

文章编号: 1001-0920(2012)08-1195-06

考虑缺货损失情形下损失厌恶零售商的订货决策

柳 键, 邱国斌, 黄 健

(江西财经大学 信息管理学院, 南昌 330013)

摘 要: 在随机需求情形下考虑缺货损失, 基于前景理论建立损失厌恶零售商的效用函数. 根据数理模型推导, 得到损失厌恶零售商订货量优化模型, 分析了损失厌恶零售商订货量与损失厌恶系数、零售价格、采购价格、单位残值、单位缺货损失的关系. 主要结论有: 订货量随着单位残值、单位缺货损失的增大而增大; 但随着损失厌恶系数、零售价格、采购价格的增大, 订货量可能增大, 也可能减小, 这表明损失厌恶会对订货决策产生重要影响. 最后, 通过算例进行仿真分析. 所得结果表明了订货量与损失厌恶系数、零售价格、采购价格、单位残值、单位缺货损失之间关系的正确性.

关键词: 损失厌恶; 缺货损失; 订货量; 随机需求

中图分类号: F272.3

文献标识码: A

Loss-averse retailer's order decision-making under stockout loss situation

LIU Jian, QIU Guo-bin, HUANG Jian

(School of Information Management, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China.

Correspondent: LIU Jian, E-mail: liujian3816@263.net)

Abstract: Under stochastic demand condition, considering stockout loss, loss-averse retailer's utility function is established based on prospect theory. According to mathematical model deduction, optimal order quantity model for loss-averse retailer is attained. Relationships of loss-averse retailer's order quantity with loss-averse coefficient, retail price, purchase price, unit salvage value, unit shortage loss are analyzed. Main conclusions show that order quantity increases with unit salvage value, unit shortage loss increasing, but increases or decreases with loss-averse coefficient, retail price, purchase price increasing, which indicates that loss-averse has important effect on order decision-making. Finally, simulation analysis shows the correctness of the relationships between order and loss-averse coefficient, retail price, purchase price, unit salvage value, unit shortage loss, respectively.

Key words: loss-averse; stockout loss; order quantity; stochastic demand

1 引 言

传统报童模型是指决策者基于风险中性选择最优的订货量以满足期望利润最大化, 然而, 现实中很多决策者的订货决策并不是与期望利润最大化相一致, 需求的不确定性导致供应链存在风险问题, 而决策者对待风险的态度往往存在较大差异. 所以, 近年来, 国内外出现了较多基于风险理论的供应链管理研究文献.

文献[1]基于前景理论方法对供应链的风险因素进行了深入阐述. [2]通过具体的实验表明, 与理论的利润最大化时的决策点相比较, 报童的实际决策都呈现出系统性地偏离该决策点的结论. [3]考虑需

求受到价格影响, 研究了单周期风险厌恶报童的订货和定价策略. 为了提高期望效用, 在乘法需求模式下, 零售商采用小订货量和高价格; 在加法需求模式下, 零售商将采用低价格. [4]基于前景理论研究风险厌恶零售商决策行为, 得出利益共享契约需要强制执行以及批量折扣契约会自动执行. [5]建立了损失厌恶报童的最优订货量模型, 并进行了静态分析比较. [6]研究了风险中性供应商和风险厌恶零售商的供应链协调问题, 研究表明, 传统的收益共享契约和回购契约都不能协调供应链. [7]考虑零售商和制造商均为风险厌恶型, 通过均值-方差方法研究了风险厌恶程度对供应链协调产生的影响. [8]考虑风险中

收稿日期: 2011-01-21; 修回日期: 2011-05-13.

基金项目: 国家自然科学基金项目(70861002, 70901036); 江西省教育厅科技项目(GJJ09290).

作者简介: 柳键(1964—), 男, 教授, 博士生导师, 从事物流与供应链管理等研究; 邱国斌(1976—), 男, 博士生, 从事物流与供应链管理的研究.

性供应商和损失厌恶零售商组成的供应链,在缺货损失情形下,得到批发价格契约下的订货量与供应链系统的最优订货量之间有较大偏差,但是,供应商可以通过价格补贴契约协调供应链.[9]研究了损失厌恶程度对于零售商订货量的影响,分析了目标函数与契约参数之间的本质联系,并对损失厌恶情形下的收益共享契约与风险中性情形进行了比较.[10]基于风险模型,研究了供应链上下游合作产品开发的报酬契约优化设计.[11]在不考虑缺货损失情形下,针对风险厌恶零售商,研究了供应商可以通过奖励和惩罚的回购契约激励零售商,并可以实现供应链协调.[12]针对风险中性与损失厌恶报童的决策进行了比较研究.[13]研究了风险厌恶报童订货问题,证明了风险权重越高,订货量越小.[14]运用期望效用理论研究了风险厌恶报童的决策行为,得出当零售价格高于某个临界值时,报童订货量随着零售价格的增大而减小.[15]考虑需求不确定情形下,研究销售商采取两部分定价(two-part pricing)服务对风险厌恶顾客的影响.[16]基于风险厌恶研究了最小最大随机线性优化问题.[17]在需求不确定情形下,考虑风险因素,构造了制造商的 weather-linked 折扣契约,研究表明该契约优于其他类型契约.[18]针对人们对风险厌恶的变化,通过实验表明了累积前景理论中有关概率权重与效用曲率之间的强正相关情形是不存在的。

关于风险因素,大多数文献只考虑供大于求时产品剩余所产生的损失风险,往往忽视了缺货损失风险对决策者的影响,而重点考虑缺货损失对损失厌恶决策者的影响的研究则更少.许多企业的订货决策并不完全与期望利润最大化相一致.“911”事件以后,尽管出现经济不景气,但是,很多连锁店继续增加订货,这些现象可能反映了企业的损失厌恶特性.因为当企业考虑缺货损失时,企业可能会增加订货,尽管会增大滞销成本,但是,减少订货可能损失更大.所以,很多企业为了规避缺货损失而增加订货.规避损失的意愿越强,订货量可能越大.目前企业超量订货、避免缺货是普遍现象,反映了企业对缺货损失厌恶的心态.因此,企业订货决策可能与企业的损失厌恶态度以及缺货损失高低有密切关系.所以,考虑缺货损失情形下损失厌恶企业的决策行为研究具有较强的现实意义.本文基于广泛采用的前景理论,考虑零售商面临不确定市场、存在产品剩余损失和缺货损失的情况下,通过理论和算例分析,研究了缺货损失因素对损失厌恶零售商的最优订货决策产生的不同影响,以及单位缺货损失、单位残值、损失厌恶程度、采购价格、零售价格等参数对订货量的影响,为该领域的研究提供了进一步的理论支持。

2 模型分析

本文考虑单个损失厌恶零售商情况.假设该零售商面对随机市场需求 d ,其概率密度函数为 $f(x)$,分布函数为 $F(x)$,均值为 μ ,方差为 σ^2 ,零售价格为 p ,采购价格为 w ,期末剩余产品的单位残值为 v ,它向上游采购的订货量为 q ,期末单位缺货损失为 g ,零售商损失厌恶系数 λ .基于理性,假设 $p > w > v$.

损失厌恶描述了决策者对待损失的厌恶程度超过了同样大小的收益.针对损失厌恶特性,本文基于前景理论,采用广泛运用于金融、经济、市场营销和组织行为学等领域的分段线性函数来刻画损失厌恶,其效用模型如下:

$$U(\Pi) = \begin{cases} \Pi, & \Pi > 0; \\ \lambda\Pi, & \Pi < 0. \end{cases}$$

其中 λ 为损失厌恶系数 ($\lambda \geq 1$), λ 值越大,意味着对损失的厌恶程度越高;反之,意味着对损失的厌恶程度越低.

根据假设,可以得到零售商利润为

$$\Pi = p \min\{q, d\} - wq + v[q - d]^+ - g[d - q]^+ = \begin{cases} pd - wq + v(q - d), & d < q; \\ pq - wq - g(d - q), & d \geq q. \end{cases}$$

由于考虑损失厌恶,下面分两种情况讨论零售商的期望效用.

1) 当 $d < q$ 时,零售商利润为 $\Pi_1 = pd - wq + v(q - d)$. 令 $\Pi_1 = 0$, 则需求的盈亏均衡点为 $d_1 = (w - v)q / (p - v)$. 即当需求量等于 $(w - v)q / (p - v)$ 时,零售商的利润为零;当需求量 $d \in [0, d_1]$ 时,零售商处于亏损状态;当需求量 $d \in (d_1, q)$ 时,零售商处于获益状态.因此,零售商的期望效用值为

$$U(\Pi_1) = \lambda \int_0^{d_1} \Pi_1 f(x) dx + \int_{d_1}^q \Pi_1 f(x) dx.$$

2) 当 $d \geq q$ 时,零售商利润为 $\Pi_2 = (p - w)q - g(d - q)$. 令 $\Pi_2 = 0$, 则需求的盈亏均衡点为 $d_2 = (p - w + g)q / g$, 即当需求量等于 $(p - w + g)q / g$ 时,零售商的利润为零;当需求量 $d \in [q, d_2]$ 时,零售商处于获益状态;当需求量 $d \in (d_2, \infty)$ 时,零售商处于亏损状态.因此,零售商的期望效用值为

$$U(\Pi_2) = \int_q^{d_2} \Pi_2 f(x) dx + \lambda \int_{d_2}^{\infty} \Pi_2 f(x) dx.$$

综合 1), 2) 两种情况,得到零售商的期望效用值为

$$U(\Pi) = U(\Pi_1) + U(\Pi_2) = (\lambda - 1) \left(\int_0^{d_1} \Pi_1 f(x) dx + \int_{d_2}^{\infty} \Pi_2 f(x) dx \right) + \int_0^q \Pi_1 f(x) dx + \int_q^{\infty} \Pi_2 f(x) dx. \quad (1)$$

将零售商期望效用式 (1) 对 q 求一阶导数, 得到

$$\frac{\partial U(\Pi)}{\partial q} = \int_{\frac{q(w-v)}{p-v}}^q (v-w)f(x)dx + \int_q^{\frac{q(p-w+g)}{g}} (p-w+g)f(x)dx + \lambda \left[p-w+g + \int_0^{\frac{q(w-v)}{p-v}} (v-w)f(x)dx - \int_0^{\frac{q(p-w+g)}{g}} (p-w+g)f(x)dx \right].$$

令 $\partial U(\Pi)/\partial q = 0$, 得到

$$\int_{\frac{q(w-v)}{p-v}}^q (v-w)f(x)dx + \int_q^{\frac{q(p-w+g)}{g}} (p-w+g)f(x)dx + \lambda \left[p-w+g + \int_0^{\frac{q(w-v)}{p-v}} (v-w)f(x)dx - \int_0^{\frac{q(p-w+g)}{g}} (p-w+g)f(x)dx \right] = 0. \quad (2)$$

由于 $p > v$, $\lambda \geq 1$, 有

$$\begin{aligned} \partial^2 U(\Pi)/\partial q^2 = & -(p-v+g)f(q) - [g(w-v)^2 f(q(w-v)/(p-v)) + \\ & (p-v)(p-w+g)^2 f(q(p-w+g)/g)] \times \\ & (\lambda-1)/(p-v)g < 0. \end{aligned}$$

对式 (2) 求解得到的订货量为零售商的最优订货量, 记为 q^* . 当 $\lambda = 1$ 时, 式 (2) 转化为如下损失中性 (即对损失无厌恶倾向) 情形下零售商最优订货量优化模型:

$$\int_0^q f(x)dx = (p-w+g)/(p-v+g).$$

由式 (2) 可以得到, 订货量除了与需求概率分布有关, 还与 λ, p, v, w, g 这 5 个参数有关. 下面分析这 5 个参数的变化对于零售商订货量的影响.

定理 1 当 $(p-w+g)F(d_2^*) + (w-v)F(d_1^*) < p-w+g$ 时, 零售商最优订货量 q^* 随着损失厌恶系数 λ 的增大而增大; 当 $(p-w+g)F(d_2^*) + (w-v)F(d_1^*) > p-w+g$ 时, 零售商最优订货量 q^* 随着损失厌恶系数 λ 的增大而减小.

证明 根据式 (2), 由隐函数求导可得

$$\begin{aligned} dq^*/d\lambda = & - \left(p-w+g + \int_0^{\frac{q^*(w-v)}{p-v}} (v-w)f(x)dx - \int_0^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} (p-w+g)f(x)dx \right) / (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}) = \\ & - ((p-w+g) - ((p-w+g)F(d_2^*) + (w-v)F(d_1^*))) / (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}). \end{aligned}$$

因为 $\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2} < 0$, 所以当 $(p-w+g)F(d_2^*) + (w-v)F(d_1^*) < p-w+g$ (记为 C_1) 时, $dq^*/d\lambda > 0$; 当 $(p-w+g)F(d_2^*) + (w-v)F(d_1^*) > p-w+g$ (记

为 C_2) 时, $dq^*/d\lambda < 0$. \square

定理 1 表明了当满足条件 C_1 时, 零售商的订货量随损失厌恶系数的增大而增大, 这与文献 [8] 结论相同. 同时, 当满足条件 C_2 时, 零售商的订货量随损失厌恶系数的增大而减小, 这种情形与 [9] 的结论一致. 所以, 本文是在 [8-9] 的基础上考虑损失厌恶情形下的延伸推广, 结论更具一般性. 值得一提的是, 条件 C_1, C_2 与需求分布密切相关, 当不考虑缺货损失, 即 $g = 0$, $d_2^* = (p-w+g)q^*/g$ 是无穷大时, 容易得到 $(p-w)F(d_2^*) + (w-v)F(d_1^*) > p-w$. 所以, 条件 C_2 一定成立, 需求分布不会影响订货量与损失厌恶系数的关系, 零售商的订货量将随 λ 的增大而减小. 但是, 当考虑缺货损失时, 需求分布不同, 可能导致条件 C_1 或条件 C_2 成立, 因而需求分布会影响订货量与损失厌恶系数之间的关系.

定理 2 当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) < \frac{(w-v)}{p-v}d_1^*f(d_1^*) + \frac{\lambda - F(q^*)}{\lambda - 1}$$

时, 零售商最优订货量 q^* 随着零售价格 p 的增大而增大; 当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) > \frac{(w-v)}{p-v}d_1^*f(d_1^*) + \frac{\lambda - F(q^*)}{\lambda - 1}$$

时, 零售商最优订货量 q^* 随着零售价格 p 的增大而减小.

证明 根据式 (2), 由隐函数求导可得

$$\begin{aligned} dq^*/dp = & - \left(q^*(\lambda-1)(v-w)^2 f[q^*(w-v)/(p-v)]/(p-v)^2 + \right. \\ & \left. \left(-q^*(p-w+g)(\lambda-1)f[q^*(p-w+g)/g] + \right. \right. \\ & \left. \left. g \left(\int_{q^*}^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} f(x)dx + \lambda - \int_0^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} f(x)dx \right) \right) / g \right) / (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}) = \\ & - ((\lambda-1)(w-v)d_1^*f(d_1^*)/(p-v) + \lambda - (\lambda-1)(d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*)) - F(q^*)) / (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}). \end{aligned}$$

因为 $\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2} < 0$, 所以当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) < \frac{(w-v)}{p-v}d_1^*f(d_1^*) + \frac{\lambda - F(q^*)}{\lambda - 1}$$

(记为 C_3) 时, $dq^*/dp > 0$; 当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) > \frac{(w-v)}{p-v}d_1^*f(d_1^*) + \frac{\lambda - F(q^*)}{\lambda - 1}$$

(记为 C_4) 时, $dq^*/dp < 0$. \square

定理 2 表明了零售商订货量随零售价格的增大可能增大也可能减小. 这与损失中性情形下订货量随着零售价格的增大而保持增大的结果不同, 主要是因为若 $\lim_{\lambda \rightarrow 1} 1/(\lambda-1) = \infty$, 则 C_3 条件一定满足, $dq^*/dp > 0$, 即随着零售价格增大, 损失中性决策者 ($\lambda = 1$) 观察到无论产品剩余损失与缺货损失两者之

间的大小如何,都不会影响其决策,所以,为了实现利润最大化,零售商始终会提高其产品订货量.而对于损失厌恶决策者而言,随着 p 值增大, $(w-v)d_1^*f(d_1^*)/(p-v)$ 呈递减趋势,而 $d_2^*f(d_2^*)+F(d_2^*)$ 呈递增趋势, dq^*/dp 的值可能由正到负,即损失厌恶决策者($\lambda > 1$)观察到产品剩余损失大于缺货损失可能性是存在的.所以,为了规避此风险,零售商会减少订货量.

定理 3 零售商最优订货量 q^* 随着产品的单位残值 v 增大而增大.

证明 根据式(2),由隐函数求导可得

$$dq^*/dv = -\left(q^*(p-w)(w-v)(\lambda-1)f\left(\frac{q^*(w-v)}{p-v}\right)\right)/(p-v)^2 + \int_{\frac{q^*(w-v)}{p-v}}^{q^*} f(x)dx + \lambda \int_0^{\frac{q^*(w-v)}{p-v}} f(x)dx \Big/ (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}).$$

因为 $p > w > v$, $\lambda \geq 1$, $\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2} < 0$, 所以, $dq^*/dv > 0$, 即零售商最优订货量 q^* 关于产品的单位残值 v 单调递增. \square

定理3表明了零售商的订货量随单位残值的增大而增大,这是符合客观现实的.因为当供小于求时,不存在产品残值,但零售商需要通过增加订货量来减小其缺货损失;当供大于求时,期末产品的单位残值越高,零售商的损失也会越少.所以,随着单位残值增大,刺激零售商在其成本承受范围内不断增加其采购数量,以增大其单位产品的收益.

定理 4 当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) > d_1^*f(d_1^*) + \frac{1}{\lambda-1}$$

时,零售商最优订货量 q^* 随着采购价格 w 的增大而增大;当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) < d_1^*f(d_1^*) + \frac{1}{\lambda-1}$$

时,零售商最优订货量 q^* 随着采购价格 w 的增大而减小.

证明 根据式(2),由隐函数求导可得

$$dq^*/dw = -\left(q^*(v-w)f\left(\frac{q^*(w-v)}{p-v}\right)(\lambda-1)/(p-v) + \left(q^*(p-w+g)(\lambda-1)f\left(\frac{q^*(p-w+g)}{g}\right) + g\left(-\int_{q^*}^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} f(x)dx - \int_{\frac{q^*(w-v)}{p-v}}^{q^*} f(x)dx + \lambda\left(-1 - \int_0^{\frac{q^*(w-v)}{p-v}} f(x)dx + \int_0^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} f(x)dx\right)\right)\right) \Big/ (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}) = -\left(-d_1^*(\lambda-1)f(d_1^*) - 1 + d_2^*(\lambda-1)f(d_2^*) +$$

$$(\lambda-1)F(d_2^*)\Big/(\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}).$$

因为 $\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2} < 0$, 所以当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) > d_1^*f(d_1^*) + \frac{1}{\lambda-1}$$

(记为 C_5)时, $dq^*/dw > 0$; 当

$$d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*) < d_1^*f(d_1^*) + \frac{1}{\lambda-1}$$

(记为 C_6)时, $dq^*/dw < 0$. \square

定理4表明了随着采购价格的增大,零售商订货量可能增大也可能减小,这与损失中性情形下订货量随着采购价格增大而始终减小的结论不同.因为若 $\lim_{\lambda \rightarrow 1} 1/(\lambda-1) = \infty$, 则 C_6 条件一定满足,所以, $dq^*/dw < 0$, 即随着采购价格增大,损失中性决策者($\lambda = 1$)观察到无论产品剩余损失与缺货损失两者之间的大小如何,都不会影响其决策.所以,为了实现利润最大化,零售商始终会减小其产品订货量.对于损失厌恶决策者而言,需求分布不同可能导致条件 C_5 成立,因而需求分布会影响订货量与采购价格之间的关系.随着 w 值增大, $d_1^*f(d_1^*)$ 呈递增趋势,而 $d_2^*f(d_2^*) + F(d_2^*)$ 呈递减趋势, dq^*/dw 的值可能出现由正到负,即损失厌恶决策者($\lambda > 1$)观察到缺货损失大于产品剩余损失的可能性是存在的,所以,为了规避此风险,零售商会增加订货量.当然,缺货损失小于产品剩余损失的可能性也是存在的,所以,为了降低成本,零售商会减小订货量,这与文献[8-9]的结论相同.

定理 5 零售商最优订货量 q^* 随产品单位缺货损失 g 的增大而增大.

证明 根据式(2),由隐函数求导可得

$$dq^*/dg = -\left(q^*(p-w)(p-w+g)(\lambda-1)f\left(\frac{q^*(p-w+g)}{g}\right) + g^2\left(\int_{q^*}^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} f(x)dx + \lambda\left(1 - \int_0^{\frac{q^*(p-w+g)}{g}} f(x)dx\right)\right)\right) \Big/ (\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2}).$$

因为 $p > w > v$, $\lambda \geq 1$, $\partial^2 U(\Pi)/\partial q^{*2} < 0$, 所以 $dq^*/dg > 0$, 即零售商最优订货量 q^* 关于产品的单位缺货损失 g 单调递增. \square

定理5表明了随着单位缺货损失的增加,在其他条件不变的前提下,零售商的订货量将增加.该结论与文献[8]结论相同.因为当供小于求时,单位缺货损失越高,零售商的机会损失也越大.所以,随着单位缺货损失增大,刺激零售商在其成本承受范围内不断增加其订货量,以减少缺货损失成本.当供大于求时,不存在缺货损失,但为了不发生亏损,零售商需要通过增加订货量来提高单位产品的收益.

3 算例分析

假设市场需求服从均匀分布 $X \sim U[0, 100]$, 损失厌恶系数 $\lambda = 2$, 零售价格 $p = 12$, 采购价格 $w = 6$, 残值 $v = 2$, 单位缺货损失 $g = 1$, 根据第 2 节订货量优化模型, 运用 Mathematica 软件, 得到订货量与各参数的关系如图 1~图 5 所示.

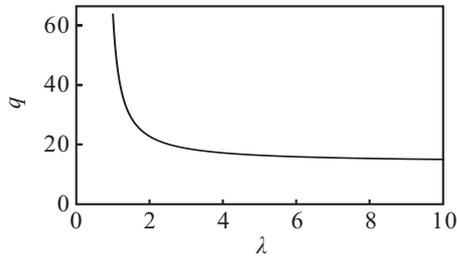


图 1 损失厌恶系数对订货量的影响

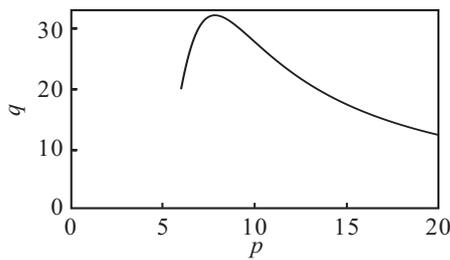


图 2 零售价格对订货量的影响

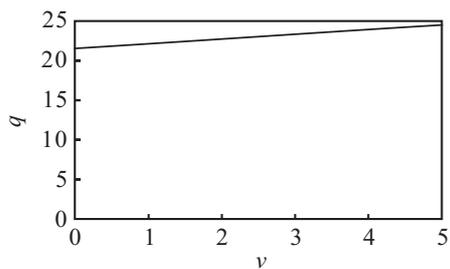


图 3 单位残值对订货量的影响

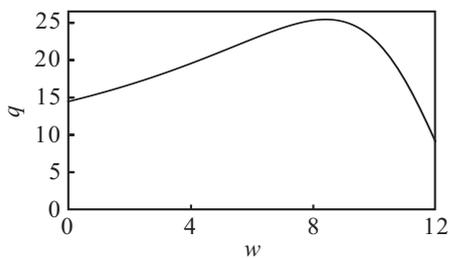


图 4 采购价格对订货量的影响

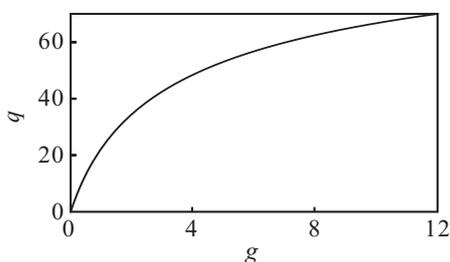


图 5 单位缺货损失对订货量的影响

图 1 表明, 当 $\lambda \geq 1$ 时, 条件 C_2 始终满足, 零售商的订货量随损失厌恶系数的增大而减小. 因为零售商考虑在此市场环境下的产品剩余损失一定大于缺货损失, 所以, 为了减小损失, 损失厌恶零售商会减少其订货量. 而且, 当 $\lambda \in (1, 2)$ 时, 订货量下降很快, 当 $\lambda \in (2, \infty)$ 时, 订货量下降速度明显变慢, 并逐渐趋于平稳.

图 2 表明, 随零售价格的增大, 零售商的订货量先迅速增大后缓慢减小. 因为当零售价格在 $(6, 8)$ 范围波动时, 零售商观察到缺货损失大于产品剩余损失, 所以, 通过增大订货量来减小损失; 但是, 当零售价格超过 8 后, 零售商观察到产品剩余损失大于缺货损失, 担心其订货量太多而导致成本增加, 为了降低成本, 零售商的订货量逐步减少. 所以, 导致随着零售价格的增大, 零售商的订货量先增大后减小.

图 3 表明, 零售商的订货量随单位残值的增大而增大. 图 4 表明, 随采购价格的增大, 零售商订货量先缓慢增大后迅速减少. 因为当采购价格在 $(0, 9)$ 范围波动时, 其缺货损失大于产品剩余损失, 零售商通过缓慢增大订货量来减小缺货损失; 但是, 当采购价格达到 $(9, 12)$ 范围时, 产品剩余损失大于缺货损失, 零售商迅速减少其订货量. 因此, 导致随着采购价格的增大, 零售商的订货量先增大后减小.

图 5 表明, 零售商的订货量随单位缺货损失增大而增大, 且增大的趋势逐渐变得缓慢. 因为单位缺货损失提高, 零售商通过增大订货量避免由于缺货带来的额外损失, 同时, 当缺货损失在 $(4, 12)$ 范围波动时, 订货量的增长趋势明显变得缓慢, 零售商的期望效用在一定需求水平条件下达到最优, 使得其订货量趋于稳定.

4 结 论

缺货损失是供应链管理中常见的现象, 对该问题的分析有助于对损失厌恶情形下的供应链特点进行深入探究. 本文基于前景理论, 考虑缺货损失因素的影响, 对损失厌恶零售商的订货决策进行分析, 得到如下主要结论: 订货量随着损失厌恶系数、零售价格、采购价格的增大可能增大, 也可能减小, 这与损失中性下订货量随零售价格增大而始终增大、随采购价格增大而始终减小的结果不同, 并且订货量决策明显与损失厌恶程度有关; 订货量随单位残值、单位缺货损失增大而增大.

本文只考虑了缺货损失对于一个损失厌恶零售商订货决策产生的影响, 而缺货损失对于供应链上下游均为损失厌恶型企业之间的博弈和协调等方面的影响, 以及缺货损失为产品数量的线性、非线性函数情形下对于供应链成员决策的影响有待进一步研究.

参考文献(References)

- [1] Daniel K, Amos T. Prospect theory: An analysis of decisions under risk[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263-291.
- [2] 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.
- [3] Agrawal V, Seshadri S. Impact of uncertainty and risk aversion on price and order quantity in the newsvendor problem[J]. *Manufacturing Service Operations Management*, 2000, 2(4): 410-423.
- [4] 索寒生, 储洪胜, 金以慧. 带有风险规避型销售商的供需链协调[J]. *控制与决策*, 2004, 19(9): 1042-1044.
(Suo H S, Chu H S, Jin Y H. Supply chain coordination with risk aversion retailers[J]. *Control and Decision*, 2004, 19(9): 1042-1044.)
- [5] 文平. 损失厌恶的报童——预期理论下的报童问题新解[J]. *中国管理科学*, 2005, 13(6): 64-68.
(Wen P. The loss averse newsboy — The solution of newsboy problem under prospect theory[J]. *Chinese J of Management Science*, 2005, 13(6): 64-68.)
- [6] Gan X H, Sethi S, Yan H M. Channel coordination with a risk-neutral supplier and a downside-risk-averse retailer[J]. *Production and Operations Management*, 2005, 14(1): 80-89.
- [7] Choi T M, Li D, Yan H M, et al. Channel coordination in supply chains with agents having mean-variance objectives[J]. *Omega*, 2008, 36(4): 565-576.
- [8] 刘珩, 潘景铭, 唐小我. 基于损失厌恶型零售商的易逝品供应链价格补贴契约研究[J]. *控制与决策*, 2010, 25(8): 1149-1154.
(Liu H, Pan J M, Tang X W. Research on perishable product supply chain markdown money contract with a loss-averse retailer[J]. *Control and Decision*, 2010, 25(8): 1149-1154.)
- [9] 林志炳, 蔡晨, 许保光. 损失厌恶下的供应链收益共享契约研究[J]. *管理科学学报*, 2010, 13(8): 33-41.
(Lin Z B, Cai C, Xu B G. Revenue sharing analysis of supply chain with loss aversion[J]. *J of Management Sciences In China*, 2010, 13(8): 33-41.)
- [10] 张子健, 刘伟. 供应链合作产品开发中的双边道德风险与报酬契约设计[J]. *科研管理*, 2008, 29(5): 102-110.
(Zhang Z J, Liu W. Double moral hazard and compensatory contract design for collaborative product development in supply chain[J]. *Sciences Research Management*, 2008, 29(5): 102-110.)
- [11] 王虹, 周晶. Loss-averse 零售商参与的供应链协调机制研究[J]. *统计与决策*, 2009, 279(3): 180-182.
(Wang H, Zhou J. Research on supply chain collaborative mechanism with loss-averse retailer[J]. *Statistics and Decision*, 2009, 279(3): 180-182.)
- [12] Wang C X, Webster S. The loss-averse newsvendor problem[J]. *Omega*, 2009, 37(3): 93-105.
- [13] Choi S Y, Ruzczynski A. A risk-averse newsvendor with law invariant coherent measures of risk[J]. *Operations Research Letters*, 2008, 36(1): 77-82.
- [14] Wang C X, Webster S, Suresh N C. Would a risk-averse newsvendor order less at a higher selling price?[J]. *European J of Operational Research*, 2009, 196(2): 544-553.
- [15] Png I P L, Wang H. Buyer uncertainty and two-part pricing: Theory and applications[J]. *Management Science*, 2010, 56(2): 334-342.
- [16] Bertsimas D, Doan X V, Natarajan K, et al. Models for minimax stochastic linear optimization problems with risk aversion[J]. *Mathematics of Operations Research*, 2010, 35(3): 580-602.
- [17] Chen F Y, Yano C A. Improving supply chain performance and managing risk under weather-related demand uncertainty[J]. *Management Science*, 2010, 56(8): 1380-1397.
- [18] Qiu J Y, Steiger E M. Understanding the two components of risk attitudes: An experimental analysis[J]. *Management Science*, 2011, 57(1): 193-199.

(上接第1194页)

- [9] 赵冬斌, 刘德荣, 易建强. 基于自适应动态规划的城市交通信号优化控制方法综述[J]. *自动化学报*, 2009, 35(6): 676-681.
(Zhao D B, Liu D R, Yi J Q. An overview on the adaptive dynamic programming based urban city traffic signal optimal control[J]. *Acta Automatica Sinica*, 2009, 35(6): 676-681.)
- [10] Hagan M T, Demut H B, Beale M. Neural network design[M]. Beijing: China Machine Press, 2002: 22-24.