文章编号: 1001-0920(2018)01-0101-10 DOI: 10.13195/j.kzyjc.2016.1423

两种需求模式下过度自信零售商的最优定价和订货联合决策

陈克贵[1], 王新宇[1†], 黄 敏[2], 宋学锋[3]

(1. 中国矿业大学 管理学院，江苏 徐州 221116；2. 东北大学 信息科学与工程学院，沈阳 110004；3. 南京财经大学 管理科学与工程学院，南京 210046)

摘 要: 以报童模型为背景,研究过度自信零售商对市场需求的信念存在偏差时的决策问题. 在加法和乘法需求模式下,探讨需求依赖价格和缺货加急订货时零售商最优定价订货联合决策问题. 证明最优决策的存在性及唯一性,并给出最优决策的解析式. 讨论过度自信对最优决策和期望利润的影响,分析过度自信零售商和理性零售商的信念期望利润与实际利润对比变化情况. 对比结果表明,过度自信导致零售商利润的损失,能够为现实中零售商的定价订货决策提供理论依据.

关键词: 过度自信；报童模型；需求依赖价格；最优定价订货决策

中图分类号: F273.7 **文献标志码:** A

Joint pricing and order quantities decisions for overconfident retailers with two demand cases

CHEN Ke-gui[1], *WANG Xin-yu*[1†], *HUANG Min*[2], *SONG Xue-feng*[3]

(1. School of Management，China University of Mining and Technology，Xuzhou 221116，China；2. School of Information Science and Technology，Northeastern University，Shenyang 110004，China；3. School of Management Science and Engineering，Nanjing University of Finance and Economics，Nanjing 210046，China)

Abstract: The paper studies the decision-making approach of an overconfident newsvendor taking into account the influence of the retailer's biased belief on the actual demand. Considering the emergency purchasing cost, this paper investigates the joint decisions about order quantities and pricing of overconfident retailers with the price-dependent demand which is affected additively and multiplicatively by a random factor, respectively. The existence and uniqueness of the joint pricing and ordering decisions are proved for two different demand models, and the expressions of optimal decisions are deduced. Then the impact of the retailer's overconfidence on its optimal decisions and the corresponding actual and belief expected profit are discussed, the profit of overconfident and the rational retailers are further compared. It is found that, overconfidence behavior leads to the loss of expected profits of the retailer, which provides theoretical evidence for the pricing and ordering decisions.

Keywords: overconfidence；newsvendor model；price-dependent demand；optimal pricing and ordering decisions

0 引 言

报童模型是运作管理中研究库存控制问题的基本模型,同时在生产、服务、管理、金融等领域有着广泛的应用,报童模型及其一系列扩展问题也得到了充分的研究. 传统的报童模型主要集中于单个决策者在随机需求下确定最优订货量的问题,却将销售价格看作外生变量忽视了价格对订货决策的影响. 在现实中零售商通常通过调整商品零售价去影响其市场需求,即市场需求依赖于商品的价格. Whitin[1] 首次在报童模型中引入了销售价格,建立了受销售价格影响的需求函数,用于解决需求波动情况下的库存决策问题,并求得了最优订货量与销售价. 此后,报童模

收稿日期: 2016-11-09；**修回日期:** 2017-02-18.

基金项目: 国家杰出青年科学基金项目(71325002)；国家自然科学基金重点国际合作研究项目(71620107003)；国家自然科学基金创新研究群体项目(61621004)；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)；教育部人文社会科学研究基金项目(17YJC630012)；中国博士后科学基金项目(2015M570492).

作者简介: 陈克贵(1984−), 男, 讲师, 从事物流与供应链管理、行为运筹学等研究；王新宇(1974−), 男, 教授, 博士生导师, 从事行为金融、金融系统工程等研究.

†通讯作者. E-mail: wxy_cumt@163.com

型便成为需求不确定库存问题的经典模型,并得到了广泛的应用和推广,零售商的联合定价与订货问题便引起了学术界的关注. Mills[2] 和Karlin等[3] 分别探讨了随机市场需求是线性加函数和弹性乘函数的形式,且都依赖于销售价格的报童模型. Polatoglu[4] 同时考虑了加法需求模式和乘法需求模式的报童模型,但分别是在均匀分布和指数分布下的随机需求. Petruzzi等[5] 研究了将销售价格作为内生变量的报童模型,也分别考虑了加法需求和乘法需求两种形式的依赖价格的需求函数,求得了两种需求模式下的最优解及其存在的充分条件,并进一步探讨了多周期随机库存问题. 刘玉霜等[6] 分别在加法和乘法两种需求形式下,研究了随机市场需求受销售价格影响,并考虑缺货惩罚的报童模型的最优定价-订购联合决策问题. 本文的研究也正是基于这两种随机市场需求模式.

上述报童模型及其定价和订货决策问题的研究将决策者视为完全理性人的分析框架之下,忽视了决策者的行为特性. 在实际运作中存在许多复杂性和不确定性因素,导致决策者并不能做到完全理性地进行决策,行为研究和心理学的研究表明人的认知偏差会对决策过程和结果产生显著影响[7-8]. 虽然报童模型的最优订货决策早有定论,但大量的研究表明企业很难实现这些最优决策,实验研究也表明订购行为与报童模型的最优决策有偏差[9]. Fisher等[10] 通过实证分析研究表明,报童模型的理论最优解与实际决策之间存在较大的偏差. Schweitzer等[9] 通过行为实验的方法进一步证实了该偏差的存在,并提出在低利润产品中决策者的实际订货量大于报童模型最优订货量,而在高利润产品中决策者的实际订货量要小于报童模型最优订货量. Wang等[11] 进一步考虑了缺货惩罚时的情形. 之后,Bolton等[12] 发现,实验样本容量扩大后报童模型的决策偏差现象依然存在,并证实了该现象具有鲁棒性. Benzion等[13] 研究表明,当随机需求分布函数已知和未知时,决策者都表现出报童模型决策偏差的现象. 国内学者对报童模型的行为决策问题的研究也取得了一些成果,文平[14] 研究了损失规避下报童模型的最优订货策略,并进行了分析比较,但是没有考虑需求依赖价格的情形. 张鹏等[15] 应用前景理论,在加法需求模式和乘法需求模式下研究损失规避零售商的最优订货-定价联合决策问题,并给出了最优决策的存在性充分条件,但没有考虑因缺货而带来的缺货惩罚成本或者加急订货成本问题. 在现实中,市场需求并不一定都能够被满足,一旦需求不能被满足便会产生缺货,缺货的情况发生即会衍生出缺货惩罚和加急订货成本. 本文在两种需求模式下,假设随机需求受商品的市场价格影响,并考虑了因缺货而带来的加急订货成本问题,以及零售商的过度自信行为,从而研究有所不同.

过度自信在行为运作管理和行为金融学方面受到极大关注,指人们对自己的能力、知识和对未来的预测表现出过分的乐观和自信. Weinstein[16] 研究发现,人们总是趋向于过高估计自身的知识和能力水平以及对成功的贡献度. Moore等[17] 提出3类过度自信行为:过高估计,过高定位和过度精确,前两类强调的是决策者过高估计自己的能力,第3类强调的是决策者过高估计的预测准确度. 目前已有学者将过度自信引入供应链管理的研究中,Ren等[18] 探讨了过度自信的报童模型,并采用过度精确来描述决策者过度自信行为,证实了过度自信是导致报童模型中存在均值偏向效应的原因. 周永务等[19] 借用报童模型,设定了一个期望需求及方差预测都存在偏差的过度自信零售商,进而比较了过度自信的零售商与理性零售商在订购量和利润两方面的偏差,但没有考虑定价及缺货惩罚问题. 李昌文等[20] 在广告费用与订货量的联合决策报童模型中引入了个体过度自信的行为特征,证明了过度自信零售商的决策和收益要偏离理性时的情形,但都没考虑缺货惩罚问题. 禹海波等[21] 通过引入一个均值增加方差缩小的变换来定量刻画决策者的过度自信水平,进而探讨过度自信和需求不确定性对库存系统的影响. 本文借鉴文献[20-22]的思想,分别在加法和乘法两种需求模式下,将零售商的过度自信行为考虑为零售商对市场需求的信念存在偏差,并探讨过度自信程度对零售商的定价和订货决策以及期望利润的影响.

与以往的研究不同,本文假设随机市场需求受销售价格的影响,并考虑了因缺货而带来的加急订货成本问题,分别探讨过度自信的零售商面临加法随机需求和乘法随机需求两种需求模式下的最优定价和订货联合决策问题. 通过数理推导给出两种需求模式下零售商的最优定价和订货决策的表达式;进而讨论了零售商的过度自信行为对最优订货量、最优销售价格以及期望利润的影响;最后通过理论分析,探讨两种需求模式下过度自信零售商和理性零售商关于信念期望利润和实际期望利润的明确关系. 研究结果表明,在两种需求模式下,零售商的订货量都会偏离零售商完全理性时的理论最优解,过度自信零售商的信念期望利润要高于理性零售商所获得的信念期望利润,而过度自信零售商所获得的实际期望利润

却要低于理性零售商所获得的实际期望利润,且与理性零售商的期望利润的偏差都会随着零售商的过度自信程度的增加而增加,即越来越偏离零售商完全理性时的情形. 最后通过算例分析进一步验证了本文的结论.

1 问题描述与模型假设

本文基于报童模型,考虑需求依赖销售价格情形下过度自信零售商的最优定价和订货联合决策问题. 假设零售商面临的随机市场需求$D(p,\varepsilon)$受销售价格p的影响,在销售季节来临前,零售商要依据自身期望收益最大化的原则,同时决定最优的零售价p和订货量Q. c表示单位产品的订货成本,如果供给小于需求,则加急订货产品的单位成本为c';如果供给大于需求,则销售结束时每单位剩余商品的净挽回损失 (Net salvagevalue) 为s,这里允许s取负值,表示剩余商品的单位处理成本,为了避免平凡的情形,假设$s<c<c'<p$[6,23-25].

零售商面临的需求扰动$\varepsilon\in[A,B]$是一个连续的随机变量,假设其期望值为μ,概率密度函数和分布函数分别为$F(\cdot)$和$f(\cdot)$,其中$F(\cdot)$为连续可微的单调递增函数,且$F(A)=0,F(B)=1$. 当ε服从正态分布时,B和A分别取正负无穷大.

基于以上假设,可得零售商的净利润函数为

$$\pi=pD+s(Q-D)^+-c'(D-Q)^+-cQ, \tag{1}$$

其中$x^+=\max(0,x)$.

假设零售商对市场需求的信念存在偏差,与文献 [20-22] 中关于过度自信的描述类似,本文也采用随机变量的保均值变换来描述过度自信零售商认为的市场需求$D_O(p,\varepsilon)$和期望需求$\mathrm{E}[D(p,\varepsilon)]$之间的关系,即

$$D_O(p,\varepsilon)=(1-k)D(p,\varepsilon)+k\mathrm{E}[D(p,\varepsilon)]. \tag{2}$$

其中: $k\in[0,1)$为过度自信程度,并且$\mathrm{Var}[D_O(p,\varepsilon)]=(1-k)^2\mathrm{Var}[D(p,\varepsilon)]\leqslant\mathrm{Var}[D(p,\varepsilon)]$和$\mathrm{E}[D_O(p,\varepsilon)]=\mathrm{E}[D(p,\varepsilon)]$成立[26-27],式(2)也称为过度自信零售商的市场需求信念,表明过度自信零售商估计的市场需求的均值与实际一致,但方差比实际的小. 随着k的增大,过度自信零售商眼中的需求方差则比实际情况减小,即k与过度自信水平呈正比,$k=0$表示零售商完全理性,此时式(2)退化为$D_O(p,\varepsilon)=D(p,\varepsilon)$.

过度自信零售商的信念利润函数为

$$\begin{aligned}\pi_O=&pD_O(p,\varepsilon)+s[Q-D_O(p,\varepsilon)]^+-\\&c'[D_O(p,\varepsilon)-Q]^+-cQ.\end{aligned} \tag{3}$$

完全理性的零售商能正确认识到ε和随机市场需求的概率分布. 为了方便,下标O和R分别代表零售商过度自信和完全理性时的情形;上角标$*$表示各变量取得最优值时的情形.

2 模型分析

对于需求依赖价格的报童模型, Petruzzi 等[4] 指出以往研究中常见的需求函数形式主要有两种: 加法需求模式和乘法需求模式. 加法需求的形式为

$$D(p,\varepsilon)=y(p)+\varepsilon. \tag{4}$$

其中: $y(p)=a-bp(a>0,b>0)$为需求对于销售价格的依赖关系,p为商品的销售价格,$b>0$为价格与需求之间的相关关系. 为了让本文的模型有意义,假设$a-bp+A>0$和$a-bc>0$(该假设表明,当销售价p接近成本c时,保证非负需求)[24].

乘法需求的形式为

$$D(p,\varepsilon)=y(p)\varepsilon. \tag{5}$$

其中: $y(p)=ap^{-b},\ a>0,b>1$, a为市场规模,b为市场需求的价格弹性指数;ε是一个非负且连续的随机变量. 假设该产品的需求是富有弹性的,即$b>1$.

本文分别采用上述两种形式的需求函数研究过度自信零售商的定价和订货联合决策问题,并分析过度自信对零售商的决策和收益的影响.

2.1 加法需求模式下的过度自信模型

对于加法需求模式,$y(p)=a-bp,\ a>0,b>0$,零售商的市场需求信念为$D_O(p,\varepsilon)=a-bp+(1-k)\varepsilon+k\mu$. 定义因子$z=(Q-(y(p)+k\mu))/1-k$,则$Q=y(p)+(1-k)z+k\mu$,于是$[Q-D_O(p,\varepsilon)]^+=(1-k)(z-\varepsilon)^+$, $[D_O(p,\varepsilon)-Q]^+=(1-k)(\varepsilon-z)^+$. 当$k=0$时,$z$退化为文献[6]中的库存因子[6,15]. 这时零售商的决策问题由确定最优零售价格和最优订货量(p^*,Q^*)转化为确定最优零售价和因子(p^*,z^*),式(3)可转化为

$$\begin{aligned}&\mathrm{E}(\pi_{\mathrm{O}})=\\&p[y(p)+\mu]+s(1-k)(z-\varepsilon)^+-\\&c'(1-k)(\varepsilon-z)^+-c[y(p)+k\mu+(1-k)z]=\\&p[y(p)+\mu]+s(1-k)\int_A^z(z-x)f(x)\mathrm{d}x-\\&c'(1-k)\int_z^B(x-z)f(x)\mathrm{d}x-\\&c[y(p)+k\mu+(1-k)z]=\\&(p-c)(a-bp+k\mu)+p(1-k)\mu-c(1-k)z+\\&s(1-k)zF(z)+c'(1-k)z\overline{F}(z)-\\&s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x-c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x.\end{aligned} \tag{6}$$

最大化零售商的信念期望利润(式(6)),得到加法需求模式下零售商的最优定价和订货决策.

定理1 在加法需求模式下,$D(p,\varepsilon)=a-bp+\varepsilon$, $f(\cdot)>0$,针对过度自信的零售商,对于任意z,存在唯一最优的零售价格和因子(p_O^*,z^*),并且满足

$$p_O^*=\frac{a+bc+\mu}{2b},\ z^*=F^{-1}\Big(\frac{c'-c}{c'-s}\Big). \tag{7}$$

相应地,最优订货量为

$$Q_O^*=\frac{a-bc-\mu}{2b}+k\mu+(1-k)F^{-1}\Big(\frac{c'-c}{c'-s}\Big). \tag{8}$$

证明 将式(6)关于p和z分别求一阶导数,有

$$\frac{\partial \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p}=a-2bp+\mu+bc=0,$$
$$\frac{\partial \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial z}=$$
$$(c'-c)(1-k)+(s-c')(1-k)F(z)=0.$$

可求得式(7)中的(p_O^*,z^*),进一步求得二阶导数为

$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p^2}=-2b<0,$$
$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p\partial z}=\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial z\partial p}=0,$$
$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial z^2}=-(c'-s)(1-k)f(z)<0.$$

可验证对$\mathrm{E}(\pi_O)$求二阶导数的Hessen矩阵在一阶导数等于零的点(p_O^*,z^*)是负定的,即存在(p_O^*,z^*),使得$\mathrm{E}(\pi_O)$取得极大值,因为$\mathrm{E}(\pi_O)$在取值区间上的连续性,所以也是最大值.

将定理1中式(7)和(8)的(p_O^*,z^*)与Q_O^*代入式(6),得到加法需求模式下过度自信零售商的信念期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]=$$
$$\frac{(a-bc+\mu)^2}{4b}+c\mu(1-k)+$$
$$(k-1)\Big[s\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x+c'\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x\Big]. \tag{9}$$

定理1得证. □

当$k=0$时,根据定理1,可得到零售商完全理性下的最优决策和相应的期望利润.

推论1 零售商完全理性下的最优决策和相应的期望利润分别为

$$p_R^*=\frac{a+bc+\mu}{2b},$$
$$Q_R^*=\frac{a-bc-\mu}{2b}+F^{-1}\Big(\frac{c'-c}{c'-s}\Big), \tag{10}$$
$$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*,Q_R^*)]=$$
$$\frac{(a-bc+\mu)^2}{4b}-c\mu-$$
$$\Big[s\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x+c'\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x\Big]. \tag{11}$$

对式(8)求导可知,$\partial Q_O^*/\partial k=\mu-F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$,得到如下性质.

性质1 加法需求模式下,当$\mu>F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$时,过度自信零售商选择的最优订货量Q_O^*随着其过度自信程度k的增大而变大;反之,当$\mu<F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$时,过度自信零售商选择的最优订货量Q_O^*随着其过度自信程度k的增大而变小.

性质1表明,当$\mu>F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$时,过度自信零售商的订货量将会大于理性零售商的订货量;反之,当$\mu<F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$时,过度自信零售商的订货量小于理性零售商的订货量,且订货偏差量与都过度自信程度呈线性正相关.

2.2 乘法需求模式下的过度自信模型

乘法需求模式下,$y(p)$为幂函数形式,$y(p)=ap^{-b}$, $a>0,b>1$,显然$y(p)$满足

$$\frac{y(p)}{y'(p)}=-\frac{p}{b}. \tag{12}$$

此时,零售商的市场需求信念为$D_O(p,\varepsilon)=ap^{-b}[(1-k)\varepsilon+k\mu]$. 定义因子$z=(Q/y(p)-k\mu)/(1-k)$,则$Q=y(p)[(1-k)z+k\mu]$,当$k=0$时,$z$退化为传统报童模型中的库存因子[6,15],并且$[Q-D_O(p,\varepsilon)]^+=(1-k)y(p)(z-\varepsilon)^+$, $[D_O(p,\varepsilon)-Q]^+=(1-k)y(p)(\varepsilon-z)^+$. 于是,确定最优零售价格和最优订货量$(p^*,Q^*)$的问题转化为确定最优零售价和因子$(p^*,z^*)$,乘法需求模式下式(3)零售商的信念期望利润函数转化为

$$\mathrm{E}(\pi_O)=$$
$$py(p)\mu+s(1-k)y(p)(z-\varepsilon)^+-$$
$$c'y(p)(1-k)(\varepsilon-z)^+-cy(p)[k\mu+(1-k)z]=$$
$$py(p)\mu+s(1-k)y(p)\int_A^z(z-x)f(x)\mathrm{d}x-$$
$$c'(1-k)y(p)\int_z^B(x-z)f(x)\mathrm{d}x-$$
$$cy(p)[k\mu+(1-k)z]=$$
$$py(p)\mu-cy(p)k\mu+(s-c')(1-k)y(p)zF(z)+$$
$$(c'-c)(1-k)y(p)z-s(1-k)y(p)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x-$$
$$c'(1-k)y(p)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x. \tag{13}$$

定理2 在乘法需求模式下,$D(p,\varepsilon)=ap^{-b}\varepsilon$, $f(\cdot)>0$,针对过度自信的零售商,对于任意z存在唯一最优的零售价格和因子(p_O^*,z^*),并且满足

$$p_O^*=\frac{b}{b-1}\frac{c\mu k+(1-k)\Big[s\mu+(c'-s)\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x\Big]}{\mu},$$
$$z^*=F^{-1}\Big(\frac{c'-c}{c'-s}\Big). \tag{14}$$

相应地,最优订货量为

$$Q_O^* = a{p_O^*}^{-b}\Big[k\mu + (1-k)F^{-1}\Big(\frac{c'-c}{c'-s}\Big)\Big]. \quad (15)$$

证明 由式(13)的一阶最优条件可知

$$\frac{\partial \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial z} = (1-k)y(p)[(c'-c)+(s-c')F(z)] = 0,$$

$$\frac{\partial \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p} = y(p)\mu + y'(p)p\mu - y'(p)\Big[c\mu k + s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x + c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x\Big] = 0.$$

由式(12)和上述一阶最优条件可求得式(14)中的(p_O^*, z^*). 进一步求得二阶导数为

$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial z^2} = -y(p)(c'-s)(1-k)f(z) < 0,$$

$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p\partial z} = \frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial z\partial p} = y'(p)(1-k)[(c'-c)+(s-c')F(z)] = 0,$$

$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p^2} = y''(p)\Big[-\frac{2p\mu}{b+1} + p\mu - c\mu k - s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x - c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x\Big].$$

令$R(k) = c\mu k + s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x + c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x$,则$p_O^* = \dfrac{bR(k)}{\mu(b-1)}$.

由于$y''(p) > 0$并且$R'(k) < 0$(见性质2的证明),于是

$$\frac{\partial^2 \mathrm{E}(\pi_O)}{\partial p^2} = y''(p)\Big[-\frac{2p\mu}{b+1} + p\mu - R(k)\Big] = -\frac{y''(p)R(k)}{b+1} < 0.$$

可验证对$\mathrm{E}(\pi_O)$求二阶导数的Hessen矩阵在一阶导数等于零的点(p_O^*, z^*)是负定的,即存在(p_O^*, z^*)使得$\mathrm{E}(\pi_O)$取得极大值,因为$\mathrm{E}(\pi_O)$在取值区间上的连续性,所以也是最大值.

将式(14)和(15)的(p_O^*, z^*)、Q_O^*代入式(13),得到乘法需求模式下零售商的信念期望利润为

$$\begin{aligned}\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)] = {} & py(p)\mu - y(p)[c\mu k + s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x + c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x] = \\ & y(p)[p\mu - R(k)] = \\ & y(p)\Big[\frac{bR(k)}{\mu(b-1)}\mu - R(k)\Big] = \\ & \frac{R(k)y(p_O^*)}{b-1}.\end{aligned} \quad (16)$$

其中

$$R(k) = c\mu k + s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x + c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x. \quad \square$$

当$k = 0$时,根据定理2,可以得到零售商完全理性下的最优决策.

推论2 乘法需求模式下,完全理性的零售商的最优定价和订货决策分别为

$$p_R^* = \frac{b}{b-1}\frac{s\mu + (c'-s)\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x}{\mu}, \quad (17)$$

$$Q_R^* = a{p_O^*}^{-b}F^{-1}\Big(\frac{c'-c}{c'-s}\Big). \quad (18)$$

下面分别通过性质2和性质3来说明乘法需求模式下,零售商的过度自信程度如何影响其定价和订货决策.

性质2 乘法需求模式下,零售商的最优零售价p_O^*关于k单调递减,即零售价p_O^*随着零售商过度自信程度k的增大而变小.

证明 由定理2的证明可知

$$p_O^* = \frac{bR(k)}{\mu(b-1)},$$

其中

$$R(k) = c\mu k + s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x + c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x,$$

于是

$$\begin{aligned}R'(k) = {} & c\mu - s\mu - (c'-s)\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x = \\ & c\mu - c'\mu + (c'-s)\int_A^{z^*} xf(x)\mathrm{d}x = \\ & (c'-s)\Big[\int_A^{z^*} xf(x)\mathrm{d}x - \frac{c'-c}{c'-s}\mu\Big] = \\ & (c'-s)\Big[\int_A^{z^*} xf(x)\mathrm{d}x - F(z^*)\mu\Big].\end{aligned}$$

定义函数$G(x) = \int_A^x tf(t)\mathrm{d}t - \mu F(x)$,显然$G(A) = G(B) = 0$,并且$G'(x) = (x-\mu)f(x)$,于是当$A \leqslant x \leqslant \mu$时,$G'(x) < 0$,此时$G(x)$单调递减,$G(x) \leqslant G(A) = 0$;当$\mu \leqslant x \leqslant B$时,$G'(x) > 0$,此时$G(x)$单调递增,$G(x) \leqslant G(B) = 0$. 于是$G(x) \leqslant 0$恒成立,即$R'(k) < 0$,所以$\partial p_O^*/\partial k = bR'(k)/\mu(b-1) < 0$恒成立,即$p_O^*$关于$k$单调递减. $\square$

下面给出乘法需求模式下,过度自信零售商的最优订货量Q_O^*与过度自信程度k的关系.

性质3 乘法需求模式下:

1) 当$\mu \geqslant z^*$或$\mu \leqslant z^* \leqslant t_1 \leqslant B$时,过度自信零售商的最优订货量$Q_O^*$关于过度自信程度$k$单调递增,其中$t_1$唯一存在并由方程

$$c(\mu-t)+b(c'-s)\Big[F(t)\mu-\int_A^t xf(x)\mathrm{d}x\Big]=0$$

确定,且$z^*=F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$.

2) 当$\mu\leqslant t_2\leqslant z^*\leqslant B$,且$s\geqslant 0$时,过度自信零售商的最优订货量$Q_O^*$关于过度自信程度$k$单调递减,其中$t_2$唯一存在并由方程

$$(c'-s)(t-\mu-bt)\int_A^t xf(x)\mathrm{d}x+$$
$$c'\mu(\mu-t)+b\mu(c'-c)t=0$$

确定,且$z^*=F^{-1}(c'-c)/(c'-s)$.

证明 1) 由式(15)可知

$$Q_O^*=y(p_O^*)[k\mu+(1-k)z^*],$$

于是

$$\frac{\partial Q_O^*}{\partial k}=$$
$$y(p_O^*)(\mu-z^*)+y'(p_O^*)[k\mu+(1-k)z^*]\frac{bR'(k)}{\mu(b-1)}.$$

结合$p_O^*=\dfrac{bR(k)}{\mu(b-1)}$和$y'(p)=-\dfrac{b}{p}y(p)$(式(12))得到

$$\frac{\partial Q_O^*}{\partial k}=y(p_O^*)\Big[\mu-z^*-(k\mu+(1-k)z^*)\frac{bR'(k)}{R(k)}\Big],$$

则

$$\frac{\partial Q_O^*}{\partial k}\frac{R(k)}{y(p_O^*)}=$$
$$R(k)(\mu-z^*)-bR'(k)[k\mu+(1-k)z^*].$$

当$z^*\leqslant\mu$时,$\partial Q_O^*/\partial k>0(R'(k)<0)$;当$\mu\leqslant z^*\leqslant B$时,定义函数

$$g(k)=R(k)(\mu-z^*)-bR'(k)[k\mu+(1-k)z^*],$$

则

$$g'(k)=(1-b)R'(k)(\mu-z^*)<0,$$

所以$g(k)$关于k严格单调递减,于是

$$g(k)\geqslant g(1)=$$
$$c\mu(\mu-z^*)+b\mu(c'-s)\Big[F(z^*)\mu-\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x\Big].$$

令

$$\psi(z)=$$
$$c\mu(\mu-z)+b\mu(c'-s)\Big[F(z)\mu-\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x\Big],$$

则

$$\psi'(z)=-c\mu+b\mu(c'-s)f(z)(\mu-z)<0,$$

所以$\psi(z)$在区间$z\in[\mu,B]$上严格单调递减,并且$\psi(B)\leqslant\psi(z)\leqslant\psi(\mu)$成立.

再结合

$$\max_{\mu\leqslant z\leqslant B}\psi(z)=\psi(\mu)=$$
$$b\mu(c'-s)\Big[F(\mu)\mu-\int_A^\mu xf(x)\mathrm{d}x\Big]=$$
$$b\mu(c'-s)\int_A^\mu(\mu-x)f(x)\mathrm{d}x>0,$$
$$\min_{\mu\leqslant z\leqslant B}\psi(z)=\psi(B)=c\mu(\mu-B)<0,$$

且$\psi(\mu)\psi(B)<0$成立,于是在区间$[\mu,B]$上存在唯一的t_1满足$\psi(t_1)=0$,并且当$\mu\leqslant z\leqslant t_1$时,$\psi(z)\geqslant 0,g(k)\geqslant 0$,此时$\partial Q_O^*/\partial k\geqslant 0$恒成立,1) 得证.

2) 由$g(k)$关于k严格单调递减可知

$$g(k)\leqslant g(0)=$$
$$\Big[c'\mu-(c'-s)\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x\Big](\mu-z^*)+$$
$$bz^*(c'-s)\Big[F(z^*)\mu-\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x\Big]=$$
$$b\mu z^*(c'-c)+c'\mu(\mu-z^*)+$$
$$(c'-s)(z^*-\mu-bz^*)\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x.$$

令

$$\varPsi(z)=(c'-s)(z-\mu-bz)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x+$$
$$c'\mu(\mu-z)+b\mu z(c'-c),$$

则

$$\varPsi'(z)=(c'-s)(1-b)\Big[\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x+z^2f(z)\Big]-$$
$$\mu(c'-s)zf(z)-\mu[bc-(b-1)c']<0,$$

所以$\varPsi(z)$在区间$[\mu,B]$上严格单调递减,并且$\varPsi(B)\leqslant\varPsi(z)\leqslant\varPsi(\mu)$成立. 其中,由模型假设可知$c'\leqslant p_O^*$,当$k$趋近于1时,可知$bc-(b-1)c'>0$成立.

再结合

$$\max_{\mu\leqslant z\leqslant B}\varPsi(z)=\varPsi(\mu)=$$
$$b\mu\Big[\mu(c'-c)-(c'-s)\int_A^\mu xf(x)\mathrm{d}x\Big]=$$
$$-b\mu R'(k)>0,$$
$$\min_{\mu\leqslant z\leqslant B}\varPsi(z)=\varPsi(B)=$$
$$-s\mu(B-\mu)-(c-s)\mu Bb<0,$$

则$\varPsi(\mu)\varPsi(B)<0$成立,于是在区间$[\mu,B]$上存在唯一的t_2满足$\varPsi(t_2)=0$,并且当$t_2\leqslant z\leqslant B$时,$\varPsi(z)\leqslant 0$,所以$g(0)\leqslant 0$,此时$\partial Q_O^*/\partial k\leqslant 0$恒成立, 并且可证$t_2>t_1$成立,所以2) 得证. □

性质3给出了零售商的最优订货量与其过度自信程度关系的一个充分条件.

3 两种模式下过度自信对零售商期望利润的影响

本节研究在两种需求模式下,零售商的过度自信程度如何影响其信念期望利润和实际期望利润.

过度自信零售商的信念期望利润$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]$,是指过度自信零售商根据其对将要实现的信念需求$D_O(p,\epsilon)$的判断,作出零售价$p_O^*$和订货量$Q_O^*$的决策所确定的期望利润值;而理性零售商则会根据其对实际市场需求的理性判断对零售价p_R^*和订货量Q_R^*进行决策,以确定其期望利润$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)]$.

过度自信零售商和理性零售商的实际期望利润是指零售商会根据实际出现的需求$D(p,\epsilon)$以及各自的零售价和订货量决策,以确定各自的期望利润$\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)]$和$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*,Q_R^*)]$.

下面分别说明过度自信程度对零售商信念期望利润和实际期望利润的影响.

性质4 两种需求模式下,过度自信零售商的信念期望利润都要高于理性零售商所获得的期望利润,即有$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)] \geqslant \mathrm{E}[\pi_R(p_R^*,Q_R^*)]$成立,并且两者之间期望利润的差异也会随着零售商过度自信程度k的增大而逐步增大.

证明 当$k=0$时,$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)] = \mathrm{E}[\pi_R(p_R^*,Q_R^*)]$,故只需要证明$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]$是关于$k$的单调递增函数即可得到最终结论.

1) 加法需求模式.

将式(9)对k求导可得

$$\begin{aligned}&\frac{\partial \mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]}{\partial k}=\\&-c\mu+s\int_A^{z^*}xf(x)\mathrm{d}x+c'\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x=\\&(s-c)\mu+(c'-s)\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x=\\&(c'-s)\int_{z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x>0,\end{aligned}$$

所以$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]$关于$k$单调递增.其中,针对本文的两种随机需求模式,可以通过调整参数a和b,使它们的均值μ分别为0和1,不会改变问题和结论.

2) 乘法需求模式.

由$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)] = R(k)y(p_O^*)/(b-1)$,结合$p_O^*=bR(k)/\mu(b-1)$和式(12)可知

$$\begin{aligned}&(b-1)\frac{\partial \mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]}{\partial k}=\\&R'(k)y(p_O^*)+R(k)y'(p_O^*)\frac{\partial p_O^*}{\partial k}=\\&R'(k)y(p_O^*)\Big[1-\frac{b^2R(k)}{\mu p_O^*(b-1)}\Big]=\\&R'(k)y(p_O^*)(1-b)>0.\end{aligned}$$

其中

$$\begin{aligned}R(k)=&c\mu k+s(1-k)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x+\\&c'(1-k)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x,\end{aligned}$$

所以$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*,Q_O^*)]$关于$k$单调递增. □

性质4表明,过度自信的零售商根据其信念市场需求制定零售价和订货量,其主观上认为自己的期望利润始终高于理性零售商的期望利润,并且其过度自信程度越高,其主观上的期望利润也越高. 性质4还解释了过度自信零售商由于对市场需求不确定性的过度精确估计,导致其按照自己的信念制定零售价和订货量,因为从过度自信零售商本身而言,这样可以提高其期望利润.

实际上,过度自信零售商的零售价和订货决策必然导致实际期望利润的减少,因为过度自信零售商的零售价和订货量都已经偏离了理性零售商的零售价和订货量.下面给出过度自信零售商的实际期望利润和理性零售商的期望利润之间的明确关系,即市场需求实现后,过度自信对零售商实际期望利润的影响.

性质5 两种需求模式下,过度自信零售商的实际期望利润都要低于理性零售商的实际期望利润,即$\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)] \leqslant \mathrm{E}[\pi_R(p_R^*,Q_R^*)]$成立,并且两者之间的偏差$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*,Q_R^*)] - \mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)]$会随着零售商的过度自信程度$k$的增大而增大.

证明 1) 加法需求模式下,过度自信零售商的零售价和订货量为(p_O^*,Q_O^*),此时过度自信零售商可获得的实际期望利润为

$$\begin{aligned}&\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)]=\\&\mathrm{E}[p_O^*D(p_O^*,\epsilon)+s(Q_O^*-D(p_O^*,\epsilon))^+-\\&c'(D(p_O^*,\epsilon)-Q_O^*)^+-cQ_O^*]=\\&(p-c)(a-bp)+s[(1-k)z^*-\epsilon]^+-\\&c'[\epsilon-(1-k)z^*]^+-c(1-k)z^*=\\&(p-c)(a-bp)+(s-c')(1-k)z^*F[(1-k)z^*]+\\&(c'-c)(1-k)z^*-s\int_A^{(1-k)z^*}xf(x)\mathrm{d}x-\\&c'\int_{(1-k)z^*}^B xf(x)\mathrm{d}x.\end{aligned}$$

并且

$$\begin{aligned}&\frac{\partial \mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)]}{\partial k}=\\&-(c'-c)z^*+(c'-s)z^*F[(1-k)z^*]=\\&(c'-s)z^*[F((1-k)z^*)-F(z^*)],\end{aligned}$$

其中

$$Q_O^*=(1-k)z^*+y(p_O^*)=(1-k)z^*+a-bp_O^*.$$

$z^*>0$时,$(1-k)z^*<z^*$,由$F(\cdot)$递增知$F((1-k)z^*)<F(z^*)$,故$\partial\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)]/\partial k<0$成立.

同理,当$z^*<0$时,$(1-k)z^*>z^*$,$F((1-k)z^*)>F(z^*)$,所以$\partial\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*,Q_O^*)]/\partial k<0$恒成立.

2) 乘法需求模式下, $Q_O^* = y(p_O^*)[k\mu + (1-k)z^*]$, 理性零售商的期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] =$$
$$\mathrm{E}[pD(p,\epsilon) + s(Q - D_O(p,\epsilon))^+ -$$
$$c'(D(p,\epsilon) - Q)^+ - cQ] =$$
$$\mathrm{E}[py(p)\epsilon + s(Q - y(p)\epsilon)^+ - c'(y(p)\epsilon - Q)^+ - cQ].$$

令 $z = Q/y(p)$, 则 $Q = y(p)z$, 于是理性零售商的实际期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] =$$
$$(c'-c)zy(p) + (s-c')y(p)zF(z) + py(p)\mu -$$
$$sy(p)\int_A^z xf(x)\mathrm{d}x - c'y(p)\int_z^B xf(x)\mathrm{d}x.$$

过度自信零售商的实际期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] =$$
$$\mathrm{E}[p_O^* y(p_O^*)\epsilon + s(Q_O^* - y(p_O^*)\epsilon)^+ -$$
$$c'(y(p_O^*)\epsilon - Q_O^*)^+ - cQ_O^*].$$

令 $z = (Q/y(p) - k\mu)/(1-k)$, 则 $Q_O - y(p_O)[(1-k)z + k\mu]$, 再令 $M = (1-k)z + k\mu$, 于是

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] =$$
$$(s-c')y(p)MF(M) + (c'-c)My(p) + py(p)\mu -$$
$$sy(p)\int_A^M xf(x)\mathrm{d}x - c'y(p)\int_M^B xf(x)\mathrm{d}x.$$

乘法需求模式下, 过度自信零售商和理性零售商的实际期望利润之差为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] - \mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] =$$
$$y(p)\Big[(c'-s)MF(M) - (c'-c)M + s$$
$$\int_z^M xf(x)\mathrm{d}x - c'\int_z^M xf(x)\mathrm{d}x\Big].$$

因为 $y'(p) < 0, \partial p^*/\partial k < 0$, 所以 $\partial y(p^*)/\partial k > 0$. 令

$$\varPhi(k) = (c'-s)MF(M) - (c'-c)M + s\int_z^M xf(x)\mathrm{d}x - c'\int_z^M xf(x)\mathrm{d}x,$$

有

$$\varPhi'(k) = [(c'-s)F(M) - (c'-c)]\frac{\partial M}{\partial k} = [(c'-s)F(M) - (c'-c)](\mu - z).$$

当 $\mu > z$ 时, $M > z, (c'-s)F(M) - (c'-c) > (c'-s)F(z) - (c'-c) = 0, \varPhi'(k) > 0$;

当 $\mu < z$ 时, $M < z, (c'-s)F(M) - (c'-c) < (c'-s)F(z) - (c'-c) = 0, \varPhi'(k) > 0$ 成立.

于是 $\varPhi(k)$ 关于 k 在 $[0,1]$ 上单调递增, 所以 $\varPhi(k) \geqslant \varPhi(0) = 0$, 故 $\partial[\mathrm{E}[\pi_R(p_R^* Q_R^*)] - \mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)]]/\partial k > 0$ 恒成立. 实际上, 理性零售商的最优期望利润为 $\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)]$, p_R^* 和 Q_R^* 为最大化 $\mathrm{E}[\pi_R(p_R, Q_R)]$ 的最优零售价和订货量, 因此, 必有 $\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] \leqslant \mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)]$ 成立. □

性质5说明, 零售商利润的损失和过度自信程度呈正比. 也就是说, 无论过度自信零售商的订货量相对于完全理性时的情况是偏高还是偏低, 都会造成其利润的损失, 且随着过度自信程度的增加, 其利润损失也越大. 性质5还说明了在现实中过度自信对企业的危害, 过度自信会导致企业的零售价和订货量决策与实际需要的零售价和订货量发生偏差, 并由此导致企业的实际期望利润小于理性时的期望利润, 并且过度自信水平越高, 利润差异越大.

4 数值分析

为进一步说明零售商的过度自信行为对最优定价和订货决策的影响, 以及零售商的过度自信行为对其信念期望利润和实际期望利润影响, 本节通过两个数值例子来直观表达本文模型的主要结论和性质.

1) 加法需求模式.

对于加法需求模式, 假设 ϵ 服从标准正态分布 $N(0,1)$, 基本参数值设定为 $a = 7, b = 1, c = 2, c' = 3, s = 1.5$. 代入第3节加法需求模型的解(定理1)求得 $p_O^* = 4.5, z^* = 0.44, Q_O^* = 2.94 - 0.44k$. 显然 Q_O^* 关于 k 单调递减, 验证了性质1.

进一步可得过度自信零售商的信念期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)] = 6.25 + 1.5(k-1)\int_{0.44}^{+\infty} xf(x)\mathrm{d}x.$$

加法需求模式下完全理性零售商的期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] = 6.25 - 1.5\int_{0.44}^{+\infty} xf(x)\mathrm{d}x,$$

而过度自信零售商的实际期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] =$$
$$6.25 - 1.5\int_{0.44(k-1)}^{+\infty} xf(x)\mathrm{d}x -$$
$$1.5(1-k)0.44F[0.44(1-k)] + 0.44(1-k).$$

可以验证 $\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] \leqslant \mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] \leqslant \mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)]$ 成立, 并且 $\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)]$ 关于 k 单调递增, 而 $\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)]$ 关于 k 单调递减, 与性质4和性质5的结论一致.

当 $s = 0.5$, 其他参数保持不变时, $z^* = -0.726 < \mu$, $Q_O^* = 1.774 + 0.726k$. 显然, 此时的 Q_O^* 关于 k 单调递增, 与性质1一致.

2) 乘法需求模式.

对于乘法需求模式, 假设 ϵ 服从区间 $[0,2]$ 上的均匀分布, 参数设置为 $a = 1, b = 2, c = 2, c' = 3, s =$

1.5, 则 $\mu = 1, A = 0, B = 2$. 代入乘法需求模型的解(定理2)得 $p_O^* = 2(7-k)/3, z^* = 4/3, Q_O^* = 0.75(4-k)/(7-k)^2$, 可验证 p_O^* 关于 k 单调递减, 与性质2一致, Q_O^* 关于 k 递增, 与性质3一致.

进而求得乘法需求模式下过度自信零售商的信念期望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)] = 0.75/(7-k),$$

乘法需求模式下理性零售商的期望利润

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] = 0.107,$$

过度自信零售商的实际望利润为

$$\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] = \frac{3-k-\dfrac{(4-k)^2}{24}}{\Big[\dfrac{2(7-k)}{3}\Big]^2}.$$

可以验证 $\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)] \leqslant \mathrm{E}[\pi_R(p_R^*, Q_R^*)] \leqslant \mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)]$ 成立, 并且 $\mathrm{E}[\pi_O(p_O^*, Q_O^*)]$ 关于 k 单调递增, 而 $\mathrm{E}[\pi_R(p_O^*, Q_O^*)]$ 关于 k 单调递减, 验证了性质4和性质5.

$s = 1.9$, 其他参数不变时, $z^* = 20/11 > \mu, p_O^* = 2(23-k)/11, Q_O^* = 11(20-9k)/4(23-k)^2$. 显然, 此时的 Q_O^* 和 p_O^* 都关于 k 单调递减, 与性质2和性质3一致.

本节算例部分验证了本文的结论及性质.

5 结　论

报童问题是典型的单周期库存问题, 行为库存管理中大部分的研究都是针对这项决策问题进行的. 实际中, 经营者的订货量与经典报童模型的预测并不吻合. 企业经营绩效受到零售价和订货量等因素的影响. 经营者的过度自信行为会影响其零售价以及订货量决策, 从而会对企业的经营绩效产生重要影响. 本文基于报童模型, 分别在加法需求模式和乘法需求模式下, 考虑随机市场需求依赖于销售价格以及因缺货而带来的加急订货成本问题, 研究了具有过度自信行为的零售商的定价和订货量的联合决策问题, 分别给出两种需求模式下过度自信零售商最优定价和订货策略, 并从理论上讨论了零售商的过度自信行为对零售商的最优订货量、最优订货价格以及期望利润的影响. 研究发现, 过度自信零售商的信念期望利润要高于理性零售商所获得的期望利润, 而过度自信零售商的实际期望利润却要低于理性零售商所获得的实际期望利润, 且与理性零售商的期望利润的偏差都会随着过度自信程度的增加而加大, 即越来越偏离零售商理性时的情形. 研究表明, 过度自信对零售商是有危害的, 过度自信行为会导致零售商决策的错误, 进而导致零售商利润的损失.

本文假设零售商是风险中性的, 现实中决策者的定价和订货策略受风险偏好的影响[23-24], 若进一步考虑零售商的风险偏好, 则在加法和乘法需求模式下, 零售商的定价订货策略及期望利润将会发生变化. 本文仅考虑了单周期报童模型的最优定价和订货问题, 下一步的拓展方向为: 分别在加法需求模式和乘法需求模式下, 探讨过度自信零售商的两阶段供应链的协调问题, 并考虑销售努力和广告费等决策问题. 本文用单参数并采用随机变量的保均值变换来描述零售商过度自信行为, 而决策者往往有多方面的过度自信行为[28], 因此, 未来还将考虑其他更加符合实际的过度自信测度[29], 使效用函数的刻画更接近现实.

参考文献(References)

[1] Whitin T M. Inventory control and price theory[J]. Management Science, 1955, 2(1): 61-80.

[2] Mills E S. Uncertainty and price theory[J]. Quartly J of Economics, 1959, 73(1): 116-130.

[3] Karlin S, Carr C R. Prices and optimal inventory policy[C]. Studies in Applied Probability and Management Science. Stanford: Stanford University Press, 1962: 159-172.

[4] Polatoglu L H. Optimal order quantity and pricing decisions in single-period inventory systems[J]. Int J of Production Economics, 1991, 23(1/2/3): 175-185.

[5] Petruzzi N C, Dada M. Pricing and the newsvendor problem: A review with extensions[J]. Operations Research, 1999, 47(2): 183-194.

[6] 刘玉霜, 张纪会, 王丽丽. 两种需求模式下报童模型的最优定价-订购联合决策[J]. 控制与决策, 2013, 28(9): 1419-1422.
(Liu Y S, Zhang J H, Wang L L. Optimal joint pricing and ordering decisions in newsvendor model with two demand cases[J]. Control and Decision, 2013, 28(9): 1419-1422.)

[7] Bendoly E, Croson R, Goncalves P, et al. Bodies of knowledge for research in behavioral operations[J]. Production and Operations Management, 2010, 19(4): 434-452.

[8] Loch C H. Behavioral operations management[M]. Hanover: Now Publishers Inc, 2007: 21-50.

[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] Fisher M A, Raman A. Reducing the cost of demand uncertainty through accurate response to early sales[J]. Operational Research, 1996, 44(1): 87-99.

[11] Wang C X, Webster S. The loss-averse newsvendor problem[J]. Omega, 2009, 37(1): 93-105.

[12] Bolton G, Elena K. Learning by doing in the newsvendor problem: A laboratory investigation of the role of experience and feedback[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2008, 10(3): 519-538.

[13] Benzion U, Cohen Y, Peled R. Decision-making and the newsvendor problem: An experimental study[J]. J of the Operational Research Society, 2008, 59(9): 1281-1287.

[14] 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.)

[15] 张鹏, 张杰, 马俊. 两种需求情形下损失规避零售商的最优订货-定价联合决策[J]. 控制与决策, 2015, 30(10): 1820-1827.
(Zhang P, Zhang J, Ma J. Joint decision-making of order quantities and pricing for loss-averse retailers with two demand cases[J]. Control and Decision, 2015, 30(10): 1820-1827.)

[16] Weinstein N D. Unrealistic optimism about future life events[J]. J of Personality and Social Psychology, 1980, 39(5): 806-820.

[17] Moore D A, Healy P J. The trouble with overconfidence[J]. Psychological Review, 2008, 115(2): 502-517.

[18] Ren Y, Croson R. Overconfidence in newsvendor orders: An experimental study[J]. Management Science, 2013, 59(11): 2502-2517.

[19] 周永务, 刘哲睿, 郭金森, 等. 基于报童模型的过度自信零售商的订货决策与协调研究[J]. 运筹与管理, 2012, 21(3): 62-66.
(Zhou Y W, Liu Z R, Guo J S, et al. Research on ordering decision and coordination of overconfident retailer based on newsvendor model[J]. Operations Research and Management Science, 2012, 21(3): 62-66.)

[20] 李昌文, 周永务, 陈武, 等. 过度自信零售商广告费用和订货量的联合决策[J]. 中国科学技术大学学报, 2014, 44(6): 523-530.
(Li C W, Zhou Y W, Chen W, et al. Joint decision-making on order quantity and advertising expenditures for overconfident retailers[J]. J of University of Science and Technology of China, 2014, 44(6): 523-530.)

[21] 禹海波, 王晓微. 过度自信和需求不确定性对库存系统的影响[J]. 控制与决策, 2014, 29(10): 1893-1898.
(Yu H B, Wang X W. Effect of overconfidence and demand uncertainty in inventory systems[J]. Control and Decision, 2014, 29(10): 1893-1898.)

[22] Li Y, Shan M, Li M Z F. Advance selling decisions with overconfident consumers[J]. J of Industrial & Management Optimization, 2015, 12(3): 891-905.

[23] Chen Y, Zhang Z G. Technical note: A risk-averse newsvendor model under the CVaR criterion[J]. Operations Research, 2009, 57(4): 1040-1044.

[24] 陈剑, 徐鸿雁. 基于销售商努力的供应商定价和生产决策[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(5): 1-10.
(Chen J , Xu H Y. Pricing and production strategy based on sales–agent efforts[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2009, 29(5): 1-10.)

[25] Liu B, Ma X, Zhang R. Joint decision on pricing and advertising for competing retailers under emergency purchasing[J]. Economic Modelling, 2014, 39(322): 257-264.

[26] Li Q, Atkins D. On the effect of demand randomness on a price/quantity setting firm[J]. IIE Transactions, 2005, 37(12): 1143-1153.

[27] Chua G A, Liu Y. On the effect of demand randomness on inventory, price and profit[J]. Operations Research Letters, 2015, 43(5): 514-518.

[28] 李娟, 郝忠原, 陈彩华. 过度自信委托代理人间的薪酬合同研究[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(6): 1379-1387.
(Li J, Hao Z Y, Chen C H. Study on principal-agent salary contracts based on the members' overconfidence[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2014, 34(6): 1379-1387.)

[29] Van den Steen E. Overconfidence by bayesian-rational agents[J]. Management Science, 2011, 57(5): 884-896.

（责任编辑：孙艺红）