

信用支付下具有缺货厌恶的网购供应链协调研究

张露露, 闵 杰

(安徽建筑大学 数理学院, 安徽 合肥 230601)

摘 要: 信用支付作为网购中的重要支付方式, 文章考虑平台零售商和供应商分别具有缺货厌恶情况下, 建立随机需求下基于信用支付的网购供应链收益共享契约模型, 运用逆向归纳法, 分析缺货厌恶对网购供应链协调的影响。结果表明: 当平台零售商具有缺货厌恶时, 网购供应链可以实现协调, 此时批发价受信用期影响, 且随缺货成本的增加而降低, 其期望效用随厌恶系数增加而减少, 而供应商利润增加; 当供应商具有缺货厌恶时, 此时批发价受信用期影响, 且随缺货成本的增加而增加, 其期望效用随厌恶系数增加而减少, 而平台零售商利润增加; 平台零售商和网购供应链系统的最优订购量随着单位缺货成本的增加和信用期限的延长而增加。

关键词: 网购供应链; 缺货厌恶; 信用支付; 收益共享契约

中图分类号: F274

文献标识码: A

文章编号: 2095-8382(2022)02-071-07

Research on Online Supply Chain Coordination with Stockout-averse under Trade Credit

ZHANG Lulu, MIN Jie

(School of Mathematics and Physics, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China)

Abstract: Trade credit is an important payment method in online shopping. Considering that retailers and suppliers have stockout-averse respectively, this paper establishes a revenue sharing contract model of online shopping supply chain based on credit payment under random demand, and analyzes the impact of stockout-averse on online shopping supply chain coordination by backward induction. The results show that: when the platform retailer has the stockout-averse, the online shopping supply chain can realize coordination, and the wholesale price is affected by the credit period and decreases with the increase of the shortage cost, and the expected utility decreases with the increase of the aversion coefficient, while the supplier's profit increases; When the supplier has the stockout-averse, the wholesale price is affected by the credit period and increases with the increase of shortage cost, and its expected utility decreases with the increase of aversion coefficient, while the profit of the platform retailer increases; The optimal order quantity of platform retailers and online shopping supply chain system increases with the increase of unit shortage cost and the extension of credit period.

Keywords: online supply chain; stockout-averse; trade credit; revenue sharing contract

中国互联网络中心(CNNIC)第47次报告显示,自2013-2019年我国网购用户数量逐年上升,

2020年达到7.82亿人。快速增加的网购用户数量加快了网购供应链的发展,为加强合作,扩大需求,

收稿日期: 2021-04-09

基金项目: 安徽省自然科学基金项目(1908085MG228); 安徽建筑大学博士启动基金项目(2019QDZ04); 安徽省高校优秀拔尖人才培养资助项目(gxyqZD2019058)

作者简介: 张露露(1997-), 女, 硕士研究生, 研究方向为统计模型与预测;

闵杰(1978-), 男, 教授, 博士, 研究方向为库存控制理论与供应链管理。

供应商会为网购平台提供信用支付。由于缺货,导致网购平台的利润受损,影响了信誉,例如:苏宁、天猫平台出现缺货时,需向消费者按照订单金额的 30% 赔付。所以在信用支付下,考虑缺货对网购供应链的影响是符合实际的。

关于信用支付和缺货厌恶的研究,国内外已有一些成果。Goyal^[1] 最早提出信用支付下的 EOQ 模型;秦娟娟等^[2] 研究表明信用期的长短受最优订购量影响,且信用期会影响市场需求;于丽萍等^[3-6] 发现通过收益共享契约进行协调和管理,可提升业绩,改善供应链绩效。然而上述研究没有考虑供应链成员偏好对结果的影响,例如:Fisher 和 Raman^[7] 发现受偏好影响,决策者实际订购量会小于最优值;王永明等^[8] 发现供应链成员具有风险规避和公平偏好时也会对协调产生影响;Schweitzer 等^[9] 将决策偏好分为 8 种,其中最常见且影响较大的是缺货厌恶偏好;基于此,庞庆华等^[10-11] 考虑在销售商和供应商具有缺货厌恶情况下,分析缺货厌恶对最优订购量及收益分享比例的影响;王岩岩等^[12] 对需求转移下的报童模型进行探究;郭松^[13] 研究供应商具有缺货和浪费偏好对供应链成员及系统的影响;王永龙^[14] 研究需求受价格和努力影响时,具有缺货和浪费厌恶如何进行决策和契约选择问题。但关于供应商具有缺货厌恶研究较少,因此考虑供应链成员具有缺货厌恶时,收益共享契约如何对网购供应链进行协调显得更有实践意义。

综上所述,大部分研究只考虑信用支付或决策偏好下收益共享契约协调的问题,但将信用支付与决策偏好一起考虑的研究较为缺乏,也忽略缺货损失,因此本文以电商环境下的网购供应链为研究背景,在供应商向平台零售商提供信用支付基础上,考虑缺货成本下网购供应链成员均为风险中性,分别具有缺货厌恶及均有厌恶这几种情况,建立相应的收益共享契约模型,得出缺货厌恶与风险中性下网购供应链的收益,分析缺货厌恶对网购供应链成员以及供应链系统协调的影响。

1 模型描述

本文考虑由供应商、平台零售商和顾客组成的网购供应链,供应商给予平台零售商一段时间的信用支付期,并考虑缺货带来的损失。

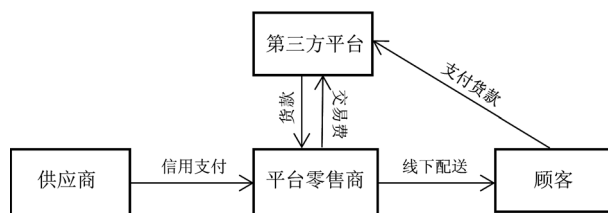


图 1 信用支付下网购供应链模型结构图

平台零售商的期望销售量:

$$S(Q) = E \min \{Q, x\} = Q - \int_0^Q F(x) dx \quad (1)$$

式中, x 为随机市场需求; $F(x)$ 为分布函数。

期望剩余:

$$I(Q) = \int_0^Q (Q - x) f(x) dx = Q - S(Q) = \int_0^Q F(x) dx \quad (2)$$

式中, $f(x)$ 为概率密度函数。

期望缺货:

$$L(Q) = \int_Q^\infty (x - Q) f(x) dx = \mu - S(Q) \quad (3)$$

需求 x 均值:

$$\mu = E(x) = \int_0^\infty x f(x) dx \quad (4)$$

2 模型建立

2.1 风险中性下的集中决策模型

网购供应链系统的期望利润:

$$\begin{aligned} E\Pi_{T1} &= (1 + i_r t - e) p S(Q) + v I(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t) Q - s L(Q) \\ &= [(1 + i_r t - e) p - v + s] S(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t - v) Q - s \mu \end{aligned} \quad (5)$$

式中, p 为价格; v 为残值; s 为单位缺货成本; t 为信用支付期 ($0 < t < 1$); c_r 为平台零售商单位产品的成本; c_s 为供应商单位产品的成本 ($c_s < w$); i_s 为供应商的资金成本率; i_r 为平台零售商的收益回报率; e 为交易费率。

(1)~(4)代入(5)式,得

$$Q_{T1}^* = F^{-1} \left[\frac{(1 + i_r t - e) p - (c_r + c_s + c_s i_s t) + s}{(1 + i_r t - e) p - v + s} \right] \quad (6)$$

2.2 风险中性下的分散决策模型

平台零售商的期望利润:

$$\begin{aligned} E\Pi_{r1} &= (1 + i_r t - e) p S(Q) + v I(Q) - (c_r + w) Q - s L(Q) \\ &= [(1 + i_r t - e) p - v + s] S(Q) - (c_r + w - v) Q - s \mu \end{aligned} \quad (7)$$

式中, w 为批发价。

供应商的期望利润:

$$E\Pi_{s1} = (w - c_s - c_s i_s t)Q \quad (8)$$

(1)~(4)代入(7)式,得

$$Q_{r1}^* = F^{-1} \left[\frac{(1+i_r t - e)p - (w + c_r) + s}{(1+i_r t - e)p - v + s} \right] \quad (9)$$

由(6)和(9)可知,在 $w > c_s + c_s i_s t$ 时, $Q_{r1}^* < Q_r^*$, 即平台零售商的最优订购量小于集中决策下的最优值。

2.3 风险中性下的收益共享模型

由于 $Q_{r1}^* < Q_r^*$, 因此供应商希望在价格上给予平台零售商一定的优惠后, 激励平台零售商增加订购量, 同时平台零售商需要将收入的 $(1-\phi)(0 \leq \phi \leq 1)$ 分享给供应商。

平台零售商期望利润:

$$\begin{aligned} E\Pi_{r2} &= \phi[(1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q)] - (c_r + w)Q - \phi sL(Q) \\ &= \phi[(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) - (c_r + w - \phi v)Q - \phi s\mu \end{aligned} \quad (10)$$

供应商期望利润:

$$\begin{aligned} E\Pi_{s2} &= (1-\phi)[(1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q)] \\ &\quad + (w - c_s - c_s i_s t)Q - (1-\phi)sL(Q) \\ &= (1-\phi)[(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) \\ &\quad - [(w - c_s - c_s i_s t) + (1-\phi)v]Q - (1-\phi)s\mu \end{aligned} \quad (11)$$

(1)~(4)代入(10)式,得

$$Q_{r2}^* = F^{-1} \left[\frac{\phi(1+i_r t - e)p - (w + c_r) + \phi s}{\phi[(1+i_r t - e)p - v + s]} \right] \quad (12)$$

收益共享契约下有: $Q_{r2}^* = Q_{r1}^*$, 可得

$$w_1 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) - c_r \quad (13)$$

由(13)得, $w_1 - (c_s + c_s i_s t) = (\phi - 1)(c_r + c_s + c_s i_s t)$, $0 \leq \phi \leq 1$, 则 $w_1 < c_s + c_s i_s t$, 说明收益共享契约下, 供应商会将批发价降低。

3 缺货厌恶下的收益共享契约模型

库存不足造成缺货, 不仅使网购供应链成员利润受损, 而且影响消费者或平台零售商的忠诚度。若发生缺货, 把供应链成员极力逃避这一情形称为缺货厌恶偏好。

3.1 平台零售商具有缺货厌恶

平台零售商的期望效用函数:

$$\begin{aligned} E[U_r(\Pi_{r2})] &= \phi[(1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q)] \\ &\quad - (c_r + w)Q - \phi sL(Q) - \beta \int_Q^\infty (x - Q)f(x)dx \\ &= \phi[(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) \\ &\quad - (c_r + w - \phi v)Q - \phi s\mu - \beta \int_Q^\infty (x - Q)f(x)dx \end{aligned} \quad (14)$$

式中, β 为平台零售商的单位缺货厌恶系数($\beta \geq 0$)。
命题 1 当平台零售商具有缺货厌恶偏好, 供应商风险中性时, 平台零售商存在最优订购量使自身效用最大化。

证明: (1)~(4)代入(14)式, 得

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 E[U_r(\Pi_{r2})]}{\partial Q^2} &= -\phi \left[(1+i_r t - e)p - v + s + \frac{\beta}{\phi} \right] f(Q) < 0 \\ E[U_r(\Pi_{r2})] &\text{是关于 } Q \text{ 的凹函数, 存在最优解,} \\ \text{令 } \frac{\partial E[U_r(\Pi_{r2})]}{\partial Q} &= 0, \text{得} \end{aligned}$$

$$Q_{r3}^* = F^{-1} \left\{ \frac{\phi(1+i_r t - e)p - (w + c_r) + \phi s + \beta}{\phi[(1+i_r t - e)p - v + s] + \beta} \right\} \quad (15)$$

证毕。

网购供应链系统的期望效用函数:

$$\begin{aligned} E[U_{rt}(\Pi_{r1})] &= (1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t)Q \\ &\quad - sL(Q) - \beta \int_Q^\infty (x - Q)f(x)dx \\ &= [(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t - v)Q \\ &\quad - s\mu - \beta \int_Q^\infty (x - Q)f(x)dx \end{aligned} \quad (16)$$

(1)~(4)代入(16)式, 得

$$Q_{r2}^* = F^{-1} \left[\frac{(1+i_r t - e)p - (c_r + c_s + c_s i_s t) + s + \beta}{(1+i_r t - e)p - v + s + \beta} \right] \quad (17)$$

根据 $Q_{r3}^* = Q_{r2}^*$, 由(14)和(16)式, 得

$$w_2 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) + (1-\phi)\beta \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \beta} - c_r \quad (18)$$

由 $w_2 > 0$, 可得

$$1 - \frac{(c_s + c_s i_s t)[(1+i_r t - e)p - v + s + \beta]}{(c_r + c_s + c_s i_s t)[(1+i_r t - e)p - v + s] + \beta v} < \phi \leq 1 \quad (19)$$

当 (w, ϕ) 符合(18)式和(19)式的条件时, 可以通过收益共享契约协调使订购量达到集中决策

下的最优值。

推论 1 平台零售商具有缺货厌恶时供应商的批发价格 w_2 受信用期 t 的影响, 批发价 w_2 随单位缺货成本 s 的增加而降低, 且随 s 增加越接近 w_1 。

证明: 由 (13) 式和 (18) 式可知, $w_1 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) - c_r$

$$w_2 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) + (1-\phi)\beta \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \beta} - c_r$$

由 w_2 可知, w_2 与 s 呈负相关, 且随 s 的增加而降低。当 s 增加越大时, w_2 与 w_1 越接近, 并且 w_2 均受到信用期 t 的影响。证毕。

推论 2 收益共享契约下, 平台零售商具有缺货厌恶时, 其期望效用 $E[U_r(\Pi_{r2})]$ 随 β 增加而减少, 但供应商的期望效用随 β 增加而增加。

证明: 收益共享契约下有 $Q_{r3}^* = Q_{r2}^*$, 由推论 1 供应商是理性的可知, 其为使自身收益达到最大从而提高批发价。此时平台零售商需要承担的损失主要有两部分, 一部分是由于缺货造成的损失 $\beta \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx$, 另一部分是批发价上升造成损失 $(w_2 - w_1)Q_{r3}^*$ 。将 (16) 式与 (5) 式比较, 网购供应链系统利润损失的部分就是由缺货造成的 $\beta \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx$, 且随 β 增加而增加。即随 β 的增加, $E[U_r(\Pi_{r2})]$ 减少, 但供应商的期望效用增加。证毕。

3.2 供应商具有缺货厌恶

供应商的期望效用函数:

$$\begin{aligned} E[U_s(\Pi_{s2})] &= (1-\phi)[(1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q)] \\ &\quad + (w - c_s - c_s i_s t)Q - (1-\phi)sL(Q) \\ &\quad - \alpha \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx \\ &= (1-\phi)[(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) \\ &\quad + [(w - c_s - c_s i_s t) + (1-\phi)v]Q - (1-\phi)s\mu \\ &\quad - \alpha \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx \end{aligned} \quad (20)$$

式中, α 为供应商的单位缺货厌恶系数 ($\alpha > 0$)。

命题 2 当供应商具有缺货厌恶偏好, 平台零售商风险中性时, 存在一个最优订购量, 使供应商效用最大化。

证明: (1)~(4)代入 (20) 式, 得

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 E[U_s(\Pi_{s2})]}{\partial Q^2} &= -(1-\phi) \left[(1+i_r t - e)p - v + s + \frac{\alpha}{1-\phi} \right] f(Q) < 0 \\ \text{令 } \frac{\partial E[U_s(\Pi_{s2})]}{\partial Q} &= 0, \text{ 得} \\ Q_s^* &= F^{-1} \left\{ \frac{(1-\phi)(1+i_r t - e)p + (w - c_s - c_s i_s t) + (1-\phi)s + \alpha}{(1-\phi)[(1+i_r t - e)p - v + s] + \alpha} \right\} \end{aligned} \quad (21)$$

证毕。

网购供应链系统在供应商具有缺货厌恶时的期望效用函数:

$$\begin{aligned} E[U_{sr}(\Pi_{r1})] &= (1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t)Q \\ &\quad - sL(Q) - \alpha \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx \\ &= [(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t - v)Q \\ &\quad - s\mu - \alpha \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx \end{aligned} \quad (22)$$

(1)~(4)代入 (22) 式, 得

$$Q_{r3}^* = F^{-1} \left[\frac{(1+i_r t - e)p - (c_r + c_s + c_s i_s t) + s + \alpha}{(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha} \right] \quad (23)$$

根据 $Q_s^* = Q_{r3}^*$, 由 (21) 和 (23) 式, 得:

$$w_3 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) + \phi\alpha \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha} - c_r \quad (24)$$

由 $w_3 > 0$, 得

$$\frac{c_r[(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha]}{(c_r + c_s + c_s i_s t)[(1+i_r t - e)p - v + s] + \alpha v} < \phi \leq 1 \quad (25)$$

当 (w, ϕ) 符合 (24) 式和 (25) 式条件时, 可通过收益共享契约协调使订购量达到集中决策下的最优值。

推论 3 供应商具有缺货厌恶时的批发价格受信用期 t 的影响, 批发价 w_3 随缺货成本 s 的增加而增加, 且随 s 增加越接近 w_1 。

证明: 由 (13) 式和 (24) 式可知 $w_1 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) - c_r$

$$w_3 = \phi(c_r + c_s + c_s i_s t) + \phi\alpha \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha} - c_r$$

由 w_3 可知, w_3 与 s 呈正相关, w_3 随缺货成本 s 的增加而增加。 s 增加越大, w_3 与 w_1 越接近, 并且 w_1, w_3 均受到信用期 t 的影响。证毕。

推论 4 收益共享契约下, 供应商具有缺货厌恶

时,供应商的期望效用函数 $E[U_s(\Pi_{s2})]$ 随 α 增加而减少,但平台零售商的期望效用随 α 增加而增加。

证明:收益共享契约下有 $Q_s^* = Q_{r3}^*$, 供应商具有偏好时,其为刺激平台零售商加大订购量来避免出现缺货,会降低批发价格。此时供应商需要承担的损失有两部分,一部分是由于缺货带来的损失为 $\alpha \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx$, 另一部分是批发价下降带来的损失 $(w_3 - w_1)Q_s^*$ 。将(22)与(5)式比较,网购供应链系统利润损失部分就是由缺货造成的 $\alpha \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx$ 。即随 α 增加, $E[U_s(\Pi_{s2})]$ 减少,但平台零售商期望效用增加。证毕。

3.3 平台零售商和供应商均具有缺货厌恶

网购供应链系统的期望效用函数:

$$\begin{aligned} E[U_r(\Pi_{r1})] &= (1+i_r t - e)pS(Q) + vI(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t)Q \\ &\quad - sL(Q) - (\alpha + \beta) \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx \\ &= [(1+i_r t - e)p - v + s]S(Q) - (c_r + c_s + c_s i_s t - v)Q \\ &\quad - s\mu - (\alpha + \beta) \int_0^\infty (x-Q)f(x)dx \end{aligned} \quad (26)$$

命题3 当网购供应链成员均具有缺货厌恶时,存在一个最优订购量使供应链系统效用最大化。

证明:(1)~(4)式代入(26)式中,得

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 E[U_r(\Pi_{r1})]}{\partial Q^2} &= -[(1+i_r t - e)p - v + s + (\alpha + \beta)]f(Q) < 0 \\ Q_{r4}^* &= F^{-1} \left[\frac{(1+i_r t - e)p - (c_r + c_s + c_s i_s t) + s + \alpha + \beta}{(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha + \beta} \right] \end{aligned} \quad (27)$$

证毕。

收益共享契约下,网购供应链达到协调时要满足 $Q_{r3}^* = Q_s^* = Q_{r4}^*$, 所以批发价应满足 $w_2 = w_3$ 。由(18)和(24)式,可得

$$\begin{aligned} (1-\phi)\beta \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \beta} \\ = -\phi\alpha \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha} \end{aligned}$$

$$\alpha > 0, \beta > 0 \text{ 可知, } (1-\phi)\beta \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \beta} > 0,$$

而 $-\phi\alpha \frac{(c_r + c_s + c_s i_s t) - v}{(1+i_r t - e)p - v + s + \alpha} < 0$, 此时不能协调。

4 算例分析

假设相关参数如下: $p=30, v=5, s=2, c_r=3, c_s=6, i_s=0.035, i_r=0.03, e=6\%, x \sim U(1000, 3500)$ 。

4.1 平台零售商具有缺货厌恶下的数值分析

令 $\phi=0.6$, 分析 β 与批发价格及网购供应链主体利润的关系, 如表1。

从表1可知, 供应商的批发价格和期望利润均随着 β 增加而增加, 而平台零售商和网购供应链总利润均随着 β 增加而减少, 验证了推论2。当 $\beta=0$ 时, 此时的模型就是风险中性下的模型, 在此状态下网购供应链总利润最大, 而批发价格却最小, 验证了推论1。当 β 增加到一定值时, 此时的平台零售商并不理性, 将会导致其利润小于零, 网购供应链无法达到协调。由于供应商本身是风险中性的, 理性的供应商希望自己所获得的利润能够达到最大, 所以会把批发价提高, 增加利润, 而平台零售商要为其偏好承担损失, 因此其利润减少。

表1 平台零售商的缺货厌恶系数与批发价格及供应链主体期望利润的关系

β	ω	$E\Pi_s$	$E\Pi_r$	$E\Pi_T$
0	2.42	17771.93	26657.89	44429.82
1	2.48	17962.06	24522.29	42484.35
2	2.54	18139.15	22362.92	40502.07
3	2.59	18304.47	20182.39	38486.86
4	2.64	18459.17	17982.92	36442.09
5	2.69	18604.23	15766.43	34370.66
6	2.73	18740.52	13534.61	32275.13
7	2.77	18868.81	11288.91	30157.72
8	2.81	18989.79	9030.62	28020.41
9	2.84	19104.06	6760.86	25864.92
10	2.88	19212.16	4480.63	23692.79
11	2.91	19314.58	2190.82	21505.41

4.2 供应商具有缺货厌恶下的数值分析

令 $\phi=0.6$, 分析 α 与批发价格及网购供应链主体利润的关系, 如表2。

由表2可知, 供应商的批发价格和期望利润随

着 α 增加而减少,网购供应链总利润也随 α 增加而减少,但平台零售商的期望利润却随 α 增加而增加,验证了推论 4。当 $\alpha = 0$ 时,此时的模型为风险中性下收益共享模型,在此状态下网购供应链总利润最大,且批发价格也最大,验证了推论 3。当 α 增加到一定值时,此时的供应商不理性,从而导致其利润小于零,无法达到协调。供应商有缺货厌恶时,会降低批发价来刺激平台零售商加大订购量,从而提高自身收益,且供应商要为自己的偏好承担损失,因此其利润减少。

表 2 供应商的缺货厌恶系数与批发价格及供应链主体期望利润的关系

β	ω	$E\Pi_s$	$E\Pi_r$	$E\Pi_T$
0	2.42	13902.39	30527.44	44429.82
1	2.33	11667.97	30816.39	42484.35
2	2.24	9416.71	31085.36	40502.07
3	2.17	7150.52	31336.35	38486.86
4	2.09	4871.00	31571.09	36442.09
5	2.02	2579.55	31791.11	34370.66
6	1.96	277.37	31997.76	32275.13

令 $\beta = 3, \alpha = 3$, 当网购供应链成员分别具有缺货厌恶时,分析单位缺货成本与平台零售商和网购供应链系统最优订购量的关系,如图 2。

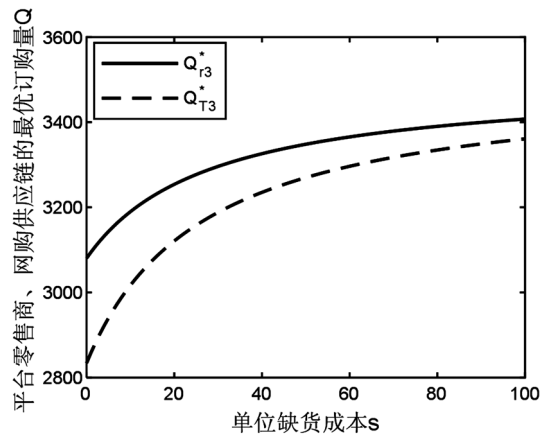


图 2 单位缺货成本与平台零售商和网购供应链系统最优订购量的关系

由图 2 可知,假设供应商风险中性时,平台零售商的最优订购量随缺货成本的增加而增加;平台

零售商为风险中性时,供应链系统的最优订购量均随着单位缺货成本的增加而增加。因为在实际销售过程中,单位缺货成本增加时,平台零售商为了避免缺货现象造成更多损失,通常会选择增加订购量。

令 $\beta = 3, \alpha = 3$, 当网购供应链成员分别具有缺货厌恶时,分析信用期限与平台零售商和网购供应链系统最优订购量的关系,如图 3。

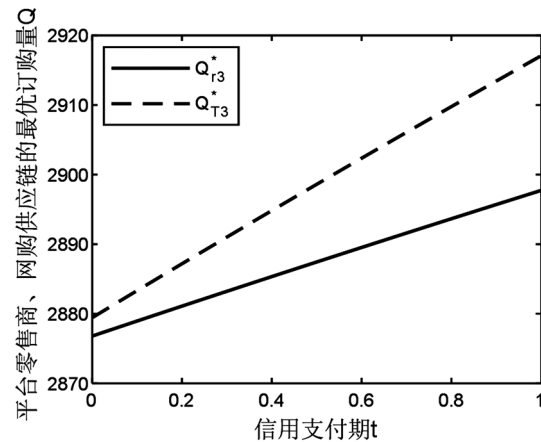


图 3 信用期与平台零售商和网购供应链最优订购量的关系

由图 3 可知,假设供应商风险中性,平台零售商的最优订购量随着信用支付期的延长而增加;平台零售商为风险中性时,供应链系统的最优订购随着信用支付期的延长而增加。因为在商品销售过程中,供应商会给平台零售商提供一段时间的信用支付期,希望通过这种方式能够使订购量增加,因此生活中许多供应商会延长信用期来激励平台零售商增加订购量。

5 结论

本文建立供应商给平台零售商提供信用支付的网购供应链模型,考虑缺货成本,并引入缺货厌恶。研究结论表明:(1)平台零售商具有缺货厌恶,此时批发价受信用期影响,且随单位缺货成本的增加而降低,越接近风险中性下的值,其期望效用随厌恶系数的增加而降低,而供应商的利润是增加的;(2)供应商具有缺货厌恶,此时批发价受信用期影响,且随单位缺货成本的增加而增加,越接近风险中性下的值,其期望效用随厌恶系数的增加而降低,而平台零售商的利润是增加的;(3)通过数值分析表明当平台零售商、供应商分别具有缺货厌恶时,平台零售商和网购供应链系统的最优订购量

随着单位缺货成本的增加和信用支付期的延长而增加。

参考文献:

- [1] Goyal S K.Economic order quantity under conditions of permissible delay in payments[J].Journal of the Operational Research Society,1985,36(4):335-338.
- [2] 秦娟娟.时变供需下基于商业信用的零售商最优订货策略[J].中国管理科学,2016,24(3):89-98.
- [3] 曾顺秋,骆建文.基于数量折扣的供应链交易信用激励机制[J].系统管理学报,2015,24(1):85-90.
- [4] 于丽萍,黄小原,邱若臻.基于商业信用的收入共享契约与供应链协调[J].运筹与管理,2009,18(1):42-46.
- [5] 张新,罗新星.损失厌恶型零售商参与的供应链商业信用与收益共享协同研究[J].管理学报,2017,14(5):759-766.
- [6] 白世贞,陶阳红,鄢章华.信用支付下基于收益共享契约的网购供应链协调策略研究[J].运筹与管理,2019,28(7):44-54.
- [7] Fisher M,Raman A.Reducing the cost of demand uncertainty through accurate response to early sales[J].Operations Research,1996,44(1):87-99.
- [8] 王永明,余小华,尹红丽.基于风险规避和公平偏好的供应链收益共享契约协调研究[J].中国管理科学,2021,29(7):148-159.
- [9] Schweitzer M E,Cachon G P.Decision bias in the newsvendor problem with a known demand distribution: experimental evidence[J].Management Science,2000,46(3):404-420.
- [10] 庞庆华,申竹沁.缺货厌恶下的供应链收益共享契约模型[J].太原师范学院学报(自然科学版),2011,10(4):116-121.
- [11] 庞庆华.具有缺货厌恶决策偏好的供应链收益共享契约模型研究[J].华东经济管理,2008,22(7):109-112.
- [12] 王岩岩,张骞骞.存在需求转移的多产品报童模型研究[J].安徽建筑大学学报,2020,28(01):87-94.
- [13] 郭松.考虑零售商主导下具有行为偏好供应商的供应链决策研究[J].统计与决策,2019,35(11):44-47.
- [14] 王永龙,蔡继荣.考虑供应商不同行为偏好的供应链决策研究[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2021,38(2):116-121.

(上接第70页)

个人舒适度,其中性别也应被考虑,实验需要进一步优化。

参考文献:

- [1] De Giuli V,da Pos O,de Carli M.Indoor environmental quality and pupil perception in Italian primary schools[J].Building and Environment,2012,56:335-345.
- [2] Zhang F,de Dear R,Hancock P.Effects of moderate thermal environments on cognitive performance:a multidisciplinary review[J].Applied Energy,2019,236:760-777.
- [3] Cho H.The effects of summer heat on academic achievement:a cohort analysis[J].Journal of Environmental Economics and Management,2017,83:185-196.
- [4] Sârbu I,Pacurar C.Experimental and numerical research to assess indoor environment quality and schoolwork performance in university classrooms[J].Building and Environment,2015,93:141-154.
- [5] Zhang F,Haddad S,Nakisa B,et al.The effects of higher temperature setpoints during summer on office workers' cognitive load and thermal comfort[J].Building and Environment,2017,123:176-188.
- [6] Wu H Z,Wu Y,Sun X Y,et al.Combined effects of acoustic,thermal,and illumination on human perception and performance:a review[J].Building and Environment,2020,169:106593.
- [7] Maula H,Hongisto V,Östman L,et al.The effect of slightly warm temperature on work performance and comfort in open-plan offices - a laboratory study.[J].Indoor air,2016,26(2).
- [8] Schiavon S,Yang B,Donner Y,et al.Thermal comfort, perceived air quality, and cognitive performance when personally controlled air movement is used by tropically acclimatized persons[J].Indoor Air,2017,27(3):690-702.
- [9] Barbic F,Minonzio M,Cairo B,et al.Effects of different classroom temperatures on cardiac autonomic control and cognitive performances in undergraduate students[J].Physiological Measurement,2019,40(5):054005.
- [10] Sun C,Han Y S,Luo L,et al.Effects of air temperature on cognitive work performance of acclimatized people in severely cold region in China[J].Indoor and Built Environment,2021,30(6):816-837.