

双渠道供应链定价与网络直销交货期策略

谭春桥, 易文桃

(中南大学商学院, 湖南 长沙 410083)

摘要: 针对由一个制造商和一个零售商构成的分散式双渠道供应链, 制造商既拥有传统零售渠道又拥有网络直销渠道, 假设市场需求对价格与网络直销交货期双敏感, 通过引入供应链中成员的公平关切行为因素, 建立了公平关切下分散式双渠道供应链定价与网络直销交货期策略模型. 研究表明, 当渠道成员的公平关切程度增强时, 制造商会不断缩短网络直销交货期, 提高网络直销价格, 而零售商则适度地调整自身价格策略来获取更高的利润和效用. 尽管渠道成员公平关切行为程度的增强有利于提高自身利润, 但同时也会损害其他成员的利益.

关键词: 公平关切; 双渠道供应链; 定价; 网络直销交货期

中图分类号: C934

文献标识码: A

文章编号: 1000-5781(2019)05-0683-17

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2019.05.010

Pricing and lead time decisions in a dual-channel supply chain

Tan Chunqiao, Yi Wentao

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: This paper considers a decentralized dual-channel supply chain consisting of a manufacturer and a retailer, where the manufacturer owns both a traditional retail channel and an online direct channel. The market demand functions are assumed to be influenced by self-price, cross-price and delivery lead time. Through incorporating the fairness concern behavior of supply chain members into the decentralized dual-channel supply chain, this paper establishes a pricing and delivery lead time decision model with fairness concern. The results show that the manufacturer decreases the delivery lead time and increases the online sale price, and the retailer also adjusts its' retailing price strategy to obtain a higher profit and utility when the degree of supply chain members' fairness increases. Although the increased fairness concern of supply chain members is beneficial to improve their own expected profit, it also damages the others' expected profit.

Key words: Fairness concern; dual-channel supply chain; pricing; delivery lead time

1 引言

随着互联网的普及和信息技术的不断发展, 越来越多的消费者愿意在网上购买所需商品. 消费者购物方式的转变促使了网络直销渠道的产生. 近年来, 许多品牌制造商如 IBM, Nike, HP, Compaq, Samsung, Sony 等, 纷纷开通了传统零售渠道与网络直销渠道相结合的双渠道营销模式^[1-4]. 这类结构的供应链被称为双渠道供应链, 即制造商通过网络直销渠道和传统零售渠道出售产品, 而消费者则根据自己的渠道偏好购买所需商品.

收稿日期: 2016-11-05; 修订日期: 2017-06-12.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71671188; 71971218); 湖南省自然科学基金资助项目(2016JJ1024); 中南大学博士生自主探索创新资助项目(2017zzts048).

在双渠道供应链环境下,价格不再是影响消费者购物渠道选择的唯一因素.许多实证研究表明网络直销交货期的长短也是影响消费者是否选择网络购物的关键因素^[5,6].网络直销交货期是指从消费者完成订单开始直至收到货物为止的时间^[7].有些学者发现网络直销交货期对消费者购物的渠道选择可能会比价格带来更大的影响作用^[7-9].而且,Carlton^[10]验证了市场需求明显受到价格和网络直销交货期的影响.另外,亚马逊、京东、沃尔玛以及百思买等网上零售店也都通过承诺较短的网络直销交货期来吸引更多的消费者,从而提高商品的销售量和企业的竞争力^[11].然而,较短的网络直销交货期在提高市场需求的同时也会造成更多的网络直销交货期成本;较长的网络直销交货期在消耗较低的网络直销交货期成本的同时也会降低市场需求^[7].因此,如何选择合适的定价与网络直销交货期联合策略是双渠道供应链管理中亟待解决的问题.

近年来,也有一些学者对双渠道供应链环境下的定价与网络直销交货期联合策略展开了研究.Chen^[12]采用消费者选择模型研究了双渠道供应链中的服务竞争问题,其中网络直销渠道的服务是用网络直销交货期来衡量,发现制造商的最优策略取决于所处的渠道环境.Hua^[7]研究了双渠道供应链下的定价和网络直销交货期问题,发现网络直销交货期对供应链成员的定价策略和收益产生重大影响.上述研究都假定渠道成员为“完全理性人”,只追求自身利益的最大化,而现实中的人却往往表现出公平关切的有限理性行为特征^[13-17].公平关切是指渠道成员在进行决策时不仅会关注自身的利益,还会关注他人的利益,并且当感受到不公平时可能会牺牲自己的部分利益来帮助或惩罚对方^[18,19].网络直销渠道的开设会降低传统零售商的产品销售量并减少其利润,从而不利于零售商^[20,21].例如,零售集团 Home Depot 曾对其制造商公开表示,如果制造商采取网络直销渠道就取消他们之间的战略合作关系^[22].20 世纪 90 年代,Levi's 的合作零售商由于感受到 Levi's 在线网站赚取了更多不公平利润而向其提出抗议,于是 Levi's 在线网站被迫关闭^[23].那么在公平关切行为因素的影响下,渠道成员又该如何决策来获取其更公平的收益呢?

目前,学者们对公平关切下的双渠道供应链做了大量的研究.Zhang 等^[24]针对零售商公平关切的双渠道供应链,分析了 Stackelberg 模式和 Nash 模式下的两种价格策略,发现过高的公平关切行为程度并不总是有利于零售商.Li 等^[25]针对零售商提供附加值服务的双渠道供应链,研究了公平关切行为倾向对供应链契约与协调的影响,发现简单的批发价格契约无法协调此双渠道供应链.王磊等^[26]将公平关切因素引入到双渠道供应链中,研究公平关切型决策者参与的双渠道供应链的定价问题,结果表明供应链决策者的公平关切特征会对决策者的行为产生明显的影响.李波等^[27]分析了零售商的公平关切行为对需求信息不对称下的双渠道供应链各成员决策和效用的影响,结果表明零售商的公平关切行为会增加自身的效用但损坏其他成员的利益.虽然研究公平关切下双渠道供应链的定价与渠道协调问题已经取得一系列成果,但以上文献均没有考虑定价与网络直销交货期的联合策略问题,而且目前还较少有学者考虑公平关切行为因素对双渠道供应链定价与网络直销交货期联合策略的影响.并且当渠道成员具有公平关切行为时,制造商和零售商都会因为渠道利润冲突而相应改变其定价与网络直销交货期联合策略来获取更加公平的收益.因此,探索渠道成员的公平关切行为对定价与网络直销交货期联合策略的影响也是具有一定的理论意义和实践价值.

基于此,本文主要针对以制造商为主导的分散式双渠道供应链,考虑渠道成员的公平关切行为因素,分别构建公平关切型零售商的双渠道供应链均衡策略模型以及公平关切型的零售商与制造商的双渠道供应链均衡策略模型,取得了两种模型下的均衡解,并进一步分析和探讨了供应链中成员的公平关切行为对双渠道供应链定价和网络直销交货期策略的影响.

2 公平关切型零售商的分散式双渠道供应链均衡策略模型

2.1 问题描述和模型假设

考虑由一个制造商和一个零售商构成的分散式双渠道供应链,制造商拥有两种营销渠道,分别是传统零售渠道和网络直销渠道.本文采用 Stackelberg 博弈模型对各渠道成员的决策进行分析.首先,制造商作为 Stackelberg 博弈模型的领导者,先制定网络直销价格 p_d ,批发价格 w 和网络直销交货期 l ;然后,零售商

作为跟随者, 后确定传统零售价格 p_r .

网络直销交货期直接影响消费者对网络直销渠道的偏好程度, 如果网络直销交货期越短, 那么就会有更多的消费者愿意放弃传统零售渠道转而选择网络直销渠道购买所需商品^[6]. 本文假设市场需求函数是关于网络直销交货期 l 的线性函数, 而且传统零售渠道的市场需求和网络直销渠道的市场需求都为确定性需求^[3,4,10,28,29]. 那么, 根据参考文献[30–32], 传统零售渠道的市场需求量 D_r 和网络直销渠道的市场需求量 D_d 分别为

$$D_d = \theta a - b_1 p_d + \beta p_r - d_2 l, \quad (1)$$

$$D_r = (1 - \theta)a - b_2 p_r + \beta p_d + d_1 l, \quad (2)$$

其中 a 表示市场的基本需求, $\theta (0 < \theta < 1)$ 为网络直销渠道的市场份额, $1 - \theta$ 表示传统零售渠道的市场份额; b_1, b_2 分别为网络直销价格弹性系数和传统零售价格弹性系数; β 为交叉价格敏感系数, 反应了两种销售渠道的替代程度, 并且 $b_1 > \beta, b_2 > \beta$; d_1, d_2 表示网络直销交货期的渠道需求敏感性系数, 每增加一单位的网络直销交货期, 网络直销渠道的市场需求就会减少 d_2 单位, 传统零售渠道的市场需求就会增加 d_1 单位, 并且 $d_1 < d_2$.

表1 基本符号说明

Table 1 Notations for the model

符号	说明
p_r	传统零售渠道的产品零售价格
p_d	网络直销渠道的产品销售价格
w	传统零售渠道的产品批发价格, 且 $w < p_r$
c	制造商生产产品的单位成本
l	网络直销渠道的交货期, 简称网络直销交货期
b_1	网络直销价格弹性系数, $b_1 > \beta$
b_2	传统零售价格需求弹性系数, $b_2 > \beta$
β	网络直销价格和传统零售价格交叉敏感系数
d_1	网络直销交货期的传统零售渠道需求敏感性系数
d_2	网络直销交货期的网络直销渠道需求敏感性系数, $d_1 < d_2$
θ	网络直销渠道的市场份额, $1 - \theta$ 表示传统零售渠道的市场份额
a	市场的最大潜在需求
D_r	传统零售渠道需求
D_d	网络直销渠道需求
$c(l)$	网络直销交货期成本, $c(l) = r/l$, 其中 r 为网络直销交货期成本系数, 是外生变量且 $r > 0$
π_r	无公平关切下零售商的利润
π_m	无公平关切下制造商的利润
π^D	无公平关切下分散式供应链的整体利润
φ	制造商的公平关切系数, $\varphi > 0$
ϕ	零售商的公平关切系数, $\phi > 0$

假设制造商的单位生产成本为 c , 由于部分终端消费者对传统零售渠道的偏好或者网络等原因致使消费者不能从网络直销渠道购买产品, 因此假设 $(1 - \theta)a > b_2 c$. 同时, 为了保证两种销售渠道的市场需求 D_d, D_r 为正, 那么网络直销价格与传统零售价格必须满足以下两个条件, 即

$$p_r < \frac{b_1((1 - \theta)a + d_1 l) + \beta(\theta a - d_2 l)}{b_1 b_2 - \beta^2}, \quad (3)$$

$$p_d < \frac{b_2(\theta a - d_2 l) + \beta((1 - \theta)a + d_1 l)}{b_1 b_2 - \beta^2}. \quad (4)$$

在网络直销渠道中, 制造商的网络直销交货期成本包括库存成本和运输成本等, 并直接受到网络直销交货期 l 的影响, 制造商的网络直销交货期越短, 则其产生的网络直销交货期成本就越大. 根据参考文献[4,11,33,34], 本文假设网络直销交货期成本函数为 $c(l) = r/l$, 其中 r 为网络直销交货期成本系数, 是外

生变量且 $r > 0$.

根据以上假设, 可得零售商的利润函数 π_r 和制造商的利润函数 π_m 分别为

$$\pi_r = (p_r - w)D_r, \quad (5)$$

$$\pi_m = (p_d - c)D_d + (w - c)D_r - r/l. \quad (6)$$

其他符号说明: 上标 D, 1 和 2 分别表示分散式供应链, 零售商公平关切时的分散式供应链和制造商和零售商都公平关切时的分散式供应链.

2.2 模型建立

本节假设零售商为公平关切行为者而制造商为公平中性行为者, 分析和研究零售商的公平关切行为对分散式双渠道供应链均衡策略的影响.

Loch 等^[35]在 Fehr 等^[18]研究的基础上提出了更简洁形式的公平关切效用函数 $u(x_i) = x_i - e_i(x_j - x_i)$, 其中 x_i 表示决策者 i 自身的利润收益, x_j 表示参照利润收益, e_i 表示决策者 i 的公平关切系数, 则 $e_i(x_j - x_i)$ 表示决策者 i 的公平效用部分. 根据上述公平关切模型, 在零售商具有公平关切有限理性行为特征时, 假设零售商以制造商的利润作为其公平收益参考点, 引入参数 ϕ 表示零售商的公平关切系数, 并且 $\phi > 0$, 那么零售商的公平关切效用函数为

$$u(\pi_r) = \pi_r - \phi(\pi_m - \pi_r) = (1 + \phi)\pi_r - \phi\pi_m. \quad (7)$$

当 $\pi_m \geq \pi_r$ 时, 随着双方利润之差升高, 零售商的效用降低; 当 $\pi_m \leq \pi_r$ 时, 随着双方利润之差升高, 零售商的效用升高. 而且, 当 $\phi = 0$ 时, 零售商为公平中性行为者; 当 $\phi \neq 0$ 时, 零售商为公平关切行为者.

在零售商具有公平关切有限理性行为特征的分散式双渠道供应链中, 制造商只关心自己所获得的最优利润, 而零售商在追求自身利润最大化的同时也会关注渠道的公平问题. 并且制造商作为 Stackelberg 主导者, 先决定网络直销价格、批发价格和网络直销交货期策略; 零售商作为 Stackelberg 跟随者, 在制造商做出决策后再制定传统零售价格策略.

2.3 模型分析

1) 零售商的决策分析

将式(5)和式(6)代入式(7)中, 可得零售商的效用函数为

$$u(\pi_r) = ((1 + \phi)(p_r - w) - \phi(w - c))((1 - \theta)a - b_2p_r + \beta p_d + d_1l) - \phi(p_d - c)(\theta a - b_1p_d + \beta p_r - d_2l) - \phi r/l. \quad (8)$$

当零售商为公平关切行为者时, 零售商的目标是制定一个能获得最大效用的最优传统零售价格.

根据式(8), 可得如下结论.

命题 1 给定网络直销价格 p_d , 批发价格 w 和网络直销交货期 l , 零售商的最优传统零售价格为

$$p_r^1(p_d, w, l) = \frac{(1 - \theta)a + d_1l}{2b_2} + \frac{\beta p_d + (1 + 2\phi)b_2w - \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)b_2}. \quad (9)$$

证明 将式(8)对 p_r 求二阶导数可得 $\frac{d^2u(\pi_r)}{dp_r^2} = -2(1 + \phi)b_2 < 0$, 则 $u(\pi_r)$ 是 p_r 的严格凹函数.

将式(8)对 p_r 求一阶导数, 并令其等于 0, 得

$$\frac{du(\pi_r)}{dp_r} = (1 + \phi)((1 - \theta)a + d_1l - 2b_2p_r + b_2w + \beta p_d) + \phi(b_2(w - c) - \beta(p_d - c)) = 0.$$

$$\text{求解上式可得 } p_r^1(p_d, w, l) = \frac{(1 - \theta)a + d_1l}{2b_2} + \frac{\beta p_d + (1 + 2\phi)b_2w - \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)b_2}.$$

证毕.

命题 1 中, 当 $\phi = 0$ 时, 即零售商为公平中性行为者时, 零售商的最优传统零售价格为

$$p_r^D(p_d, w, l) = ((1 - \theta)a + d_1l + b_2w + \beta p_d) / (2b_2);$$

当 $\phi \neq 0$ 时, 即零售商为公平关切行为者时, 零售商的最优传统零售价格为

$$p_r^1(p_d, w, l) = ((1 - \theta)a + d_1l) / (2b_2) + (\beta p_d + (1 + 2\phi)b_2w - \phi(b_2 - \beta)c) / (2(1 + \phi)b_2).$$

2) 制造商的决策分析

将式(1), 式(2)和式(9)代入式(6)中, 得到制造商的利润函数为

$$\begin{aligned} \pi_m = (p_d - c) & \left(\theta a - d_2l - b_1p_d + \beta \frac{(1 - \theta)a + d_1l}{2b_2} + \beta \frac{\beta p_d + (1 + 2\phi)b_2w - \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)b_2} \right) + \\ & (w - c) \left(\frac{(1 - \theta)a + d_1l}{2} + \frac{(1 + 2\phi)(\beta p_d - b_2w) + \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)} \right) - \frac{r}{l}. \end{aligned} \quad (10)$$

当制造商为公平中性行为者时, 制造商的目标是通过制定网络直销价格 p_d , 批发价格 w 和网络直销交货期 l 来使他所获得的利润最大.

根据式(10), 可得如下结论.

定理 1 制造商的利润函数 π_m 是关于网络直销价格 p_d 和批发价格 w 的严格联合凹函数, 也是关于网络直销交货期 l 的严格凹函数.

证明 因为 $\frac{\partial^2 \pi_m}{\partial p_d^2} = -2b_1 + \frac{\beta^2}{(1 + \phi)b_2} < 0$ 和 $\frac{\partial^2 \pi_m}{\partial w^2} = -\frac{(1 + 2\phi)b_2}{1 + \phi} < 0$, 并且 $\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 \pi_m}{\partial p_d^2} & \frac{\partial^2 \pi_m}{\partial p_d \partial w} \\ \frac{\partial^2 \pi_m}{\partial p_d \partial w} & \frac{\partial^2 \pi_m}{\partial w^2} \end{vmatrix} =$

$2(1 + 2\phi)(b_1b_2 - \beta^2)/(1 + \phi) > 0$, 所以 π_m 是关于网络直销价格 p_d 和批发价格 w 的严格联合凹函数.

由于 $\frac{\partial^2 \pi_m}{\partial l^2} = -\frac{2r}{l^3} < 0$, 则 π_m 是关于网络直销价格 l 的严格凹函数.

证毕.

定理 1 说明, 对于任意的网络直销交货期, 制造商可以获得最优的网络直销价格和批发价格. 那么, 本文采取两阶段优化方法, 首先在给定网络直销交货期的情形下, 获取最优的网络直销价格和批发价格, 然后再对此情形下的最优制造商利润求最优网络直销交货期.

命题 2 给定网络直销交货期 l , 制造商的最优网络直销价格 $p_d^1(l)$ 和最优批发价格 $w^1(l)$ 以及零售商的最优传统零售价格 $p_r^1(l)$ 分别为

$$p_d^1(l) = c/2 + (b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1 - \theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)), \quad (11)$$

$$w^1(l) = \frac{1}{2}c + \frac{b_1((1 - \theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{\phi((1 - \theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)}{2(1 + 2\phi)b_2}, \quad (12)$$

$$p_r^1(l) = \frac{1}{2}c + \frac{b_1((1 - \theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{(1 - \theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c}{4b_2}. \quad (13)$$

证明 定理 1 表明给定任意 l , π_m 都有唯一最优解.

对式(10)分别求关于 p_d, w 的一阶偏导数, 并令其等于 0, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_m}{\partial p_d} &= \theta a - d_2l - 2b_1p_d + \frac{\beta((1 - \theta)a + d_1l)}{2b_2} + \frac{\beta^2 p_d}{(1 + \phi)b_2} + \frac{(1 + 2\phi)\beta w}{1 + \phi} - \\ & \frac{(1 + 3\phi)\beta c}{2(1 + \phi)} - \frac{(1 - \phi)\beta^2 c}{2(1 + \phi)b_2} + b_1c = 0, \\ \frac{\partial \pi_m}{\partial w} &= \frac{(1 - \theta)a + d_1l}{2} + \frac{(1 + 2\phi)(\beta p_d - b_2w)}{1 + \phi} + \frac{(1 + 3\phi)(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)} = 0. \end{aligned}$$

对上面两式联合求解, 可得

$$p_d^1(l) = c/2 + (b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1 - \theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)),$$

$$w^1(l) = c/2 + (b_1((1 - \theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) -$$

$$(\phi((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)) / (2(1+2\phi)b_2).$$

将 $p_d^1(l)$ 和 $w^1(l)$ 代入式(9), 可得

$$p_r^1(l) = \frac{1}{2}c + \frac{b_1((1-\theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{(1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c}{4b_2}.$$

通过简单计算, 可知 $p_d^1(l)$ 和 $p_r^1(l)$ 满足条件式(3)和式(4).

证毕.

命题2中, 当 $\phi = 0$ 时, 即零售商为公平中性行为者时, 那么各决策者的最优价格分别为

$$p_d^D(l) = c/2 + (b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)),$$

$$w^D(l) = c/2 + (b_1((1-\theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)),$$

$$p_r^D(l) = \frac{1}{2}c + \frac{b_1((1-\theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{(1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c}{4b_2}.$$

在无公平关切行为因素的影响下, 制造商网络直销交货期对其批发价格和网络直销价格以及零售商的传统零售价格都会产生影响. 而当 $\phi \neq 0$ 时, 由命题2可知, 当零售商为公平关切行为者, 各决策者的最优价格不仅受到网络直销交货期的影响, 还会受到零售商公平关切行为的影响. 而且, 根据以上两组式子, 可以发现网络直销交货期对最优网络直销价格和最优传统零售价格的影响程度不变, 而对最优批发价格的影响程度因零售商公平关切行为的增加而相对减少.

命题3 给定网络直销交货期 l , 分散式双渠道供应链中零售商的最优利润 $\pi_r^1(l)$ 和最优效用 $u^1(\pi_r^1(l))$ 以及制造商的最优利润 $\pi_m^1(l)$ 分别为

$$\pi_r^1(l) = \frac{(1+4\phi)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)^2}{16(1+2\phi)b_2}, \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \pi_m^1(l) = & \frac{b_2(\theta a - d_2l)^2}{4(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{\beta(\theta a - d_2l)((1-\theta)a + d_1l)}{4(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{(3b_1b_2 - 2\beta^2 - b_2\beta)(\theta a - d_2l)c}{4(b_1b_2 - \beta^2)} + \\ & \frac{(b_1 - \beta)c^2}{4} - \frac{\beta(b_1 - \beta)((1-\theta)a + d_1l)c}{4(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{\phi((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)^2}{8(1+2\phi)b_2} + \\ & \frac{(b_1b_2 + \beta^2)((1-\theta)a + d_1l)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)}{8b_2(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{r}{l} - \\ & \frac{(b_2 + \beta)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)c}{8b_2} + \frac{\beta(\theta a - d_2l)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)}{4(b_1b_2 - \beta^2)}, \quad (15) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u^1(\pi_r^1(l)) = & \frac{(1+3\phi)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)^2}{16b_2} - \frac{\phi(b_1 - \beta)c^2}{4} + \frac{\phi\beta(b_1 - \beta)((1-\theta)a + d_1l)c}{4(b_1b_2 - \beta^2)} - \\ & \frac{\phi b_2(\theta a - d_2l)^2}{4(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{\phi\beta(\theta a - d_2l)((1-\theta)a + d_1l)}{4(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{\phi(3b_1b_2 - 2\beta^2 - b_2\beta)(\theta a - d_2l)c}{4(b_1b_2 - \beta^2)} - \\ & \frac{\phi(b_1b_2 + \beta^2)((1-\theta)a + d_1l)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)}{8b_2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{\phi r}{l} + \\ & \frac{\phi(b_2 + \beta)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)c}{8b_2} - \frac{\phi\beta(\theta a - d_2l)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)}{4(b_1b_2 - \beta^2)}. \quad (16) \end{aligned}$$

证明 将式(11), 式(12)和式(13)代入式(5), 式(6)和式(8)中, 可得式(14), 式(15)和式(16).

证毕.

推论1 当零售商具有公平关切行为特征时, 即 $\phi \neq 0$ 时, 如果满足

$$\frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{2b_2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1}{4(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{d_1^2}{8(1+2\phi)b_2} < \frac{2r}{l^3},$$

则存在最优网络直销交货期, 并且最优网络直销交货期随着零售商公平关切系数的增加而减少.

证明 对式(15)求关于 l 的二阶导数, 得

$$\frac{d^2\pi_m^1(l)}{dl^2} = \frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{d_1^2}{8(1+2\phi)b_2} - \frac{2r}{l^3}.$$

当满足 $\frac{d^2\pi_m^1(l)}{dl^2} < 0$ 时, 制造商的利润函数 $\pi_m^1(l)$ 是关于 l 的严格凹函数, 存在最优网络直销交货期.

对式(15)求关于 l 的一阶导数, 可得

$$\begin{aligned} \frac{d\pi_m^1(l)}{dl} = & \frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)(\theta a - d_2 l)}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \left(\frac{d_2}{2} + \frac{(b_2 d_2 - \beta d_1)(b_1 - \beta)}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{(b_2 + \beta)d_1}{8b_2} \right) c + \\ & \frac{(b_1 b_2 d_1 + \beta^2 d_1 - 2\beta b_2 d_2)((1-\theta)a + d_1 l)}{4b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{r}{l^2} + \\ & \frac{(b_1 b_2 d_1 + (1+4\phi)\beta^2 d_1 - 2(1+2\phi)\beta b_2 d_2)((1-\theta)a + d_1 l - (b_2 - \beta)c)}{8(1+2\phi)(b_1 b_2 - \beta^2)b_2}. \end{aligned}$$

令上式等于 0, 可得

$$\begin{aligned} \frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)d_2}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{((3+4\phi)b_1 b_2 d_1 + (3+8\phi)\beta^2 d_1 - 4(1+2\phi)\beta b_2 d_2)d_1}{8(1+2\phi)b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} l^1 - \frac{r}{(l^1)^2} = \\ \frac{(b_1 b_2 d_1 + \beta^2 d_1 - 2\beta b_2 d_2)(1-\theta)a}{4b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \left(\frac{d_2}{2} + \frac{(b_2 d_2 - \beta d_1)(b_1 - \beta)}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{(b_2 + \beta)d_1}{8b_2} \right) c + \\ \frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)\theta a}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{(b_1 b_2 d_1 + (1+4\phi)\beta^2 d_1 - 2(1+2\phi)\beta b_2 d_2)}{8(1+2\phi)(b_1 b_2 - \beta^2)b_2} ((1-\theta)a - (b_2 - \beta)c). \quad (17) \end{aligned}$$

对式(17)中 l^1 进行求解得到当零售商具有公平关切行为特征时制造商的最优网络直销交货期 l^1 .

根据隐函数定理, 求 l^1 关于 ϕ 的一阶导数, 可得

$$\begin{aligned} \frac{dl^1}{d\phi} = & -\frac{d^2\pi_m^1(l)}{dl d\phi} \left(\frac{d^2\pi_m^1(l)}{dl^2} \right)^{-1} \Big|_{l=l^1} = -(((1-\theta)a + d_1 l^1 - (b_2 - \beta)c)d_1) \times \\ & \left((1+2\phi)^2 \left(\frac{8b_2 r}{(l^1)^3} - \frac{2(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{(b_1 d_1 - \beta d_2)b_2 d_1}{(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{d_1^2}{2(1+2\phi)} \right) \right)^{-1}, \end{aligned}$$

由于 $(1-\theta)a > b_2 c$, $b_2 > \beta$, $d_1 > 0$, $l^1 > 0$, 因此 $(1-\theta)a + d_1 l^1 - (b_2 - \beta)c > 0$. 并且 $\frac{8b_2 r}{l^3} - \frac{2(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{(b_1 d_1 - \beta d_2)b_2 d_1}{(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{d_1^2}{2(1+2\phi)} > 0$, 那么可知 $\frac{dl^1}{d\phi} < 0$. 证毕.

推论 1 说明零售商越公平关切, 制造商就越会缩短其网络直销交货期. 这是因为当零售商越来越关注公平时, 受公平关切心理的影响, 零售商只会接受更低的批发价格来获取更加公平的效用, 而以“追求利润最大化”为目标的制造商则会缩短网络直销交货期来增加市场需求量, 进而提高自身利润.

推论 2 当零售商具有公平关切行为特征时, 即 $\phi \neq 0$ 时,

1) 最优网络直销价格是零售商公平关切系数 ϕ 的增函数.

2) 最优批发价格是零售商公平关切系数 ϕ 的减函数.

3) 当 $\frac{d_1}{d_2} > \frac{2\beta b_2}{3b_1 b_2 - \beta^2}$ 时, 最优传统零售价格是零售商公平关切系数 ϕ 的减函数; 当 $\frac{d_1}{d_2} < \frac{2\beta b_2}{3b_1 b_2 - \beta^2}$ 时, 最优传统零售价格是零售商公平关切系数 ϕ 的增函数; 当 $\frac{d_1}{d_2} = \frac{2\beta b_2}{3b_1 b_2 - \beta^2}$ 时, 最优传统零售价格不受零售商公平关切系数 ϕ 的影响.

$$4) \frac{dp_d^1(l^1)}{d\phi} > \frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} > \frac{dw^1(l^1)}{d\phi}.$$

证明 首先, 将制造商的最优网络直销交货期 l^1 代入式(11)~式(13) 中, 得制造商的最优的网络直销价格 $p_d^1(l^1)$ 和最优批发价格 $w^1(l^1)$ 以及零售商的最优传统零售价格 $p_r^1(l^1)$.

1) 对制造商最优网络直销价格 $p_d^1(l^1)$ 求关于 ϕ 的一阶导数, 得 $\frac{dp_d^1(l^1)}{d\phi} = -\frac{b_2d_2 - \beta d_1}{2(b_1b_2 - \beta^2)} \frac{dl^1}{d\phi}$, 明显可知 $\frac{dp_d^1(l^1)}{d\phi} > 0$.

2) 对制造商最优批发价格 $w^1(l^1)$ 求关于 ϕ 的一阶导数, 得

$$\frac{dw^1(l^1)}{d\phi} = \left(\frac{b_1d_1 - \beta d_2}{2(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{\phi d_1}{2(1+2\phi)b_2} \right) \frac{dl^1}{d\phi} - \frac{(1-\theta)a + d_1l^1 - (b_2 - \beta)c}{2(1+2\phi)^2b_2}.$$

因为 $\frac{b_1d_1 - \beta d_2}{2(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{\phi d_1}{2(1+2\phi)b_2} = \frac{\phi(b_1b_2d_1 - 2\beta b_2d_2 + \beta^2d_1) + b_2(b_1d_1 - \beta d_2)}{2(1+2\phi)b_2(b_1b_2 - \beta^2)},$

当 $\phi \geq \frac{b_2(\beta d_2 - b_1d_1)}{b_1b_2d_1 - 2\beta b_2d_2 + \beta^2d_1}$ 时, 则 $\frac{dw^1(l^1)}{d\phi} < 0$;

当 $\phi < \frac{b_2(\beta d_2 - b_1d_1)}{b_1b_2d_1 - 2\beta b_2d_2 + \beta^2d_1}$ 时, 则 $\frac{b_1d_1 - \beta d_2}{2(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{\phi d_1}{2(1+2\phi)b_2} < 0$, 那么

$$\begin{aligned} \frac{dw^1(l^1)}{d\phi} &= \frac{(b_2 - \beta)c - (1-\theta)a - d_1l^1}{2b_2(1+2\phi)^2} + \\ &\quad \frac{((1-\theta)a + d_1l^1 - (b_2 - \beta)c) \left(\frac{\phi}{2(1+2\phi)b_2} - \frac{b_1d_1 - \beta d_2}{2(b_1b_2 - \beta^2)d_1} \right)}{(1+2\phi)^2 \left(\frac{8b_2r}{d_1^2(l^1)^3} - \frac{2(\beta d_1 - b_2d_2)^2 + (b_1d_1 - \beta d_2)b_2d_1}{(b_1b_2 - \beta^2)d_1^2} - \frac{1}{2(1+2\phi)} \right)} < 0. \end{aligned}$$

因此, $\frac{dw^1(l^1)}{d\phi} < 0$.

3) 对零售商的最优传统零售价格 $p_r^1(l^1)$ 求关于 ϕ 的一阶导数, 得

$$\frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} = \left(\frac{b_1d_1 - \beta d_2}{2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{d_1}{4b_2} \right) \frac{dl^1}{d\phi} = \frac{(3b_1b_2 - \beta^2)d_1 - 2\beta b_2d_2}{4b_2(b_1b_2 - \beta^2)} \frac{dl^1}{d\phi}.$$

当 $\frac{d_1}{d_2} > \frac{2\beta b_2}{3b_1b_2 - \beta^2}$ 时, $\frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} < 0$; 当 $\frac{d_1}{d_2} < \frac{2\beta b_2}{3b_1b_2 - \beta^2}$ 时, $\frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} > 0$; 当 $\frac{d_1}{d_2} = \frac{2\beta b_2}{3b_1b_2 - \beta^2}$ 时, $\frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} = 0$.

4) 首先, $\frac{dp_d^1(l^1)}{d\phi} - \frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} = -\left(\frac{b_2d_2 - \beta d_2 + b_1d_1 - \beta d_1}{2(b_1b_2 - \beta^2)} + \frac{d_1}{4b_2} \right) \frac{dl^1}{d\phi} > 0$; 而且

$$\begin{aligned} \frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} - \frac{dw^1(l^1)}{d\phi} &= \frac{(1+4\phi)d_1}{4(1+2\phi)b_2} \frac{dl^1}{d\phi} + \frac{(1-\theta)a + d_1l^1 - (b_2 - \beta)c}{2(1+2\phi)^2b_2} = \frac{(1-\theta)a + d_1l^1 - (b_2 - \beta)c}{2(1+2\phi)^2b_2} - \\ &\quad \frac{(1+4\phi)((1-\theta)a + d_1l^1 - (b_2 - \beta)c)}{4(1+2\phi)^3b_2 \left(\frac{8b_2r}{d_1^2(l^1)^3} - \frac{2(\beta d_1 - b_2d_2)^2}{(b_1b_2 - \beta^2)d_1^2} - \frac{(b_1d_1 - \beta d_2)b_2}{(b_1b_2 - \beta^2)d_1} - \frac{1}{2(1+2\phi)} \right)} > 0; \end{aligned}$$

所以 $\frac{dp_d^1(l^1)}{d\phi} > \frac{dp_r^1(l^1)}{d\phi} > \frac{dw^1(l^1)}{d\phi}$.

证毕.

推论 2 说明当零售商是公平关切行为者时: 1) 制造商的最优网络直销价格随着零售商公平关切系数 ϕ 的增加而增加, 根据推论 1 可知, 零售商越公平关切, 制造商的网络直销交货期就会越短, 这也就意味着网

络直销渠道服务质量的提高和网络直销交货期成本的增加,从而导致制造商设置更高的网络直销价格; 2) 零售商越关注公平就只会接受越低的批发价格,从而致使制造商设置越低的批发价格; 3) 网络直销交货期对两种渠道需求的影响程度不同,并且零售商的最优传统零售价格受其自身公平关切行为因素的影响程度也不一样,当网络直销交货期对两种渠道需求的影响比例在一定范围内时零售商的最优传统零售价格随着自身的公平关切系数 ϕ 的增加而减少,而当网络直销交货期对两种渠道需求的影响比例超过一定范围时零售商的最优传统零售价格随着自身的公平关切系数 ϕ 的增加而增加; 4) 制造商的最优网络直销价格对零售商公平关切系数 ϕ 的边际效应大于零售商的最优传统零售价格对零售商公平关切系数 ϕ 的边际效应,零售商的最优传统零售价格对零售商公平关切系数 ϕ 的边际效应大于制造商的最优批发价格对 ϕ 的边际效应,这也就意味着零售商的利润随着自身公平关切系数的增加而增加,制造商的利润随着零售商公平关切系数的增加而减少。

3 公平关切型的零售商与制造商的分散式双渠道供应链均衡策略模型

此部分假设制造商和零售商都具有公平关切有限理性行为特征,分析和研究渠道成员的公平关切行为对分散式双渠道供应链均衡策略的影响.那么,当制造商也具有公平关切行为特征时,制造商既追求自身利润的最大化又关注渠道中其他成员的收益.假设制造商以零售商的利润作为自身利润的公平参考点,引入参数 φ 表示制造商的公平关切系数,且 $\varphi > 0$,那么制造商的公平关切效用函数为

$$u(\pi_m) = \pi_m - \varphi(\pi_r - \pi_m) = (1 + \varphi)\pi_m - \varphi\pi_r. \quad (18)$$

当 $\pi_m \geq \pi_r$ 时,随着双方利润之差升高,制造商的效用提高;当 $\pi_m \leq \pi_r$ 时,随着双方利润之差升高,制造商的效用降低.而且,当 $\varphi = 0$ 时,制造商为公平中性行为者;当 $\varphi \neq 0$ 时,制造商为公平关切行为者.

在此部分,制造商依然是 Stackelberg 主导者,先决定网络直销价格、批发价格和网络直销交货期策略;零售商依然为 Stackelberg 跟随者,在制造商做出决策后再制定传统零售价格策略.当制造商和零售商都具有公平关切行为特征时,先对具有公平关切行为特征的零售商进行决策分析,此部分的计算过程和结果与本文第 2.3 节中零售商的决策分析部分相同;然后对具有公平关切行为特征的制造商进行决策分析,将式(5),式(6)和式(9)代入式(18)中,可得制造商的效用函数为

$$\begin{aligned} u(\pi_m) = & (1 + \varphi)(p_d - c) \times \\ & \left(\theta a - d_2 l - b_1 p_d + \beta \frac{(1 - \theta)a + d_1 l}{2b_2} + \beta \frac{\beta p_d + (1 + 2\phi)b_2 w - \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)b_2} \right) + \\ & (1 + \varphi)(w - c) \left(\frac{(1 - \theta)a + d_1 l}{2} + \frac{(1 + 2\phi)(\beta p_d - b_2 w) + \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)} \right) - (1 + \varphi) \frac{r}{l} - \\ & \varphi \left(\frac{(1 - \theta)a + d_1 l}{2} - \frac{(1 + 2\phi)(\beta p_d - b_2 w) + \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)} \right) \times \\ & \left(\frac{(1 - \theta)a + d_1 l}{2b_2} + \frac{\beta p_d - b_2 w - \phi(b_2 - \beta)c}{2(1 + \phi)b_2} \right). \end{aligned} \quad (19)$$

命题 4 给定网络直销交货期 l , 制造商的最优网络直销价格 $p_d^2(l)$ 和最优批发价格 $w^2(l)$ 以及零售商的最优传统零售价格 $p_r^2(l)$ 分别为

$$p_d^2(l) = 1/2c + (b_2(\theta a - d_2 l) + \beta((1 - \theta)a + d_1 l)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)), \quad (20)$$

$$\begin{aligned} w^2(l) = & 1/2c + (b_1((1 - \theta)a + d_1 l) + \beta(\theta a - d_2 l)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - \\ & ((2\phi^2 + 2\phi - \varphi)((1 - \theta)a + d_1 l - (b_2 - \beta)c)) / (2(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2), \end{aligned} \quad (21)$$

$$p_r^2(l) = 1/2c + (b_1((1-\theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) + \\ (1 + ((1+2\phi)\varphi) / (2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)) ((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c) / (4b_2). \quad (22)$$

命题4 证明过程与命题2类似, 证明略.

命题4 中包含如下两种情况:

1) 当 $\varphi = 0, \phi \neq 0$ 时, 即零售商为公平行为者而制造商为公平中性行为者时, 求得的最优结果与命题2相同;

2) 当 $\varphi \neq 0, \phi \neq 0$ 时, 即制造商和零售商都为公平关切行为者, 那么各决策者的最优价格分别是

$$p_d^2(l) = \frac{1}{2}c + \frac{b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1-\theta)a + d_1l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)}, \\ w^2(l) = \frac{1}{2}c + \frac{b_1((1-\theta)a + d_1l) + \beta(\theta a - d_2l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)} - \frac{(2\phi^2 + 2\phi - \varphi)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)}{2(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2}, \\ p_r^2(l) = \frac{1}{2}c + \frac{\beta(\theta a - d_2l) + b_1((1-\theta)a + d_1l)}{2(b_1b_2 - \beta^2)} + \left(\left(1 + \frac{(1+2\phi)\varphi}{2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi} \right) \right) \times \\ \frac{(1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c}{4b_2}.$$

命题5 给定网络直销交货期 l , 分散式双渠道供应链中零售商的最优利润 $\pi_r^2(l)$ 和最优效用 $u^2(\pi_r^2(l))$ 以及制造商的最优利润 $\pi_m^2(l)$ 和最优效用 $u^2(\pi_m^2(l))$ 分别为

$$\pi_r^2(l) = ((1+\phi+\varphi)((1+2\phi)^2(1+\varphi) + \phi(1+2\varphi))) (4(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2)^{-1} \\ ((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)^2, \quad (23)$$

$$\pi_m^2(l) = ((b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) - c/2) \times \\ ((\theta a - d_2l) / 2 - (b_1 - \beta)c/2) - r/l + \\ ((b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) - c/2) \times \\ ((1+\phi)(1+2\varphi)\beta((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)) / (2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) + \\ (1+\phi+\varphi)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c) / (2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)) \times \\ ((\beta(\theta a - d_2l) + b_1((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) - c/2) - \\ ((1+\phi+\varphi)(2\phi^2 + 2\phi - \varphi)) / (4(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2) \times \\ (((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)^2), \quad (24)$$

$$u^2(\pi_r^2(l)) = ((1+\phi+\varphi)((4\varphi+6)\phi^3 + (10\varphi+11)\phi^2 + (1+6\phi)(1+\varphi))) \times \\ (((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)^2) / (4(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2) + \\ \phi r/l - \phi((b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) - c/2) \times \\ ((\theta a - d_2l) / 2 - (b_1 - \beta)c/2) - (\phi(1+\phi)(1+2\varphi)\beta((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)) / \\ (2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) ((b_2(\theta a - d_2l) + \beta((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) - c/2) - \\ (\phi(1+\phi+\varphi)((1-\theta)a + d_1l - (b_2 - \beta)c)) / (2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)) \times \\ ((\beta(\theta a - d_2l) + b_1((1-\theta)a + d_1l)) / (2(b_1b_2 - \beta^2)) - c/2), \quad (25)$$

$$\begin{aligned}
u^2(\pi_m^2(l)) = & (1 + \varphi) ((b_2(\theta a - d_2 l) + \beta((1 - \theta)a + d_1 l)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) \times \\
& ((\theta a - d_2 l) / 2 - (b_1 - \beta)c/2) - (1 + \varphi)r/l - (\phi(1 + 2\varphi)(1 + \phi + \varphi) \times \\
& ((1 - \theta)a + d_1 l - (b_2 - \beta)c)^2) / (4(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) + \\
& ((1 + \varphi)(1 + \phi + \varphi)((1 - \theta)a + d_1 l - (b_2 - \beta)c)) / (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)) \times \\
& ((\beta(\theta a - d_2 l) + b_1((1 - \theta)a + d_1 l)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) + \\
& ((1 + \varphi)(1 + \phi)(1 + 2\varphi)\beta((1 - \theta)a + d_1 l - (b_2 - \beta)c)) / (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) \times \\
& ((b_2(\theta a - d_2 l) + \beta((1 - \theta)a + d_1 l)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2). \quad (26)
\end{aligned}$$

证明 将式(20), 式(21)和式(22)代入式(5), 式(6), 式(7)和式(18)可得式(23), 式(24), 式(25)和式(26). 证毕.

从命题5可以看出, 不管是制造商的利润和效用还是零售商的利润和效用都会受到渠道成员公平关切系数的影响. 如果 $\phi = \varphi = 0$ 时, 制造商的利润与效用相等, 都等于无公平关切时的利润, 零售商的利润与效用也相等, 也都等于无公平关切时的利润; 如果 $\phi \neq 0, \varphi \neq 0$ 时, 由于制造商和零售商的利润和效用表达式较复杂, 无法直接进行分析, 因此通过数值分析部分探讨渠道成员公平关切行为对其利润和效用的影响.

推论3 当制造商和零售商都具有公平关切行为时, 如果满足

$$\frac{(1 + \varphi)(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{2(1 + \varphi)r}{l^3} + \frac{(1 + \varphi)(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{(1 + \varphi + \phi)^2 d_1^2}{4(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2} < 0,$$

则存在最优网络直销交货期, 并且最优网络直销交货期随着自身公平关切系数的增加而减少, 随着零售商公平关切系数的增加而减少.

证明 令 $E = \theta a - d_2 l, F = (1 - \theta)a + d_1 l$.

首先, 对式(26)求关于 l 的二阶导数, 得

$$\begin{aligned}
\frac{d^2(u^2(\pi_m^2(l)))}{dl^2} = & (1 + \varphi) \left(\frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{2r}{l^3} \right) + \\
& \frac{(1 + \varphi + \phi)^2 d_1^2}{4(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2}.
\end{aligned}$$

当满足 $\frac{d^2(u^2(\pi_m^2(l)))}{dl^2} < 0$ 时, 即

$$\begin{aligned}
& \frac{(1 + \varphi + \phi)^2 d_1^2}{4(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2} - \frac{2(1 + \varphi)r}{l^3} + \frac{(1 + \varphi)(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \\
& \frac{(1 + \varphi)(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} < 0
\end{aligned}$$

时, 则制造商的效用函数 $u^2(\pi_m^2(l))$ 是关于 l 的严格凹函数, 那么存在最优网络直销交货期.

然后, 对式(26)求关于 l 的一阶导数, 可得

$$\begin{aligned}
\frac{du^2(\pi_m^2(l))}{dl} = & ((1 + \varphi)r) / (l^2) + ((1 + \phi)(1 + \varphi)(1 + 2\varphi)\beta) / \\
& (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) ((\beta d_1 - b_2 d_2)(F - (b_2 - \beta)c)) / \\
& (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - ((1 + \varphi)d_2) / 2 ((b_2 E + \beta F) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) + \\
& ((1 + \varphi)(1 + \phi + \varphi)d_1) / (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)) \times \\
& ((\beta E + b_1 F) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) - (\phi(1 + 2\varphi)(1 + \phi + \varphi) \times
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (F - (b_2 - \beta)c)d_1) / (2(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) + \\
& ((1 + \varphi)(\beta d_1 - b_2 d_2)(E - (b_1 - \beta)c)) / (4(b_1 b_2 - \beta^2)) + \\
& ((1 + \phi)(1 + \varphi)(1 + 2\varphi)\beta d_1) / (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) \times \\
& ((b_2 E + \beta F) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) + ((1 + \varphi)(1 + \varphi + \phi) \times \\
& (b_1 d_1 - \beta d_2)(F - (b_2 - \beta)c)) / (4(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)(b_1 b_2 - \beta^2)). \quad (27)
\end{aligned}$$

那么, 当制造商和零售商都公平关切时, 令式(27)等于 0, 可得制造商的最优网络直销交货期 l^2 满足的方程, 即

$$\begin{aligned}
0 = & ((1 + \varphi)(\beta d_1 - b_2 d_2)(E(l^2) - (b_1 - \beta)c)) / (4(b_1 b_2 - \beta^2)) - \\
& ((1 + \varphi)d_2) / 2 ((b_2 E(l^2) + \beta F(l^2)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) + \\
& ((1 + \varphi)r) / ((l^2)^2) + ((1 + \phi)(1 + \varphi)(1 + 2\varphi)\beta d_1) / (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) \times \\
& ((b_2 E(l^2) + \beta F(l^2)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) - \\
& (\phi(1 + 2\varphi)(1 + \varphi + \phi)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)d_1) / (2(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2) + \\
& ((1 + \varphi)(1 + \varphi + \phi)d_1) / (2(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)) ((\beta E(l^2) + b_1 F(l^2)) / (2(b_1 b_2 - \beta^2)) - c/2) + \\
& ((1 + \varphi)(1 + \varphi + \phi)(b_1 d_1 - \beta d_2)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)) / (4(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)(b_1 b_2 - \beta^2)) + \\
& ((1 + \phi)(1 + \varphi)(1 + 2\varphi)\beta(\beta d_1 - b_2 d_2)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)) / (4(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2(b_1 b_2 - \beta^2)),
\end{aligned}$$

其中 $E(l^2) = \theta a - d_2 l^2$, $F(l^2) = (1 - \theta)a + d_1 l^2$.

将从上式解出的 l^2 对 ϕ 求一阶导数, 可得

$$\frac{dl^2}{d\phi} = -\frac{1}{A} \frac{(1 + \phi)(1 + \phi + \varphi)(1 + 2\varphi)^2 (F(l^2) - (b_2 - \beta)c) d_1}{(1 + 2\phi)^2 (2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2},$$

$$\text{其中 } A = (1 + \varphi) \left(\frac{2r}{(l^2)^3} - \frac{(\beta d_1 - b_2 d_2)^2}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1}{4(b_1 b_2 - \beta^2)} \right) - \frac{(1 + \varphi + \phi)^2 d_1^2}{4(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2}.$$

那么, 根据分析可知 $\frac{dl^2}{d\phi} < 0$.

再对该式求 l^2 关于 φ 的一阶导数, 可得

$$\begin{aligned}
\frac{dl^2}{d\varphi} = & \frac{1}{A} \left(\frac{r}{(l^2)^2} - \frac{(b_2 d_2 - \beta d_1)(b_2 E(l^2) + \beta F(l^2) - (b_1 b_2 - \beta^2)c)}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)} - \right. \\
& \left. \frac{((3 + 2\phi)(\varphi^2 - \phi^2) + 4(1 + \phi)\varphi + 1)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)d_1}{2(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2} \right).
\end{aligned}$$

由于制造商因网络直销交货期而产生的单位成本费用不能高于由传统零售渠道和网络直销渠道所产生的单位收益, 因此

$$\frac{r}{(l^2)^2} < \frac{(b_2 d_2 - \beta d_1)(b_2 E(l^2) + \beta F(l^2) - (b_1 b_2 - \beta^2)c)}{2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)}.$$

并且

$$\begin{aligned}
2(1 + \varphi)r / (l^2)^3 & > (1 + \varphi)(\beta d_1 - b_2 d_2)^2 / (2b_2(b_1 b_2 - \beta^2)) + ((1 + \varphi)(b_1 d_1 - \beta d_2)d_1) / \\
& (4(b_1 b_2 - \beta^2)) - ((1 + \varphi + \phi)^2 d_1^2) / (4(1 + 2\phi)(2\phi(1 + \varphi) + 2 + 3\varphi)b_2),
\end{aligned}$$

那么 $\frac{dl^2}{d\varphi} < 0$.

证毕.

推论3说明了当制造商和零售商都具有公平关切行为特征时, 制造商(零售商)的公平关切系数不断升高使制造商相应地缩短网络直销交货期. 这是因为如果零售商的公平关切程度增强时, 零售商只会接受越来越低的批发价格, 而此时制造商只能通过缩短网络直销交货期来提高网络直销渠道利润; 如果制造商的公平关切程度增强时, 制造商不仅会提高批发价格而且还会缩短网络直销交货期, 同时从两种渠道中获取更多效用. 所以, 网络直销交货期随着制造商(零售商)公平关切系数的增加而降低.

推论4 当制造商和零售商都具有公平关切行为特征时,

- 1) 最优网络直销价格既是制造商公平关切系数 φ 的增函数, 也是零售商公平关切系数 ϕ 的增函数.
- 2) 最优批发价格是制造商公平关切系数 φ 的增函数, 却为零售商公平关切系数 ϕ 的减函数.
- 3) 最优传统零售价格是零售商公平关切系数 ϕ 的增函数, 也是制造商公平关切系数 φ 的增函数.
- 4) 最优传统零售价格和最优批发价格和最优网络直销价格都是制造商公平关切系数 φ 的增函数, 而且 $\frac{dw^2(l^2)}{d\varphi} > \frac{dp_r^2(l^2)}{d\varphi} > \frac{dp_d^2(l^2)}{d\varphi} > 0$.

证明 首先, 将制造商的最优网络直销交货期 l^2 代入式(20), (21), (22) 中, 得最优网络直销价格 $p_d^2(l^2)$, 最优批发价格 $w^2(l^2)$ 和最优传统零售价格 $p_r^2(l^2)$.

1) 对制造商的最优网络直销价格 $p_d^2(l^2)$ 求关于 ϕ 的一阶导数, 可得 $\frac{dp_d^2(l^2)}{d\phi} = -\frac{b_2 d_2 - \beta d_1}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} \frac{dl^2}{d\phi} > 0$, 那么制造商的最优网络直销价格是零售商公平关切系数 ϕ 的增函数; 对制造商的最优网络直销价格 $p_d^2(l^2)$ 求关于 φ 的一阶导数, 可得 $\frac{dp_d^2(l^2)}{d\varphi} = -\frac{b_2 d_2 - \beta d_1}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} \frac{dl^2}{d\varphi} > 0$, 那么制造商的最优网络直销价格是其自身公平关切系数 φ 的增函数.

2) 对制造商的最优批发价格 $w^2(l^2)$ 求关于 ϕ 的一阶导数, 得

$$\begin{aligned} \frac{dw^2(l^2)}{d\phi} &= \frac{b_1 d_1 - \beta d_2}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} \frac{dl^2}{d\phi} - \frac{(2\phi^2 + 2\phi - \varphi)d_1}{2(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2} \frac{dl^2}{d\phi} - \\ &\quad \frac{2(1+\phi)(1+\phi+\varphi)(1+2\varphi)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)}{(1+2\phi)^2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2} < 0, \end{aligned}$$

那么制造商的最优批发价格是零售商公平关切系数 ϕ 的减函数; 对制造商的最优批发价格 $w^2(l^2)$ 求关于 φ 的一阶导数, 可得

$$\begin{aligned} \frac{dw^2(l^2)}{d\varphi} &= \left(\frac{b_1 d_1 - \beta d_2}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} - \frac{(2\phi^2 + 2\phi - \varphi)d_1}{2(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2} \right) \frac{dl^2}{d\varphi} + \\ &\quad \frac{(1+\phi)^2(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)}{(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2} > 0, \end{aligned} \quad (28)$$

那么制造商的最优批发价格是制造商公平关切系数 φ 的增函数.

3) 对零售商的最优传统零售价格 $p_r^2(l^2)$ 求关于 ϕ 的一阶导数, 可得

$$\frac{dp_r^2(l^2)}{d\phi} = \left(\frac{b_1 d_1 - \beta d_2}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{(1+\phi)(1+2\varphi)d_1}{2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2} \right) \frac{dl^2}{d\phi} + \frac{\varphi(1+2\varphi)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)}{2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2} > 0,$$

那么零售商的最优传统零售价格是其自身公平关切系数的增函数; 对零售商的最优传统零售价格 $p_r^2(l^2)$ 求关于 φ 的一阶导数, 可得

$$\frac{dp_r^2(l^2)}{d\varphi} = \left(\frac{b_1 d_1 - \beta d_2}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} + \frac{(1+\phi)(1+2\varphi)d_1}{2[2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi]b_2} \right) \frac{dl^2}{d\varphi} + \frac{(1+\phi)(1+2\phi)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)}{2(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)^2 b_2} > 0,$$

因此零售商的最优传统零售价格 $p_r^2(l^2)$ 是制造商公平关切系数 φ 的增函数.

$$4) \quad \frac{dw^2(l^2)}{d\varphi} - \frac{dp_r^2(l^2)}{d\varphi} = -\frac{((1+\phi)(1+4\phi) + (4\phi^2 + 6\phi + 1)\varphi)d_1}{2(1+2\phi)(2\phi(1+\varphi) + 2 + 3\varphi)b_2} \frac{dl^2}{d\varphi} +$$

$$\frac{(1+\phi)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)}{2(2\phi(1+\phi) + 2 + 3\phi)^2 b_2} > 0;$$

$$\frac{dp_r^2(l^2)}{d\phi} - \frac{dp_d^2(l^2)}{d\phi} = \frac{(1+\phi)(1+2\phi)d_1}{2(2\phi(1+\phi) + 2 + 3\phi)b_2} \frac{dl^2}{d\phi} + \frac{(b_2 - \beta)d_2 + (b_1 - \beta)d_1}{2(b_1 b_2 - \beta^2)} \frac{dl^2}{d\phi} +$$

$$\frac{(1+\phi)(1+2\phi)(F(l^2) - (b_2 - \beta)c)}{2(2\phi(1+\phi) + 2 + 3\phi)^2 b_2} > 0;$$

那么,可得 $\frac{dw^2(l^2)}{d\phi} > \frac{dp_r^2(l^2)}{d\phi} > \frac{dp_d^2(l^2)}{d\phi} > 0$.

证毕.

推论 4 表明当制造商和零售商都具有公平关切有限理性行为特征时: 1) 当制造商对公平的关注度不断升高时, 最优网络直销价格不断增加; 而当零售商对公平的关注度不断增加时, 最优网络直销价格也会不断提高; 这是因为当制造商和零售商都具有公平关切有限理性行为特征时会促使制造商缩短网络直销交货期, 从而导致其自身的网络直销价格增加; 2) 当零售商对公平的关注度不断升高时, 零售商只会接受越来越低的批发价格, 因此最优批发价格随零售商公平关切系数的增加而减少; 当制造商对公平的关注度不断增加时, 制造商会不断提高批发价格以获得更公平的效用, 因此最优批发价格随制造商公平关切系数的增加而增加; 3) 当零售商越来越关注公平时, 由于较低批发价格所增加的利润无法弥补其公平关切心理所造成的效用损失, 因此零售商会选择提高传统零售价格来提高其效用, 所以最优传统零售价格随零售商公平关切系数的增加而增加; 当制造商越来越关注公平时, 由于批发价格不断提高, 零售商为提高自身效用从而提高传统零售价格, 所以最优传统零售价格随制造商的公平关切系数的增加而增加; 4) 当制造商对公平的关注度不断增加时, 最优传统零售价格不断升高, 并且最优批发价格受制造商公平关切行为的影响最大, 而最优网络直销价格受制造商公平关切行为影响的程度最小.

4 数值分析

这一部分, 本文通过数值算例来分析公平关切因素对各决策变量的具体影响. 令 $a = 400, b_1 = b_2 = 5, c = 30, d_1 = 2, d_2 = 4, \beta = 2, \theta = 0.4$ 和 $r = 500$. $u = u(\pi_m) + u(\pi_r)$, 表示在渠道成员公平关切行为下的分散式双渠道供应链的总体效用.

1) 在零售商具有公平关切行为、制造商为公平中性的分散式双渠道供应链中, 假设零售商的公平关切系数 $\phi \in [0.0, 0.4]$.

表 2 零售商的公平关切行为因素对各变量的影响

Table 2 The impact of the fairness concern of the retailer on the variables

ϕ	l	p_d	p_r	w	π_m	π_r	$u(\pi_r)$	u
0.0	4.182 0	43.883 0	59.307 8	51.389 6	1 316.92	313.49	313.49	1 630.41
0.1	4.078 8	43.922 3	59.292 5	50.066 7	1 264.74	364.78	274.79	1 539.53
0.2	4.010 2	43.948 5	59.282 5	49.124 0	1 227.55	401.31	236.06	1 463.61
0.3	3.961 3	43.967 1	59.275 2	48.418 1	1 199.70	428.65	197.33	1 397.03
0.4	3.924 6	43.981 1	59.269 8	47.869 6	1 178.06	449.88	158.61	1 336.67

根据第 2.3 节模型分析部分所得最优的策略、利润和效用, 分析零售商的公平关切行为对最优的策略、利润和效用的影响情况如表 2 所示. 由表 2 可知, 随着零售商的公平关切系数 ϕ 的增加, 制造商的网络直销交货期不断减少. 制造商的网络直销价格随着零售商公平关切系数 ϕ 的增加而增加, 制造商的批发价格和零售商的传统零售价格随着零售商公平关切系数 ϕ 的增加而减少. 制造商的利润随着零售商公平关切系数 ϕ 的增加而减少, 而零售商的利润随着零售商公平关切系数 ϕ 的增加而增加. 但因为零售商公平关切心理的存在, 导致其效用不断降低. 所以, 供应链的整体效用也随着零售商公平关切系数 ϕ 的增加而不断减少.

当 $\phi = 0$ 时, 即零售商为公平中性行为者, 双渠道供应链的总效用为 1 630.41. 当 ϕ 由 0 增加到 0.4 时, 制造商的网络直销交货期由 4.182 0 减少至 3.924 6, 零售商的效用由 313.49 下降至 158.61, 制造商的期望利

润由 1 316.92 变为 1 178.06, 渠道的总体效用也从 1 630.41 降低至 1 336.67. 可见, 零售商公平关切行为程度的增强虽然使网络直销交货期降低, 提高了网络直销渠道的产品服务质量, 并相应地提高了网络直销价格, 但是它却使得制造商的批发价格和自身的传统零售价格降低, 从而对零售商的效用、制造商的利润和供应链的总效用造成损害.

2) 在制造商和零售商都为公平关切行为者的分散式双渠道供应链中, 假设零售商的公平关切系数 $\phi \in [0.1, 0.5]$, 制造商的公平关切系数 $\varphi \in [0, 0.20]$.

根据第 3 节所得最优的策略、利润和效用, 分析制造商和零售商的公平关切行为对最优的策略、利润和效用的影响情况如表 3 和表 4 所示. 在表 3 中, 假定制造商的公平关切系数 φ 为 0.1, 零售商的公平关切系数 $\phi \in [0.1, 0.5]$. 当零售商的公平关切系数 ϕ 增加时, 制造商的效用和零售商的效用都随着零售商的公平关切系数 ϕ 的增加而减少, 总体效用也不断降低. 这是因为零售商越公平关切时, 会促使制造商的逐渐减少网络直销交货期, 从而导致网络直销价格不断增加. 另外, 随着零售商的公平关切程度的增加, 零售商会提高自身的传统零售价格来弥补自身效用的损失, 而制造商也会相应地降低批发价格来提高零售商的订购量. 由于网络直销价格增加幅度较小, 而批发价格的降低幅度较大, 所以制造商的效用降低. 同时, 虽然零售商的利润有比较大幅度的增加, 但是因为公平关切心理的存在, 导致其效用不断减少. 所以, 供应链的整体效用也随之降低.

表 3 零售商的公平关切行为因素对各变量的影响

Table 3 The impact of the fairness concern of the retailer on the variables

ϕ	φ	l	p_d	p_r	w	π_m	π_r	$u(\pi_r)$	$u(\pi_m)$	u
0.1	0.1	4.020 0	43.944 8	59.660 2	50.754 8	1 263.42	335.10	242.27	1 356.25	1 598.52
0.2	0.1	3.949 0	43.971 8	59.676 8	49.814 4	1 226.13	369.42	198.08	1 311.80	1 509.88
0.3	0.1	3.898 5	43.991 0	59.692 4	49.110 4	1 198.19	394.89	153.89	1 278.53	1 432.42
0.4	0.1	3.860 7	44.005 4	59.706 8	48.563 8	1 176.48	414.50	109.71	1 252.68	1 362.39
0.5	0.1	3.831 4	44.016 6	59.719 8	48.126 9	1 159.12	430.06	65.53	1 232.03	1 297.56

在表 4 中, 假定零售商的公平关切系数 ϕ 为 0.3, 制造商的公平关切系数 $\varphi \in [0, 0.20]$. 当制造商的公平关切系数 φ 增加时, 制造商的网络直销交货期逐渐减少, 所以制造商的网络直销价格不断增加. 由于制造商对公平的关注越来越高, 其批发价格和零售商的传统零售价格也不断增加, 而且制造商的批发价格增长幅度最大, 其网络直销价格增长幅度最小. 所以, 制造商的利润和零售商的利润都不断减少. 但零售商利润的下降速度比制造商利润的下降速度快, 因此零售商的效用随着制造商的公平关切系数 φ 的增加而减少, 而制造商的效用随着其自身公平关切系数 φ 的增加而增加, 并且供应链的整体效用也随之不断增加.

表 4 制造商的公平关切行为因素对各变量的影响

Table 4 The impact of the fairness concern of the manufacturer on the variables

ϕ	φ	l	p_d	p_r	w	π_m	π_r	$u(\pi_r)$	$u(\pi_m)$	u
0.3	0.00	3.961 3	43.967 1	59.275 2	48.418 1	1 199.70	428.65	197.33	1 199.70	1 397.03
0.3	0.05	3.927 4	43.980 0	59.497 4	48.786 8	1 199.27	410.51	173.89	1 238.71	1 412.60
0.3	0.10	3.898 5	43.991 0	59.692 4	49.110 4	1 198.19	394.89	153.89	1 278.53	1 432.42
0.3	0.15	3.873 7	44.000 5	59.865 2	49.396 8	1 196.69	381.28	136.66	1 319.00	1 455.66
0.3	0.20	3.852 2	44.008 7	60.019 1	49.652 0	1 194.92	369.34	121.67	1 360.03	1 481.70

当制造商和零售商都具有公平关切行为特性时, 制造商都会减少网络直销交货期, 提高网络直销渠道的产品服务质量, 这对制造商和网络消费者来说都是一件有益的事情. 尽管供应链中成员的公平关切程度越强可能会增加自身的利润或效用, 但是却严重损害了供应链中其他成员的利益.

5 结束语

本文考虑需求受价格和网络直销交货期的影响下, 纳入渠道成员的公平关切行为因素, 研究由一个制造商和一个零售商构成的分散式双渠道供应链定价与网络直销交货期策略问题. 当供应链中成员具有公平

关切有限理性行为特征时,制造商会减少网络直销交货期,提高网络直销渠道的服务质量,从而增加渠道需求、扩大自身的利润和效用。同时,制造商和零售商在公平关切行为因素的影响下也会调整自身的价格策略来获取更高的利润和效用。虽然渠道成员的公平关切行为对自身的利润都有利,但也会相应损害供应链中其他成员的收益。

为了简化分析,在本文的模型分析中,所使用的公平关切效用函数是较为简单的线性函数。而且,本文假定是信息对称的,而实际上供应链中各决策者之间信息并不是完全透明的。另外,本文只是分析和研究了公平关切行为对渠道成员的定价和交货期的影响,并没有研究在此基础上的协调问题。因此,探讨较为复杂的公平关切函数以及不完全信息下具有公平关切行为的参与者的分散式双渠道供应链的决策与协调机制将是我们下一步的研究方向。

参考文献:

- [1] Mukhopadhyay S K, Yao D Q, Yue X. Information sharing of value-adding retailer in a mixed channel hi-tech supply chain. *Journal of Business Research*, 2008, 61(9): 950–958.
- [2] Mangalindan M. Online retail sales are expected to rise to 172 billion this year. *The Wall Street Journal*, May 24, 2005.
- [3] Tedeschi B. Compressed data; big companies go slowly in devising net strategy. *New York Times*, March 27, 2000.
- [4] Chiang W K, Chhajed D, Hess J D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design. *Management Science*, 2003, 49(1): 1–20.
- [5] Gupta A, Su B C, Walter Z. An empirical study of consumer switching from traditional to electronic channels: A purchase-decision process perspective. *International Journal of Electronic Commerce*, 2004, 8(3): 131–161.
- [6] 杨文胜, 李 莉. 响应时间不确定下的交货期相关定价研究. *中国管理科学*, 2005, 13(2): 56–62.
Yang W S, Li L. Leadtime-contingent pricing under response time uncertainty. *Chinese Journal of Management Science*, 2005, 13(2): 56–62. (in Chinese)
- [7] Hua G, Wang S, Cheng T C E. Price and lead time decisions in dual-channel supply chains. *European Journal of Operational Research*, 2010, 205(1): 113–126.
- [8] Devaraj S, Fan M, Kohli R. Antecedents of B2C channel satisfaction and preference: Validating e-commerce metrics. *Information Systems Research*, 2002, 13(3): 316–333.
- [9] Reichheld F F, Scheffer P. E-loyalty: Your secret weapon on the web. *Harvard Business Review*, 2000, 78(4): 105–113.
- [10] Carlton D W. Equilibrium fluctuations when price and delivery lag clear the market. *Bell Journal of Economics*, 1983, 14(2): 562–572.
- [11] Maltz A B, Rabinovich E, Sinha I V. Logistics: The key to e-retail success. *Supply Chain Management Review*, 2004, 8(3): 48–54.
- [12] Chen K Y, Kaya M, Ozer O. Dual sales channel management with service competition. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2008, 10(4): 654–675.
- [13] Haitao Cui T, Raju J S, Zhang Z J. Fairness and channel coordination. *Management Science*, 2007, 53(8): 1303–1314.
- [14] Qin F, Mai F, Fry M J, et al. Supply-chain performance anomalies: Fairness concerns under private cost information. *European Journal of Operational Research*, 2016, 252(1): 170–182.
- [15] Choi S, Messinger P R. The role of fairness in competitive supply chain relationships: An experimental study. *European Journal of Operational Research*, 2016, 251(3): 798–813.
- [16] Cui T H, Mallucci P. Fairness ideals in distribution channels. *Journal of Marketing Research*, 2016, 53(6): 969–987.
- [17] Guo X, Jiang B. Signaling through price and quality to consumers with fairness concerns. *Journal of Marketing Research*, 2016, 53(6): 988–1000.
- [18] Fehr E, Schmidt K M. A theory of fairness, competition, and cooperation. *Quarterly journal of Economics*, 1999, 114(3): 817–868.
- [19] Rabin M. Incorporating fairness into game theory and economics. *The American Economic Review*, 1993, 83(5): 1281–1302.
- [20] Rhee B. A Hybrid Channel System in Competition with Net-only Direct Marketers. Working Paper, Hong Kong University of Science & Technology, 2001.
- [21] Cai G G. Channel selection and coordination in dual-channel supply chains. *Journal of Retailing*, 2010, 86(1): 22–36.
- [22] Brooker K. E-rivals seem to have Home Depot awfully nervous. *Fortune*, 1999, 140(4): 28–29.

- [23] Davis J. Manufacturers are testing the web for direct sales; some are finding success. *InfoWorld*, 2001, 23(5): 102–103.
- [24] Zhang F, Ma J. Research on the complex features about a dual-channel supply chain with a fair caring retailer. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2016, 30(1): 151–167.
- [25] Li Q H, Li B. Dual-channel supply chain equilibrium problems regarding retail services and fairness concerns. *Applied Mathematical Modelling*, 2016, 40(15): 7349–7367.
- [26] 王 磊, 成克河, 王世伟. 考虑公平关切的双渠道供应链定价策略研究. *中国管理科学*, 2012, 2(20): 563–568.
Wang L, Cheng K H, Wang S W. Fairness concern and pricing strategies in dual-channel supply chain. *Chinese Journal of Management Science*, 2012, 2(20): 563–568. (in Chinese)
- [27] 李 波, 李宜楠, 侯丽婷, 等. 具有公平关切的零售商对双渠道供应链决策影响分析. *控制与决策*, 2015, 5(30): 955–960.
Li B, Li Y N, Hou L T, et al. Impact of fair-minded retailer on decision of supply chain in dual-channel. *Control and Decision*, 2015, 5(30): 955–960. (in Chinese)
- [28] Fehr E, Fischbacher U. Why social preferences matter-the impact of non-selfish motives on competition, cooperation and incentives. *The Economic Journal*, 2002, 112(478): 1–33.
- [29] Wang K, Sun J, Liang L, et al. Optimal contracts and the manufacturer's pricing strategies in a supply chain with an inequity-averse retailer. *Central European Journal of Operations Research*, 2013, 24(1): 1–19.
- [30] Yue X, Liu J. Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain. *European Journal of Operational Research*, 2006, 174(1): 646–667.
- [31] Huang W, Swaminathan J M. Introduction of a second channel: Implications for pricing and profits. *European Journal of Operational Research*, 2009, 194(1): 258–279.
- [32] Webster S. Dynamic pricing and lead-Time policies for make-to-order systems. *Decision Sciences*, 2002, 33(4): 579–600.
- [33] Palaka K, Erlebacher S, Kropp D H. Lead-time setting, capacity utilization, and pricing decisions under lead-time dependent demand. *IIE Transactions*, 1998, 30(2): 151–163.
- [34] Liu L, Parlar M, Zhu S X. Pricing and lead time decisions in decentralized supply chains. *Management Science*, 2007, 53(5): 713–725.
- [35] Loch C H, Wu Y. Social preferences and supply chain performance: An experimental study. *Management Science*, 2008, 54(11): 1835–1849.

作者简介:

谭春桥(1975—), 男, 湖南祁阳人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 博弈论及应用, 行为运作管理, Email: chunqiaot@sina.com;

易文桃 (1990—), 女, 湖南祁阳人, 博士生, 研究方向: 博弈论及应用, 行为运作管理, Email: fanpeach@163.com.