logistics outsourcing). Then it compared the income and logistics service level of the supply chain members under different logistics modes in order to find out the influencing factors decisive in the selection of logistics modes. The result showed that, for retailers, whether the suppliers choose self-management or outsourcing, the retailers tend to choose logistics outsourcing; for suppliers, the selection of logistics mode mainly depends on their own logistics operation ability and logistics cost control level.

Keywords: logistics service level; dual-channel supply chain; logistics mode selection

1 前言

日益发展壮大的电子商务市场加快了供应链向双渠道转型的脚步,也对双渠道供应链发展建设过程中的物流服务提出了更高的要求。虽然双渠道供应链解决物流问题的主流思路是物流业务剥离外包,但不同的双渠道企业在物流模式的选择上依然不尽相同。比如同为双渠道家电销售龙头企业,苏宁选择物流自营而国美选择将物流业务外包;再比

如同通过双渠道销售的家电制造领先企业海尔和美的,前者建立了覆盖全国的物流自营网络,而后者剥离物流业务成立了安得物流并进行外包。因此在研究双渠道供应链、特别是考虑物流服务问题的双渠道供应链时,首先要对双渠道供应链的物流模式选择问题进行讨论,即在何种情况下双渠道供应链会选择怎样的物流模式,以及这样的物流模式会对供应链成员企业带来怎样的影响。

关于供应链物流模式选择的定性研究起步较早也相对较成熟,主要是通过理论研究、案例分析以及

[收稿日期]2019-02-27

[作者简介]虞跃,男,江西丰城人,福州大学物流管理学博士,现就职于福建省能源集团,中级经济师,研究方向:物流供应链。

德尔菲法、层次分析法、SWOT分析等方法对不同情况的供应链如何做出物流模式选择进行讨论研究,但是这些定性研究都基本针对传统的单条供应链。冯耕中^[1]在总结国内外研究现状的基础上,进一步探讨了第三方物流的相关理论,针对电子商务环境下的物流模式选择与配送体系建设给出了相关的理论支撑与发展意见,最后提出了现代物流发展的关注热点与研究方向。王浩澂^[2]运用专家评分法、层次分析法构建了一个汽车制造企业物流模式评价指标体系,通过企业规模及技术水平、物流服务能力、经济效益等三方面的指标分别评价了自营物流、外协物流以及物流外包三种不同的物流模式,得出了物流外包更有利于汽车制造企业整合资源、提升效益的结论。

关于供应链物流模式选择的定量分析研究成果相对较少,且基本集中在单条供应链的逆向物流模式选择以及汽车制造业的物流模式选择两个领域。于辉和陈飞平^[3]针对汽车制造企业的入厂物流模式,比较了当前主流的集配中心模式与越来越受到重视的循环取货集成模式两种物流模式,从JIT生产角度与供应链协同角度出发,分析讨论了物流模式选择的问题。为了求解重要决策变量的最优值,文章综合运用了包括库存理论、运输策略以及JIT生产的整合方法。公彦德和达庆利^[4]研究了回收效率受物流服务影响的闭环供应链,针对由制造商或零售商不同主导方式的闭环供应链,分别讨论了物流自营和物流外包模式下制造商、零售商的收益,从而得出了不同主导方式、不同物流模式下闭环供应链企业的物流策略以及在此策略下供应链的稳定性。倪明等^[5]针对更加细化的电子产品闭环供应链,考虑了消费者对新产品和再制品偏好存在差异、同时市场需求为不确定的情况,对废弃电子产品的物流回收模式进行分析研究。文章对制造商自营、联盟回收以及国家回收三种回收物流模式比较后得出了制造商主导的情况下,自营模式带来的收益最高的结论。同时,作者还通过数值仿真进一步体现了不同

回收模式下的收益与回收率差别。

通过对供应链物流模式选择的文献进行分析综述不难发现,目前关于供应链物流模式、特别是双渠道供应链物流模式选择的研究还较少。因此本文在综合上述文献研究的基础上构建了包含供应商、零售商以及物流外包商(在物流外包情况下)的双渠道供应链,针对不同物流模式下供应链成员的收益与物流服务水平进行比较分析,试图找出影响物流模式选择决定的影响因素,从而为双渠道供应链在决定物流外包还是自营时提供一定的理论依据。

2 问题描述与模型建立

为了研究双渠道供应链的物流模式选择问题、讨论供应链成员企业在物流自营以及外包两种模式之间进行取舍抉择的条件和影响,本文以成员企业的收益和物流服务水平作为主要对比评价的指标,对双渠道供应链成员企业(即供应商和零售商)在不同的物流模式下的收益和对应的物流服务水平进行比较分析,在此基础上总结得出双渠道供应链在物流模式选择过程中的一些影响因素与决策依据。本文的模型建立与计算将遵循以下假设。

假设1 双渠道供应链包括一个供应商、一个零售商以及一个物流外包商(在物流外包的情况下),供应商通过线上渠道和线下渠道分别向消费者和零售商提供产品,零售商只通过线下渠道对消费者提供产品,在此双渠道供应链中,供应商占主导地位。

假设2 供应商、零售商分别就各自的物流模式做出选择。供应商可以选择物流自营或是物流外包给物流外包商,而零售商由于处于追随地位、相对实力较弱,因此无法独立自主经营物流业务,只能在接受供应商自营物流所提供的物流服务以及将物流服务外包给独立的物流外包商二者之间做出决定。

假设3 供应商、零售商、物流外包商均为独立、理性的决策者。因为集中决策的实质等同于双渠道供应链作为一个主体统一集中运营,也就无从谈起

物流外包,所以在本文研究物流模式选择的过程中,供应商、零售商都是以独立的分散决策作为企业经营与制定价格的准则,基于自身利润最大化进行各自的决策。

假设4 在物流外包的情况下,线上或是线下渠道的产品都由物流外包商配送到对应渠道的消费者手中,物流外包商对双渠道都提供同质无差异的物流服务,且物流外包商的运输、运营能力不受限制。即一方面无论市场需求如何增长,3PL都能够将其配送至消费者手中;另一方面如果有充分的投入与激励,3PL的物流服务努力水平 ζ 都能够增长到对应的程度。

假设5 含3PL的双渠道供应链是在完全信息的情况下进行博弈的,即零售商总是如实地向供应商反映市场需求,而市场需求受物流服务影响的结果也是可以如实被供应商和零售商观测到的。

假设6 市场需求只受到产品价格以及物流服务水平两者的影响,线上和线下渠道的市场需求分别为 D_i, D_j ,表现为线性需求函数^[6],即:

$$\begin{aligned} D_i &= \theta a - p_i + r p_j + e \zeta_s \\ D_j &= (1 - \theta) a - p_j + r p_i + e \zeta_R \end{aligned}$$

其中 a 为市场的初始需求, θ 为消费者对线上渠道的偏好系数(即初始需求中选择线上渠道的偏好程度), r 为渠道间产品价格替代系数, ζ 为对应的物流服务提供者(供应商自营或是物流外包商)所决定的物流服务水平, e 为服务水平对市场需求的影响系数。因此有 $a, e > 0, \zeta \geq 0, \theta \in (0, 1), r \in (0, 1)$ 。

本文将从双渠道供应链物流自营(即由制造商提供物流服务),供应商物流自营、零售商物流外包,以及双渠道供应链物流外包(即由物流外包商提供物流服务)三种物流模式出发对供应链成员企业的收益以及物流服务水平进行比较分析。由此本文构建了一个Stackelberg博弈模型,供应商为领导者,零售商、物流外包商(在物流外包的情况下)为跟随者,供应商以 w 的批发价向零售商批发产品,供应商与零售商分别以 p_i, p_j 的价格向线上和线下渠道的消

费者直接销售产品。在物流自营的情况下供应商、零售商分别承担各自物流服务带来的物流成本;在物流外包的情况下供应商、零售商均以每运输一单位商品 p_{3PL} 的价格向物流外包商支付物流费用。该博弈为单次博弈,一旦这些决策确定,确定后的价格与需求不会发生变化。

在双渠道物流自营模式和供应商物流自营、零售商物流外包模式两种情况下供应商的收益函数为 $\Pi_s = (p_i - c) \cdot D_i + (w - c) \cdot D_j - \frac{b}{2} \zeta_s^2$,其中 c 为供应商的生产成本且在本文中其为常数,为了表达式更为简洁,以下取 $c = 0$ 。 b 为供应商的物流服务成本系数,即每增加 ζ 的物流服务水平,供应商的物流成本增加 $\frac{b}{2} \zeta^2$,因此有 $b > 0$ 。在双渠道物流外包模式下供应商的收益函数为 $\Pi_s = (p_i - p_{3PL} - c) \cdot D_i + (w - c) \cdot D_j$ 。

在双渠道物流自营模式下零售商收益函数为 $\Pi_R = (p_j - w) \cdot D_j - \frac{b}{2} \zeta^2$;在供应商物流自营、零售商物流外包模式和双渠道物流外包模式两种情况下零售商的收益函数为 $\Pi_R = (p_j - w - p_{3PL}) \cdot D_j$ 。

物流外包商的收益等于物流费用收入减去物流努力成本。物流外包商每运输一单位商品就向供应商或是零售商收取 p_{3PL} 的物流费用,同时3PL每增加 ζ 服务水平,则其提供服务的成本增加 $\frac{kb}{2} \zeta^2$,其中 k 为3PL的物流成本节约比例,表示物流外包商在提供同等物流服务情况下物流成本较之供应商物流自营情况下节约的程度,因此显然有 $0 < k < 1$ 。而且物流成本节约比例越低、即 k 取值越接近1,则物流外包商的物流成本系数越接近供应商自营的物流成本系数、物流外包与物流自营之间成本的差距就越小。

物流外包商的收益函数为 $\Pi_{3PL} = p_{3PL} \cdot D - \frac{kb \zeta^2}{2}$ 。

3 不同物流模式下双渠道收益与服务水平比较

3.1 双渠道供应链物流自营模式

双渠道供应链物流自营模式下供应商、零售商

基于自身利润最大化进行各自的决策。首先,供应商确定线上渠道的直销价格、线下渠道的批发价格以及自营物流的物流服务水平;随后,零售商根据批发价格确定线下渠道的零售价格。

因此首先进行逆序归纳,根据零售商收益最大化确定线下渠道零售价格。因为双渠道供应链物流自营模式下零售商的收益函数为(上标①表示双渠道供应链物流自营情况下的值):

$$\Pi_R^{\textcircled{1}} = (p_j - w) \cdot [(1 - \theta)a - p_j + rp_i + e\zeta] - \frac{b}{2}\zeta^2$$

零售商收益对线下渠道价格求导,令 $\Pi_R = 0$ 可以得到:

$$p_j^{\textcircled{1}} = \frac{(1 - \theta)a + w + rp_i + e\zeta}{2} \quad (1)$$

此时供应商的收益函数可以表示为:

$$\begin{aligned} \Pi_S^{\textcircled{1}} = & p_i \cdot [\theta a - p_i + r \frac{(1 - \theta)a + w + rp_i + e\zeta}{2} + e\zeta] - \frac{b}{2}\zeta^2 \\ & + w \cdot [(1 - \theta)a - \frac{(1 - \theta)a + w + rp_i + e\zeta}{2} + rp_i + e\zeta] \end{aligned}$$

根据供应商利益最大化,即 Π_S 分别对线上渠道价格 p_i 、批发价格 w 以及物流服务水平 ζ 求导为零可以得到:

$$\begin{cases} (r^2 - 2)p_i + wr + \frac{2\theta + r(1 - \theta)}{2}a + \frac{r + 2}{2}e\zeta = 0 \\ rp_i - w + \frac{(1 - \theta)}{2}a + \frac{e\zeta}{2} = 0 \\ \frac{r + 2}{2}ep_i + \frac{ew}{2} - b\zeta = 0 \end{cases} \quad (2)$$

对式(2)求解可得:

$$\begin{cases} p_i^{\textcircled{1}} = \frac{a[4b(r + \theta - r\theta) - e^2(2\theta - 1)]}{2(1 + r)[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]} \\ w^{\textcircled{1}} = \frac{a[4b(1 - \theta + r\theta) + e^2(2 + r)(2\theta - 1)]}{2(1 + r)[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]} \\ \zeta^{\textcircled{1}} = \frac{ae(1 + r + \theta - r\theta)}{[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]} \end{cases}$$

将其代入式(1),可得:

$$p_j^{\textcircled{1}} = \frac{a[2b(3 - r^2 + r^2\theta - 3\theta + 2r\theta) + e^2(3 + 2r)(2\theta - 1)]}{2(1 + r)[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]}$$

所以有

$$D_i = \frac{a[2b(1 - r)(r + 2\theta - r\theta) - e^2(2\theta - 1)]}{2[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]}$$

$$D_j = \frac{a[2b(1 - r)(1 - \theta) + e^2(2\theta - 1)]}{2[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]}$$

因此双渠道供应链物流自营模式下供应商、零售商的收益分别为:

$$\Pi_R^{\textcircled{1}} = \frac{a^2[e^4(1 - 2\theta)^2 + 4b^2(1 - r)^2(1 - \theta)^2] - 2a^2be^2[3 + r^2(1 - \theta)^2 - 4\theta + 6r\theta(1 - \theta) + 5\theta^2]}{4[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]^2}$$

$$\Pi_S^{\textcircled{1}} = \frac{a^2\{2b[1 + r^2(1 - \theta)^2 - 2\theta + 4r\theta(1 - \theta) + 3r^2] - e^2(1 - 2\theta)^2\}}{2(1 + r)[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]}$$

3.2 供应商物流自营、零售商物流外包模式

供应商物流自营、零售商物流外包模式下供应商、零售商以及承接零售商物流业务的物流外包商基于自身利润最大化进行各自的决策。首先,供应商确定线上渠道的直销价格、线下渠道的批发价格以及自营物流的物流服务水平;其次,零售商根据批发价格确定线下渠道的零售价格;最后,物流外包商决定其为零售商提供的物流服务水平。

因此首先进行逆序归纳,根据物流外包商收益最大化,即 Π_{3PL} 对零售商的物流服务水平 ζ_R 的导数为零。因为 $\Pi_{3PL} = p_{3PL} \cdot D_j - \frac{kb\zeta_R^2}{2}$, 所以求导可得:

$$\frac{\partial \Pi_{3PL}}{\partial \zeta_R} = ep_{3PL} - kb\zeta_R = 0, \text{ 于是有 } \zeta_R = \frac{e}{kb}p_{3PL}。$$

供应商物流自营、零售商物流外包模式下零售商的收益函数为(上标②表示供应商物流自营、零售商物流外包情况下的值):

$$\Pi_R^{\textcircled{2}} = (p_j - w - p_{3PL})[(1 - \theta)a - p_j + rp_i + e\zeta_R]$$

零售商收益对线下渠道价格求导,即 $\Pi_R = 0$ 可以得到:

$$p_j^{\textcircled{2}} = \frac{(1 - \theta)a + w + rp_i + \frac{e^2 + kb}{kb}p_{3PL}}{2} \quad (3)$$

此时供应商的收益函数可以表示为:

$$\Pi_S^{\textcircled{2}} = p_i \cdot D_i + w \cdot D_j - \frac{b}{2}\zeta_s^2$$

根据供应商利益最大化,即 Π_S 分别对线上渠道价格 p_i 、批发价格 w 以及物流服务水平 ζ_s 求导为零,并求解可以得到:

$$\begin{cases} p_i^{\textcircled{2}} = \frac{bk[2a\theta+r(1+2a+p_{3PL}-2a\theta)]-e^2r(p_{3PL}-1)}{2k[2b(1-r^2)-e^2]} \\ w^{\textcircled{2}} = \frac{e^4-be^2[2-r^2(p_{3PL}+1)+k(1+a-a\theta)]+b^2k[2+r^2(p_{3PL}+1)+2a(1-\theta+r\theta)]}{2bk[2b(1-r^2)-e^2]} \\ \zeta_s = \frac{ebk[2a\theta+r(1+2a+p_{3PL}-2a\theta)]-e^3r(p_{3PL}-1)}{2bk[2b(1-r^2)-e^2]} \end{cases}$$

因此有:

$$p_j^{\textcircled{2}} = \frac{e^4(2p_{3PL}-1)-be^2[2-2p_{3PL}(2-r^2)+k(1+2p_{3PL}+3a-3a\theta)]}{4bk[2b(1-r^2)-e^2]} + \frac{2b^2k[1+p_{3PL}(2-r^2)+a(3-r^2+r^2\theta-3\theta+2r\theta)]}{4bk[2b(1-r^2)-e^2]}$$

所以:

$$D_i = \frac{-e^4r+be^2r[2p_{3PL}(1-r^2)+k(1+a-a\theta)]+2b^2k(1-r^2)[p_{3PL}r+a(r+2\theta-r\theta)]}{4bk[2b(1-r^2)-e^2]}$$

$$D_j = \frac{e^2(2p_{3PL}+1)+bk[a(1-\theta)-(2p_{3PL}+1)]}{4bk}$$

因此供应商物流自营、零售商物流外包模式下供应商、零售商的收益分别为:

$$\Pi_R^{\textcircled{2}} = \frac{\{e^2(2p_{3PL}+1)+bk[a(1-\theta)-(2p_{3PL}+1)]\}^2}{16b^2k^2}$$

$$\Pi_S^{\textcircled{2}} = \frac{2b^2e^2k\{2-r^2+p_{3PL}^2r^2+2p_{3PL}[2-r^2+a(1+r^2-r^2\theta-\theta+2r\theta)]\}}{8b^2k^2[2b(1-r^2)-e^2]}$$

$$\frac{be^4\{2-r^2-3p_{3PL}^2r^2+2p_{3PL}(2-r^2)+k[2+p_{3PL}(4+2a-2a\theta)]\}}{8b^2k^2[2b(1-r^2)-e^2]}$$

$$\frac{b^3k^2[(2p_{3PL}+1)(2-r^2)+p_{3PL}^2r^2+4ap_{3PL}(1-r^2)(1-\theta)]}{8b^2k^2[2b(1-r^2)-e^2]}$$

$$+ \frac{b^2e^2k^2(1+a-a\theta)(1+2p_{3PL}-a+a\theta)+e^2(2p_{3PL}+1)}{8b^2k^2[2b(1-r^2)-e^2]}$$

$$+ \frac{2a^2b^3k^2[1+r^2(1-\theta)^2-2\theta+4r\theta(1-\theta)+3\theta^2]}{8b^2k^2[2b(1-r^2)-e^2]}$$

定理1 在物流成本节约比例 $k \in (\frac{4(1-r^2)}{4+r}, 1)$ 的情况下, 供应商的自营物流服务水平更高。

证明: 比较供应商的自营物流水平与物流外包商的物流水平可得:

$$\begin{aligned} \zeta_s - \zeta_R &= \frac{e}{b}p_i - \frac{e}{kb}p_{3PL} \\ &= \frac{e\{e^2[p_{3PL}(2+r)+1]+b[p_{3PL}(-4+kr+4r^2)+2ak(1+r)(1-\theta)]\}}{2bk[2b(1-r^2)-e^2]} \end{aligned}$$

由零售商利润非负可知 $p_j - w > p_{3PL}$, 根据上文

可以得出:

$$p_j - w = \frac{e^2(2p_{3PL}+1)+bk[(2p_{3PL}-1)+a(1-\theta)]}{4kb}$$

即 $e^2(2p_{3PL}+1)+bk[(2p_{3PL}-1)+a(1-\theta)] > 4bkp_{3PL}$, 于是有:

$$e^2[p_{3PL}(2+r)+1]+2abk(1+r)(1-\theta) > e^2(2p_{3PL}+1)+abk(1-\theta)$$

供应商与零售商服务水平之差可以化简为:

$$\zeta_s - \zeta_R > \frac{ebp_{3PL}(4k-4+kr+4r^2)}{2bk[2b(1-r^2)-e^2]}$$

$$\text{求解 } 4k-4+kr+4r^2 > 0 \text{ 可得, 当 } 1 > k > \frac{4(1-r^2)}{4+r}$$

时有 $\zeta_s > \zeta_R$ 。

定理1得证。

定理2 供应商物流自营、零售商物流外包模式下零售商的收益高于双渠道物流自营模式下的值。

证明: 比较供应商物流自营、零售商物流外包模式和双渠道物流自营模式下零售商的收益可得

$$\Pi_R^{\textcircled{2}} - \Pi_R^{\textcircled{1}} = \frac{(bk-e^2)^2(1+2p_{3PL})^2+2abk(bk-e^2)(1+2p_{3PL})(1-\theta)}{16b^2k^2}$$

$$+ \frac{a^2e^2(1+r+\theta-r\theta)[16b(r+\theta-r\theta)+e^2(5+r+7\theta-r\theta)]}{16[4b(1-r)-e^2(3+r)]^2}$$

因此显然有 $\Pi_R^{\textcircled{2}} - \Pi_R^{\textcircled{1}} > 0$, 即 $\Pi_R^{\textcircled{2}} > \Pi_R^{\textcircled{1}}$ 。

定理2得证。

结论1 从定理1可以看出, 在物流成本节约比例较小, 即物流自营与物流外包的物流成本相差不大时, 供应商自营的物流服务水平高于物流外包商提供的物流服务水平, 因此供应商更倾向于物流自营。现实中大型的双渠道供应商如海尔、苏宁等由于物流成本的管理能力较高(即与物流外包的成本差别不大), 往往选择双渠道物流自营(由供应商提供物流服务), 从而保证物流过程中服务的品质以及受此影响的消费者满意度和品牌归属感。

结论2 从定理2可以看出, 供应商物流自营、零售商物流外包模式下零售商的收益高于双渠道物流自营模式下的值。这是因为双渠道物流自营情况下, 供应商更多地是从自身利益出发来决定物流服务水平, 无疑更加巩固了双渠道供应链中供应商的主导地位和领先优势。因此在独立选择物流模式的

前提下,零售商更加倾向于将物流业务外包,从某种程度上降低供应商主导优势的影响。

3.3 双渠道供应链物流外包模式

双渠道供应链物流外包模式下供应商、零售商以及承接零售商物流业务的物流外包商基于自身利润最大化进行各自的决策。首先,供应商确定线上渠道的直销价格、线下渠道的批发价格;其次,零售商根据批发价格确定线下渠道的零售价格;最后,物流外包商决定其为供应商、零售商提供的物流服务水平。

因此首先进行逆序归纳,根据物流外包商收益最大化,即 Π_{3PL} 对物流服务水平 ζ 的导数为零。因为 $\Pi_{3PL} = p_{3PL} \cdot D_i + p_{3PL} \cdot D_j - kb\zeta^2$, 所以求导可得:

$$\frac{\partial \Pi_{3PL}}{\partial \zeta} = 2ep_{3PL} - 2kb\zeta = 0, \text{ 于是有 } \zeta = \frac{e}{kb} p_{3PL} \circ$$

将物流服务水平带入零售商收益函数,可以得到此时零售商的收益函数为(上标③表示双渠道供应链物流外包情况下的值):

$$\Pi_R^{\textcircled{3}} = (p_j - w - p_{3PL})(1 - \theta)a - p_j + rp_i + e\zeta$$

根据零售商的利益最大化,即 $\Pi_R = 0$ 可以得到:

$$p_j^{\textcircled{3}} = \frac{(1 - \theta)a + w + rp_i + \frac{(e^2 + kb)}{kb} p_{3PL}}{2} \quad (4)$$

根据供应商利益最大化,即 Π_S 分别对 w 和 p_i 求导为零,并求解可得:

$$\begin{cases} p_i^{\textcircled{3}} = \frac{(r + \theta - r\theta)a}{2(1 - r^2)} + \frac{e^2 - kb(1 - r)}{2kb(1 - r)} p_{3PL} \\ w^{\textcircled{3}} = \frac{(1 - \theta + r\theta)a}{2(1 - r^2)} + \frac{e^2 - kb(1 - r)}{2kb(1 - r)} p_{3PL} \end{cases}$$

因此有:

$$p_j^{\textcircled{3}} = \frac{a[3(1 - \theta) - (1 - \theta)r^2 + 2r\theta]}{4(1 - r^2)} + \frac{(3 - r)e^2 + (1 - r^2)kb}{4kb(1 - r)} p_{3PL}$$

所以:

$$D_i = \frac{(r + 2\theta - r\theta)a}{4} + \frac{(2 + r)[e^2 - kb(1 - r)]}{4kb} p_{3PL},$$

$$D_j = \frac{(1 - \theta)a}{4} + \frac{e^2 - kb(1 - r)}{4kb} p_{3PL}$$

因此双渠道供应链物流外包模式下供应商、零

售商的收益分别为:

$$\begin{aligned} \Pi_R^{\textcircled{3}} &= \frac{\{akb(1 - \theta) - p_{3PL}[b(1 - r) - e^2]\}^2}{16k^2b^2} \\ \Pi_S^{\textcircled{3}} &= \frac{a^2k^2b^2[1 + r^2(1 - \theta)^2 + 4r\theta(1 - \theta) - 2\theta + 3\theta^2] + p_{3PL}^2(3 + r)(1 + r)[e^2 - b(1 - r)]^2}{8k^2b^2(1 - r^2)} \\ &+ \frac{2akbp_{3PL}(1 + r)(1 + r + \theta - r\theta)[e^2 - b(1 - r)]}{8k^2b^2(1 - r^2)} \end{aligned}$$

定理3 当 $k \in (0, \min\{1, 2(1 - r^2)\})$ 时,双渠道物流外包模式下供应商收益高于物流自营模式下的值。

证明:比较双渠道物流外包与供应商物流自营模式下供应商的收益可得:

$$\begin{aligned} \Pi_S^{\textcircled{3}} - \Pi_S^{\textcircled{2}} &= -\frac{e^6(1 + r)[1 + 2p_{3PL}(1 - r) - r + p_{3PL}^2(3 + r)]}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} + \frac{be^4(1 - r^2)[2 - r^2 + 2p_{3PL}(2 - r^2) + p_{3PL}^2(6 + 8r - r^3)]}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \\ &+ \frac{b^3k^2(1 - r^2)\{2 - r^2 + 2p_{3PL}[2 - r^2 + 2a(1 - r^2)(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(6 - 4r + 7r^2 + 4r^3 + 2r^4)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \\ &+ \frac{2b^2ke^2(1 - r^2)\{2 - r^2 + 2p_{3PL}[2 - r^2 + 2a(r + \theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(6 + 2r - 5r^2 - 2r^3)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \\ &- \frac{b^2k^2e^2\{1 - r^2 + 2p_{3PL}(1 - r^2)[1 + a(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(1 - r)(1 + r)(3 + r)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \\ &+ \frac{2bke^4(1 + r)\{1 - r^2 + 2p_{3PL}[1 - r + a(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(3 - r)(1 + r)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \end{aligned}$$

因为 $be^4(1 - r^2) > e^6(1 + r)$, $2 - r^2 + 2p_{3PL}(2 - r^2) + p_{3PL}^2(6 + 8r - r^2) > 1 + 2p_{3PL}(1 - r) - r + p_{3PL}^2(3 + r)$, 所以:

$$\frac{be^4(1 - r^2)[2 - r^2 + 2p_{3PL}(2 - r^2) + p_{3PL}^2(6 + 8r - r^2)]}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} - \frac{e^6(1 + r)[1 + 2p_{3PL}(1 - r) - r + p_{3PL}^2(3 + r)]}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} > 0$$

同时有:

$$\frac{b^3k^2(1 - r^2)\{2 - r^2 + 2p_{3PL}[2 - r^2 + 2a(1 - r^2)(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(6 - 4r + 7r^2 + 4r^3 + 2r^4)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \geq 0$$

$$\frac{2bke^4(1 + r)\{1 - r^2 + 2p_{3PL}[1 - r + a(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(3 - r)(1 + r)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} \geq 0$$

因此只要证明:

$$\frac{2b^2ke^2(1 - r^2)\{2 - r^2 + 2p_{3PL}[2 - r^2 + 2a(r + \theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(6 + 2r - 5r^2 - 2r^3)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2}$$

$$- \frac{b^2k^2e^2\{1 - r^2 + 2p_{3PL}(1 - r^2)[1 + a(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(1 - r)(1 + r)(3 + r)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]^2} > 0$$

就有 $\Pi_s^{\textcircled{3}} - \Pi_s^{\textcircled{2}} > 0$ 。

由于 $(6 + 2r - 5r^2 - 2r^3) > (1 - r)(1 + r)(3 + r)$, 于是有:

$$2 - r^2 + 2p_{3PL}[2 - r^2 + 2a(r + \theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(6 + 2r - 5r^2 - 2r^3) > 1 - r^2 + 2p_{3PL}(1 - r^2)[1 + a(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(1 - r)(1 + r)(3 + r)$$

即只要存在 $2b^2ke^2(1 - r^2) \geq b^2k^2e^2$, 就能使得:

$$\frac{2b^2ke^2(1 - r^2)\{2 - r^2 + 2p_{3PL}[2 - r^2 + 2a(r + \theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(6 + 2r - 5r^2 - 2r^3)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]} - \frac{b^2k^2e^2\{1 - r^2 + 2p_{3PL}(1 - r^2)[1 + a(r + 2\theta - r\theta)] + p_{3PL}^2(1 - r)(1 + r)(3 + r)\}}{8b^2k^2(1 - r^2)[2b(1 - r^2) - e^2]} > 0$$

亦即满足 $\Pi_s^{\textcircled{3}} - \Pi_s^{\textcircled{2}} > 0$ 。

求解可得 $k \leq 2(1 - r^2)$, 显然存在 $k \in (0, \min\{1, 2(1 - r^2)\})$

满足这一条件。此时 $\Pi_s^{\textcircled{3}} - \Pi_s^{\textcircled{2}} > 0$, 即 $\Pi_s^{\textcircled{3}} > \Pi_s^{\textcircled{2}}$ 。

另外, 由于 $k \leq 2(1 - r^2)$, 因此随着渠道间价格竞争系数 r 的上升, $2(1 - r^2)$ 的值下降, 物流成本节约比例 k 的值也随之下降。

定理3得证。

定理4 双渠道物流外包模式下零售商的收益高于双渠道物流自营模式下的值。

证明: 比较双渠道物流外包与双渠道物流自营模式下零售商的收益可得:

$$\begin{aligned} \Pi_R^{\textcircled{3}} - \Pi_R^{\textcircled{1}} &= \frac{a^2b^2e^2k^2(1 + r + \theta - r\theta)[16b(r + \theta - r\theta) + e^2(5 + r + 7\theta - r\theta)]}{16b^2k^2[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]^2} \\ &+ \frac{2abk(1 - \theta)[bk(1 - r) - e^2][4b(1 - r) - e^2(3 + r)]^2}{16b^2k^2[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]^2} \\ &+ \frac{p_{3PL}^2[bk(1 - r) - e^2][4b(1 - r) - e^2(3 + r)]^2}{16b^2k^2[4b(1 - r) - e^2(3 + r)]^2} \end{aligned}$$

因此显然有 $\Pi_R^{\textcircled{3}} - \Pi_R^{\textcircled{1}} > 0$, 即 $\Pi_R^{\textcircled{3}} > \Pi_R^{\textcircled{1}}$ 。

定理4得证。

结论3 对比双渠道物流外包模式与供应商物流自营、零售商物流外包模式下物流服务水平可以发现, 在物流外包的情况下, 即使需求变化、物流运输的总量不同, 物流外包商提供的物流服务水平不变, 在成本系数差别不明显的情况下低于自营时供应商的物流服务水平。

结论4 通过定理3、定理4可以发现, 当物流成本节约比例较小、即物流外包的物流成本控制能力比物流自营更为突出时, 得益于物流外包商的专业

化物流能力与成本控制, 供应商、零售商收益均高于物流自营模式下的值, 均倾向于选择物流外包模式。因此对于现实中物流环节不够精简、物流成本较高的双渠道供应链来说, 选择专业化的物流外包商来提供效率更高、费用更省的第三方物流服务, 有助于聚焦自身的优势业务、降低物流费用, 从而提高供应商、零售商的收益。在市场环境中, 大部分中小型的双渠道企业的物流成本控制能力还是相对较差, 存在着类似的物流成本问题, 所以对于这些中小型双渠道企业来说, 物流外包不失为解决物流问题、提高收益和效率的有效途径。

4 结论与展望

本文以成员企业的收益和物流服务水平作为主要对比评价的指标, 对双渠道供应链的物流模式选择问题进行定量研究, 讨论供应链成员企业选择物流自营或外包两种模式的条件, 以及由此带来的企业收益及对物流服务水平的影响, 并得出以下结论:

(1) 从物流服务水平来看, 在物流自营模式下, 当物流自营与物流外包的物流成本控制能力相差不大时, 供应商自营的物流服务水平高于物流外包商提供的物流服务水平; 在物流外包的情况下, 即使市场需求变化、物流运输的总量增长, 物流外包商提供的物流服务水平不变, 也即, 在物流成本差别不明显的情况下低于供应商自营的物流服务水平。

(2) 对于零售商而言, 无论供应商选择物流自营还是物流外包, 零售商都倾向于选择物流外包。这是因为双渠道供应链物流自营情况下, 供应商更多地从自身利益出发来确定物流服务水平, 这显然加固了双渠道供应链中供应商的主导地位和领先优势。因此, 在能够自主选择物流模式时, 零售商更加倾向于将物流业务外包, 这将从一定程度上降低供应商主导优势的影响。

(3) 对于供应商而言, 物流模式的选择主要取决于自身物流运营能力和物流成本控制的水平。当物流自营与物流外包的物流成本控制能力相差不大

时, 供应商自营的物流服务水平高于物流外包商提供的物流服务水平, 因此供应商更倾向于物流自营; 当物流外包的物流成本控制能力相较物流自营更为突出时, 得益于物流外包商的专业化物流能力与成本控制, 供应商的收益均高于物流自营模式下的收益值, 因此供应商更倾向于选择物流外包。在市场中, 对于中小型双渠道企业来说, 物流外包能够更加经济有效地解决物流问题、提高收益和效率, 因此物流外包也日益成为双渠道供应链物流模式的首要选择和主流趋势。

本文研究了双渠道供应链物流模式的收益与服务影响, 为双渠道供应链物流外包的选择提供了一定的理论支持。未来或可进一步讨论在物流外包的情况下如何协调供应链, 研究如何提高双渠道供应链的收益与物流服务水平。

[参考文献]

[1]冯耕中. 我国现代物流研究的现状与展望[J]. 科学学与科学

技术管理, 2002, (5): 65-68.

[2]王浩激. 基于模糊层次分析法的汽车制造企业物流模式选择研究[J]. 物流技术, 2012, 31(5): 158-160, 212.

[3]于辉, 陈飞平. 基于供应链协同的汽车制造企业入厂物流模式选择[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(7): 1 230-1 239.

[4]公彦德, 达庆利. 闭环供应链主导模式与物流模式的组合研究[J]. 管理科学学报, 2015, 18(10): 14-25.

[5]倪明, 邵小伟, 郭军华, 等. 不确定需求及WTP差异条件下废弃电子产品再制造回收模式选[J]. 系统工程, 2015, 33(10): 43-53.

[6]Choi S C. Price Competition in a Channel Structure with a Common Retailer[J]. Marketing Science, 1991, 10(4): 271-297.

[7]Chiang W K, Chhajed D, Hess J D. Direct Marketing, Indirect Profits: a Strategic analysis of Dual-Channel Supply-Chain Design[J]. Management Science, 2003, 49(1): 1-20.

[8]王勇, 李莉英. 需求依赖服务水平和价格的外包物流协调合同[J]. 系统工程学报, 2013, 28(6): 776-785.

[9]曹二保, 郑健哲, 马玉洁, 等. 双渠道供应链应对需求扰动的协调机制研究[J]. 管理学报, 2014, 11(2): 267-273.

(上接第63页)

[60]Dada M, Petrucci N C, Schwarz L B. A newsvendor's procurement problem when suppliers are unreliable[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2007, 9(1): 9-32.

[61]Giri B C. Managing inventory with two suppliers under yield uncertainty and risk aversion[J]. International Journal of production economics, 2011, 133(1): 80-85.

[62]He Y, Zhao X. Coordination in multi-echelon supply chain under supply and demand uncertainty[J]. International Journal of production economics, 2012, 139(1): 106-115.

[63]Agrawal V, Seshadri S. Impact of uncertainty and risk aversion on price and order quantity in the newsvendor problem[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2000, 2(4): 410-423.

[64]Wu J, Li J, Wang S Y, Cheng T C E. Mean-variance analysis of the newsvendor model with stockout cost[J]. Omega, 2009, 37(8): 724-730.

[65]Martínez-de-Albéniz V, Simchi-Levi D. Mean-variance trade-offs in supply contracts[J]. Naval Research Logistics, 2006, 53(7): 603-616.

[66]Choi T M, Chow P S. Mean-variance analysis of quick re-

sponse program[J]. International Journal of Production Economics, 2008, 114(2): 456-475.

[67]黄松, 杨超, 杨珺. 考虑成员风险态度和 VaR 约束时的供应链协调模型[J]. 管理工程学报, 2011, 25(2): 136-141.

[68]Özler A, Tan B, Karaesmen F. Multi-product newsvendor problem with value-at-risk considerations[J]. International Journal of Production Economics, 2009, 117(2): 244-255.

[69]Gan X, Sethi S P, Yan H. Channel coordination with a risk-neutral supplier and a downside-risk-averse retailer[J]. Production and Operations Management, 2005, 13(2): 135-149.

[70]Gotoh J Y, Takano Y. Newsvendor solutions via conditional value-at-risk minimization[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 179(1): 80-96.

[71]Hsieh C C, Lu Y T. Manufacturer's return policy in a two-stage supply chain with two risk-averse retailers and random demand[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 207(1): 514-523.

[72]叶飞, 陈晓明, 林强. 基于决策者风险规避特性的供应链需求信息共享价值分析[J]. 管理工程学报, 2012, 26(3): 176-183.