

舒斯亮,许琴琴.公平关切信息不对称下双渠道供应链决策与激励合同设计[J].江西师范大学学报(自然科学版),2022,46(4):349-356.

SHU Siliang, XU Qinqin. The decision and incentive contract designing of dual-channel supply chain based on information asymmetry of fairness concerns [J]. Journal of Jiangxi Normal University(Natural Science) 2022 46(4): 349-356.

文章编号: 1000-5862(2022)04-0349-08

公平关切信息不对称下 双渠道供应链决策与激励合同设计

舒斯亮,许琴琴

(江西科技师范大学商学院,江西 南昌 330038)

摘要: 基于实体零售商公平关切行为,分析信息对称与信息不对称下双渠道供应链决策问题,并探讨如何设计激励合同促使实体零售商传递真实的公平关切信息.研究发现:信息不对称下实体零售商传递不真实公平关切信息对双渠道供应链决策会产生影响,且与信息对称情形相比,信息不对称下制造商利润会减少,而实体零售商效用在传递公平关切值高于真实值时会增加;制造商设计的激励合同能促使实体零售商传递真实的公平关切信息,但合同能否达成受实体零售商真实公平关切值、消费者对渠道价格差异敏感性等因素的影响.

关键词: 公平关切; 信息不对称; 双渠道供应链; 决策; 激励合同

中图分类号: F 272.3 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2022.04.04

0 引言

在网络技术和电子商务快速发展的今天,网络销售方式已受到越来越多企业和消费者的青睐.据国家统计局相关资料显示,2019年中国网上零售额约为106324亿元,占全年社会消费品零售总额的25.8%,比2018年增长16.5%.一些世界知名企业(如华为、联想、NIKE等)都开通了电子商务渠道,且相比实体零售渠道,电子商务渠道销售额的占比也呈增加的趋势.如2019年NIKE公司直营销售收入达到118亿美元,其中线上销售额同比增长35%,实体店销售额增长仅6%(数据来源于2019年NIKE财务报告).以上分析表明:电子商务渠道和实体零售渠道双管齐下的供应链模式已成为目前企业选择的最常见渠道运作模式.而企业在引入电子商务渠道后将对传统实体零售渠道进行冲击,并引发渠道间冲突,这将影响供应链系统运营效

率^[1-2].目前,此类问题也得到了企业界和学术界广泛关注.

关于双渠道环境下供应链的运营问题,有学者进行了相关的研究,如N. Kumar等^[3]较早探讨了单渠道供应链引入电子商务渠道问题,结果发现:提升传统零售商对制造商产品支持水平是成功引入条件;T. Hendershott等^[4]研究发现:相比单渠道供应链,双渠道供应链会损害中间商利益,但能增加消费者福利;郭金森等^[5]研究了双渠道供应链融资问题,结果表明:制造商设计延期支付合同可以缓解实体零售商资金不足问题,并实现在资金无约束时的收益;梁喜等^[6]研究了双渠道供应链创新问题,发现短期内政府补贴会促进企业增加创新投入,但从长远来看反而会抑制企业创新活力;Zhang Fang等^[7]研究了双渠道供应链定价问题;霍良安等^[8]研究了双渠道供应链广告策略问题.上述研究均假定决策者是完全理性的,而行为研究者通过大量实验发现:决策者在决策过程中对公平表现出极大的关

收稿日期:2021-11-25

基金项目:国家自然科学基金(71961010)和江西省教育厅科学技术研究(GJJ180611)资助项目.

作者简介:舒斯亮(1981—),男,江西南昌人,副教授,博士,主要从事运营与供应链管理研究. E-mail: shusiliang0904@163.com

注,即决策者具有公平关切行为.

学者们也将公平关切引入到双渠道供应链,并对其进行了相关研究.如陈宾等^[9]在分析双渠道供应链服务水平时考虑了公平关切影响,发现零售商服务水平不受自身公平关切影响,但随制造商公平关切程度增加而提高;唐飞等^[10]分析了实体零售商公平关切对双渠道供应链定价影响,结果发现:实体零售商公平关切行为会增加自身产品销售价格,但对电子商务渠道销售价格不产生影响;邹清明等^[11]探讨了公平关切下双渠道闭环供应链决策问题,结果发现:渠道成员公平关切行为不影响废旧产品直接回收价,但影响零售商废旧产品回收价;周岩等^[12]研究发现:实体零售商公平关切下双渠道绿色供应链产品批发价格及绿色度水平均会下降;Li Bo 等^[13]研究了公平关切下双渠道供应链合作广告策略;Wei Guangxing 等^[14]通过设计改进的回购契约实现了公平关切下双渠道供应链协调.从上述研究结果来看,公平关切行为的存在将对双渠道供应链运营产生一定的影响.

公平关切是一种心理现象,双渠道供应链成员在决策时往往不知晓在供应链上其他成员企业公平关切程度,即公平关切信息存在不对称性.而从已有研究来看,较少有文献对公平关切信息不对称背景下双渠道供应链运营问题展开研究.目前学者们关于信息不对称下双渠道供应链运营问题研究主要针对的是需求、成本、质量等信息不对称,且从研究结果来看,与信息对称情形相比,信息不对称下双渠道供应链运营会变得有所不同^[15-17].鉴于此,本文考虑公平关切信息不对称,研究双渠道供应链运营问题,并讨论如何设计激励合同促使双渠道供应链企业传递真实的公平关切信息.

1 模型描述与假设

考虑 1 个由单一制造商和单一实体零售商所组成的供应链,其中制造商开通了电子商务渠道,它将在市场上与实体零售商展开竞争.假定制造商为公平中性,实体零售商具有公平关切行为,且从现实情况来看,在制造商与实体零售商博弈过程中,由于公平关切程度是私有信息,所以实体零售商出于自身利益考虑会对其进行隐瞒,也就是说,制造商在决策时往往很难知晓实体零售商准确公平关切程度,此现状将对双渠道供应链运营产生影响.为了便于对上述问题展开分析,特作如下假设:

(i) 制造商生产成本为 c_m , 参照文献[18],不失一般性,令 $c_m = 0$, 这样有助于简化模型求解,但对后续模型结果分析不会产生实质性影响.

(ii) 制造商给予实体零售商的批发价格为 w , 电子商务渠道和实体零售商的产品销售价格分别为 p_e 和 p_r .

(iii) 在产品销售过程中,相比实体零售商,制造商所开通的电子商务渠道会节省一定的渠道成本和销售成本,参照文献[19],不妨假定电子商务渠道单位产品销售成本为 0,实体零售商单位产品销售成本为 c_r ,且满足 $0 < c_r < p_r$,该条件确保实体零售商经营能获得一定的利润.

(iv) 参照文献[20]的研究,假定电子商务渠道和实体零售商产品需求函数分别记为

$$d_e = \delta - p_e + \beta p_r, \quad (1)$$

$$d_r = 1 - \delta - p_r + \beta p_e, \quad (2)$$

其中 δ 为电子商务渠道潜在市场份额, $1 - \delta$ 为实体零售商潜在的市场份额,产品市场规模为 1; β 为渠道价格交叉弹性系数,反映消费者对渠道间价格差异的敏感程度,其值小于自身价格弹性系数,即满足条件 $0 < \beta < 1$.

从上述需求函数可知,当在市场中仅存在实体零售商时 $\beta = 0$,实体零售商需求量就变为 $d_r = 1 - \delta - p_r$,为确保 $d_r > 0$,则 $p_r < 1 - \delta$.

(v) 考虑实体零售商公平关切行为,参照文献[21],假定公平关切下实体零售商效用为

$$U(\pi_r) = \pi_r - \lambda_t(\pi_m - \pi_r),$$

其中 π_m 为制造商利润, π_r 为实体零售商利润, $U(\pi_r)$ 为公平关切下实体零售商效用; λ_t 为实体零售商公平关切程度, $\lambda_t > 0$.

其他相关符号说明: 上标 SI(symmetry information) 表示信息对称情形, 上标 AI(asymmetry information) 表示信息不对称情形, 上标 IC(incentive contract) 表示激励合同情形.

2 双渠道供应链决策分析

在双渠道供应链决策过程中,假定制造商为领导者,实体零售商为跟随者,制造商首先基于自身利润最大化确定产品批发价格 w 和电子商务渠道产品销售价格 p_e ,实体零售商在观察到其决策后制定产品销售价格 p_r ,双方构成 Stackelberg 博弈.

制造商利润和实体零售商利润分别为

$$\pi_m = p_e d_e + w d_r, \quad (3)$$

$$\pi_r = (p_r - w - c_r) d_r. \quad (4)$$

由式(3)和式(4)知,公平关切下实体零售商效用为

$$U(\pi_r) = (1 + \lambda_i)(p_r - w - c_r) d_r - \lambda_i(p_e d_e + w d_r). \quad (5)$$

2.1 信息对称情形

在该情形下,制造商和实体零售商博弈过程建立在信息共享基础上.根据逆向归纳法2者博弈过程如下:

对式(5)关于 p_r 求1阶导数,并令其等于0,求解可得公平关切信息对称下实体零售商最优产品销售价格分别为

$$p_r^{SI} = ((1 - \delta + c_r)(\lambda_i + 1) + (2\lambda_i + 1)w + \beta p_e) / (2 + 2\lambda_i). \quad (6)$$

将式(6)代入式(3),并对其关于 w, p_e 求1阶导数,令其等于0,联立求解可得公平关切信息对称情形下最优产品批发价格和电子商务渠道销售价格分别为

$$w^{SI} = (((\delta - c_r - 1)\beta^2 - 2\beta\delta + \delta + c_r - 1)\lambda_i - \beta^2 c_r - \beta\delta + \delta + c_r - 1) / (2(\beta^2 - 1)(2\lambda_i + 1)), \quad (7)$$

$$p_e^{SI} = (\beta\delta - \delta - \beta) / (2(\beta^2 - 1)). \quad (8)$$

将式(7)、式(8)代入式(6)可得实体零售商最优产品销售价格为

$$p_r^{SI} = ((1 - \delta + c_r)\beta^2 - 2\beta\delta + 3\delta - c_r - 3) / (4(\beta^2 - 1)). \quad (9)$$

将 $w^{SI}, p_e^{SI}, p_r^{SI}$ 分别代入式(1)、式(2)、式(3)、式(5)可得公平关切信息对称下电子商务渠道销售量 d_e^{SI} 、实体零售商销售量 d_r^{SI} 、制造商利润 π_m^{SI} 及实体零售商效用 $U^{SI}(\pi_r)$.

2.2 信息不对称情形

在信息不对称情形下,实体零售商为了追求更多利益,往往会隐瞒其真实的公平关切程度,并向制造商传递一个虚假的公平关切信息,假定实体零售商传递的公平关切值为 λ_f ,且满足 $\lambda_f \geq 0$.由于制造商不知晓实体零售商真实公平关切程度,所以假定其根据传递的公平关切值 λ_f 进行决策.

1) 制造商决策过程.基于实体零售商传递的公平关切值 λ_f ,制造商认为公平关切下实体零售商效用应该为

$$U^A(\pi_r) = (1 + \lambda_f)(p_r - w - c_r) d_r - \lambda_f(p_e d_e + w d_r). \quad (10)$$

根据逆向归纳法,对式(10)关于 p_r 求1阶导数,并令其等于0,求解可得制造商认为的实体零售商最优产品销售价格为

$$p_r^A = ((1 - \delta + c_r)(\lambda_f + 1) + (2\lambda_f + 1)w +$$

$$\beta p_e) / (2 + 2\lambda_f). \quad (11)$$

将式(11)代入式(3),并对其关于 w, p_e 求1阶导数,令其等于0,联立求解可得公平关切信息不对称情形下最优产品批发价格和电子商务渠道销售价格分别为

$$w^A = (((\delta - c_r - 1)\beta^2 - 2\beta\delta + \delta + c_r - 1)\lambda_f - \beta^2 c_r - \beta\delta + \delta + c_r - 1) / (2(\beta^2 - 1)(2\lambda_f + 1)), \quad (12)$$

$$p_e^A = (\beta\delta - \delta - \beta) / (2(\beta^2 - 1)). \quad (13)$$

2) 实体零售商决策过程.对于实体零售商而言,在观察到制造商决策后,将根据其自身真实的公平关切程度 λ_i 进行决策.将式(12)、式(13)代入式(5),对其关于 p_r 求1阶导数,令其等于0,求解可得实体零售商最优产品销售价格为

$$p_r^A = (((2(-\delta + c_r + 1)\lambda_i - \delta + 3c_r + 1)\lambda_f + 2(1 - \delta)\lambda_i - \delta + c_r + 1)\beta^2 + 3\delta - c_r - 3 + ((6\delta - 2c_r - 6)\lambda_i + 5\delta - 3c_r - 5)\lambda_f + (4\delta - 4)\lambda_i - (1 + \lambda_i) \cdot (4\lambda_f + 2)\beta\delta) / (4(\beta^2 - 1)(2\lambda_f + 1)(1 + \lambda_i)). \quad (14)$$

将 w^A, p_e^A, p_r^A 分别代入式(3)和式(5),求解可得公平关切信息不对称下电子商务渠道销售量 d_e^A 、实体零售商销售量 d_r^A 、制造商利润 π_m^A 以及实体零售商效用 $U^A(\pi_r)$.

2.3 信息对称与信息不对称2种情形比较分析

该部分主要对在公平关切信息对称与公平关切信息不对称2种情形下双渠道供应链运营情况进行比较分析,得到如下主要研究结果.

命题1 在信息对称与信息不对称2种情形下双渠道供应链成员企业决策行为比较结果:(i) $p_e^A = p_e^{SI}$; (ii) 当 $\lambda_f > \lambda_i$ 时, $w^A < w^{SI}$; 当 $\lambda_f < \lambda_i$ 时, $w^A > w^{SI}$; (iii) 当 $\lambda_f > \lambda_i$ 时, $p_r^A < p_r^{SI}$; 当 $\lambda_f < \lambda_i$ 时, $p_r^A > p_r^{SI}$.

证 由式(8)与式(13)可知 $p_e^A = p_e^{SI}$.

令 $\Delta w = w^A - w^{SI}$,通过求解可得 $\Delta w = (\lambda_i - \lambda_f)(1 - \delta - c_r) / (2(2\lambda_i + 1)(2\lambda_f + 1))$,由 $p_r < 1 - \delta - c_r < p_r$ 可知 $c_r < 1 - \delta$,所以当 $\lambda_f > \lambda_i$ 时, $\Delta w < 0$,即 $w^A < w^{SI}$;当 $\lambda_f < \lambda_i$ 时, $w^A > w^{SI}$.

令 $\Delta p_r = p_r^A - p_r^{SI}$,由式(9)与式(14)可得 $\Delta p_r = (\lambda_i - \lambda_f)(1 - \delta - c_r) / (4(\lambda_i + 1)(2\lambda_f + 1))$,同理可知,当 $\lambda_f > \lambda_i$ 时, $\Delta p_r < 0$,即 $p_r^A < p_r^{SI}$;当 $\lambda_f < \lambda_i$ 时, $p_r^A > p_r^{SI}$.

进一步对 $\Delta w, \Delta p_r$ 关于 δ, c_r 求1阶导数,可得如下命题.

命题2 参数 δ, c_r 变化对 $\Delta w, \Delta p_r$ 的影响如下:

(i) 当 $\lambda_f > \lambda_i$ 时, $\partial \Delta w / \partial \delta > 0$, $\partial \Delta w / \partial c_r > 0$; 当 $\lambda_f < \lambda_i$ 时, $\partial \Delta w / \partial \delta < 0$, $\partial \Delta w / \partial c_r < 0$;

(ii) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $\partial \Delta p_r / \partial \delta > 0$, $\partial \Delta p_r / \partial c_r > 0$;
当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $\partial \Delta p_r / \partial \delta < 0$, $\partial \Delta p_r / \partial c_r < 0$.

由于篇幅有限,所以证明过程省略.

综合命题 1 和命题 2 可知:与信息对称情形相比较,在公平关切信息不对称下的电子商务渠道产品销售价格不会发生变化,而实体零售商产品销售价格和批发价格会有所变化,若实体零售商传递公平关切值高于真实值,则实体零售商销售价格及产品批发价格会下降;若传递公平关切值低于真实值,则会有所上升,且这 2 种情形下差距大小受电子商务渠道潜在市场份额、实体零售商销售成本等因素的影响.

命题 3 2 种情形的产品销售量比较结果如下:

(i) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $d_r^{AI} > d_r^{SI}$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $d_r^{AI} < d_r^{SI}$;
(ii) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $d_e^{AI} < d_e^{SI}$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $d_e^{AI} > d_e^{SI}$;
(iii) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $d^{AI} > d^{SI}$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时, $d^{AI} < d^{SI}$.

证 要比较实体零售商在 2 种情形下的销售量,不妨令 $\Delta d_r = d_r^{AI} - d_r^{SI}$, 通过求解可得

$\Delta d_r = (\lambda_f - \lambda_t) (1 - \delta - c_r) / (4(1 + \lambda_t)(2\lambda_f + 1))$,
由于 $c_r < 1 - \delta$, 所以, 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $\Delta d_r > 0$, 即 $d_r^{AI} > d_r^{SI}$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $d_r^{AI} < d_r^{SI}$.

接下来对 2 种情形下电子商务渠道销售量进行比较, 通过求解可得

$\Delta d_e = d_e^{AI} - d_e^{SI} = -(\lambda_f - \lambda_t) (1 - \delta - c_r) \beta / ((8\lambda_f + 4)\lambda_t + 8\lambda_f + 4)$,

同理可知, 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $d_e^{AI} < d_e^{SI}$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时, $d_e^{AI} > d_e^{SI}$.

最后, 对 2 种情形下双渠道产品销售量进行比较, 通过求解可得

$\Delta d = \Delta d_r + \Delta d_e = (\lambda_f - \lambda_t) (1 - \delta - c_r) (1 - \beta) / ((8\lambda_f + 8)\lambda_t + 4\lambda_f + 4)$,

由于 $1 - \beta > 0$, $c_r < 1 - \delta$, 所以, 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $d^{AI} > d^{SI}$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $d^{AI} < d^{SI}$.

进一步对 Δd_r 、 Δd_e 、 Δd 关于 δ 、 c_r 求 1 阶导数, 可得如下命题.

命题 4 参数 δ 、 c_r 变化对 Δd_r 、 Δd_e 、 Δd 的影响如下:

(i) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $\partial \Delta d_r / \partial \delta < 0$, $\partial \Delta d_r / \partial c_r < 0$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $\partial \Delta d_r / \partial \delta > 0$, $\partial \Delta d_r / \partial c_r > 0$;

(ii) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $\partial \Delta d_e / \partial \delta > 0$, $\partial \Delta d_e / \partial c_r > 0$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $\partial \Delta d_e / \partial \delta < 0$, $\partial \Delta d_e / \partial c_r < 0$;

(iii) 当 $\lambda_f > \lambda_t$ 时 $\partial \Delta d / \partial \delta < 0$, $\partial \Delta d / \partial c_r < 0$, 当 $\lambda_f < \lambda_t$ 时 $\partial \Delta d / \partial \delta > 0$, $\partial \Delta d / \partial c_r > 0$.

由于篇幅有限,所以证明过程省略.

综合命题 3 和命题 4 可知:与信息对称情形相比较,在公平关切信息不对称下的实体零售商销售量、电子商务渠道销售量及产品总销售量均会有所变化;但变化有所不同,若实体零售商传递公平关切值高于真实值,则实体零售商销售量及双渠道总销售量会增加,电子商务渠道销售量会减少;若实体零售商传递公平关切值低于真实值,则实体零售商销售量及双渠道总销售量会减少,电子商务渠道销售量会增加,且这 2 种情形下差距大小与电子商务渠道潜在市场份额、实体零售商销售成本等因素有关.

关于 2 种情形下制造商利润和实体零售商效用比较,考虑到模型复杂性,将在算例中进行分析.

3 在公平关切信息不对称下的双渠道供应链激励合同设计

从已有文献研究来看,信息不对称将给不拥有信息的一方带来不利影响^[15-18].在双渠道供应链运营过程中,制造商作为不拥有信息的一方,为了避免实体零售商传递不真实公平关切信息给其带来不利影响,假定围绕实体零售商传递的公平关切值 λ_f 设计一个激励合同 $S(\lambda_f)$, 令 $S(\lambda_f) = A + k\lambda_f$, A 为制造商给予实体零售商固定支付, k 为激励合同支付参数.在此情形下制造商和实体零售商利润分别为

$$\pi_m^{IC} = p_e d_e + w d_r - S(\lambda_f), \quad (15)$$

$$\pi_r^{IC} = (p_r - w - c_r) d_r + S(\lambda_f). \quad (16)$$

由式(15)和式(16)知,公平关切下实体零售商效用为

$$U^{IC}(\pi_r) = (1 + \lambda_t) ((p_r - w - c_r) d_r + S(\lambda_f)) - \lambda_t (p_e d_e + w d_r - S(\lambda_f)). \quad (17)$$

在该情形下,双渠道供应链决策过程与信息不对称情形相似,制造商基于实体零售商传递的公平关切值 λ_f 进行决策,得到最优产品批发价格和电子商务渠道销售价格分别为

$$w^{IC} = ((\delta - c_r - 1)\beta^2 - 2\beta\delta + \delta + c_r - 1)\lambda_h - \beta^2 c_r - \beta\delta + \delta + c_r - 1 / (2(\beta^2 - 1)(2\lambda_h + 1)),$$

$$p_e^{IC} = (\beta\delta - \delta - \beta) / (2(\beta^2 - 1)).$$

将 w^{IC} 和 p_e^{IC} 代入式(17),对其关于 p_r 求 1 阶导数,令其等于 0,可得实体零售商最优产品销售价格为

$$p_r^{IC} = ((2(-\delta + c_r + 1)\lambda_t - \delta + 3c_r + 1)\lambda_f + 2(1 - \delta)\lambda_t - \delta + c_r + 1)\beta^2 + 3\delta - c_r - 3 + ((6\delta - 2c_r - 6)\lambda_t + 5\delta - 3c_r - 5)\lambda_f + (4\delta - 4)\lambda_t - (1 + \lambda_t)(4\lambda_f + 2)\beta\delta / (4(\beta^2 - 1)(2\lambda_f + 1)(1 + \lambda_t)).$$

接下来对合同参数设定进行分析. 将 w^{IC} 、 p_e^{IC} 、 p_r^{IC} 代入式(17), 可知实体零售商效用完全取决于其传递的公平关切值 λ_f , 根据显示原理^[22], 为了保证实体零售商传递真实的公平关切值, 实体零售商效用 $U^{\text{IC}}(\pi_r)$ 应该在 $\lambda_f = \lambda_t$ 处取得最大. 参照文献[23]的方法, 通过求解 $\partial U^{\text{IC}}(\pi_r) / \partial \lambda_f = 0$, 并令 $\lambda_f = \lambda_t$, 可得激励合同参数 k 满足下列条件:

$$k^* = -(1 - \delta - c_r)^2 / (8(2\lambda_t + 1)^2). \quad (18)$$

在合同具体实施过程中, 若在保证制造商愿意提供激励合同及实体零售商愿意接受激励合同, 则制造商和实体零售商在该情形下获得收益必须不小于其保留收益, 记制造商保留利润为 π_m^0 , 实体零售商保留效用为 $U^0(\pi_r)$. 通过求解可得, 要达到上述要求, 在激励合同中固定支出参数 A 需要满足条件:

$$A_d \leq A \leq A_u, \quad (19)$$

其中 $A_d = ((c_r + 2w^{\text{IC}} - p_r^{\text{IC}})\lambda_t + c_r + w^{\text{IC}} - p_r^{\text{IC}})d_r^{\text{IC}} + \lambda_t p_e^{\text{IC}} d_e^{\text{IC}} - (2\lambda_t + 1)\lambda_t k^* + U^0(\pi_r) / (1 + 2\lambda_t)$, $A_u = p_e^{\text{IC}} d_e^{\text{IC}} + w^{\text{IC}} d_r^{\text{IC}} - \lambda_t k^* - \pi_m^0$.

由上面分析可得如下命题.

命题5 当满足式(18)、式(19)时, 激励合同不仅可以保证实体零售商传递真实的公平关切信息, 而且还能实现制造商利润和实体零售商效用帕累托改进.

令 $\Delta A = A_u - A_d$, 通过求解可得

$$\Delta A = ((\lambda_t p_r^{\text{IC}} - c_r + p_r^{\text{IC}} - \lambda_t c_r)d_r^{\text{IC}} + (\lambda_t + 1)p_e^{\text{IC}} d_e^{\text{IC}} - (2\lambda_t + 1)\pi_m^0 - U^0(\pi_r)) / (1 + 2\lambda_t), \quad (20)$$

其中 ΔA 为在激励合同中固定支付 A 的变动区间, ΔA 越大表明制造商和实体零售商关于激励合同的谈判空间越大, ΔA 越小表明谈判空间越小. 从式(20)可以看出, ΔA 受诸多因素的影响. 考虑到模型复杂性, 本文将在算例中进行相关分析.

4 算例分析

为了进一步探索公平关切信息不对称对双渠道供应链运营的影响, 本部分将借助 Matlab 软件展开仿真分析. 参照文献[20-24], 模型基础参数设置为 $\lambda_t = 1$, $c_r = 0.1$, $\beta = 0.3$, $\delta = 0.2$, $\lambda_f \in [0.2, 2.0]$. 首先, 通过算例分析了在信息不对称下实体零售商传递公平关切值 λ_f 变化对双渠道供应链运营影响, 仿真分析结果如图1、图2所示.

从图1可以看出: 随着实体零售商传递的公平关切值增加, 制造商利润呈现先增加后减少变化, 且

当实体零售商传递真实的公平关切值(即 $\lambda_f = \lambda_t = 1$)时, 制造商利润达到最大. 这表明: 在信息不对称下实体零售商谎报公平关切信息对制造商运营不利. 从图2可以看出: 实体零售商获得效用会有所增加, 且与传递真实公平关切值情形相比, 在实体零售商传递公平关切值小于真实值(即 $\lambda_f < \lambda_t$)时获得效用更低, 在实体零售商传递公平关切值大于真实值(即 $\lambda_f > \lambda_t$)时获得效用会更高. 这意味着信息不对称下实体零售商能通过传递一个更高公平关切值来获得更多效用.

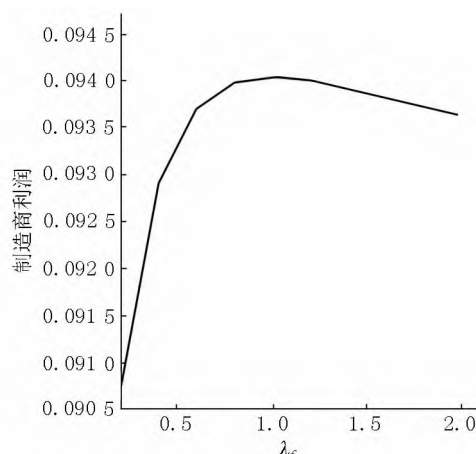


图1 信息不对称下实体零售商传递公平关切值变化对制造商利润的影响

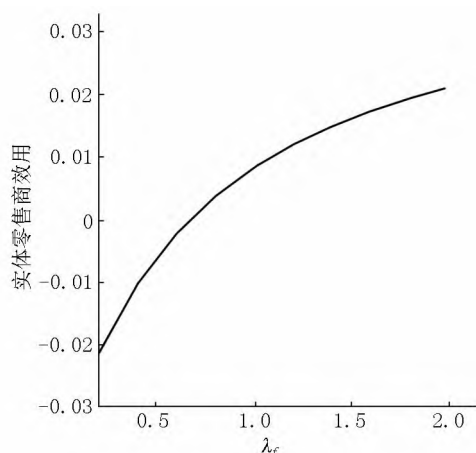


图2 信息不对称下实体零售商传递公平关切值变化对实体零售商效用的影响

由于实体零售商传递不真实公平关切信息会对制造商不利, 所以制造商将通过激励合同促使实体零售商传递真实的公平关切值. 接下来通过算例对激励合同的有效性进行验证. 参照信息不对称下制造商和实体零售商获得收益, 假定制造商保留利润 $\pi_m^0 = 0.0900$, 实体零售商保留效用 $U^0(\pi_r) = 0.0090$, 制造商固定支出 $A = 0.0080$, 仿真分析结果如图3、图4所示.

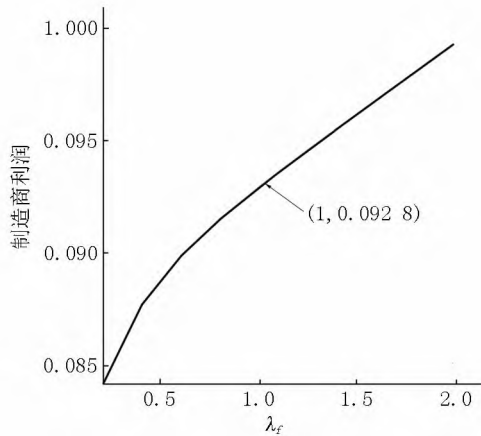


图3 激励合同下实体零售商传递公平关切值变化对制造商利润的影响

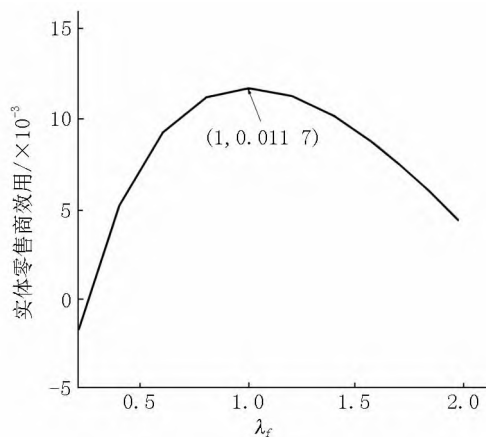


图4 激励合同下实体零售商传递公平关切值变化对实体零售商效用的影响

从图3、图4可以看出:在激励合同下,随着实体零售商传递公平关切值增大,制造商利润会增加,实体零售商效用先增加后减少,且当实体零售商传递真实公平关切值(即 $\lambda_f = \lambda_i = 1$)时,效用达到最大,即激励合同能促使实体零售商传递真实的公平关切信息。当实体零售商传递真实公平关切信息时,制造商获得利润为0.0928,实体零售商获得效用为0.0117,均大于2者保留收益,这满足制造商和实体零售商签订该激励合同的条件,由此说明此时激励合同是有效的。

接下来进一步分析 λ_i 、 β 等参数变化对激励合同影响(见表1、表2)。

表1首先揭示了激励合同的性质,它是由固定转移支付和惩罚机制2部分组成,固定转移支付保证制造商和实体零售商收益不小于保留收益,惩罚机制保证在实体零售商传递真实公平关切信息时效用达到最大。其次,随着实体零售商真实公平关切值增加 A 的区间长度逐渐减小,这表明:制造商和实体零售商就合同参数 A 的谈判空间会缩小,谈判难度有所加大,且当 $\lambda_i > 1.318$ 时, A 取值区间不存在,即 A 的取值无法同时保证实体零售商和制造商获得收益不小于各自保留收益,此时2者无法达成合同。

表1 实体零售商真实公平关切值 λ_i 变化对激励合同下双渠道供应链运营影响

λ_i	w^{IC}	p_e^{IC}	p_r^{IC}	激励合同参数			π_m^{IC} 区间	$U^{IC}(\pi_r)$ 区间
				k	A 取值区间	A 区间长度		
0.200	0.372 5	0.241 8	0.697 5	-0.031 3	[0.021 9]	0.021 9	[0.090 0 0.117 9]	[0.009 0 0.048 1]
0.400	0.344 7	0.241 8	0.697 5	-0.018 9	[0.000 6 0.018 4]	0.017 8	[0.090 0 0.107 8]	[0.009 0 0.041 1]
0.600	0.327 1	0.241 8	0.697 5	-0.012 7	[0.003 9 0.015 3]	0.011 4	[0.090 0 0.101 4]	[0.009 0 0.034 1]
0.800	0.314 8	0.241 8	0.697 5	-0.009 1	[0.005 9 0.012 8]	0.007 0	[0.090 0 0.097 0]	[0.009 0 0.027 1]
1.000	0.305 9	0.241 8	0.697 5	-0.006 8	[0.007 1 0.010 8]	0.003 7	[0.090 0 0.093 7]	[0.009 0 0.020 1]
1.200	0.299 0	0.241 8	0.697 5	-0.005 3	[0.008 0 0.009 2]	0.001 2	[0.090 0 0.091 2]	[0.009 0 0.013 1]
1.318	0.295 7	0.241 8	0.697 5	-0.004 6	[0.008 3 0.008 3]	0	0.090 0	0.009 0
> 1.318	-	-	-	-	不存在	-	-	-

表2 渠道价格交叉弹性系数 β 变化对激励合同下双渠道供应链运营影响

β	w^{IC}	p_e^{IC}	p_r^{IC}	激励合同参数			π_m^{IC} 区间	$U^{IC}(\pi_r)$ 区间
				k	A 取值区间	A 区间长度		
< 0.275	-	-	-	-	不存在	-	-	-
0.275	0.295 8	0.227 2	0.687 5	-0.006 8	[0.005 3 0.005 3]	0	0.090 0	0.009 0
0.280	0.297 7	0.230 0	0.689 4	-0.006 8	[0.005 6 0.006 4]	0.000 8	[0.090 0 0.090 8]	[0.009 0 0.011 3]
0.300	0.305 9	0.241 8	0.697 5	-0.006 8	[0.007 1 0.010 8]	0.003 7	[0.090 0 0.093 7]	[0.009 0 0.020 1]
0.320	0.314 6	0.254 0	0.706 3	-0.006 8	[0.008 7 0.015 6]	0.006 9	[0.090 0 0.096 9]	[0.009 0 0.029 6]
0.340	0.324 1	0.266 8	0.715 7	-0.006 8	[0.010 4 0.020 6]	0.010 2	[0.090 0 0.100 2]	[0.009 0 0.039 7]
0.360	0.334 3	0.280 3	0.725 9	-0.006 8	[0.012 2 0.026 0]	0.013 9	[0.090 0 0.103 9]	[0.009 0 0.050 6]
0.380	0.345 3	0.294 5	0.736 9	-0.006 8	[0.014 1 0.031 9]	0.017 7	[0.090 0 0.107 7]	[0.009 0 0.062 2]

从表2可以看出:渠道价格交叉弹性系数越大,即消费者对渠道价格差异越敏感,制造商会越倾向于提高产品批发价格,促使实体零售商提高销售价格,从而增加自身所开通的电子商务渠道竞争力,这对消费者不利。从激励合同参数变化来看, k 值保持不变, A 区间长度有所增加,这表明制造商和实体零售商就激励合同的谈判空间扩大。同样从表2可以看出:当 $\beta < 0.275$ 时,激励合同参数 A 取值无法同时保证制造商和实体零售商获得收益不小于各自保留收益,此时激励合同是无效的。

5 结束语

基于实体零售商公平关切行为,构建双渠道供应链博弈模型,分析了公平关切信息对称与公平关切信息不对称2种情形下双渠道供应链决策问题,并对制造商如何设计激励合同促使实体零售商传递真实公平关切信息进行探讨,得到如下主要结论:

1) 在信息不对称下,实体零售商传递不真实公平关切信息会对自身产品销售价格及制造商批发价格产生影响,但电子商务渠道销售价格不受影响;

2) 与信息对称情形相比,若传递公平关切值低于真实值,则实体零售商效用会减少,若高于真实值,则效用会增加,而制造商利润在低于或高于真实值情形下均减少,这表明公平关切信息对实体零售商和制造商均存在一定的价值;

3) 制造商设计的激励合同能促使实体零售商传递真实的公平关切信息,但从合同执行来看,实体零售商真实公平关切值及消费者对渠道价格差异敏感性均对合同能否达成产生影响。

本文所设计模型只是考虑了实体零售商公平关切信息不对称问题,对于制造商公平关切信息不对称及制造商和零售商同时公平关切信息不对称等情形并未展开研究,这些情形下双渠道供应链运营将发生何种变化,有待于后续进一步研究。

6 参考文献

[1] 周建亨,赵瑞娟.考虑引入渠道竞争的双渠道信号传递策略[J].系统工程理论与实践,2018,38(2):414-428.

- [2] 赵士南,徐海燕,侯晓丽.基于冲突分析图模型的双渠道供应链价格冲突研究[J].中国管理科学,2016,24(S1):609-616.
- [3] KUMAR N, RUAN Ranran. On manufacturers complementing the traditional retail channel with a direct online channel[J]. Quantity Market Economics, 2006, 4(3): 289-323.
- [4] HENDERSHOTT T, ZHANG Jie. A model of direct and intermediated sales[J]. Journal of Economics & Management Strategy, 2006, 15(2): 279-316.
- [5] 郭金森,周永务.制造商生产规模不经济的双渠道供应链融资策略研究[J].商业研究,2018(5):142-151.
- [6] 梁喜,魏承莉.政府双重补贴下双渠道供应链创新及协调策略研究[J].工业工程与管理,2020,25(3):1-12.
- [7] ZHANG Fang, WANG Cong. Dynamic pricing strategy and coordination in a dual-channel supply chain considering service value[J]. Applied Mathematical Modelling, 2018, 54(2): 722-742.
- [8] 霍良安,吴记记.商誉影响下的双渠道供应链竞争广告策略研究[J].计算机工程与应用,2020,56(3):1-10.
- [9] 陈宾,安增军,许明星.考虑公平关切的双渠道供应链决策与协调[J].统计与决策,2016(8):38-42.
- [10] 唐飞,许茂增.基于公平偏好的双渠道闭环供应链定价决策[J].系统工程,2017,35(4):110-115.
- [11] 邹清明,叶广宇.考虑公平关切的双向双渠道闭环供应链的定价决策[J].系统管理学报,2018,27(2):281-290.
- [12] 周岩,胡劲松,刘京.考虑公平关切的双渠道绿色供应链决策分析[J].工业工程与管理,2020,25(1):9-19.
- [13] LI Bo, HOU Pengwen, LI Qinghua. Cooperative advertising in a dual-channel supply chain with a fairness concern of the manufacturer[J]. IMA Journal of Management Mathematics, 2017, 28(2): 259-277.
- [14] WEI Guangxing, LIN Qiang. Dual-channel supply chain coordination with new buy-back contract based on fairness preference theory[J]. Information Technology Journal, 2014, 13(6): 1094-1101.
- [15] 邓明荣,卢秀娟.需求信息不对称下基于信号博弈的双渠道供应链研究[J].运筹与管理,2016,25(4):125-133.
- [16] 周亚平,王先甲.成本信息不对称下双渠道供应链的合作策略[J].统计与决策,2016(10):42-45.
- [17] 计国君,胡李妹, TAN K H, 等.信息不对称下双渠道定价与质量信息披露研究[J].软科学,2017,31(11):

- 117-122.
- [18] 罗美玲,李刚,张文杰. 双渠道供应链中双向搭便车研究 [J]. 系统管理学报, 2014, 23(3): 314-323, 338.
- [19] 浦徐进,诸葛瑞杰,范旺达. 考虑横向和纵向公平的双渠道供应链均衡策略 [J]. 系统工程学报, 2014, 29(4): 527-536.
- [20] 吴正祥. 同行关切公平对双渠道供应链决策的影响研究 [J]. 中央财经大学学报, 2019(7): 115-128.
- [21] 杜少甫,杜婵. 考虑公平关切的供应链契约与协调 [J]. 管理科学学报, 2010, 13(11): 41-48.
- [22] FUDENBERG D, TIROLE J. Game theory [M]. Cambridge: The MIT Press, 1991: 841-846.
- [23] 张盼,熊中楷. 制造商回收成本信息不对称下零售商激励合同设计 [J]. 管理工程学报, 2019, 33(4): 144-150.
- [24] 杨浩雄,孙丽君,孙红霞,等. 服务合作双渠道供应链中的价格和服务策略 [J]. 管理评论, 2017, 29(5): 183-191.

The Decision and Incentive Contract Designing of Dual-Channel Supply Chain Based on Information Asymmetry of Fairness Concerns

SHU Siliang, XU Qinqin

(School of Business, Jiangxi Science and Technology Normal University, Nanchang Jiangxi 330038, China)

Abstract: Based on fairness concerns of the physical retailer, the decision of dual-channel supply chain under the situation of information symmetry and information asymmetry is analyzed, and it is discussed how to design the incentive contract to promote the physical retailer to deliver the real information of fairness concerns. The results show that when the physical retailer gives false information about fairness concerns, the decision of dual-channel supply chain will be affected, and compared with the situation of information symmetry, the manufacturer's profit will decrease, the utility of the physical retailer will increase when the fairness concerns value transmitted is higher than the real value. The incentive contract designed by the manufacturer can enable the physical retailer to deliver the real information of fairness concerns, however, whether the contract can be reached is affected by the real value of fairness concerns, the sensitivity of consumer to channel price difference, and so on.

Key words: fairness concerns; information asymmetry; dual-channel supply chain; decision; incentive contract

(责任编辑: 曾剑锋)