

物流供应商公平关切下电商供应链契约设计

徒 君^{1†}, 黄 敏², 赵世杰¹

(1. 辽宁工程技术大学 优化与决策研究所, 辽宁 阜新 123000; 2. 东北大学 信息科学与工程学院, 沈阳 110004)

摘 要: 针对由电商与第三方物流供应商组成的供应链, 考虑第三方物流供应商的公平关切, 分别假设产品价格外生与内生, 研究物流服务契约的设计问题. 结果表明: 价格外生下公平关切提高了第三方物流供应商的物流服务努力程度和产品期望需求; 价格内生下公平关切的影响则相反; 无论价格外生或内生, 公平关切均降低了电商的期望利润与供应链表现.

关键词: 电商; 供应链; 物流供应商; 公平关切; 契约设计

中图分类号: F252.3

文献标志码: A

Contract design for online-retailer supply chain under logistics supplier fair concern

TU Jun^{1†}, HUANG Min², ZHAO Shi-jie¹

(1. Institute of Optimization and Decision, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China; 2. College of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

Abstract: Considering the third party logistics supplier's fair concern, and assuming the product price is exogenous and endogenous respectively, this paper addresses the contract design in an online-retailer supply chain consisting of one online-retailer and one third party logistics supplier. Results show that the fair concern improves the third party logistics supplier's logistics service effort and product expected demand in exogenous price scenario, but reduces the logistics service effort and product expected demand in endogenous price scenario, and the fair concern reduces the online-retailer's expected profit and channel performance in both scenarios.

Keywords: online-retailer; supply chain; logistics supplier; fair concern; contract design

0 引 言

不同于传统实体店销售方式, 在网络零售渠道, 电商与客户在网上进行交易, 交易的最终实现由物流供应商完成, 即通过物流服务将产品的供应与需求联系起来^[1-2]. 因此, 物流服务质量的好坏、物流服务水平的高低都将直接影响客户网络购物的满意度、消费体验、退货、再次购买行为乃至忠诚等^[3-4].

在经历了惨烈的价格战后, 电商们越来越认识到物流服务的重要性. 电商们或是自建物流, 或是加强与第三方物流供应商的合作. 尽管如此, 当前网络零售渠道的物流服务水平依然较低^[5-6]. 一个重要的原因在于, 在电商与物流供应商契约设计与收入分配中, 缺乏对物流供应商公平关切的考虑. 事实上, 在电商们赚得盆满钵满的同时, 物流服务供应商“赔钱赚

吆喝”的现象屡见报端. 由于物流成本的存在, 低利润阻止着物流供应商在物流服务过程中投入足够的努力, 从而, 制约着物流服务质量的提升.

网络零售渠道物流服务的相关问题正成为学者们研究的热点. Teo等^[7]研究了电子商务环境下城市运输物流评价问题. Xu等^[8]研究了B2B电子商务物流的联合运输拍卖问题. Liu等^[9]研究了电商供应链的配送能力短缺问题, 基于期权契约实现对该问题的协调. Yao等^[10]分别基于解析与数值方法研究了电商的运输服务定价问题. 张晓楠等^[11]研究了模糊需求下的B2C物流设施选址问题.

行为运作理论认为, 决策人是有限理性的, 关心收入分配的公平问题^[12]. Yang等^[13]研究了分销渠道的广告合作问题. Katok等^[14]通过实验研究调查了

收稿日期: 2016-08-25; 修回日期: 2016-11-21.

基金项目: 国家杰出青年科学基金项目 (71325002, 61225012); 高等学校博士学科点专项科研基金项目 (20110042110024); 流程工业综合自动化国家重点实验室基础科研业务费项目 (2013ZCX11).

作者简介: 徒君 (1982—), 男, 讲师, 博士, 从事物流风险管理等研究; 黄敏 (1968—), 女, 教授, 博士生导师, 从事物流与供应链管理等研究.

[†]通讯作者. E-mail: tovegar@126.com

公平关切在供应链契约中的作用与影响. 柳键等^[15]研究了考虑公平关切的服务供应链的契约设计与协调问题. Ho等^[16]研究了诱导的公平关切问题,探讨了零售商们公平关切之间的相互影响. 可以看到,当前缺少对物流服务影响产品需求的定量研究,特别地,鲜有研究考虑了物流服务供应商的公平关切问题. 因此,在电商供应链契约设计中,考虑物流供应商公平关切,具有理论价值与现实意义.

本文针对由电商与第三方物流供应商组成的供应链,考虑第三方物流供应商的公平关切,分别假设产品价格外生与内生,研究物流服务契约的设计问题. 结果表明:价格外生下公平关切提高了第三方物流供应商的物流服务努力程度和产品期望需求;价格内生下公平关切的影响则相反;无论价格外生或内生,公平关切均降低了电商的期望利润与供应链表现. 最后通过数值实验调查了公平关切度对最优契约结果的影响.

1 问题描述

研究对象为由一个电商与一个第三方物流供应商(3PL)组成的二层供应链,电商通过网络平台销售某种产品,产品由3PL完成物流配送,交付消费者. 电商与3PL签订物流服务契约 (α, β) (两部分线性契约), α 为固定支付, β 为物流服务价格,电商基于物流契约向3PL提供支付. 产品销售价格记为 p ,可能由市场决定,即产品价格外生;可能由电商决定,即产品价格内生. 物流服务水平记为 e ,体现为3PL在配送过程中投入的努力程度. 由于电商不能实时监控配送过程,且3PL的配送努力产出受到随机因素的干扰,3PL的努力程度不能写入物流契约中,因此,3PL可能偷懒以降低努力成本,即存在道德风险. 电商单位产品成本为 c_R ,3PL单位产品物流成本为 c_L . 不失一般性,令 $p > c_R + c_L$. 电商设计物流服务契约 (α, β) 对3PL进行激励. 决策时序如图1所示.

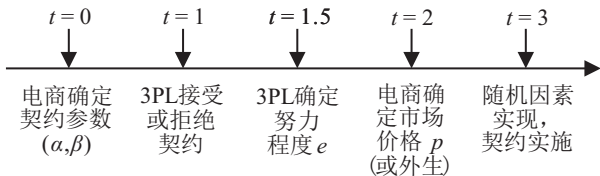


图1 决策时序

假设1 考虑到产品市场需求同时受到产品销售价格与物流服务水平的的影响,假设需求函数为 $D = D_0 - ap + be + \varepsilon$. 其中: D_0 为基础需求, $D_0 > ap$, a 为产品价格对市场需求的边际影响, b 为物流服务水平对市场需求的边际影响, ε 为影响市场需求的随机因素, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

假设2 3PL的服务努力成本为 $c_q = ke^2/2$,平方形式意味着努力程度递增的边际成本,除以2是为了简化数学表达,不失一般性. 需要指出,此处3PL提升物流服务水平的努力程度可能包括建立高规格的仓库、引入新的包装流水线等,主要涉及一定规模的固定投入,与实际配送的产品数量关系不大.

假设3 电商与3PL都是风险中性的,且双方所有信息都是共同知识.

假设4 当接受契约所获效用不低于保留效用时,3PL选择接受契约,3PL的保留效用记为 R . 考虑到3PL对收入公平的关切,3PL追求期望效用的最大化. 当然,在公平中性下,期望效用与期望利润是等价的.

假设5 考虑到电商在供应链收入分配中的主导地位,本文仅考虑3PL对收入公平的关切,并分为3PL公平中性和3PL公平关切两种情景.

2 产品价格外生

产品价格外生是指电商销售的产品由外部市场确定销售价格,不是决策量. 此时,物流服务水平对产品市场需求的影响显得尤为重要,物流服务水平决定着供应链整体收益水平. 在产品价格外生情况下,电商决策物流契约参数 (α, β) 以最大化自身期望效用,3PL决策物流服务努力 e 以最大化自身期望效用. 电商的期望利润为

$$\Pi_R = E[(p - c_R - \beta) \cdot D - \alpha] = (p - c_R - \beta)(D_0 - ap + be) - \alpha. \quad (1)$$

3PL的期望利润为

$$\Pi_L = E[(\beta - c_L) \cdot D + \alpha - ke^2/2] = (\beta - c_L)(D_0 - ap + be) + \alpha - ke^2/2. \quad (2)$$

2.1 集中式决策

为建立供应链整体最佳表现的标准,假设电商与3PL组成一个联合公司,也可理解为电商使用自家的物流公司提供物流服务(自营物流). 在集中式决策下,联合公司最优地决策物流服务努力 e ,以最大化期望利润,有

$$\Psi = \Pi_R + \Pi_L = (p - c_R - c_L)(D_0 - ap + be) - ke^2/2. \quad (3)$$

可见,式(3)关于 e 是凹的. 由 $d\Psi/de = b(p - c_R - c_L) - ke = 0$,解得 $e^* = b(p - c_R - c_L)/k$.

命题1 若产品价格外生,则在集中式决策下,联合公司最优物流服务努力为 $e^* = b(p - c_R - c_L)/k$,产品期望需求为 $D^* = D_0 - ap + b^2(p - c_R - c_L)/k$.

可知,系统期望利润为 $\Psi^* = (p - c_R - c_L)(D_0 - ap + b^2(p - c_R - c_L)/(2k))$.

下面假设电商与3PL各自独立作决策,即分布式决策,分别基于3PL公平中性和3PL公平关切,研究电商供应链的契约设计问题。

2.2 3PL公平中性下的契约

在公平中性下,3PL期望效用与期望利润是等价的。基于决策时序(见图1),采用逆推解法,首先,3PL决策物流服务努力 e 以最大化期望效用,式(2)关于 e 是凹的,利用一阶条件,由 $d\Pi_L/de = b(\beta - c_L) - ke = 0$,解得 $e^* = b(\beta - c_L)/k$ 。电商决策物流服务价格 β 和固定支付 α 以最大化期望效用,注意到3PL作为代理人的参与约束,3PL从契约所得的期望效用不能低于保留效用,即

$$\Pi_L = (\beta - c_L)(D_0 - ap + be) + \alpha - ke^2/2 \geq R. \quad (4)$$

电商总是可以通过降低固定支付 α 来提高自己的期望效用,直到式(4)取得等式,故电商最优地设置 $\alpha^* = R + ke^2/2 - (\beta - c_L)(D_0 - ap + be)$ 。将 e^* 和 α^* 代入式(1),得到

$$\Pi_R = (p - c_R - c_L) \left(D_0 - ap + \frac{b^2}{k}(\beta - c_L) \right) - \frac{b^2}{2k}(\beta - c_L)^2 - R. \quad (5)$$

由 $d\Pi_R/d\beta = b^2(p - c_R - c_L)/k - b^2(\beta - c_L)/k = 0$,可解得 $\beta^* = p - c_R$,进而有 $e^* = b(p - c_R - c_L)/k$ 。

命题2 若产品价格外生,则在3PL公平中性下,物流服务努力为 $e^* = b(p - c_R - c_L)/k$,电商制定的物流服务价格为 $\beta^* = p - c_R$,固定支付为 $\alpha^* = R - (D_0 - ap)(p - c_R - c_L) - b^2(p - c_R - c_L)^2/(2k)$ 。产品的期望需求为 $D^* = D_0 - ap + b^2(p - c_R - c_L)/k$ 。

注意到,命题2的物流服务努力程度与集中式决策的结果一致,产品期望需求也是相同的,表明分布式决策没有降低渠道表现,最优契约实现了集中式决策的效果。

2.3 3PL公平关切下的契约

在3PL公平关切下,3PL不再是仅追求自身期望利润的最大化,它同时关心供应链收入分配的公平问题。当电商收入高于3PL收入时,3PL会由于嫉妒心理产生额外负效用,称为不公平厌恶负效用。因此,将3PL的效用函数定义为

$$U_L = \Pi_L - \lambda \max\{\Pi_R - \Pi_L, 0\}, \quad (6)$$

其中 λ 为3PL公平关切度。

当 $\Pi_R \leq \Pi_L$ 时,3PL不会产生不公平厌恶负效用,因此,期望利润与期望效用是等价的,最优结果与公平中性下的情况一致。下文主要针对 $\Pi_R > \Pi_L$ 的情况进行研究。

当 $\Pi_R > \Pi_L$ 时,由于电商是公平中性的,期望效用与期望利润等价,依然为式(1),3PL的期望效用为

$$U_L = \Pi_L - \lambda(\Pi_R - \Pi_L) = (1 + 2\lambda)\alpha - \frac{1}{2}ke^2(1 + \lambda) + M(D_0 - ap + be), \quad (7)$$

其中 $M = (1 + \lambda)(\beta - c_L) - \lambda(p - c_R - \beta)$ 。

首先,3PL决策努力程度以最大化式(7),由 $dU_L/de = -k(1 + \lambda)e + bM = 0$,解得 $e^* = bM/(k(1 + \lambda))$ 。其次,电商决策物流服务契约 (α, β) 。注意到3PL的参与约束,故电商最优地设置

$$\alpha^* = \frac{1}{1 + 2\lambda} \left(R + \frac{1}{2}ke^2(1 + \lambda) - M(D_0 - ap + be) \right).$$

将 e^* 和 α^* 代入式(1),得到

$$\Pi_R = -\frac{R}{1 + 2\lambda} - \frac{b^2M^2}{2k(1 + \lambda)(1 + 2\lambda)} + \left(D_0 - ap + \frac{b^2M}{k(1 + \lambda)} \right) (p - c_R - \beta + M). \quad (8)$$

由 $d\Pi_R/d\beta = 0$,解得

$$\beta^* = \frac{1}{b^2(1 + 2\lambda)(1 - 4\lambda)} \{ 2k\lambda(1 + \lambda)(D_0 - ap) + b^2[(1 + 2\lambda - 4\lambda^2)(p - c_R) + 4\lambda(1 - \lambda)c_L] \},$$

进而获得其他最优结果。

命题3 若产品价格外生,则3PL公平关切下,电商制定的物流服务价格为 β^* ,物流供应商努力水平为 $e^* = \frac{b}{k(1 + \lambda)}[(1 + \lambda)(\beta^* - c_L) - \lambda(p - c_R - \beta^*)]$,产品的期望需求为 $D^* = D_0 - ap + be^*$ 。

注意到,若3PL公平中性,即 $\lambda = 0$,则命题3最优结果与命题2是一致的。为了调查物流服务价格随3PL公平关切度的变化规律,计算

$$\begin{aligned} d\beta^*/d\lambda = & \frac{1}{b^2} \frac{1}{(1 + 2\lambda)^2(1 - 4\lambda)^2} \{ (2k(D_0 - \\ & ap) + 4b^2(p - c_R))(1 + 2\lambda + 6\lambda^2) + 4c_Lb^2(1 + \\ & 12\lambda - 18\lambda^2 + 14\lambda^3) \}. \end{aligned}$$

由于 $D_0 - ap > 0, p - c_R > 0$,又有

$$\begin{aligned} 1 + 12\lambda - 18\lambda^2 + 14\lambda^3 = \\ 14\lambda(\lambda - 9/14)^2 + 87\lambda/14 + 1 > 0, \end{aligned}$$

故 $d\beta^*/d\lambda \geq 0$,意味着随着 λ 的增大,物流服务价格 β^* 逐渐增大,3PL对公平越关切,电商提供的物流服务价格越高。

另一方面,考察最优物流服务努力 e^* 。当 $\lambda > 0$ 时,存在

$$\frac{de^*}{d\lambda} = \frac{b}{k(1 + \lambda)^2} \left[\beta - (p - c_R) + \frac{d\beta^*}{d\lambda}(1 + 2\lambda) \right].$$

利用数学上的等价原理, $\beta - (p - c_R)$ 等价于 $1 + 2\lambda -$

$4\lambda^2 - (1+2\lambda)(1-4\lambda) = 4\lambda^2 + 4\lambda \geq 0$, 故 $de^*/d\lambda \geq 0$, 表明 e^* 随着 λ 递增, 3PL 越关注公平, 物流服务努力越大, 对应的产品市场需求也越高. 然而, 由于产品市场需求超过了集中式决策下的结果, 考虑到 3PL 依然获取其保留效用, 电商的期望利润将会减小. 从而在产品外生情况下, 3PL 的公平关切对电商是不利的.

3 产品价格内生

产品价格内生是指由电商决定所销售产品的价格, 产品销售价格是决策量. 在产品价格内生情况下, 电商决策物流服务契约 (α, β) 与产品销售价格 p 以最大化自身期望利润, 3PL 决策服务努力 e 以最大化自身期望利润, 电商与 3PL 的利润函数没有变化, 分别为式(1)和式(2).

3.1 集中式决策

在集中式决策下, 联合公司最优地决策物流服务努力水平 e 与产品销售价格 p 以最大化系统期望利润式(3), 由

$$\partial\Psi/\partial e = b(p - c_R - c_L) - ke = 0,$$

$$\partial\Psi/\partial p = D_0 - ap + be - a(p - c_R - c_L) = 0,$$

解得

$$p^* = c_R + c_L + k[a(c_R + c_L) - D_0]/(b^2 - 2ak),$$

$$e^* = b[a(c_R + c_L) - D_0]/(b^2 - 2ak).$$

命题4 若产品价格内生, 则在集中式决策下, 最优物流服务努力为 $e^* = b[a(c_R + c_L) - D_0]/(b^2 - 2ak)$, 产品价格为 $p^* = c_R + c_L + k[a(c_R + c_L) - D_0]/(b^2 - 2ak)$. 产品期望需求为 $D^* = D_0 - a(c_R + c_L) + (b^2 - ak)[a(c_R + c_L) - D_0]/(b^2 - 2ak)$.

命题4是产品价格内生下电商供应链渠道表现的最优标准. 注意到, 物流服务努力不能为负值, 由 $D_0 > ap \geq a(c_R + c_L)$, 可得 $b^2 - 2ak < 0$.

3.2 3PL公平中性下的契约

基于决策时序(见图1), 采用逆推解法, 首先, 电商在观察到物流服务契约 (α, β) 和物流服务努力水平 e 后, 决策产品销售价格 p . 对式(1)利用一阶条件, 由 $d\Pi_R/dp = D_0 - ap + be - a(p - c_R - p_L) = 0$, 解得 $p^* = (D_0 + be + a(c_R + \beta))/(2a)$. 其次, 3PL 在观察到物流服务价格 (α, β) 后, 决策物流服务努力水平 e , 将 p^* 代入式(2), 得到

$$\Pi_L = (\beta - c_L)(D_0 + be - a(c_R + \beta))/2 + \alpha - ke^2/2. \quad (9)$$

由 $d\Pi_L/de = b(\beta - c_L)/2 - ke = 0$, 解得 $e^* = b(\beta - c_L)/(2k)$. 最后, 电商决策物流服务契约 (α, β) .

注意到, 3PL 的参与约束式(4), 电商最优地设置 $\alpha^* = R + ke^2/2 - (\beta - c_L)(D_0 - ap + be)$.

将 p^* 、 e^* 和 α^* 代入式(1), 得到

$$\begin{aligned} \Pi_R = & -\frac{b^2}{8k}(\beta - c_L)^2 + \frac{1}{4a}\left[D_0 + \frac{b^2}{2k}(\beta - c_L) - a(c_R + \beta)\right] \cdot \\ & \left[D_0 + \frac{b^2}{2k}(\beta - c_L) - a(c_R + \beta) + 2a(\beta - c_L)\right] - R. \end{aligned} \quad (10)$$

式(10)关于 β 是凹的, 由

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_R}{d\beta} = & \frac{1}{8ak^2}[(b^4 - 2akb^2 - 4a^2k^2)\beta + 4a^2k^2c_L + \\ & 2kb^2(D_0 - ac_R) - b^4c_L] = 0, \end{aligned}$$

解得

$$\beta^* = \frac{4a^2k^2c_L + 2kb^2(D_0 - ac_R) - b^4c_L}{4a^2k^2 + 2akb^2 - b^4}.$$

进而可以获得其他最优结果.

命题5 若产品价格内生, 则在 3PL 公平中性下, 电商制定的物流服务价格为 $\beta^* = \frac{1}{N}(4a^2k^2c_L + 2kb^2(D_0 - ac_R) - b^4c_L)$, 3PL 物流服务努力为 $e^* = \frac{1}{N}b^3(D_0 - a(c_R + c_L))$, 产品价格为 $p^* = \frac{D_0}{2a} + \frac{c_R}{2} + \frac{1}{2aN}[4a^3k^2c_L + 2akb^2(D_0 - ac_R) + b^4(D_0 - a(c_R + 2c_L))]$, 其中 $N = 4a^2k^2 + 2akb^2 - b^4$.

计算可得, 命题4与命题5中最优物流服务努力之差为 $\frac{4a^2bk^2(D_0 - a(c_R + c_L))}{(2ak - b^2)N} > 0$, 表明相对于集中式决策, 3PL 的努力程度下降了, 契约未能实现电商供应链的渠道最优表现. 考虑到 3PL 仅能获得保留效用, 电商的期望利润下降了.

3.3 3PL公平关切下的契约

电商首先决策产品销售价格, 由第3.2节可知, $p^* = (D_0 + be + a(c_R + \beta))/(2a)$. 3PL 在观察到物流服务契约 (α, β) 后, 决策物流服务努力水平 e , 将 p^* 代入式(7), 得到

$$\begin{aligned} U_L = & (1 + 2\lambda)\alpha - \frac{1}{2}ke^2(1 + \lambda) + \frac{D_0 + be - a(c_R + \beta)}{2} \cdot \\ & \left[(1 + \lambda)(\beta - c_L) - \lambda \frac{D_0 + be - a(c_R + \beta)}{2a}\right]. \end{aligned} \quad (11)$$

由 $dU_L/de = 0$, 解得

$$\begin{aligned} e^* = & \frac{1}{2ak(1 + \lambda) + \lambda b^2}[ab(1 + \lambda)(\beta - c_L) - \\ & \lambda b(D_0 - a(c_R + \beta))]. \end{aligned}$$

注意到 3PL 的参与约束, 电商设置

$$\alpha^* = \frac{1}{1 + 2\lambda}\left(R + \frac{1}{2}ke^2(1 + \lambda) - (D_0 - ap + be)M\right).$$

将 p^* 、 e^* 和 α^* 代入式(1),得到

$$\Pi_R = -\frac{R}{1+2\lambda} - \frac{k(1+\lambda)S^2}{2(1+2\lambda)T^2} + \frac{1+\lambda}{2(1+2\lambda)} \left[D_0 - a(c_R + \beta) + \frac{bS}{T} \right] \left[\frac{bS}{2aT} + \frac{D_0 + a(c_R + \beta)}{2a} - c_R - c_L \right]. \quad (12)$$

其中: $S = ab(1+\lambda)(\beta - c_L) - \lambda b(D_0 - a(c_R + \beta))$, $T = 2ak(1+\lambda) + \lambda b^2$.

利用式(12)关于 β 的凹性,由 $d\Pi_R/d\beta = 0$,得到

$$\beta^* = \frac{1}{ab^2(1+\lambda)(1+2\lambda)^2(b^2 - 2ak) - a(1+\lambda)T^2} \left[(1+2\lambda)\{b^2(1+\lambda)(b^2 - 2ak)(a(1+\lambda)c_L + \lambda D_0 - a\lambda c_R) - (1+\lambda)b^2 D_0 T + ab^2(1+\lambda)(c_R + c_L)T\} - ac_L(1+\lambda)T^2 \right].$$

命题6 若产品价格内生,则在3PL公平关切下,电商制定的物流服务价格为 β^* ,3PL物流服务努力为 $e^* = \frac{1}{2ak(1+\lambda) + \lambda b^2} [ab(1+\lambda)(\beta^* - c_L) - \lambda b(D_0 - a(c_R + \beta^*))]$,产品价格为 $p^* = (D_0 + be^* + a(c_R + \beta^*)) / (2a)$.

可以看到,当3PL公平中性时($\lambda = 0$),命题6的最优结果与命题5是一致的.然而,由于数学表达式较为复杂,难以从解析角度探讨最优结果与3PL公平关切度 λ 的关系,即3PL的公平关切将如何影响物流服务努力与产品销售价格,乃至产品市场需求与电商供应链渠道表现等.第4节通过数值实验给出相关问题的实验结果.

4 数值实验

本节通过数值实验调查产品价格内生下3PL公平关切对电商供应链最优契约结果的影响.基本参数设置如下: $a = 8, b = 7, c_L = 10, c_R = 10, D_0 = 200, k = 8, R = 0$. 3PL公平关切度 $\lambda \in [0, 2]$.

图2给出了集中式决策、公平中性、公平关切3种情景下3PL物流服务努力随其公平关切度的变化规律.可以看到,集中式决策下努力程度是最高的,

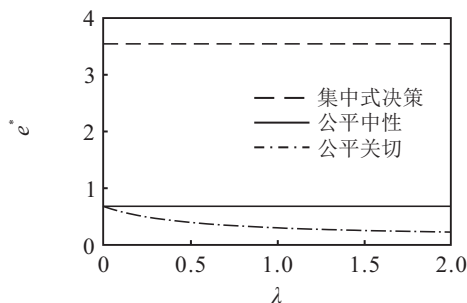


图2 公平关切对物流服务努力的影响

公平中性下努力程度次之,在公平关切下,物流服务努力程度最低,并且随公平关切度的增大呈下降趋势.这表明,3PL越关注公平,越不愿意在物流服务中投入努力.命题3指出,在产品价格外生下,物流服务努力是随着公平关切度递增的,这与产品价格内生的情景不同.

3PL公平关切对产品销售价格的影响如图3所示.可见,在集中式决策下,电商制定了最高的产品销售价格;在公平中性下,电商制定的产品销售价格是最低的;在公平关切下,产品的销售价格居中,并随着公平关切度递增.相较于公平中性,3PL的公平关切促使3PL降低了努力程度、电商提高了产品销售价格,双重边际效应加剧.

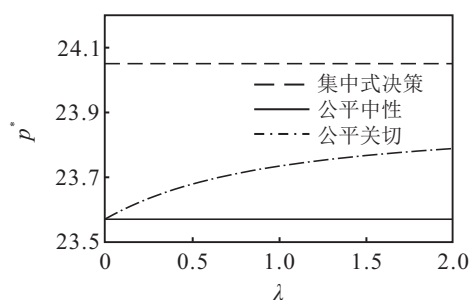


图3 公平关切对产品销售价格的影响

图4给出了产品期望需求随公平关切度的变化规律.可见,公平关切下的产品期望需求是最低的,并且随着公平关切度递减.在价格内生下,3PL的公平关切导致了努力程度的下降和产品销售价格的提高,产品期望需求的下降是必然的.

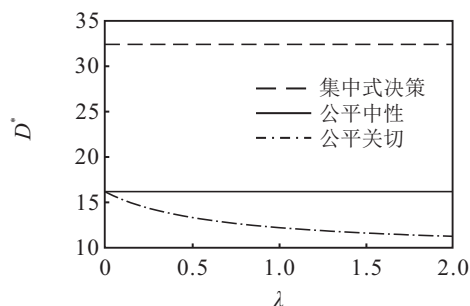


图4 公平关切对产品期望需求的影响

图5给出了电商期望利润随公平关切度的变化

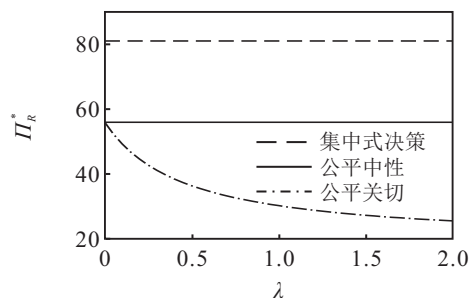


图5 公平关切对电商期望利润的影响

规律. 当3PL公平关切时, 电商获得了最小的期望利润, 并且随着公平关切度的增加而逐渐减小. 与价格外生情景一致, 产品价格内生下3PL的公平关切也降低了电商的期望利润. 此外, 图6表明, 公平关切同时也降低了电商供应链的期望利润.

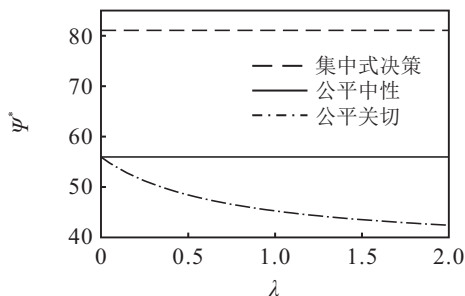


图6 公平关切对电商供应链期望利润的影响

5 结 论

针对产品价格外生与内生两种情况, 考虑第三方物流供应商的公平关切, 研究了电商供应链的物流契约设计问题. 研究表明: 价格外生下公平关切提高了物流服务努力程度与产品期望需求; 价格内生下公平关切的影响则相反; 无论价格外生或内生, 公平关切均降低了电商的期望利润与渠道表现. 所得结论能够为电商供应链的契约设计过程提供借鉴与参考. 电商可以针对产品价格外生与内生的不同决策环境, 依据第三方物流供应商公平关切程度的不同, 设计相应的物流配送契约, 实现利润的最大化. 然而, 第三方物流供应商的公平关切程度往往是第三方物流供应商的私有信息, 不能够为电商所掌握, 这是电商企业设计契约的难点. 同时, 需要考虑电商与第三方物流供应商的协调问题. 因此, 未来可研究私有信息下的契约设计问题和公平关切下协调契约设计问题.

参考文献(References)

- [1] Wang Y, Wallace S W, Shen B, et al. Service supply chain management: A review of operational models[J]. *European J of Operational Research*, 2015, 247(3): 685-698.
- [2] Bask A, Lipponen M, Tinnil M. E-commerce logistics: A literature research review and topics for future research[J]. *Int J of E-Services and Mobile Applications(IJESMA)*, 2012, 4(3): 1-22.
- [3] Rabinovich E, Knemeyer A M, Mayer C M. Why do Internet commerce firms incorporate logistics service providers in their distribution channels? The role of transaction costs and network strength[J]. *J of Operations Management*, 2007, 25(3): 661-681.
- [4] 吴庆, 但斌. 物流服务水平影响市场需求变化的TPL

- 协调合同[J]. *管理科学学报*, 2008, 11(5): 64-75.
- (Wu Q, Dan B. Third party logistics coordinating contracts with logistics service dependent market demand[J]. *J of Management Sciences in China*, 2008, 11(5): 64-75.)
- [5] Xing Y, Grant D B, McKinnon A C, et al. The interface between retailers and logistics service providers in the online market[J]. *J European of Marketing*, 2011, 45(3): 334-357.
- [6] Rao S, Goldsby T J, Griflis S E, et al. Electronic logistics service quality (e-LSQ): Its impact on the customer's purchase satisfaction and retention[J]. *J of Business Logistics*, 2011, 32(2): 167-179.
- [7] Teo J S E, Taniguchi E, Qureshi A G. Evaluating city logistics measure in e-commerce with multiagent systems[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 39: 349-359.
- [8] Xu S X, Cheng M, Huang G Q. Efficient intermodal transportation auctions for B2B e-commerce logistics with transaction costs[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2015, 80: 322-337.
- [9] Liu X, Gou Q L, Alwan L, et al. Option contracts: A solution for overloading problems in the delivery service supply chain[J]. *J of the Operational Research Society*, 2015, 66(12): 167-179.
- [10] Yao Y, Zhang J. Pricing for shipping services of online retailers: Analytical and empirical approaches[J]. *Decision Support Systems*, 2012, 53(2): 368-380.
- [11] 张晓楠, 范厚明, 李剑锋. B2C物流配送网络双目标模糊选址模型与算法[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(5): 1202-1213.
- (Zhang X N, Fan H M, Li J F. Bi-objective fuzzy location model and algorithm for the design of logistics distribution network in B2C e-commerce[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2015, 35(5): 1202-1213.)
- [12] Haitao Cui T, Raju J S, Zhang Z J. Fairness and channel coordination[J]. *Management Science*, 2007, 53(8): 1303-1314.
- [13] Yang J, Xie J, Deng X, et al. Cooperative advertising in a distribution channel with fairness concerns[J]. *European J of Operational Research*, 2013, 227(2): 401-407.
- [14] Katok E, Pavlov V. Fairness in supply chain contracts: A laboratory study[J]. *J of Operations Management*, 2013, 31(3): 129-137.
- [15] 柳键, 舒斯亮. 考虑公平关切的服务供应链协调契约[J]. *控制与决策*, 2015, 30(1): 98-104.
- (Liu J, Shu S L. Coordination contract of service supply chain considering fairness concerns[J]. *Control and Decision*, 2015, 30(1): 98-104.)
- [16] Ho T H, Su X, Wu Y. Distributional and peer-induced fairness in supply chain contract design[J]. *Production and Operations Management*, 2014, 23(2): 161-175.

(责任编辑: 郑晓蕾)